

## 6. PRAKTINIS PRITAIKYMAS

### 6.1. Detalės mechaninio apdirbimo projektavimo etapai

Kiekvieną detalę galima pagaminti skirtingais apdirbimo būdais. Inžinieriaus technologo uždavinys parinkti tinkamiausią variantą, kuris atitiktų esamas gamybos sąlygas, pareikalautų mažiausių sąnaudų ir kurį taikant būtų didžiausias darbo našumas.

Pradedant ruošti detalės gamybos technologinį procesą, pirmiausiai reikia atidžiai *išnagrinėti brėžinių techninių sąlygų ir rinkimo technologijos reikalavimus*, kuriuos turi tenkinti gaminama detalė. Būtina išanalizuoti detalės funkcinę paskirtį, atsižvelgti, kaip ji bazuojama surinktame gaminyje, įvertinti detalės matmenų tikslumą, paviršių šiurkštumą, formos nuokrypas, terminį apdirbimą, medžiagą, iš kurios gaminama detalė.

Išanalizavus darbo brėžinius, įvertinus gamybinę programą, gamybos tipą, įmonėje turimus įrenginius ruošinių gamybai, parenkamas ruošinys. Ruošinių parinkimo principai buvo aptarti 3.5 skyriuje. Kaip rodo patirtis, detalės gamyba reikalauja mažesnių sąnaudų tuo atveju, kada kuo anksčiau technologinio proceso eigoje ruošinys pradeda atitikti pagamintai detalei keliamus reikalavimus.

*Detalės gamybos technologijos kelio sudarymas* – vienas svarbiausių etapų nuo kurio priklauso apdirbimo ekonomiškumas. Prieš nustatant operacijų atlikimo eiliškumą, išsiaiškinami reikalavimai detalės paviršių šiurkštumui, linijinių matmenų ir kampinės padėties tikslumui, išanalizuojama matmenų, nustatančių apdirbamųjų paviršių tarpusavio padėtį, žymėjimo brėžinyje tvarka. Nuo matmenų žymėjimo brėžinyje priklauso detalės technologinių bazių parinkimas ir apdirbimo tvarka.

Trumpai panagrinėkime detalės technologijos kelio sudarymo metodiką, kuri yra rekomendacinio pobūdžio. Detalės apdirbimo procesą tikslinga padalinti į rupiąsias (6.1 pav.) ir glotniąsias operacijas.

6.1 pav. Rupusis plokštumos frezavimas



Pirmiausia reikia stengtis apdirbti tuos paviršius, kurie bus naudojami technologinėmis bazėmis tolesnėse operacijose. Operacijas, po kurių galima atlikti detalių atranką brokuojant detales, turinčias defektus, reikia atlikti kuo anksčiau. Ypač tai aktualu apdirbant kaltus ir lietus ruošinius.

Tolesnių *mechaninio apdirbimo operacijų eiliškumas* turi būti atvirkščias jų tikslumui, t.y. kuo tikslesni yra paviršiai, tuo vėliau jie turi būti apdirbami. Pageidautina, kad kuo daugiau detalės paviršių būtų apdirbama tuo pačiu metodu, nes tada vienu metu galima apdirbti iš karto keletą paviršių.

Reikėtų vengti vienu metu rupiojo ir glotniojo apdirbimo, nebent būtų labai masyvios detalės, kurių perstatymui sugaištama daug laiko. Tokiu atveju, prieš pradedant glotnųjį apdirbimą, rekomenduotina detalę atlaisvinti ir po to vėl iš naujo įtvirtinti.

Jeigu reikalingas terminis apdirbimas, dalis operacijų atliekama prieš jį, o dalis po jo. Apdirbamumui pagerinti ruošinys atkaitinamas arba normalizuojamas tik prieš mechaninį apdirbimą, todėl šios terminio apdirbimo operacijos neturi įtakos mechaninių apdirbimo operacijų eiliškumui.

Tam, kad išvengti arba sumažinti deformacijų įtaką dėl liekamųjų įtempių persiskirstymo, tikslios detalės tarp rupiojo ir glotniojo apdirbimo, o kartais ir prieš tikslųjį apdirbimą, yra sendinamos.

*Detalės grūdinimas, cementacija ar terminis pagerinimas* įterpiamas tarp mechaninio apdirbimo operacijų.

Tvirtinimo skylės detalėje formuojamos technologijos kelio pabaigoje, išskyrus atvejus, kada jos naudojamos detalės bazavimui apdirbimo metu.

Svarbiausias ir tiksliausias paviršius detalėje turi būti apdirbamas paskutinis. Technologijos kelio pabaigoje taip pat turi būti apdirbami lengvai pažeidžiami paviršiai, pavyzdžiui, išoriniai sriegiai.

*Kontrolės operacijos* numatomos po sudėtingų operacijų, kurių metu apdirbami svarbūs paviršiai, o taip pat po operacijų, po kurių galima tikėtis dažniausiai pasitaikančio broko.

Masinėje ir stambiaserijinėje gamyboje rekomenduojama *užlaidas apskaičiuoti analitiškai*. Taip jos gaunamos tikslesnės. Užlaida vadinamas medžiagos sluoksnis, kurį reikia pašalinti paskesnio ar galutinio apdirbimo metu norint gauti reikiamas detalės paviršiaus savybes. Skaičiuojant analitiškai, pirmiausia randamas paskutinės operacijos (pakopos) matmuo ir po to atvirkštine apdirbimui seka nuosekliai apskaičiuojami kitų operacijų (pakopų) matmenys baigiant ruošinio matmeniu. Vienetinėje, smulkiaserijinėje ir serijinėje gamyboje užlaidų nustatymui naudojamas statistinis metodas, t.y. tarpoperacinės užlaidos parenkamos iš žinytų lentelių. Skaičiuojant tarpoperacines užlaidas, kartu nustatomi ir tarpoperaciniai matmenys ir jų tolerancijos.

*Operacijų turinys* sudaromas, projektuojant bendrą detalės apdirbimo technologijos kelią. Operacijos sudaromos iš įvairių pakopų. Projektuojant operacijas, nustatomas pakopų atlikimo nuoseklumas, stengiamasi mažinti vienetinį laiką išsiaiškinant pakopų

atlikimo bei pagrindinio ir pagalbinio laikų sutapdinimo galimybes. Esant srovei gamybai, operacijos trukmė turi būti lygi gamybos taktui. Taktas gamyboje – tai laiko tarpas, per kurį išleidžiamas vienas gaminys

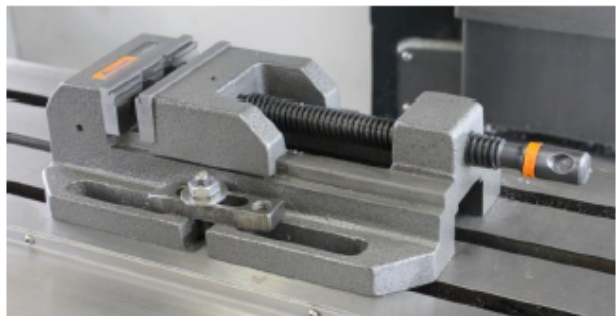
Sekantis etapas projektuojant detalės gamybos technologinį procesą yra *staklių bei technologinės įrangos pasirinkimas*. Staklės apdirbimui parenkamos tokios, kad jomis apdirbant būtų pasiekiami detalės paviršiams keliami reikalavimai. Svarbiausi rodikliai pasirenkant stakles yra jų darbo zonos matmenys, paviršius, kuriam apdirbti numatomos staklės, forma, staklių našumas, kuris turi tenkinti numatytą gamybos programą, staklių tikslumas, staklių galia.

Jeigu apdirbimas vykdomas universaliosiomis staklėmis, rupiajam ir glotniajam apdirbimui nerekomenduojama naudoti tų pačių staklių. Rupiųjų ir glotniųjų operacijų atskyrimas netaikomas dirbant su automatinėmis staklėmis, apdirbimo centrais. Naudojant apdirbimo centrus, baziniai paviršiai dažniausiai apdirbami paprastomis staklėmis, o likusieji – apdirbimo centrais.

Dažniausiai detalės gamybos technologijos kelias sudaromas jau veikiančiai gamybai, todėl būtina atsižvelgti į turimas įmonėje stakles. Svarstant naujų staklių įsigijimo galimybę, būtina įvertinti jų atsipirkimo laikotarpį, atsižvelgti į gamybos savikainą apdirbant detales, išlaidas staklėms įsigyti ir naudoti. Jeigu masinės gamybos sąlygomis apskaičiavus gaunama, kad operacijos atlikimui reikia trijų ir daugiau tokių pačių staklių, vadinasi, pasirinktos staklės yra nenašios ir reikia parinkti kitas našesnes stakles. Šiuolaikinėje gamybos plačiai naudojamos programinio valdymo staklės, kurių našumas kelis ar net keliolika kartų didesnis už universalųjų. Programinio valdymo staklės gali būti naudojamos tiek vienetinėje, tiek ir masinėje gamyboje.

*Pasirenkant įtaisus detalių tvirtinimui*, atsižvelgiama į gamybos tipą, nagrinėjama apdirbamosios detalės konstrukcija, bazavimas, technologinės ir organizacinės gamybos sąlygos. Vienetinėje ir smulkiaserijinėje gamyboje plačiausiai paplitę universalieji įtaisai (6.2 pav.), o stambiaserijinėje ir masinėje – specialieji, kuriuos naudojant sutrumpinamas operacijos pagalbinis laikas, tuo pačiu padidinamas darbo našumas, apdirbimo tikslumas.

6.2 pav. Universalūs spaustuvai detalių tvirtinimui



Specialieji surenkamieji įtaisai komponuojami iš standartinių elementų ir naudojami tol, kol yra jų poreikis. Po to šie įtaisai išardomi, o jų surenkami elementai pritaikomi kitų įtaisų rinkimui ir detalių tvirtinimui apdirbimo metu. Jie gali būti vienviečiai ir daugiaviečiai. Specialieji neardomieji įtaisai skirti vienos detalės konkrečiai operacijai atlikti. Jie yra greitai veikiantys, automatizuoti, tačiau dėl savo brangumo pasirenkami

tik stambiaserijinėje ir masinėje gamyboje. Surenkamieji išardomi įtaisai sudaryti iš dviejų dalių: bazinės dalies, sudarytos iš standartinių junginių ir normalizuotų detalių ir keičiamosios dalies, kurią sudaro originalios detalės. Juos patogų taikyti grupiniam apdirbimui, dažnai naudojami serijinėje, stambiaserijinėje gamyboje. Universalieji neperderinamieji įtaisai dažniausiai pasirenkami smulkiaserijinėje ir serijinėje gamyboje. Plačiau apie įtaisų paskirtį rašoma 2.1.2 ir 2.2.2 skyriuose.



*Pasirenkant pjovimo įrankius, atsižvelgiama į apdirbamąją medžiagą, ruošinio dydį, gamybos tipą, pasirinktas stakles, tikslumo bei šiurkštumo reikalavimus. Rekomenduotina standartinius pjovimo įrankius (6.3 pav.) naudoti esant bet kokiam gamybos tipui, nes jie gerokai pigesni už specialiuosius.*

6.3 pav. Standartiniai pjovimo įrankiai

Esant nedidelei gamybos apimčiai, specialieji įrankiai naudojami tik tais atvejais, kai standartiniais įrankiais nėra galimybių apdirbti reikalingus detalių paviršius. Masinėje, stambiaserijinėje, o kartais ir serijinėje gamyboje, patogų naudoti laiptuotus grąžtusgilintuvus, fasoninius tekinimo peilius, frezų rinkinius, sudarytus iš standartinių frezų. Įrankio pjaunančiosios dalies medžiaga pasirenkama pagal apdirbamąją medžiagą. Apdirbamojo paviršiaus matmens tikslumas turi įtakos įrankio tipo pasirinkimui. Išsamiau apie tai rašoma 3.6 skyriuje.

*Parenkant kontrolės priemones, reikia stengtis, kad jos garantuotų matavimų tikslumą, patikimumą, matavimo našumą. Idealu, jeigu reikiamas detalės tikslumas būtų pasiekiamas technologiniu būdu ir nereikėtų jo tikrinti. Šiuolaikinėje gamyboje vis dažniau yra naudojami aktyviosios kontrolės prietaisai. Šie matavimo prietaisai, kuriais apdirbimo metu galima tikrinti detalės elementų dydžius, įrengiami pačiose staklėse. Jeigu aktyviosios kontrolės prietaisų panaudoti nėra galimybių, pasirenkamos standartinės matavimo priemonės. Tai kalibrai, mikrometrai, apkabos, slankmačiai, vidmačiai, kampiniai, žingsniamačiai, šablonai, gyliamačiai, indikatoriai ir pan. Masinėje gamyboje dažniausiai taikomos specialiosios matavimo priemonės. Tikslų, sudėtingų detalių matavimui naudojamos koordinatinės matavimo mašinos, naudojant matavimo galvutes (6.4 pav.), matavimo mikroskopai.*



6.4 pav. Koordinatinės matavimo mašinos matavimo galvutė (Mitutoyo America Corporation)

*Pjovimo režimų pasirinkimą* nulemia staklių technologinės galimybės, apdirbama medžiaga, pjovimo įrankio pjaunančiosios dalies medžiaga. Nuo pjovimo režimų priklauso tiek darbo našumas, tiek ir apdirbtojo paviršiaus kokybė. Pjovimo režimų parinkimas arba apskaičiavimas plačiau išnagrinėtas 3.7 skyriuje.

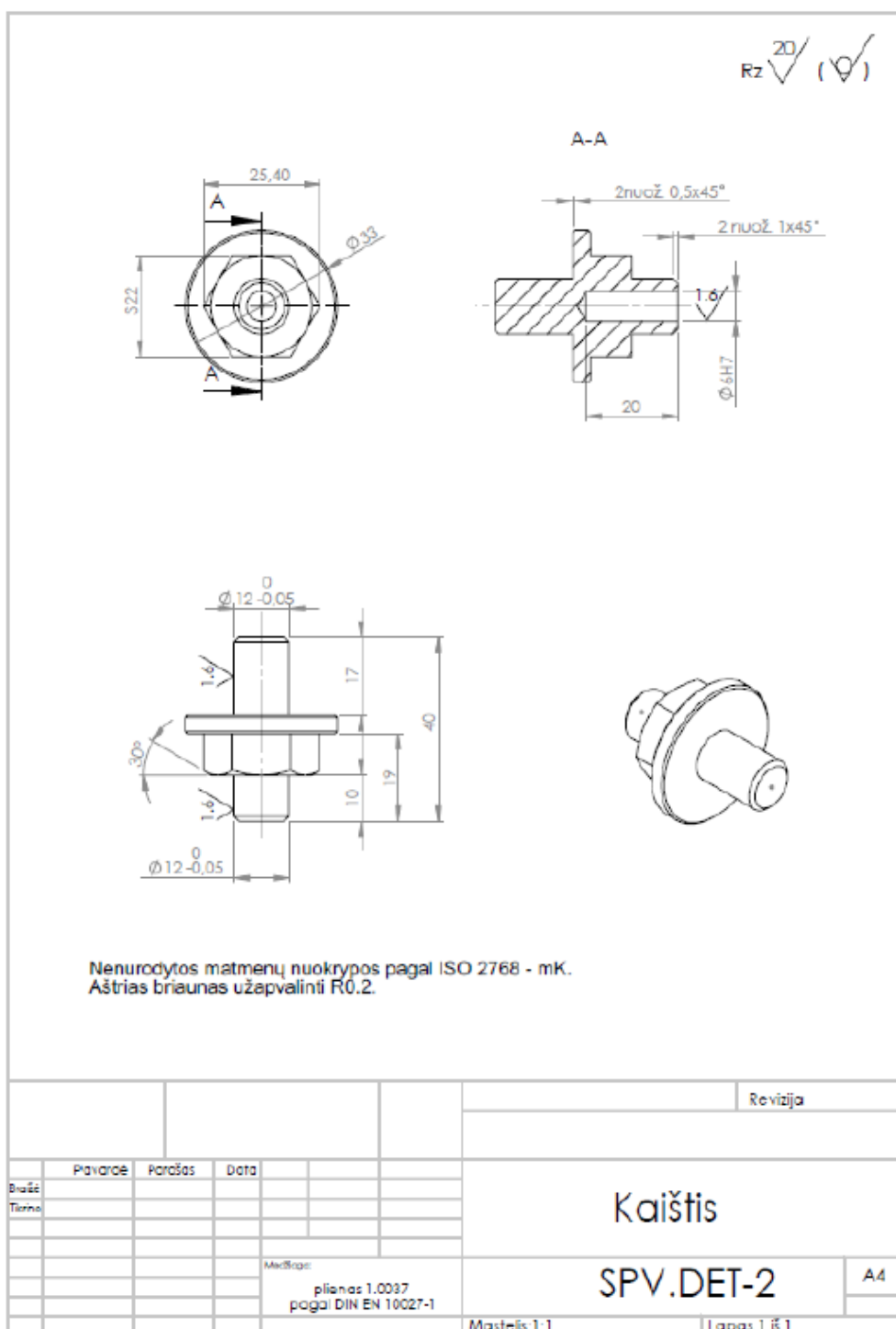
Pasirinkus arba apskaičiavus pjovimo režimus, nustatomos *techninės laiko normos*, skirtos operacijai atlikti. Laiko norma skirta ne tik darbo našumui nustatyti ir atlyginti už atliktą darbą, bet taip pat reikalinga reikiamam staklių kiekiui bei jų apkrovimui apskaičiuoti, cechų ir barų gamybiniam pajėgumui įvertinti. Atliekant operacijos normavimą, skaičiuojamas pagrindinis laikas, o kitos vienetinio laiko sudedamųjų dalių (pagalbinio laiko, darbo vietos priežiūros laiko, laiko skirto darbininko poilsiui ir asmens reikmėms, parengiamojo ir baigiamojo laikų) skaitinės vertės parenkamos iš atitinkamų normavimo žinytų. Pagrindinio laiko skaičiavimo formulės pateiktos 3.7 skyriuje.

Sudarytas *technologijos kelias užrašomas į specialias technologines korteles*. Kortelių forma dažniausiai nustatoma pačios įmonės, tačiau skirtingų įmonių kortelės paprastai turi daug bendrų bruožų. Technologinėse kortelėse aiškiai surašoma, kokie turi būti atliekami darbai ir nurodomos tų darbų atlikimo sąlygos. Maršrutinėse kortelėse nuosekliai surašomos detalės gamybos technologinės operacijos, jų pakopos, nurodomos staklės, pjovimo ir matavimo įrankiai, įtaisai, laiko normos, kita svarbi informacija. Maršrutinės kortelės pildomos esant bet kokiam gamybos tipui. Operacinėse kortelėse be operacijų ir pakopų detalaus turinio, pateikiamas detalės technologinis eskizas, kuriame pažymimi tos operacijos metu apdirbami paviršiai, nurodomi jų matmenys, paviršiaus šiurkštumas, bazavimo elementai. Pateikiami pjovimo režimai, laiko normos, nurodoma technologinė įranga, aušinimo skystis ir pan. Operacinės kortelės sudaromos serijinėje, stambiaserijinėje ir masinėje gamyboje.

## 6.2. Detalių SPV programų taikymas

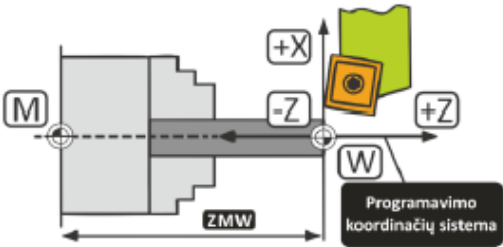
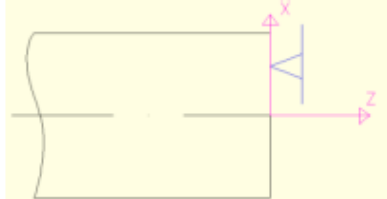
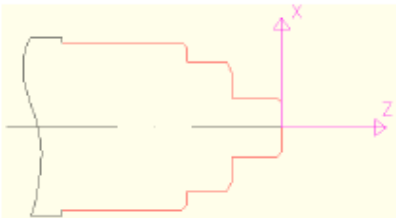
Skyriuose 6.2.1 ir 6.2.2 pateiktos SPV programos (6.1 ir 6.2 lentelės) ir detalių brėžiniai (6.5 ir 6.6 pav.) tekinimo ir frezavimo operacijų mechaniniam apdirbimui.

### 6.2.1. Tekinimo operacijos pavyzdys

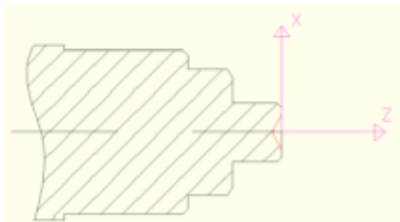


6.5 pav. Kaiščio techninis brėžinys

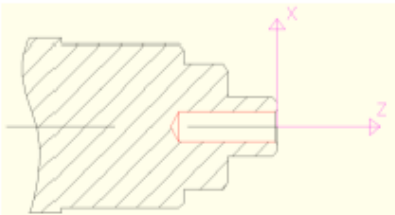
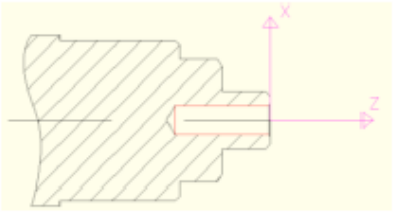
6.1 lentelė. SPV programa kaiščio apdirbimui

| Programos aprašas                                                                                                                                                                                                                                                      | Programos paaiškinimas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>%</p> <p>O0001(SPV.DET-2, 1 operacija)</p> <p>;W – ruošinio nulinis taškas</p> <p>;X – dešinysis ruošinio galas</p> <p>;Z – ruošinio centras</p>                                                                                                                    | <p>Programos pradžia</p> <p>Programos numeris. Skliaustuose – detalės pavadinimas ir pastabos</p>                                                                                                                                                                                     |
| <p>(Atrama ruošiniui)</p>  <p>T01</p> <p>G0 Z100.</p> <p>G28 U0.</p>                                                                                                                  | <p>Skliustuose – pastabos</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>Atramos iškvietimas</p> <p>Atramos privedimas Z ašimi ruošinio ištraukimui</p> <p>Atramos atitraukimas į įrankio keitimo tašką</p>                                                                                           |
| <p>(Rupusis kontūro tekinimas paliekant užlaidą glotniajam apdirbimui)</p> <p>(Tekinimo peilis rupiajam apdirbimui)</p>  <p>T02</p> <p>G50 S2000</p> <p>G96 S150 M04</p> <p>M08</p> | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas</p> <p>Operacijai naudojamas įrankis</p>  <p>(Walter AG)</p> <p>T – įrankio numeris</p> <p>Maksimalaus suklio greičio nustatymas</p> <p>Suklio sukimosi greičio, krypties nustatymas, paleidimas</p> <p>Tepimo / aušinimo skysčio padavimas</p> |

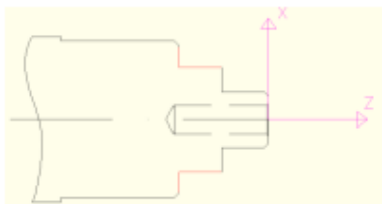
## 6.1 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G0 X37. Z0.2<br>G1 X-1.65 F0.2<br>G0 X35. Z2.<br>G71 U2.5 R0.2<br>G71 P100 Q200 U0.3 W0.1 F0.3<br>G0 X11. Z0.<br>G1 X12. Z-0.5<br>Z-10.<br>X22.<br>X25.4 Z-10.98<br>Z-19.<br>X32.<br>X33.2 Z-19.6<br>Z-44.<br>X35. Z-46.<br>G0 Z100.<br>G28 U0. M05<br>M09 | Įrankio privedimas prie ruošinio galo<br>Galo tekinimas. Darbinės pastūmos nustatymas<br>Atsitraukimas nuo ruošinio<br>Kontūro rupiojo tekinimo ciklo parametrų aprašas<br><br>Įrankio trajektorijos (kontūro elementų) aprašymas rupiajam kontūro apdirbimui<br><br>Įrankio atitraukimas nuo detalės<br>Suklio sustabdymas ir įrankio atitraukimas į keitimo tašką<br>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas |
| (6,5 mm skersmens kiaurymės centravimas)<br>(10 mm skersmens centravimo grąžtas)<br><br>T03<br>G97 S1000 M03<br>G0 X0. Z20. M08<br>G98 G81 Z-1. R2. F0.1                | Atliekamos operacijos pavadinimas<br><br>Operacijai naudojamas įrankis<br> (Hoffmann Group)<br><br>T – įrankio numeris.<br>Suklio sukimosi greičio ir krypties nustatymas<br>Įrankio atitraukimas nuo detalės. Tepimo / aušinimo skysčio padavimas<br>Centravimo ciklo parametrų, darbinės pastūmos nustatymas           |

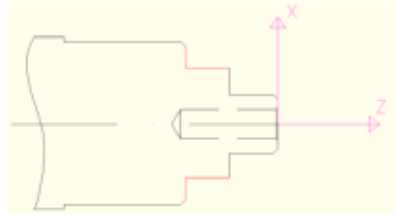
6.1 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>G00 Z100.<br/>G28 U0. M05<br/>M09</p>                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>Įrankio atitraukimas nuo detalės<br/>Suklio sustabdymas ir įrankio atitraukimas į keitimo tašką<br/>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>(6,5 H7 mm skersmens<br/>kiaurymės gręžimas)<br/>(6,3 mm skersmens grąžtas)</p>  <p>T04<br/>G97 S800 M03<br/>G0 X0. Z20. M08<br/>G98 G83 Z-21.95 R2. Q3. F0.12<br/>G0 Z100.<br/>G28 U0. M05<br/>M09</p> | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas</p> <p>Operacijai naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>T – įrankio numeris<br/>Suklio sukimosi greičio ir krypties nustatymas<br/>Tepimo/ aušinimo skysčio padavimas<br/>Gilaus gręžimo ciklo parametrų ir darbinės pastūmos nustatymas<br/>Įrankio atitraukimas nuo detalės<br/>Suklio sustabdymas ir įrankio atitraukimas į keitimo tašką<br/>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas</p> |
| <p>(6,5H7 mm skersmens<br/>kiaurymės plėtimas)<br/>(6,5H7 mm skersmens<br/>plėstuvas)</p>  <p>T04</p>                                                                                                    | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas</p> <p>Operacijai naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>T – įrankio numeris</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

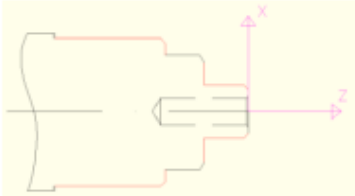
## 6.1 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G97 S600 M03<br>G0 X0. Z20. M08<br>G98 G85 Z-21.95 R2. Q3. F0.05<br>G0 Z100.<br>G28 U0. M05<br>M09                                                              | Suklio sukimosi režimų, greičio ir krypties nustatymas<br>Tepimo / aušinimo skysčio padavimas<br>Plėtimo ciklo parametrų aprašas. Įrankio darbinės pastūmos nustatymas<br>Įrankio atitraukimas nuo detalės<br>Suklio sustabdymas ir įrankio atitraukimas į keitimo tašką<br>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas                                                                                                                             |
| (22 mm šešiakampio frezavimas)<br>(10 mm skersmens galinė pirštinė freza)<br> | Atliekamos operacijos pavadinimas<br>Operacijai naudojamas įrankis<br><br>(Hoffmann Group)                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| T06<br>M69<br>S1350 M03<br>M08<br>G28 C0.<br>G28 U0.<br>G28 W0.<br>G00 Z20.<br>G0 X30. C17.<br>G0 Z-9.<br>G1 Z-14.5<br>G12.1                                    | T – įrankio numeris<br>Aktyvaus įrankio koordinačių ašių priskyrimas<br>Suklio sukimosi greičio ir krypties nustatymas<br>Tepimo / aušinimo skysčio padavimas<br>Aktyvaus įrankio įrenginių atskaitos pozicijos nustatymas<br>Priartėjimas prie ruošinio su aktyviu įrankiu<br>Aktyvaus įrankio judesys darbinėje plokštumoje<br>Įrankio privedimas Z ašimi<br>Apdirbimo gylio nustatymas<br>Kontūro aprašo pradinio bloko nustatymas ciklui |

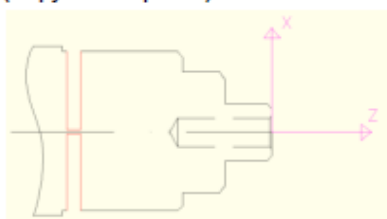
## 6.1 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>G1 G42 F0.2 X14. C11.2<br/>X-12.94 F0.045<br/>X-25.86 C0.<br/>X-12.94 C-11.2<br/>X12.94<br/>X25.86 C0.<br/>X11.9 C12.1<br/>G40 F1.5 X30. C17.<br/>Z-19.<br/>G12.1<br/>G1 G42 F0.2 X14. C11.2<br/>X-12.94 F0.045<br/>X-25.86 C0.<br/>X-12.94 C-11.2<br/>X12.94<br/>X25.86 C0.<br/>X11.9 C12.1<br/>G40 F1.5 X30. C17.<br/>G13.1<br/>G0 Z50. M05<br/>M68<br/>G28 U0.<br/>G28 W0.</p> | <p>Įrankio kelio trajektorijos aprašymas<br/>(šešiakampio rupiajam frezavimui),<br/>apdirbimo parametrų nustatymas su<br/>įrankio spindulio įvertinimu gyliu 14,5 mm</p> <p>Apdirbimo gylio nurodymas<br/>Kontūro aprašo pradinio bloko nustatymas ciklui</p> <p>Įrankio kelio trajektorijos aprašymas<br/>(šešiakampio rupiajam frezavimui),<br/>apdirbimo parametrų nustatymas su<br/>įrankio spindulio įvertinimu gyliu 19 mm</p> <p>Kontūro aprašo pabaigos bloko nustatymas<br/>ciklui</p> <p>Įrankio atitraukimas nuo detalės. Suklio<br/>sustabdymas</p> <p>Aktyvaus įrankio koordinatinių ašių atšaukimas</p> <p>Aktyvaus įrankio grąžinimas į pradžios tašką</p> |
| <p>(22 mm šešiakampio glotnūs<br/>frezavimas)<br/>(10 mm skersmens galinė<br/>pirštinė freza)</p>  <p>T07</p>                                                                                                                                                                                     | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas</p> <p>Operacijai naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>T – įrankio numeris</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

6.1 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>M69<br/>S1350 M03<br/>M08<br/>G28 C0.<br/>G28 U0.<br/>G28 W0.<br/>G00 Z20.<br/>X30.C17.<br/>Z-17.<br/>G1 Z-19.<br/>G12.1<br/>G1 G42 F0.2 X14. C11.<br/>X-12.7 F0.045<br/>X-25.4 C0.<br/>X-12.7 C-11.<br/>X12.7<br/>X25.4 C0.<br/>X11.54 C12.<br/>G40 F1.5 X30. C17<br/>G13.1<br/><br/>G0 Z50. M05<br/><br/>M68<br/>G28 U0.<br/>G28 W0.</p> | <p>Aktyvaus įrankio koordinatinių ašių priskyrimas<br/>Suklio sukimosi greičio ir krypties nustatymas<br/>Tepimo/ aušinimo skysčio padavimas<br/>Aktyvaus įrankio įrenginių atskaitos pozicijos nustatymas<br/><br/>Priartėjimas prie ruošinio su aktyviu įrankiu<br/>Aktyvaus įrankio judesys darbinėje plokštumoje<br/>Priartėjimas saugiu atstumu iki kontūro Z ašimi<br/>Apdirbimo gylio nurodymas<br/>Kontūro aprašo pradinio bloko nustatymas ciklui<br/><br/>Įrankio kelio trajektorijos aprašymas (šešiakampio glotniajam frezavimui), apdirbimo parametrų nustatymas su įrankio spindulio įvertinimu gyliu 19 mm<br/><br/>Kontūro aprašo pabaigos bloko nustatymas ciklui<br/><br/>Įrankio atitraukimas nuo detalės. Suklio išjungimas<br/>Aktyvaus įrankio koordinatinių ašių atšaukimas<br/>Aktyvaus įrankio grąžinimas į pradžios tašką</p> |
| <p>(Glotnasis kontūro tekinimas)<br/>(Tekinimo peilis glotniajam apdirbimui)</p>                                                                                                                                                                           | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas<br/>Operacijai naudojamas įrankis</p>  <p>(Walter AG)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

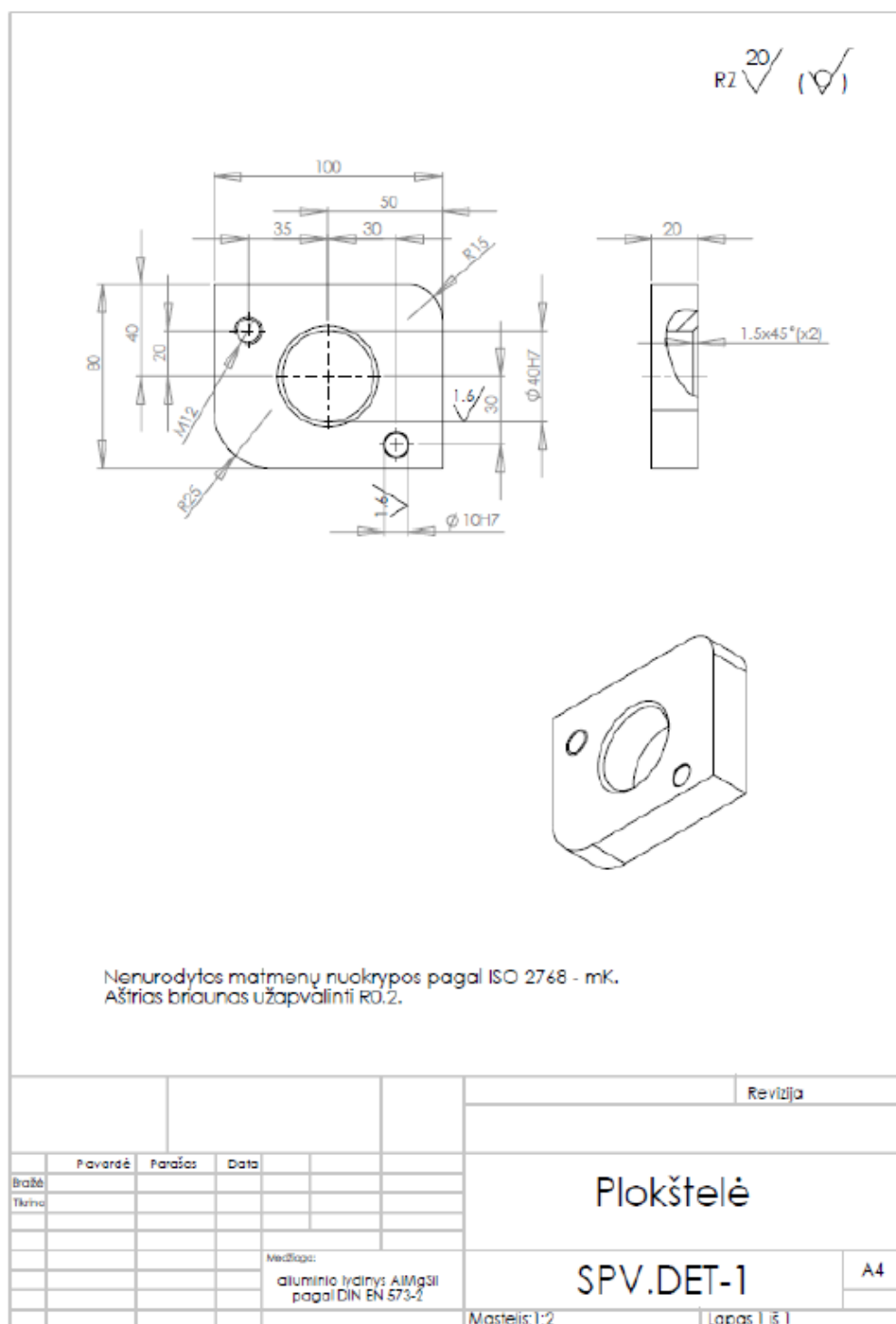
6.1 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| T08<br>G50 S2000<br>G96 S150 M04<br>M08<br>G0 X14. Z0.<br>G1 X5.5 F0.2<br>G0 X11.Z2.<br>G1 Z0.<br>X12. Z-0.5<br>Z-10.<br>X22.<br>X25.4 Z-10.98<br>Z-19.<br>X32.<br>X33. Z-19.5<br>Z-27.<br>G0 X35. Z-21.<br>Z100. M05<br><br>M09<br>G28U0. | T – įrankio numeris<br>Maksimalaus suklio greičio nustatymas<br>Suklio sukimosi greičio ir krypties nustatymas<br>Tepimo/ aušinimo skysčio padavimas<br>Įrankio privedimas prie ruošinio galo<br>Galo tekinimas. Darbinės pastūmos nustatymas<br>Įrankio atitraukimas nuo ruošinio<br><br> Įrankio kelio trajektorijos aprašymas pagal detalės kontūrą<br><br>Įrankio atitraukimas saugiu atstumu<br>Įrankio atitraukimas iš darbo zonos. Suklio išjungimas<br>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas<br>Įrankio atitraukimas į keitimo tašką |
| (Detalės atpjavimas)<br>(Atpjavimo peilis) <br>T09<br>G50 S2000<br>G96 S150 M04<br>M08<br>G0 X37. Z-40.2                                                | Atliekamos operacijos pavadinimas<br>Operacijai naudojamas įrankis <br>(Tungaloy Corporation)<br>T – įrankio numeris<br>Maksimalaus suklio greičio nustatymas<br>Suklio sukimosi greičio ir krypties nustatymas<br>Tepimo/ aušinimo skysčio padavimas<br>Įrankio judėjimas į pjovimo poziciją                                                                                                                                                                                                                                             |

6.1 lentelės tęsinys

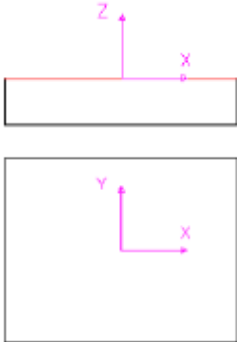
| 1            | 2                                                          |
|--------------|------------------------------------------------------------|
| G1 X2. F0.05 | Atpjovimo judesys link detalės centro $X$ ašimi.           |
| G0 X40.      | Įrankio darbinės pastūmos nustatymas                       |
| Z100.        | Įrankio ištraukimas iš pjūvio vietos                       |
| G28 U0. M05  | Įrankio atitraukimas iš darbo zonos                        |
| M09          | Suklio sustabdymas ir įrankio atitraukimas į keitimo tašką |
| M30          | Aušinimo skysčio padavimo išjungimas                       |
| %            | Programos pabaiga ir grįžimas į programos pradžią          |

### 6.2.2. Frezavimo operacijos pavyzdys

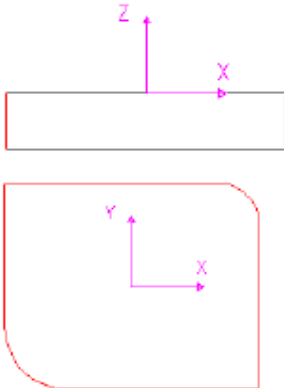


6.6 pav. Plokštelės techninis brėžinys

6.2 lentelė. SPV programa plokštelės apdirbimui

| Programos aprašas                                                                                                                                                                | Programos paaiškinimas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p>%</p> <p>O0011 (Detalė – plokštelė)</p> <p>(X centras)</p> <p>(Y centras)</p> <p>(Z viršus)</p>                                                                               | <p>Programos pradžia</p> <p>Programos numeris. Detalės pavadinimas ir pastabos</p> <p>Programos nulinių taškų atskaitos detalės atžvilgiu komentarai</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>(Viršutinės plokštumos frezavimas)</p> <p>(40 mm skersmens plokštelinė galinė freza)</p>    | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas</p> <p>Operacijai naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>T1 M6</p> <p>G0 G17 G54 G90 G94 X75. Y-20.</p> <p>S1500 F150 M3</p> <p>G43 Z50.0 H1 D1 M8</p> <p>G0 Z2.</p> <p>G1 Z0.</p> <p>X-75.</p> <p>Y20.</p> <p>X75.</p> <p>G0 Z20.</p> | <p>T – įrankio numeris ir jo keitimo komanda</p> <p>Darbinės plokštumos priskyrimas, absoliutinių koordinatų priskyrimas</p> <p>Darbo režimų nustatymas, minutinės pastūmos priskyrimas, suklio sukimosi krypties priskyrimas</p> <p>Įrankio ilgio parametrų aktyvavimas su eigos kryptimi. Aušinimo skysčio padavimo įjungimas</p> <p>Įrankio privedimas prie paviršiaus saugiu atstumu</p> <p>Įrankio priartinimas iki detalės paviršiaus</p> <p>Tiesialinijinis judesys X ašies kryptimi</p> <p>Tiesialinijinis judesys Y ašies kryptimi</p> <p>Tiesialinijinis judesys X ašies kryptimi</p> <p>Įrankio atitraukimas nuo detalės paviršiaus</p> |

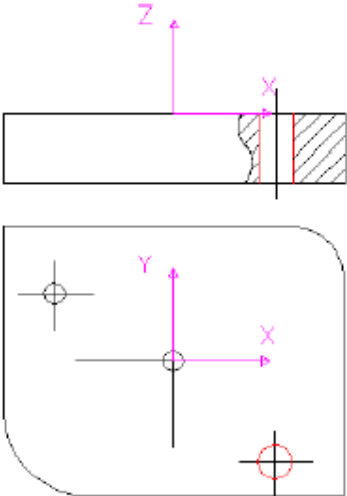
## 6.2 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                               | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G80 M9<br>G28 G91 Z0 M5                                                                                                                                                                         | Aušinimo skysčio padavimo išjungimas<br>Suklio sustabdymas ir grįžimas į atskaitos tašką                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| (Kontūro frezavimas)<br>(12 mm skersmens galinė<br>pirštinė freza)                                                                                                                              | Atliekamos operacijos pavadinimas.<br>Operacijai atlikti naudojamas įrankis<br><br>(Hoffmann Group)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| T2 M6<br>G0 G17 G54 G90 G94 G0 X55. Y-<br>52.<br>S1500 F150 M3<br>G43 Z50.0 H2 D2 M8<br>G0 Z2.<br>G1 Z-10.<br>G41 Y-40.<br>X-25.<br>G2 X-50. Y-15. R25.<br>G1 Y40.<br>X35.<br>G2 X50. Y25. R15. | T- įrankio numeris ir jo keitimo komanda<br>Darbinės plokštumos priskyrimas, absoliutinių<br>koordinatų priskyrimas<br>Darbo režimų nustatymas, minutinės pastūmos<br>priskyrimas, suklio sukimosi krypties priskyrimas<br>Įrankio ilgio parametrų aktyvavimas su eigos<br>kryptimi. Aušinimo skysčio padavimo įjungimas<br><div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="font-size: 4em; margin-right: 10px;">}</div> <div> <p>Įrankio privedimas prie paviršiaus saugiu<br/>atstumu</p> <p>Įrankio įsigilinimas iki darbinio gylio.</p> <p>Įrankio spindulio korekcijos iš kairės pusės<br/>įjungimas</p> <p>Tiesialinijinis judesys X ašies kryptimi</p> <p>Apskritiminis judesys laikrodžio rodyklės<br/>kryptimi</p> <p>Tiesialinijinis judesys Y ašies kryptimi</p> <p>Tiesialinijinis judesys X ašies kryptimi</p> <p>Apskritiminis judesys laikrodžio rodyklės<br/>kryptimi</p> </div> </div> |

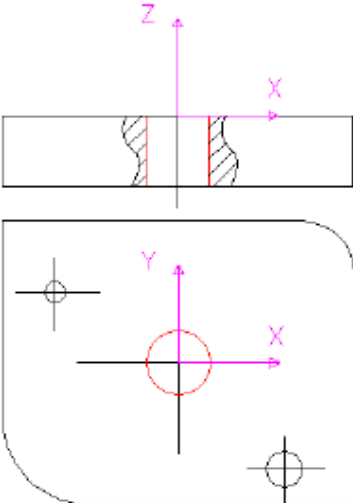
6.2 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| G1 Y-42.<br>G40 X62.<br>G0 Z50.<br>G80 M9<br>G28 G91 Z0 M5                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <div data-bbox="588 243 642 327" style="display: inline-block; vertical-align: middle;">}</div> Tiesialinijinis judesys Y ašies kryptimi<br>Įrankio spindulio korektoriaus išjungimas<br>Įrankio atitraukimas nuo detalės paviršiaus<br>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas<br>Suklio sustabdymas ir grįžimas į atskaitos tašką                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| (Skylių centravimas)<br>(Centravimo grąžtas)<br><div data-bbox="177 594 508 1012"> </div><br>T3 M6<br>G0 G17 G54 G90 G94 X30. Y-30.<br><br>S1000 F100 M3<br><br>G43 Z30.0 H3 M8<br><br>(10H7 skylė)<br>G98 G81 X30. Y-30. Z-1. R2.<br>(40H7 skylė)<br>G98 G81 X0. Y0. Z-1. R2.<br>(M12 skylė)<br>G98 G81 X-35. Y20. Z-1. R2.<br><br>G80 M9<br>G28 G91 Z0 M5 | Atliekamos operacijos pavadinimas<br>Operacijai atlikti naudojamas įrankis<br><div data-bbox="583 578 1059 643"> </div> (Hoffmann Group)<br><br>T – įrankio numeris ir jo keitimo komanda<br>Darbinės plokštumos priskyrimas, absoliutinių koordinatinių priskyrimas<br>Darbo režimų nustatymas, minutinės pastūmos priskyrimas, suklio sukimosi krypties priskyrimas<br>Įrankio ilgio parametrų aktyvavimas su eigos kryptimi. Aušinimo skysčio padavimo įjungimas<br><div data-bbox="588 1336 642 1584" style="display: inline-block; vertical-align: middle;">}</div> Komentaras<br>G98 – grįžimas į pradinį (Z30.) gylį.<br>Centravimo ciklo parametrų aprašas:<br>kiaurymės koordinatės, centravimo gylis, saugus atstumas įrankio priartinimui greitąja eiga prie detalės paviršiaus<br><br>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas<br>Suklio sustabdymas ir grįžimas į atskaitos tašką |

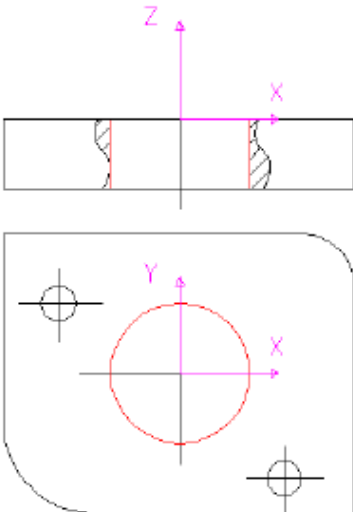
## 6.2 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>10H7 mm skersmens skylės gręžimas)<br/>(9,8 mm skersmens grąžtas)</p>  <p>T4 M6<br/>G0 G17 G54 G90 G94 X30. Y-30.<br/><br/>S1000 F100 M3<br/><br/>G43 Z30.0 H4 M8<br/><br/>G98 G83 Z-25. R2. Q5.<br/><br/>G80 M9<br/>G28 G91 Z0 M5</p> | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas</p> <p>Operacijai atlikti naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>T – įrankio numeris ir jo keitimo komanda</p> <p>Darbinės plokštumos priskyrimas, absoliutinių koordinatų priskyrimas</p> <p>Darbo režimų nustatymas, minutinės pastūmos priskyrimas, suklio sukimosi krypties priskyrimas</p> <p>Įrankio ilgio parametrų aktyvavimas su eigos kryptimi. Aušinimo skysčio padavimo įjungimas</p> <p>G98 – grįžimas į pradinį (Z30.) gylį. Gręžimo ciklo parametrų aprašas: gręžimo gylis, saugus atstumas įrankio priartinimui greitąja eiga prie detalės paviršiaus, vieno įsigilino gylis</p> <p>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas</p> <p>Suklio sustabdymas ir grįžimas į atskaitos tašką</p> |

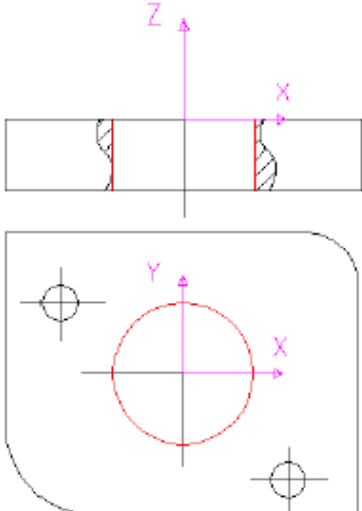
## 6.2 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(40H7 mm skersmens skylės gręžimas)<br/>(17,5 mm skersmens grąžtas)</p>  <p>T5 M6<br/>G0 G17 G54 G90 G94 X0. Y0.<br/><br/>S1000 F100 M3<br/><br/>G43 Z30.0 H5 M8<br/><br/>G98 G83 Z-28. R2. Q3.<br/>G80 M9<br/>G28 G91 Z0 M5</p> | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas</p> <p>Operacijai atlikti naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>T – įrankio numeris ir jo keitimo komanda<br/>Darbinės plokštumos priskyrimas, absoliutinių koordinatų priskyrimas</p> <p>Darbo režimų nustatymas, minutinės pastūmos priskyrimas, suklio sukimosi krypties priskyrimas</p> <p>Įrankio ilgio parametrų aktyvavimas su eigos kryptimi. Aušinimo skysčio padavimo įjungimas</p> <p>Gręžimo ciklo parametrų aprašas</p> <p>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas</p> <p>Suklio sustabdymas ir grįžimas į atskaitos tašką</p> |

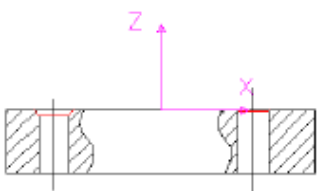
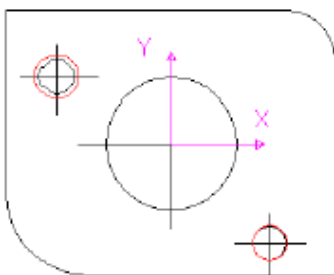
6.2 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(M12 skylės gręžimas)<br/>(10,2 mm skersmens grąžtas)</p>  <p>T6 M6<br/>G0 G17 G54 G90 G94 X-35. Y20.<br/><br/>S1000 F100 M3<br/><br/>G43 Z30.0 H6 M8<br/><br/>G98 G83 Z-25. R2. Q5.<br/>G80 M9<br/>G28 G91 Z0 M5</p> | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas<br/>Operacijai atlikti naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>T – įrankio numeris ir jo keitimo komanda<br/>Darbinės plokštumos priskyrimas, absoliutinių koordinatinių priskyrimas<br/><br/>Darbo režimų nustatymas, minutinės pastūmos priskyrimas, suklio sukimosi krypties priskyrimas<br/>Įrankio ilgio parametrų aktyvavimas su eigos kryptimi. Aušinimo skysčio padavimo įjungimas<br/>Gręžimo ciklo parametrų aprašas<br/>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas<br/>Suklio sustabdymas ir grįžimas į atskaitos tašką</p> |

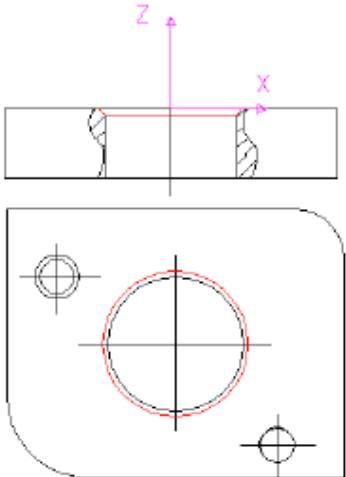
## 6.2 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(40H7 mm skersmens skylės frezavimas)</p> <p>(16 mm skersmens galinė pirštinė freza)</p>  <p>T7 M6<br/>G0 G17 G54 G90 G94 X0. Y0.<br/>S1000 F100 M3<br/>G43 Z30.0 H7 D7 M8<br/>G120 P22 X0. Y0. Z-20. R2. K10.<br/>D7. U40. W5. E200 Q0.2 F200<br/>G80 M9<br/>G28 G91 Z0 M5</p> | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas</p> <p>Operacijai atlikti naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>T – įrankio numeris ir jo keitimo komanda</p> <p>Darbinės plokštumos priskyrimas, absoliutinių koordinatų priskyrimas</p> <p>Darbo režimų nustatymas, minutinės pastūmos priskyrimas, suklio sukimosi krypties priskyrimas</p> <p>Įrankio ilgio parametrų aktyvavimas su eigos kryptimi. Aušinimo skysčio padavimo įjungimas</p> <p>Apvalios kišenės frezavimo ciklo parametrų aprašas</p> <p>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas</p> <p>Suklio sustabdymas ir grįžimas į atskaitos tašką</p> |

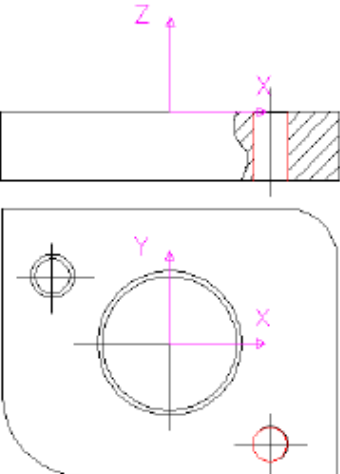
## 6.2 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(Skylių nuožulų formavimas)<br/>(Kūginis gilintuvas)</p>   <p>T8 M6<br/>G0 G17 G54 G90 G94 X30. Y-30.<br/><br/>S1000 F100 M3<br/><br/>G43 Z30.0 H8 M8<br/><br/>(10H7 skylė)<br/>G98 G81 X30. Y-30. Z-1. R2.<br/>(M12 skylė)<br/>G98 G81 X-35. Y20. Z-1. R2.<br/><br/>G80 M9<br/>G28 G91 Z0 M5</p> | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas<br/>Operacijai atlikti naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>T – įrankio numeris ir jo keitimo komanda<br/>Darbinės plokštumos priskyrimas, absoliutinių koordinačių priskyrimas<br/><br/>Darbo režimų nustatymas, minutinės pastūmos priskyrimas, suklio sukimosi krypties priskyrimas<br/>Įrankio ilgio parametrų aktyvavimas su eigos kryptimi. Aušinimo skysčio padavimo įjungimas</p> <p>       Komentaras<br/>       Centravimo ciklo parametrų aprašas,<br/>       kiaurymės koordinatės     </p> <p>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas<br/>Suklio sustabdymas ir grįžimas į atskaitos tašką</p> |

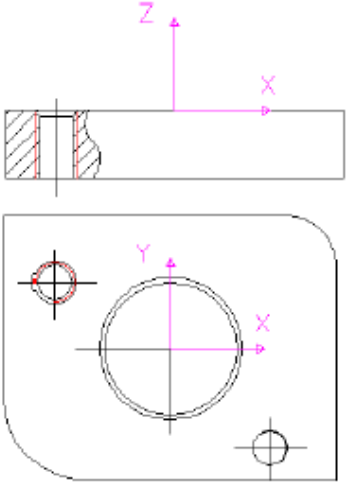
## 6.2 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(40H7 mm skersmens skylės nuožulos formavimas)</p> <p>(Nuožulų freza)</p>  <p>T9 M6<br/>G0 G17 G54 G90 G94 X0. Y0.</p> <p>1000 F100 M3</p> <p>G43 Z30.0 H9 D9 M8</p> <p>G0 Z2.<br/>G1 Z-0.5<br/>G1 G41 X-20. Y0.<br/>G3 I20.<br/>G1 G40 X0. Y0.<br/>G0 Z20.<br/>G80 M9<br/>G28 G91 Z0 M5</p> | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas</p> <p>Operacijai atlikti naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>T – įrankio numeris ir jo keitimo komanda</p> <p>Darbinės plokštumos priskyrimas, absoliutinių koordinatų priskyrimas</p> <p>Darbo režimų nustatymas, minutinės pastūmos priskyrimas, suklio sukimosi krypties priskyrimas</p> <p>Įrankio ilgio parametrų aktyvavimas su eigos kryptimi. Aušinimo skysčio padavimo įjungimas</p> <p>} Įrankio trajektorijos aprašymas</p> <p>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas</p> <p>Suklio sustabdymas ir grįžimas į atskaitos tašką</p> |

## 6.2 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(10H7 mm skersmens skylės plėtimas)</p> <p>(10H7 mm skersmens plėstuvas)</p>  <p>T10 M6<br/>G0 G17 G54 G90 G94 X30. Y-30.<br/>S200 F100 M3<br/>G43 Z30.0 H10 M8<br/>G98 G85 Z-23. R2.<br/>G80 M9<br/>G28 G91 Z0 M5</p> | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas</p> <p>Operacijai atlikti naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>T – įrankio numeris ir jo keitimo komanda</p> <p>Darbinės plokštumos priskyrimas, absoliutinių koordinačių priskyrimas</p> <p>Darbo režimų nustatymas, minutinės pastūmos priskyrimas, suklio sukimosi krypties priskyrimas</p> <p>Įrankio ilgio parametrų aktyvavimas su eigos kryptimi. Aušinimo skysčio padavimo įjungimas</p> <p>Plėtimo ciklo parametrų aprašas</p> <p>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas</p> <p>Suklio sustabdymas ir grįžimas į atskaitos tašką</p> |

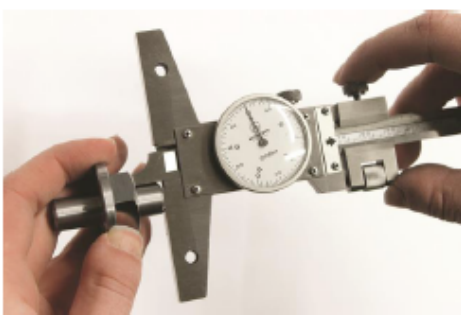
## 6.2 lentelės tęsinys

| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(M12 skylės sriegimas)<br/>(M12 tiesus sriegiklis)</p>  <p>T11 M6<br/>G0 G17 G54 G90 G95 X-35. Y20.<br/><br/>S100 F100 M3<br/><br/>G43 Z30.0 H11 M8<br/><br/>M0<br/>M29 S100<br/>G98 G84. Z-23. R2. F1.75<br/><br/>G80 M9<br/>G28 G91 Z0 M5<br/>M30<br/>%</p> | <p>Atliekamos operacijos pavadinimas<br/>Operacijai atlikti naudojamas įrankis</p>  <p>(Hoffmann Group)</p> <p>T – įrankio numeris ir jo keitimo komanda.<br/>Darbinės plokštumos priskyrimas, absoliutinių koordinatinių priskyrimas<br/>Darbo režimų nustatymas, minutinės pastūmos priskyrimas, suklio sukimosi krypties priskyrimas<br/>Įrankio ilgio parametrų aktyvavimas su eigos kryptimi. Aušinimo skysčio padavimo įjungimas<br/>Pauzė<br/>Sriegimas. Suklio sūkių priskyrimas<br/>G98 – grįžimas į pradinį (Z30.) gylį. Sriegimo ciklo parametrų aprašas: sriegimo gylis, saugus atstumas įrankio priartinimui greitąja eiga prie detalės paviršiaus, pastūma pagal sriegio žingsnio vertę<br/>Aušinimo skysčio padavimo išjungimas<br/>Suklio sustabdymas ir grįžimas į atskaitos tašką<br/>Programos sustabdymas grįžtant į pradžią<br/>Programos pabaiga</p> |

## 6.3. Detalių matavimo procesas

Tarpe kiekvienos atliktos apdirbimo operacijos ir visų operacijų pabaigoje reikalinga atlikti detalės ir ją sudarančių elementų matavimą. Matavimo procese turi būti įvertinama ar elementų forma, matmenys ir paviršių kokybė atitinka techninius reikalavimus, nurodytus brėžinyje. Kiekvienam elementui pritaikoma tinkamiausia matavimo priemonė pagal matmenų ribas ir tikslumą (6.3 ir 6.4 lentelės).

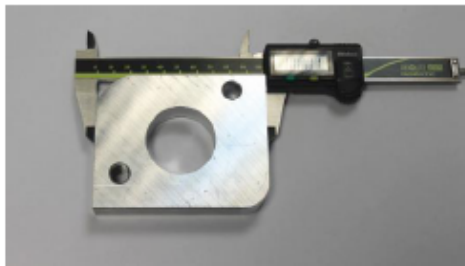
6.3 lentelė. Tekintos detalės matavimas

| Matavimo bendras vaizdas                                                            | Paaiškinimai                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                   | 2                                                                                                                                                                    |
|    | Panaudojant standartines linijinių matmenų matavimo priemones, atliekamas išorinių (gabaritinių) matmenų (ilgio, skersmens ir pan.) matavimas.                       |
|  | Su viena standartizuota matavimo priemone dažnai galima atlikti kelių skirtingų formų elementų matavimą (pavyzdžiui, vidinių elementų – kakliukų, laiptelių, išėmų). |
|  | Elementų tarpusavio padėtį tikslingai matuoti su specializuotomis matavimo priemonėmis (gyliamačiais, indikatoriais ir pan.).                                        |

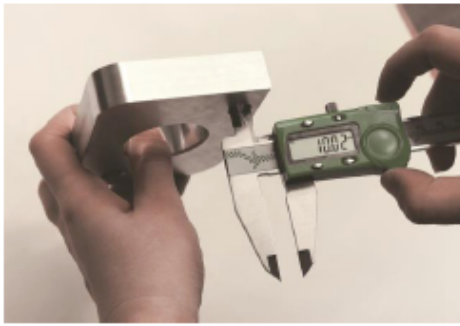
## 6.3 lentelės tęsinys

| 1                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p>Dažnos universaliosios matavimo priemonės turi keletą skirtingų matavimo briaunų, leidžiančių pamatuoti išorinius, vidinius matmenis ir paviršių tarpusavio padėtį.</p>                                                                                                                                                                                                                                                              |
|    | <p>Tikslesniems matmenims matuoti parenkamos atitinkamo tikslumo priemonės. Išoriniams skersmenims matuoti naudojami mikrometrai. Kartais ir slankmatis gali užtikrinti matavimo tikslumą matuojant veleno skersmenį, tačiau dėl matavimo briaunų formos, sąlyčio plotas matavimo metu yra mažesnis nei matuojant mikrometru. Todėl skersmens matavimo rezultato paklaida matuojant su slankmačiu gali būti didesnė nei mikrometru.</p> |
|   | <p>Vidiniai elementų matmenys matuojami su specialiosiomis matavimo priemonėmis. Jos turi užtikrinti kuo didesnį matavimo plotą ir tiksliai atitikti matuojamojo elemento geometriją. Standartizuoto nuokrypų lauko vidinių cilindrinų elementų matmenys matuojami su kalibrais – kamščiais.</p>                                                                                                                                        |
|  | <p>Kalibrai – kamščiai dažniausiai turi dvi matavimui skirtas konstrukcines dalis (praeinamąją ir nepraeinamąją), kurios atitinka ribinius matuojamojo elemento matmens dydžius. Svarbu matuojamąjį elementą patikrinti/ pamatuoti su abiem matavimo priemonės dalimis, kad įvertinti ar matmuo telpa į leistiną tolerancijos lauką.</p>                                                                                                |
|  | <p>Be linijinių dydžių ir jų nuokrypų, pagal brėžinio reikalavimus yra įvertinama atitinkamų elementų paviršių kokybė, pavyzdžiui, paviršiaus šiurkštumas, kuris gali būti išmatuojamas šiurkštomačiu.</p>                                                                                                                                                                                                                              |

6.4 lentelė. Frezuotos detalės matavimas

| Matavimo bendras vaizdas                                                            | Paaiškinimai                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                   | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|    | Išorinių (gabaritinių) matmenų matavimas atliekamas su standartinėmis matavimo priemonėmis.                                                                                                                                                                                           |
|    | Svarbu atlikti visų gabaritinių matmenų matavimą ir įvertinti ne tik matmens dydį, bet ir nustatyti geometrinius nukrypimus, kuriems gali būti keliami papildomi reikalavimai.                                                                                                        |
|   | Reikia įvertinti kiekvieno matmens nuokrypas, nes, priklausomai nuo matmens dydžio, leistinosios nuokrypos yra skirtingos.                                                                                                                                                            |
|  | Gamybos metu sriegiai yra tikrinami darbiniais kalibrais – kamščiais. Darbiniai kalibrai-kamščiai yra praeinamieji ir nepraeinamieji. Praeinamieji kalibrai-kamščiai turi laisvai susijungti su tikrinamuoju sriegiu, o nepraeinamieji – tik dalinai, ne daugiau kaip du apsisukimus. |

## 6.4 lentelės tęsinys

| 1                                                                                  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>Norint atlikti matuojamų elementų tarpusavio padėties patikrinimą, pirmiausia reikalinga įvertinti tikrąjį elemento matmenį.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|   | <p>Matuojant skylių tarpusavio padėtį, reikalinga atlikti atstumų matavimą nuo skylės paviršių iki kitų elementų. Papildomai reikia pamatuoti skylės tikrąjį matmenį. Atlikus šiuos matavimus, reikalinga apskaičiuoti skylės geometrinio centro padėtį, įvertinus tikrąjį skylės matmenį.</p>                                                                                                                     |
|  | <p>Didelių tikslių matmenų nuokrypoms matuoti ne visada pakanka standartinių dydžių kalibrų – kamščių ar žiedų. Tokiais atvejais galima naudoti standartizuotą indikatorinę matavimo priemonę, kurią reikia pritaikyti matuojamajam dydžiui.</p> <p>Kadangi indikatorinė matavimo priemonė matuoja palyginamuoju būdu, tai matavimo indikatorių prieš matavimą reikia sukalibruoti atitinkamo matmens etalonu.</p> |

## 6.4 lentelės tęsinys

| 1                                                                                  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>Tikslių skylių matavimui svarbu, kad mažo tolerancijos lauko matmuo būtų užtikrintas visu skylės skersmeniu. Šiuo tikslu reikia atlikti elemento matmens matavimą keliose vietose, įvertinant, kad skirtinguose skersiniuose skylės pjūviuose matmuo atitinka leistinas ribas.</p> |
|  | <p>Tikrinant apdirbtojo paviršiaus šiurkštumą, svarbu matavimus atlikti keliose paviršiaus vietose, kad įvertinti galimus nevienodumus ar pažeidimus.</p>                                                                                                                             |

**PRAKTINIAI PATARIMAI:**

prieš matuojant, matavimo priemonėje patikrinti „nulinio padėties“ nustatymą.