

Saturs

<i>Ievads</i>	6
1. Tehniskie rasējumi	8
1.1 <i>Izmēri un pielaides</i>	8
1.1.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Rasējuma analīze	8
1.1.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Rasējuma analīze	10
1.1.3. Praktiskais uzdevums Nr.3. Rasējuma analīze	12
1.2 <i>Virsmas kvalitāte</i>	14
1.2.1. Praktiskais uzdevums Nr.1 par virsmas kvalitāti	15
1.2.2. Praktiskais uzdevums Nr.2 par virsmas kvalitāti	16
1.2.3. Praktiskais uzdevums Nr.3 par virsmas kvalitāti	17
1.3 <i>Griešanas procesos izmantotie materiāli</i>	18
1.3.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Materiālu noteikšana	19
1.3.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Materiālu noteikšana	19
2. Griežējinstrumenti	20
2.1 <i>Griežējinstrumentu klasifikācija</i>	20
2.1.1. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Griežējinstrumentu analīze	21
2.1.2. Praktiskais uzdevums Nr. 2. Griežējinstrumentu analīze	22
2.1.3. Praktiskais uzdevums Nr. 3. Griežējinstrumentu analīze	23
2.2 <i>Instrumentu turētāji (palīginstrumenti)</i>	24
2.2.1. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Palīginstrumenta izvēle	25
2.2.2. Praktiskais uzdevums Nr. 2. Palīginstrumenta izvēle	25
2.3 <i>Instrumenta izvēle izmēra iegūšanai</i>	26
2.3.1. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Griežējinstrumentu analīze	26
2.3.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Griežējinstrumentu analīze	28
2.3.3. Praktiskais uzdevums Nr.3. Griežējinstrumentu analīze	30
3. Griešanas iekārtas	32
3.1 <i>Frēzmašīnas uzbūve un īpašības</i>	32
3.1.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Iekārtu izvēle	33
3.1.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Iekārtu izvēle	34
3.2 <i>Virpošanas mašīnas uzbūve un īpašības</i>	35
3.2.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Iekārtu izvēle	36
3.2.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Iekārtu izvēle	37
4. Detaļas nostiprināšanas aprīkojums (palīgierīces)	38
4.1 <i>Detaļas nostiprināšanas ierīces frēzēšanai un virpošanai</i>	38
4.1.1. Pirmais nostiprinājuma variants. Hidrauliskās kolonas piespiedēji	39
4.1.2. Otrais nostiprinājuma variants. Savilcēji ar slīpo plakni	40
4.1.3. Trešais nostiprinājuma variants. Piespiedēji ar vītnes atbalstkolonām	41



4.1.4. Ceturtais nostiprinājuma variants. Piespiedējs.....	42
4.1.5. Piektais nostiprinājuma variants. Skrūvspīles	43
4.2. Detaļas ievietošanas un nostiprināšanas principi.....	44
4.2.1. Piemērs. Detaļas ievietošanas, nostiprināšanas un izgatavošanas principi	45
5. Apstrādes tehnoloģijas	51
5.1. Tehnoloģiskais ceļš.....	51
5.1.1. Piemērs Nr.1. Materiālu apstrādes un griešanas režīmi	52
5.1.2. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Materiālu apstrādes un griešanas režīmi	53
5.1.2. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Materiālu apstrādes un griešanas režīmi. Pareizās atbildes.	54
5.1.3. Praktiskais uzdevums Nr. 2. Materiālu apstrādes un griešanas režīmi	55
5.1.3. Praktiskais uzdevums. Materiālu apstrādes un griešanas režīmi. Pareizās atbildes.	56
5.1.4. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Tehnoloģiskais ceļš.....	57
5.1.5. Praktiskais uzdevums Nr.2. Tehnoloģiskais ceļš.....	60
5.2. Instrumentu izvēle	63
5.2.1. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Instrumentu izvēle	64
5.2.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Rupjapstrādes vai gludapstrādes izvēle	71
5.3. Izmēru un novietojuma noteikšanas principi.....	75
5.3.1. Piemērs. Mērīšanas principi. 3D tausta izmantošana	75
5.3.2. Praktiskais uzdevums. Pamatnes / bāzes noteikšana	77
6. Apstrādes programmas sastādīšana	82
6.1. Programmēšanas pamati	82
6.1.1. Piemērs Nr.1. Programmēšana, izmantojot G90 un G91.	83
6.1.2. Praktiskais uzdevums. Programmēšana, izmantojot G90 un G91.....	84
6.1.2. Praktiskais uzdevums programmēšanā, izmantojot G90 un G91. Pareizās atbildes.....	86
6.1.3. Frēzēšanas manuālajā programmēšanā izmantojamie universālie G un M kodi	87
6.1.4. Piemērs Nr. 1. Apstrādes trajektorija	90
6.1.5. Praktiskais uzdevums Nr.1. Apstrādes trajektorija	93
6.1.6. Piemērs Nr.2. Apstrādes trajektorija.....	95
6.1.7. Piemērs Nr.3. Optimālā apstrādes trajektorija	99
6.1.8. Piemērs Nr. 4. Optimālā apstrādes trajektorija.....	101
6.1.9. Piemērs Nr.5. Apstrādes trajektorija.....	104
6.1.10. Praktiskais uzdevums Nr.2. Apstrādes trajektorija	107
6.1.11. Piemērs Nr. 6. Optimālā apstrādes trajektorija.....	109
6.1.12. Virpošanas manuālajā programmēšanā izmantojamie universālie G un M kodi.....	112
6.1.13. Piemērs Nr.7. Apstrādes trajektorija virpošanā	115
6.1.14. Piemērs Nr. 8. Apstrādes trajektorija virpošanā.	118
6.1.15. Piemērs Nr.9. Apstrādes trajektorija virpošanā.	121
6.1.16. Piemērs Nr.10. Apstrādes trajektorija virpošanā	125
6.1.17. Piemērs Nr.11. Apstrādes trajektorija virpošanā	129
6.2. Apstrādes programmas izveide, izmantojot CAM programmatūru (MTS NC redaktors)	133
6.2.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Programmēšana un simulācija	133
6.2.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Programmēšana un simulācija	135
6.3. CNC programmu simulācija (frēzēšanai un virpošanai).....	136
6.3.1. Piemērs Nr.1. Kā noteikt koordinātu asu un rotācijas kustības ap asīm virzienus.....	136
6.3.2. Praktiskais uzdevums Nr.1. CNC vertikālās frēzmašīnas koordinātu asu kustības un virzieni	138
6.3.2. Praktiskais uzdevums - CNC vertikālās frēzmašīnas koordinātu asu kustības un virzieni.....	140

6.3.3. Praktiskais uzdevums Nr.2. CNC horizontālās frēzmašīnas koordinātu asu kustības un virzieni	141
6.3.3. Praktiskais uzdevums - CNC horizontālās frēzmašīnas koordinātu asu kustības un virzieni. Pareizās atbildes	142
6.3.4. Praktiskais uzdevums Nr.3. CNC virpas koordinātu asu kustības un virzieni	142
6.3.4. Praktiskais uzdevums - CNC virpas koordinātu asu kustības un virzieni. Pareizās atbildes	145
6.3.5. Piemērs Nr.1. Plaknes apstrāde	146
6.3.6. Piemērs Nr.2. Plaknes apstrāde	150
6.3.7. Piemērs Nr.3. Plaknes apstrāde	153
6.3.8. Praktiskais uzdevums Nr.1. Programmēšana un simulācija	156
6.3.9. Praktiskais uzdevums Nr.2. Programmēšana un simulācija	158
6.3.10. Praktiskais uzdevums Nr.3. Programmēšana un simulācija	159
6.3.11. Praktiskais uzdevums Nr.4. Programmēšana un simulācija	160
6.3.12. Praktiskais uzdevums Nr.5. Programmēšana un simulācija	161
6.3.13. Praktiskais uzdevums Nr.6. Programmēšana un simulācija	162
6.3.14. Praktiskais uzdevums Nr.7. Programmēšana un simulācija	163
6.3.15. Praktiskais uzdevums Nr. 8. Programmēšana un simulācija	164
6.3.16. Praktiskais uzdevums Nr. 9. Programmēšana un simulācija	165
6.3.17. Praktiskais uzdevums Nr.10. Programmēšana un simulācija	167
6.3.18. Praktiskais uzdevums Nr.11. Programmēšana un simulācija	168
6.3.19. Praktiskais uzdevums Nr. 12. Programmēšana un simulācija	169
6.3.20. Praktiskais uzdevums Nr. 13. Programmēšana un simulācija	170
6.4. Visu apstrādes posmu simulācija: iekārtas, instrumenti un aprīkojums, procesa simulācija un kvalitātes kontrole	171
6.4.1. Praktisks uzdevums apstrādes procesa simulācijai virpošanā	171
6.4.2. Praktisks uzdevums apstrādes procesa simulācijai frēzēšanā	172
7. Kvalitātes novērtējums	173
7.1.1. Praktiskie uzdevumi par mērīšanas metodēm un aprīkojumu.....	173
7.1.1. Mērīšanas metodes un aprīkojums. Pareizās atbildes	176
7.1.2. Piemērs. Mērījumu tabula	177
7.1.3. Praktiskais uzdevums Nr.1. Mērījumu tabula.	179
7.1.4. Praktiskais uzdevums Nr.2. Mērījumu tabula.	181
7.2. Mērinstrumentu izvēle.....	182
7.2.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Mērinstrumenti un to izmantošana	183
7.2.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Bīdmēra galvenās sastāvdaļas.....	184
7.2.3. Praktiskais uzdevums Nr.3. CNC operatora izmantojamie instrumenti	185
7.2. Praktiskie uzdevumi. Pareizās atbildes	186
7.3. Kvalitātes vadības prasības un standarti.....	187
7.3.1. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Kvalitātes vadības standarti	188
7.3. Praktiskie uzdevumi. Kvalitātes vadības prasības un standarti. Pareizās atbildes.	189
8. Apkope un diagnostika	190
8.1. Ražošanas procesa aprīkojuma apkope	190
8.1.1. Praktisks uzdevums. Ražošanas iekārtu uzturēšana	191
8.1.1. Praktiskie uzdevumi. Ražošanas iekārtu uzturēšana. Pareizās atbildes.....	193
8.2. Iekārtas vadība un remonts.....	194
8.2.1. Praktiskie uzdevumi. Iekārtas vadība un remonts.....	195
8.2.1. Praktiskie uzdevumi. Ierīces vadība un remonts. Pareizās atbildes	196
8.3. Prognozējošā procesa vadība CNC apstrādē	197
8.3.1. Praktiskais uzdevums Nr.1 Prognozējošā procesa vadība CNC apstrādē	198



8.3.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Prognozējošā procesa vadība CNC apstrādē	199
8.3. Praktiskie uzdevumi. Prognozējošā procesa vadība CNC apstrādē. Pareizās atbildes.	200
9. Ceturtās industriālās revolūcijas (Industrija 4.0) iespēju izmantošana metālapstrādē	201
9.1. Lietu internets	201
9.1.1. Lietu interneta sistēmas izveide.....	201
9.1.2. Drošības sistēma	202
9.1.3. Google Voice izmantošana, lai kontrolētu augsta sprieguma sistēmu	203
9.2. Mākoņ tehnoloģijas.....	204
9.2.1. Video novērošanas sistēma	204
9.2.2. Rūtera drošības iestatīšana, uguns mūris	205
9.2.3. Google Docs izmantošana	206
9.3. Kiberdrošība.....	207
9.3.1. Drošas skaitļošanas ierīces lietošanas teorija	207
9.3.2. Android rīki, lai parādītu, ko dara lietotnes tālrunī.....	208
9.3.3. Sava Linux dokumenta izveide mākonī	209
9.4. 3D druka	210
9.4.1. Cura 2D attēli – litogrāfijas.....	210
9.4.2. Rīks, lai palīdzētu rūpnīcā.....	211
9.4.3. Austiņu turētājs.....	212
9.4.4. 3D drukas teorija.....	213
9.5. Lielie dati	214
9.5.1. Attālā temperatūras sensora datu parādīšana pakalpojumā Google Data	214
9.5.2. Datu ievietošana datubāzē no attālā sensora	215
9.5.3. Gaismas sensora statistikas attēlošana.....	216
9.6. Robotika	217
9.6.1. Robota rokas programmēšana gravēšanai, 3D drukāšanai un krāsošanai.....	217
9.6.2. Robota rokas programmēšana, lai satvertu un novietotu objektus	218

Šis materiāls izstrādāts ES izglītības, mācību, jaunatnes un sporta programmas Erasmus+ projektā „**Metālapstrādes nozares darbinieku sagatavošana darbam ar viedām tehnoloģijām atbilstoši Industrijas 4.0 vajadzībām**“ (Industry 4.0 Challenge: Empowering Metalworkers for Smart Factories of the Future - 4CHANGE), aktivitātē KA2-Nozaru prasmju apvienības (Projekta Nr. 2015-1-LT01-KA202-013415).

Projekts ”Izaicinājums nozarei: Metālapstrādes nozares darbinieku sagatavošana darbam ar viedām tehnoloģijām” (Nr.575813-EPP-1-2016-1-LT-EPPKA2-SSA) tiek finansēts ar Eiropas Komisijas atbalstu. Eiropas Komisijas atbalsts šīs publikācijas sagatavošanai nav uzskatāms par satura apstiprinājumu, kas atspoguļo tikai autoru viedokļus, un Komisija nevar būt atbildīga par tajā ietvertās informācijas jebkādu izmantošanu.

Materiāls elektroniski pieejams projekta mājas lapā: <http://change4industry.eu/>

Projekta partneri

Nozaru asociācijas

- (1) Lietuvas Inženierzinātņu nozaru asociācija LINPRA (Lietuva)
- (2) Ziemeļvācijas Metālapstrādes un enerģētikas nozares nozares izglītības tīkls, NORDBILDUNG (Vācija)
- (3) Latvijas Mašīnbūves un metālapstrādes rūpniecības asociācija MASOC, (Latvija)
- (4) Igaunijas Mašīnbūves federācija (Igaunija)

Profesionālās izglītības iestādes un mācību centri

- (5) Viļņas Jeruzalemes darba tirgus mācību centrs (Lietuva)
- (6) Ziemeļu tehniskā akadēmija (Vācija)
- (7) Zemgales reģiona kompetenču attīstības centrs (Latvija)
- (8) Tallinas Lasnamē Mehānikas skola (Igaunija)

Valsts institūcijas

- (9) Kvalifikāciju un profesionālās izglītības attīstības centrs (Lietuva)
- (10) Valsts izglītības satura centrs (Latvija)

Privātie uzņēmumi

- (11) SIA “Baltec CNC Tehnoloģijas” (Lietuva)
- (12) SIA “Matemātiski tehniskās programmatūras izstrāde” (Vācija)

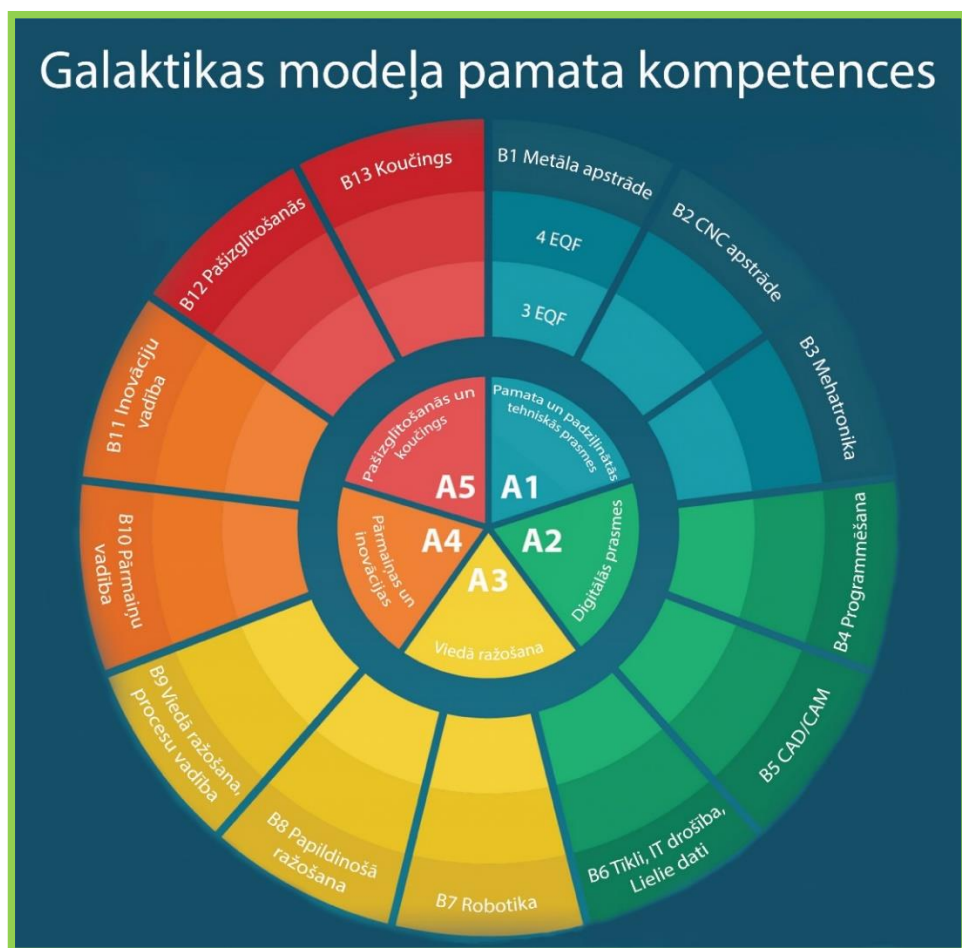


Ievads

Erasmus + projekta „Metālapstrādes nozares darbinieku sagatavošana darbam ar viedām tehnoloģijām atbilstoši Industrijas 4.0 vajadzībām” (4CHANGE) mērķis ir izstrādāt mācību programmu un mācību materiālus programvadības metālapstrādes darbā (CNC) speciālistu apmācībai, kas balstīti uz esošo un nākotnes prasmju pieprasījumu metālapstrādes nozarē, tādējādi veicinot vienotu augsti kvalificētu CNC speciālistu sagatavošanu projekta dalībvalstīs un mazinot nodarbināto prasmju neatbilstību darba tirgus vajadzībām.

Projekta īstenošana laikā tika veikta esošo nozares profesiju standartu salīdzināšana, jauna profesijas standarta un uz mācīšanās rezultātiem balstītas izglītības programmas izstrāde, tika izstrādāta interaktīva e- mācību platforma un mācību materiāli pedagogiem un audzēkņiem.

Metālapstrādes nozares darbiniekam nepieciešamās pamatkompetences tika apkopotas galaktikas modelī, kas sastāv no 5 pamatprasmēm: A1 pamata un padziļinātas tehniskās prasmes, A2 digitālās prasmes, A3 viedās ražošanas, A4 Pārmaiņas un inovācijas, A5 pašizglītošanās un koučings. Šīs pamatprasmes tiek apgūtas un pilnveidotas apgūstot 13 specializācijas jomas (moduļi B1 – B13).



Mācību materiāli sastāv no mācību grāmatas un darba burtnīcas. Darba burtnīcas saturs ir saistīts ar mācību grāmatu un tajā ir iekļauti uzdevumi, kas balstīti uz rūpniecisko praksi un praktisku risinājumu piemēriem. Darba burtnīcā iekļauti uzdevumi, kas saistīti ar konkrētu prasmju apguvi noteiktas tēmas ietvaros.

Šie uzdevumi ir paredzēti, lai tiktu apgūtas kompetences, kuras šodien pieprasa darba devēji.

Darba burtnīcā ir iekļauti šādi uzdevumi:



Piemēri jeb parauguzdevumi, kas parāda algoritmu / veidu, kā veikt nepieciešamās darbības vai aprēķinus, lai veiktu sekojošos uzdevumus.



Praktiski uzdevumi, kas paredzēti, lai apgūtu nepieciešamās prasmes vai izprastu procesus, kas sastopami mūsdienu rūpnīcās.



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



1. Tehniskie rasējumi

1.1 Izmēri un pielaiides



Tēma	1.1. Izmēri un pielaiides
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais ir ieguvis prasmes aprakstīt detaļas tehniskos parametrus.
Uzdevuma nosacījumi	Analizēt detaļas pamata parametrus: lineāros ģeometriskos izmērus un pielaiides, raksturot virsmas raupjuma prasības.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts.
Papildus norādes	Ja ir apgūtas teorētiskās zināšanas un ir izpratne par rasējumu lasīšanu, šo piemēru izglītojamie var veikt patstāvīgi vai kā mājas darbu.

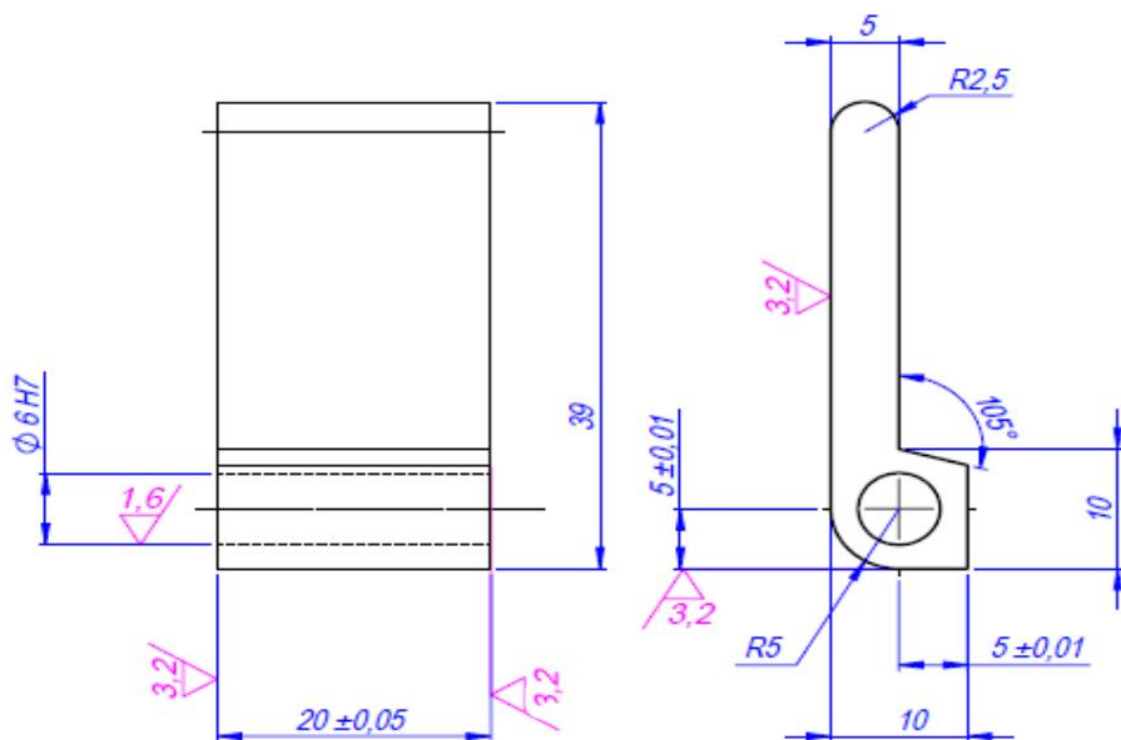
1.1.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Rasējuma analīze

Tehniskie parametri		
Izmēri	Pielaiides	Raupjums



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma





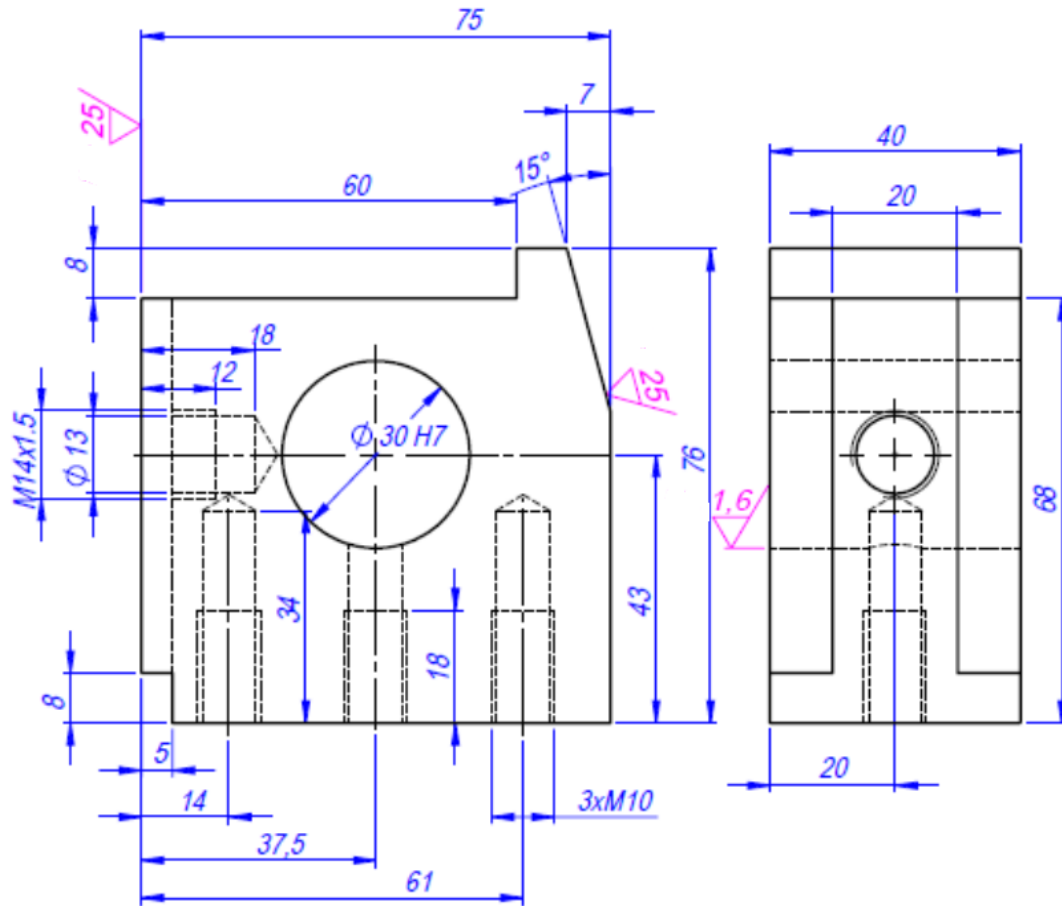
Not specified size limit tolerance: holes by H14, shafts according to h14; for rest surfaces in accordance with JS 14/2

12,5/ (✓)

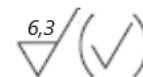
	Papildus informācija		Materiāls <i>2 C 45</i>		Mērogs <i>2:1</i>
	Direktors	Dokumenta veids <i>Detaļas rasējums</i>		Dokumenta statuss	
Iestāde <i>BCT</i>	Dokumentu sagatavoja: <i>Justas Ciganas</i>	Nosaukums <i>Svira</i>	<i>BCT-000.001</i>		
	Dokumentu pārbaudīja: <i>Edvinas Dubinskas</i>		Datums <i>2019-01-21</i>	A4	Lapa <i>1/1</i>

1.1.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Rasējuma analīze

Tehniskie parametri		
Izmēri	Pielāides	Raupjums



Not specified size limit tolerance: holes by H14, shafts according to h14; for rest surfaces in accordance with JS 14/2



		Papildus informācija	Materiāls <i>Al Mg Si 0,5 61</i>	Mērogs <i>1:1</i>
	Direktors	Dokumenta veids <i>Detālas rasējums</i>	Dokumenta status	
Iestāde <i>BCT</i>	Dokumentu sagatavoja: <i>Justas Ciganas</i>	Nosaukums <i>Turētājs</i>	<i>BCT-000.001</i>	
	Dokumentu pārbaudīja: <i>Edvinas Dubinskas</i>		Datums <i>2019-01-21</i>	Lapa <i>A4 1/1</i>



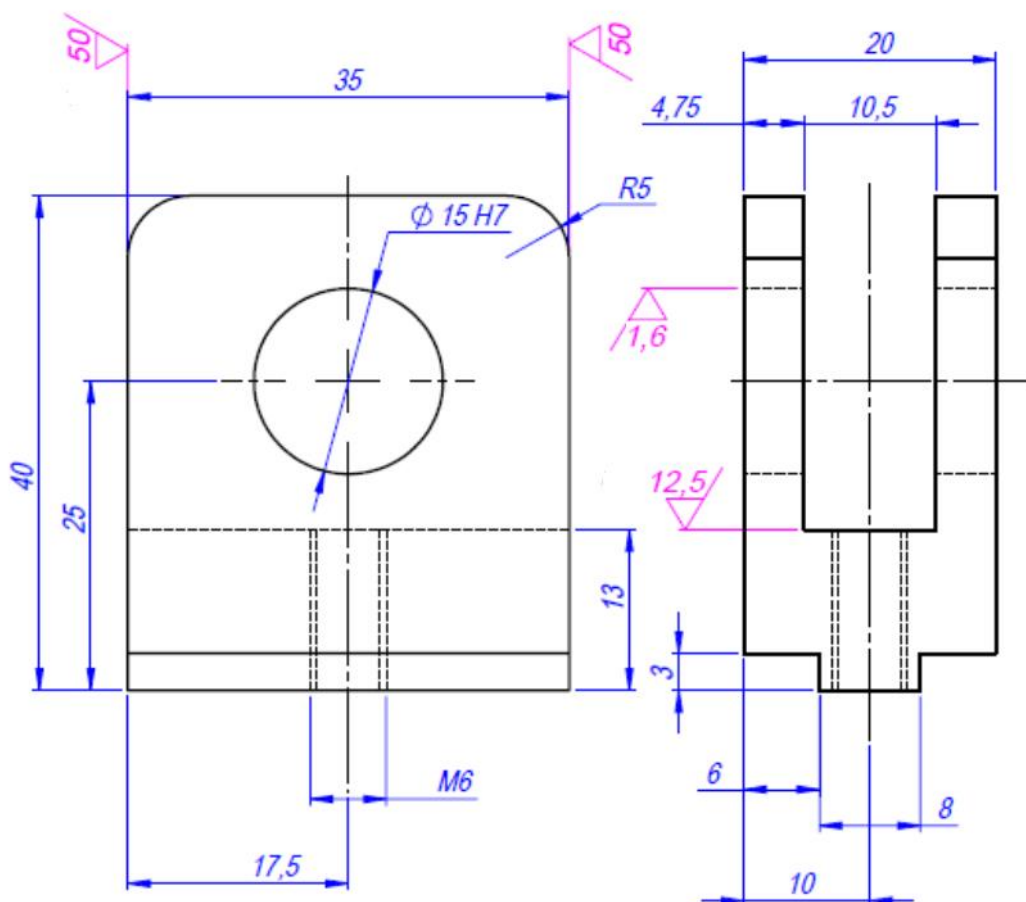
Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



1.1.3. Praktiskais uzdevums Nr.3. Rasējuma analīze

Tehniskie parametri		
Izmēri	Pielāides	Raupjums

Rasējums Nr.3.



Not specified size limit tolerance: holes by H14, shafts according to h14; for rest surfaces in accordance with JS 14/2

3,2/ (✓)

		Papildus informācija	Materiāls <i>S235JRC+C</i>	Mērogs <i>2:1</i>
	Direktors	Dokumenta veids <i>Detaļas rasējums</i>	Dokumenta status	
Iestāde <i>BCT</i>	Dokumentu sagatavoja: <i>Justas Ciganas</i>	Nosaukums <i>Turētājs</i>	<i>BCT-000.001</i>	
	Dokumentu pārbaudīja: <i>Edvinas Dubinskas</i>		Datums <i>2019-01-21</i>	A4 Lapa <i>1/1</i>



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



1.2. Virsmas kvalitāte



Tēma	1.2. Virsmas kvalitāte
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3.līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais ir apguvis prasmes aprakstīt nepieciešamo tehnoloģiju detaļas apstrādei.
Uzdevuma nosacījumi	Izvēlēties pareizo aprakstu un apstrādes tehnoloģiju, lai nodrošinātu nepieciešamo virsmas kvalitāti.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts.
Papildus norādes	Ja ir apgūtas teorētiskās zināšanas un ir izpratne par rasējumu lasīšanu, šo piemēru izglītojamie var veikt patstāvīgi vai kā mājas darbu.

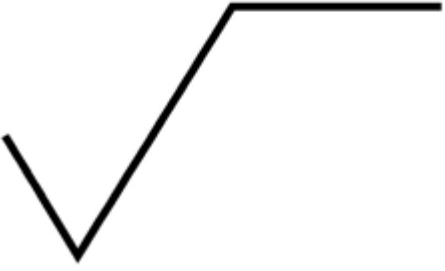
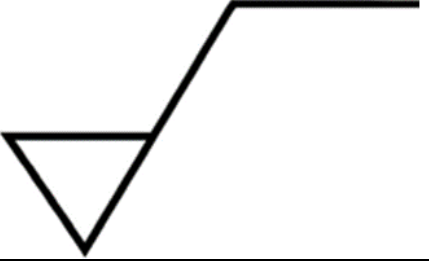
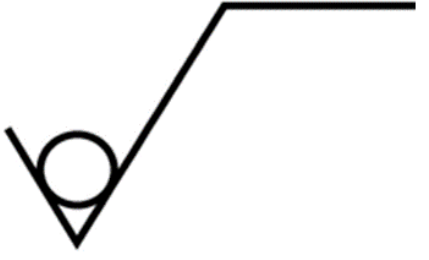


Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



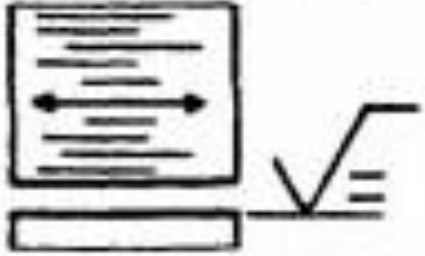
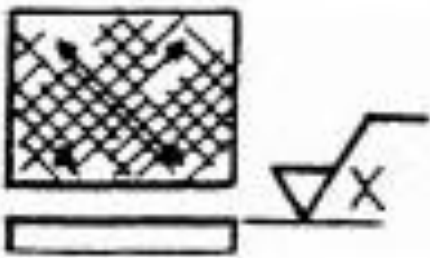
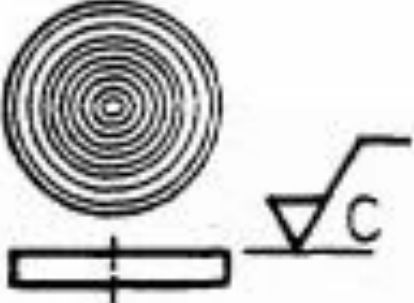
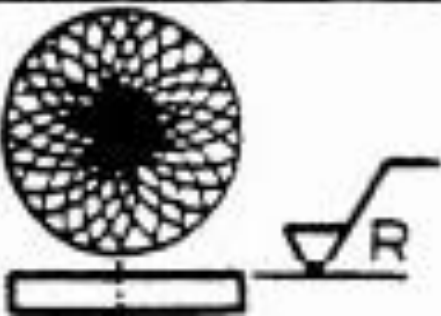
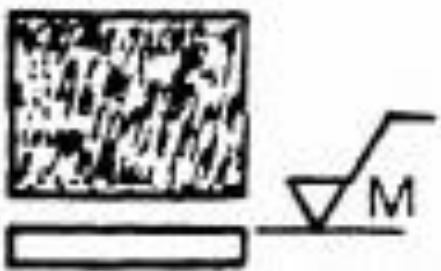
1.2.1. Praktiskais uzdevums Nr.1 par virsmas kvalitāti

Paskaidrojumi par virsmas kvalitātes prasībām. Savietojiet simbolu ar atbilstošu paskaidrojumu un tehnoloģiju

Virsmas raupjuma parametri		
Virsmas raupjuma simbols	Paskaidrojumi	Tehnoloģija
	Mehāniskā apstrāde nav atļauta	Velmēšana
	Mehāniskās apstrādes veids nav noteikts	Liešana
	Ir nepieciešama mehāniska apstrāde	Urbšana / frēzēšana / virpošana

1.2.2. Praktiskais uzdevums Nr.2 par virsmas kvalitāti

Paskaidrojumi par virsmas kvalitātes prasībām. Savietojiet simbolu ar atbilstošu paskaidrojumu un tehnoloģiju

Virsmas raupjuma parametri		
Simboli	Paskaidrojumi	Tehnoloģija
	Mehāniskās apstrādes pēdas ar koncentriskiem gredzeniem	Jebkura veida apstrāde
	Apstrādes veids nav aprakstīts	Slīpēšana
	Nepieciešama mehāniska apstrāde ar apstrādes pēdām aptuveni radiāli attiecībā pret centru	Urbšana / frēzēšana / virpošana
	Nepieciešama mehāniska apstrāde ar daudzvirzienu tipa apstrādes pēdām	Velmēšana
	Ir nepieciešama mehāniskā apstrāde ar leņķveidīgām apstrādes pēdām abos virzienos pret virsmu	Urbšana / frēzēšana / virpošana



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma





1.2.3. Praktiskais uzdevums Nr.3 par virsmas kvalitāti

Paskaidrojumi par virsmas kvalitātes prasībām. Savietojiet simbolu ar atbilstošu paskaidrojumu un tehnoloģiju

Virsmas raupjuma parametri		
Virsmas raupjuma parametru simboli	Paskaidrojumi	Tehnoloģija
	Maksimālais viļņainības augstums	Jebkura veida apstrāde
	Maksimālais un minimālais raupjums	Slīpēšana
	Ir nepieciešama mehāniskā apstrāde ar izvēlētu pielaidi	Frēzēšana / virpošana / slīpēšana
	Ir nepieciešama raupjuma vidējā vērtība	Velmēšana
	Raupjuma paraugu garums vai nogriešanas vērtējums	Urbšana / frēzēšana / virpošana



1.3. Griešanas procesos izmantotie materiāli



Tēma Kompetenču joma	1.3. Griešanas procesos izmantotie materiāli Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3.līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais ieguvis prasmes aprakstīt materiālus metālapstrādē.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajam jāizvēlas pareizais materiālu apraksts apstrādes procesam.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai arī nav izpildīts.
Papildus norādes	Ja ir apgūtas teorētiskās zināšanas un ir arī izpratne par materiālu aprakstīšanu, šo uzdevumu var uzdot kā patstāvīgu mājasdarbu vai tālmācības uzdevumu.



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma





1.3.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Materiālu noteikšana

Savietojiet pareizos skaidrojumus ar aprakstīto materiālu.

Materiāla apraksts		
Materiāls	ISO kods apstrādes īpašībām	ISO apstrādes grupas krāsa
S235	K	Dzeltens
EN-GJL-200	P	Gaiši zaļš
X5CrNi18-10	N	Sarkans
AlSi6	M	Zils



1.3.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Materiālu noteikšana

Savietojiet pareizos skaidrojumus ar aprakstīto materiālu.

Materiāla apraksts		
Materiāls	Grupas apraksts	ISO apstrādes grupas krāsa
S235	Alumīnijs	K
EN-GJL-200	Nerūsējošais tērauds	P
X5CrNi18-10	Čuguns	N
AlSi6	Tērauds	M



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



2. Griezējinstrumenti

2.1. Griezējinstrumentu klasifikācija



Tēma	2.1. Griezējinstrumentu klasifikācija
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 4.līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais ir apguvis prasmes aprakstīt detaļas apstrādei nepieciešamos instrumentus.
Uzdevuma nosacījumi	Izvēlēties griezējinstrumentus un palīginstrumentus atbilstoši izvēlētajam rasējumam.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts.
Papildus norādes	Ja ir apgūtas teorētiskās zināšanas un ir arī izpratne par griezējinstrumentiem un palīginstrumentiem, šo uzdevumu var veikt patstāvīgi kā mājasdarbu vai tālmācības uzdevumu. Šis materiāls ir nepieciešams kā izglītojamā rokasgrāmatas sastāvdaļa praktiskajam darbam.





2.1.1. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Griezējinstrumentu analīze

Aprakstiet instrumenta izmantošanas jomu

Griezējinstrumenti	
Instrumenti	Instrumenta izmantošanas mērķis
	
	
	
	
	



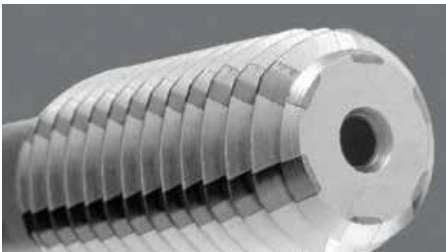
Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma





2.1.2. Praktiskais uzdevums Nr. 2. Griezējinstrumentu analīze

Aprakstiet instrumenta izmantošanas jomu

Griezējinstrumenti	
Instruments	Instrumenta izmantošanas mērķis
	
	
	
	
	
	



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



2.1.3. Praktiskais uzdevums Nr. 3. Griezējinstrumentu analīze

Aprakstiet instrumenta izmantošanas jomu

Griezējinstrumenti	
Instrumenti	Nosaukums un izmantošanas mērķis
	
	
	
	
	

2.2. Instrumentu turētāji (palīginstrumenti)



Tēma	Palīginstrumenti
Kompetenču joma	Modulis B1 Metāla mehāniskā apstrāde
Kompetenču līmenis	EKI 3.līmenis
Mācību rezultāti	Izglītojamais ir ieguvis prasmi aprakstīt palīginstrumentu atbilstoši metāla mehāniskai apstrādei.
Paskaidrojums uzdevuma izpildei	Izglītojamajam ir jāizvēlas pareizie palīginstrumenti apstrādes procesam.
Novērtēšana	Uzdevums tiek izpildīts vai netiek izpildīts.
Piezīmes	✓ Ja ir apgūtas teorētiskās zināšanas un ir zināšanas par palīginstrumentu aprakstīšanu, šo piemēru var izdarīt patstāvīgi kā mājasdarbu vai tālmācības uzdevumu. ✓ Šis materiāls ir nepieciešams kā izglītojamā rokasgrāmatas sastāvdaļa, lai veiktu praktisko darbu. Tā ir speciālista spēja noskaidrot faktisko optimālo un vēlamo apstrādes režīmu.





2.2.1. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Palīginstrumenta izvēle

Izvēlieties pareizo palīginstrumentu attiecīgajam griezējinstrumentam.

Instrumenta un palīginstrumenta apraksts	
Instrumenti	Palīginstrumenti
Urbis	Cilindriskais turētājs ar sānu skrūvju stiprinājumu (Weldon)
Plaknes frēze	Satvērēja turētājs
Gala frēze	Cilindriskais turētājs ar sānu skrūvju stiprinājumu (Weldon)
Vītņgriešanas grieznis	Trīs spīļu turētājs
Rīvurbis	Hidrauliskais turētājs



2.2.2. Praktiskais uzdevums Nr. 2. Palīginstrumenta izvēle

Izvēlieties pareizo palīginstrumentu attiecīgajam griezējinstrumentam.

Instrumenta un palīginstrumenta apraksts	
Instrumenti	Palīginstrumenti
Centra urbis	Cilindriskais turētājs ar sānu skrūvju stiprinājumu (Weldon)
Noslīpinājuma frēze	Satvērēja turētājs
Lodveida gala frēze	Cilindriskais turētājs ar sānu skrūvju stiprinājumu (Weldon)
Koka frēze	Trīs spīļu turētājs
Cilindriskais gremdurbis	Hidrauliskais turētājs



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



2.3. Instrumenta izvēle izmēra iegūšanai



Tēma	2.3. Instrumenta izvēle izmēra iegūšanai
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 4.līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais prot raksturot detaļas tehniskos parametrus.
Uzdevuma nosacījumi	Izvēlēties griezējinstrumentus un palģinstruments atbilstoši izvēlētajam rasējumam.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts.
Papildus norādes	Ja ir apgūtas teorētiskās zināšanas un ir arī izpratne par griezējinstrumentiem un stiprinājuma ierīcēm, šo uzdevumu var veikt patstāvīgi kā mājasdarbu vai tālmācības uzdevumu. Šis materiāls ir nepieciešams kā izglītojamā rokasgrāmatas sastāvdaļa praktiskajam darbam.

2.3.1. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Griezējinstrumentu analīze

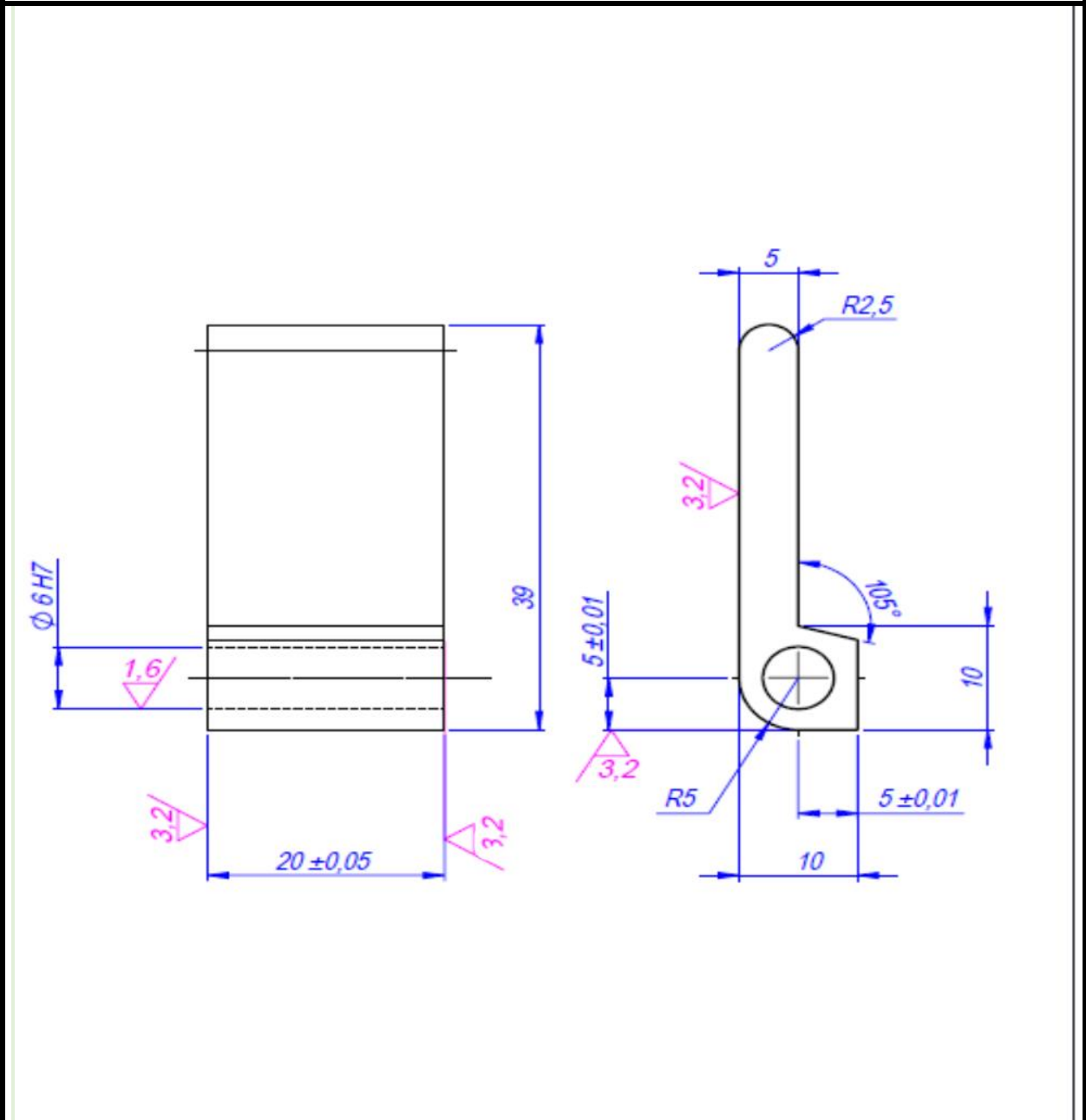
Griezējinstrumenti un palģinstruments		
Izmēri	Instrumenti	Palģinstruments



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



Rasējums Nr. 1



Not specified size limit tolerance: holes by H14, shafts according to h14; for rest surfaces in accordance with JS 14/2

	Papildus informācija		Materiāls <i>2 C 45</i>		Mērogs <i>2:1</i>
	Direktors	Dokumenta veids <i>Detalās rasējums</i>		Dokumenta status	
Iestāde <i>BCT</i>	Dokumentu sagatavoja: <i>Justas Čiganas</i>	Nosaukums <i>Svira</i>	<i>BCT-000.001</i>		
	Dokumentu pārbaudīja: <i>Edvīnas Dubinskas</i>			Datums <i>2019-01-21</i>	<i>A4</i>

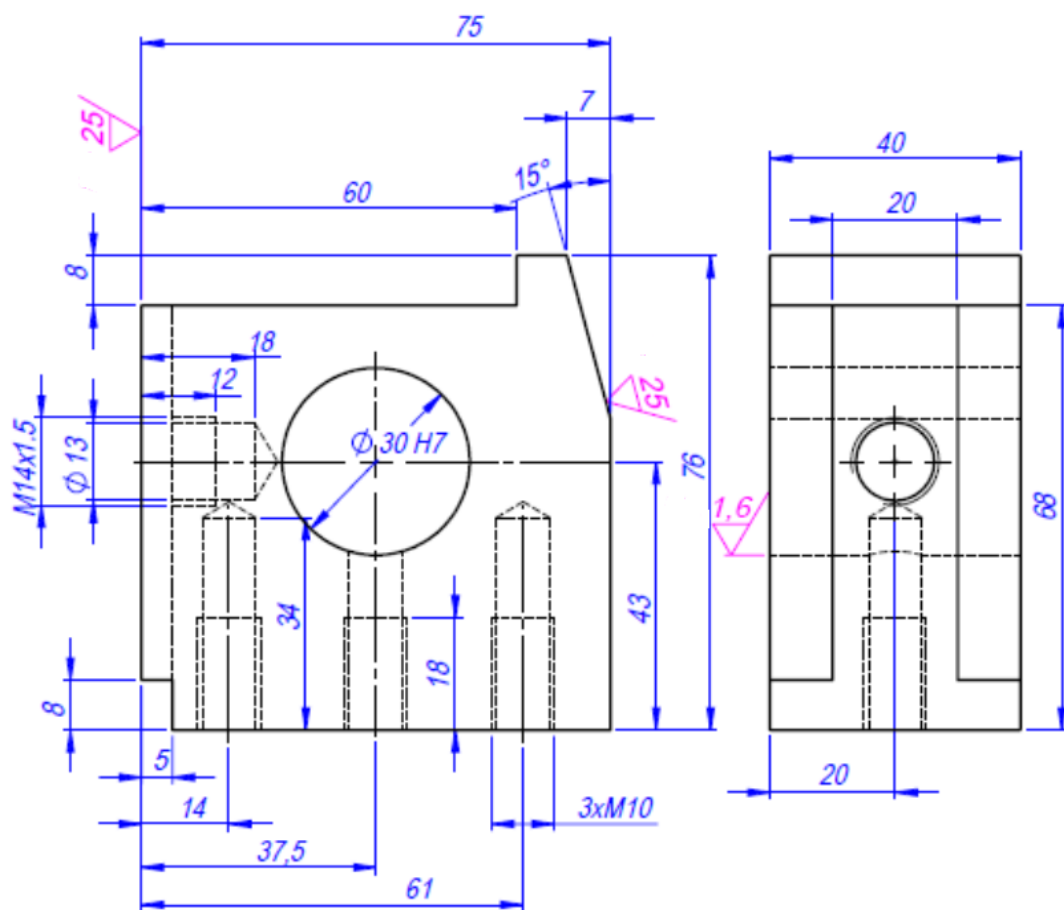




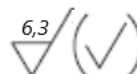
2.3.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Griezējinstrumentu analīze

Griezējinstrumenti un palģinstrumenti		
Izmēri	Instruments	Palģinstrumenti





Not specified size limit tolerance: holes by H14, shafts according to h14; for rest surfaces in accordance with JS 14/2



		Papildus informācija	Materiāls <i>Al Mg Si 0,5 61</i>	Mērogs <i>1:1</i>
	Direktors	Dokumenta veids <i>Detaļas rasējums</i>		Dokumenta statuss
Iestāde <i>BCT</i>	Dokumentu sagatavoja: <i>Justas Ciganas</i> Dokumentu pārbaudīja: <i>Edvinas Dubinskas</i>	Nosaukums <i>Turētājs</i>	<i>BCT-000.001</i>	Datums <i>2019-01-21</i> A4 Lapa <i>1/1</i>



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma

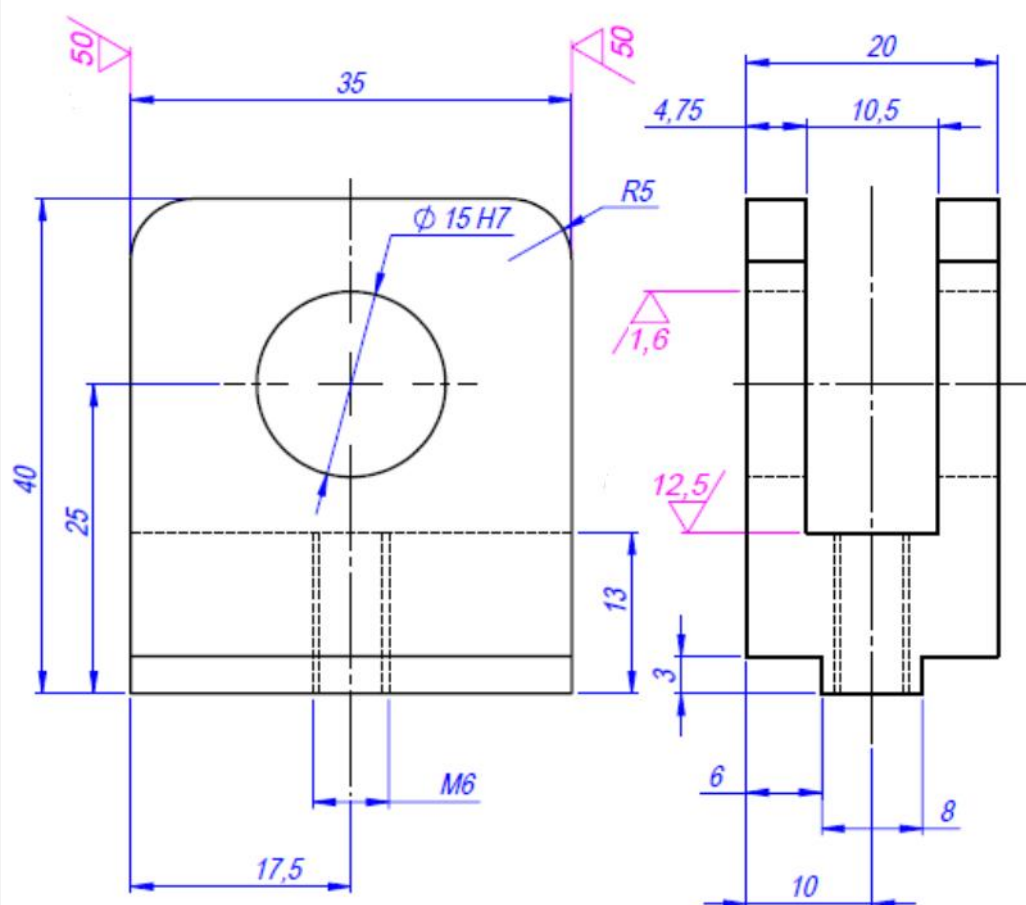




2.3.3. Praktiskais uzdevums Nr.3. Griezējinstrumentu analīze

Griezējinstrumenti un palģinstrumenti		
Izmēri	Instruments	Palģinstrumenti





Not specified size limit tolerance: holes by H14, shafts according to h14; for rest surfaces in accordance with JS 14/2

3,2/ (✓)

		Papildus informācija	Materiāls S235JRC+C	Mērogs 2:1
	Direktors	Dokumenta veids Detāļas rasējums	Dokumenta status	
Iestāde BCT	Dokumenta sagatavoja: Justas Ciganas Dokumenta pārbaudīja: Edvinas Dubinskas	Nosaukums Turētājs	BCT-000.001	
			Datums 2019-01-21	A4 Lapa 1/1



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



3. Griešanas iekārtas

3.1. Frēzmašīnas uzbūve un īpašības



Tēma	3.1. Frēzmašīnas uzbūve un īpašības
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3.līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais ir apguvis prasmes raksturot metālapstrādes iekārtas.
Uzdevuma nosacījumi	Izvēlieties iekārtu atbilstoši aprakstītajam apstrādes procesam.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts, vai nav izpildīts.
Papildus norādes	Ja ir apgūtas teorētiskās zināšanas un ir arī izpratne par metālapstrādes iekārtām, šo uzdevumu var veikt patstāvīgi kā mājasdarbu vai tālmācības uzdevumu. Šis materiāls ir nepieciensams kā izglītojamā rokasgrāmatas sastāvdaļa praktiskajam darbam.





3.1.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Iekārtu izvēle

Izvēlieties iekārtu atbilstoši norādītajam darba procesam.

Procesu un iekārtu apraksts	
Procesi	
Atloka virpošana	Sānu frēzēšana
Virpošana	Urbšana
Iekārta	
	
	

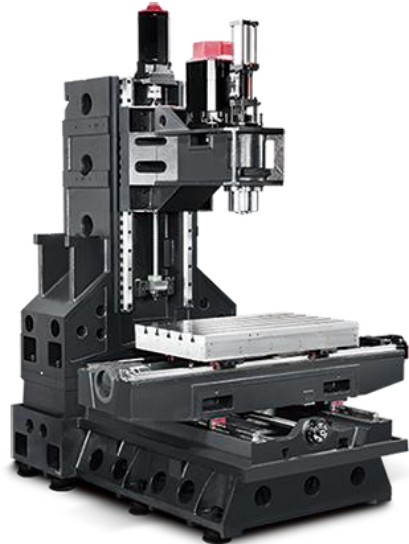


Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



3.1.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Iekārtu izvēle

Izvēlieties iekārtu atbilstoši norādītajam darba procesam.

Procesu un iekārtu apraksts	
Procesi	
Liela izmēra detaļu apstrāde	Urbšana detaļas sānā
Urbumu grupas izvirpošana	Dažādu virsmu apstrāde
Iekārtas	
	
	



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



3.2. Virpošanas mašīnas uzbūve un īpašības

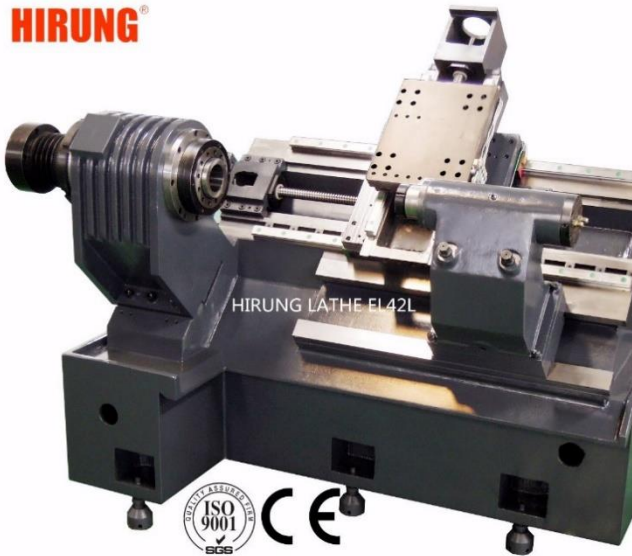
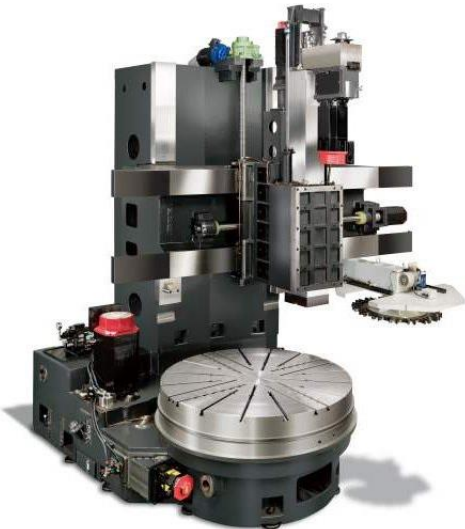
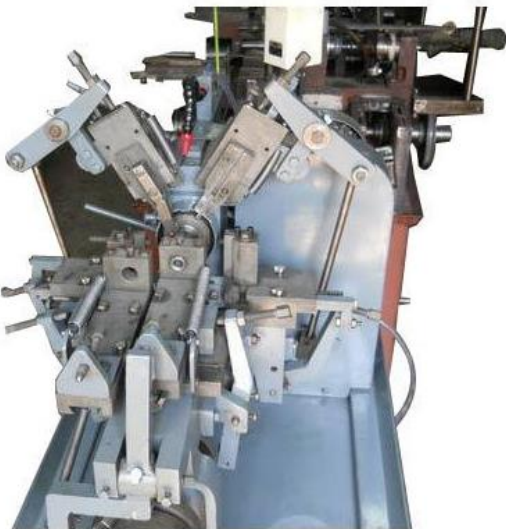


Tēma Kompetenču joma	3.2. Virpošanas mašīnas uzbūve un īpašības Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3.līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais ir apguvis prasmes raksturot metālapstrādes iekārtas.
Uzdevuma nosacījumi	Izvēlieties iekārtu atbilstoši aprakstītajam apstrādes procesam.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts, vai nav izpildīts.
Papildus norādes	Ja ir apgūtas teorētiskās zināšanas un ir arī izpratne par metālapstrādes iekārtām, šo uzdevumu var veikt patstāvīgi kā mājasdarbu vai tālmācības uzdevumu. Šis materiāls ir nepieciešams kā izglītojamā rokasgrāmatas sastāvdaļa praktiskajam darbam.



3.2.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Iekārtu izvēle

Izvēlieties iekārtu atbilstoši norādītajam darba procesam.

Procesu un iekārtu apraksts	
Procesi	
Atloka virpošana	Vārpstu virpošana
Lielu gredzenu virpošana	Automātiska apstrāde
Iekārtas	
 HIRUNG LATHE FL 42L	
	



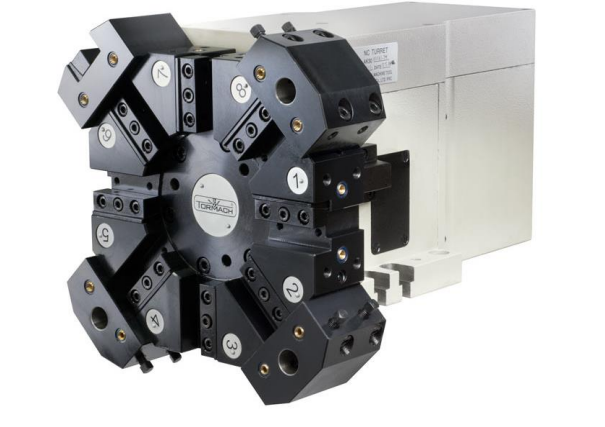
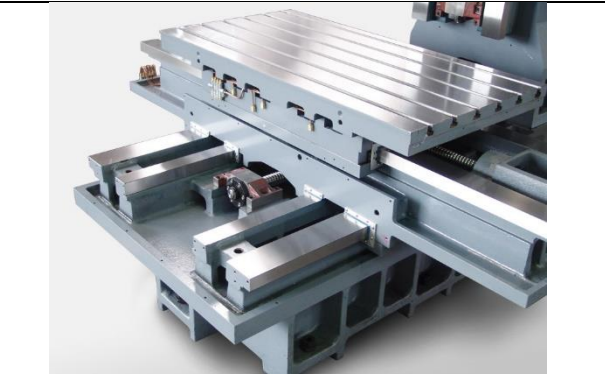
Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma





3.2.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Iekārtu izvēle

Izvēlieties iekārtu atbilstoši norādītajam darba procesam.

Procesu un iekārtu apraksts	
Procesi	
Automātiskā virpošana	Garas vārpstas virpošana
Frēzmašīnas montāža	Universālā virpošana
Virpas montāža	
Iekārtu daļas	
	
	
	



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



4. Detaļas nostiprināšanas aprīkojums (palīgierīces)

4.1. Detaļas nostiprināšanas ierīces frēzēšanai un virpošanai



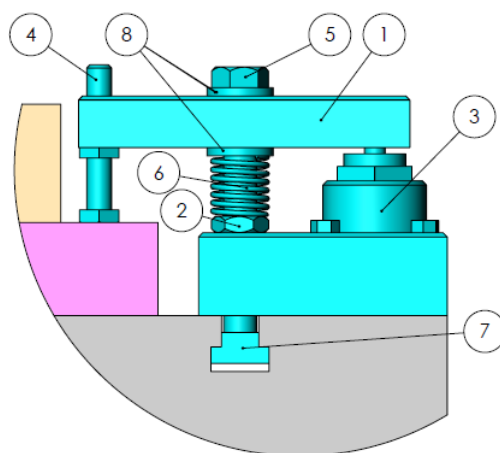
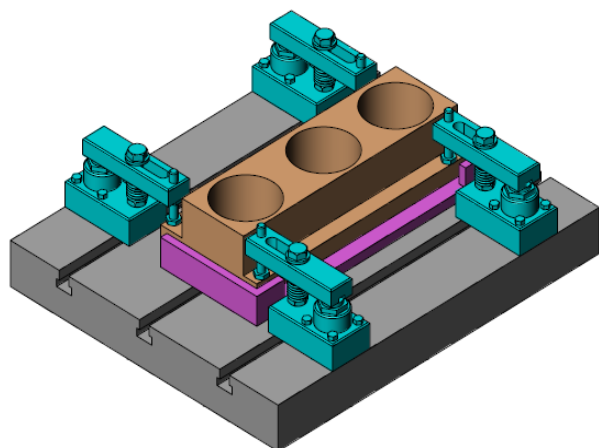
Tēma	4.1. Detaļas nostiprināšanas ierīces frēzēšanai un virpošanai
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais prot: 1. izveidot darba secības tehnoloģisko karti, norādot apstrādes secību, izvēlētos instrumentus un apstrādes režīmus, 2. izvēlēties nepieciešamos sagataves nostiprinājumus
Uzdevuma nosacījumi	✓ Kad ir saņemts rasējums, pēc kura ir jāizgatavo detaļa, vispirms ir jāizveido darba secības tehnoloģiskā karte. Tajā ir jānorāda apstrādes secība, izvēlētie instrumenti un to darba režīmi, kā arī detaļas nostiprināšanai nepieciešamās palīgierīces. Konkrētais uzdevums ir tehnoloģiskās kartes sastādīšana visiem detaļas izgatavošanas darba uzdevumiem. ✓ Izglītojamajam ir jāizvēlas konkrētas detaļas izgatavošanai nepieciešamais nostiprināšanas aprīkojuma variants un tabulā jāaizpilda nepieciešamo stiprinājumu elementu skaits priekš konkrētās detaļas izgatavošanas.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts.
Papildus norādes	✓ Izvēloties apstrādes procesu un detaļas nostiprināšanas aprīkojumu, jāņem vērā konkrētajā metālapstrādes mācību cehā esošais aprīkojums, CNC mašīnas uzbūves īpatnības un tās vadības sistēma. ✓ Sarežģītu detaļu izgatavošanai detaļas nostiprināšanas aprīkojums var būt miksts no vairākiem variantiem, tāpat pastāv variants, kad vienas detaļas dažādu plakņu



apstrādei darbu secības tehnoloģiskajā kartē tiek apvienoti vairāki atsevišķi plakņu apstrādes procesi un darba cikli.



4.1.1. Pirmais nostiprinājuma variants. Hidrauliskās kolonas piespiedēji



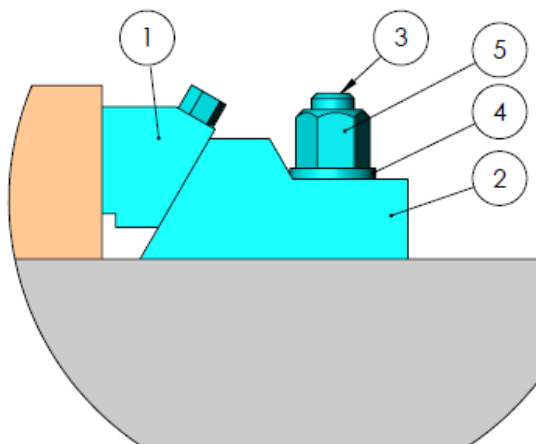
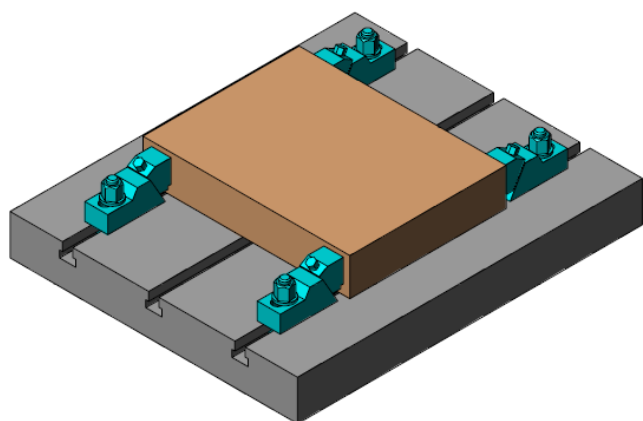
Detaļas nosaukums:		Rasējuma Nr.:
Detaļas izmērs:		Materiāls:
Nr.p.k.	Fiksācijas elementi	Skaitis
1.	Piespiedējlāksne	
2.	Uzgrieznis	
3.	Hidrauliskā kolona	
4.	Atbalstskrūve ar fiksācijas uzgriezni	
5.	Skrūve	
6.	Atspere	
7.	Ligzdas uzgrieznis	
8.	Paplāksne	
9.		
10.		



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



4.1.2. Otrais nostiprinājuma variants. Savilcēji ar slīpo plakni



Detaļas nosaukums:		Rasējuma Nr.:
Detaļas izmērs:		Materiāls:
Nr.p.k.	Fiksācijas elementi	Skaits
1.	Fiksators ar slīpo plakni	
2.	Fiksatora korpuss	
3.	Skrūve ar ligzdas galvu	
4.	Paplāksne	
5.	Uzgrieznis	
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

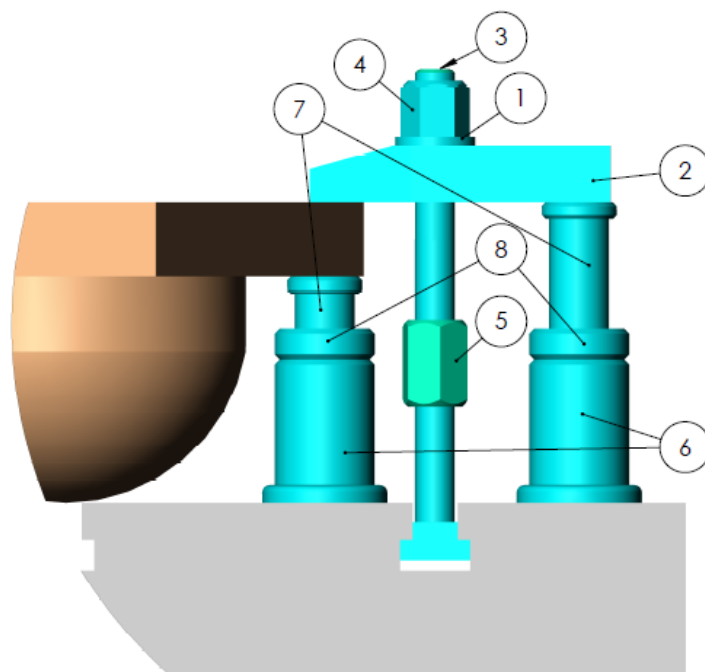


Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma





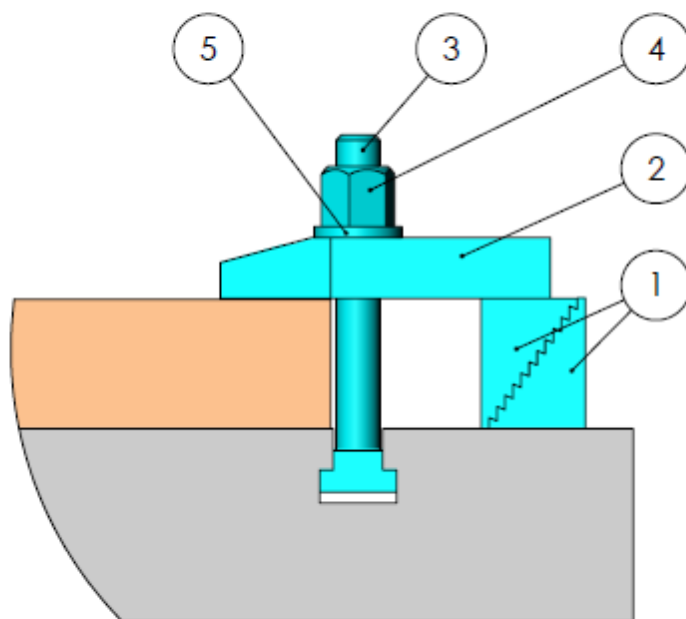
4.1.3. Trešais nostiprinājuma variants. Piespiedēji ar vītnes atbalstkolonām



Detaļas nosaukums:		Rasējuma Nr.:
Detaļas izmērs:		Materiāls:
Nr.p.k.	Fiksācijas elementi	Skaits
1.	Paplāksne	
2.	Piespiedējpaplāksne	
3.	Pagarinātā tapskrūve	
4.	Uzgrieznis	
5.	Pagarinātais savienošanas uzgrieznis	
6.	Atbalstkolonas pamatne	
7.	Atbalstkolonas vītnes tornis	
8.	Augstuma regulēšanas uzgrieznis	
9.		
10.		

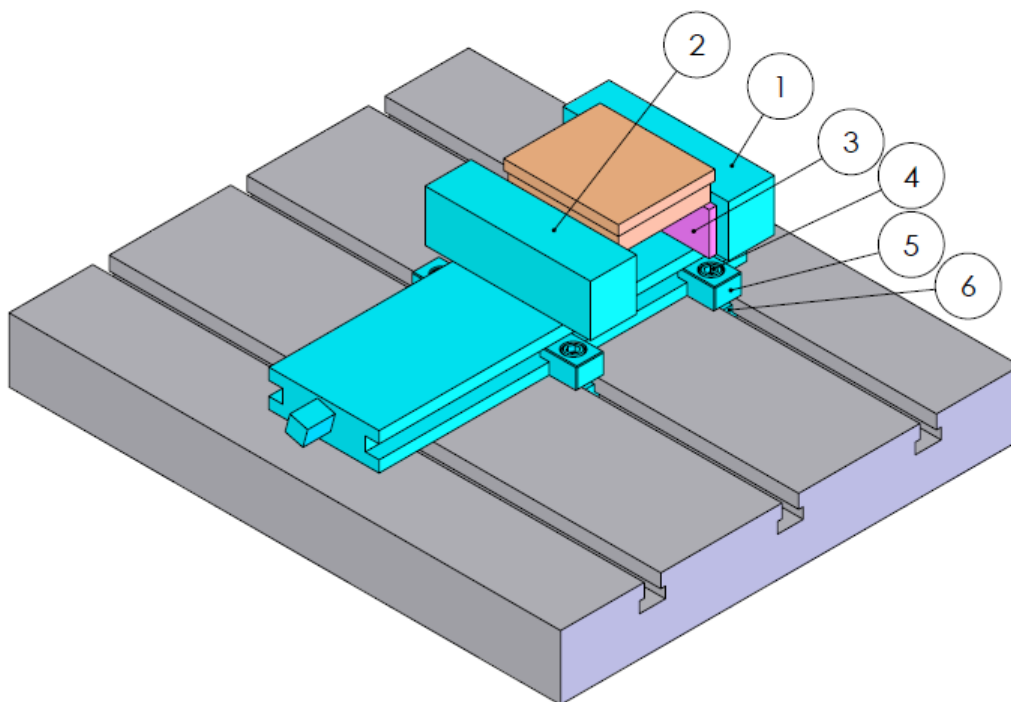


4.1.4. Ceturtais nostiprinājuma variants. Piespiedējs



Detaļas nosaukums:		Rasējuma Nr.:
Detaļas izmērs:		Materiāls:
Nr.p.k.	Fiksācijas elementi	Skaits
1.	Pakāpjveida paliktnis	
2.	Piespiedējlāksne	
3.	Skrūve ar ligzdas galvu	
4.	Uzgrieznis	
5.	Paplāksne	
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

4.1.5. Piektais nostiprinājuma variants. Skrūvspīles



Detaļas nosaukums:		Rasējuma Nr.:
Detaļas izmērs:		Materiāls:
Nr.p.k.	Fiksācijas elementi	Skaitis
1.	Skrūvspīļu pamatne	
2.	Kustīgais piespiedējs	
3.	Kalibrēti paliktņi	
4.	Skrūve	
5.	Skrūvspīļu piespiedējs	
6.	Rievas uzgrieznis	
7.		
8.		
9.		
10.		

4.2. Detaļas ievietošanas un nostiprināšanas principi

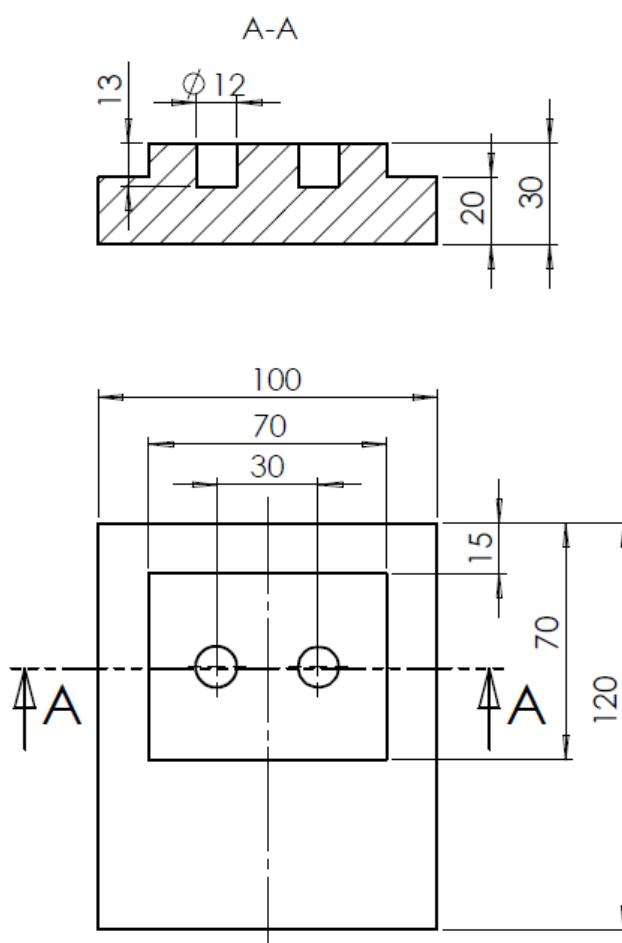


Tēma	4.2. Detaļas ievietošanas un nostiprināšanas principi
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais: 1. ir guvis izpratni par specializētā sagataves nostiprināšanas aprīkojuma pielietojumu; 2. spēj strādāt komandā pie vienas detaļas apstrādes tehnoloģijas; 3. spēj patstāvīgi veidot vienas detaļas dažādu plakņu apstrādes programmas; 4. prot pielietot dažādus detaļas izgatavošanas, ievietošanas un nostiprināšanas principus.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamie, strādājot grupās pa 2 vai 3, pasniedzēja vadībā iepazīstas ar detaļas ievietošanas, nostiprināšanas un izgatavošanas principiem detaļai, kurai ir vairākas apstrādes virsmas, un atbilstoši arī vairākas atsevišķas, individuālas plaknes apstrādes programmas.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts.
Papildus norādes	✓ Šādu uzdevumu izglītojamie var apgūt pašmācības ceļā, ja viņi pirms tam ir apguvuši nepieciešamās teorētiskās zināšanas, bet process būs daudz pilnvērtīgāks un tā izpratne efektīvāka, ja šo mācību praktisko uzdevumu vadīs pasniedzējs, vai rūpnīcas ražošanas meistars, kurš prot strādāt ar konkrēti šim izglītojamajam pieejamo CNC mašīnu. ✓ Šis ir tikai viens no variantiem kā izgatavot konkrētajā rasējumā parādīto detaļu. Tāpēc šis uzdevums obligāti nav jā saglabā kā paraugs turpmāko operatora praktisko darbu veikšanai. ✓ Lai gūtu izpratni par šajā uzdevumā izskaidrotajiem praktiskās ražošanas procesiem, izglītojamajam jau ir jāprot CNC programmēšanas pamati.

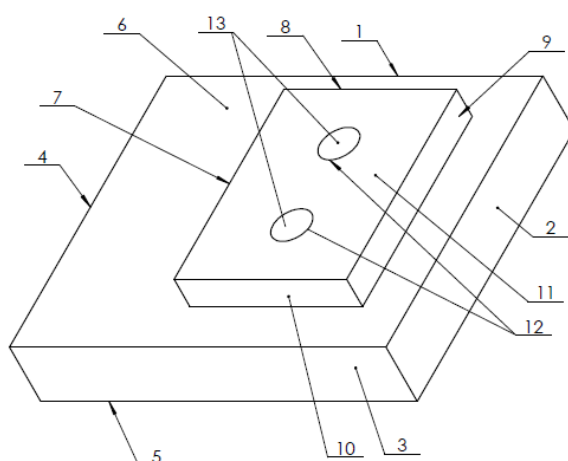


4.2.1. Piemērs. Detaļas ievietošanas, nostiprināšanas un izgatavošanas principi

Detaļas rasējums

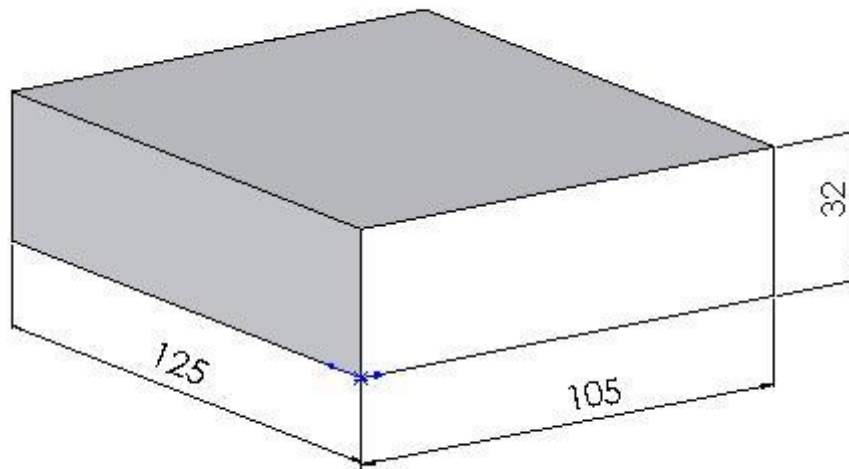


Detaļas virsmu numuri



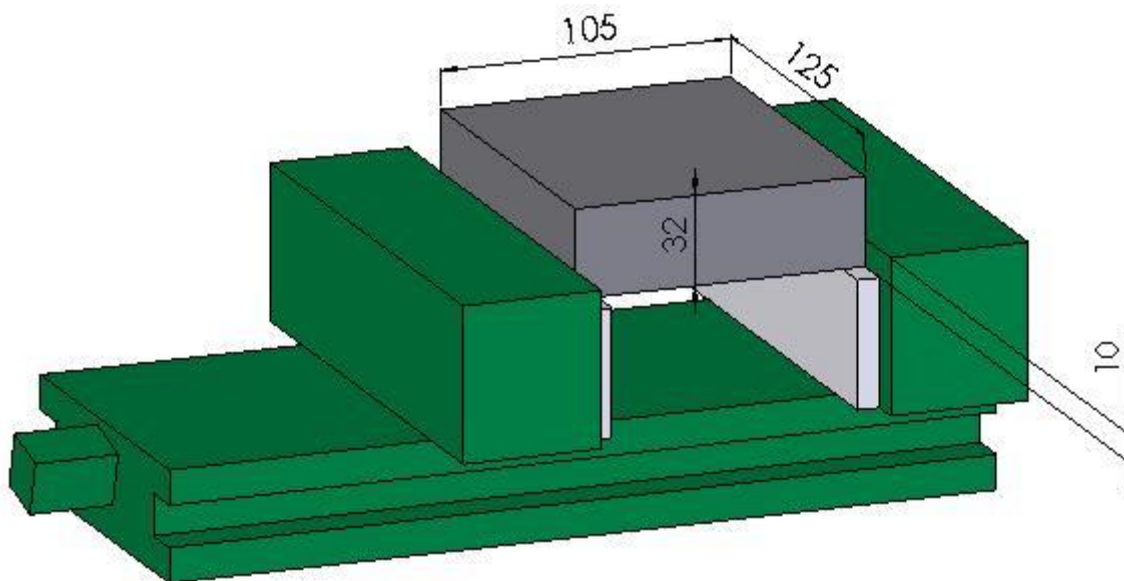
Detaļas izgatavošanas process

1.solis: Izvēlas sagatavi (skatīt 1.att.).



1.att. Detaļas sagatave

2.solis: Sagatavi ieliek skrūvspīlēs ar 5.virsmu uz augšu (skatīt 2.att.). Izmantojot speciālas plāksnītes, sagatavi ieliek tā, lai ārpus skrūvspīlēm esošā sagataves daļa ir 24 mm, bet iespiestā – 10 mm. Plāksnītes ir nepieciešamas, lai iegūtu detaļas paralelītāti un precīzu izmēru attiecībā pret skrūvspīlēm.



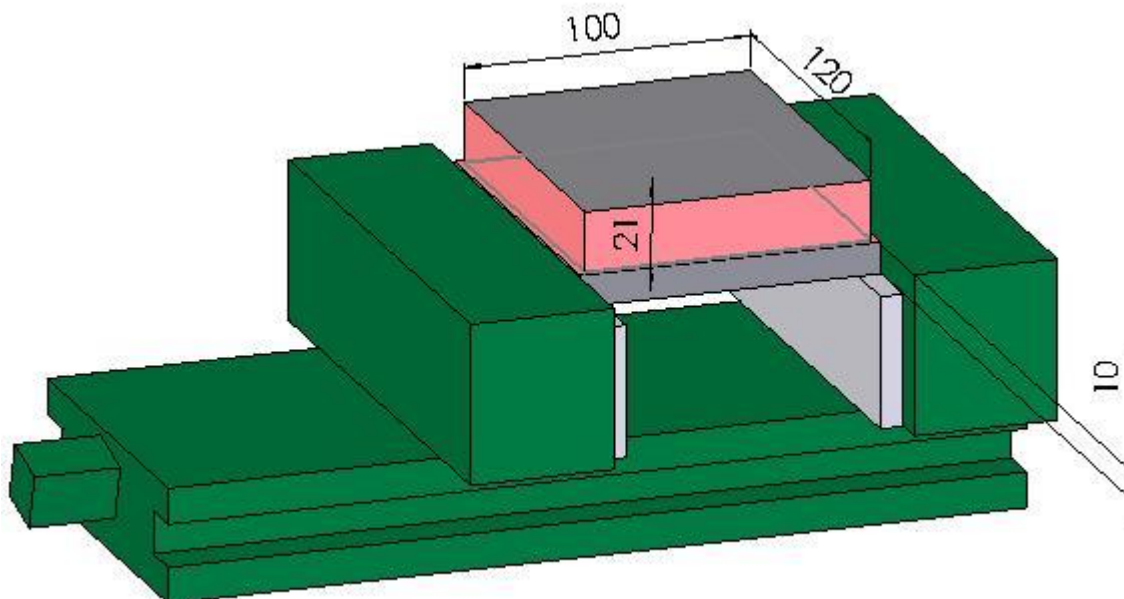
2.att. Skrūvspīlēs ievietota sagatave



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma

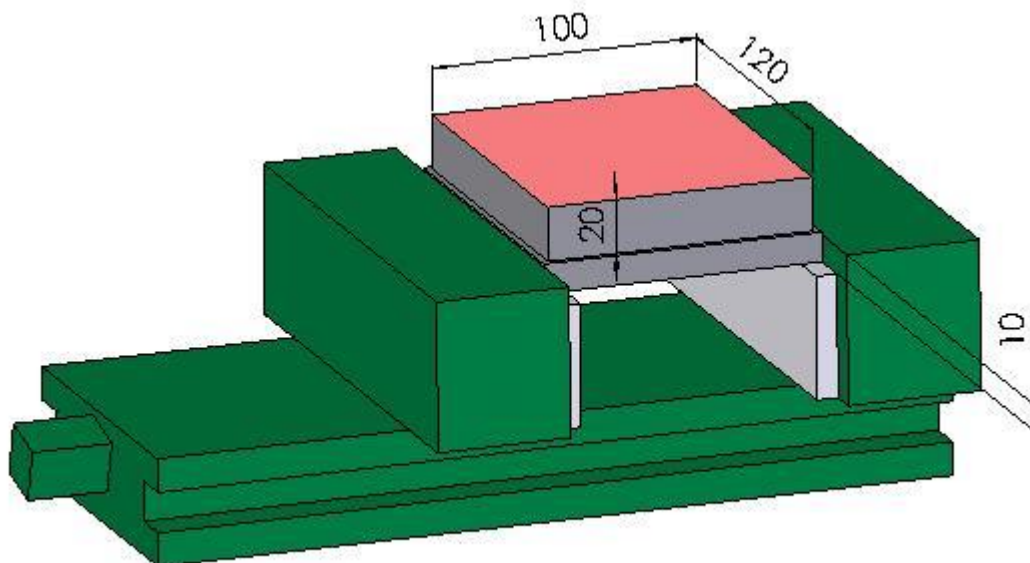


3.solis: Ar pirksta frēzi apstrādā 1., 2., 3. un 4. virsmas (skatīt 3.att.).



3.att. Sagatave pēc 3. soļa izpildes

4.solis: Ar gala frēzi apstrādā sagataves 5. virsmu (skatīt 4.att.).



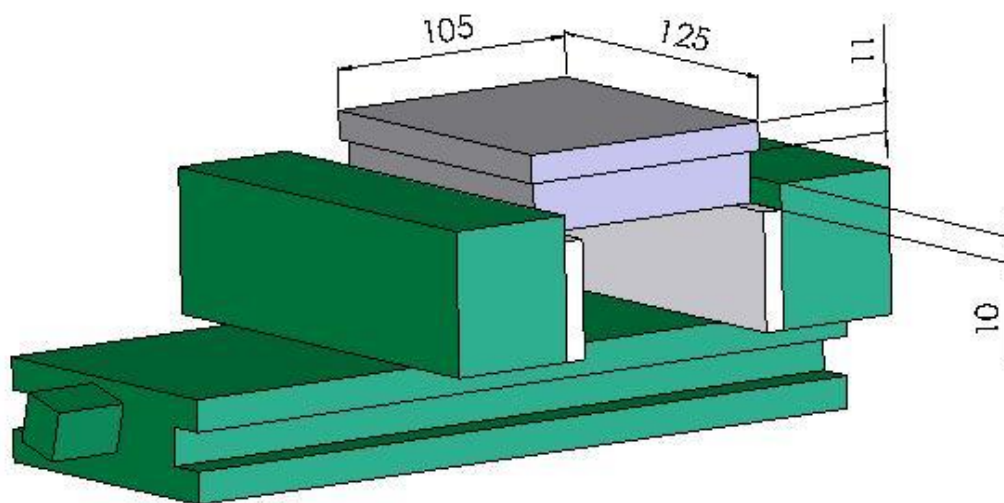
4.att. Sagatave pēc 4.soļa izpildes



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma

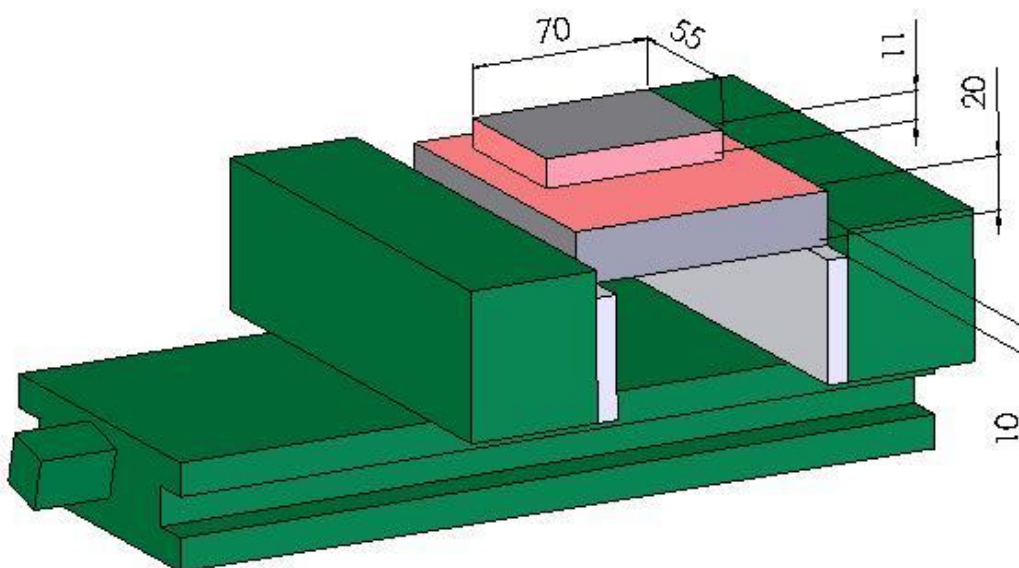


5.solis: Sagatavi izņem no skrūvspīlēm un ieliek atpakaļ ar 11. virsmu uz augšu (skatīt 5.att.). Izmantojot speciālas plāksnītes, sagatavi ieliek tā, lai ārpus skrūvspīlēm esošā sagataves daļa ir 24 mm, bet iespiestā – 10 mm. Plāksnītes ir nepieciešamas, lai iegūtu detaļas paralelītāti un precīzu izmēru attiecībā pret skrūvspīlēm.



5.att. Skrūvspīlēs ielikta sagatave

6.solis: Ar pirkstfrēzi apstrādā 6., 7., 8., 9. un 10. virsmas (skatīt 6.att.).



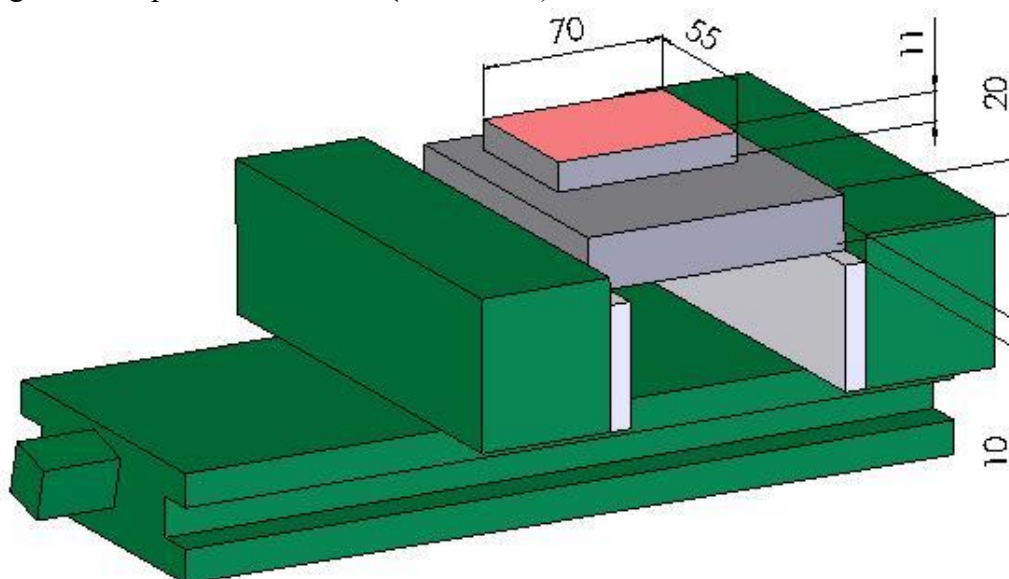
6.att. Sagatave pēc 6.soļa izpildes



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma

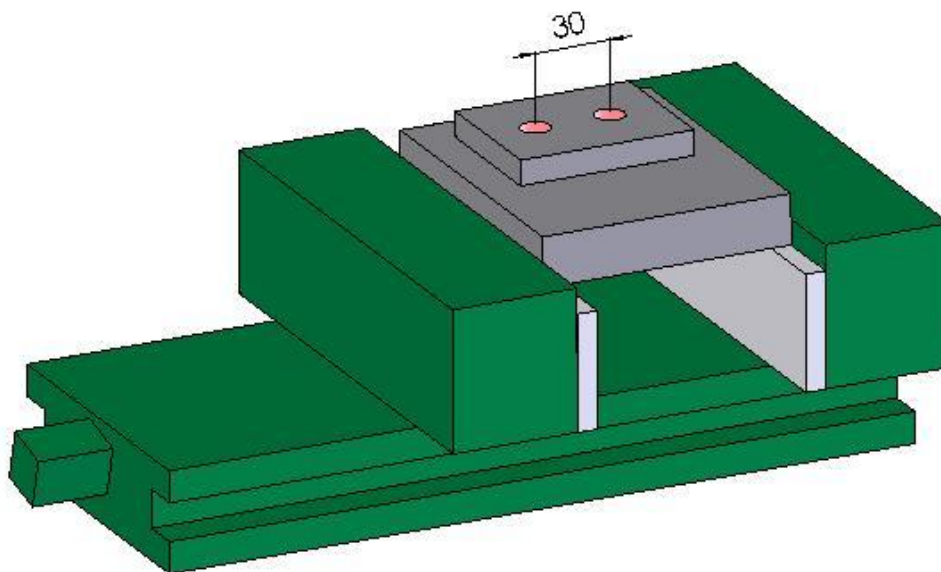


7.solis: Ar gala frēzi apstrādā 11.virsmu (skatīt 7.att.).



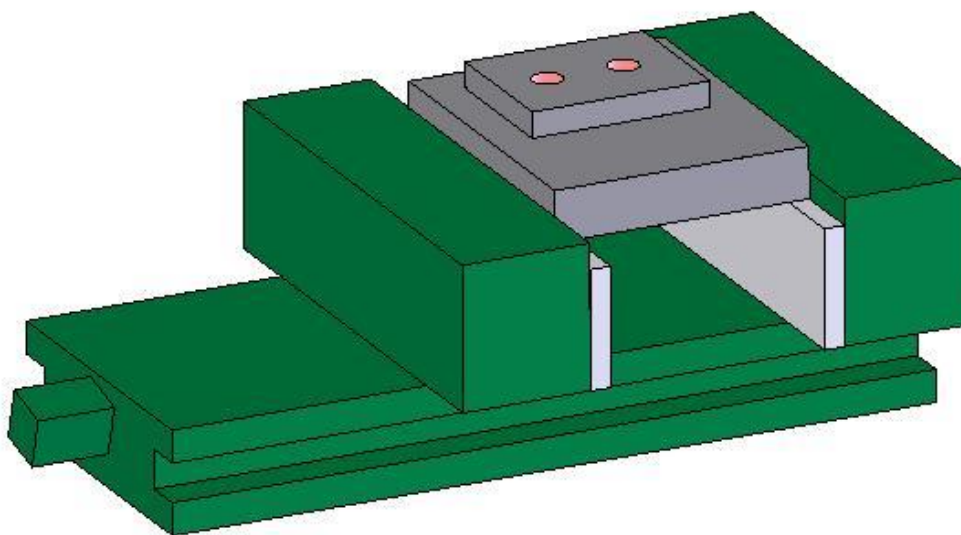
7.att. Sagatave pēc 7. soļa izpildes

8.solis: Ar centra urbi iecentrē urbumus un veido fāzītes. Apstrādā 12.virsmu (skatīt 8.att.)



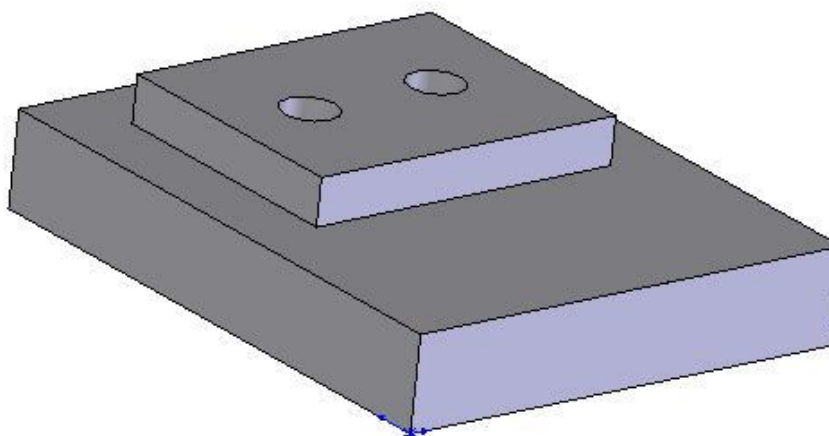
8.att. Sagatave pēc 8. soļa izpildes

9.solis: Ar urbi izurbj divus urbumus. Apstrādā 13. virsmu (skatīt 9.att).



9.att. Sagatave pēc 9.soļa izpildes

10.solis: Detaļu izņem no skrūvspīlēm, attīra no skaidām un apstrādā detaļas asās malas. Detaļa ir gatava (skatīt 10.att.).



10.att. Gatava detaļa



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



5. Apstrādes tehnoloģijas

5.1. Tehnoloģiskais ceļš



Tēma	5.1. Tehnoloģiskais ceļš
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais ir: 1. ieguvis praktiskas iemaņas materiālu apstrādes un griešanas režīmu izvēlē; 2. spēj aprēķināt nepieciešamo apstrādes režīmu; 3. prot izmantot matemātisko aprēķinu formulas; 4. spēj strādāt ar instrumentu katalogiem.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamaais veic piemēra analīzi, un tad veic praktiskos uzdevumus. Šajos uzdevumos ir apkopotas CNC speciālistam vajadzīgās specifiskās prasmes instrumentu ceļa aprēķināšanai. CNC speciālistam vienmēr ir iespēja izrēķināt (neatkarīgi no datorprogrammu iegribām) optimālo un vēlamā apstrādes režīmu.
Vērtēšana	Pasniedzējam, nepieciešamības gadījumā, ir jārosina izglītojamaais atkārtot nepieciešamās teorētiskās zināšanas, vai jāpalīdz strādāt ar instrumentu katalogu un matemātisko aprēķinu formulām, jo sasniedzamais rezultāts ir šo formulu izpratne un pielietojums.
Papildus norādes	Ja teorētiskās zināšanas ir apgūtas teicami, un ir arī izpratne par instrumentu katalogu lietošanu, tad piemēru var veikt patstāvīgi kā mājas darbu, vai arī kā tālmācības uzdevumu. Pirmā un otrā praktiskā uzdevuma izpildes laikā nav pieļaujama topošo CNC speciālistu grupas vai kādas citas komandu sadarbības formas izmantošana. Ir ļoti būtiski, lai audzēknis visus nepieciešamos aprēķinus spētu veikt patstāvīgi un vēlams maksimāli īsā laikā, neklūdoties. Gadījumā, ja praktiskos uzdevumus veic kā tālmācības darbu vai mājas uzdevumu, tad uzdevumiem ir sniegtas pareizās atbildes pārbaudei.





5.1.1. Piemērs Nr.1. Materiālu apstrādes un griešanas režīmi

Aprēķināt frēzes rotācijas ātrumu, padevi vienā minūtē un maksimālo griešanas dziļumu.

Dota pirkstfrēze HSS PM ar diametru 14 mm un 4 zobiem, griešanas ātrums 64 m/min, padeve uz vienu zobu 0,025 mm.

Darba vārpstas rotācijas ātruma (S) aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
$S = \frac{1000 * V}{\pi * D}$	S – darba vārpstas rotācijas ātrums	apgr./min
	V – griešanas ātrums	m/min
	π – matemātiskā konstante ≈ 3.14 ;	
	D – pirkstfrēzes diametrs	mm
$S = \frac{1000 * 64}{3,14 * 14} = \frac{64000}{43,96} = 1455 \text{ (apgr./min)}$		
Padeves aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
$F = S * f_z * z$	F – padeve vienā minūtē	mm/min
	S – darba vārpstas rotācijas ātrums	apgr./min
	f_z – padeve uz vienu zobu	mm
	z – zobu skaits	
$F = 1455 * 0,025 * 4 = 145 \text{ (mm/min)}$		
Maksimālā frēzes griešanas dziļuma aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
$a_e = 0.5 * D$	a_e – maksimālais frēzes griešanas dziļums	mm
	D – pirkstfrēzes diametrs	mm
$a_e = 0.5 * 14 = 7 \text{ (mm)}$		





5.1.2. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Materiālu apstrādes un griešanas režīmi

Aprēķināt frēzes rotācijas ātrumu, padevi vienā minūtē un maksimālo griešanas dziļumu.

Dota pirkstfrēze HSS Co8 ar diametru 40 mm un 6 zobiem, griešanas ātrums 23 m/min, padeve uz vienu zobu 0,035 mm.

Darba vārpstas rotācijas ātruma (S) aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
Aprēķins		
Padeves aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
Aprēķins		
Maksimālā frēzes griešanas dziļuma aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
Aprēķins		



5.1.2. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Materiālu apstrādes un griešanas režīmi. Pareizās atbildes.

Dota pirkstfrēze HSS Co8 ar diametru 40 mm un 6 zobiem, griešanas ātrums 23 m/min, padeve uz vienu zobu 0,035 mm.

Darba vārpstas rotācijas ātruma (S) aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
$S = \frac{1000 * V}{\pi * D}$	S – darba vārpstas rotācijas ātrums	apgr./min
	V – griešanas ātrums	m/min
	π – matemātiskā konstante ≈ 3.14 ;	
	D – pirkstfrēzes diametrs	mm
$S = \frac{1000 * 23}{3,14 * 40} = \frac{23000}{125,6} = 183 \text{ (apgr./min)}$		
Padeves aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
$F = S * f_z * z$	F – padeve vienā minūtē	mm/min
	S – darba vārpstas rotācijas ātrums	apgr./min
	f_z – padeve uz vienu zobu	mm
	z – zobu skaits	
$F = 183 * 0,035 * 6 = 38 \text{ (mm/min)}$		
Maksimālā frēzes griešanas dziļuma aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
$a_e = 0.5 * D$	a_e – maksimālais frēzes griešanas dziļums	mm
	D – pirkstfrēzes diametrs	mm
$a_e = 0.5 * 40 = 20 \text{ (mm)}$		





5.1.3. Praktiskais uzdevums Nr. 2. Materiālu apstrādes un griešanas režīmi

Aprēķināt frēzes rotācijas ātrumu, padevi vienā minūtē un maksimālo griešanas dziļumu.

Dota pirkstfrēze HSS PM ar diametru 18 mm un 2 zobiem, griešanas ātrums 83 m/min, padeve uz vienu zobu 0,030 mm.

Darba vārpstas rotācijas ātruma (S) aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
Aprēķins		
Padeves aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
Aprēķins		
Maksimālā frēzes griešanas dziļuma aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
Aprēķins		



5.1.3. Praktiskais uzdevums. Materiālu apstrādes un griešanas režīmi. Pareizās atbildes.

Dota pirkstfrēze HSS PM ar diametru 18 mm un 2 zobiem, griešanas ātrums 83 m/min, padeve uz vienu zobu 0,030 mm.

Darba vārpstas rotācijas ātruma (S) aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
$S = \frac{1000 * V}{\pi * D}$	S – darba vārpstas rotācijas ātrums	apgr./min
	V – griešanas ātrums	m/min
	π – matemātiskā konstante ≈ 3.14 ;	
	D – pirkstfrēzes diametrs	mm
$S = \frac{1000 * 83}{3,14 * 18} = \frac{83000}{56,52} = 1468 \text{ (apgr./min)}$		
Padeves aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
$F = S * f_z * z$	F – padeve vienā minūtē	mm/min
	S – darba vārpstas rotācijas ātrums	apgr./min
	f_z – padeve uz vienu zobu	mm
	z – zobu skaits	
$F = 1468 * 0,030 * 2 = 88 \text{ (mm/min)}$		
Maksimālā frēzes griešanas dziļuma aprēķins		
Formula	Paskaidrojums	Mērvienība
$a_e = 0.5 * D$	a_e – maksimālais frēzes griešanas dziļums	mm
	D – pirkstfrēzes diametrs	mm
$a_e = 0.5 * 18 = 9 \text{ (mm)}$		



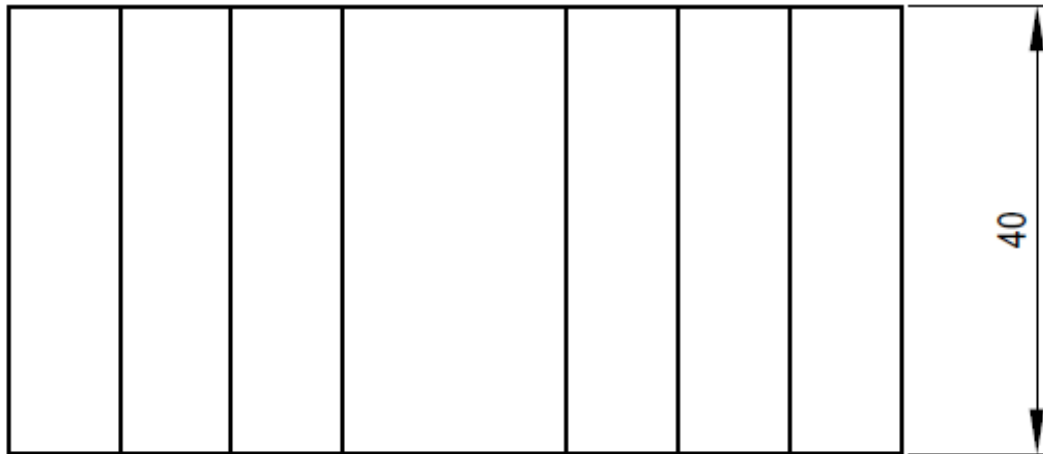
5.1.4. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Tehnoloģiskais ceļš

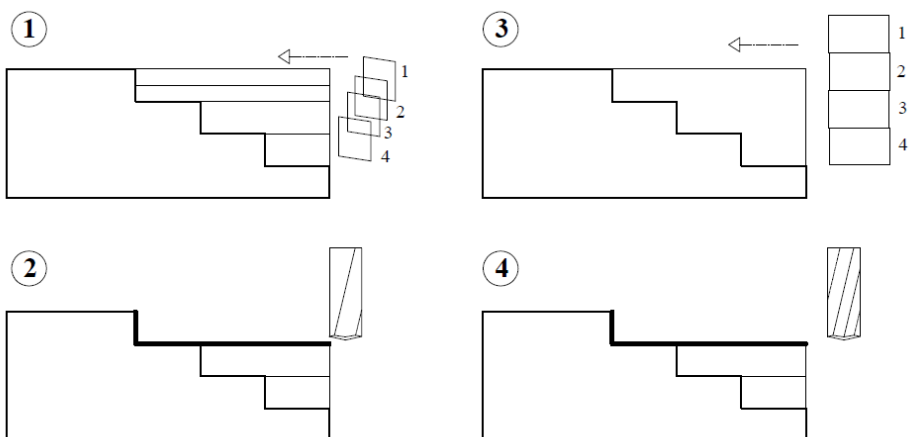


Tēma	5.1. Tehnoloģiskais ceļš
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis Mācīšanās rezultāti	EKI 3. un 4. līmenis Izglītojamaais spēj plānot un veidot frēzēšanas darbu tehnoloģisko maršrutu, izvēlēties katrai operācijai atbilstošu instrumentu, aprēķināt darba režīmu.
Uzdevuma nosacījumi	Šajā uzdevumā ir dota apstrādes programmas tehnoloģiskās kartes galvenā sastāvdaļa – tehnoloģiskais maršruts, kurš tiek norādīts ar izpildāmās apstrādes operācijas numuru, izvēlēto instrumentu, apstrādes režīmiem, gājienu skaitu un dzesēšanas šķidruma nepieciešamību.
Vērtēšana	
Papildus norādes	Šajā uzdevumā izglītojamaais iegūst vēl vienu universāli pielietojamu tabulu detaļas frēzēšanas tehnoloģiskās kartes veidošanai.



 5.1.4. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Tehnoloģiskais ceļš.





Operācijas nr.	Pirkstfrēzes ϕ	Instrumenta materiāls	Zobu skaits	a_p (mm)	f_z (mm/zobs)	V (m/min)	S (apgr./min)	F (mm/min)	Gājienu skaits	Dzesēšanas šķidrums jā/nē
1.										
2.										
3.										
4.										



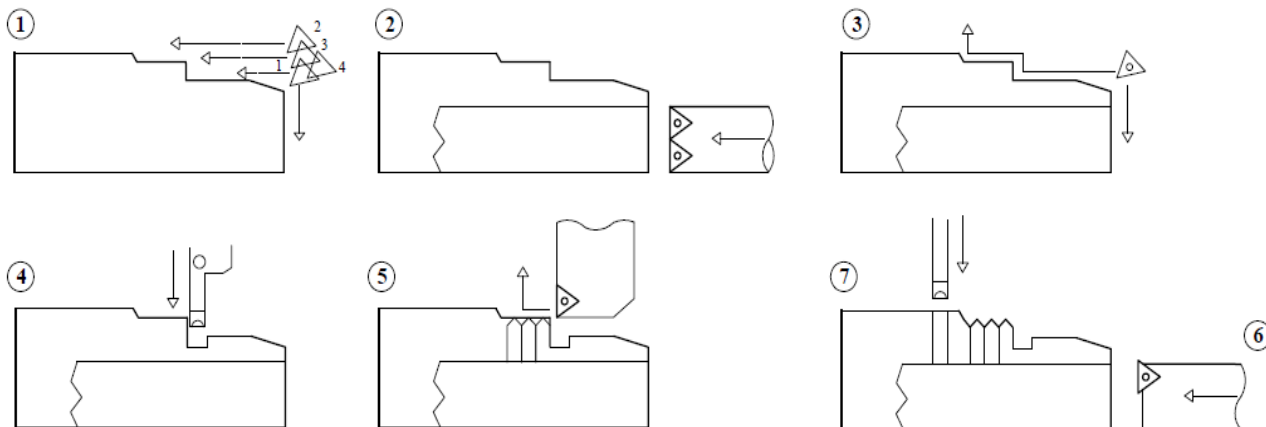
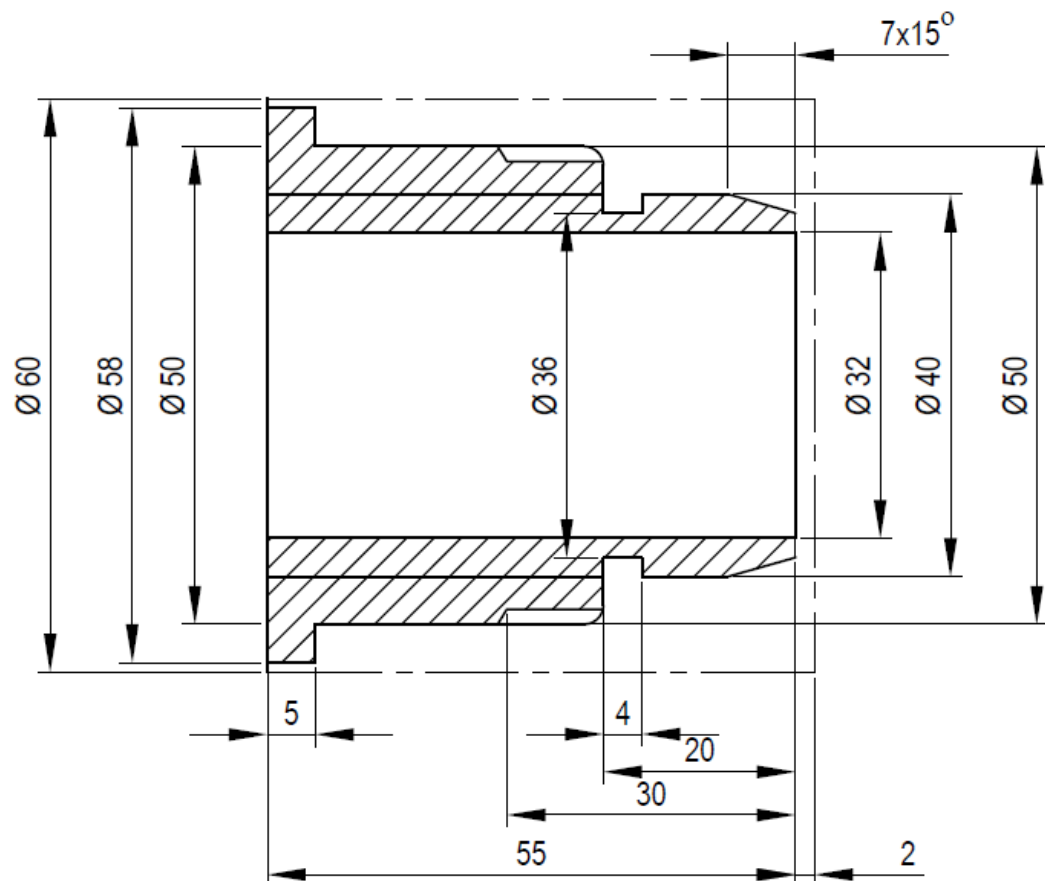


Tēma	5.1. Tehnoloģiskais ceļš
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais spēj: 1. plānot un veidot CNC virpošanas tehnoloģisko maršrutu, izvēlēties katrai operācijai atbilstošu instrumentu, 2. veidot apstrādes ciklu, atbilstoši nepieciešamajam gājienu skaitam.
Uzdevuma nosacījumi	Šajā uzdevumā ir dota apstrādes programmas tehnoloģiskās kartes galvenā sastāvdaļa – tehnoloģiskais maršruts, kurš tiek norādīts ar izpildāmās apstrādes operācijas numuru, izvēlēto instrumentu, apstrādes režīmiem, gājienu skaitu un dzesēšanas šķidruma nepieciešamību.
Vērtēšana	Pasniedzējs pārlicinās, ka izglītojamaais ir izpratis un apguvis iepriekšējos uzdevumus, kā arī spēj pielietot mācību grāmatā esošo informāciju, lai patstāvīgi izstrādātu detaļas izgatavošanas procesu.
Papildus norādes	Šajā uzdevumā izglītojamaais iegūst vēl vienu universāli pielietojamu tabulu detaļas frēzēšanas tehnoloģiskās kartes veidošanai.





5.1.5. Praktiskais uzdevums Nr.2. Tehnoloģiskais ceļš.



Operācijas nr.	Griežņa kāts	Plāksnīte	Plāksnītes parametri	a_p (mm)	f (mm/apgr.)	V (m/min)	S (apgr./min)	F (mm/min)	Gājienu skaits	Dzesēšanas šķidrums jā/nē
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										



5.2. Instrumentu izvēle



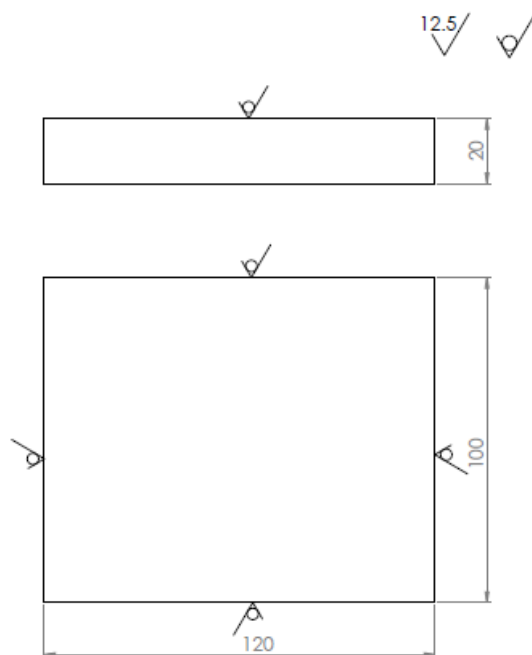
Tēma	5.2. Instrumentu izvēle
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Spēj izprast cita speciālista sastādītu tehnoloģiskā maršruta karti, strādāt ar pieejamo instrumentu klāstu, lai izpildītu konkrēto uzdevumu.
Uzdevuma nosacījumi	CNC speciālistam ir tiesības izdarīt instrumenta izvēli pēc saviem ieskatiem - atbilstošāku apstrādes tehnoloģiskajam procesam. Šo savu izdarīto izvēli izglītojamajam ir jāspēj pamatot, un vēlams arī pārbaudīt, nepieciešamības gadījumā veicot programmas optimizācijas procesu. Par izdarītās izvēles pareizību ir iespējams pārliecināties simulātorā, sastādot vairākas darba programmas (ar atšķirīgiem instrumentiem) un pārbaudot detaļas izgatavošanas mašīnlaiku. Ja tiek izgatavota reāla detaļa, tad ir jāpārbauda vai izvēlētais instruments un aprēķinātie apstrādes režīmi atbilst darba rasējumā norādītajām virsmas raupjuma norādēm, un tiek iegūti atbilstoši detaļas izmēri.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts, ja izglītojamā izdarītā instrumentu izvēle un veiktie darba režīmu aprēķini vismaz par 50% ir atbilstoši un piemēroti konkrētas detaļas izgatavošanai.
Papildus norādes	Šajā uzdevumā izglītojamajam jāiemācās ne tikai izvēlēties atbilstošu instrumentu, bet jāprot arī apsvērt izdarītās izvēles ekonomiskos aspektus. Piemēram, ja urbums ir vajadzīgs 90 mm dziļumā, tad pietiek ar urbja garumu 100 mm un tā būs labāka izvēle, nekā urbis ar garumu 120 mm.



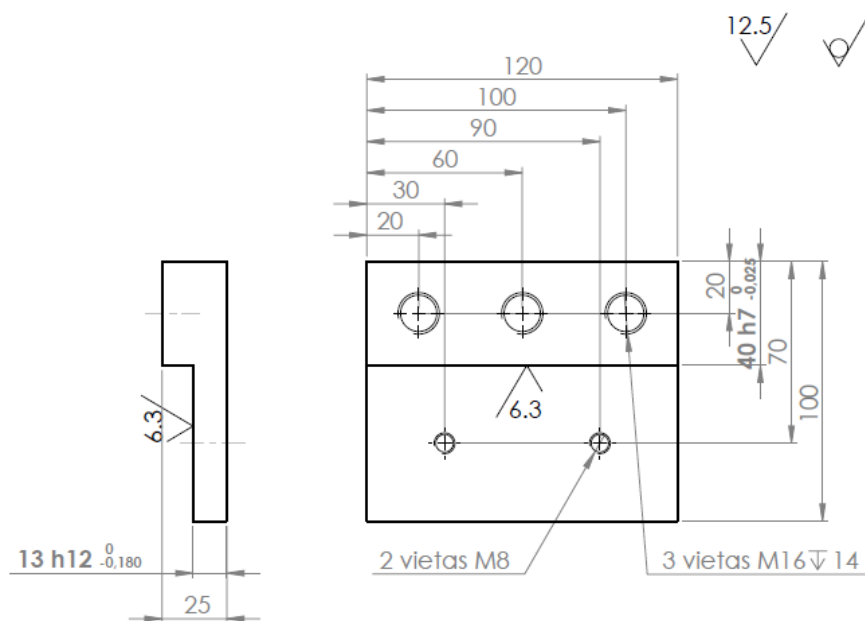
5.2.1. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Instrumentu izvēle

Uzdevuma nosacījumi:

1. Dota sagatave 120x100x20



2. Nepieciešams izgatavot detaļu, kura dota rasējumā.



3. Izpētīt rasējumus un izvēlēties detaļas izgatavošanai nepieciešamos instrumentus. Aizpildīt tabulu, aprēķināt izvēlēta instrumenta darba vārpstas rotācijas ātrumu un padevi.

Nr.p.k.	Izpildāmās darbības		Piezīmes
1.	Vaļējas kabata frēzēšana	Rupjapstrāde	Maksimāli ātri notīrīt lieko materiālu
		Gludapstrāde	<u>1.solis</u> Atstāt tīrapstrādei nepieciešamo uzlaidi; <u>2.solis</u> Iegūt pareizo izmēru un virsmas raupjumu
2.	Urbumu M16 – 3 gab. izgatavošana	Urbuma centrēšana	
		Urbšana	
		Fāzītes apstrāde	Fāzītes apstrādei izmantot frēzi
		Vītnes griešana	
3.	Urbumu M8 – 2 gab. izgatavošana	Urbuma centrēšana	
		Urbšana	
		Vītnes griešana	

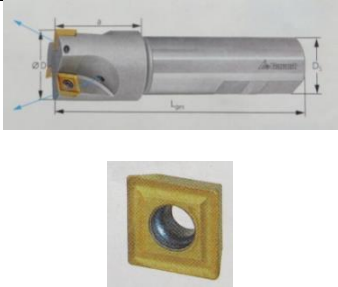
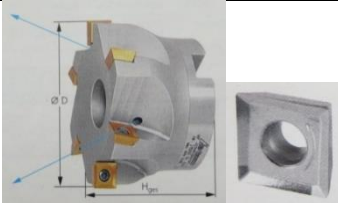
1. Vaļējas kabatas frēzēšana

Rupjapstrāde

Rasējumā dota pakāpe ar taisnu lenķi, tāpēc labāk izvēlēties frēzi ar plāksnīšu galviņu ar virsotnes lenķi 90°.

Nosacījumi:

- Maksimāli iespējamais instrumenta diametrs ir atkarīgs no CNC mašīnas jaudas klases.
- Atkarībā no sagataves materiāla izvēlamies instrumenta plāksnītes marku.

Nr.p.k.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	Plāksnītes marka	V, m/min	z	f _z , mm
1.		-	25/2	SOMT 09T304 TR HB 7535	160	2	0,12
2.		-	100/8	SOMT 09T304 FR HU7710	400	8	0,14
3.		HSS – Co5	40	-	23	6	0,05

Izvēlēts instruments nr. _____

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	Plāksnītes marka	V, m/min	z	f _z , mm	S, apgr./min	F, mm/min

Gludapstrādes 1. solis

Gludapstrādi var veikt, izmantojot pirkstfrēzi.

Nosacījumi:

- Izvēlēties instrumentu, lai nepieciešamo dziļumu var apstrādāt ar vienu gājienu.

Nr.p. k.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	z	f _z , mm
1.		HSS PM	20	64	6	0,035
2.		HSS – Co8	5	23	4	0,005
3.		HSS PM	20	64	4	0,038

Izvēlēts instruments nr. _____

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	z	f _z , mm	S, apgr./min	F, mm/min

Gludapstrādes 2. solis

Nr.p. k.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V m/min	z	f _z mm
1.		HSS PM	20	64	4	0,038
2.		HSS – Co8	25	55	6	0,035
3.		HSS – Co8	10	23	5	0,014

Izvēlēts instruments nr. _____

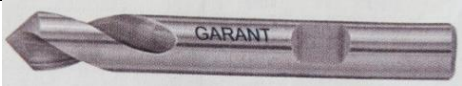
Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	z	f _z , mm	S, apgr./min	F, mm/min

2. Urbumu M16 – 3 gab. izgatavošana

Urbuma centrēšana

Nosacījumi:

- Jāņem vērā nepieciešamais urbuma diametrs;
- Ieteicams izmantot instrumentu ar lielu cietību.

Nr.p .k.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	z	f, mm/apgr f _z , mm
1.		VHM	10	65	-	0,11
2.		VHM	3	30	-	0,05
3.		HSS – Co8	10	23	5	0,014

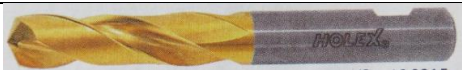
Izvēlēts instruments nr. _____

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	f, mm/apgr	S, apgr./min	F, mm/min

Urbšana

Nosacījumi:

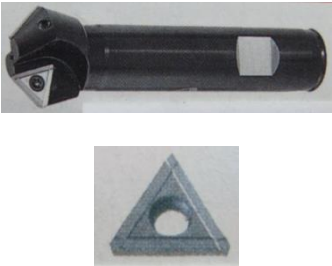
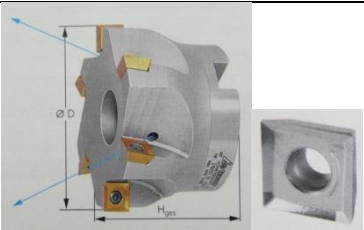
- Jāņem vērā nepieciešamais urbuma diametrs;
- Jāņem vērā nepieciešamais urbuma dziļums.

Nr.p .k.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	f, mm/apgr
1.		VHM	14	75	0,32
2.		VHM	3	30	0,05
3.		VHM	16	75	0,37

Izvēlēts instruments nr.

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	f, mm/apgr	S, apgr./min	F, mm/min

Fāzītes apstrāde

Nr.p .k.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	Plāksnītes marka	V, m/min	z	f _z , mm
1.		-	7/19	TONX 090204 EN K10	200	3	0,2
2.		-	100/8	SOMT 09T304 TR HB7535	400	8	0,14
3.		HSS – Co5	40	-	23	6	0,05

Izvēlēts instruments nr.

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	Plāksnītes marka	V, m/min	z	f _z , mm	S, apgr./min	F, mm/min

Vītne griešana

Nosacījumi:

- Necaurejošs urbums;
- Vītņurbja nekalibrējošā daļa ne vairāk par 2F.

Nr.p. k.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	f, mm/apgr
1.		HSS E	M16	15	2,00
2.		HSS E	M14	19	2,00
3.		HSS E	M8	15	1,25

Izvēlēts instruments nr. _____

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	f, mm/apgr	S, apgr./min	F, mm/min

3. Urbumu M8 – 2 gab. izgatavošana

Urbuma centrēšana

Nosacījumi:

- Jāņem vērā nepieciešamais urbuma diametrs;
- Ieteicams izmantot instrumentu ar lielu cietību.

Nr.p. k.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	z	f, mm/apgr f _z , mm
1.		VHM	10	65	-	0,11
2.		VHM	3	30	-	0,05
3.		HSS – Co8	10	23	5	0,014

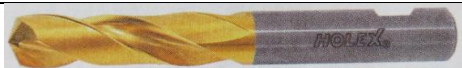
Izvēlēts instruments nr. _____

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	f, mm/apgr	S, apgr./min	F, mm/min

Urbšana

Nosacījumi:

- Jāņem vērā nepieciešamais urbuma diametrs;
- Caurejošs urbums;
- Jāņem vērā nepieciešamais urbuma dziļums.

Nr.p. k.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	f, mm/apgr
1.		VHM	6,8	75	0,21
2.		VHM	3	30	0,05
3.		VHM	8	75	0,21

Izvēlēts instruments nr. _____

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	f, mm/apgr	S, apgr./min	F, mm/min

Vītne griešana

Nosacījumi:

a. Caurejoša vītne.

Nr.p. k.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	f, mm/apgr
1.		HSS PM	M8	18	1,25
2.		HSS E	M14	19	2,00
3.		HSS PM	M4	18	0,70

Izvēlēts instruments nr. _____

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	f, mm/apgr	S, apgr./min	F, mm/min



5.2.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Rupjapstrādes vai gludapstrādes izvēle



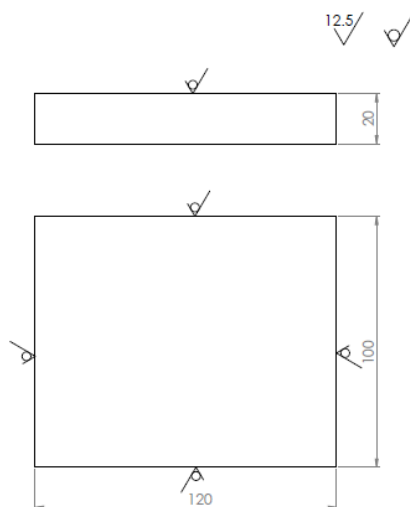
Tēma	5.2. Instrumentu izvēle
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais: 1. prot plānot tehnoloģiskajā procesā nepieciešamo rupjapstrādes un gludapstrādes apjomu un secību, 2. prot izvēlēties instrumentu un aprēķināt režīmus, 3. spēj analizēt mašīnlaiku un optimizēt apstrādes programmu.
Uzdevuma nosacījumi	Šāda tipa uzdevumu jēgu vislabāk ir izprast, ar simulatora palīdzību sastādot detaļas apstrādes programmu vairākos variantos (pēc kārtas vai miksējot izmantojot visus dotos instrumentus).
Vērtēšana	Pasniedzējs vērtē izglītojamo spēju racionāli plānot detaļas apstrādes tehnoloģisko procesu, izvēlēties un sastādīt optimālo darba programmas variantu.
Papildus norādes	Šajā praktiskajā uzdevumā izglītojamais pielieto un nostiprina savas materiālu apstrādes un griešanas režīmu apguves laikā iegūtās prasmes un iepazīstas ar detaļas izgatavošanas tehnoloģiskās kartes nākošo sastāvdaļu: ražošanas procesā pieejamo instrumentu sarakstu, to īpašību un parametru aprakstu, kā arī mācās patstāvīgi izvēlēties savai apstrādes darba programmai optimālo instrumentu. Jebkuras detaļas izgatavošanai var būt vairākas atšķirīgas pieejas un tehniskie risinājumi, tāpēc, lai pārliecinātos par to, ka ir sasniegts optimālais darba programmas variants, ir jākontrolē detaļas izgatavošanas mašīnlaiks, pie nosacījuma, ka detaļas kvalitāte ir vienāda.



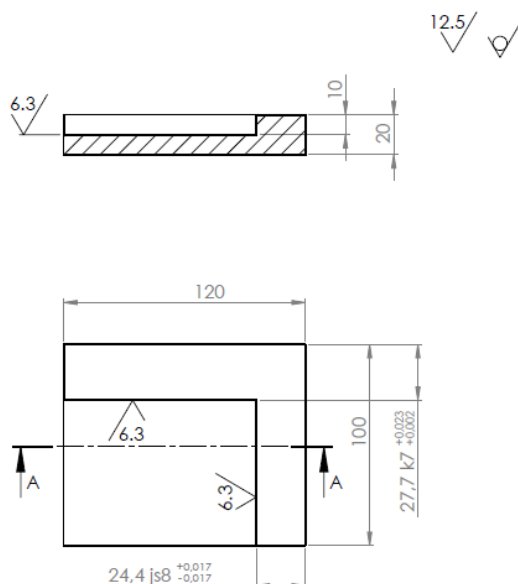
5.2.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Rupjapstrādes vai gludapstrādes izvēle.

Uzdevuma nosacījumi:

1. Dota sagatave 120x100x20



2. Nepieciešams izgatavot detaļu, kura dota rasējumā.



3. Izpētiet rasējumus un izvēlieties detaļas izgatavošanai nepieciešamos rupjapstrādes vai gludapstrādes instrumentus. Aizpildiet tabulu, aprēķinot izvēlētā instrumenta rotācijas ātrumu un padevi.

Valējas kabatas frēzēšana

Rupjapstrādē lieto rupjzobu, bet gludapstrādē – smalkzobu frēzes.

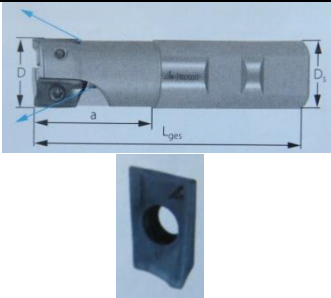
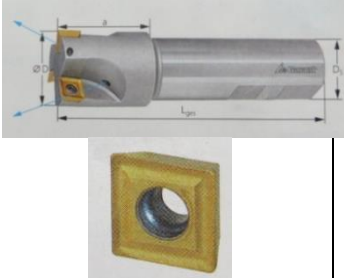
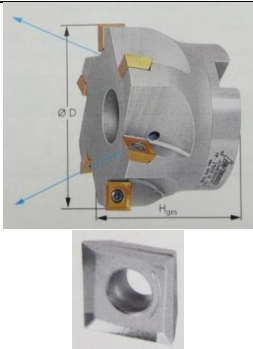
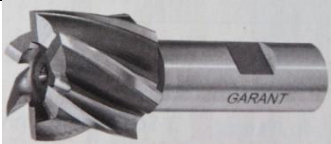
Rupjapstrāde

Rasējumā dota pakāpe ar taisnu leņķi, labāk izvēlēties frēzi ar plāksnīšu galviņu ar virsotnes leņķi 90°.

Nosacījumi:

- a. Maksimāli iespējamais instrumenta diametrs ir atkarīgs no CNC mašīnas Z ass jaudas klases.
- b. Atkarībā no sagataves materiāla izvēlamies plāksnītes marķu.



Nr.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	Plāksnītes marka	V, m/m in	z	f _z , mm
1.		-	16/2	APMT133 504 ER HB7720	180	2	0,18
2.		-	25/2	SOMT 09T304 TR HB7535	160	2	0,12
3.		-	100/8	SOMT 09T304 FR HU7710	400	8	0,14
4.		HSS – Co5	40	-	23	6	0,05
5.		VHM	10	-	100	4	0,05

Izvēlēts instruments nr. _____

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	Plāksnītes marka	V, m/min	z	f _z , mm	S, apgr./m in	F, mm/min

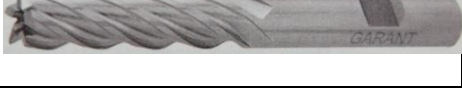
Gludapstrāde tiek veikta divos soļos:

- 1.solis. Atstāt gludapstrādei nepieciešamo uzlaidi;
- 2.solis. Iegūt pareizo izmēru un virsmas raupjumu.

Gludapstrādes 1. solis

Nosacījumi:

- b. Izvēlēties instrumentu, lai nepieciešamo dziļumu var apstrādāt ar vienu gājienu.

Nr.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	z	f _z , mm
1.		HSS PM	20	64	6	0,035
2.		HSS – Co8	5	23	4	0,005
3.		HSS PM	20	64	4	0,038
4.		VHM	6,8	75	-	0,21
5.		HSS – Co8	10	23	5	0,014

Izvēlēts instruments nr. _____

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	z	f _z , mm	S, apgr./min	F, mm/min

Gludapstrādes 2. solis

Nr.p. k.	Instrumenta attēls	Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V m/min	z	f _z mm
1.		HSS PM	20	64	4	0,038
2.		HSS – Co8	25	55	6	0,035
3.		HSS – Co8	10	23	5	0,014
4.		HSS PM	M8	18	-	1,25
5.		HSS – Co8	10	23	5	0,014

Izvēlēts instruments nr. _____

Instrumenta materiāls	Instrumenta diametrs	V, m/min	z	f _z , mm	S, apgr./min	F, mm/min

5.3. Izmēru un novietojuma noteikšanas principi

5.3.1. Piemērs. Mērīšanas principi. 3D tausta izmantošana



Tēma	5.3. Izmēru un novietojuma noteikšanas principi
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais: 1. spēj patstāvīgi strādāt ar 3D taustu; 2. prot noteikt sagataves gabarītu izmērus un bāzes virsmu; 3. spēj patstāvīgi veikt mērījumus.
Uzdevuma nosacījumi	Šajā parauguzdevumā izglītojamais izpratīs sagataves un CNC mašīnas darba virsmu sasaistes principus.
Vērtēšana	Pasniedzējam jāpārlicinās, ka piemērā dotie mērīšanas principi ir izprasti un apgūti pielietošanas līmenī.
Papildus norādes	Uzmanība jāpievērš mācību grāmatā aprakstītajam plašajam mērinstrumentu klāstam. Vēlams ar praktiskiem piemēriem nodemonstrēt visus mācību centrā vai ražotnē esošos sagataves apmērīšanas instrumentus, ar kuriem jaunajam CNC speciālistam praktiskajās nodarbībās būs iespējams strādāt. Mērīšanas principi un būtība bāzes punktu noteikšanai nemainīsies neatkarīgi no tā, kāds mērinstruments tiks izvēlēts.

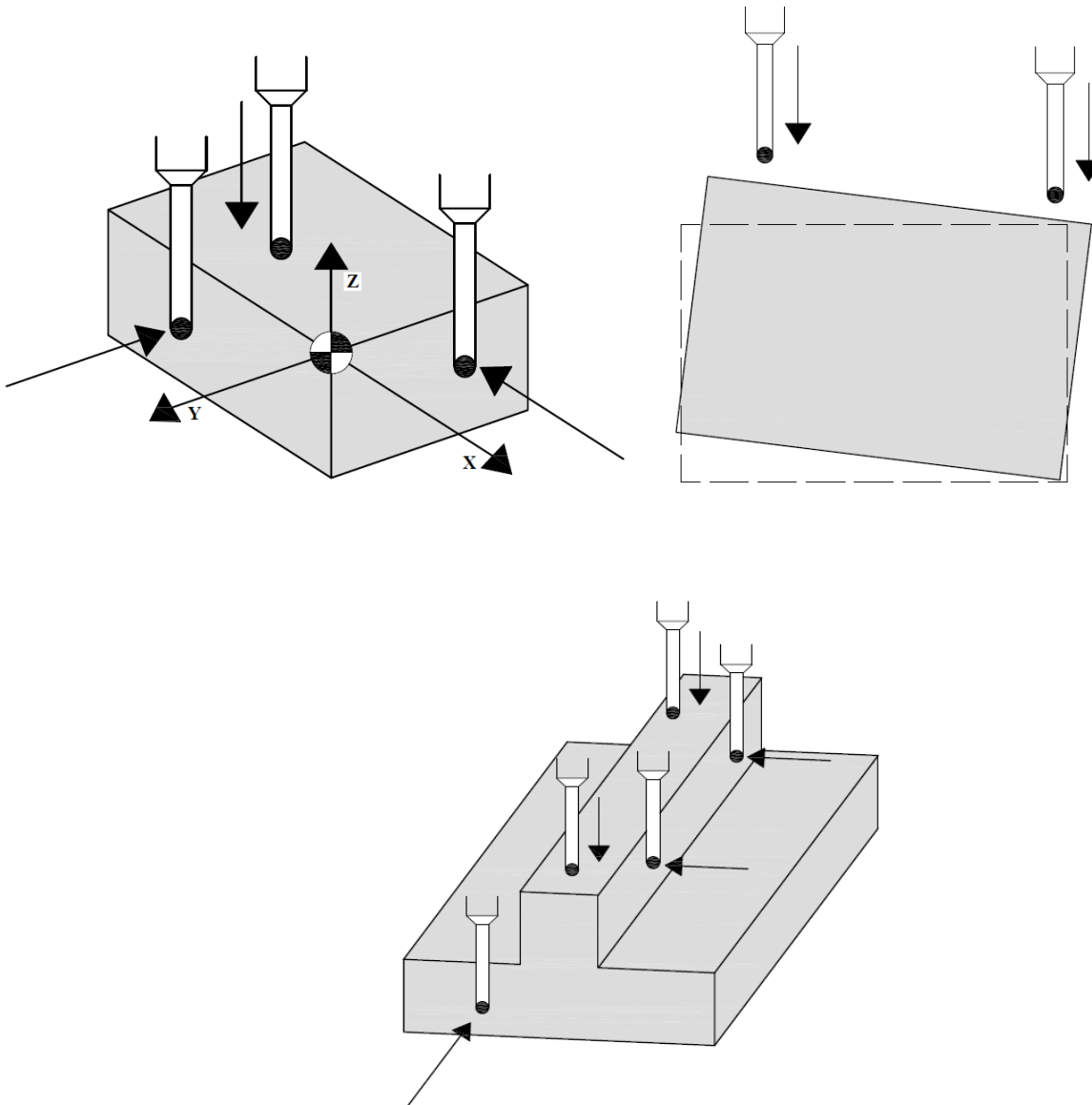




5.3.1 Piemērs. Mērīšanas principi. 3D tausta izmantošana

3D taustu izmanto sagataves ģeometriskās precizitātes pārbaudei un detaļas bāzes noteikšanai. Mērījumu rezultātus ienes tam speciāli paredzētās CNC mašīnas darba programmas datu tabulās.

3D tausta galā esošā lodīte var kustēties jebkurā virzienā, saglabājot precīzu pārvietošanās indikāciju uz tausta mērījumu skalas. Svarīgs CNC speciālista uzdevums ir izvēlēties pareizu 3D tausta lietošanas metodiku.



5.3.2. Praktiskais uzdevums. Pamatnes / bāzes noteikšana

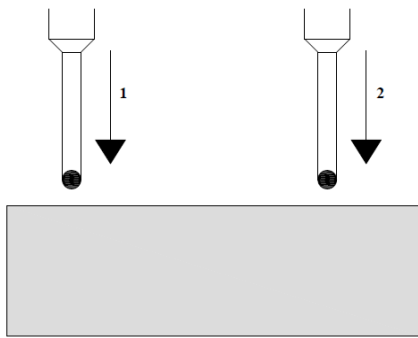


Tēma	5.3. Izmēru un novietojuma noteikšanas principi
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais: 1. spēj patstāvīgi strādāt ar 3D taustu, noteikt sagataves gabarītu izmērus un bāzes virsmu, 2. spēj patstāvīgi veikt mērījumus, veidot to uzskaites un aprēķinu tabulu
Uzdevuma nosacījumi	Šis uzdevums izglītojamajam jāveic patstāvīgi, bet pasniedzējam obligāti ir jāstrādā kopā ar izglītojamo, lai nepieļautu CNC mašīnas bojājumus.
Vērtēšana	Pirmais pozitīvais vērtējums ir tad, ja noteiktas vismaz 50% no nepieciešamajām mērīšanas vietām, un izdarītie mērījumi ir 100% pareizi ievadīti CNC mašīnas darba atmiņā, kā arī aizpildīta dotā tehnoloģiskās kartes tabula.
Papildus norādes	Pirms uzsākt 3D tausta lietošanu, izglītojamajam jāizvēlas, kuri no treniņuzdevumā dotajiem variantiem (parasti vairāki vienlaicīgi) būs nepieciešami konkrētās detaļas mērīšanai. Šādas tabulas ir vēlams izmantot jebkurai Jūsu detaļas izgatavošanas darbu tehnoloģiskajai kartei. 3D tausta nepareizi izvēlēts kustības virziens vai pārvietošanās ātrums ir pietiekams, lai sabojātu CNC mašīnas mehāniku.

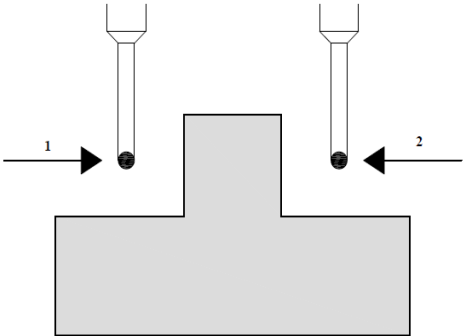


5.3.2. Praktiskais uzdevums. Pamatnes / bāzes noteikšana

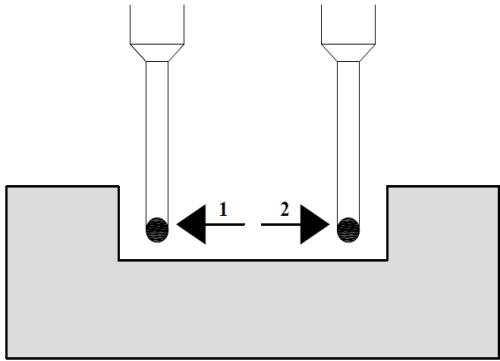
1. variants

	Mašīnu koordinātes						Aprēķins		
	1.punkts			2.punkts					
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z

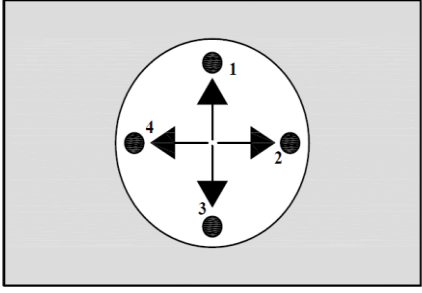
2. variants

	Mašīnu koordinātes						Aprēķins		
	1.punkts			2.punkts					
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z

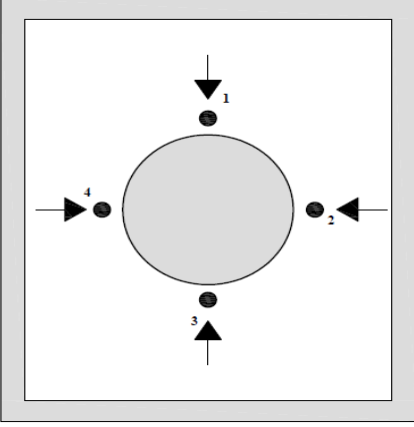
3. variants

	Mašīnu koordinātes						Aprēķins		
	1.punkts			2.punkts					
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z

4. variants

	Mašīnu koordinātes						Aprēķins		
	1.punkts			2.punkts					
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
	3.punkts			4.punkts					
	X	Y	Z	X	Y	Z			

5.variants

	Mašīnu koordinātes						Aprēķins		
	1.punkts			2.punkts					
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
	3.punkts			4.punkts					
	X	Y	Z	X	Y	Z			

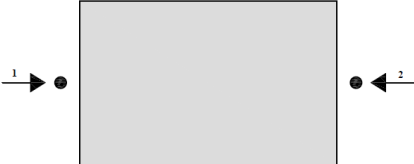
6.variants

	Mašīnu koordinātes						Aprēķins		
1.punkts			2.punkts						
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	

7. variants

	Mašīnu koordinātes						Aprēķins		
1.punkts			2.punkts						
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	
3.punkts			4.punkts						
X	Y	Z	X	Y	Z				

8.variants

	Mašīnu koordinātes						Aprēķins		
1.punkts			2.punkts						
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	

9.variants

	Mašīnu koordinātes						Aprēķins		
	1.punkts			2.punkts					
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
	3.punkts			4.punkts					
	X	Y	Z	X	Y	Z			

6. Apstrādes programmas sastādīšana

6.1. Programmēšanas pamati



Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais 1. rasējumā spēj noteikt detaļas punktu koordinātes gan absolūtajās, gan pieaugošajās vērtībās, 2. saprot, kā izvēlēties komandu G90 vai G91.
Uzdevuma nosacījumi	Šajā uzdevumā izglītojamaais (vēlams kopā ar pasniedzēju) apgūst praktisko pielietojumu savām teorētiskajām zināšanām tēlotājģeometrijā un zināšanām par CNC mašīnas darba vārpstu telpisko izvietojumu, kā arī praktiski darbojoties iegūst priekšstatu par atšķirību starp absolūto koordinātu sistēmu (CNC programmēšanas komanda G90) un pieaugošo koordinātu sistēmu (CNC programmēšanas komanda G91).
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts. Pasniedzējs (vajadzības gadījumā) rosina izglītojamo darboties divu un trīs dimensiju plaknēs, līdz kamēr tiek iegūts praktiskās pielietošanas līmenis.
Papildus norādes	Analogu šāda tipa uzdevumu ar vairākiem variantiem nav grūti sagatavot patstāvīgam darbam mājās vai tālmācības procesam – ar mērķi nostiprināt iegūtās zināšanas un prasmes.



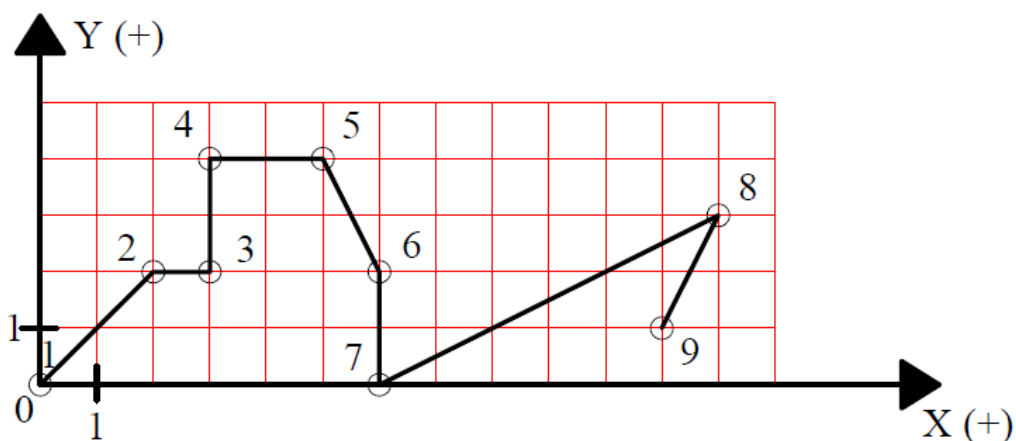


6.1.1. Piemērs Nr.1. Programmēšana, izmantojot G90 un G91.

CNC mašīnu vadības sistēmām jebkura telpas punkta atrašanās vietas norādīšanai ir nepieciešamas 3 koordinātes – X, Y, Z. Pastāv divas punkta norādīšanas metodes: absolūtajās un relatīvajās vērtībās. CNC programmēšanā biežāk izmanto absolūto vērtību metodi.

Absolūtā punktu atskaites sistēma CNC mašīnās tiek izsaukta ar funkciju G90. Absolūtajām metodēm izmērus līdz jebkuram punktam uzdod no pieņemtā nulles punkta. Nulles punkts paliek nemainīgs visā detaļas izgatavošanas procesā. To sauc arī par koordinātu atskaites sākuma punktu.

Relatīvā punktu atskaites sistēma CNC mašīnās tiek izsaukta ar funkciju G91. Pārvietojumu uz nākamo punktu sauc par koordinātu pieaugumu (*increment*), un nākošā punkta koordinātes CNC programmēšanā sauc par pieaugošajām koordinātēm. Tātad šeit nākošā punkta koordinātes uzdod no iepriekšējā punkta pozīcijas.



Koordinātu punkti	Absolūtās koordinātes		Pieaugošās koordinātes	
P1	X 0	Y 0	X 0	Y 0
P2	X 2	Y 2	X 2	Y 2
P3	X 3	Y 2	X 1	Y 0
P4	X 3	Y 4	X 0	Y 2
P5	X 5	Y 4	X 2	Y 0
P6	X 6	Y 2	X 1	Y -2
P7	X 6	Y 0	X 0	Y -2
P8	X 12	Y 3	X 6	Y 3
P9	X 11	Y 1	X -1	Y -2





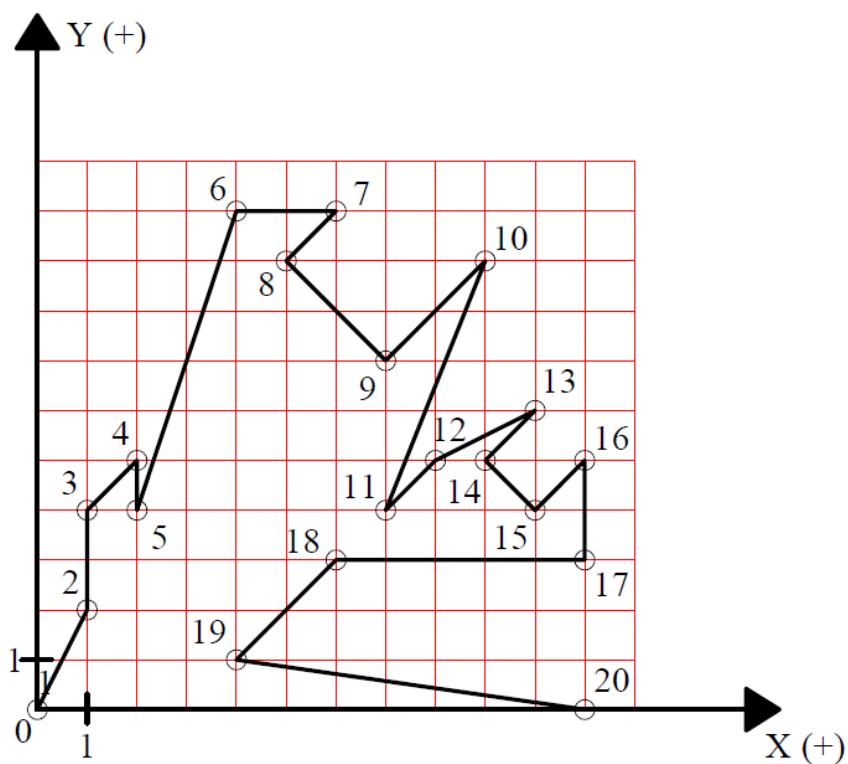
6.1.2. Praktiskais uzdevums. Programmēšana, izmantojot G90 un G91



Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais: 1. padziļinājis zināšanas par punktu koordinātu noteikšanu absolūto koordinātu sistēmā un pieaugošo koordinātu sistēmā; 2. guvis praktisko pieredzi CNC programmēšanas komandu G90 un G91 izvēlē un to pielietošanā.
Uzdevuma nosacījumi	Šis ir praktisks uzdevums, kurā izglītojamaais patstāvīgi pārlicinās, cik liela ir atšķirība starp divām iepriekšējā parauguzdevumā apgūtajām koordinātu sistēmām.
Vērtēšana	Pirmais pozitīvais vērtējums ir tad, ja izglītojamaais spējis pareizi noteikt vismaz 50% punktu koordinātu.
Papildus norādes	Šāda uzdevuma izpildē nav nepieciešams ne CNC simulators, ne dators, un nebūtu vēlams lietot arī kalkulatoru. Izglītojamajam ir jāmacās koordinātu noteikšanu un vienkāršu matemātisku aprēķinu veikšanu bez tehniskajiem palīgīdzekļiem. Pirms šāda tipa uzdevuma izpildes ir jābūt apgūtai teorijai par atbilstošo G komandu pielietojumu.



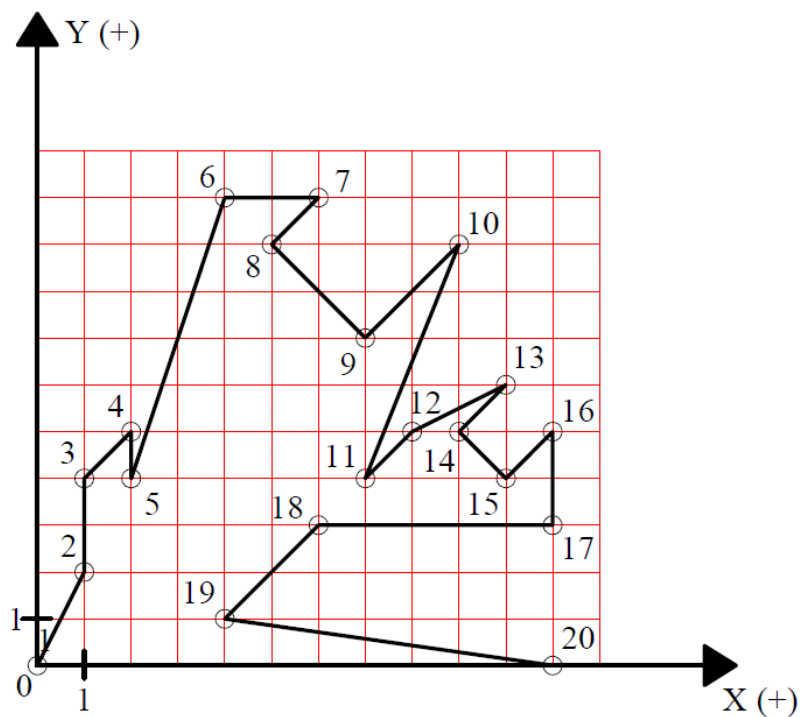
6.1.2. Praktiskais uzdevums Nr.1 programmēšanā, izmantojot G90 un G91



Koordinātu punkti	Absolūtās koordinātes		Pieaugošās koordinātes	
P1	X	Y	X	Y
P2	X	Y	X	Y
P3	X	Y	X	Y
P4	X	Y	X	Y
P5	X	Y	X	Y
P6	X	Y	X	Y
P7	X	Y	X	Y
P8	X	Y	X	Y
P9	X	Y	X	Y
P10	X	Y	X	Y
P11	X	Y	X	Y
P12	X	Y	X	Y
P13	X	Y	X	Y
P14	X	Y	X	Y
P15	X	Y	X	Y
P16	X	Y	X	Y
P17	X	Y	X	Y
P18	X	Y	X	Y
P19	X	Y	X	Y
P20	X	Y	X	Y



6.1.2. Praktiskais uzdevums programmēšanā, izmantojot G90 un G91. Pareizās atbildes



Koordinātu punkti	Absolūtās koordinātes		Pieaugošās koordinātes	
P1	X 0	Y 0	X 0	Y 0
P2	X 1	Y 2	X 1	Y 2
P3	X 1	Y 4	X 0	Y 2
P4	X 2	Y 5	X 1	Y 1
P5	X 2	Y 4	X 0	Y -1
P6	X 4	Y 10	X 2	Y 6
P7	X 6	Y 10	X 2	Y 0
P8	X 5	Y 9	X -1	Y -1
P9	X 7	Y 7	X 2	Y -2
P10	X 9	Y 9	X 2	Y 2
P11	X 7	Y 4	X -2	Y -5
P12	X 8	Y 5	X 1	Y 1
P13	X 10	Y 6	X 2	Y 1
P14	X 9	Y 5	X -1	Y -1
P15	X 10	Y 4	X 1	Y -1
P16	X 11	Y 5	X 1	Y 1
P17	X 11	Y 3	X 0	Y -2
P18	X 5	Y 3	X -6	Y 0
P19	X 4	Y 1	X -1	Y -2
P20	X 11	Y 0	X 7	Y -1



6.1.3. Frēzēšanas manuālajā programmēšanā izmantojamie universālie G un M kodi

6.1.3.1. G-kodu funkciju saraksts

Kods	Latviski	Angliski
G00	Pozicionēšana (ar ātro padevi)	Positioning
G01	Lineārā interpolācija (ar darba padevi)	Linear interpolation
G02	Apļa interpolācija pulksteņa rādītāja kustības virzienā (PRV)	Circular interpolation/Helical interpolation CW
G03	Apļa interpolācija pretēji PRV.	Circular interpolation/Helical interpolation CCW
G04	Pauze	Dwell
G10	Programmas datu ierakstīšana	Programmable data input
G11	Programmas datu ierakstīšanas atcelšana	Programmable
G15	Polāro koordinātu sistēmas atcelšana	Polar coordinate command cancel (option)
G16	Polāro koordinātu sistēma	Polar coordinate command (option)
G17	XY plaknes izvēle	XY plane selection
G18	XZ plaknes izvēle	ZX plane selection
G19	YZ plaknes izvēle	YZ plane selection
G20	Pārvietojuma vienība collās	Input in inch
G21	Pārvietojuma vienība milimetros	Input in mm
G28	Atgriešanās mašīnas nulles punktā	Automatic return to reference point
G30	Atgriešanās mašīnas otrajā nulles punktā	Second reference position return Third and fourth reference position return(option)
G31	Izlaišanas funkcija	Skip function
G33	Vītnes griešana	Threading
G40	Instrumenta rādiusa kompensācijas atcelšana	Cutter and tool-nose radius compensation cancel
G41	Instrumenta rādiusa kompensācija pa kreisi	Cutter and tool-nose radius compensation left
G42	Instrumenta rādiusa kompensācija pa labi	Cutter and tool-nose radius compensation
G43	Instrumenta garuma kompensācija „+” virzienā	Tool length compensation + direction
G44	Instrumenta garuma kompensācija „-”	Tool length compensation-direction
G49	Instrumenta garuma kompensācijas atcelšana	Tool length compensation/tool tip control cancel (option)
G50	Mērogošanas atcelšana	Scaling cancel (option)
G50.1	Spoguļattēla atcelšana	Programmable mirror image cancel (option)
G51	Mērogošana	Scaling (option)
G51.1	Spoguļattēls	Programmable mirror image (option)
G52	Vietējās koordinātu sistēmas izvēle	Local coordinate system setting
G53	Mērīšanas koordinātu sistēmas izvēle	Machine coordinate system selection
G54	1. darba koordinātu sistēmas izvēle	Work coordinate system 1setting
G54.1	Papildus darba koordinātu sistēmas izvēle(P1-P48)	Additional work piece coordinate system selection
G55	2. darba koordinātu sistēmas izvēle	Work coordinate system 2 setting



G56	3. darba koordinātu sistēmas izvēle	Work coordinate system 3 setting
G57	4. darba koordinātu sistēmas izvēle	Work coordinate system 4 setting
G58	5. darba koordinātu sistēmas izvēle	Work coordinate system 5 setting
G59	6. darba koordinātu sistēmas izvēle	Work coordinate system 6 setting
G65	Apakšprogrammas (MACRO) izsaukšana	Macro call
G68	Koordinātu sistēmas pagriešana	Coordinate system rotation/3-dimensional coordinate system conversion (option)
G69	Koordinātu sistēmas pagriešanas atcelšana	Coordinate system rotation cancel/3-dimensional coordinate system conversion cancel(option)
G73	Pakāpeniskais urbšanas cikls bez izcelšanas	Peck drilling cycle
G74	Vītnes urbšanas cikls pret PRV	Counter tapping cycle
G76	Izvirpošanas cikls	Fine boring cycle
G80	Standarta cikla atcelšana (G73-G89)	Canned cycle cancel
G81	Urbšanas cikls1	Drilling cycle, spot boring
G82	Urbšanas cikls ar pauci	Drilling cycle, counter boring cycle
G83	Pakāpeniskais urbšanas cikls	Peck drilling cycle
G84	Vītnes urbšanas cikls PRV	Tapping cycle
G85	Izvirpošanas cikls	Boring cycle
G86	Izvirpošanas cikls	Boring cycle
G87	Izvirpošanas cikls atpakaļgājienā	Back boring cycle
G88	Izvirpošanas cikls	Boring cycle
G89	Izvirpošanas cikls	Boring cycle
G90	Absolūtais pārvietojums	Absolute command
G91	Inkrementālais pārvietojums	Incremental command
G92	Darba koordinātu sistēmas izvēle	Work piece coordinate system setting
G94	Padeves lielums minūtē	Feed per minute
G95	Padeves lielums uz apgriezieniem	Feed per revolution
G98	Atgriešanās uz izejas punktu standarta ciklā	Return to initial point in canned cycle
G99	Atgriešanās uz R-punktu standarta ciklā	Return to R point in canned cycle



6.1.3.2. M-kodu funkciju saraksts

Kods	Latviski	Angliski
M00	Programmas apturēšana	Program stop
M01	Programmas apturēšana ar apstiprinājumu	Optional stop
M02	Programmas beigas	End off program
M03	Ieslēgt darba vārpstu PRV	The spindle starts to rotate clockwise
M04	Ieslēgt darba vārpstu pretēji PRV	The spindle starts to rotate counterclockwise
M05	Apturēt darba vārpstu	Spindle STOP
M06	Instrumenta maiņa	Tool change
M07	Appūšana ar gaisu	The air for chip will blow.(NOTE)
M08	Dzesēšanas šķidruma ieslēgšana	The coolant oil will blow.(NOTE)
M09	Izslēgt dzesēšanu	The coolant oil will stop
M10	Nofiksēt papildus (4) asi	When clamp/unclamp signal is used by means off additional axis specifications, the 4-axis is clamped
M11	Atbrīvot papildus (4) asi	When clamp/unclamp signal is used by means off additional axis specifications, the 4-axis is clamped
M19	Darba vārpstas orientēšana	The spindle is positioned to a specific point
M20	Dzesēšana caur darba vārpstu	Stop the center-through coolant pump (Option)
M23	Gaiss caur darba vārpstu	Outputs air from the tool tip (Option)
M24	Izslēgt dzesēšanu caur darba vārpstu	Stop center-through coolant/air purge (Option)
M29	Vītņu griešana bez adaptera	Tapping cycle is rigid mode
M30	Programmas beigas 2	The machine finishes the program.
M50	Appūšana ar gaisu	The air for chip will blow
M73	X-ass spoguļattēls	X-axis turns the mirror image function ON
M74	Y-ass spoguļattēls	Y-axis turns the mirror image function ON
M77	Atcelt spoguļattēlu	Mirror image is OFF
M98	Izsaukt apakšprogrammu	Calling of subprogram
M99	Apakšprogrammas beigas	End of subprogram



6.1.4. Piemērs Nr. 1. Apstrādes trajektorija

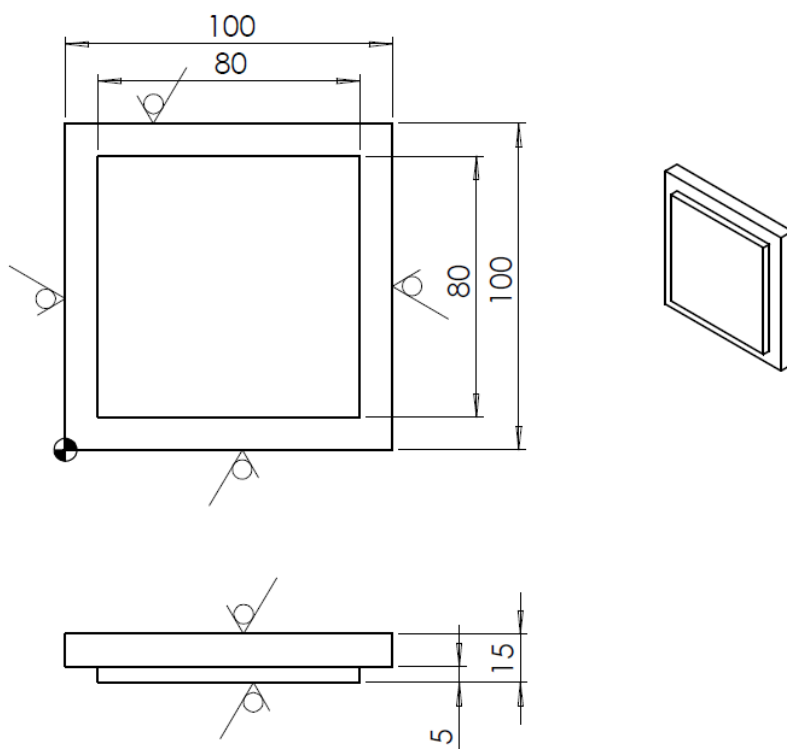


Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais: 1. spēj veidot vienkāršas CNC mašīnas darba programmas, izmantojot G00 un G01 kodus, 2. spēj veidot apstrādes trajektoriju, izmantojot kustību pa taisni un instrumenta rotācijas funkcijas
Uzdevuma nosacījumi	Šajā parauguzdevumā izglītojamaais (vēlams kopā ar pasniedzēju) mācās teorētisko zināšanu CNC programmēšanā pielietojumu praktiskajā programmēšanā, izmantojot speciālu CNC darba mašīnas mācību simulātoru, vai CNC mašīnas vadības statnes simulātoru (gadījumā, ja nav iespēja strādāt ar simulātoru kā vienkāršu datorprogrammu).
Vērtēšana	
Papildus norādes	✓ Lai šādu uzdevumu pildītu, audzēknim jau ir jābūt iepazīstinātam ar CNC simulatora lietošanas principiem. ✓ Šis uzdevums ir vienkāršs, tāda tipa rasējumu nav grūti uzzīmēt uz tāfeles, vai arī izmainīt tikai rasējumā dotās detaļas izmērus. Tas nozīmē, ka nodarbību laikā pasniedzējam ir iespēja rosināt izglītojamos uz patstāvīgu darbu līdz pilnīgai šajā uzdevumā iekļautās mācību vielas apguvei.





6.1.4. Piemērs Nr.1. Apstrādes trajektorija



Sagatave					
Sagataves izmēri			100 x 100 x 20		
Sagataves materiāls			S235JRG2		
Sagataves fiksācija			Skrūvspīles		
Koordinātu sistēmas nulles punkts			Sagataves kreisais apakšējais stūris (no rasējuma pretskata)		
Darba instruments					
Instrum ents	Pirkstfrēze	Ø20	z=4	HSS Co8	
Instrumenta darba parametri		Skat. katalogu „Hoffmann Group nr.40” (195.lpp)			
		V=23m/min	f _z =0,035	a _e =0,5*Ø	
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins		
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D}$ (apgr. /min)	$S = \frac{1000 * 23}{3.14 * 20} = 366$ (apgr./min)		
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins		
		$F = S * f_z * z$ (mm /min)	$F = 366 * 0,035 * 4 = 51$ (mm/min)		
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins		
		$a_e = 0,5 * D$ (mm)	$a_e = 0,5 * 20 = 10$ (mm)		
Kompensācijas sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø			X50 Y-20
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta			



Komanda	Paskaidrojums
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0001	• Programmas nosaukums;
N10 G17 G21 G54 G90	• Programmas rindiņas kārtas numurs; • XY plaknes izvēle; • Pārvietoējums metriskā sistēmā; • Nulles punkta izvēle: viens no iespējamajiem pieciem nullpunktiem (atskaites punktiem); • Absolūtā pārvietoējuma ieslēgšana;
N20 M06 T01 H01 D01	• Aktīvā instrumenta nomaiņa uz nepieciešamo; • Instrumenta izvēle (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (H – instrumenta garums, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (D – instrumenta rādiuss, 01 – instrumenta numurs);
N30 S366 M03	• Darba vārpstas rotācijas ātruma uzstādīšana; • Instrumenta rotācijas ieslēgšana pulksteņrādītāja virzienā;
N40 G00 X50. Y-20.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi (Izvēlēts nosacīts attālums, pietiekams, lai stātos spēkā apstrādei nepieciešamā instrumenta rādiusa kompensācija);
N50 G43 G00 Z50.	• Instrumenta garuma kompensācijas ieslēgšana; • Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu (pārbaudām detaļas un instrumenta piesaisti);
N60 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirmsapstrādes augstumu;
N70 G01 Z-5. F51.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu; • Darba padeves uzstādīšana mm/min;
N80 G41 G01 X50. Y10.	• Instrumenta rādiusa korekcijas ieslēgšana pa kreisi; • Lineāra pārvietošanās ar darba padevi pa X un Y asi;
N90 G01 X10. Y10.	• Lineāra pārvietošanās;
N100 G01 X10. Y90.	• Lineāra pārvietošanās;
N110 G01 X90. Y90.	• Lineāra pārvietošanās;
N120 G01 X90. Y10.	• Lineāra pārvietošanās;
N130 G01 X50. Y10.	• Lineāra pārvietošanās;
N140 G40 G01 X50. Y-20.	• Instrumenta rādiusa kompensācijas atslēgšana; • Lineāra pārvietošanās;
N150 G00 Z50.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz drošības augstumu (pabeigta četrstūra kontūras apstrāde);
N160 G49	• Instrumenta garuma kompensācijas atslēgšana;
N170 G91 G28 Z0	• Inkrementālā pārvietoējuma ieslēgšana; • Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
N180 G28 X0 Y0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X un Y asi;
N190 M30	• Programmas beigas;
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;



6.1.5. Praktiskais uzdevums Nr.1. Apstrādes trajektorija

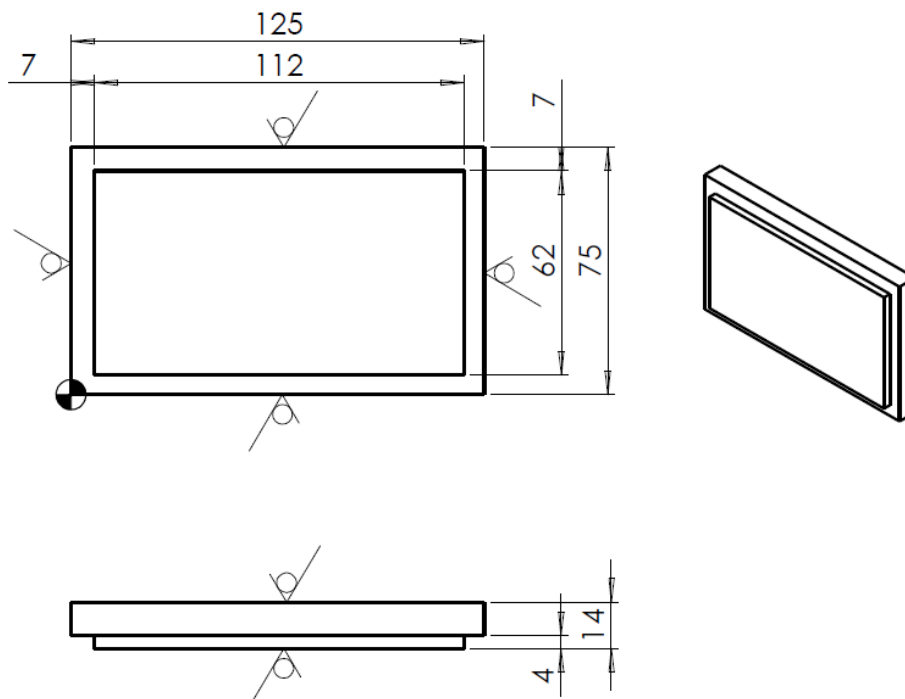


Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais: 1. spēj patstāvīgi veidot CNC mašīnas darba programmas, kombinējot G00 un G01 kodu komandas, 2. spēj veidot apstrādes trajektoriju, ievērot tehnoloģisko apstrādes secību.
Uzdevuma nosacījumi	
Vērtēšana	Pirmais pozitīvais vērtējums ir tad, ja izglītojamaais bez pasniedzēja palīdzības ir spējis pēc rasējuma saprast darba uzdevumu, izpildīt to vismaz par 50%.
Papildus norādes	Šis nav tālmācības darbs, jo šī uzdevuma pareizās atbildes netiek dotas. Taču, ja Jūs jau esat iemācījies brīvi strādāt ar simulātoru, par uzdevuma izpildi var pārliecināties simulācijas laikā.





6.1.5. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Apstrādes trajektorija



Sagatave				
Sagataves izmēri			125 x 75 x 14	
Sagataves materiāls			S235JRG2	
Sagataves fiksācija			Skrūvspīles	
Koordinātu sistēmas nulles punkts			Sagataves kreisais apakšējais stūris (no rasējuma pretskata)	
Darba instruments				
Instruments	Pirkstfrēze	Ø20	z=4	HSS Co8
Instrumenta darba parametri		Skat. katalogu „Hoffmann Group nr.40” (195.lpp)		
		V=23m/min	f _z =0,035	a _e =0,5*Ø
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$	$S = \frac{1000 * 23}{3.14 * 20} = 366 \text{ (apgr./min)}$	
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$	$F = 366 * 0,035 * 4 = 51 \text{ (mm/min)}$	
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$	$a_e = 0,5 * 20 = 10 \text{ (mm)}$	
Kompensācijas sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø		X62,5 Y-20
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta		



6.1.6. Piemērs Nr.2. Apstrādes trajektorija

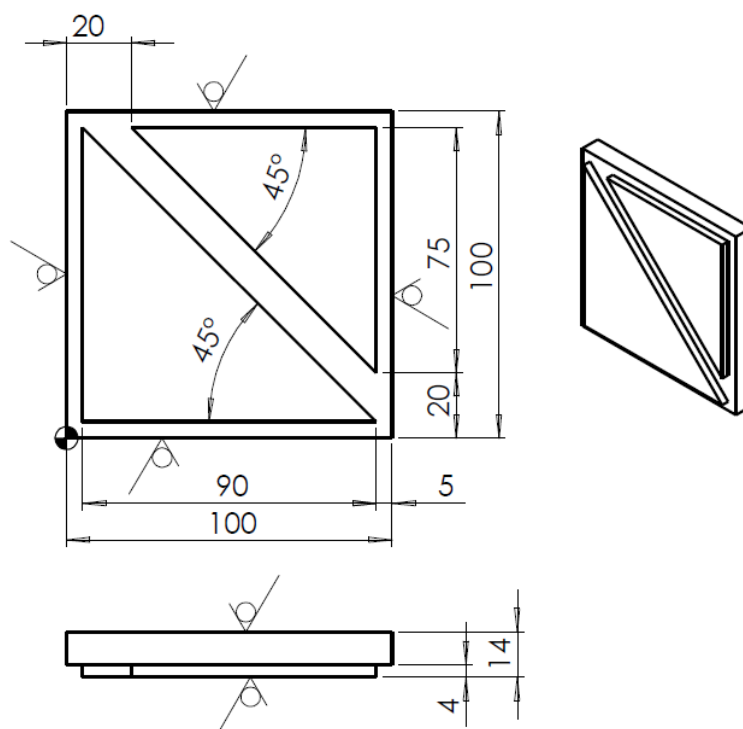


Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4.līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais: 1. spēj patstāvīgi veidot CNC mašīnas darba programmas, kombinējot G00 un G01 kodu komandas, 2. spēj veidot apstrādes trajektoriju, ievērot tehnoloģisko apstrādes secību, analizēt to un izvēlēties optimālo risinājumu.
Uzdevuma nosacījumi	Šis parauguzdevums izglītojamajam jāveic patstāvīgi. Pasniedzējam ir jāgūst atgriezeniskā saikne par šī parauguzdevuma atšķirību, vai līdzību ar uzdevumu 6.1.5.
Vērtēšana	Tā kā šis uzdevums ir vienkāršs un īss, tad nebūs grūti pēc izpildes klasē to ierakstīt simulātorā vai pārbaudīt to dialogā ar audzēkni.
Papildus norādes	Kad šis parauguzdevums ir izpildīts klasē, to var dot arī kā mājas darbu (nepieciešams tikai rasējums un sagataves parametri). Izglītojamais jau iepriekšējos darba burtnīcas uzdevumos ir iemācījies izvēlēties instrumentus un rēķināt apstrādes režīmus, kā arī sastādīt darba programmas.





6.1.6. Piemērs Nr.2. Apstrādes trajektorija.



Sagatave				
Sagataves izmēri		100 x 100 x 14		
Sagataves materiāls		S235JRG2		
Sagataves fiksācija		Skrūvspīles		
Koordinātu sistēmas nulles punkts		Sagataves kreisais apakšējais stūris (no rasējuma pretskata)		
Darba instruments				
Instrumenti	Pirkstfrēze	Ø10	z=4	HSS Co8
Instrumenta darba parametri		Skat. katalogu „Hoffmann Group nr.40” (195.lpp)		
		V=28m/min	f _z =0,016	a _e =0,5*Ø
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D}$ (apgr./min)	$S = \frac{1000 * 28}{3.14 * 10} = 891$ (apgr./min)	
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z$ (mm/min)	$F = 891 * 0,016 * 4 = 57$ (mm/min)	
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D$ (mm)	$a_e = 0,5 * 10 = 5$ (mm)	
Kompensācijas sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø		X-20 Y50
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta		



Komanda	Paskaidrojums
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0002	• Programmas nosaukums;
N10 G17 G21 G54 G90	• Programmas rindiņas kārtas numurs; • XY plaknes izvēle; • Pārvietojums metriskā sistēmā; • Nulles punkta izvēle: viens no iespējamajiem pieciem nullpunktiem (atskaites punktiem); • Absolūtā pārvietojuma ieslēgšana;
N20 M06 T01 H01 D01	• Aktīvā instrumenta nomaiņa uz nepieciešamo; • Instrumenta izvēle (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (H – instrumenta garums, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (D – instrumenta rādiuss, 01 – instrumenta numurs);
N30 S891 M03	• Darba vārpstas rotācijas ātrums uzstādīšana; • Instrumenta rotācijas ieslēgšana pulksteņrādītāja virzienā;
N40 G00 X-20. Y50.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi (Izvēlēts nosacīts attālums, pietiekams, lai stātos spēkā apstrādei nepieciešamā instrumenta rādiusa kompensācija);
N50 G43 G00 Z50.	• Instrumenta garuma kompensācijas ieslēgšana; • Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu (pārbaudām detaļas un instrumenta piesaisti);
N60 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N70 G01 Z-4. F57.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu; • Darba padeves uzstādīšana mm/min;
N80 G41 G01 X5. Y50.	• Instrumenta rādiusa korekcijas ieslēgšana pa kreisi; • Lineāra pārvietošanās ar darba padevi pa X un Y asi;
N90 G01 X5. Y95.	• Lineāra pārvietošanās;
N100 G01 X95. Y5.	• Lineāra pārvietošanās;
N110 G01 X5. Y5.	• Lineāra pārvietošanās;
N120 G01 X5. Y50.	• Lineāra pārvietošanās;
N130 G40 G01 X-20. Y50.	• Instrumenta rādiusa kompensācijas atslēgšana; • Lineāra pārvietošanās;
N140 G00 Z50.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz drošības augstumu (pabeigta pirmā trīsstūra kontūras apstrāde);
N150 G00 X120. Y57.5	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi (Izvēlēts nosacīts attālums, pietiekams, lai stātos spēkā apstrādei nepieciešamā instrumenta rādiusa kompensācija);
N160 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N170 G01 Z-4.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu;
N180 G41 G01 X95. Y57.5	• Instrumenta rādiusa korekcijas ieslēgšana pa kreisi; • Lineāra pārvietošanās ar darba padevi pa X un Y asi;
N190 G01 X95. Y20.	• Lineāra pārvietošanās;
N200 G01 X20. Y95.	• Lineāra pārvietošanās;



N210 G01 X95. Y95.	• Lineāra pārvietošanās;
N220 G01 X95. Y57.5	• Lineāra pārvietošanās;
N230 G40 G01 X120. Y57.5	• Instrumenta rādiusa kompensācijas atslēgšana; • Lineāra pārvietošanās;
N240 G00 Z50.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz drošības augstumu (pabeigta četrstūra kontūras apstrāde);
N250 G49	• Instrumenta garuma kompensācijas atslēgšana;
N260 G91 G28 Z0	• Inkrementālā pārvietoējuma ieslēgšana; • Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
N270 G28 X0 Y0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X un Y asi;
N280 M30	• Programmas beigas;
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;



6.1.7. Piemērs Nr.3. Optimālā apstrādes trajektorija

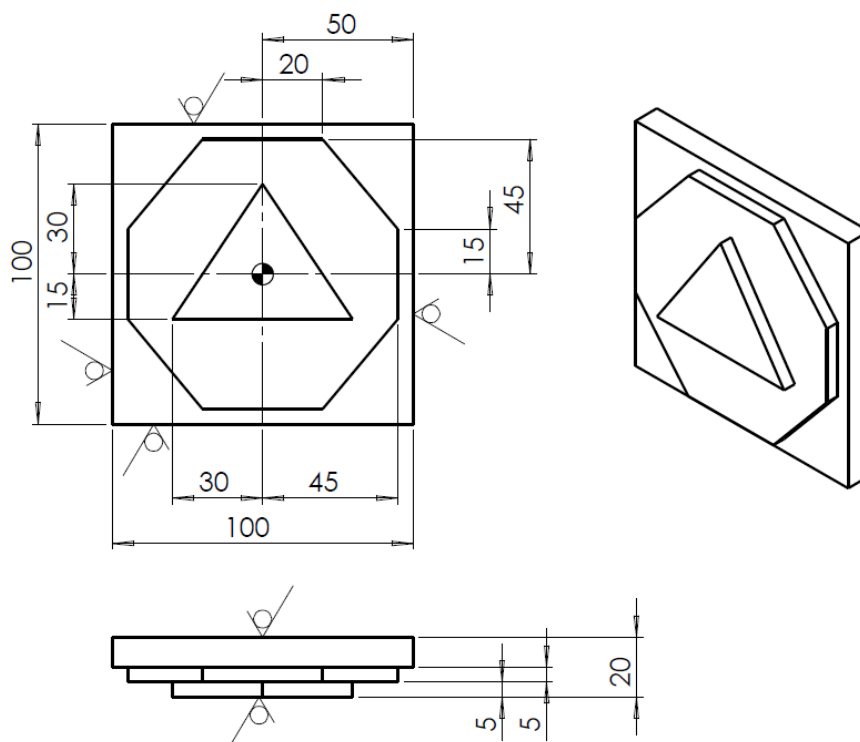


Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B1 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais: 1. spēj patstāvīgi veidot CNC mašīnas darba programmas, kombinējot G00 un G01 kodu komandas, 2. spēj veidot apstrādes trajektoriju, ievērot tehnoloģisko apstrādes secību, analizēt to un izvēlēties optimālo risinājumu 3. prot uzrakstīt programmas sākuma un beigu komandu blokus.
Uzdevuma nosacījumi	Šis ir praktiskais treniņuzdevums, kurā izglītojamais apliecina un nostiprina savas 6.1.4; 6.1.5 un 6.1.6. uzdevumā iegūtās praktiskās iemaņas programmas sākuma un beigu rakstīšanā un apstrādes procesa, izmantojot komandas G00 un G01, veidošanā.
Vērtēšana	Pirmais pozitīvais vērtējums ir tad, ja audzēknis spējis doto uzdevumu izpildīt par vismaz 50%.
Papildus norādes	Šāda tipa uzdevums ir pietiekami sarežģīts, lai iesācējs, CNC speciālists, izmantotu pasniedzēju – praktiķi, kurš spēj sniegt konsultācijas darba programmas sastādīšanai.





6.1.7. Piemērs Nr.3. Optimālā apstrādes trajektorija.

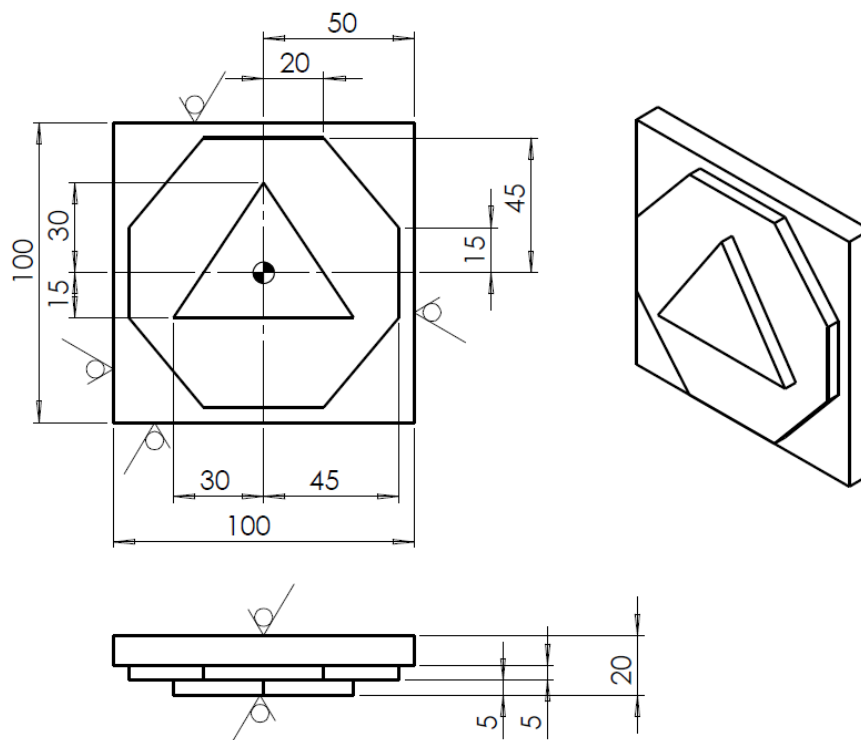


Sagatave					
Sagataves izmēri			100 x 100 x 20		
Sagataves materiāls			S235JRG2		
Sagataves fiksācija			Skrūvspīles		
Koordinātu sistēmas nulles punkts			Sagataves vidus (no rasējuma pretskata)		
Darba instruments					
Instruments	Pirkstfrēze	Ø30	z=6	HSS Co5	
Instrumenta darba parametri		Skat. katalogu „Hoffmann Group nr.40”			
		V=28m/min	f _z =0,04	a _e =0,5*Ø	
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins		
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D}$ (apgr./min)	$S = \frac{1000 * 28}{3.14 * 30} = 297$ (apgr./min)		
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins		
		$F = S * f_z * z$ (mm/min)	$F = 297 * 0,04 * 6 = 71$ (mm/min)		
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins		
		$a_e = 0,5 * D$ (mm)	$a_e = 0,5 * 30 = 15$ (mm)		
Kompensācijas sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø			X0 Y-90
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta			





6.1.8. Piemērs Nr. 4. Optimālā apstrādes trajektorija



Sagatave					
Sagataves izmēri			100 x 100 x 20		
Sagataves materiāls			S235JRG2		
Sagataves fiksācija			Skrūvspīles		
Koordinātu sistēmas nulles punkts			Sagataves vidus (no rasējuma pretskata)		
Darba instruments					
Instrumenti	Pirkstfrēze	Ø30	z=6	HSS Co5	
Instrumenta darba parametri		Skat. katalogu „Hoffmann Group nr.40”			
		V=28m/min	f _z =0,04	a _e =0,5*Ø	
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins		
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$	$S = \frac{1000 * 28}{3.14 * 30} = 297 \text{ (apgr./min)}$		
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins		
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$	$F = 297 * 0,04 * 6 = 71 \text{ (mm/min)}$		
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins		
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$	$a_e = 0,5 * 30 = 15 \text{ (mm)}$		
Kompensācijas sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø			X0 Y-90
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta			



Komanda	Paskaidrojums
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0003	• Programmas nosaukums;
N10 G17 G21 G54 G90	• Programmas rindiņas kārtas numurs; • XY plaknes izvēle; • Pārvietojums metriskā sistēmā; • Nulles punkta izvēle: viens no iespējamajiem pieciem nullpunktiem (atskaites punktiem); • Absolūtā pārvietojuma ieslēgšana;
N20 M06 T01 H01 D01	• Aktīvā instrumenta nomainīšana uz nepieciešamo; • Instrumenta izvēle (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (H – instrumenta garums, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (D – instrumenta rādiuss, 01 – instrumenta numurs);
N30 S297 M03	• Darba vārpstas rotācijas ātrums uzstādīšana; • Instrumenta rotācijas ieslēgšana pulksteņrādītāja virzienā;
N40 G00 X0. Y-90.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi (Izvēlēts nosacīts attālums, pietiekams, lai stātos spēkā apstrādei nepieciešamā instrumenta rādiusa kompensācija);
N50 G43 G00 Z50.	• Instrumenta garuma kompensācijas ieslēgšana; • Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu (pārbaudām detaļas un instrumenta piesaisti);
N60 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N70 G01 Z-10. F71.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu; • Darba padeves uzstādīšana mm/min;
N80 G41 G01 X0. Y-45.	• Instrumenta rādiusa korekcijas ieslēgšana pa kreisi; • Lineāra pārvietošanās ar darba padevi pa X un Y asi;
N90 G01 X-20. Y-45.	• Lineāra pārvietošanās;
N100 G01 X-45. Y-15.	• Lineāra pārvietošanās;
N110 G01 X-45. Y15.	• Lineāra pārvietošanās;
N120 G01 X-20. Y45.	• Lineāra pārvietošanās;
N130 G01 X20. Y45.	• Lineāra pārvietošanās;
N140 G01 X45. Y15.	• Lineāra pārvietošanās;
N150 G01 X45. Y-15.	• Lineāra pārvietošanās;
N160 G01 X20. Y-45.	• Lineāra pārvietošanās;
N170 G01 X0. Y-45.	• Lineāra pārvietošanās;
N180 G40 G01 X0. Y-90.	• Instrumenta rādiusa kompensācijas atslēgšana; • Lineāra pārvietošanās (pabeigta astoņstūra kontūras apstrāde);
N190 G01 Z-5.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu;
N200 G41 G01 X0. Y-15.	• Instrumenta rādiusa korekcijas ieslēgšana pa kreisi; • Lineāra pārvietošanās ar darba padevi pa X un Y asi;
N210 G01 X-30. Y-15.	• Lineāra pārvietošanās;
N220 G01 X0. Y30.	• Lineāra pārvietošanās;
N230 G01 X30. Y-15.	• Lineāra pārvietošanās;

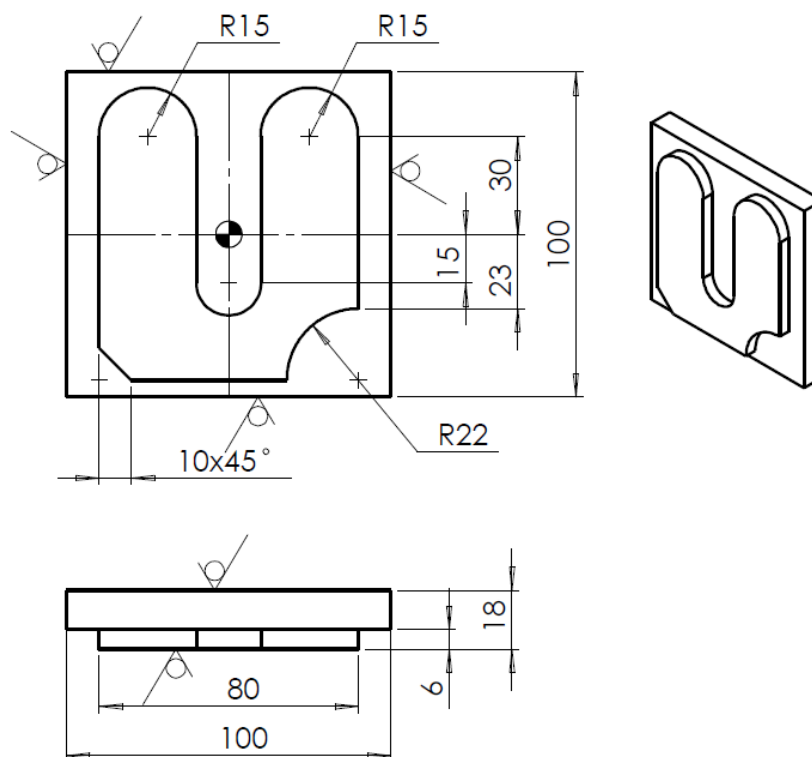


N240 G01 X0. Y-15.	• Lineāra pārvietošanās;
N250 G40 G01 X0. Y-90.	• Instrumenta rādiusa kompensācijas atslēgšana; • Lineāra pārvietošanās;
N260 G00 Z50.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz drošības augstumu (pabeigta trīsstūra kontūras apstrāde);
N270 G49	• Instrumenta garuma kompensācijas atslēgšana;
N280 G91 G28 Z0	• Inkrementālā pārvietoējuma ieslēgšana; • Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
N290 G28 X0 Y0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X un Y asi;
N300 M30	• Programmas beigas;
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;





6.1.9. Piemērs Nr.5. Apstrādes trajektorija



Sagatave				
Sagataves izmēri		100 x 100 x 18		
Sagataves materiāls		S355JRG2		
Sagataves fiksācija		Skrūvspīles		
Koordinātu sistēmas nulles punkts		Sagataves vidus (no rasējuma pretskata)		
Darba instruments				
Instruments	Pirkstfrēze	Ø16	z=3	HSS PM
Instrumenta darba parametri		Skat. katalogu „Hoffmann Group nr.40”		
		V=64m/min	f _z =0,03	a _e =0,5*Ø
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D}$ (apgr./min)	$S = \frac{1000 * 64}{3.14 * 16} = 1273$ (apgr./min)	
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z$ (mm/min)	$F = 1273 * 0,03 * 3 = 114$ (mm/min)	
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D$ (mm)	$a_e = 0,5 * 16 = 8$ (mm)	
Kompensācijas sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø		X-70 Y50
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta		



Komanda	Paskaidrojums
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0007	• Programmas nosaukums;
N10 G17 G21 G54 G90	• Programmas rindiņas kārtas numurs; • XY plaknes izvēle; • Pārvietojums metriskā sistēmā; • Nulles punkta izvēle: viens no iespējamajiem pieciem nullpunktiem (atskaites punktiem); • Absolutā pārvietoējuma ieslēgšana;
N20 M06 T01 H01 D01	• Aktīvā instrumenta nomaina uz nepieciešamo; • Instrumenta izvēle (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (H – instrumenta garums, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (D – instrumenta rādiuss, 01 – instrumenta numurs);
N30 S1273 M03	• Darba vārpstas rotācijas ātrumss uzstādīšana; • Instrumenta rotācijas ieslēgšana pulksteņrādītāja virzienā;
N40 G00 X-70. Y50.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi (Izvēlēts nosacīts attālums, pietiekams, lai stātos spēkā apstrādei nepieciešamā instrumenta rādiusa kompensācija);
N50 G43 G00 Z50.	• Instrumenta garuma kompensācijas ieslēgšana; • Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu (pārbaudām detaļas un instrumenta piesaisti);
N60 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N70 G01 Z-6. F114.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu; • Darba padeves uzstādīšana mm/min;
N80 G01 X-45. Y50.	• Lineāra pārvietošanās;
N90 G00 Z50.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu;
N100 G00 X0. Y70.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;
N110 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N120 G01 Z-6.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu;
N130 G01 X0. Y45.	• Lineāra pārvietošanās;
N140 G00 Z50.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu;
N150 G00 X50. Y70.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;
N160 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N170 G01 Z-6.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu;
N180 G01 X45. Y50.	• Lineāra pārvietošanās;
N190 G00 Z50.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu;
N200 G00 X70. Y-40.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;



N210 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N220 G01 Z-6.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu;
N230 G01 X40. Y-35.	• Lineāra pārvietošanās;
N240 G01 X35. Y-50.	• Lineāra pārvietošanās;
N250 G01 X50. Y-50.	• Lineāra pārvietošanās;
N260 G00 Z50.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu;
N270 G00 X-50. Y-70.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;
N280 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N290 G01 Z-6.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu;
N300 G01 X-45. Y-45.	• Lineāra pārvietošanās (pabeigta plaknes apstrāde);
N310 G00 Z50.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu;
N320 G00 X-70. Y0.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;
N330 G01 Z-6.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu;
N340 G41 G01 X-40. Y0.	• Instrumenta rādiusa korekcijas ieslēgšana pa kreisi; • Lineāra pārvietošanās ar darba padevi pa X un Y asi;
N350 G01 X-40. Y30.	• Lineāra pārvietošanās;
N360 G02 X-10. Y30. R15.	• Aplā interpolācijas pulksteņa rādītāja virzienā;
N370 G01 X-10. Y-15.	• Lineāra pārvietošanās;
N380 G03 X10. Y-15. R10.	• Aplā interpolācijas pretēji pulksteņa rādītāja virzienam;
N390 G01 X10. Y30.	• Lineāra pārvietošanās;
N400 G02 X40. Y30. R15.	• Aplā interpolācijas pulksteņa rādītāja virzienā;
N410 G01 X40. Y-23.	• Lineāra pārvietošanās;
N420 G03 X18. Y-45. R22.	• Lineāra pārvietošanās;
N430 G01 X-30. Y-45.	• Lineāra pārvietošanās;
N440 G01 X-40. Y-35.	• Lineāra pārvietošanās;
N450 G01 X-40. Y-0.	• Lineāra pārvietošanās;
N460 G40 G01 X-70. Y0.	• Instrumenta rādiusa kompensācijas atslēgšana; • Lineāra pārvietošanās (pabeigta kontūras apstrāde);
N470 G00 Z50.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz drošības augstumu (pabeigta trīsstūra kontūras apstrāde);
N480 G49	• Instrumenta garuma kompensācijas atslēgšana;
N490 G91 G28 Z0	• Inkrementālā pārvietoējuma ieslēgšana; • Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
N500 G28 X0 Y0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X un Y asi;
N510 M30	• Programmas beigas;
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;



6.1.10. Praktiskais uzdevums Nr.2. Apstrādes trajektorija

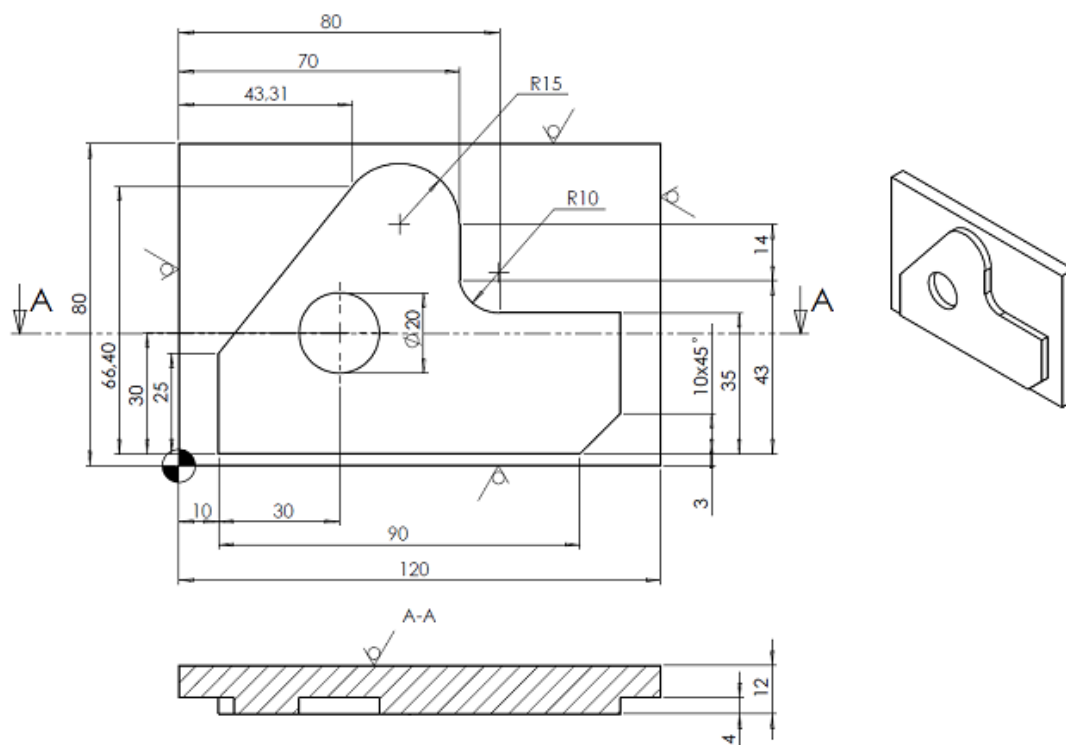


Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais: 1. spēj patstāvīgi veidot CNC mašīnas darba programmas, kombinējot G00, G01 un G02, G03 kodu komandas, izmantojot G90, 2. spēj veidot apstrādes trajektoriju, ievērot tehnoloģisko apstrādes secību, analizēt to un izvēlēties optimālo risinājumu, 3. prot uzrakstīt programmas sākuma un beigu komandu blokus.
Uzdevuma nosacījumi	Šajā treniņuzdevumā audzēknis nostiprina savas iepriekšējā mācību periodā iegūtās kompetences frēzēšanā ar komandām G00, G01, G02, G03. Darbs jāveic simulācijas programmā.
Vērtēšana	Pasniedzējam ir jāpārliciecinās, ka ir realizēts pareizs G00, G01, G02, G03 komandu pielietojums. Pirmais pozitīvais vērtējums, ja detaļa ir izgatavota vismaz 50% apjomā.
Papildus norādes	Šo uzdevumu var izmantot arī kā tālmācības uzdevumu, ja audzēknim ir pieejams simulators un iespēja apskatīt tālāk doto optimālo apstrādes trajektoriju.





6.1.10. Praktiskais uzdevums Nr.2. Apstrādes trajektorija.



Sagatave				
Sagataves izmēri		120 x 80 x 12		
Sagataves materiāls		S235JRG2		
Sagataves fiksācija		Skrūvspīles		
Koordinātu sistēmas nulles punkts		Sagataves kreisais apakšējais stūris (no rasējuma pretskata)		
Darba instruments				
Instrumenti	Pirkstfrēze	Ø16	z=3	VHM
Instrumenta darba parametri		Skat. katalogu „Hoffmann Group nr.40”		
		V=120m/min	f _z =0,1	a _e =0,5*Ø
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$	$S = \frac{1000 * 120}{3.14 * 16} = 2388 \text{ (apgr./min)}$	
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$	$F = 2388 * 0,1 * 3 = 716 \text{ (mm/min)}$	
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$	$a_e = 0,5 * 16 = 8 \text{ (mm)}$	

Kompensācijas sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø	X-30 Y75
	Pieēja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta	

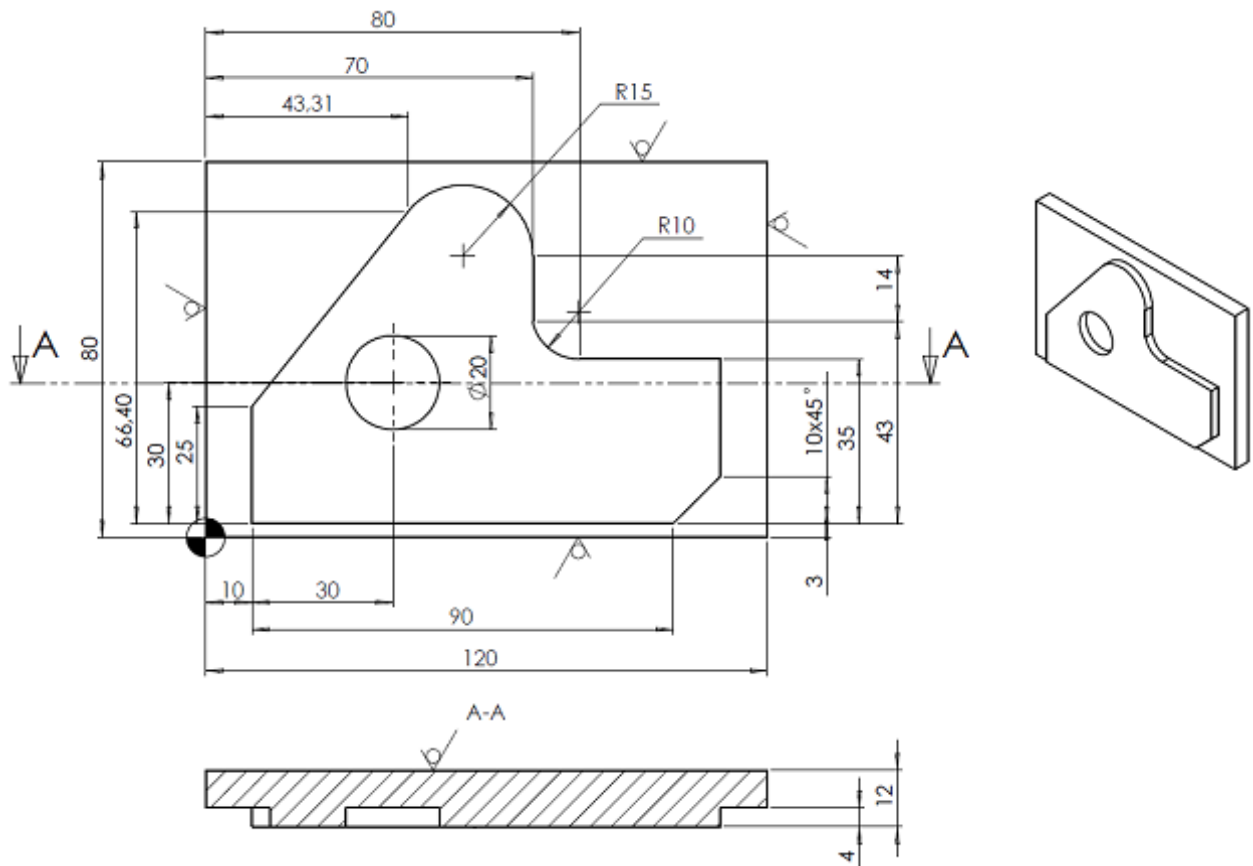


Līdzfinansē
 Eiropas Savienības
 Erasmus+ programma





6.1.11. Piemērs Nr. 6. Optimālā apstrādes trajektorija



Sagatave				
Sagataves izmēri			120 x 80 x 12	
Sagataves materiāls			S235JRG2	
Sagataves fiksācija			Skrūvspīles	
Koordinātu sistēmas nulles punkts			Sagataves kreisais apakšējais stūris (no rasējuma pretskata)	
Darba instruments				
Instruments	Pirkstfrēze	Ø16	z=3	VHM
Instrumenta darba parametri		Skat. katalogu „Hoffmann Group nr.40”		
		V=120m/min	f _z =0,1	a _e =0,5*Ø
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$	$S = \frac{1000 * 120}{3.14 * 16} = 2388 \text{ (apgr./min)}$	
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$	$F = 2388 * 0,1 * 3 = 716 \text{ (mm/min)}$	
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$	$a_e = 0,5 * 16 = 8 \text{ (mm)}$	
Kompensācijas sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø		
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta		
		X-30 Y75		



Komanda	Paskaidrojums
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0008	• Programmas nosaukums;
N10 G17 G21 G54 G90	• Programmas rindiņas kārtas numurs; • XY plaknes izvēle; • Pārvietojums metriskā sistēmā; • Nulles punkta izvēle: viens no iespējamajiem pieciem nullpunktiem (atskaites punktiem); • Absolūtā pārvietojuma ieslēgšana;
N20 M06 T01 H01 D01	• Aktīvā instrumenta nomaiņa uz nepieciešamo; • Instrumenta izvēle (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (H – instrumenta garums, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (D – instrumenta rādiuss, 01 – instrumenta numurs);
N30 S2388 M03	• Darba vārpstas rotācijas ātrums uzstādīšana; • Instrumenta rotācijas ieslēgšana pulksteņrādītāja virzienā;
N40 G00 X-30. Y75.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi (Izvēlēts nosacīts attālums, pietiekams, lai stātos spēkā apstrādei nepieciešamā instrumenta rādiusa kompensācija);
N50 G43 G00 Z50.	• Instrumenta garuma kompensācijas ieslēgšana; • Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu (pārbaudām detaļas un instrumenta piesaisti);
N60 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N70 G01 Z-4. F716.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu; • Darba padeves uzstādīšana mm/min;
N80 G01 X27. Y75.	• Lineāra pārvietošanās;
N90 G01 X10. Y48.	• Lineāra pārvietošanās;
N100 G01 X0. Y48.	• Lineāra pārvietošanās;
N110 G01 X0. Y60.	• Lineāra pārvietošanās;
N120 G01 X18. Y60.	• Lineāra pārvietošanās;
N130 G00 Z50.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu
N140 G00 X80. Y100.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;
N150 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N160 G01 Z-4.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu;
N170 G01 X80. Y76.	• Lineāra pārvietošanās;
N180 G01 X114. Y76.	• Lineāra pārvietošanās;
N190 G01 X114. Y62.	• Lineāra pārvietošanās;
N200 G01 X80. Y62.	• Lineāra pārvietošanās;
N210 G01 X80. Y50.	• Lineāra pārvietošanās;
N220 G01 X120. Y50.	• Lineāra pārvietošanās;



N230 G00 Z50.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu
N240 G00 X140. Y0.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;
N250 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N260 G01 Z-4.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu;
N270 G01 X120. Y0.	• Lineāra pārvietošanās (pabeigta plaknes apstrāde);
N280 G00 Z50.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu
N290 G00 X-30. Y12.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;
N300 G01 Z-4.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu;
N310 G41 G01 X10. Y12.	• Instrumenta rādiusa korekcijas ieslēgšana pa kreisi; • Lineāra pārvietošanās ar darba padevi pa X un Y asi;
N320 G01 X10. Y28.	• Lineāra pārvietošanās;
N330 G01 X43.31 Y69.40	• Lineāra pārvietošanās;
N340 G02 X700. Y60. R15.	• Aplā interpolācijas pulksteņa rādītāja virzienā;
N350 G01 X70. Y47.	• Lineāra pārvietošanās;
N360 G03 X80. Y35. R10.	• Aplā interpolācija pretēji pulksteņa rādītāja virzienam;
N370 G01 X110. Y35.	• Lineāra pārvietošanās;
N380 G01 X110. Y13.	• Lineāra pārvietošanās;
N390 G01 X100. Y3.	• Lineāra pārvietošanās;
N400 G01 X10. Y3.	• Lineāra pārvietošanās;
N450 G01 X10. Y12.	• Lineāra pārvietošanās;
N460 G40 G01 X-30. Y12.	• Instrumenta rādiusa kompensācijas atslēgšana; • Lineāra pārvietošanās (pabeigta kontūras apstrāde);
N470 G00 Z50.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz drošības augstumu;
N480 G00 X40. Y33.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;
N490 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N500 G01 Z-4. F22.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu; • Darba padeves uzstādīšana (20% no F) mm/min;
N510 G41 G01 X40. Y43. F114.	• Instrumenta rādiusa korekcijas ieslēgšana pa kreisi; • Lineāra pārvietošanās ar darba padevi pa X un Y asi; • Darba padeves uzstādīšana mm/min;
N520 G03 X40. Y23. R10.	• Aplā interpolācija pretēji pulksteņa rādītāja virzienam;
N530 G03 X40. Y43. R10.	• Aplā interpolācija pretēji pulksteņa rādītāja virzienam;
N540 G40 G01 X40. Y33.	• Instrumenta rādiusa kompensācijas atslēgšana; • Lineāra pārvietošanās (pabeigta kontūras apstrāde);
N470 G00 Z50.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz drošības augstumu;
N480 G49	• Instrumenta garuma kompensācijas atslēgšana;
N490 G91 G28 Z0	• Inkrementālā pārvietoējuma ieslēgšana; • Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
N500 G28 X0 Y0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X un Y asi;
N510 M30	• Programmas beigas;
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;



6.1.12. Virpošanas manuālajā programmēšanā izmantojamie universālie G un M kodi

6.1.12.1 G-kodu funkciju saraksts

Kods	Latviski	Angliski
G00	Pozicionēšana	Rapid positioning
G01	Lineāra kustība pa taisni	Straight line cutting
G02	Lokveida kustība pulksteņa rādītāja virzienā	Circular cutting (clockwise)
G03	Lokveida kustība pretēji PRV.	Circular cutting (counter clockwise)
G04	Pauze (milisekundes)	Pause
G20	Pārvietojuma mērvienība collās	British System data input
G21	Pārvietojuma mērvienība milimetros	Metric System data input
G28	Atgriešanās mašīnas nulles punktā	Auto machine Zero Point reset
G50	Darba vārpstas max. apgriezīgu ierobežojums	Workpiece Coordinates Setting / Max. rpm setting
G70	Tīrapstrādes virpošanas cikls	Fine Cutting Process cycle
G71	Garenapstrādes cikls atkārtojumos (paralēli Z asij)	Traverse cutting Repeat – cycle
G72	Šķērsvirpošanas cikls atkārtojumos (paralēli X asij)	Longitudinal Process Repeat – cycle
G73	Formētas detaļas virpošanas cikls atkārtojumos	Molding Process Repeat – cycle
G74	Rievu apstrādes cikls pa Z asi	Z Axis hole pecking (groove cycle)
G75	Rievu apstrādes cikls pa X asi	X Axis direction groove cutting cycle
G92	Viengājiena vītnes cikls	Thread auto cycle cutting
G96	Konstanta griešanas ātruma funkcija	Fixed Cycle Speed function
G97	Fiksēti agr./min.	Fixed RPM function
G98	Instrumenta padeves lielums minūtē (mm/min)	Tool feeding length per minute(mm/min)
G99	Instrumenta padeves lielums uz apgriezieniem (mm/rev)	Tool feeding length (mm/rev)



6.1.12.2 M-kodu funkciju saraksts

Kods	Latviski	Angliski
M00	Programmas piespiedu apstāšanās	Program Hold
M01	Programmas piespiedu apturēšana	Program Option Stop
M02	Programmas beigas	Program stop
M03	Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana pulksteņa rādītāja virzienā	Spindle Forward
M04	Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana pretēji pulksteņa rādītāja virzienam	Spindle Reverse
M05	Darba vārpstas apturēšana	Spindle Stop
M08	Dzesēšanas šķidruma ieslēgšana	Start Coolant System
M09	Dzesēšanas šķidruma izslēgšana	Stop Coolant System
M10	Patronas kulaciņi saspiesti	Chuck Clamp
M11	Patronas kulaciņi atlaisti	Chuck Unclamp
M12	Pinole izbīdīta	Tailstock Quill Forward (with Tailstock)
M13	Pinole ievilkta	Tailstock Quill Reverse (with Tailstock)
M19	Darba vārpstas pozicionēšana (darba vārpstas nulles punkts)	Spindle Positioning
M30	Programmas beigas ar pāreju uz programmas sākumu	Program End
M36	Instrumentu apmērītājs deaktivizēts	Tool Presetter Out
M37	Instrumentu apmērītājs aktivizēts	Tool Presetter In
M63	Automātiska durvju aizvēršana	Auto Door Close
M64	Automātiska durvju atvēršana	Auto Door Open
M83	Sagataves ķērējs izvilks	Workpiece Catcher Out
M84	Sagataves ķērējs ievilkts	Workpiece Catcher In
M98	Izsaukt apakšprogrammu	Call Sub – Program
M99	Apakšprogrammas beigas	Sub – Program Execute Finish



6.1.13. Piemērs Nr. 7. Apstrādes trajektorija virpošanā

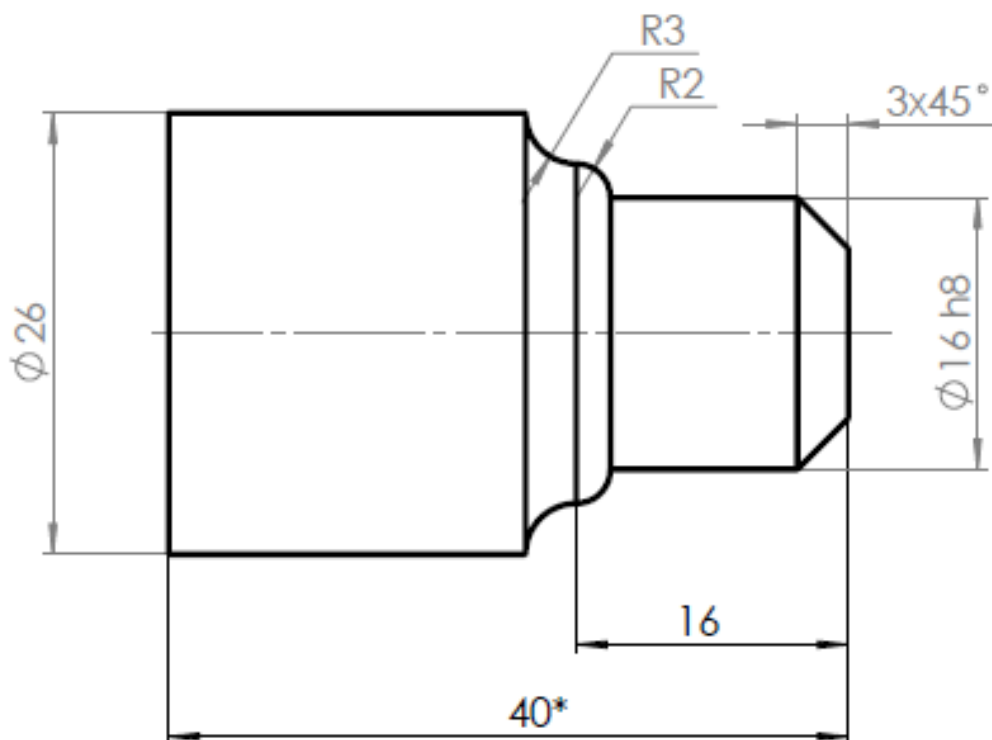


Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais: 1. spēj patstāvīgi veidot CNC virpas darba programmas, kombinējot G00, G01 un G02, G03 kodu komandas, izmantojot G91, 2. spēj veidot apstrādes trajektoriju, 3. prot uzrakstīt programmas sākuma un beigu komandu blokus.
Uzdevuma nosacījumi	Pirms uzsākt šī uzdevuma izpildi izglītojamaais ir praktiski jāiepazīstina ar sagataves un instrumentu fiksācijas iespējām, kuras ir atšķirīgas no frēzēšanas ierīcēm. Jāpievērš uzmanība instrumenta izvēlei un apstrādes procesa režīmu izvēlei. Virpošanas uzdevumu pildīšanai jābūt apgūtai teorijai no mācību grāmatas par virpošanas procesiem, kopā ar pasniedzēju jāiepazīstas ar mācību iestādes vai ražošanas ceha CNC virpu, priekš kuras tiks sastādīta apstrādes programma šīs detaļas izgatavošanai.
Vērtēšana	Pasniedzējam nepieciešamības gadījumā ir jārosina izglītojamaais atkārtot teorētiskās zināšanas, jānorāda uz līdzību un savstarpējām sakarībām ar frēzēšanas programmu sastādīšanu.
Papildus norādes	Šajā uzdevumā izglītojamaais (obligāti kopā ar pasniedzēju) mācās teorētisko zināšanu CNC programmēšanā pielietojumu praktiskajā programmēšanā, izmantojot speciālu CNC darba mašīnas mācību simulātoru, vai CNC mašīnas vadības statnes simulātoru (gadījumā, ja nav iespēja strādāt ar simulātoru kā vienkāršu datorprogrammu).





6.1.13. Piemērs Nr.7. Apstrādes trajektorija virpošanā



Sagatave	
Sagataves izmēri	41 x Ø26
Sagataves materiāls	S235JRG2
Sagataves fiksācija	Patrona
Koordinātu sistēmas nulles punkts	
Darba instruments	
Instruments	Ārējās apstrādes grieznis SWLCR 93°
	Plāksnīte WNMG 16 04 08R
Instrumenta padeve	0,1 – 0,35 mm/apgr.
Instrumenta griešanas ātrums	150 – 250 m/min
Instrumenta griešanas dziļums	0,5 – 2 mm

Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par + 1 mm	
	Pieeja pie Z ass 0 + 1 mm	



Komanda	Paskaidrojums
%	Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0001	Programmas nosaukums;
G50 S2000	- maksimālo apgriezību skaitu uzstādīšana; - maksimālais apgriezību skaits minūtē ir ierobežots līdz 2000 apgriezieniem minūtē;
Nosacījums: Instrumenta turētājs atrodas mējas punktā pa X asi.	
T0101	instrumenta izvēle un instrumenta kompensācijas ieslēgšana (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs, 01 – instrumenta kompensācijas numurs);
G96 S200 M03	- nemainīga griešanas ātruma uzstādīšana; - griešanas ātrums ir 200 m/min; - darba vārpstas rotācijas ieslēgšana;
G00 Z2.	pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā;
G00 X27. M08	- pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā; - dzesēšanas šķidruma ieslēgšana;
G01 ZØ F0.3	- Lineāra kustība pa taisni; - padeves uzstādīšana 0.3 mm/apgr;
G01 X-0.5	Lineāra kustība pa taisni;
G00 W1.	Pozicionēšana pa Z asi (pārvietojums 1 mm);
G00 X23.	Pozicionēšana pa X asi (pirmais gājiens);
G01 Z-18.1	Lineāra kustība pa Z asi; (skat. bildi)
G00 U1. W0.5	- Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm); - Paceļam instrumentu pa Z asi (pārvietojums 0,5 mm);
G00 Z1.	Sākuma pozīcija pa Z asi;
G01 X19.	Lineāra kustība pa taisni (otrais gājiens);
G01 Z-13.5	Lineāra kustība pa Z asi; (skat. bildi)
G00 U1. W0.5	- Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm); - Paceļam instrumentu pa Z asi (pārvietojums 0,5 mm);
G00 Z1.	Sākuma pozīcija pa Z asi;
G01 X17.	Lineāra kustība pa taisni (trešais gājiens);
G01 Z-13.5	Lineāra kustība pa Z asi; (skat. bildi)
G00 U1. W0.5	- Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm); - Paceļam instrumentu pa Z asi (pārvietojums 0,5 mm);
G00 Z1.	Sākuma pozīcija pa Z asi;
G01 X13.	Lineāra kustība pa taisni (ceturtais gājiens);
G01 Z-1.	Lineāra kustība pa Z asi; (skat. bildi)
G00 U1. W0.5	- Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm); - Paceļam instrumentu pa Z asi (pārvietojums 0,5 mm);
G00 Z1.	Sākuma pozīcija pa Z asi (pabeigta detaļas rupjapstrāde);
G01 X10. F0.15 S220	- Lineāra kustība pa taisni; - Padeves uzstādīšana 0.15 mm/apgr; - Griešanas ātrums ir 220 mm/min;
G01 Z0	Lineāra kustība pa Z asi;
G01 X16. Z-3.	Lineāra kustība pa X un Z asi;
G01 Z-14.	Lineāra kustība pa Z asi;



G03 X20. Z-16. R2.	• Lokveida kustība pretēji pulksteņrādītāja virzienam (R vietā var likt I0 K-2);
G02 X26. Z-19. R3.	• Lokveida kustība pulksteņrādītāja virzienā (R vietā var likt I3 K0);
G01 Z-20.	• Lineāra kustība pa Z asi (pietīra Ø28);
G28 U0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X asi;
G28 W0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
M09	• Dzesēšanas šķidruma izslēgšana;
M05	• Darba vārpstas apturēšana;
M30	• Programmas beigas;
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;



6.1.14. Piemērs Nr. 8. Apstrādes trajektorija virpošanā.

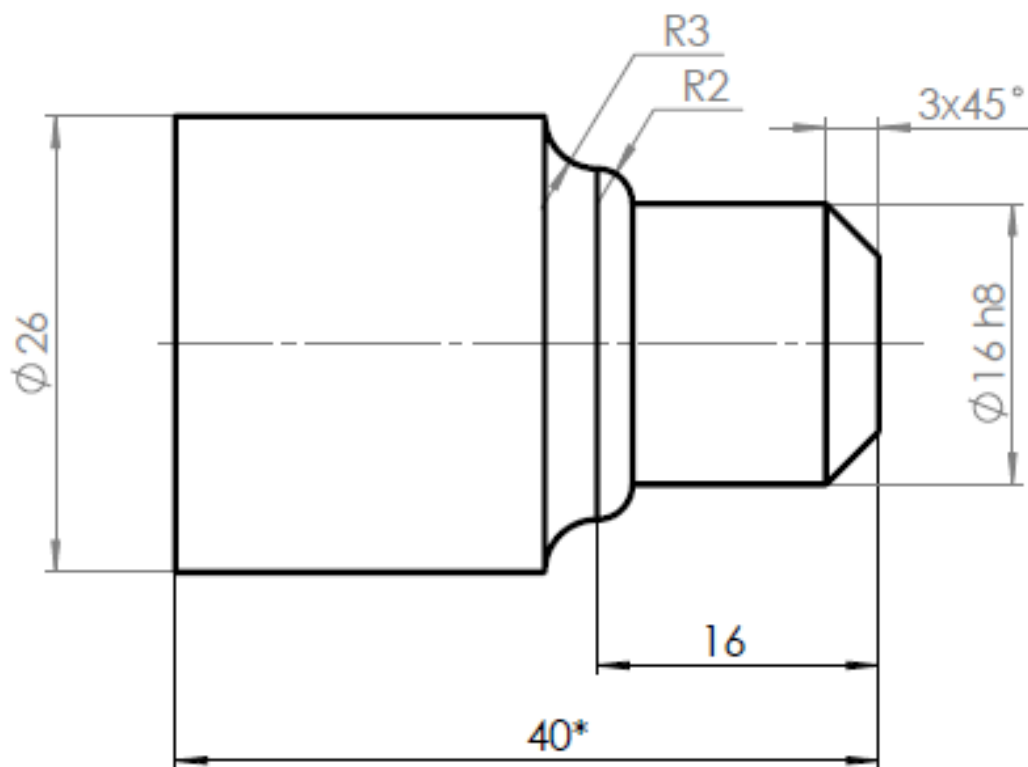


Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais: 1. spēj uzrakstīt darba programmu ar garenapstrādes cikla G71 izmantošanu, 2. spēj veidot apstrādes trajektoriju, 3. prot uzrakstīt programmas sākuma un beigu komandu blokus.
Uzdevuma nosacījumi	Kad ir apgūti CNC virpošanas pamatprincipi, izmantojot klasiskos G kodus, ir jāpapildina savas praktiskās kompetences ar gatavu apstrādes ciklu izmantošanas iespējām.
Vērtēšana	Pasniedzējam jāpārlicinās, ka parauguzdevumu izpildes loģika audzēknim ir pilnībā saprotama.
Papildus norādes	G71 ir klasiskās programmēšanas cikls, bet ja CNC mašīna pēc šādas programmas uzrakstīšanas to neizpilda, lūgums, skatīties konkrētās CNC virpas rokasgrāmatā par šī cikla izpildes ieejas un izejas nosacījumiem. Gadījumā, ja šo vai citus ciklus neizpilda Jūsu mācību simulators, jāpārlicinās, vai simulatora programmu nodrošinājumā vispār ir paredzēta bāzes ciklu izpilde un simulācija.





6.1.14. Piemērs Nr.8. Apstrādes trajektorija virpošanā.



Sagatave		
Sagataves izmēri		41 x Ø26
Sagataves materiāls		S235JRG2
Sagataves fiksācija		Patrona
Darba instruments		
Instruments	Ārējās apstrādes grieznis SWLCR 93°	
	Plāksnīte WNMG 16 04 08R	
Instrumenta padeve	0,1 – 0,35 mm/apgr.	
Instrumenta griešanas ātrums	150 – 250 m/min	
Instrumenta griešanas dziļums	0,5 – 2 mm	
Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par + 1 mm	
	Pieeja pie Z ass 0 + 1 mm	

Komanda	Paskaidrojums
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0001	• Programmas nosaukums;
G50 S2000	• Maksimālo apgriezību skaitu uzstādīšana; • Maksimālais apgriezību skaits minūtē ir ierobežots līdz 2000 apgriezieniem minūtē;
Nosacījums: Instrumenta turētājs atrodas mājas punktā pa X asi.	



T0101	Instrumenta izvēle un instrumenta kompensācijas ieslēgšana (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs, 01 – instrumenta kompensācijas numurs);
G96 S200 M03	- Nemainīga griešanas ātruma uzstādīšana; - Griešanas ātrums 200 m/min; - Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā;
G00 X27. M08	- Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā; - Dzesēšanas šķidruma ieslēgšana;
G01 Z0 F0.3	- Lineāra kustība pa taisni; - Padeves uzstādīšana 0.3 mm/apgr;
G01 X-0.5	Lineāra kustība pa taisni;
G00 W1.	Pozicionēšana pa Z asi (pārvietojums 1 mm);
G00 X27.	Pozicionēšana pa X asi;
G71 U2. R1.	- Gareniskā virpošanas cikla ieslēgšana; - Griešanas dziļums milimetros pa X asi 2 mm; - Darba gājiena beigās instruments pārvietojās par 1 mm prom no sagataves;
G71 P1 Q2 U0 W0 F0.3	- Gareniskā virpošanas cikla ieslēgšana; - Kontūras apraksts sākas ar rindiņu N1; - Kontūras apraksts beidzas ar rindiņu N2; - Uzlaide tīrapstrādei pa X asi ir 0 mm; - Uzlaide tīrapstrādei pa Z asi ir 0 mm; - Padeves uzstādīšana 0.3 mm/apgr.;
N1 G01 X16.	- Rindiņas numurs; - Lineāra kustība pa X asi;
G01 Z0	Lineāra kustība pa Z asi;
G01 X16. Z-3.	Lineāra kustība pa X uz Z asi;
G01 Z-14.	Lineāra kustība pa Z asi;
G02 X20. Z-16. R2.	Lokveida kustība pulksteņrādītāja virzienā;
G03 X26. Z-19. R3.	Lokveida kustība pretēji pulksteņrādītāja virzienam;
N2 G01 Z-20.	- Rindiņas numurs; - Lineāra kustība pa Z asi;
G28 U0	Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X asi;
G28 W0	Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
M09	Dzesēšanas šķidruma izslēgšana;
M05	Darba vārpstas apturēšana;
M30	Programmas beigas;
%	Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;



6.1.15. Piemērs Nr.9. Apstrādes trajektorija virpošanā.

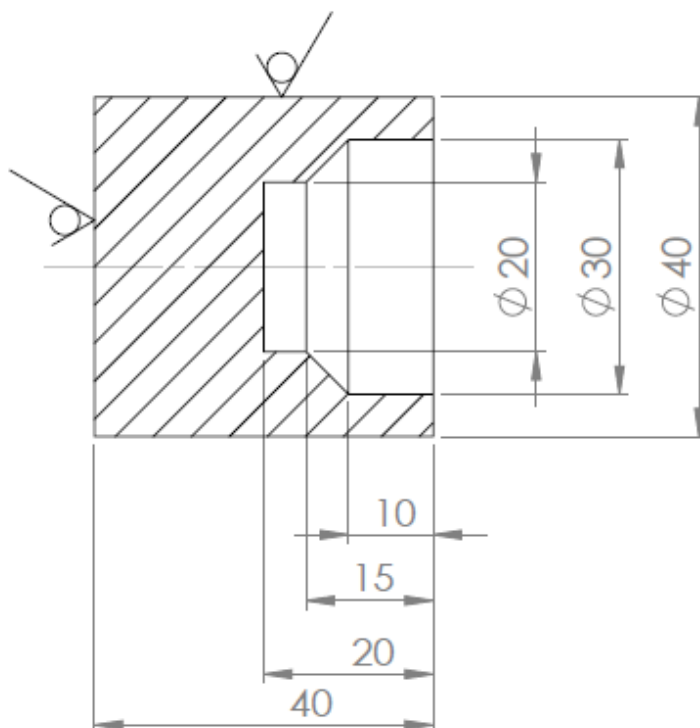


Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais spēj uzrakstīt urbumu virsmas apstrādes - izvirpošanas programmu, izmantojot G01.
Uzdevuma nosacījumi	Ar šo piemēru tiek uzsākta urbumu virsmas apstrādes apguve, izmantojot CNC darba mašīnu ar virpošanas opciju.
Vērtēšana	Pasniedzējam jāpārliecinās, ka parauguzdevumu izpildes loģika audzēknim ir pilnībā saprotama.
Papildus norādes	Ja ir šaubas par sasniegto izglītojamā kompetenču līmeni, tad nav grūti šāda tipa uzdevumu rasējumus izveidot uz tāfeles un, strādājot kopā ar izglītojamo dialoga režīmā, pārliecināties, ka programmēšanas būtība ir saprasta.





6.1.15. Piemērs Nr.9. Apstrādes trajektorija virpošanā.



Sagatave		
Sagataves izmēri	41 x Ø40	
Sagataves materiāls	S235JRG2	
Sagataves fiksācija	Patrona	
Darba instruments		
Instrumenti T01	Instrumenti T02	Instrumenti T03
Ārējās apstrādes grieznis SWLCR 93° Plāksnīte WNMG – 1604 (SS)	Urbis HSS Co8, Ø18	Izvirpošanas grieznis E12M SCLCR 95°, Plāksnīte WNMG 16 04 R
Instrumenta padeve 0,1 – 0,35 mm/apgr.	Instrumenta padeve 0.2 mm/min	Instrumenta padeve 0,15 – 0.3 mm/apgr.
Instrumenta griešanas ātrums 150 – 250 m/min	Instrumenta griešanas ātrums 40 m/min	Instrumenta griešanas ātrums 80 – 220 m/min
Instrumenta griešanas dziļums 0,5 – 2 mm	Rotācijas ātrums S=740 apgr./min	Instrumenta griešanas dziļums 1 – 2 mm
Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø + 1 mm	
	Pieeja pie Z ass 0 + 1 mm	

Komanda	Paskaidrojums
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0003	• Programmas nosaukums;
G50 S2000	• Maksimālo apgriezību skaitu uzstādīšana; • Maksimālais apgriezību skaits minūtē ir ierobežots līdz 2000 apgriezieniem minūtē;
Nosacījums: Instrumenta turētājs atrodas mājas punktā pa X asi!	



Līdzfinansē
 Eiropas Savienības
 Erasmus+ programma



T0101	Instrumenta izvēle un instrumenta kompensācijas ieslēgšana (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs, 01 – instrumenta kompensācijas numurs);
G96 S200 M03	- Nemainīga griešanas ātruma uzstādīšana; - Griešanas ātrums 200 m/min; - Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 X42. M08	- Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa X asi; - Dzesēšanas šķidrums ieslēgšana;
G01 Z0 F0.3	- Lineāra kustība pa Z asi; - Padeves uzstādīšana 0.3 mm/apgr.;
G01 X-1.	Lineāra kustība pa X asi;
G00 Z50.	Pozicionēšana pa Z asi (pārvietojums 50 mm);
G28 U0	Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X asi;
Nosacījums: Instrumenta turētājs atrodas mājas punktā pa X asi!	
T0202	Instrumenta izvēle un instrumenta kompensācijas ieslēgšana (T (tool) – ang. instruments, 02 – instrumenta numurs, 02 – instrumenta kompensācijas numurs);
G97 S740 M03	- Fiksēti apgr./min.; - Griešanas ātrums 740 m/min; - Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 X0	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa X asi;
G01 Z-5 F0.12	- Lineāra kustība pa Z asi; - Padeves uzstādīšana 0.12 mm/apgr.;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-4.	Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-10.	Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-9.	Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-15.	Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-14.	Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-20.	Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-19.	Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-23.	Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z50.	Pozicionēšana pa Z asi;
G28 U0	Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X asi;
Nosacījums: Instrumenta turētājs atrodas mājas punktā pa X asi!	
T0303	Instrumenta izvēle un instrumenta kompensācijas ieslēgšana (T (tool) – ang. instruments, 03 – instrumenta numurs, 03 – instrumenta kompensācijas numurs);
G96 S100 M03	- Nemainīga griešanas ātruma uzstādīšana; - Griešanas ātrums 100 m/min; - Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa X asi;



G00 X18.	• Pozicionēšana pa X asi;
G01 X19.5 F0.2	• Lineāra kustība pa X asi; • Padeves uzstādīšana 0.2 mm/apgr.;
G01 Z-20.	• Lineāra kustība pa Z asi;
G00 X18.5	• Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm);
G00 Z1.	• Sākuma pozīcija pa Z asi;
G00 X23.5.	• Pozicionēšana pa X asi;
G01 X12.5.	• Lineāra kustība pa X asi;
G00 X11.5	• Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm);
G00 Z1.	• Sākuma pozīcija pa Z asi;
G00 X16.5	• Pozicionēšana pa X asi;
G01 Z-10	• Lineāra kustība pa Z asi;
G00 X15.5	• Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm);
G00 Z1.	• Sākuma pozīcija pa Z asi;
G00 X29.5	• Lineāra kustība pa X asi;
G01 Z-10.	• Lineāra kustība pa Z asi;
G00 X28.5	• Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm);
G00 Z1.	• Sākuma pozīcija pa Z asi (pabeigta detaļas rupjapstrāde);
G00 X20.	• Pozicionēšana pa X asi;
G01 Z-10. F0.15 S120	• Lineāra kustība pa Z asi; • Padeves uzstādīšana 0.15 mm/apgr.; • Griešanas ātrums ir 120 mm/min;
G01 X20. Z-15.	• Lineāra kustība pa X un Z asi;
G01 Z-20.	• Lineāra kustība pa Z asi;
G01 X15.	• Lineāra kustība pa X asi;
G00 Z50.	• Pozicionēšana pa Z asi;
G28 U0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X asi;
G28 W0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
M09	• Dzesēšanas šķidruma izslēgšana;
M05	• Darba vārpstas apturēšana;
M30	• Programmas beigas;
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;





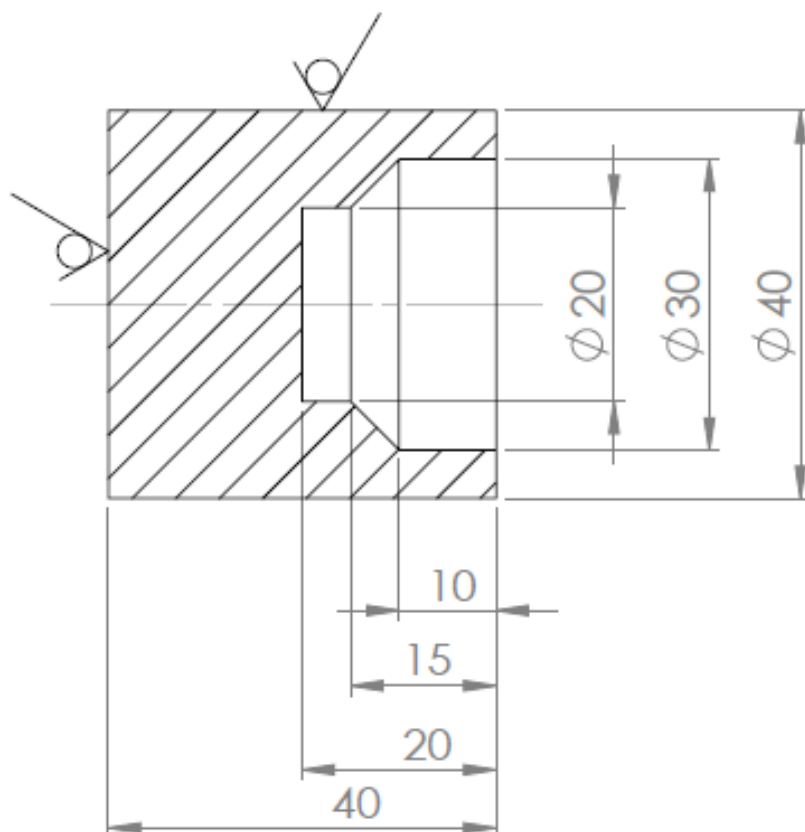
6.1.16. Piemērs Nr.10. Apstrādes trajektorija virpošanā



Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais spēj uzrakstīt urbumu virsmas apstrādes - izvirpošanas programmu izmantojot G01 un G91
Uzdevuma nosacījumi	Urbumu apstrādē virpojot, tieši tāpat kā ārējās kontūras apvirpošanā, CNC iestatītājam ir izdevīgi izmantot koordinātu pieaugumus. Ar šo parauguzdevumu tiek parādīta koordinātu pieaugumu izmantošanas iespēja.
Vērtēšana	Pasniedzējam jāpārlicinās, ka parauguzdevumu izpildes loģika audzēknim ir pilnībā saprotama.
Papildus norādes	Ja šis uzdevums izglītojamajam šķiet pārāk viegls, un zūd koncentrēšanās spēja un interese par programmas sastādīšanu, ir vērts paskatīties uz uzdevumu „Programmēšana izmantojot G90 un G91” un saprast, cik viegli ir pieļaut neuzmanības kļūdas.



6.1.16. Piemērs Nr.10. Apstrādes trajektorija virpošanā.



Sagatave		
Sagataves izmēri	41 x Ø40	
Sagataves materiāls	S235JRG2	
Sagataves fiksācija	Patrona	
Darba instruments		
Instrumenti T01	Instrumenti T02	Instrumenti T03
Ārējās apstrādes grieznis SWLCR 93° Plāksnīte WNMG – 1604 (SS)	Urbis HSS Co8, Ø18	Izvirpošanas grieznis E12M SCLCR 95°, Plāksnīte CCMT 12 04 04
Instrumenta padeve 0,1 – 0,35 mm/apgr.	Instrumenta padeve 0.2 mm/min	Instrumenta padeve 0,15 – 0.3 mm/apgr.
Instrumenta griešanas ātrums 150 – 250 m/min	Instrumenta griešanas ātrums 40 m/min	Instrumenta griešanas ātrums 80 – 220 m/min
Instrumenta griešanas dziļums 0,5 – 2 mm	Rotācijas ātrums S=740 apgr./min	Instrumenta griešanas dziļums 1 – 3 mm
Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø + 1 mm	
	Pieeja pie Z ass 0 + 1 mm	



Komanda	Paskaidrojums
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0002	• Programmas nosaukums;
G50 S2000	• Maksimālo apgriezību skaitu uzstādīšana; • Maksimālais apgriezību skaits minūtē ir ierobežots līdz 2000 apgriezieniem minūtē;
Nosacījums: Instrumenta turētājs atrodas mājas punktā pa X asi!	
T0101	• Instrumenta izvēle un instrumenta kompensācijas ieslēgšana (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs, 01 – instrumenta kompensācijas numurs);
G96 S200 M03	• Nemainīga griešanas ātruma uzstādīšana; • Griešanas ātrums 200 m/min; • Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana;
G00 Z2.	• Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 X42. M08	• Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa X asi; • Dzesēšanas šķidruma ieslēgšana;
G01 Z0 F0.3	• Lineāra kustība pa Z asi; • Padeves uzstādīšana 0.3 mm/apgr.;
G01 X-1.	• Lineāra kustība pa X asi;
G00 W50.	• Pozicionēšana pa Z asi (pārvietoājums 50 mm);
G28 U0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X asi;
Nosacījums: Instrumenta turētājs atrodas mājas punktā pa X asi!	
T0202	• Instrumenta izvēle un instrumenta kompensācijas ieslēgšana (T (tool) – ang. instruments, 02 – instrumenta numurs, 02 – instrumenta kompensācijas numurs);
G97 S740 M03	• Fiksēti apgr./min.; • Griešanas ātrums 740 m/min; • Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana;
G00 Z2.	• Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 X0	• Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa X asi;
G01 Z-5 F0.12	• Lineāra kustība pa Z asi; • Padeves uzstādīšana 0.12 mm/apgr.;
G00 Z2.	• Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-4.	• Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-10.	• Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z2.	• Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-9.	• Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-15.	• Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z2.	• Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-14.	• Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-20.	• Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z2.	• Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-19.	• Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-23.	• Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z50.	• Pozicionēšana pa Z asi;
G28 U0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X asi;
Nosacījums: Instrumenta turētājs atrodas mājas punktā pa X asi!	



T0303	Instrumenta izvēle un instrumenta kompensācijas ieslēgšana (T (tool) – ang. instruments, 03 – instrumenta numurs, 03 – instrumenta kompensācijas numurs);
G96 S100 M03	- Nemainīga griešanas ātruma uzstādīšana; - Griešanas ātrums 100 m/min; - Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 X18.	Pozicionēšana pa X asi;
G01 X19.5 F0.2	- Lineāra kustība pa X asi; - padeves uzstādīšana 0.2 mm/apgr.;
G01 Z-20.	Lineāra kustība pa Z asi;
G00 U-1.	Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm);
G00 Z1.	Sākuma pozīcija pa Z asi;
G00 X23.5.	Pozicionēšana pa X asi;
G01 X12.5.	Lineāra kustība pa X asi;
G00 U-1.	Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm);
G00 Z1.	Sākuma pozīcija pa Z asi;
G00 X16.5	Pozicionēšana pa X asi;
G01 Z-10	Lineāra kustība pa Z asi;
G00 U-1.	Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm);
G00 Z1.	Sākuma pozīcija pa Z asi;
G00 X29.5	Lineāra kustība pa X asi;
G01 Z-10.	Lineāra kustība pa Z asi;
G00 U-1.	Paceļam instrumentu pa X asi (pārvietojums 1 mm);
G00 Z1.	Sākuma pozīcija pa Z asi (pabeigta detaļas rupjapstrāde);
G00 X20.	Pozicionēšana pa X asi;
G01 Z-10. F0.15 S120	- Lineāra kustība pa Z asi; - Padeves uzstādīšana 0.15 mm/apgr.; - Griešanas ātrums ir 120 mm/min;
G01 X20. Z-15.	Lineāra kustība pa X un Z asi;
G01 Z-20.	Lineāra kustība pa Z asi;
G01 X15.	Lineāra kustība pa X asi;
G00 Z50.	Pozicionēšana pa Z asi;
G28 U0	Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X asi;
G28 W0	Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
M09	Dzesēšanas šķidrums izslēgšana;
M05	Darba vārpstas apturēšana;
M30	Programmas beigas;
%	Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;



6.1.17. Piemērs Nr.11. Apstrādes trajektorija virpošanā

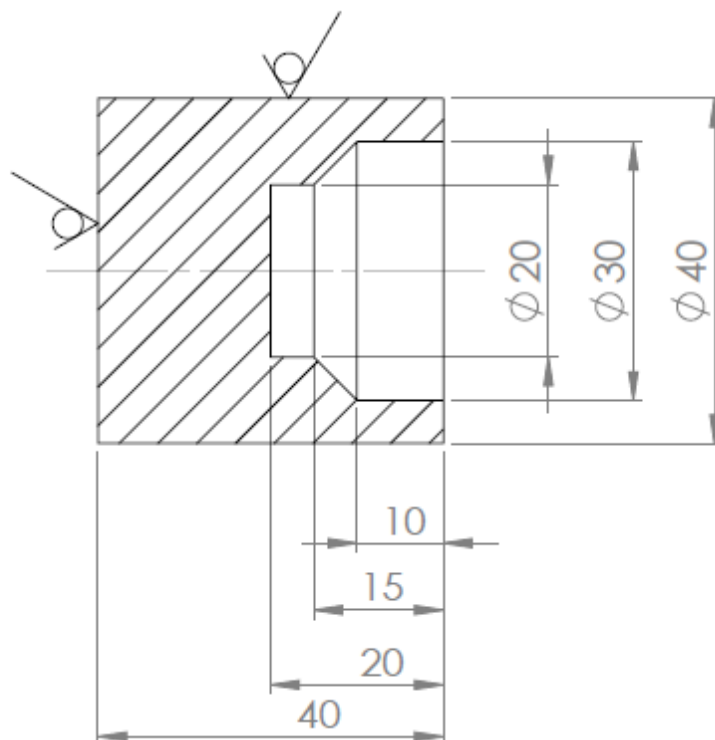


Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais spēj uzrakstīt urbumu virsmas apstrādes - izvirpošanas programmu, izmantojot garenapstrādes ciklu G71.
Uzdevuma nosacījumi	Šajā parauguzdevumā aplūkojam progresīvas detaļas izvirpošanas metodes. Šādā veidā ir iespējams ātrāk uzrakstīt apstrādes programmu, un samazinās cilvēka monotono darbību kļūdas.
Vērtēšana	Pasniedzējam jāpārlicinās, ka parauguzdevumu izpildes loģika audzēknim ir pilnībā saprotama.
Papildus norādes	G71 ir klasiskās programmēšanas cikls, bet ja CNC mašīna pēc šādas programmas uzrakstīšanas to neizpilda, lūgums, skatīties konkrētās CNC virpas rokasgrāmatā par šī cikla izpildes ieejas un izejas nosacījumiem. Gadījumā, ja šo vai citus ciklus neizpilda Jūsu mācību simulators, jāpārlicinās vai simulatora programmu nodrošinājumā vispār ir paredzēta bāzes ciklu izpilde un simulācija.





6.1.17. Piemērs Nr.11. Apstrādes trajektorija virpošanā.



Sagatave		
Sagataves izmēri	41 x Ø40	
Sagataves materiāls	S235JRG2	
Sagataves fiksācija	Patrona	
Darba instruments		
Instrumenti T01	Instrumenti T02	Instrumenti T03
Ārējās apstrādes grieznis SWLCR 93° Plāksnīte WNMG – 1604 (SS)	Urbis HSS Co8, Ø18	Izvirpošanas grieznis E12M SCLCR 95°, Plāksnīte WNMG 16 04 R
Instrumenta padeve 0,1 – 0,35 mm/apgr.	Instrumenta padeve 0.2 mm/min	Instrumenta padeve 0,15 – 0.3 mm/apgr.
Instrumenta griešanas ātrums 150 – 250 m/min	Instrumenta griešanas ātrums 40 m/min	Instrumenta griešanas ātrums 80 – 220 m/min
Instrumenta griešanas dziļums 0,5 – 2 mm	Rotācijas ātrums 740 apgr./min	Instrumenta griešanas dziļums 1 – 2 mm

Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par + 1 mm
	Pieceja pie Z ass 0 + 1 mm



Komanda	Paskaidrojums
%	Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0004	Programmas nosaukums;
G50 S2000	- Maksimālo apgriezību skaitu uzstādīšana; - Maksimālais apgriezību skaits minūtē ir ierobežots līdz 2000 apgriezieniem minūtē;
Nosacījums: Instrumenta turētājs atrodas mājas punktā pa X asi!	
T0101	Instrumenta izvēle un instrumenta kompensācijas ieslēgšana (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs, 01 – instrumenta kompensācijas numurs);
G96 S200 M03	- Nemainīga griešanas ātruma uzstādīšana; - Griešanas ātrums 200 m/min; - Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 X42. M08	- Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa X asi; - Dzesēšanas šķidrums ieslēgšana;
G01 Z0 F0.3	- Lineāra kustība pa Z asi; - Padeves uzstādīšana 0.3 mm/apgr.;
G01 X-1.	Lineāra kustība pa X asi;
G00 W50.	Pozicionēšana pa Z asi (pārvietojums 50 mm);
G28 U0	Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X asi;
Nosacījums: Instrumenta turētājs atrodas mājas punktā pa X asi!	
T0202	Instrumenta izvēle un instrumenta kompensācijas ieslēgšana (T (tool) – ang. instruments, 02 – instrumenta numurs, 02 – instrumenta kompensācijas numurs);
G97 S740 M03	- Fiksēti apgr./min.; - Griešanas ātrums 740 m/min; - Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 X0	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā X asi;
G01 Z-5. F0.12	- Lineāra kustība pa Z asi; - Padeves uzstādīšana 0.12 mm/apgr.;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-4.	Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-10.	Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-9.	Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-15.	Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-14.	Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-20.	Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 Z-19.	Pozicionēšana pa Z asi;
G01 Z-23.	Lineāra kustība pa Z asi;
G00 Z50.	Pozicionēšana pa Z asi;
G28 U0	Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X asi;
Nosacījums: Instrumenta turētājs atrodas mājas punktā pa X asi!	



T0303	Instrumenta izvēle un instrumenta kompensācijas ieslēgšana (T (tool) – ang. instruments, 03 – instrumenta numurs, 03 – instrumenta kompensācijas numurs);
G96 S100 M03	- Nemainīga griešanas ātruma uzstādīšana; - Griešanas ātrums 100 m/min; - Darba vārpstas rotācijas ieslēgšana;
G00 Z2.	Pārvietot instrumentu virpošanas cikla sākumpunktā pa Z asi;
G00 X18.	Pozicionēšana pa X asi;
G71 U2. R0.5	- Gareniskā virpošanas cikla ieslēgšana; - Griešanas dziļums milimetros pa X asi 2 mm; - Darba gājiena beigās instruments pārvietojās par 0.5 mm prom no sagataves;
G71 P1 Q2 U0 W0 F0.2	- Gareniskā virpošanas cikla ieslēgšana; - Kontūras apraksts sākas ar rindiņu N1; - Kontūras apraksts beidzas ar rindiņu N2; - Uzlaide tīrapstrādei pa X asi ir 0 mm; - Uzlaide tīrapstrādei pa Z asi ir 0 mm; - Padeves uzstādīšana 0.2 mm/apgr.;
N1 G01 X30.	- Rindiņas numurs; - Lineāra kustība pa X asi;
G01 Z-10.	Lineāra kustība pa Z asi;
G01 X20. Z-15.	Lineāra kustība pa X un Z asi;
N2 G01 Z-20.	- Rindiņas numurs; - Lineāra kustība pa Z asi;
G28 U0	Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X asi;
G28 W0	Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
M09	Dzesēšanas šķidruma izslēgšana;
M05	Darba vārpstas apturēšana;
M30	Programmas beigas;
%	Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;



6.2. Apstrādes programmas izveide, izmantojot CAM programmatūru (MTS NC redaktors)



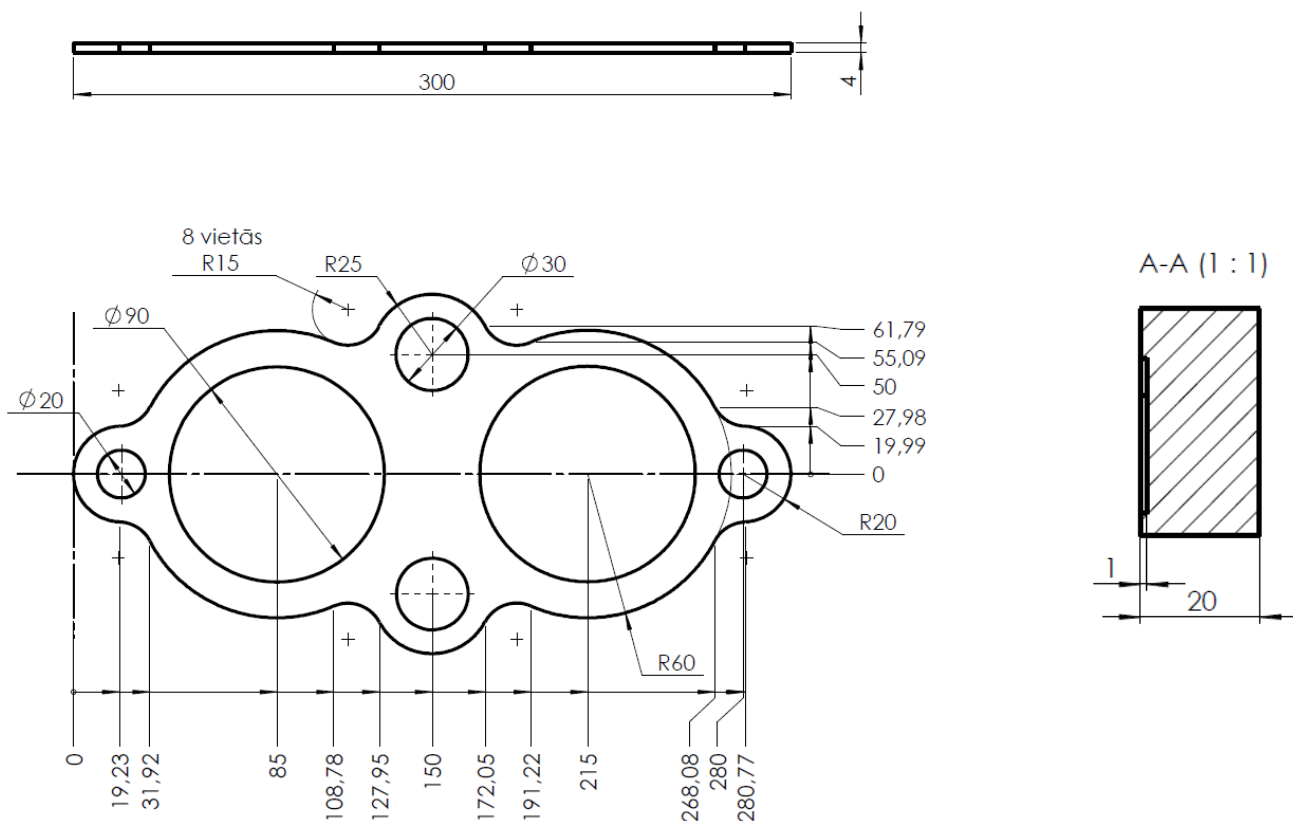
6.2.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Programmēšana un simulācija



Tēma	6.1. Programmēšanas pamati
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais prot strādāt ar CNC frēzēšanas simulatoru, izstrādāt reālas apstrādes programmas, veikt nepieciešamo darbu dokumentēšanu.
Uzdevuma nosacījumi	Ja programma ir uzrakstīta datorsimulatorā, tad, pirms izgatavošanas ar CNC darbagaldu, uzrakstītā apstrādes programma ir jāpārbauda arī CNC mašīnas simulātorā. Pēc tam instrumenta kustības trajektoriju vēlams vizuāli novērtēt tieši virs sagataves ar instrumentu, kurš ir pacelts 50 – 100 mm virs sagataves.
Vērtēšana	Pirmais pozitīvais vērtējums vismaz par 50% pareizi izgatavota detaļa.
Papildus norādes	Šos uzdevumus pildot vēlams sastādīt arī tehnoloģisko karti, ja vien pasniedzējs šo detaļu izgatavošanai ir devis pietiekami daudz laika un instrumenta izvēles iespējas.



6.2.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Programmēšana un simulācija

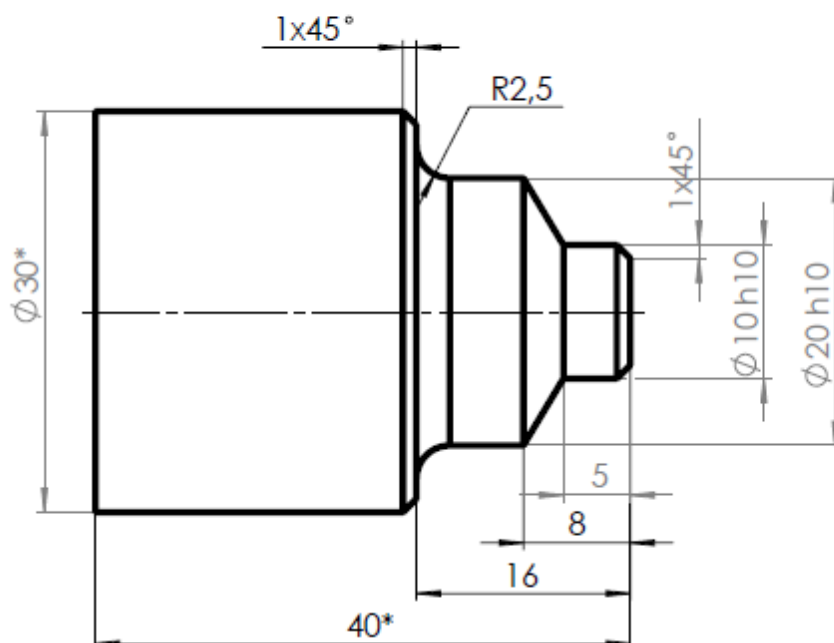


Sagatave				
Sagataves izmēri				
Sagataves materiāls				
Sagataves fiksācija				
Koordinātu sistēmas nulles punkts				
Darba instruments				
Instrumenti	Pirkstfrēze			
Instrumenta darba parametri				
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$		
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$		
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$		
Kompensācijas sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø +1 mm		
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta		





6.2.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Programmēšana un simulācija



Sagatave		
Sagataves izmēri	41 x Ø30	
Sagataves materiāls	S235JRG2	
Sagataves fiksācija	Patrona	
Darba instruments		
Instruments T01	Instruments T02	Instruments T03

Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par instrumenta $\varnothing + 1$ mm
	Pieejā pie Z ass 0 + 1 mm



6.3. CNC programmu simulācija (frēzēšanai un virpošanai)

6.3.1. Piemērs Nr.1. Kā noteikt koordinātu asu un rotācijas kustības ap asīm virzienus



Tēma	6.3. CNC programmu simulācija (frēzēšanai un virpošanai)
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais: 1. izprot Dekarta koordinātu sistēmas būtību 2. spēj atpazīt CNC mašīnas X, Y, Z asis, rotācijas kustības ap tām, pozitīvo un negatīvo pārvietojumu virzienus.
Uzdevuma nosacījumi	Šajā piemērā izglītojamais iepazīstas ar Dekarta koordinātu sistēmu, pēc kuras konstruktīvi tiek veidotas CNC darbagaldu kustīgo elementu pārvietošanās trajektorijas telpā.
Vērtēšana	Pasniedzējam ir jāpārlicinās par izglītojamo pilnīgu izpratni, nepieciešamības gadījumā jāpalīdz izprast CNC teorijas grāmatā un tēlotājģeometrijas mācību stundās apgūto par taisnleņķa koordinātu sistēmu un CNC darbagaldu darba vārpstu uzbūvi.
Papildus norādes	Sākot mācīt jauno CNC speciālistu, vispirms ir jāiemācas strādāt ar CNC frēzmašīnu un tai atbilstošo koordinātu sistēmu. Tikai tad, kad tas jau ir praksē praktisku darba uzdevumu sastādīšanā nostiprināts, būtu vēlams stāstīt par klasiskās CNC virpas asu novietojumiem.



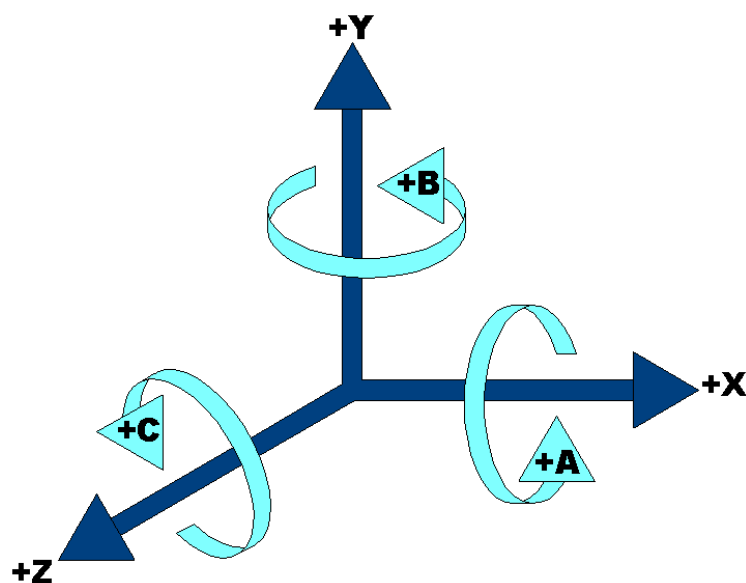


6.3.1. Piemērs Nr.1. Kā noteikt koordinātu asu virzienus un asu rotācijas kustības virzienus

CNC darbagalda darba kustīgo elementu pārvietošanās telpā tiek izteikta taisnleņķa (Dekarta) koordinātu sistēmā.

Lai nodrošinātu vienotu pieeju CNC darbagaldu programmēšanai, ir pieņemta standarta Dekarta koordinātu sistēma, kurā X, Y un Z asis nosaka instrumenta pārvietošanos attiecībā pret darbagalda kustīgām daļām. Rotācijas kustības ap koordinātu asīm apzīmē ar burtiem A, B un C, kur A ir rotācija ap X asi, B – ap Y asi un C – ap Z asi.

Ja darbagaldam ir tikai viena darba vārpsta, tad Z ass ir paralēla darba vārpstas asij.



1.att. Dekarta koordinātu sistēma

Ir jāatceras, ka pārvietojums pa X, Y un Z asi nozīmē darba vārpstas pozicionēšanu attiecībā pret nulles punktu. Sastādot programmu, tiek aprakstīts darba vārpstas pārvietojums attiecībā pret nulles punktu, kaut gan reāli pa X un Y asi pārvietojas nevis darba vārpsta, bet darbagalda galds vai griezējinstrumenti. Iekārtu ražotāji darbagaldu tehniskajā dokumentācijā vienmēr norāda asu virzienu, kustības ierobežojumus pa tiem un koordinātu sākumpunktu (darbagalda nulles punktu).



6.3.2. Praktiskais uzdevums Nr.1. CNC vertikālās frēzmašīnas koordinātu asu kustības un virzieni

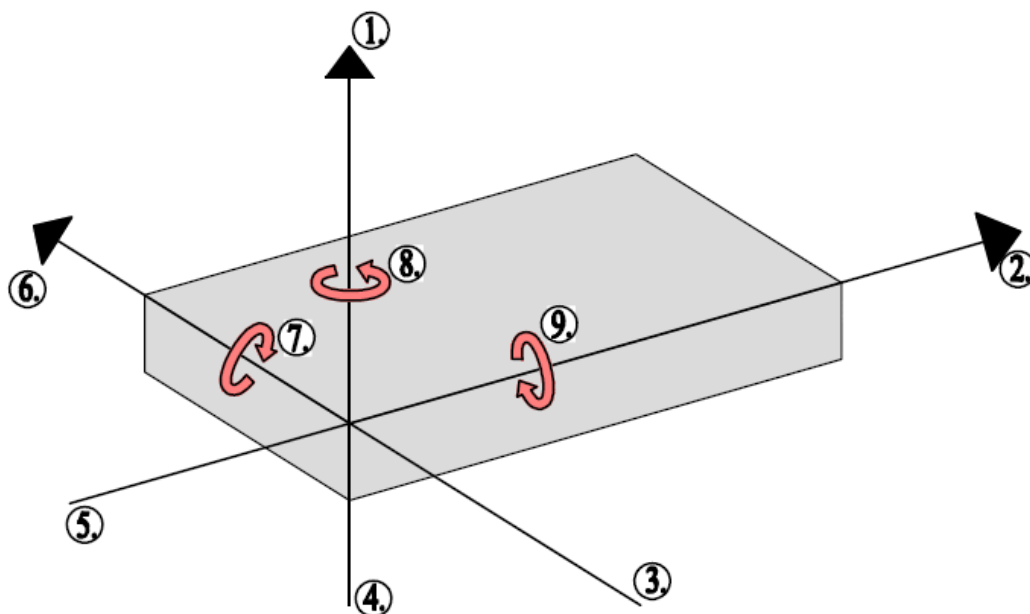


Tēma	6.3. CNC programmu simulācija (frēzēšanai un virpošanai)
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais: 1. Spēj pielietot zināšanas un iemaņas par Dekarta koordinātu sistēmas būtību; 2. spēj atpazīt apstrādes X, Y, Z asis, to rotācijas kustības, pozitīvo un negatīvo pārvietojumu virzienus vertikālajai CNC frēzmašīnai.
Uzdevuma nosacījumi	Šis ir praktiskais treniņuzdevums, kurā izglītojamaais parāda savas kompetences mašīnas kustības vadības izpratnē.
Vērtēšana	Pirmais pozitīvais vērtējums 50% pareizas atbildes nosakot rotācijas asu virzienus un 50% pareizas atbildes nosakot instrumenta kustības koordinātu asu virzienus.
Papildus norādes	Šis uzdevums izglītojamajm var būt arī tālmācības uzdevums, vai mājas darbs, jo tālāk ir atrodamas šī treniņuzdevuma pareizās atbildes. Tas nozīmē, ka šī uzdevuma izpildīšanas neskaidrību gadījumā var iztikt bez mācību grāmatas palīdzības.





6.3.2. Praktiskais uzdevums Nr.1. CNC vertikālās frēzmašīnas koordinātu asu kustības un virzieni

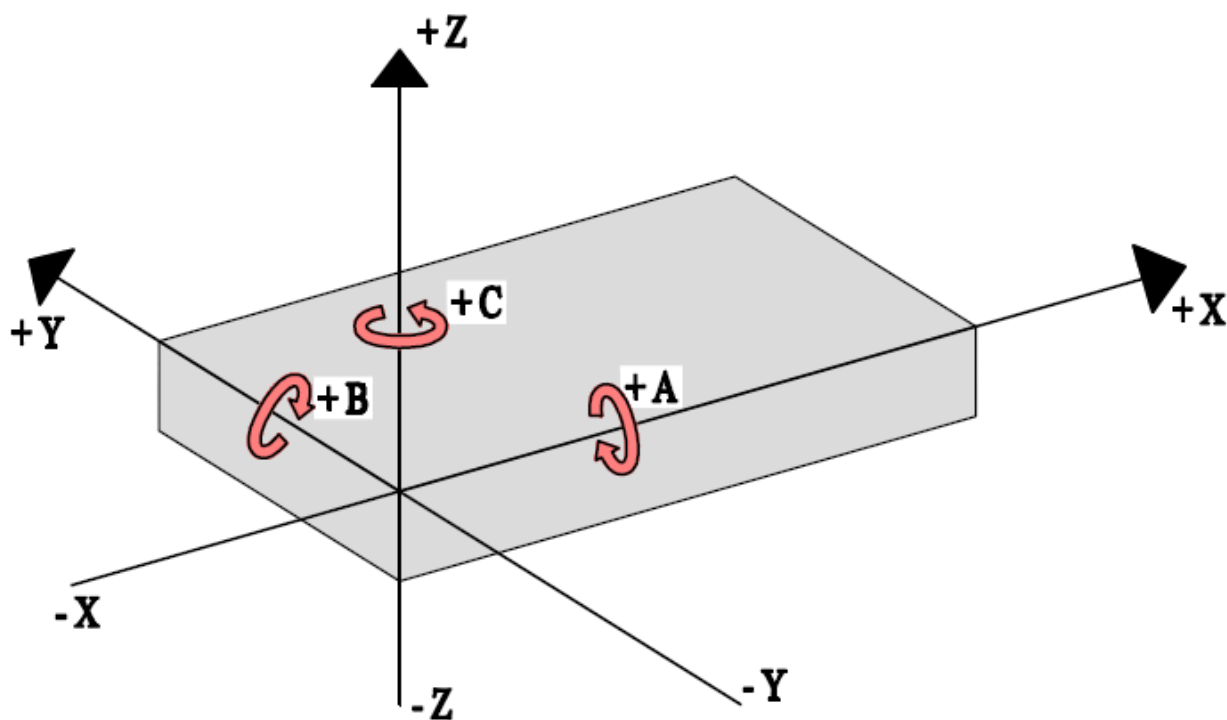


Uzdevums	Noteikt koordinātu asu un rotācijas ap asīm kustības virzienus	
	Instrumenta kustības koordinātu asu virziens	Rotācijas ap asīm virziens
Nr. attēlā		
1.	+ Z	
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		+ B
8.		
9.		



6.3.2. Praktiskais uzdevums - CNC vertikālās frēzmašīnas koordinātu asu kustības un virzieni.

Pareizās atbildes.



Uzdevums	Noteikt koordinātu asu un rotācijas ap asīm kustības virzienus	
Nr. attēlā	Instrumenta kustības koordinātu asu virziens	Rotācijas ap asīm virziens
1.	+ Z	
2.	+ X	
3.	- Y	
4.	- Z	
5.	- X	
6.	+ Y	
7.		+ B
8.		+ C
9.		+ A

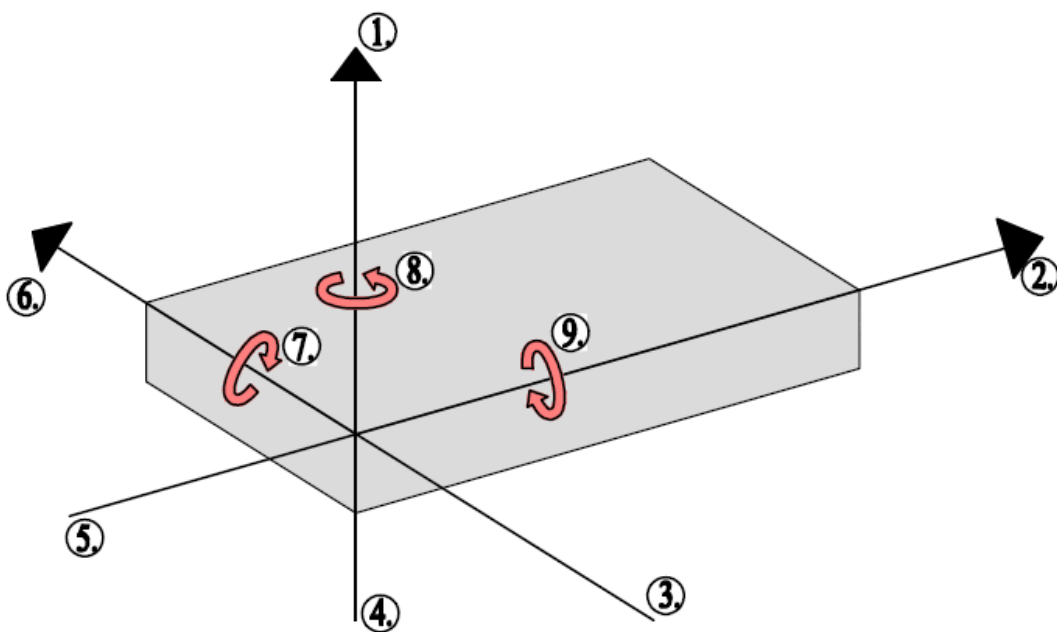


Līdzfinansē
 Eiropas Savienības
 Erasmus+ programma





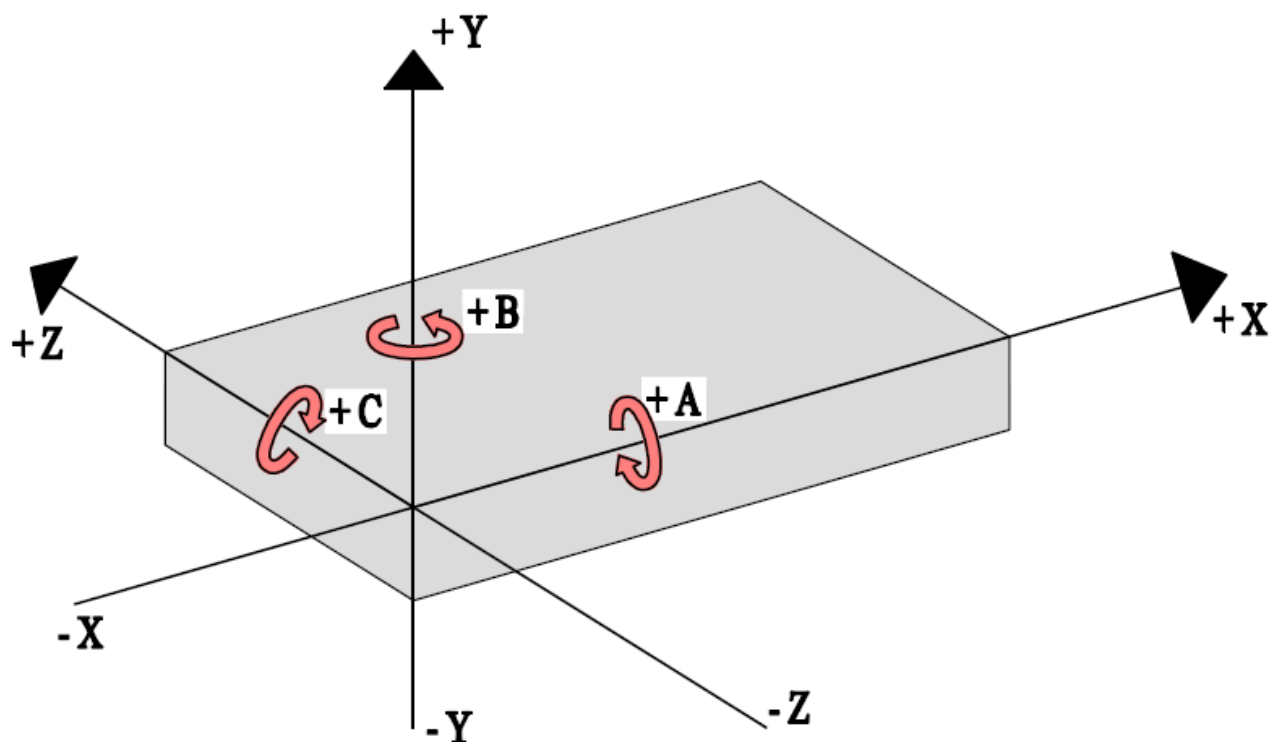
6.3.3. Praktiskais uzdevums Nr.2. CNC horizontālās frēzmašīnas koordinātu asu kustības un virzieni



Uzdevums	Noteikt koordinātu asu un rotācijas ap asīm kustības virzienus	
Nr. attēlā	Instrumenta kustības koordinātu asu virziens	Rotācijas ap asīm virziens
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.	+ Z	
7.		
8.		
9.		



6.3.3. Praktiskais uzdevums - CNC horizontālās frēzmašīnas koordinātu asu kustības un virzieni. Pareizās atbildes.



Uzdevums	Noteikt koordinātu asu un rotācijas ap asīm kustības virzienus	
Nr. attēlā	Instrumenta kustības koordinātu asu virziens	Rotācijas ap asīm virziens
1.	+ Y	
2.	+ X	
3.	- Z	
4.	- Y	
5.	- X	
6.	+ Z	
7.		+ C
8.		+ B
9.		+ A

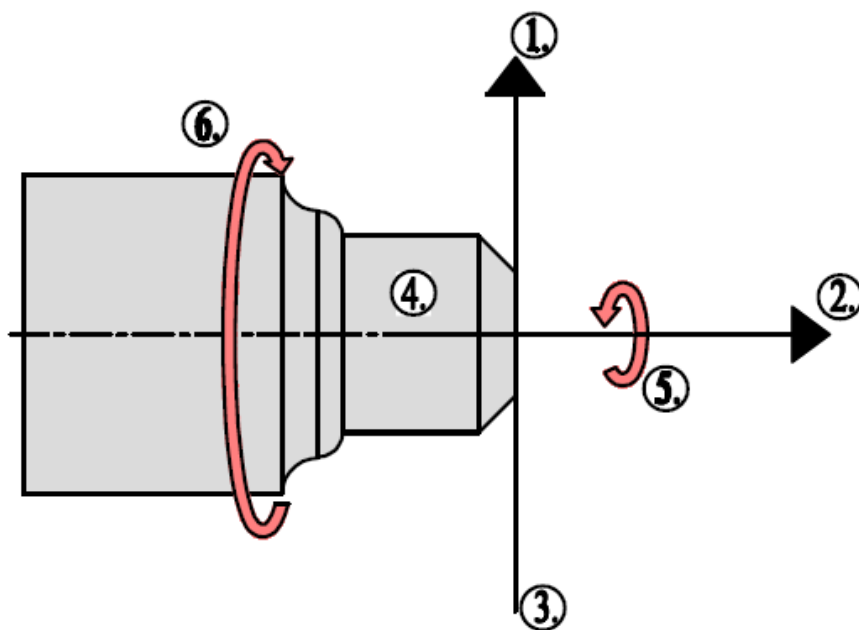
6.3.4. Praktiskais uzdevums Nr.3. CNC virpas koordinātu asu kustības un virzieni



Tēma	6.3. CNC programmu simulācija (frēzēšanai un virpošanai)
Kompetenču joma	Modulis B4 CNC programmēšana
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais: 1. spēj pielietot zināšanas un iemaņas par Dekarta koordinātu sistēmas būtību; 2. spēj atpazīt apstrādes X, Y, Z asis, rotācijas kustības ap tām, pozitīvo un negatīvo pārvietojumu virzienus CNC virpai.
Uzdevuma nosacījumi	Šis ir praktiskais uzdevums, kurā izglītojamais parāda savas kompetences mašīnas kustības vadības izpratnē.
Vērtēšana	Pirmais pozitīvais vērtējums 50% pareizas atbildes, nosakot rotācijas ap asīm virzienus, un 50% pareizas atbildes, nosakot instrumenta kustības koordinātu asu virzienus.
Papildus norādes	Šis uzdevums izglītojamajam var būt arī tālmācības uzdevums, vai mājas darbs, jo tālāk ir atrodamas šī uzdevuma pareizās atbildes. Tas nozīmē, ka šī uzdevuma izpildīšanas neskaidrību gadījumā var iztikt bez mācību grāmatas palīdzības.



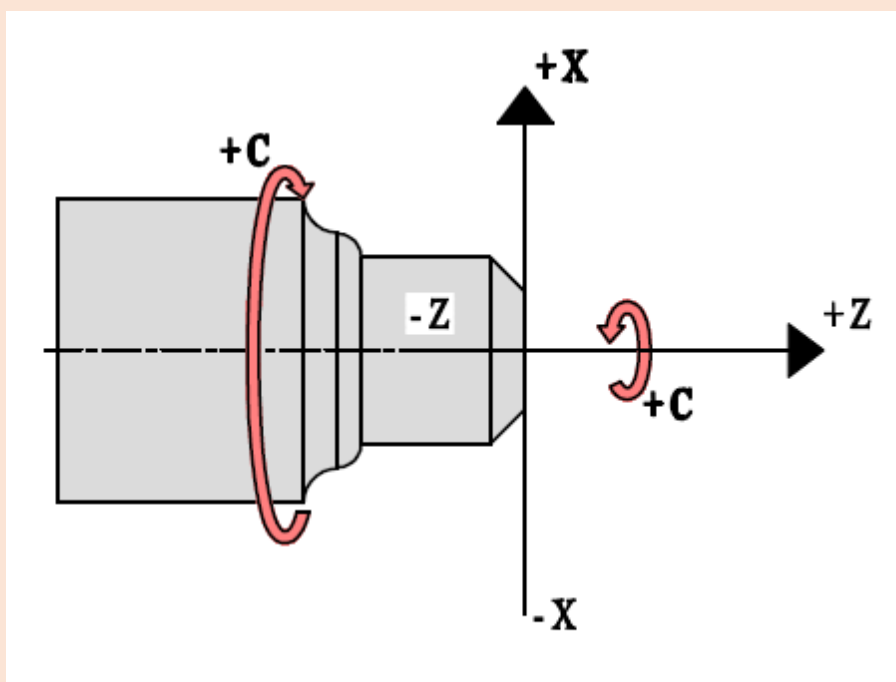
6.3.4. Praktiskais uzdevums Nr.3. CNC virpas koordinātu asu kustības un virzieni



Uzdevums	Noteikt koordinātu asu un rotācijas ap asīm kustības virzienus	
	Instrumenta kustības koordinātu asu virziens	Rotācijas ap asīm virziens
Nr. attēlā		
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		+ C



6.3.4. Praktiskais uzdevums - CNC virpas koordinātu asu kustības un virzieni. Pareizās atbildes



Uzdevums	Noteikt koordinātu asu un rotācijas ap asīm kustības virzienus	
Nr. attēlā	Instrumenta kustības koordinātu asu virziens	Rotācijas ap asīm virziens
1.	+ X	
2.	+ Z	
3.	- X	
4.	- Z	
5.		+ C
6.		+ C

6.3.5. Piemērs Nr.1. Plaknes apstrāde

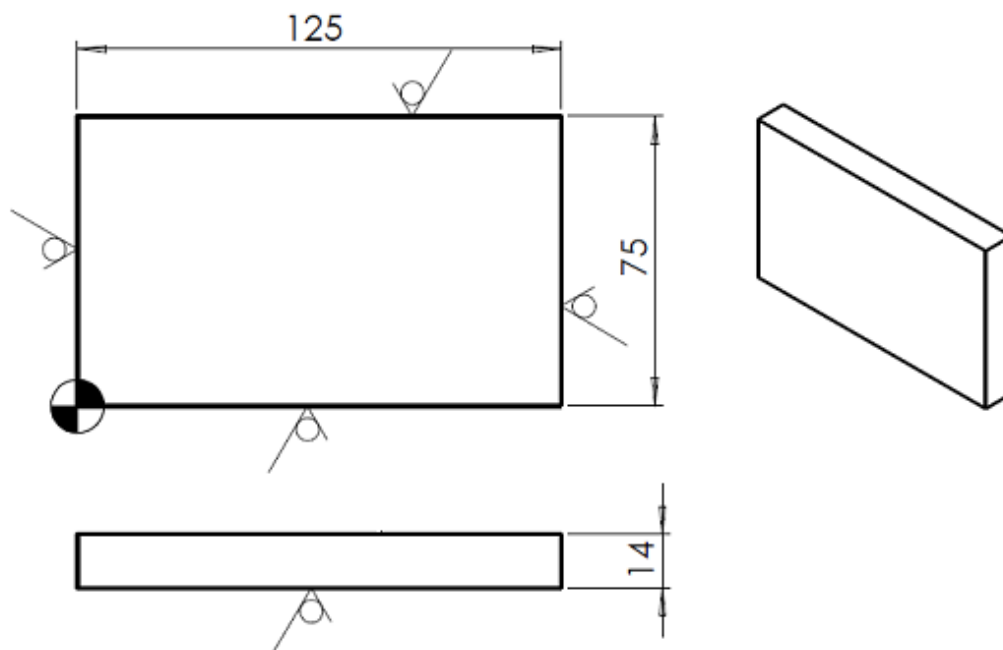


Tēma	6.3. CNC programmu simulācija (frēzēšanai un virpošanai)
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais: 1. Spēj praktiski pielietot un izskaidrot savu izvēli dažādiem detaļu izgatavošanas paņēmieniem, 2. spēj strādāt ar CNC simulatoru.
Uzdevuma nosacījumi	Piemērā Nr.1, Nr.2, Nr.3 izglītojamajam jāiepazīstas ar CNC datorsimulatorā un CNC darbamašīnas simulācijas režīmā iespējamo grafisko instrumenta apstrādes trajektorijas attēlojumu, un jāapgūst CNC simulatora iespējas.
Vērtēšana	
Papildus norādes	Šie trīs uzdevumi ir jāveic tiešā pasniedzēja uzraudzībā un atbalstāms ir arī izglītojamo grupu darbs. Svarīgi ir pārrunāt un izprast simulatora lietošanas iespējas, instrumenta ceļa grafisko attēlojumu un iespējamo atšķirību dažādās pašu veidotās apstrādes programmās.





6.3.5. Piemērs Nr.1. Plaknes apstrāde



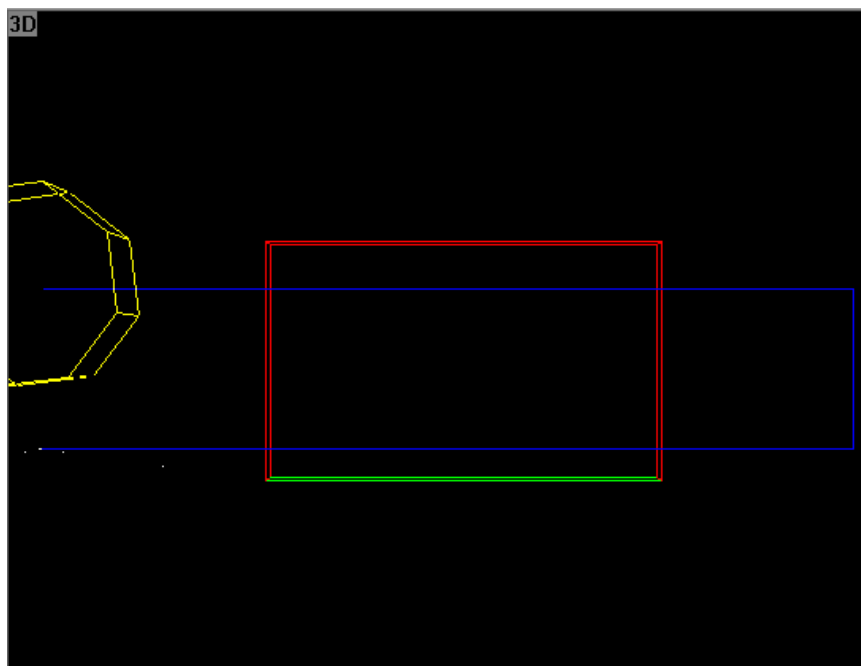
Sagatave				
Sagataves izmēri		125 x 75 x 14.5		
Sagataves materiāls		S235JRG2		
Sagataves fiksācija		Skrūvspīles		
Koordinātu sistēmas nulles punkts		Sagataves kreisais apakšējais stūris (no rasējuma pretskata)		
Darba instruments				
Instrumenti	Pirkstfrēze	Ø63	z=6	HNGJ 0805 ANEN
Instrumenta darba parametri		Skat. katalogu „Hoffmann Group nr.40”		
		V=270m/min	f _z =0,2	a _e =0,3*Ø
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$	$S = \frac{1000 * 270}{3.14 * 63} = 1364 \text{ (apgr./min)}$	
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$	$F = 1364 * 0,2 * 6 = 1636 \text{ (mm/min)}$	
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,3 * D \text{ (mm)}$	$a_e = 0,3 * 63 = 18,9 \text{ (mm)}$	

Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø	X-70 Y0
	Pieeja pie pirmās apstrādes malas	



Komanda	Paskaidrojums
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0004	• Programmas nosaukums;
N10 G17 G21 G54 G90	• Programmas rindiņas kārtas numurs; • XY plaknes izvēle; • Pārvietojums metriskā sistēmā; • Nulles punkta izvēle: viens no iespējamajiem pieciem nullpunktiem (atskaites punktiem); • Absolūtā pārvietojuma ieslēgšana;
N20 M06 T01 H01 D01	• Aktīvā instrumenta nomainīšana uz nepieciešamo; • Instrumenta izvēle (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (H – instrumenta garums, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (D – instrumenta rādiuss, 01 – instrumenta numurs);
N30 S1364 M03	• Darba vārpstas rotācijas ātrums uzstādīšana; • Instrumenta rotācijas ieslēgšana pulksteņrādītāja virzienā;
N40 G00 X-70. Y0.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi
N50 G43 G00 Z50.	• Instrumenta garuma kompensācijas ieslēgšana; • Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu (pārbaudām detaļas un instrumenta piesaisti);
N60 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N70 G01 Z-0.5 F1636.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu; • Darba padeves uzstādīšana mm/min;
N80 G01 X0. Y-45.	• Lineāra pārvietošanās ar darba padevi pa X un Y asi;
N90 G01 X0. Y-10.	• Lineāra pārvietošanās;
N100 G01 X185. Y-10.	• Lineāra pārvietošanās;
N110 G01 X185. Y60.	• Lineāra pārvietošanās;
N120 G01 X-70. Y60.	• Lineāra pārvietošanās;
N130 G00 Z50.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz drošības augstumu (pabeigta taisnstūra plaknes apstrāde);
N140 G49	• Instrumenta garuma kompensācijas atslēgšana;
N150 G91 G28 Z0	• Inkrementālā pārvietojuma ieslēgšana; • Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
N160 G28 X0 Y0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X un Y asi;
N170 M30	• Programmas beigas;
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;

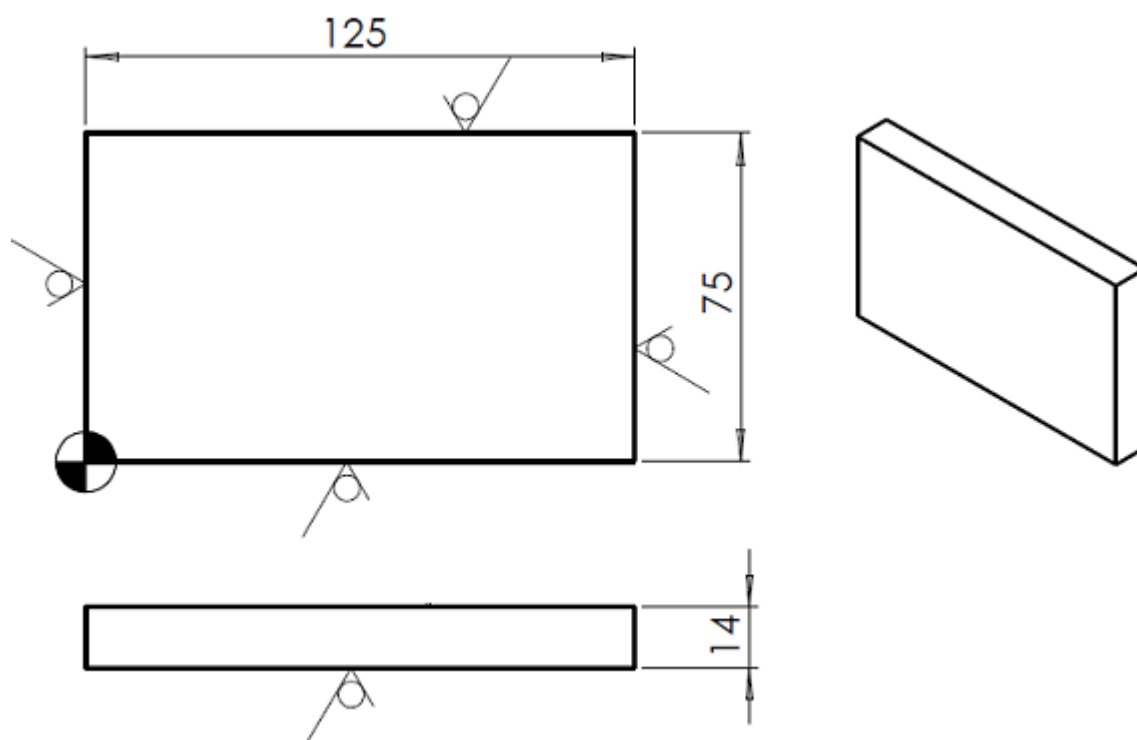




Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



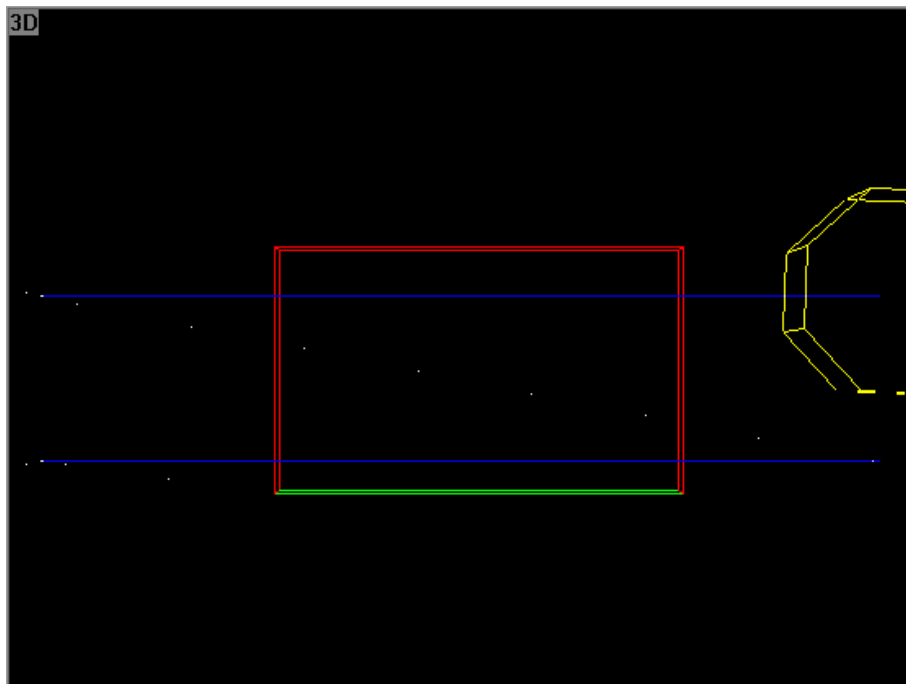
6.3.6. Piemērs Nr.2. Plaknes apstrāde



Sagatave				
Sagataves izmēri			125 x 75 x 14.3	
Sagataves materiāls			S235JRG2	
Sagataves fiksācija			Skrūvspīles	
Koordinātu sistēmas nulles punkts			Sagataves kreisais apakšējais stūris (no rasējuma pretskata)	
Darba instruments				
Instruments	Pirkstfrēze	Ø63	z=6	HNGJ 0805 ANEN
Instrumenta darba parametri		Skat. katalogu „Hoffmann Group nr.40”		
		V=270m/min	f _z =0,2	a _e =0,3*Ø
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$	$S = \frac{1000 * 270}{3.14 * 63} = 1364 \text{ (apgr./min)}$	
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$	$F = 1364 * 0,2 * 6 = 1636 \text{ (mm/min)}$	
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,3 * D \text{ (mm)}$	$a_e = 0,3 * 63 = 18,9 \text{ (mm)}$	
Sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø		X-70 Y10
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas		

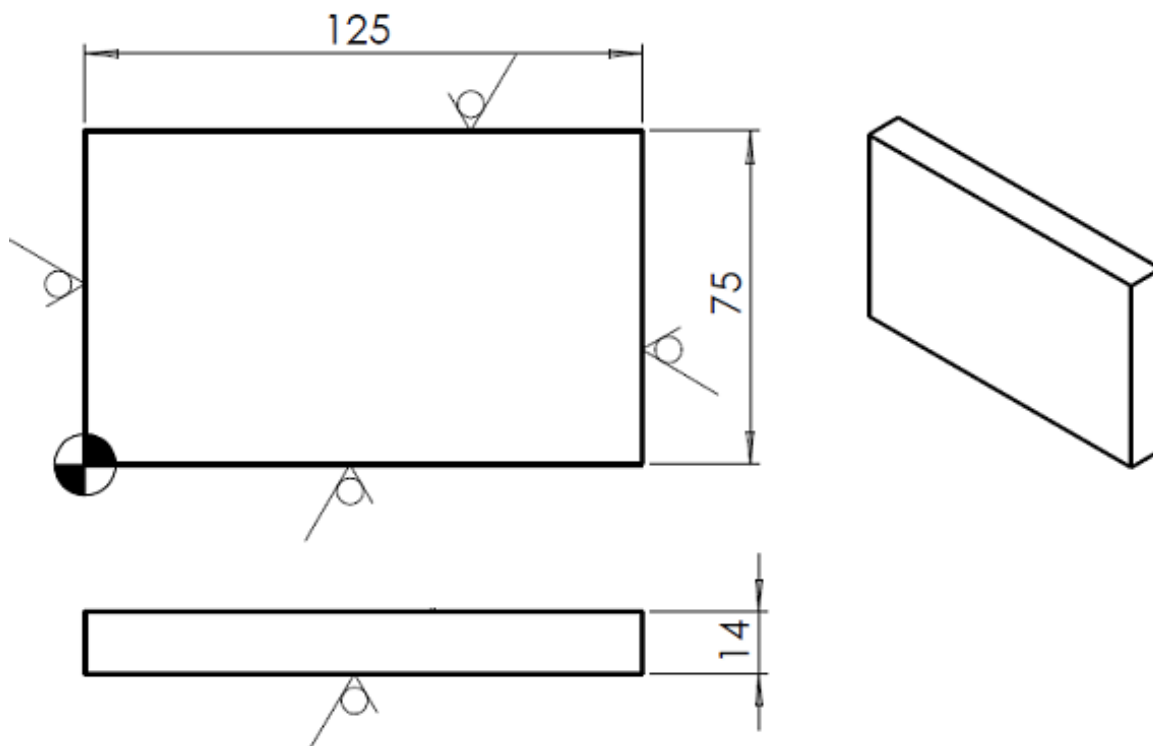
Komanda	Paskaidrojums
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0005	• Programmas nosaukums;
N10 G17 G21 G54 G90	• Programmas rindiņas kārtas numurs; • XY plaknes izvēle; • Pārvietojums metriskā sistēmā; • Nulles punkta izvēle: viens no iespējamajiem pieciem nullpunktiem (atskaites punktiem); • Absolūtā pārvietojuma ieslēgšana;
N20 M06 T01 H01 D01	• Aktīvā instrumenta nomainīšana uz nepieciešamo; • Instrumenta izvēle (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (H – instrumenta garums, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (D – instrumenta rādiuss, 01 – instrumenta numurs);
N30 S1364 M03	• Darba vārpstas rotācijas ātrums uzstādīšana; • Instrumenta rotācijas ieslēgšana pulksteņrādītāja virzienā;
N40 G00 X-70. Y10.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;
N50 G43 G00 Z50.	• Instrumenta garuma kompensācijas ieslēgšana; • Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu (pārbaudām detaļas un instrumenta piesaisti);
N60 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N70 G01 Z-0.3 F1636.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu; • Darba padeves uzstādīšana mm/min;
N80 G01 X0. Y10	• Lineāra pārvietošanās ar darba padevi pa X un Y asi;
N90 G01 X185. Y10.	• Lineāra pārvietošanās;
N100 G00 Z50.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu (pārbaudām detaļas un instrumenta piesaisti);
N110 G00 X-70. Y60.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;
N120 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N130 G01 Z-0.3	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu;
N140 G01 X0. Y60.	• Lineāra pārvietošanās;
N150 G01 X185. Y60.	• Lineāra pārvietošanās;
N160 G00 Z50.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz drošības augstumu (pabeigta taisnstūra plaknes apstrāde);
N170 G49	• Instrumenta garuma kompensācijas atslēgšana;
N180 G91 G28 Z0	• Inkrementālā pārvietojuma ieslēgšana; • Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
N190 G28 X0 Y0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X un Y asi;
N200 M30	• Programmas beigas;
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;







6.3.7. Piemērs Nr.3. Plaknes apstrāde



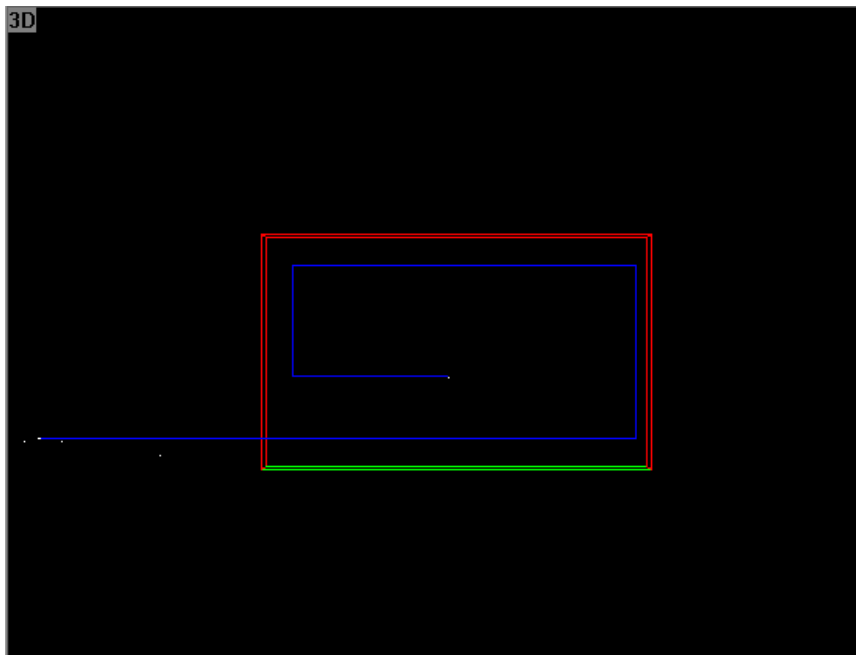
Sagatave				
Sagataves izmēri			125 x 75 x 14.2	
Sagataves materiāls			S235JRG2	
Sagataves fiksācija			Skrūvspīles	
Koordinātu sistēmas nulles punkts			Sagataves kreisais apakšējais stūris (no rasējuma pretskata)	
Darba instruments				
Instrumenti	Pirkstfrēze	Ø63	z=6	HNGJ 0805 ANEN
Instrumenta darba parametri		Skat. katalogu „Hoffmann Group nr.40”		
		V=270m/min	f _z =0,2	a _e =0,3*Ø
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$	$S = \frac{1000 * 270}{3.14 * 63} = 1364 \text{ (apgr./min)}$	
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$	$F = 1364 * 0,2 * 6$ $= 1636 \text{ (mm/min)}$	
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,3 * D \text{ (mm)}$	$a_e = 0,3 * 63 = 18,9 \text{ (mm)}$	
Sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par 1 mm		X-70 Y10
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas		



Komanda	Paskaidrojums
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;
O0006	• Programmas nosaukums;
N10 G17 G21 G54 G90	• Programmas rindiņas kārtas numurs; • XY plaknes izvēle; • Pārvietojums metriskā sistēmā; • Nulles punkta izvēle: viens no iespējamajiem pieciem nullpunktiem (atskaites punktiem); • Absolūtā pārvietojuma ieslēgšana;
N20 M06 T01 H01 D01	• Aktīvā instrumenta nomaiņa uz nepieciešamo; • Instrumenta izvēle (T (tool) – ang. instruments, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (H – instrumenta garums, 01 – instrumenta numurs); • Kompensācijas parametru norādīšana (D – instrumenta rādiuss, 01 – instrumenta numurs);
N30 S1364 M03	• Darba vārpstas rotācijas ātrums uzstādīšana; • Instrumenta rotācijas ieslēgšana pulkstenrādītāja virzienā;
N40 G00 X-70. Y10.	• Ātra pozicionēšana pa X un Y asi;
N50 G43 G00 Z50.	• Instrumenta garuma kompensācijas ieslēgšana; • Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās uz drošības augstumu (pārbaudām detaļas un instrumenta piesaisti);
N60 G00 Z2.	• Ātra pozicionēšana pa Z asi – instrumenta pārvietošanās no drošības augstuma uz pirms apstrādes augstumu;
N70 G01 Z-0.2 F1636.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz nepieciešamo dziļumu; • Darba padeves uzstādīšana mm/min;
N80 G01 X0. Y10	• Lineāra pārvietošanās ar darba padevi pa X un Y asi;
N90 G01 X120. Y10.	• Lineāra pārvietošanās;
N100 G01 X120. Y65.	• Lineāra pārvietošanās;
N110 G01 X10. Y65.	• Lineāra pārvietošanās;
N120 G01 X10. Y30.	• Lineāra pārvietošanās;
N130 G01 X60. Y30.	• Lineāra pārvietošanās;
N140 G00 Z50.	• Lineāra pārvietošanās pa Z asi uz drošības augstumu (pabeigta taisnstūra plaknes apstrāde);
N150 G49	• Instrumenta garuma kompensācijas atslēgšana;
N160 G91 G28 Z0	• Inkrementālā pārvietojuma ieslēgšana; • Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa Z asi;
N170 G28 X0 Y0	• Atgriešanās mašīnas nulles punktā pa X un Y asi;
N180 M30	• Programmas beigas;
%	• Programmas sākuma un beigu atpazīšanas simbols;



3D



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



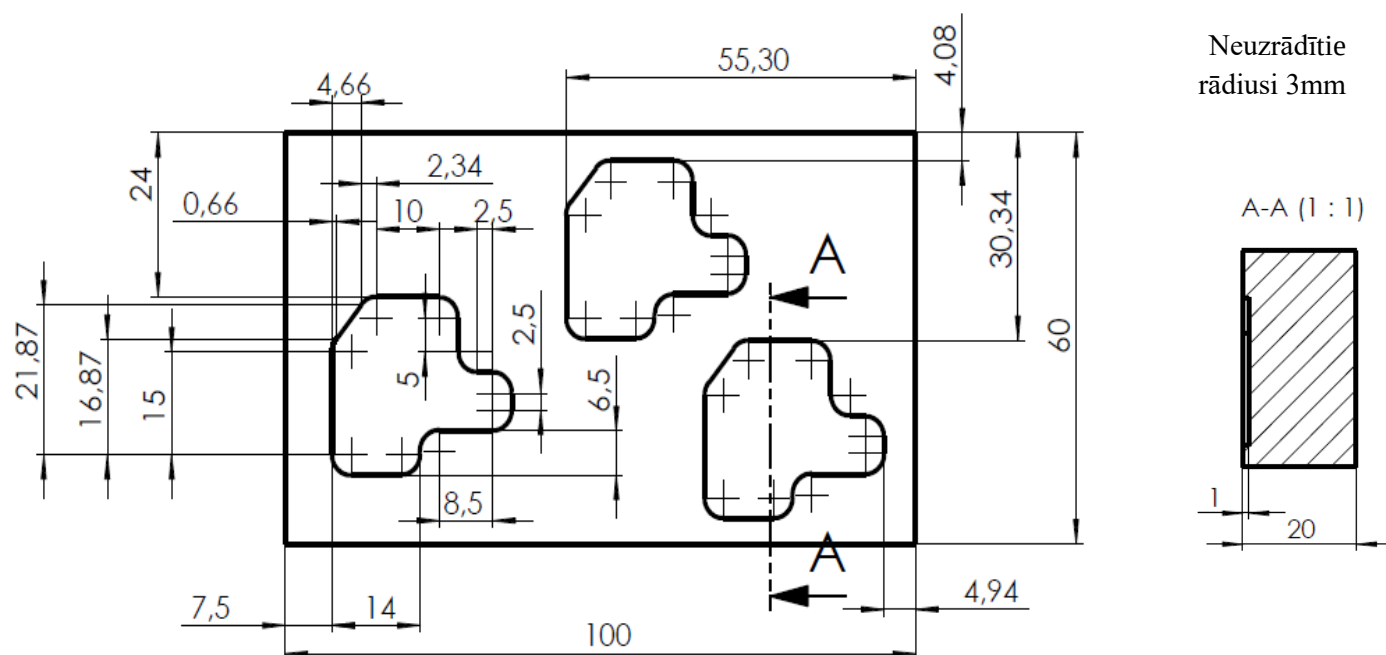
6.3.8. Praktiskais uzdevums Nr.1. Programmēšana un simulācija



Tēma	6.3. CNC programmu simulācija (frēzēšanai un virpošanai)
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais spēj strādāt ar CNC frēzēšanas simulatoru, izstrādāt reālas apstrādes programmas, veikt nepieciešamo darbu dokumentēšanu.
Uzdevuma nosacījumi	Praktiskie uzdevumi Nr. 1-8 ir frēzēšanas uzdevumi izglītojamo kompetenču pilnveidei, apstrādes programmu sastādīšanai. Šos uzdevumus pildot vēlams sastādīt arī tehnoloģisko karti, ja vien šo detaļu izgatavošanai ir pietiekami daudz laika un instrumenta izvēles iespējas.
Vērtēšana	Pirmais pozitīvais vērtējums vismaz par 50% pareizi izgatavota detaļa
Papildus norādes	Ja programma ir uzrakstīta datorsimulatorā, tad pirms izgatavošanas ar CNC darbamašīnu uzrakstītā apstrādes programma ir jāpārbauda arī CNC mašīnas simulātorā. Pēc tam instrumenta kustības trajektoriju vēlams vizuāli novērtēt tieši virs sagataves ar instrumentu, kurš ir pacelts 50 – 100 mm virs sagataves.



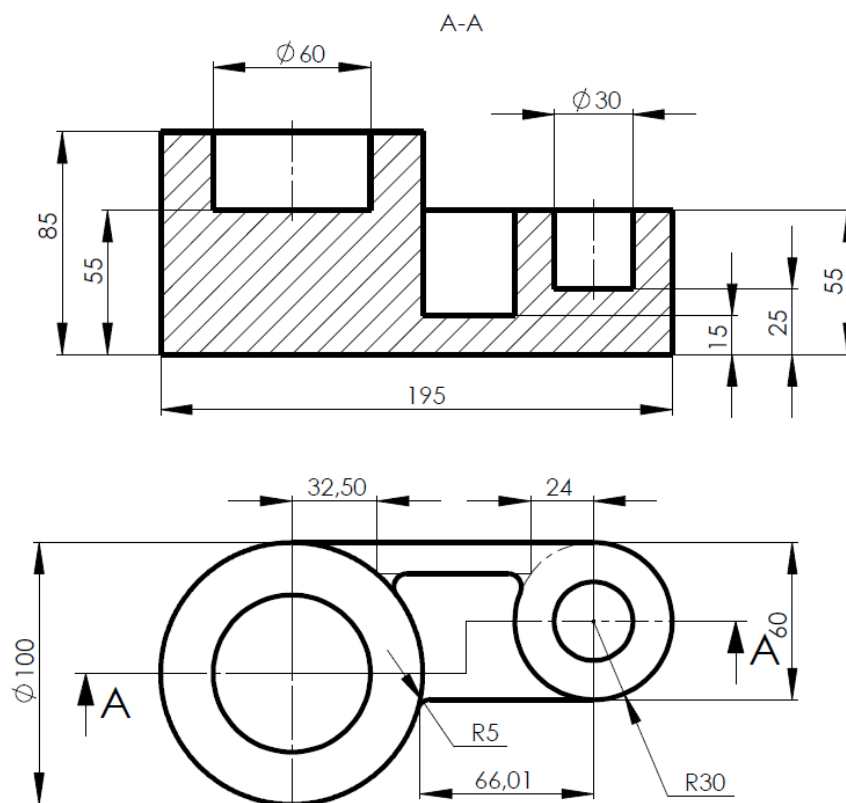
6.3.8. Praktiskais uzdevums Nr.1. Programmēšana un simulācija



Sagatave				
Sagataves izmēri				
Sagataves materiāls				
Sagataves fiksācija				
Koordinātu sistēmas nulles punkts				
Darba instruments				
Instrumenti	Pirkstfrēze			
Instrumenta darba parametri				
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$		
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$		
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$		

Kompensācijas sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø	
	Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta	

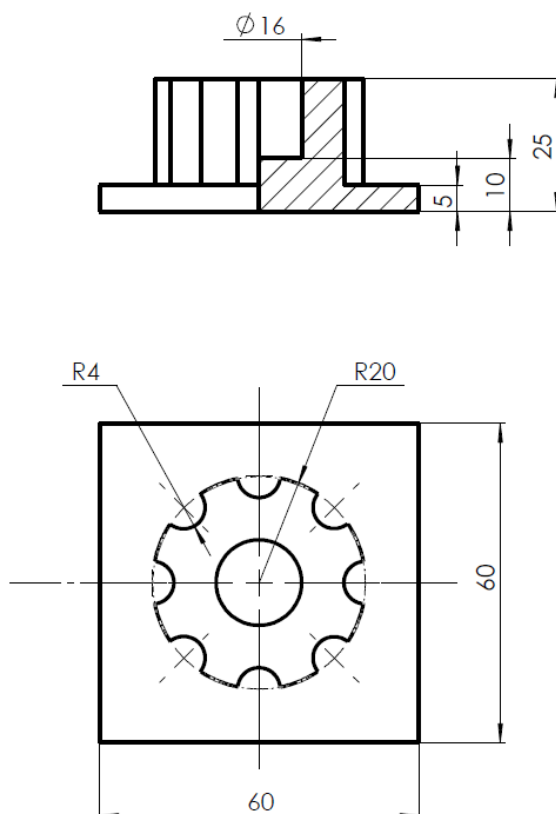
6.3.9. Praktiskais uzdevums Nr.2. Programmēšana un simulācija



Sagatave				
Sagataves izmēri				
Sagataves materiāls				
Sagataves fiksācija				
Koordinātu sistēmas nulles punkts				
Darba instruments				
Instrumenti	Pirkstfrēze			
Instrumenta darba parametri				
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$		
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$		
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$		
Kompensācijas sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø		
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta		



6.3.10. Praktiskais uzdevums Nr.3. Programmēšana un simulācija

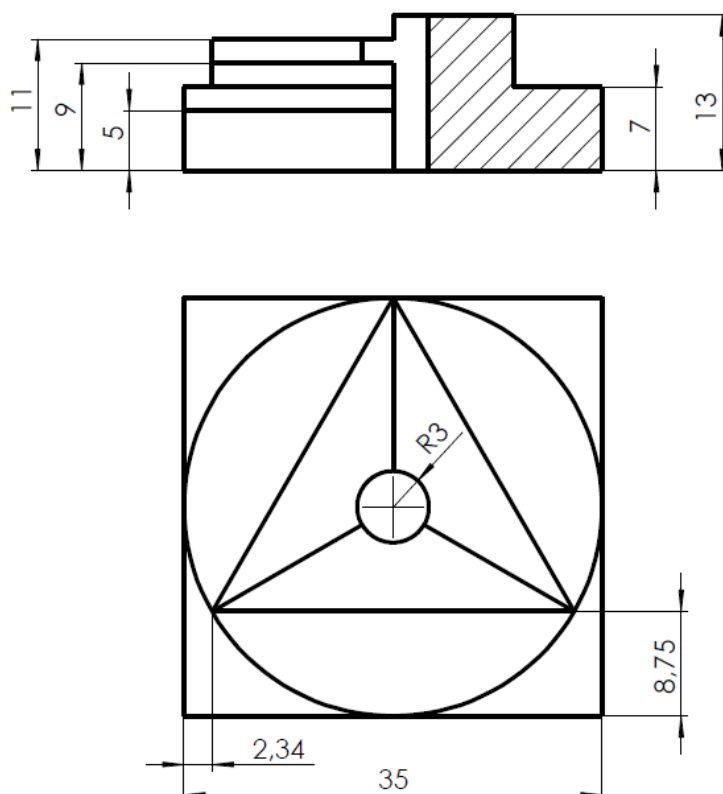


Sagatave				
Sagataves izmēri				
Sagataves materiāls				
Sagataves fiksācija				
Koordinātu sistēmas nulles punkts				
Darba instruments				
Instruments	Pirkstfrēze			
Instrumenta darba parametri				
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$		
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$		
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$		

Kompensācijas sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø	
	Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta	



6.3.11. Praktiskais uzdevums Nr.4. Programmēšana un simulācija

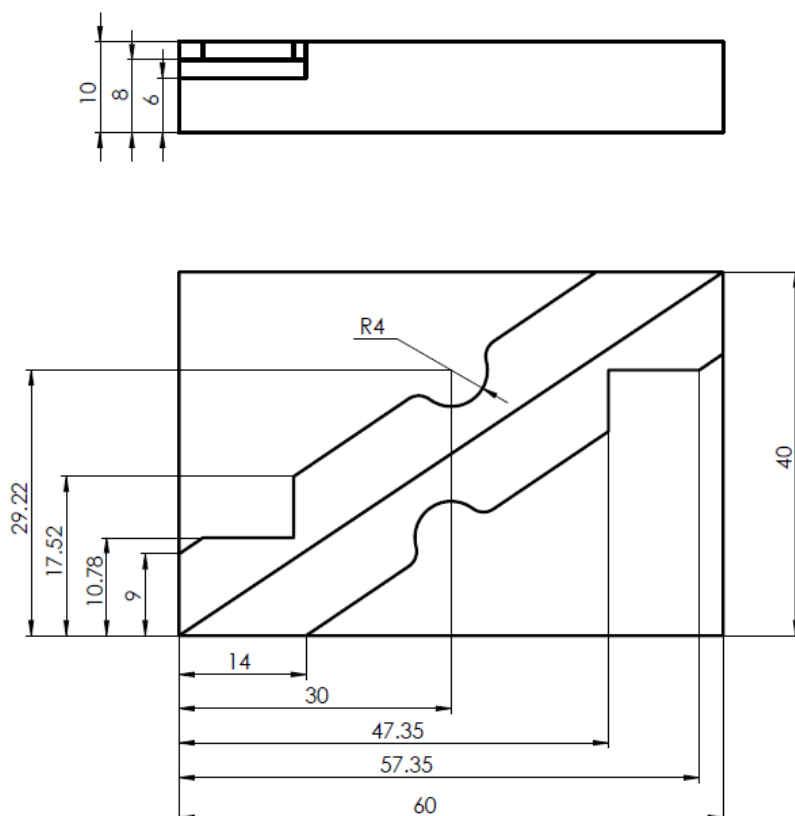


Sagatave				
Sagataves izmēri				
Sagataves materiāls				
Sagataves fiksācija				
Koordinātu sistēmas nulles punkts				
Darba instruments				
Instrumenti	Pirkstfrēze			
Instrumenta darba parametri				
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$		
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$		
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$		

Kompensācijas sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par instrumenta $\varnothing$	
	Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta	



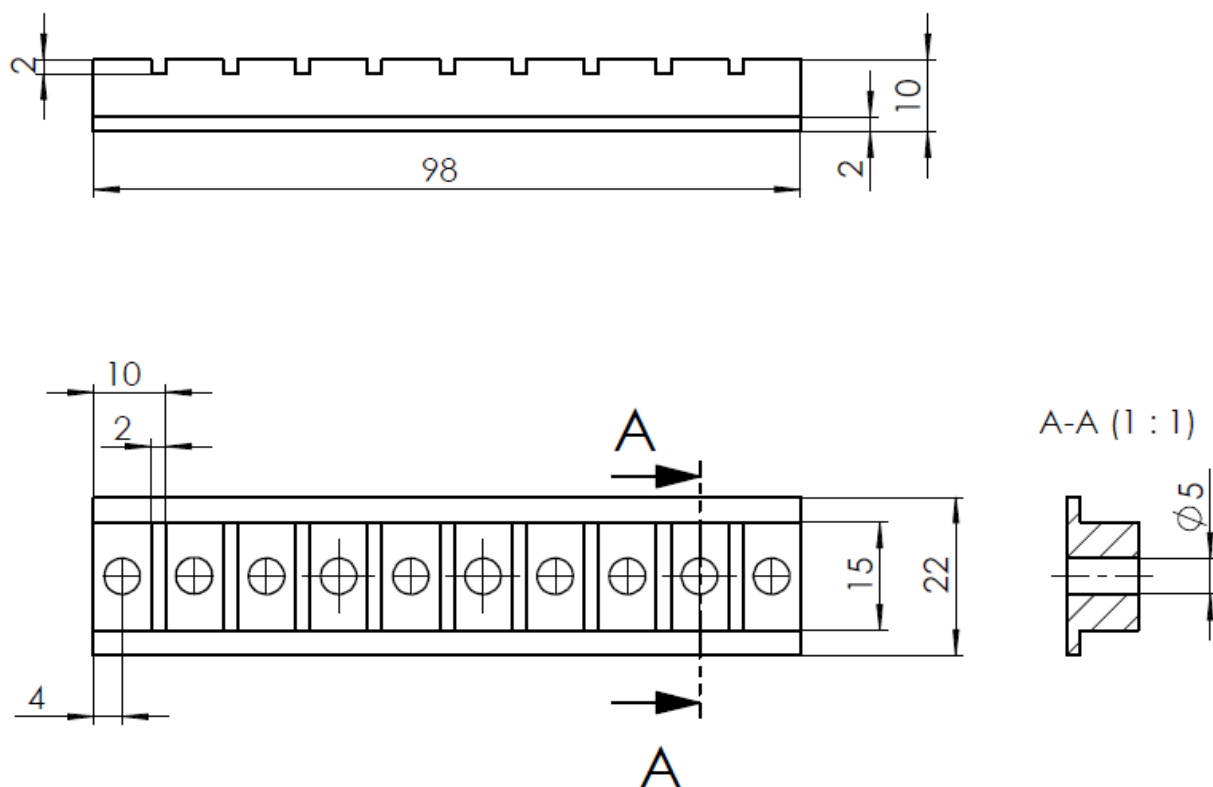
6.3.12. Praktiskais uzdevums Nr.5. Programmēšana un simulācija



Sagatave				
Sagataves izmēri				
Sagataves materiāls				
Sagataves fiksācija				
Koordinātu sistēmas nulles punkts				
Darba instruments				
Instruments	Pirkstfrēze			
Instrumenta darba parametri				
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$		
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$		
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$		
Kompensācijas sākuma koordinātes		Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø		
		Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta		



6.3.13. Praktiskais uzdevums Nr.6. Programmēšana un simulācija



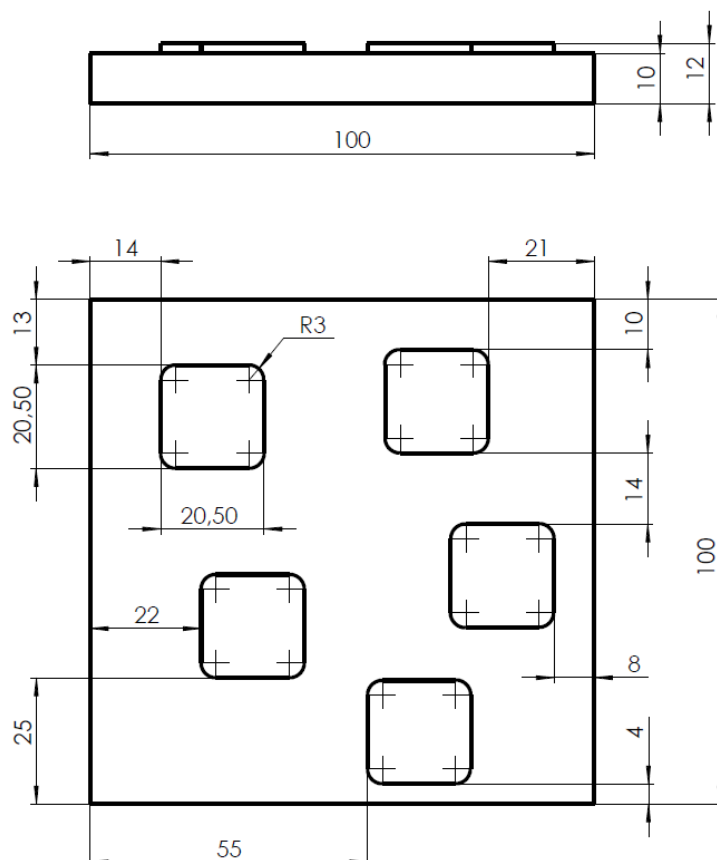
Sagatave				
Sagataves izmēri				
Sagataves materiāls				
Sagataves fiksācija				
Koordinātu sistēmas nulles punkts				
Darba instruments				
Instrumenti	Pirkstfrēze			
Instrumenta darba parametri				
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$		
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$		
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$		

Kompensācijas sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par instrumenta $\varnothing$	
	Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta	





6.3.14. Praktiskais uzdevums Nr.7. Programmēšana un simulācija

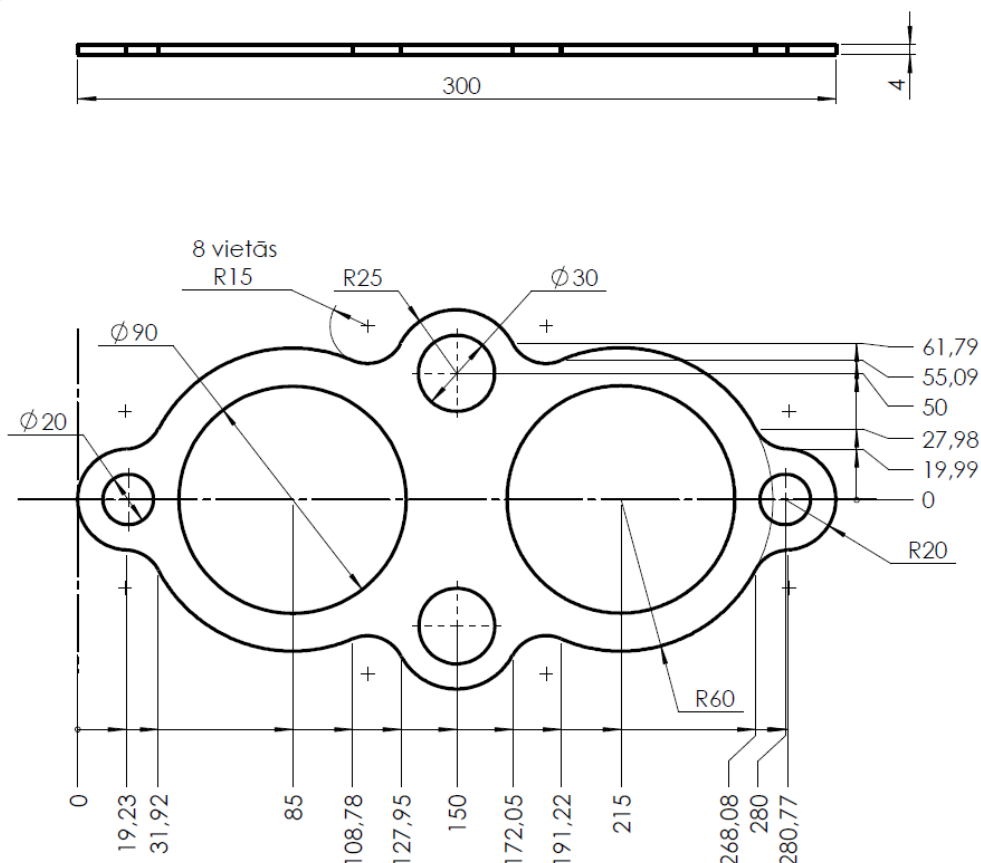


Sagatave			
Sagataves izmēri			
Sagataves materiāls			
Sagataves fiksācija			
Koordinātu sistēmas nulles punkts			
Darba instruments			
Instrumenti	Pirkstfrēze		
Instrumenta darba parametri			
Instrumenta apgriezieni	Formula	Aprēķins	
	$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$		
Darba padeves ātrums	Formula	Aprēķins	
	$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$		
Instrumenta max griešanas dziļums	Formula	Aprēķins	
	$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$		

Kompensācijas sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par instrumenta Ø		
	Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta		



6.3.15. Praktiskais uzdevums Nr. 8. Programmēšana un simulācija



Sagatave				
Sagataves izmēri				
Sagataves materiāls				
Sagataves fiksācija				
Koordinātu sistēmas nulles punkts				
Darba instruments				
Instrumenti	Pirkstfrēze			
Instrumenta darba parametri				
Instrumenta apgriezieni		Formula	Aprēķins	
		$S = \frac{1000 * V}{\pi * D} \text{ (apgr./min)}$		
Darba padeves ātrums		Formula	Aprēķins	
		$F = S * f_z * z \text{ (mm/min)}$		
Instrumenta max griešanas dziļums		Formula	Aprēķins	
		$a_e = 0,5 * D \text{ (mm)}$		

Kompensācijas sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par instrumenta ϕ	
	Pieeja pie pirmās apstrādes malas viduspunkta	



6.3.16. Praktiskais uzdevums Nr. 9. Programmēšana un simulācija

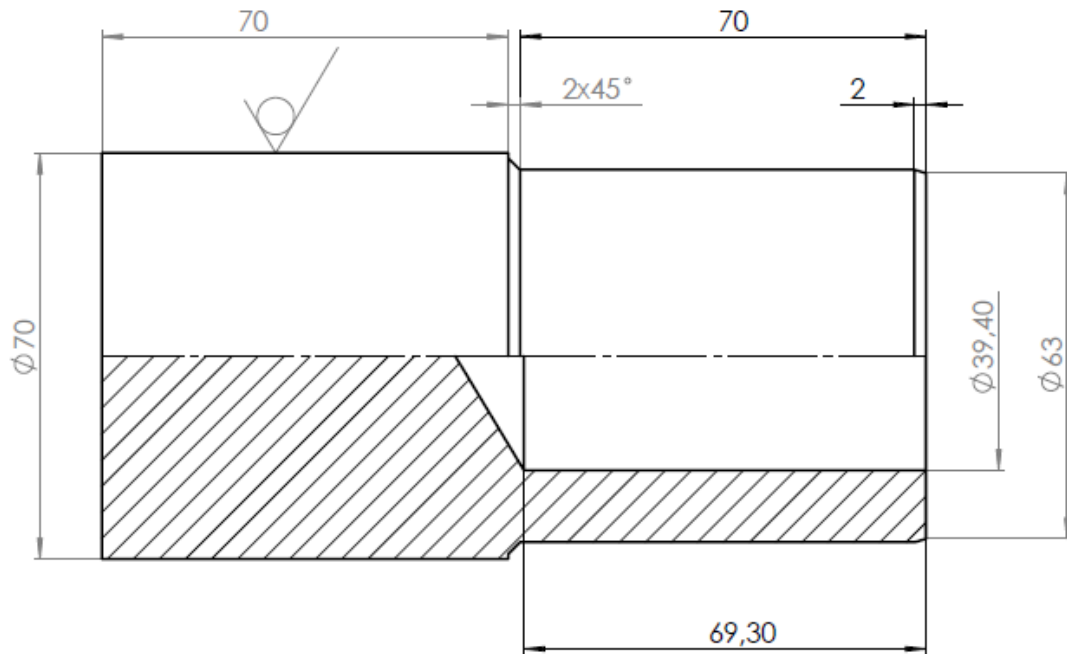


Tēma	6.3. CNC programmu simulācija (frēzēšanai un virpošanai)
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais prot strādāt ar CNC virpošanas simulatoru, izstrādāt reālas apstrādes programmas, veikt nepieciešamo darbu dokumentēšanu.
Uzdevuma nosacījumi	Praktiskie uzdevumi Nr. 9.-13. ir virpošanas uzdevumi izglītojamo kompetenču pilnveidei, apstrādes programmu sastādīšanai.
Vērtēšana	Pirmais pozitīvais vērtējums - vismaz par 50% pareizi izgatavota detaļa
Papildus norādes	Šos uzdevumus pildot, vēlams sastādīt arī tehnoloģisko karti, ja vien pasniedzējs šo detaļu izgatavošanai ir devis pietiekami daudz laika un instrumenta izvēles iespējas.





6.3.16. Praktiskais uzdevums Nr.9. Programmēšana un simulācija

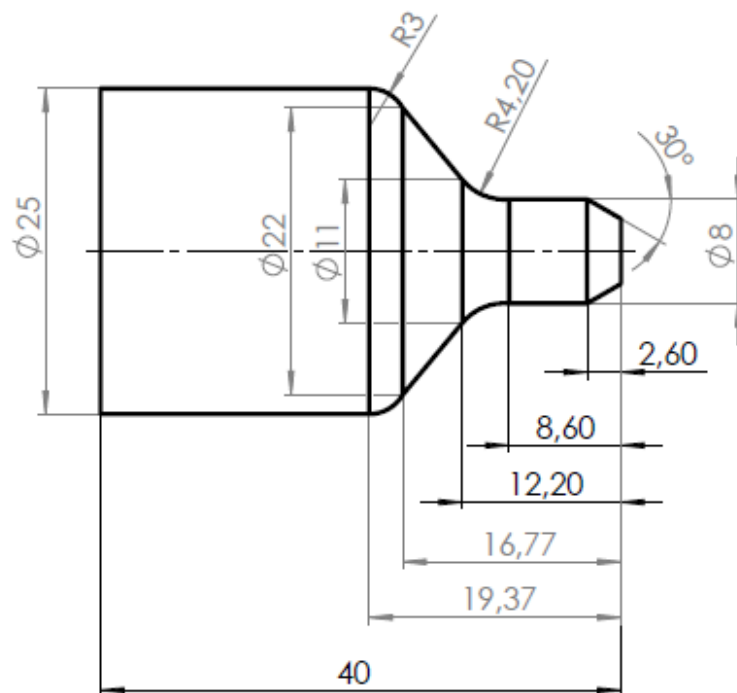


Sagatave		
Sagataves izmēri	145 x Ø70	
Sagataves materiāls	S235JRG2	
Sagataves fiksācija	Patrona	
Darba instruments		
Instrument T01	Instrument T02	Instrument T03

Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par + 1 mm
	Pieceja pie Z ass 0 + 1 mm



6.3.17. Praktiskais uzdevums Nr.10. Programmēšana un simulācija



Sagatave		
Sagataves izmēri	41 x Ø25	
Sagataves materiāls	S235JRG2	
Sagataves fiksācija	Patrona	
Darba instruments		
Instruments T01	Instruments T02	Instruments T03

Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par + 1 mm
	Pieejā pie Z ass 0 + 1 mm

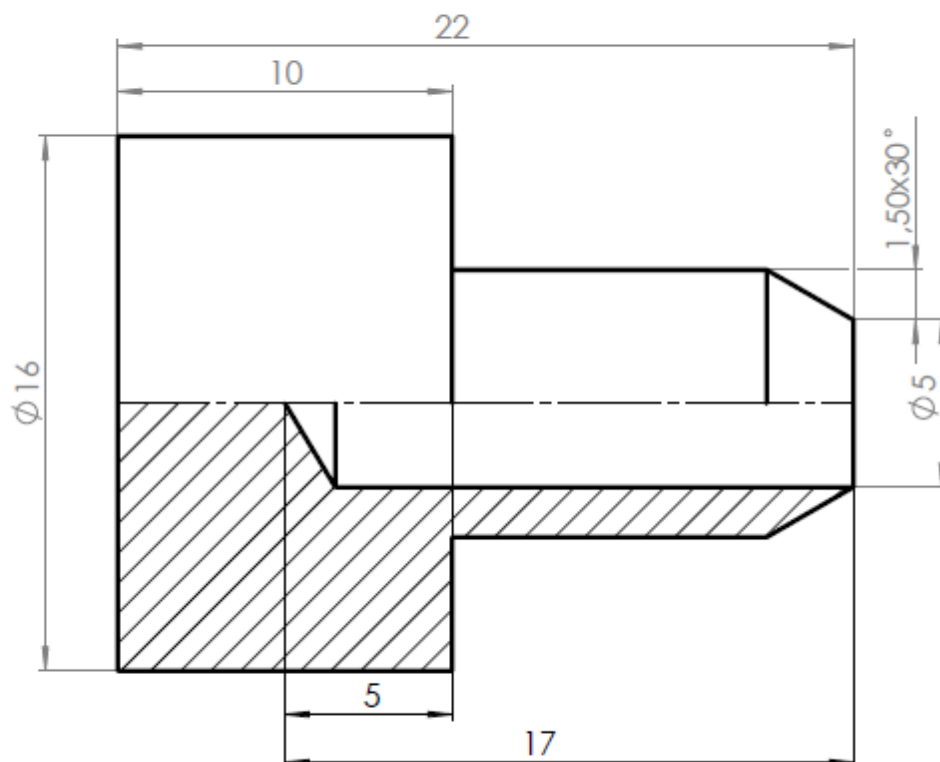


Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma





6.3.18. Praktiskais uzdevums Nr.11. Programmēšana un simulācija



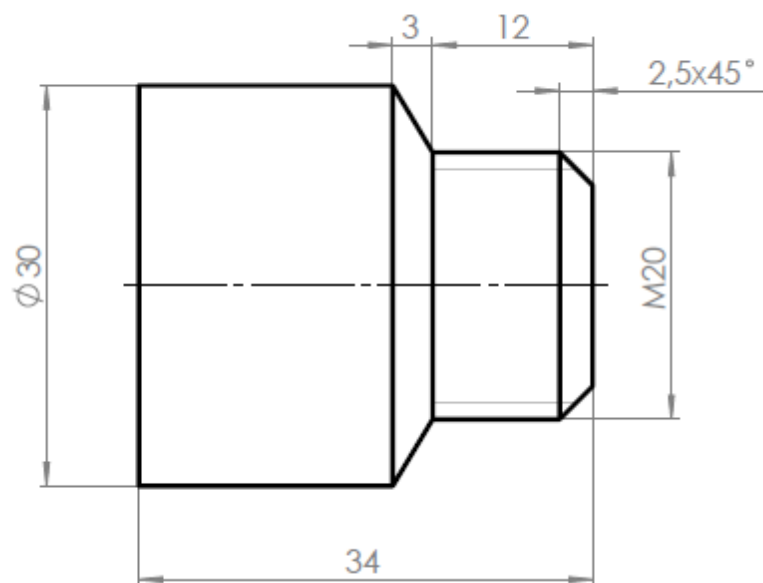
Sagatave		
Sagataves izmēri		22 x Ø16
Sagataves materiāls		S235JRG2
Sagataves fiksācija		Patrona
Darba instruments		
Instruments T01	Instruments T02	Instruments T03

Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par + 1 mm
	Pieeja pie Z ass 0 + 1 mm





6.3.19. Praktiskais uzdevums Nr. 12. Programmēšana un simulācija



Sagatave		
Sagataves izmēri	34 x Ø30	
Sagataves materiāls	S235JRG2	
Sagataves fiksācija	Patrona	
Darba instruments		
Instrument T01	Instrument T02	Instrument T03

Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par + 1 mm
	Pieeja pie Z ass 0 + 1 mm



6.3.20. Praktiskais uzdevums Nr. 13. Programmēšana un simulācija

Sagatave		
Sagataves izmēri	41 x Ø30	
Sagataves materiāls	S235JRG2	
Sagataves fiksācija	Patrona	
Darba instruments		
Instruments T01	Instruments T02	Instruments T03

Sākuma koordinātes	Atkāpe no sagataves par + 1 mm
	Pieeja pie Z ass 0 + 1 mm



6.4. Visu apstrādes posmu simulācija: iekārtas, instrumenti un aprīkojums, procesa simulācija un kvalitātes kontrole

6.4.1. Praktisks uzdevums apstrādes procesa simulācijai virpošanā



Tēma	6.4.1. Apstrādes procesa simulācija virpošanā
Kompetenču joma	Modulis B5 CAD/CAM
Kompetenču līmenis	EKI 3.līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais ir ieguvis prasmi aprakstīt apstrādes procesus, instrumentu un aprīkojuma izvēli, procesa simulāciju.
Uzdevuma nosacījumi	Izvēlētajam CAD modelim izglītojamajam ir: - jāizvēlās virpošanas iekārta; - jāizvēlās cilindriskās detaļas stiprinājuma ierīce; - jāizvēlās griešanas instrumenti virpošanai; - jāizvēlās apstrādes process; - jāapraksta pareizie apstrādes parametri; - jāsimulē aprakstīto procesa secību. <u>Visas procedūras jāveic ar izglītojamā vai pasniedzēja izvēlēto CAM programmu (MTS vai līdzīgu).</u>
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts.
Papildus norādes	• Ja teorētiskās zināšanas ir apgūtas un ir izpratne par iekārtas daļu, izvēlēto instrumentu un aprīkojuma aprakstīšanu, šo uzdevumu var veikt patstāvīgi kā mājasdarbu vai tālmācības uzdevumu. • Šis materiāls ir nepieciešams kā pastāvīgs izglītojamā rokasgrāmatas komponents praktiskajam darbam. Tā ir speciālista spēja vienmēr izvēlēties faktisko optimālo un vēlamu apstrādes režīmu.

Ja mācībām tiks izvēlēta MTS programma, jūs atradīsiet piemēru procesam mājas lapā <https://cnc4change.org/course/view.php?id=11§ion=1>.



Tēma	6.4.1. Apstrādes procesa simulācija frēzēšanā
Kompetenču joma	Modulis B5 CAD/CAM
Kompetenču līmenis	EKI 3.līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais ir ieguvis prasmi aprakstīt apstrādes procesus, instrumentu un aprīkojuma izvēli, procesa simulāciju.
Uzdevuma nosacījumi	Izvēlētajam CAD modelim izglītojamajam ir: - jāizvēlās frēzēšanas iekārta; - jāizvēlās taisnstūrveida detaļas stiprinājuma ierīce; - jāizvēlās griešanas instrumenti frēzēšanai; - jāizvēlās apstrādes process; - jāapraksta pareizie apstrādes parametri; - jāsimulē aprakstīto procesa secību. <u>Visas procedūras jāveic ar izglītojamā vai pasniedzēja izvēlēto CAM programmu (MTS vai līdzīgu).</u>
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts.
Papildus norādes	✓ Ja teorētiskās zināšanas ir apgūtas un ir izpratne par iekārtas daļu, izvēlēto instrumentu un aprīkojuma aprakstīšanu, šo uzdevumu var veikt patstāvīgi kā mājasdarbu vai tālmācības uzdevumu. ✓ Šis materiāls ir nepieciešams kā pastāvīgs izglītojamā rokasgrāmatas komponents praktiskajam darbam. Tā ir speciālista spēja vienmēr izvēlēties faktisko optimālo un vēlamā apstrādes režīmu.

Ja mācībām tiks izvēlēta MTS programma, jūs atradīsiet piemēru procesam mājas lapā <https://cnc4change.org/course/view.php?id=11§ion=1>.



7. Kvalitātes novērtējums

7.1.1. Praktiskie uzdevumi par mērīšanas metodēm un aprīkojumu



Tēma	7.1. Mērīšanas metodes un aprīkojums
Kompetenču joma	Modulis B2 CNC iekārtu vadība
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais: 1. Izprot detaļu mērīšanas metodes un veidus. 2. Prot izmantot mērīšanas ierīces
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamie, strādājot grupās pa 2-3 pasniedzēja vadībā, apgūst detaļu mērīšanas veidus un metodes.
Vērtēšana	
Papildus norādes	Lai izglītojamie varētu izmantot mērīšanas aprīkojumu, tiem iepriekš jāapgūst teorētiskās zināšanas par mērīšanas aprīkojumu, veidiem un metodēm.





7.1.1. Mērīšanas metodes un aprīkojums

1. Pabeidziet teikumu.

Lai izmērītu saražoto produkciju, tiek izmantoti dažādi mērīšanas Visbiežāk izmantotais aprīkojums kvalitātes kontrolē ir, ar kura palīdzību var izmērīt detaļu līdz precizitātei.....

Saskaņā ar ISO standartiem, vārpstu izmēriem un ārējās kontūras izmēriem jābūt ar... pielaidi, bet urbumu un iekšējām kontūrām ar ... pielaidi. Mūsdienās ļoti bieži izmanto precīzas mērīšanas ierīces, piemēram, (minēt vismaz 2).

2. Sniedziet atbildes uz sekojošiem jautājumiem:

- Nosauciet vismaz 4 mērīšanas ierīces, kuras CNC operatoram jāprot izmantot.
- Nosauciet 2 ārējo kontūru un 2 iekšējo kontūru mērīšanas metodes.
- Kāds ir ieteicamais mērījums pēc diametra 80h7 apstrādes?

3. Izvēlieties attēlu ar pareizo mērīšanas metodi:

A.



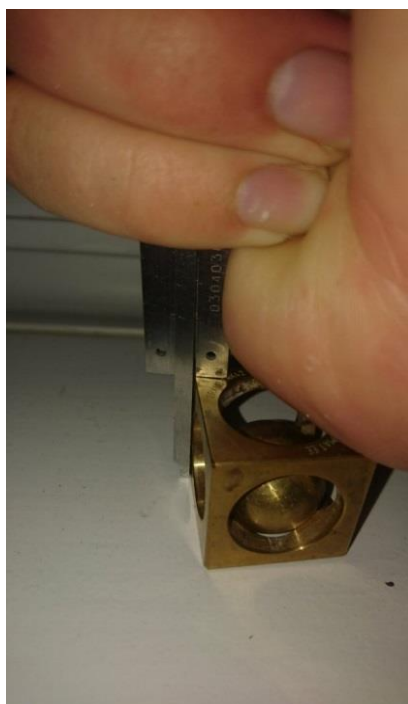
Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



B.



C.



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



7.1.1. Mērīšanas metodes un aprīkojums. Pareizās atbildes

1. Pabeidziet teikumu.

Lai izmērītu saražoto produkciju, tiek izmantoti dažādi mērīšanas instrumenti, aprīkojums. Visbiežāk izmantotais aprīkojums kvalitātes kontrolē ir bīdmērs, ar kura palīdzību var izmērīt detaļu līdz precizitātei 0,01.

Saskaņā ar ISO standartiem, vārpstu izmēriem un ārējās kontūras izmēriem jābūt ar negatīvu pielaidi, bet urbumu un iekšējām kontūrām ar pozitīvu pielaidi. Mūsdienās ļoti bieži izmanto precīzas mērīšanas ierīces, piemēram, koordinātu mērīšanas mašīna, lāzermērīšanas aprīkojums, mikroskops (minēt vismaz 2).

2. Sniedziet atbildes uz sekojošiem jautājumiem:

- Nosauciet vismaz 4 mērīšanas ierīces, kuras CNC operatoram jāprot izmantot.

bīdmērs, dziļuma mērītājs, mikrometrs, vītņu bīdmērs, mērīšanas stacijas.

- Nosauciet 2 ārējo konktūru un 2 iekšējo kontūru mērīšanas metodes.

Bīdmērs un mikrometrs, bīdmērs un urbumu bīdmērs.

- Kāds ir ieteicamais mērījums pēc diametra 80h7 apstrādes?

$-0.35/2 = -0.17/-0.18$

3. Izvēlieties attēlu ar pareizo mērīšanas metodi:

- A. pa labi
- B. pa labi
- C. pa kreisi

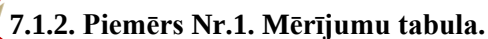


7.1.2. Piemērs. Mērījumu tabula



Tēma	7.1. Mērīšanas metodes un aprīkojums
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaiss: 3. zina mērīšanas principus un būtību, 2. spēj patstāvīgi veikt mērījumus, tos dokumentēt un aprēķināt plānojamo instrumenta korekciju.
Uzdevuma nosacījumi	Labākai mācību vielas apguvei būtu jāveic arī praktiski demonstrējumi un audzēkņiem nepieciešams līdzdarboties mērījumu nolasīšanā.
Vērtēšana	
Papildus norādes	Uzdevumu veicot izglītojamaiss izprot mērījumu atkārtotamības nepieciešamību, to veikšanas biežumu, darbības, kas tam seko un kā veikt mērījumu pierakstus.





7.1.3. Praktiskais uzdevums Nr.1. Mērījumu tabula.



Tēma	7.1. Mērīšanas metodes un aprīkojums
Kompetenču joma	Modulis B1 Metālapstrādes pamati
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais spēj patstāvīgi veikt mērījumus, ievērot mērīšanas secību, dokumentēt iegūtos mērījumus un aprēķināt nepieciešamo instrumenta korekciju.
Uzdevuma nosacījumi	Šo uzdevumu izpildei noteikti ir nepieciešama reāla detaļa un mērinstrumenti. Lai pārliecinātos par instrumenta korekcijas aprēķinu pareizību, un apgūtu prasmes šīs korekcijas ievadīt CNC apstrādes programmā, ir nepieciešams detaļu izgatavot uz CNC mašīnas. Un kopā ar izglītojamajiem veikt nepieciešamās korekcijas, kā arī veikt atkārtotus mērījumus.
Vērtēšana	Mērinstrumentu nolasīšanai ir jābūt 100% pareizai. Instrumentu korekcijai pirmais pozitīvais vērtējums ir pie 50% izpildes.
Papildus norādes	Šāda mērījumu lapa ir pielietojama arī jebkuras citas detaļas izgatavošanas procesā. Vienīgais, kas ir jāizdara – tabulai jāpievieno nepieciešamais rasējums, un tā Jūs iegūstat universālu mērījumu lapu.





7.1.3. Praktiskais uzdevums Nr.1. Mērījumu tabula.

Datums:	Piemērs Nr.2	Vārds Uzvārds:
Detaļas materiāls: S235JRG2		Pielaides lauks
Augšējais robežizmērs		
Apakšējais robežizmērs		
Optimālais izmērs		
	a, mm	b, mm
1.		
2.		
3.		
Vidējais izmērs		
Optimālais izmērs		
Novirze		
Instr. korekcija		
	a, mm (koriģētais)	b, mm (koriģētais)
1.		
2.		
3.		
Rezultāts (patiesais izmērs)		





7.1.4. Praktiskais uzdevums Nr.2. Mērījumu tabula.

Datums:	Piemērs Nr. 3	Vārds Uzvārds:
---------	---------------	----------------

Detaļas materiāls: S235JRG2		Pielaiðes lauks
Augšējais robežizmērs		
Apakšējais robežizmērs		
Optimālais izmērs		
	a, mm	b, mm
1.		
2.		
3.		
Vidējais izmērs		
Optimālais izmērs		
Novirze		
Instr. korekcija		
	a, mm (koriģētais)	b, mm (koriģētais)
1.		
2.		
3.		
Rezultāts (patiesais izmērs)		



7.2. Mērinstrumentu izvēle

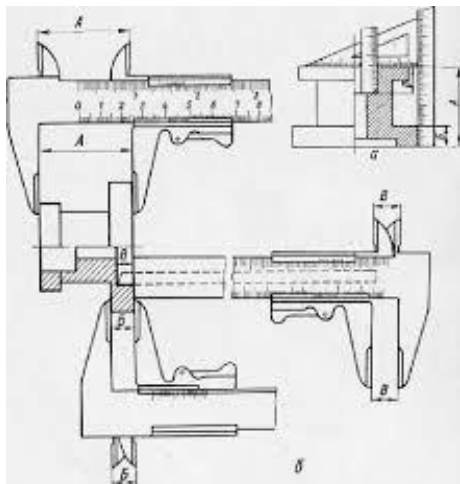
Tēma	7.2. Mērinstrumentu izvēle
Kompetenču joma	Modulis B2 CNC iekārtu vadība
Kompetenču līmenis	EKI 3. Un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais: 1. guvis izpratni par dažādiem instrumentiem un to izmantošanu detaļu mērīšanai; 2. zina, kādu instrumentu izmantot konkrētā gadījumā; 3. prot pielietot dažādus mērinstrumentus.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamie, strādājot grupās pa 2-3 pasniedzēja vadībā, apgūst dažādu mērinstrumentu izmantošanu, mērot detaļas.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts.
Papildus norādes	Izglītojamie var veikt uzdevumu pašmācības ceļā, ja viņi jau iepriekš ir apguvuši nepieciešamās teorētiskās zināšanas, bet process noritēs veiksmīgāk, ja praktiskais uzdevums tiek veikts pasniedzēja vai prakses vadītāja vadībā. Lai izmantotu šajā uzdevumā norādītās mērīšanas ierīces, izglītojamajam jau jāzina mērīšanas pamati, ierīces un mērvienības.

7.2.1. Praktiskais uzdevums Nr.1. Mērinstrumenti un to izmantošana

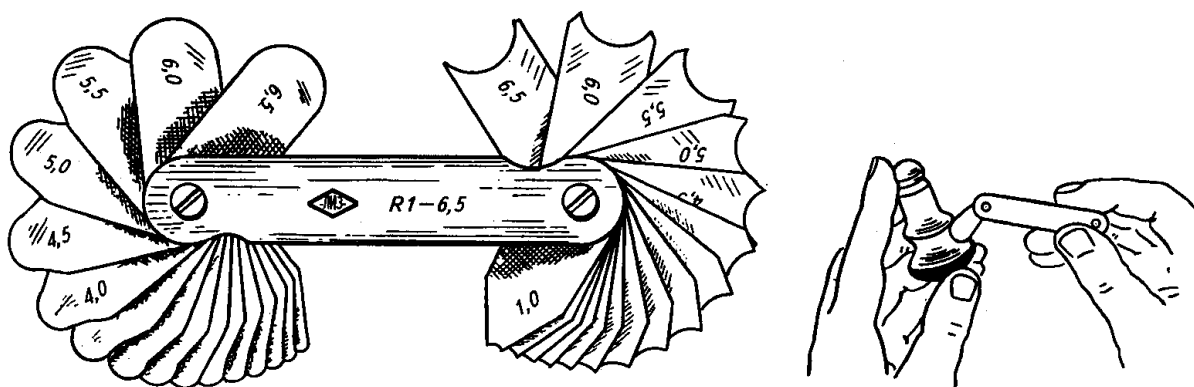


Uzdevums: Nosakiet mērinstrumentu un tā lietošanas mērķi.

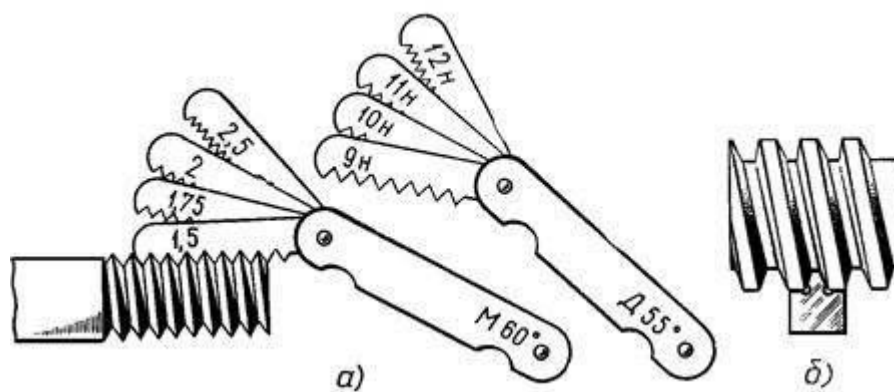
1.



2.



3.



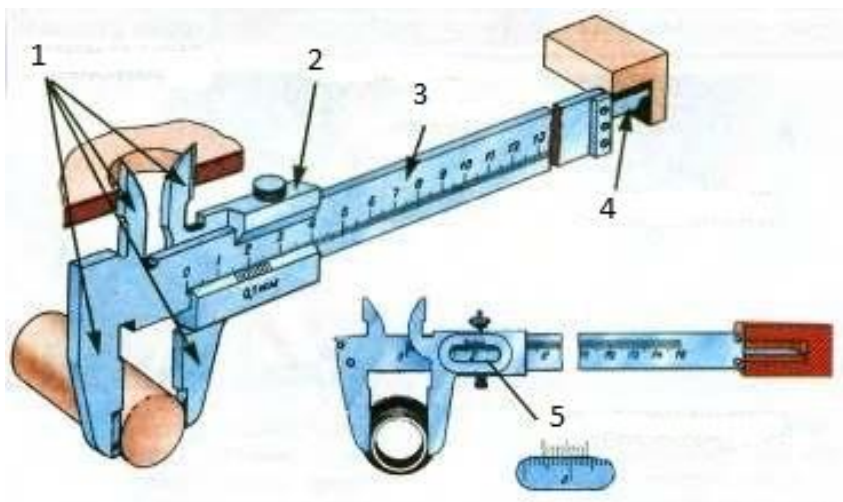
Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



7.2.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Bīdmēra galvenās sastāvdaļas



Uzdevums. Nosakiet bīdmēra galvenās sastāvdaļas.



Nr.	Sastāvdaļa	Mērīšanas metode
1		
2		-
3		-
4		
5		-



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



7.2.3. Praktiskais uzdevums Nr.3. CNC operatora izmantojamie instrumenti



Uzdevums: Norādiet, kurus instrumentus izmanto CNC operators.



CNC operators izmanto instrumentus Nr.:



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



7.2. Praktiskie uzdevumi. Pareizās atbildes

1. Bīdmērs ārējai un iekšējai mērīšanai.
2. Rādiusa kalibru plākšņu komplekts. Izmanto, lai mērītu radiālos izmērus.
3. Standarta vītnes plāksnes kalibrs. Izmanto, lai mērītu standarta detaļas vītņi.

7.2.2. Bīdmēra galvenās sastāvdaļas.

Mērīšanas spaiļes - iekšējie un ārējie diametri, kustīgais rāmis *, stienis *, dziļuma mērītājs - dziļuma mērījumi, mērogs un nonijs*.

7.2.3. CNC operatora izmantojamie instrumenti.

1,2,5,6.



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



7.3. Kvalitātes vadības prasības un standarti



Tēma	7.3. Kvalitātes vadības prasības un standarti
Kompetenču joma	Modulis B2 CNC iekārtu vadība
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais guvis izpratni par dažādiem kvalitātes vadības standartiem, kas tiek izmantoti CNC apstrādē un kā tos pielietot pareizi.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamie, strādājot pasniedzēja vadībā, apgūst dažādus kvalitātes vadības standartus.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts.
Papildus norādes	Izglītojamie var veikt šo uzdevumu pašmācības ceļā.





7.3.1. Praktiskais uzdevums Nr. 1. Kvalitātes vadības standarti

1. uzdevums. Pabeidziet teikumu.

Visiem detaļu elementiem ir ..., ..., Eiropas standarta saīsinājums ir..... Visizplatītākais pielaižu standarts Eiropā ir Parasti pēdējā kvalitātes kontrole tiek veikta ..., kas sniedz ... un dod ... detaļu piegādei pasūtītājam. Standarti var atšķirties katrā Pieejamie ir (nosauciet vismaz 2)....

2. uzdevums.

1. Definēt - pielaiide (T).
2. Definēt - Ra.
3. Definēt - Rz.
4. Kāds princips jāizmanto, ja tas nav norādīts zīmējumā?
5. Atrodiet nominālā izmēra pielaiides caurumam $\varnothing 37 H8$.



7.3. Praktiskie uzdevumi. Kvalitātes vadības prasības un standarti. Pareizās atbildes.

1. Uzdevums. Pabeidziet teikumu.

Visiem detaļu elementiem ir **izmērs, ģeometriskā forma, virsmas kvalitāte**. Eiropas standarta saīsinājums ir **ISO**. Visizplatītākais pielaižu standarts Eiropā ir **ISO 2678**. Parasti pēdējā kvalitātes kontrole tiek veikta **kvalitātes laboratorijās**, kas sniedz **kvalitātes ziņojumu** un dod **atļauju** detaļu piegādei pasūtītājam. Standarti var atšķirties katrā **valstī**. Pieejamie ir (nosauciet vismaz 2) **ISO, DIN, ANSI, GOCT**.

2. uzdevums

1. Pielaide ir starpība starp maksimālo un minimālo izmēriem.
2. Ra - tiek aprēķināts kā vidējais profila absolūtais attālums no vidējās līnijas.
3. Rz - ir piecu visaugstāko profila maksimumu punktu un piecu zemāko ieleju punktu absolūtā vidējā kopējais rādītājs parauga garumā.
4. Mums ir jāskatās ISO 2678 standarti. Vai līdzīgi GOCT.
5. $\pm 0.1; -0.39 / 2 = -17.5;$



8. Apkope un diagnostika

8.1. Ražošanas procesa aprīkojuma apkope



Tēma	8.1. Ražošanas procesa aprīkojuma apkope
Kompetenču joma	Modulis B2 CNC iekārtu vadība
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie: 1. ir apguvuši CNC iekārtu ikdienas uzturēšanas prasmes; 2. zina, kā notiek darba vietas un iekārtu ikdienas pārbaude; 3. var veikt iekārtu pamata uzturēšanu; 4. saprot, kādi traucējumi prasa kvalificētu tehniskās apkopes speciālistu palīdzību
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamie, strādājot grupās pa 2 vai 3, pasniedzēja vadībā apgūst iekārtu apkopes principus.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts.
Papildus norādes	• Ja ir apgūtas teorētiskās zināšanas, tad ir jāveic praktiskā apmācība pie iekārtas. • Strikti jāievēro drošības tehnikas noteikumi.





8.1.1. Praktisks uzdevums. Ražošanas iekārtu uzturēšana

1. Pabeidziet teikumu

Lai novērstu priekšlaicīgas iekārtas kļūmes un saglabātu garantiju, periodiski jāveic tās

Tās savlaicīga īstenošana samazina un palielina tās

CNC iekārtu apkope tiek iedalīta divos veidos. Veidi atšķiras atkarībā no uzdevuma izpildes statusa un uzdevuma Operatora uzdevumos ietilpst arī dažādu unizpildi, kuras ir izstrādājis, kas savukārt rada un darba vidi gan , gan apkārt tai.

2. uzdevums.

- Uzskaitiet vismaz 5 ikdienas apkopes uzdevumus, kurus jāveic operatoram.
- Aprakstiet problēmas un apstākļus, kādos operatoram ir tiesības atteikties veikt mašīnas apkopi.
- Uzskaitiet drošības tehnikas prasības CNC iekārtu operatoriem.
- Kur operators var redzēt visus tehniskās apkopes darbus, kas viņam ir jāveic, vai kas ir veikts šai vai citai iekārtai?

3. Izvēlieties atbilstošo attēlu.

A.



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma



B.



C.



8.1.1. Praktiskie uzdevumi. Ražošanas iekārtu uzturēšana. Pareizās atbildes.

1. uzdevums. Pabeidziet teikumu.

Lai novērstu priekšlaicīgas iekārtas kļūmes un saglabātu garantiju, periodiski jāveic tās **apkope**. Tās savlaicīga īstenošana samazina **mašīnas dīkstāvi** un palielina tās **lietošanas ilgumu**.

CNC iekārtu apkope tiek iedalīta divos veidos. Veidi atšķiras atkarībā no uzdevuma izpildes **veicēja/personas** statusa un uzdevuma **sarežģītības**. Operatora uzdevumos ietilpst arī dažādu **prasību un darbību** izpildi, kuras ir izstrādājis **apkopes inženieris**, kas savukārt rada **drošu** un **efektīvu** darba vidi gan **iekārtā**, gan apkārt tai.

2. uzdevums

1. CNC iekārtas iekšējās un ārējās darba telpas tīrīšana; hidrauliskās eļļas pārbaude; gaisa spiediena pārbaude; eļļas noplūdes pārbaude; gaisa noplūdes pārbaude; drošības un avārijas pogu pārbaude.
2. Ja apkopes veikšana nav droša operatoram vai iekārtai. Ja operators nav kompetents vai nav atbilstošas prasmes, lai veiktu šo pakalpojumu. Ja apkopes instrukcija neļauj veikt šo darbu nekvalificētām personām.
3. Strādājot ar CNC mašīnu, ir vairāki obligāti drošības noteikumi. Vienmēr lietojiet brilles. Ja operators strādā ar dzesēšanas šķidrumu, tad vienmēr pēc darba operatoram ir jā rūpējas par rokām. Ja dzesēšanas šķidrums nokļūst acīs, nekavējoties izskalojiet ar lielu daudzumu ūdens un konsultējieties ar ārstu.
4. Apkopes grāmata.

3. Izvēlieties drošu un pareizu attēlu.

- A. pa labi
- B. pa labi
- C. pa kreisi



8.2. Iekārtas vadība un remonts



Tēma	8.2. Iekārtas vadība un remonts
Kompetenču joma	Modulis B2 CNC iekārtu vadība
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamais ir apguvis prasmes: 1. veikt iekārtu ikdienas vadību, 2. konstatēt jebkādas novirzes; 3. noteikt, kādi traucējumi prasa kvalificētu tehniskās apkopes speciālistu palīdzību
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamie, strādājot grupas pa 2 vai 3 grupās, pasniedzēja vadībā, apgūst iekārtas apkopes principus.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts
Papildus norādes	✓ Ja ir apgūtas teorētiskās zināšanas, tad ir jāveic praktiskā apmācība pie iekārtas. ✓ Strikti jāievēro drošības tehnikas noteikumi.





8.2.1. Praktiskie uzdevumi. Iekārtas vadība un remonts

1.uzdevums. Pabeidziet teikumu.

Operatora pienākumi ietver dažus iekārtas Operators sazinās ar iekārtu, izmantojot Daudzās CNC iekārtās to stāvokļa uzraudzība ir ar temperatūras sensoriem, spiediena sensoriem, eļļas padeves sensoriem utt. Ja rodas vajadzība, iekārta ziņo par servisa, norādot, ka operators nav veicis laikā.

2. uzdevums.

- Cik bieži ir nepieciešams nomainīt emulsiju tvertnēs?
- Kādam ir jābūt minimālajam spiedienam pneimatiskajā sistēmā darbības laikā?
- Kā operators var saprast, vai viņam ir jāaizpilda dzesēšanas šķidruma tvertne?
- Kādas metodes un iekārtas var izmantot, lai noteiktu dzesēšanas šķidruma koncentrāciju?



8.2.1. Praktiskie uzdevumi. Ierīces vadība un remonts. Pareizās atbildes.

1. Pabeidziet teikumu

Operatora pienākumi ietver dažus iekārtas **apkopes uzdevumus**. Operators sazinās ar iekārtu, izmantojot **kontrolieri**. Daudzās CNC iekārtās to stāvokļa uzraudzība **ir integrēta** ar temperatūras sensoriem, spiediena sensoriem, eļļas padeves sensorium, utt. Ja rodas vajadzība, iekārta ziņo par servisa **kļūdu**, norādot, ka operators nav veicis **apkopi** laikā.

2. uzdevumi

- Pilna nomaiņa vienreiz gadā.
- 6 bāri.
- Ja motori rada lielāku troksni, ja dzesēšanas šķidruma spiediens ir zems.
- Ph refraktometru un cukura testeru.
-



8.3. Prognozējošā procesa vadība CNC apstrādē



Tēma	8.3. Prognozējošā procesa vadība CNC apstrādē
Kompetenču joma	Modulis B2 CNC iekārtu vadība
Kompetenču līmenis	EKI 3. un 4. līmenis
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamaais: 1. ir apguvis prasmes novērot pareizu iekārtu darbību apstrādes laikā; 2. prot veikt ikdienas pārbaudes; 3. saprot, kādos gadījumos ir jāaptur process.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamie, strādājot grupās pa 2 vai 3, pasniedzēja vadībā, apgūst iekārtas apkopes principus.
Vērtēšana	Uzdevums ir izpildīts vai nav izpildīts
Papildus norādes	✓ Ja ir apgūtas teorētiskās zināšanas, tad ir jāveic praktiskā apmācība pie iekārtas. ✓ Strikti jāievēro drošības tehnikas noteikumi.



8.3.1. Praktiskais uzdevums Nr.1 Prognozējošā procesa vadība CNC apstrādē

Izvēlieties atbilstošo attēlu:

1.

A.



B.



2.

A



B.



Līdzfinansē
Eiropas Savienības
Erasmus+ programma





8.3.2. Praktiskais uzdevums Nr.2. Prognozējošā procesa vadība CNC apstrādē

Uzdevums: izvēlēties pareizo teikumu

1.
 - A. Operatoram ir pienākums sekot griešanas procesiem.
 - B. Operatoram ir pienākums spēlēt telefona spēles.
2.
 - A. Operatoram jā saglabā tīrība darba vietā.
 - B. Darba vietas tīrību ir jā uztur apkopējiem.
3.
 - A. Operatoram ir jāseko laikapstākļiem.
 - B. Operatoram ir jāuzrauga dzesēšanas šķidruma līmenis.
4.
 - A. CNC iekārtas efektivitāte ir atkarīga no pašas iekārtas.
 - B. CNC iekārtas efektivitāte ir atkarīga no apkopes līmeņa un operatora atbildības.
5.
 - A. Iekārtas dzīves cikls ir atkarīgs no ražotāja garantijas un rezerves daļu stāvokļa pēc garantijas.
 - B. Iekārtas dzīves cikls ir atkarīgs no ražotāja garantijas un rezerves daļu stāvokļa pēc garantijas, un CNC operatora atbildības pakāpes.



8.3. Praktiskie uzdevumi. Prognozējošā procesa vadība CNC apstrādē. Pareizās atbildes.

8.3. Prognozējošā procesa vadība CNC apstrādē

8.3.1. Izvēlieties atbilstošo attēlu.

1. B

2. A

8.3.2. Izvēlieties atbilstošo teikumu

1. A

2. A

3. B

4. B

5. B



9. Ceturtās industriālās revolūcijas (Industrija 4.0) iespēju izmantošana metālapstrādē

9.1. Lietu internets

9.1.1. Lietu interneta sistēmas izveide



Tēma	9.1. Lietu internets
Kompetenču joma	B6 Tīklošana, IT drošība, Lielie dati (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie: • apgūs elektronikas pamatus, jēdzienu “lietu internets”, • kā viedierīču WiFi savienojumu var izmantot Lietu Interneta ierīču savienošanai; • pratīs iestatīt Google Assistant.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem ir jāizveido Lietu Interneta sistēma, izmantojot Google Voice un tālruņa lietojumprogrammas tās aktivizēšanai un kontrolei.
Vērtēšana	Izglītojamie izveidoja Lietu Interneta sistēmu, kuru var kontrolēt, izmantojot Google Voice un tālruņa lietojumprogrammas.
Papildus norādes	Rīki: Sonoff 1-kanāls 433MHz RF Smart Switch - 230VAC 2200W





Tēma	Lietu interneta sistēma
Kompetenču joma	B6 Tīkli, IT drošība, Lielie dati (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie iemācīsies izveidot mājas drošības sistēmu, izmantojot Sonoff, uzstādot to, konfigurējot vadības lietojumprogrammu un savienojot tā sensorus, izmantojot WeLink.
Uzdevuma nosacījumi	Uzzināt par pamata drošības sistēmas izveidi no nulles, kuru kontrolē tālrunis internetā. Instalēt viedo Sonoff. Konfigurēt kontroles lietotni (control app). Savienot mājas drošības sensorus ar programmu WeLink. Uzziniet, kā izmantot Sonoff RF Bridge 433 viedo mikrokontrolleri.
Vērtēšana	Izglītojamo radīta mājas viedā WiFi signāla kontrolētā drošības sistēma. Viņiem jāspēj kontrolēt, konfigurēt un pārbaudīt, vai tā darbojas.
Papildus norādes	Rīki: Sonoff Pow R2 WiFi slēdzis ar enerģijas patēriņa mērījumiem - 230VAC 3500W



9.1.3. Google Voice izmantošana, lai kontrolētu augsta sprieguma sistēmu



Tēma	Google Voice izmantošana, lai kontrolētu augsta sprieguma sistēmu
Kompetenču joma	B6 Tīklošana, IT drošība, Lielie dati (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie uzzinās, kā kontrolēt Sonoff, izmantojot sensorus, koda programmatūru.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem jāpilnveido viedā ierīce, izmantojot SonOff slēdzi un sensoru. Uzziniet, kā pārrakstīt Sonoff programmatūru. Kodējiet jaunu programmatūru un vadiet mikrokontrolieri iekš SonOff.
Vērtēšana	Pilnveidota viedā ierīce, kas var sajūst temperatūru un mitrumu. Koda programmēšana, lai vadītu mikrokontrolieri.
Papildus norādes	



9.2. Mākoņtehnoloģijas

9.2.1. Video novērošanas sistēma



Tēma	Mākoņtehnoloģijas. Video novērošanas sistēma
Kompetenču joma	B6 Tīklošana, IT drošība, Lielie dati (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie iemācīsies izveidot savienojumu ar attālinātu videokameru. Tad viņi savienos to ar internetu. Pēc tam, kad tas ir veiksmīgi savienots, tiks iestatīta automātiska ierakstīšana un pārvietošana, izmantojot ierakstītos failus
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem ir jāapgūst mūsdienīgi un ātri veidi, kā attālināti kontrolēt darba vidi, izmantojot attālināti vadāmo videokameru.
Vērtēšana	Attālināti vadāmā videokamera ir savienota ar internetu un darbojas. Tā var automātiski ierakstīt un pārsūtīt jau ierakstītos failus.
Papildus norādes	• Rīki: videokamera



9.2.2. Rūtera drošības iestatīšana, ugunsmūris



Tēma	Mākoņ tehnoloģijas. Rūtera drošības iestatīšana, ugunsmūris
Kompetenču joma	B6 Tīklošana, IT drošība, Lielie dati (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie uzzinās par tīklu veidošanu, ugunsmūra definīciju, interneta portiem un to drošību.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem būs jāiestata rūteris datu uzglabāšanai mākoņ tehnoloģijās un IP kameras vadībai. Jāiemācās ugunsmūra, portu pāradresācijas, ftp, mākoņa krātuves definīcijas.
Vērtēšana	Izglītojamajiem ir jāiestata rūteris datu uzglabāšanai mākoņ tehnoloģijās un IP kameras vadībai. Viņiem būs jāpasaka, ko nozīmē šīs definīcijas: ugunsmūris, portu pāradresācija, ftp, uzglabāšana mākoņ tehnoloģijās.
Papildus norādes	• Rīki: Rūteris



9.2.3. Google Docs izmantošana



Tēma	Mākoņ tehnoloģijas. Google Docs izmantošana
Kompetenču joma	B6 Tīklošana, IT drošība, Lielie dati (3-5 EQF))
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie iemācīsies izmantot Google Sheets formulas un apvienot vairākas lapas ar vienu, veidlapas veidošanu un rezultātu analīzi. Prasme komentēt un strādāt kopā vienā dokumentā.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem jāapgūst mūsdienu sadarbības rīku izmantošanas pamati. Viņiem ir jāizveido Google Sheets lapas ar dažām formulām, apvienojot vairākas lapas vienā. Tad jāizveido veidlapas un jāanalizē rezultātus.
Vērtēšana	Izglītojamajiem jāspēj izmantot Google diska rīkus (Sheets, Form, Docs) un jāzina, kā sadarboties.
Papildus norādes	• Rīki: Google Docs. Raspberry Pi



9.3. Kiberdrošība

9.3.1. Drošas skaitļošanas ierīces lietošanas teorija



Tēma	Kiberdrošība. Drošas skaitļošanas ierīces lietošanas teorija.
Kompetenču joma	B6 Tīklošana, IT drošība, Lielie dati (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie iemācīsies izmantot internetu drošā veidā, e-pasta nosūtīšanas pamatus, apstiprinot saites derīgumu
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem jāsamazina veiksmīgo ārējo uzbrukumu skaits un dīkstāves, ko rada apdraudētas datoru sistēmas.
Vērtēšana	Izglītojamajiem ir jāzina teorētiska un praktiska droša skaitļošanas ierīču izmantošana.
Papildus norādes	Rīki: interneta pārlūks, e-pasts, bīstamu ziņojumu piemēri un interneta ļaunprātīgas programmatūras piesaistītāji.



9.3.2. Android rīki, lai parādītu, ko dara lietotnes tālrunī



Tēma	Kiberdrošība. Android rīki, lai parādītu, ko dara lietotnes tālrunī
Kompetenču joma	B6 Tīklošana, IT drošība, Lielie dati (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie iemācīsies simulēt sensorus un kontaktu grāmatu uz lietotni, kas pieprasa personas datus. Informēšana par darbībām, ko lietotnes veic tālrunī.
Uzdevuma nosacījumi	Cilvēkiem būtu jāapsver, kādus personas datus viņi sniedz lietojumprogrammām. Tā vietā būtu jānorāda anonīmi dati, ja iespējams. Dati, ko kontrolē trešās personas, varētu būt kaitīgi mums personīgi vai uzņēmumam. Ja notiktu kaitīga datu noplūde, notiktu arī privātās informācijas noplūde. Izglītojamie mēģinās slēpt savus personas datus, kas nav nepieciešami, lai lietotne darbotos. Tad viņi mēģinās viltot savu atrašanās vietu, uz lietojumprogrammām, kas nevar strādāt bez GPS: 1. Izglītojamie uzzinās, kā kontrolēt viltus GPS atrašanās vietas lietotni. 2. Pēc tam, kad esat iemācījušies to kontrolēt, viņi viltos savu atrašanās vietu. 3. Testēs, vai tā darbojās, izmantojot Google kartes. 4. Mācīties, kā kontrolēt privātumu. 5. Izmantojot to, ierobežos lietotnes pieeju personas datiem. 6. Testēs lietotni kā piemēru. Mācību materiāli atrodami CNC4change.org e-apmācības sistēmā, grāmatā “Kiberdrošība”, 2. nodaļā.
Vērtēšana	Izglītojamajiem jāspēj viltot savu atrašanās vietu Google kartēs, simulēt kontaktu grāmatu. Izglītojamajam ir jābūt atbildēt, kur un kāda veida informāciju lietojumprogramma nosūta uz āru pa tālruni stundas laikā.
Papildus norādes	Aprikojums: • Viedtālrunis ar Android OS (https://en.wikipedia.org/wiki/Rooting_(Android))) • Programmatūra https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.contacts&hl=en)



9.3.3. Sava Linux dokumenta izveide mākonī



Tēma	Kiberdrošība. Sava Linux dokumenta izveide mākonī
Kompetenču joma	B6 Tīklošana, IT drošība, Lielie dati (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie apgūs Linux datoru administrēšanas un pakalpojumu instalāciju. Uzzinās, kā izmantot atvērtā koda programmatūru. Iegūs iemaņas mākoņa krātuves izveidē
Uzdevuma nosacījumi	Izveidot mākoņa krātuvi
Vērtēšana	Izglītojamajiem jāspēj izmantot atvērtā koda programmatūru. Jābūt iemaņām mākoņa krātuves izveidē
Papildus norādes	• Rīki: OwnCloud, Raspberry Pi 2 vai jaunāks



9.4. 3D druka

9.4.1 Cura 2D attēli – litogrāfijas



Tēma	3D druka. Cura 2D attēli - litogrāfijas
Kompetenču joma	B8 Papildinošā ražošana (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie uzzinās par 3D drukas iespējām un 3D aparatūras sagatavošanu. Viņi izgatavos litogrāfijas, izmantojot 3D drukas programmatūru.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamais izvēlēsies 2D attēlu.
Vērtēšana	Pārzina 3D drukas iespējas, un kā sagatavot aparatūru. Zina, kā izmantot drukāšanas programmatūru
Papildus norādes	• Rīki: Ultimaker vai cits printeris



9.4.2. Rīks, lai palīdzētu rūpnīcā



Tēma	3D druka. Rīks, lai palīdzētu rūpnīcā
Kompetenču joma	B8 Papildinošā ražošana (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie apgūs 3D modelēšanu unikālām rūpnīcas vajadzībām.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem jāapgūst, kāda ir 3D drukas pielietojamība rūpnīcas vidē. Viņiem jāzina, kā 3D druka var ietaupīt finansiālos resursus
Vērtēšana	Izglītojamajiem ir jāatbild, kā 3D druku var izmantot rūpnīcas vidē, un kā tas var ietaupīt resursus, naudu
Papildus norādes	• Rīki: OnShape CAD, 3D printeris



9.4.3. Austiņu turētājs



Tēma	3D druka. Austiņu turētājs.
Kompetenču joma	B8 Papildinošā ražošana (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie uzzinās par 3D modelēšanu klientu vajadzībām, prototipiem. Viņi iemācīsies izmantot CAD modelēšanas programmu.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem ir jāapgūst CAD modelēšanas pamati un jādomā par noderīgiem papildinājumiem dizainam. Pēc tam viņiem būs jāizveido austiņu turētāja modelis, kuru var izdrukāt 3D formātā.
Vērtēšana	Zināšanas par CAD modelēšanu. Dizaina austiņu turētāja modelis, kuru var izdrukāt 3D formātā.
Papildus norādes	• Rīki: Cura programmatūra



9.4.4. 3D drukas teorija



Tēma	3D drukas teorija.
Kompetenču joma	B8 Papildinošā ražošana (3-5 EQF)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie uzzinās par dažāda veida 3D drukāšanu, tehnoloģiju un lietojumu nākotni. Viņi arī uzzinās, kā lietot Cura Molding aplikāciju.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem ir jāapgūst 3D drukas pamati, dažāda veida nākotnes tehnoloģijas. Viņiem ir arī jāiemācās izmantot Cura Molding lietojumprogrammu un veidot pamata veidnes modeli. Pēc tam viņi apgūs un izgatavos 3D fotoattēlus.
Vērtēšana	Izglītojamajiem ir jāizveido veidnes modelis, izmantojot Cura Molding, 3D fotogrāfiju, jāzina 3D drukas pamati un nākotnes tehnoloģijas.
Papildus norādes	



9.5. Lielie dati

9.5.1. Attālā temperatūras sensora datu parādīšana pakalpojumā Google Data



Tēma	Lielie dati. Attālā temperatūras sensora datu parādīšana pakalpojumā Google Data
Kompetenču joma	B6 Tīkli, IT drošība, Lielie dati (3-5 EKI)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie iemācīsies strādāt ar Lietu interneta ierīcēm un datu studijām.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamjiem būs jāapgūst lielo datu un rīku nozīme, lai tos vienkāršotu, kontrolētu un izdarītu secinājumus. Tad tie, izmantojot attālināto pieeju temperatūras sensora datiem, tos attēlos Google Data Studio Dashboard.
Vērtēšana	Izglītojamajiem jāzina lielo datu nozīme, jāspēj tos vienkāršot, kontrolēt, pielietot Data Studio Dashboard, lai parādītu attālās temperatūras sensoru datus.
Papildus norādes	• Rīki: - Google Data Studio



9.5.2. Datu ievietošana datubāzē no attālā sensora



Tēma	Lielie dati. Datu ievietošana datubāzē no attālā sensora
Kompetenču joma	B6 Tīklošana, IT drošība, Lielie dati (3-5 EKI)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie uzzinās par darbu ar datu bāzēm un Lietu Interneta ierīcēm.
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem ir jāmācās par datu bāzes nozīmi un praktiski ir jāmāk ievietot datus datubāzē no attālā sensora, kā strādāt ar Lietu interneta ierīcēm un pieslēgt tos datu ievadei un izguvei.
Vērtēšana	Izglītojamajiem jāspēj ievietot datus datubāzē attālināti
Papildus norādes	• Rīki: Google Data Studio



9.5.3. Gaismas sensora statistikas attēlošana



Tēma	Lielie dati. Gaismas sensora statistikas attēlošana
Kompetenču joma	B6 Tīklošana, IT drošība, Lielie dati (3-5 EKI)
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie iemācīsies strādāt ar sensoriem un informācijas paneļa (dashboard) izveidošanas pamatiem
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem būs jāuzrāda gaismas sensora statistika pašu izveidotajā Google Dashboard
Vērtēšana	Izglītojamajiem ir jāizveido Google Dashboard, kurā redzama gaismas sensora statistika.
Papildus norādes	• Rīki: Google Data Studio



9.6. Robotika

9.6.1. Robota rokas programmēšana gravēšanai, 3D drukāšanai un krāsošanai



Tēma	Robotika. Robota rokas programmēšana gravēšanai, 3D drukāšanai un krāsošanai
Kompetenču joma	B7 Robotika
Kompetenču līmenis	EKI 3-5
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie iemācīsies kontrolēt Dobotu (robota roka). Viņi izmēģinās dažādas funkcijas, piemēram, lāzergravēšanu, griešanu un 3D druku
Uzdevuma nosacījumi	Izglītojamajiem jāapgūst robotikas principi, robota rokas pielietojamība.
Vērtēšana	Izglītojamajam jāzina robotikas pamatprincipi, jānāk paskaidrot, ko var darīt viena robota roka.
Papildus norādes	• Rīki: Dobots (robota roka)



9.6.2. Robota rokas programmēšana, lai satvertu un novietotu objektus



Tēma	Robotika. Robota rokas programmēšana, lai satvertu un novietotu objektus
Kompetenču joma	B7 Robotika
Kompetenču līmenis	EKI 4
Mācīšanās rezultāti	Izglītojamie izveidos Dobot robota roku. Tā varēs automātiski satvert dažādus objektus un pārvietot tos uz citu vietu.
Uzdevuma nosacījumi	• Izglītojamajiem ir jāsamontē Dobot robota roka. • Jāaugšupielādē programmu. • Jāpārbauda, vai tā darbojas, ja tā nedarbojas- jāsalabo tā
Vērtēšana	Izglītojamajiem ir jāsamontē un jāpārbauda Dobot robota roka.
Papildus norādes	

