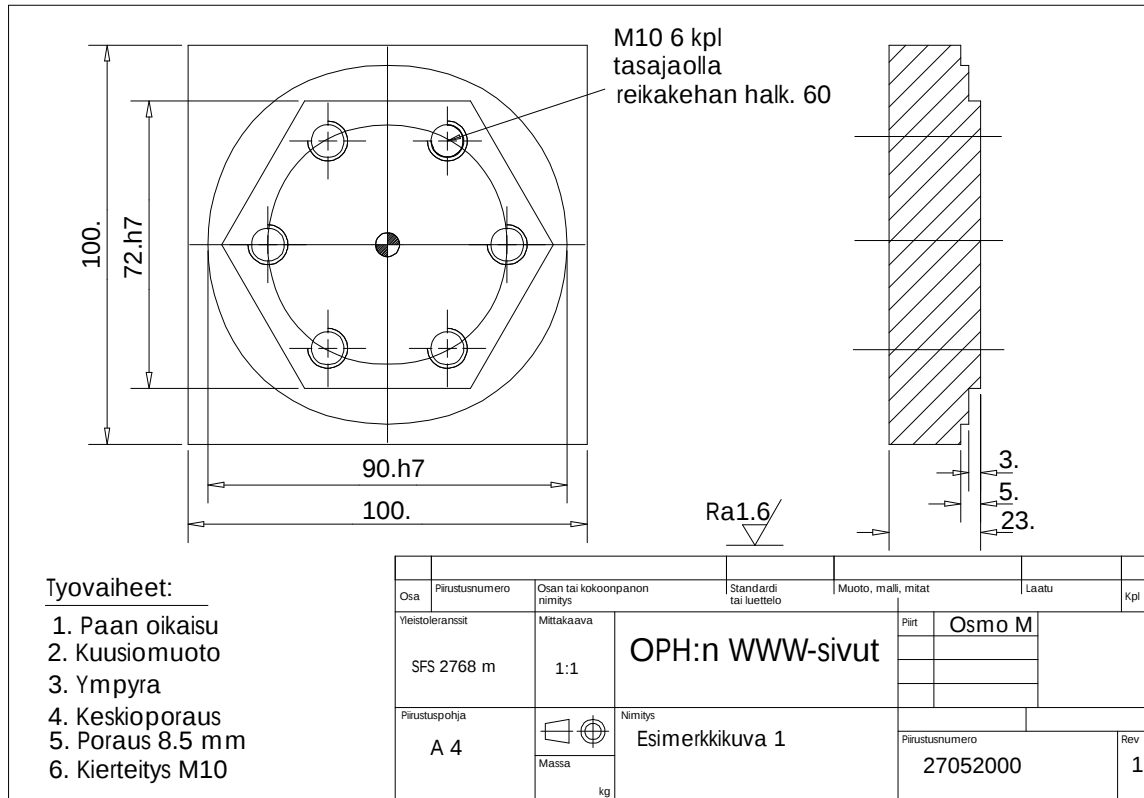


NC tekniikka materiaali sisällysluettelo

NC materiaali sisältää teoriaa, kuvia ja ohjelmia. Kuvat vastaavat sisällöltään nykyaikaista konepaja-käytäntöä.

Materiaali sisällysluettelo	1
Esimerkkikuva 1	2
Esimerkkikuva 1 ohjelma selitys	2
Ohjelmassa käytetyt aliohjelmat	4
Interpolaatiot	5
Pikaliike	5
Suoraviivainen interpolaatio	6
Ympyräkaaren interpolaatio.....	7
Pituuskompensointi.....	10
Säteensuuntainen kompensointi.....	11
Esimerkkikuva 2	14
Esimerkkikuva 2 ohjelma selitys	14
Harjoituskuva 1 ripustin.....	16
Harjoituskuva 1 ripustin ohjelma selitys.....	16
Harjoituskuva 1 CAM:lla tuotettu ohjelma selitys	17
Harjoituskuva 2.....	19
Harjoituskuva 2 ohjelma selityksineen	19
Harjoituskuva 3 sakset	21
Harjoituskuva 3 ohjelma selityksineen	21
Aliohjelmat	23
Esimerkkikuva 3	25
Esimerkkikuva 3 ohjelma selitys	26
Aliohjelma.....	26
Harjoituskuva 4.....	27
Harjoituskuva 4 ohjelma selitys.....	27
Pääohjelma.....	27
Aliohjelmat	28
Työkierrot	29
Työkierrojen G73 - G89 toimintojen esittely.....	31
Esimerkkikuva 4	35
Esimerkkikuva 4 ohjelma selitys	36
Käytetyt aliohjelmat.....	36
Harjoituskuva 5 pukkarilevy.....	37
Harjoituskuva 5 ohjelma selitys.....	38
Käytetyt aliohjelmat.....	39
Harjoituskuva 6.....	40
Harjoituskuva 6 ohjelma selitys.....	40
Ohjelmassa käytetyt aliohjelmat	42

Esimerkkikuva 1



Esimerkkikuva 1 ohjelma selitys

O2000	ohjelmanumero, voi olla välillä 0-9999
T1	teräpää halk 63 mm esihaku. Kun terä on erillisessä makasiinissa, se voidaan/täytyy esihakea valmiiksi vaihtoasemaan ennen teränvaihtokäskyä M6.
G54	työkoordinaatiston asetus, jolloin kone voi tietää työkappaleen nollapisteen paikan koneen koordinaatistossa
N1 M98 P8010	teränvaihdon hoitava aliohjelma, katso ko. aliohjelman selvitys
T2	keskiöporan esihaku. Seuraavan terä voidaan hakea valmiiksi vaihtoasemaan.
S800 M3	S800 on karan pyörintänopeus, antaa n. 160 m/min leikkuunopeuden teräpäälle, M3 käynnistää karan myötäpäivään
G00 X-100. Y25.	paikoitus pikaliikkeellä kohtaan, jossa terä voidaan laskea 1. työsyvyyteen
G43 H1 Z3.	G43 on pituuskompensoinnin päälleajo, lukee korjaimen suuruuden OFFSET- muistipaikasta 1 ja siirtää terän kärjen 3 mm:n etäisyydelle G54 paikkaan asetetusta Z0- pisteestä
G01 Z0 F250	lasketaan teräpää pääntasaus korkeuteen suoraviivaisella syöttöliikkeellä
X50. F400	1. työliike
Y-25.	2. työliike
X-85.	3. työliike, siirretään terä asemaan, jossa se voidaan ajaa seuraavaan työkorkeuteen

Z-3. F250	kuusiomuodon Z-asema
-----------	----------------------

Kuusiomuodon koneistus alkaa

G41 D1 X-41.569	sädekompensoinnin päälleajo, kompensointi vasemmalle puolelle, D1 ilmoittaa muistipaikan OFFSETissa ja X- on arvo, johon ajon aikana kompensointi ns. ”menee päälle”, tarkempi selvitys on materiaalin kohdassa kompensoinnit
Y0	seuraavat rivit ovat kuusiomuodon X- ja Y- koordinaattiarvoja, arvot on X-20.785 Y36. laskettu trigonometrian avulla työkuvasta
X20.785	
X41.569 Y0	
X20.785 Y-36.	
X-20.785	
X-41.569 Y0	
Y30.	
G40 X-20. Y85.	sädekompensointi pois
Z-5.	ympyrän työsyvyyteen siirto

Ympyrän koneistus alkaa

G41 D1 Y45.	sädekompensoinnin päälleajo, kts. aiempi selvitys
X0	kaaren aloituskohtaan siirto
G02 I0 J-45.	kokoympyrän koneistus I:tä ja J:tä käyttäen, kts. teoriaa interpoloinnista
G01 X10.	irti kappaleesta
Z3.	terä ylös
N2 M98 P8010	teränvaihtoaliohjelman kutsu, katso ko. aliohjelman selvitys
T3	8.5 poran esihaku
S1600 M3	keskiöporan pyörintänopeus
G00 G43 H2 Z3.	G43 on pituuskompensoinnin päälleajo, lukee korjaimen suuruuden OFFSET- muistipaikasta 2 ja siirtää terän kärjen 3 mm:n etäisyydelle G54 paikkaan asetetusta Z0- pisteestä
G81 G99 R2. Z-2.5 F100 L0	porauskierron G81 kutsu, katso selvitys teoriakohdasta vakiotyökierrot
M98 P2500	M98 aliohjelman O2500 kutsu, aliohjelmassa on reikien XY-koordinaatit
M98 P8010	teränvaihtoaliohjelman kutsu, katso ko. aliohjelman selvitys
T4	M10 kierretapin esihaku
S1000 M3	poran pyörintänopeus
G00 G43 H3 Z3.	G43 on pituuskompensoinnin päälleajo, lukee korjaimen suuruuden OFFSET- muistipaikasta 3 ja siirtää terän kärjen 3 mm:n etäisyydelle G54 paikkaan asetetusta Z0- pisteestä
G73 G99 R2. Z-26. Q3. F100 L0.	porauskierron G73 kutsu, katso selvitys teoriakohdasta vakiotyökierrot

M98 P2500	M98 aliohjelman O2500 kutsu, aliohjelmassa on reikien XY-koordinaatit
M98 P8010	teränvaihtoaliohjelman kutsu, katso ko. aliohjelman selvitys
S400	kierretapin pyörintänopeus, käytettäessä G84.2 kiertoa M3 käskyä ei tarvita
G00 G43 H4 Z3.	G43 on pituuskompensoinnin päälleajo, lukee korjaimen suuruuden OFFSET- muistipaikasta 4 ja siirtää terän kärjen 3 mm:n etäisyydelle G54 paikkaan asetetusta Z0- pisteestä
G84.2 G99 R3. Z-26. F600 L0	kierteityskierron G84.2 kutsu, katso selvitys teoriakohdasta vakiotyökierrot
M98 P2500	M98 aliohjelman O2500 kutsu, aliohjelmassa on reikien XY-koordinaatit
M98 P8020	lopetusmuodollisuusaliohjelman kutsu, katso ko. ohjelman selvitys
M30	

Ohjelmassa käytetyt aliohjelmat

Ohjelmat 8010 ja 8020 ovat tyypillisiä teränvaihdon aliohjelmia, sisällöt vaihtelevat kone- ja ohjauskohtaisesti, mutta jotakuinkin seuraavan tyyppisiä ne yleensä ovat:

O8010	HOITAA TERÄNVAIHDON
G00 G90 G80 G49 G40 M5 Z300.	poistetaan säde- ja pituuskompensoinnit, sekä työkiertotiedot, pysäytetään kara ja siirretään kompensoimaton Z-koordinaatti 300.:n mm:n etäisyydelle asetetusta G54 Z-tasosta
G91 G28 Z0	siirretään Z-akseli ko. koneen referenssipisteelle (monissa koneissa teränvaihdon onnistuminen edellyttää tätä asemaa)
G30 Y0	siirretään Y-akseli teränvaihtopisteelle, (2. referenssipisteelle)
M06	teränvaihtokäsky
G90	absoluuttisen ohjelmointitavan palautus
M99	aliohjelman loppu, käsky palata kutsuvaan ohjelmaan kutsun jälkeiseen lauseeseen

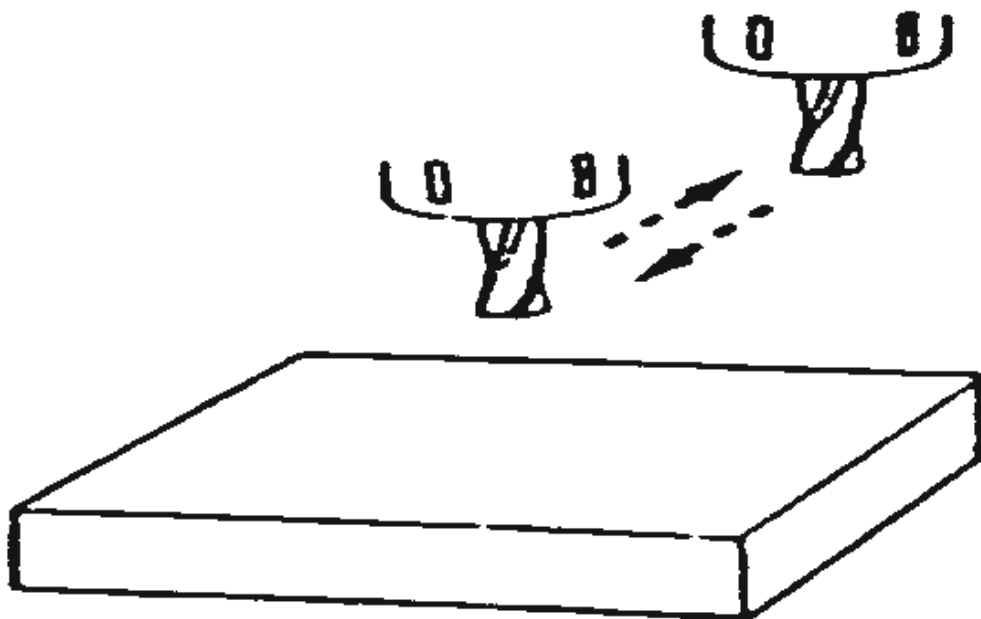
O8020	LOPETUSMUODOLLISUUDET
G00 G90 G80 G49 G40 M5 Z300.	
G91 G28 Z0	
G30 Y0	kolme ensimmäistä riviä sama selvitys kuin ohjelmassa 8010
M33	M33 palauttaa terän karalta työkalumakasiinin tyhjään paikkaa
G90	
M99	

O2500	REIKIEN PAIKAT
X30. Y0	

X15. Y-25.981	reikien XY-koordinaatit, laskettu trigonometrian avulla työkuvasta
X-15.	
X-30. Y0	
X-15. Y25.981	
X15.	
M99	

Interpolaatiot

Pikaliike



Ohjelmoimalla G00 voidaan työkalua liikuttaa pikaliikkeellä.

Pikaliikettä käytetään:

1. Työstön alussa lähestyttäessä työkappaletta.
2. Työstön aikana työkalua siirrettäessä seuraavaan paikkaan niin, ettei se kosketa työkappaletta.
3. Työstön lopussa, kun työkalu viedään pois esim. teränvaihtoasemaan.

Yleinen käskymuoto:**G00 X__ Y__ Z__ ;**

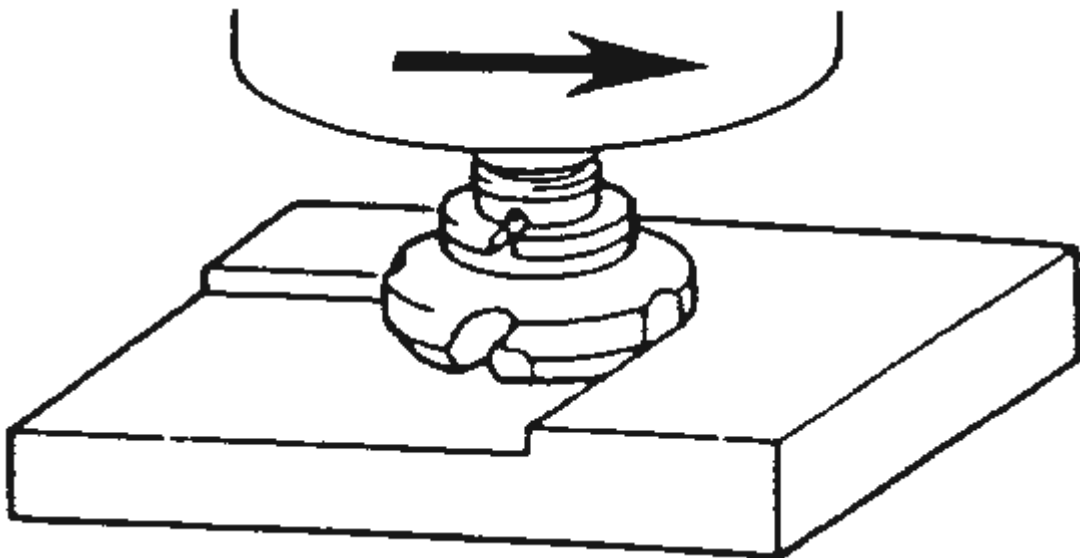
Jossa

G00 on pikaliike

X__ Y__ Z__ ovat pikaliikkeen loppupisteen koordinaatit.

Huomautuksia:

1. Ohjelmoitaessa pikaliike yhtä aikaa useammalle akselille, työkalun liike on harvoin suoraviivainen.
2. Pikaliikenopeus vaihtelee konemallin mukaan. Arvot ovat n. 8 m/min – 20 m/min välillä.
3. Pikaliikenopeutta voidaan säätää pikaliikkeen ohituskytkimellä koneen ohjauspaneelilta.
4. Kun G00 on ohjelmoitu kerran, se on voimassa ohjelmassa niin kauan kuin ohjelmoidaan jokin toinen samanryhmän G-koodi (G01, G02 tai G03).
5. Pikaliikkeellä ei yleensä tulla kiinni kappaleen pintaan, eikä pikaliikkeellä lähdetä kappaleen pinnasta. Tällöin puhutaan käsitteestä tormäysetäisyys tai pikaliiketaso, ja ko. matkana pidetään usein kolmea (3) millimetriä.

Suoraviivainen interpolaatio

Ohjelmoimalla G01, voidaan työkalua liikuttaa suoraviivaisesti ohjelmoidulla syötöllä ja työstää työkalua. Syöttönopeus ohjelmoidaan F-koodilla ja yksikkönä on yleensä mm/min. Liike voidaan koneen lisälaitteista ja ohjauksen valmiusasteesta riippuen ohjelmoida 1 – 3 (5) akselille yhtä aikaa.

Yleinen käskymuoto:**G01 X__ Y__ Z__ (C__) F__ ;**

Jossa

G01 on suoraviivaisen interpolaation käsky (suoraviivaisen syöttöliikkeen)

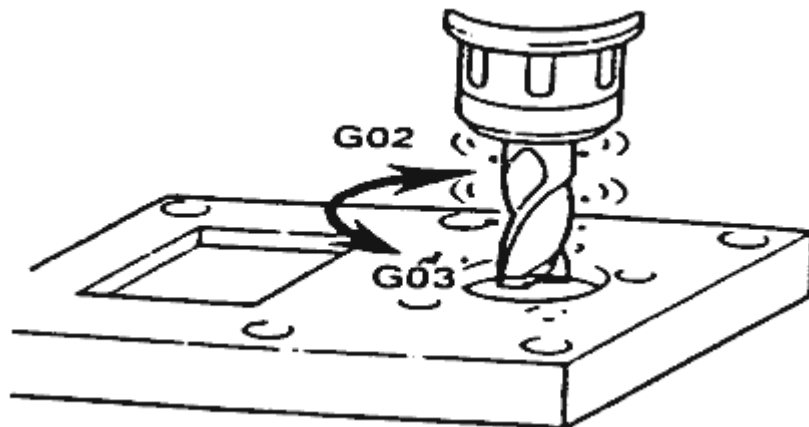
X, Y ja Z ovat syöttöliikkeen loppupisteen koordinaatit

C on ns. neljäs akseli, esimerkiksi pyöröpyötä

F on syötön nopeus, yleensä mm/min

Huomautuksia:

1. Pikaliikenopeutta voidaan säätää syöttöliikkeen prosenttikytkimellä koneen ohjauspaneelilta.
2. Kun G01 on ohjelmoitu kerran, se on voimassa ohjelmassa niin kauan kuin ohjelmoidaan jokin toinen samanryhmän G-koodi (G00, G02 tai G03).
3. Jos syöttönopeutta ei ole ohjelmoitu ko. lauseeseen, käsky toteutetaan aiemmin viimeksi annetulla syöttöarvolla. Jos virran kytkennän jälkeen ei ole ohjelmoitu syöttöarvoa, arvo oletetaan nolllaksi (0) ja hälytys tulee kuvaruutuun.

Ympyräkaaren interpolaatio

Ohjelmoitaessa ympyränkaaria, käytetään koodeja G02 tai G03.

Yleinen käskymuoto:**G90 (G91) G17 (G18 tai G19) G02 (G03) X__ Y__ I__ J__ (tai R) F__ ;**

Jossa

G90 on mittojen absoluuttinen ohjelmointitapa, vaihtoehtona G91 joka on mittojen inkrementaalinen ohjelmointitapa.

G17 on XY-interpolointitason valinta (yleisin) vaihtoehtona G18 XZ-taso ja G19 YZ-taso.

G02 on ympyräinterpolaatio myötäpäivään

G03 on ympyräinterpolaatio vastapäivään

X__ ja Y__ ovat ympyränkaaren päätekoordinaatit

I__ on kaaren keskipisteen etäisyys kaaren alkupisteestä X-akselin suunnassa, ja tämä arvo on aina inkrementaalinen riippumatta mittojen ohjelmointitavan valinnasta (G90 tai G91). Etumerkki katsotaan koordinaatiston mukaan X-akselin suunnassa, katsomispaikkana on kaaren alkupiste.

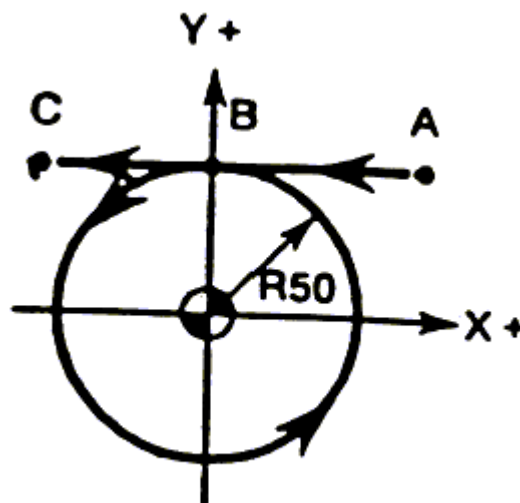
J__ on kaaren keskipisteen etäisyys kaaren alkupisteestä Y-akselin suunnassa, ja tämä arvo on aina inkrementaalinen riippumatta mittojen ohjelmointitavan valinnasta (G90 tai G91). Etumerkki katsotaan koordinaatiston mukaan Y-akselin suunnassa, katsomispaikkana on kaaren alkupiste.

R__ on ympyränkaaren säde, etumerkki on miinus yli 180 asteen kaarelle-

F__ on syöttönopeus

Huomautuksia!

1. Kun virta kytketään, G17 (XY-taso) tulee yleensä oletusarvoksi. Haluttaessa koneistaa kaaria XZ- tai YZ-tasoon, tulee vastaavasti valita G18 tai G19 koodi.
2. Koneistettaessa 180 asteen kaari sekä plus (+) että miinus (-) etumerkki on sallittu.
3. Ohjelmoitaessa I, J tai K samaan lauseeseen R-arvon kanssa, ne jätetään huomiotta, ja kaari koneistetaan R-arvon mukaisesti.
4. Jos I-, J- tai K-arvo on nolla (0), se voidaan jättää pois (on oletuksena).
5. Jos halutaan koneistaa koko ympyrä yhdellä lauseella, niin tällöin on käytettävä I-, J- tai K-arvoja, koska R-osoitteella ohjelmoitaessa voidaan tehdä lukematon määrä ympyröitä ja ohjaus ei tee mitään liikettä (ei myöskään hälytä). Katso seuraava esimerkki.



Esimerkki kokoympyrän koneistuksesta yhdellä lauseella:

.....

.....

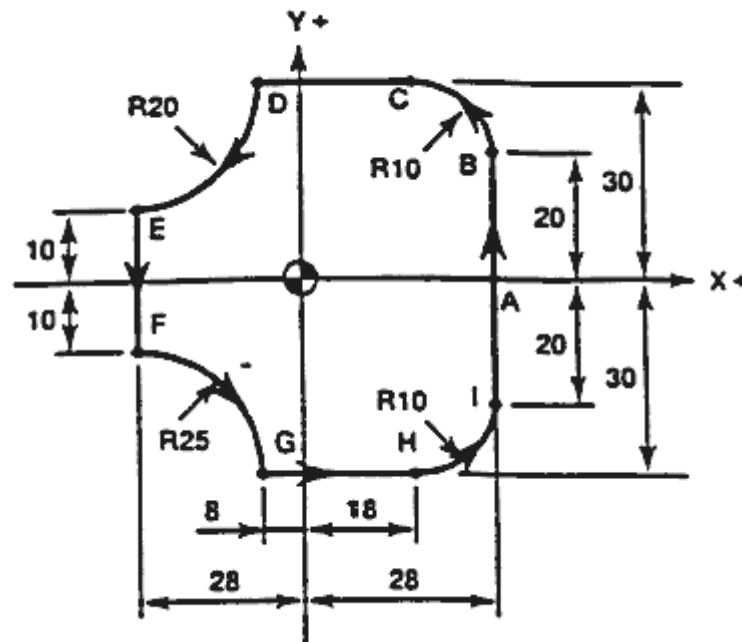
G01 X20. Y50. F160	
X0.	Liike kaaren aloituskohtaan
G03 J-50.	G03 on käsky ympyräliikkeestä vastapäivään, J-50. ilmoittaa kaaren keskipisteen etäisyyden kaaren alkupisteestä Y-akselin suunnassa ja etumerkki kertoo missä suunnassa keskipiste on. X- ja Y-arvot voidaan jättää pois jolloin oletuksena on, että loppupiste on sama kuin alkupiste.
G01 X20.	

.....

.....

.....

Toinen esimerkki kaarien ohjelmoinnista (katso myös esimerkki- ja harjoituskuvat).



....

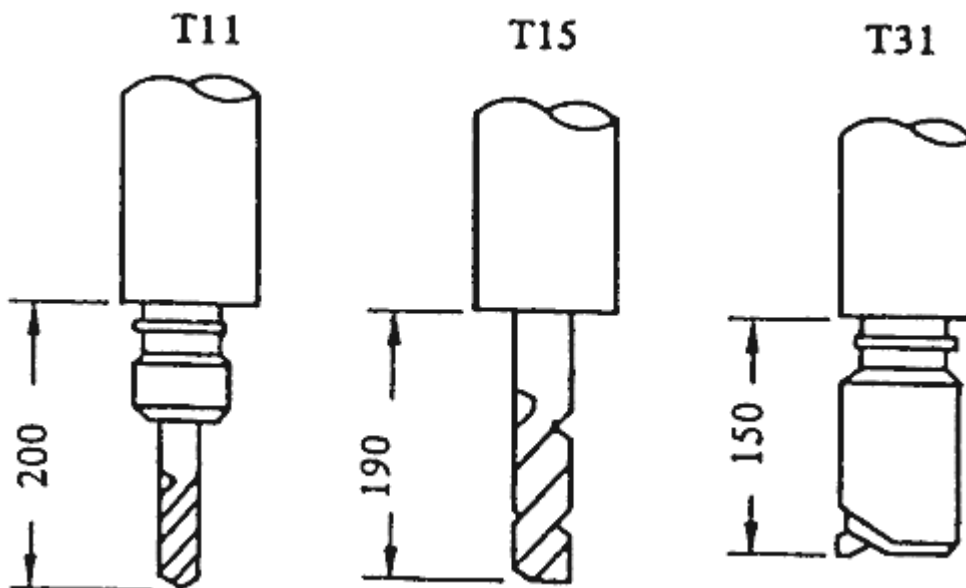
....

G90 G01 X28. Y0 F250 ;	PISTE A
Y20. ;	PISTE B
G03 X18. Y30. I-10. ;	PISTE C
G01 X-8. ;	PISTE D
G02 X-28. Y10. R20. ;	PISTE E
G01 Y-10. ;	PISTE F
G02 X-8. Y-30. R25. ;	PISTE G

G01 X18. ;	PISTE H
G03 X28. Y- 20. J10. ;	PISTE I
G01 Y0 ;	PISTE A

....
....

Pituuskompensointi



Ylläolevassa kuvassa on esitetty työkalun pituuskompensoinnin tarve ja esimerkki. Pääsääntöisesti aina työkalun ohjelmointipiste on työkalun kärki.

Jokaisen työkalun kärki on eri paikassa koneen Z-akselin ollessa referenssipisteessä (työkalun vaihto onnistuu useimmissa koneissa vain silloin kun Z-akseli on referenssipisteessä).

Varsinainen työkalun pituuden korjausarvo voidaan mitata monella tavalla. Käytetyimpiä tapoja ovat 1. erillinen mittauslaite, josta arvo siirretään työstökoneen korjausmuistiin (OFFSETiin) automaattisesti suoraan tai työstöohjelman kautta tai 2. siirto tehdään manuaalisesti tai 3. työstökoneeseen on hankittu mittausyksikkö, jossa mittaus tapahtuu ja arvo siirtyy korjausmuistiin automaattisesti.

Yleinen pituuskorjaimen käskymuoto:

G00 G43 Hn:o Zlukuarvo ;

Jossa **G00** on pikaliike

G43 on pituuskorjaimen käsky plus suuntaan. (myös varsinaiset korjausarvot tällöin plus –merkkisiä).

Hn:o on pituuskorjaimen muistipaikan numero, johon mitattu työkalun korjausarvo on siirretty.

Zlukuvarvo on koordinaattiarvo, johon **terän kärki** paikottuu, kun ohjelma ajetaan työstökoneella. Jos Z-nollataso on kappaleen yläpinnassa (useinmiten se on, muttei se sääntö kuitenkaan ole), Z-arvona käytetään monesti Z3. Myös Z5, Z10, tai Z50, ovat perusteltavissa olevia valintoja.

Työkalun pituuskompensoinnin kumoaminen:

G49 ;

Tai

G49 Zlukuvarvo ;

G49 on työkalun pituuskompensoinnin kumoamiskäsky.

Zlukuvarvo on Z-koordinaattiarvo, johon kompensoimaton piste paikoitetaan. Tällöin **Z-lukuvarvon** on oltava ehdottomasti suurempi, kuin ko. työkalun pituuskompensointiarvo törmäyksen välttämiseksi.

Eri ohjaukset käyttäytyvät (valitettavasti) eri tavoin kompensoinnin poistossa. Joissakin tapauksissa ei G49:ää tarvita ollenkaan, koska jokainen työkalu viedään (ensimmäiseen/toiseen) referenssipisteeseen työkalunvaihtoa varten. Tämä käsky toimii myös työkalun pituuskompensoinnin kumoamiskäskynä.

Joissakin tapauksissa työkalunvaihtokäsky aiheuttaa hälytyksen, jos **G49** ei ole erikseen ohjelmoitu. Joissakin koneissa pelkkä G49 aiheuttaa pituuskorjaimen suuruisen liikkeen työkalupäätä kohti, eli törmäyshän siitä olisi seurauksena. Näistä syistä esimerkki- ja harjoitusohjelmissa on käytetty käskymuotoa G00 G49 Z300., koska se soveltuu kaikkiin vaihtoehtoihin. Kun poistokäsky on sijoitettu aliohjelmaan (niin kuin se yleensä on), on huolehdittava siitä, että Z-koordinaatti on suurempi kuin yksikään koneessa käytetty pituuskompensointiarvo.

Huom!

Työkalun pituuskompensointi **G44** käskyllä kääntää korjausarvon etumerkin päinvastaiseksi.

Työkalun pituuskompensointi voidaan kumota myös käskyllä **H00**.

Katso ohjelmaesimerkit pituuskompensoinnin käytöstä.

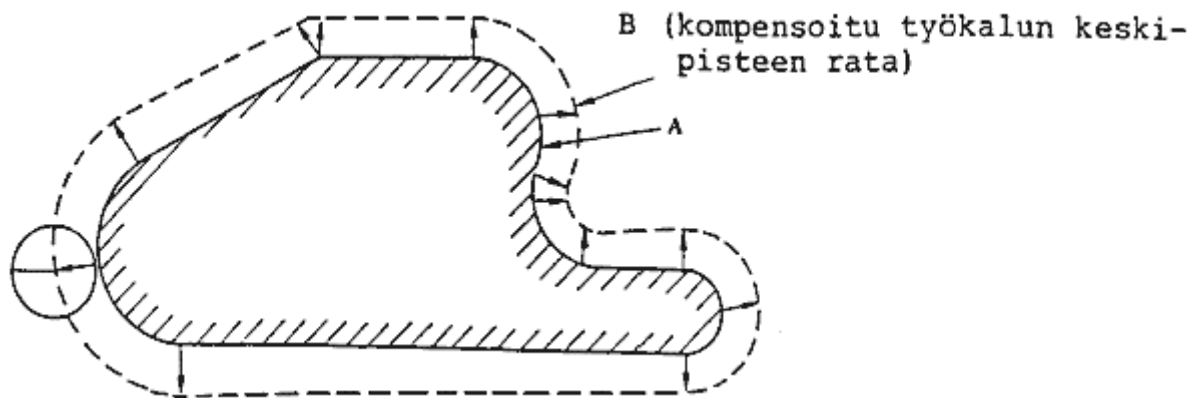
Säteensuuntainen kompensointi

Jyrsintäsäteensuuntaisella kompensoinnilla tarkoitetaan työkalun liikeradan siirtämistä oikealle tai vasemmalle OFFSET:iin asetetun arvon verran liikesuuntaan nähden poikittain.

Kompensoinnin käyttö CAM-ohjelmoinnissa ja manuaalisessa ohjelmoinnissa eroavat hieman toisistaan. CAM-ohjelmoinnissa tietokoneohjelma laskee ilmoitetun teräkoon ja ohjelmoitavan kappalegeometrian avulla terän keskipisteen reitin valmiiksi, eli NC-ohjelmassa olevat koordinaatit eroavat terän puolikkaan verran työstettävän kappaleen äärimuodosta. Säteensuuntaista kompensointia käytetään tällöin ainoastaan ns. ”hienosäätöön”, eli terän kulumisen, työstövoimista johtuvien joustamisten ja toleranssivaatimusten huomioimiseen.

Manuaalisessa ohjelmoinnissa muodon koneistuksessa NC-ohjelmaan kirjoitetaan yleensä aina kappaleen todelliset koordinaatit, ja työkalun keskipisteen reitti erotetaan ohjelmoidusta reitistä säteen arvolla. Arvo voi toki olla suurempi tai pienempi kuin terän säde, eli ”hienosäätö” voidaan huomioida samalla. Joissakin ohjauksissa on mahdollista sijoittaa OFFSETiin terän perusarvo GEOMETRIA-kohtaan ja hienosäätöarvo WEAR-kohtaan.

Jotta allaolevassa kuvassa voitaisiin leikata viivan A osoittama muoto R-säteisellä työkalulla, täytyy työkalun keskustaa varten olevan radan olla B-viiva, joka on etäisyydellä R viivasta A. Jyrsimen säteensuuntaisella kompensointitoiminnolla lasketaan automaattisesti tämä rata B, jota pitkin työkalu kulkee.



Yleinen käskymuoto:

G17 (G18 tai G19) G01 (G00) G41 (G42) X___ Y___ D___ F___ ;

...

...

...

G40 X___ Y___;

Jossa

G17 (G18 G19) on jyrkinsäteen kompensointitason valinta

G17 XY-taso

G18 XZ-taso

G19 YZ-taso

G01 tai G00 on kompensointikäskyn käynnistyksen liiketapa

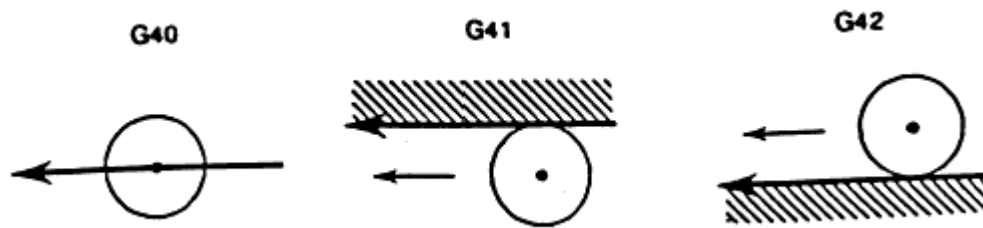
G01 suoraviivainen syöttöliike

G00 pikaliike

G41 tai G42 on kompensointipuolen valinta

G41 siirtää jyrsimen keskipistettä kompensointimäärän verran **vasemmalle**

G42 siirtää jyrsimen keskipistettä kompensointimäärän verran **oikealle**



X ja/tai Y ovat koordinaatteja, jonne ajettaessa kompensointi otetaan käyttöön
D ilmoittaa muistipaikan numeron OFFSET:ssa, jonne kompensointiarvo on sijoitettu
F syöttönopeus (G01 käytettäessä)
G40 jyränsäteen kompensoinnin kumoaminen

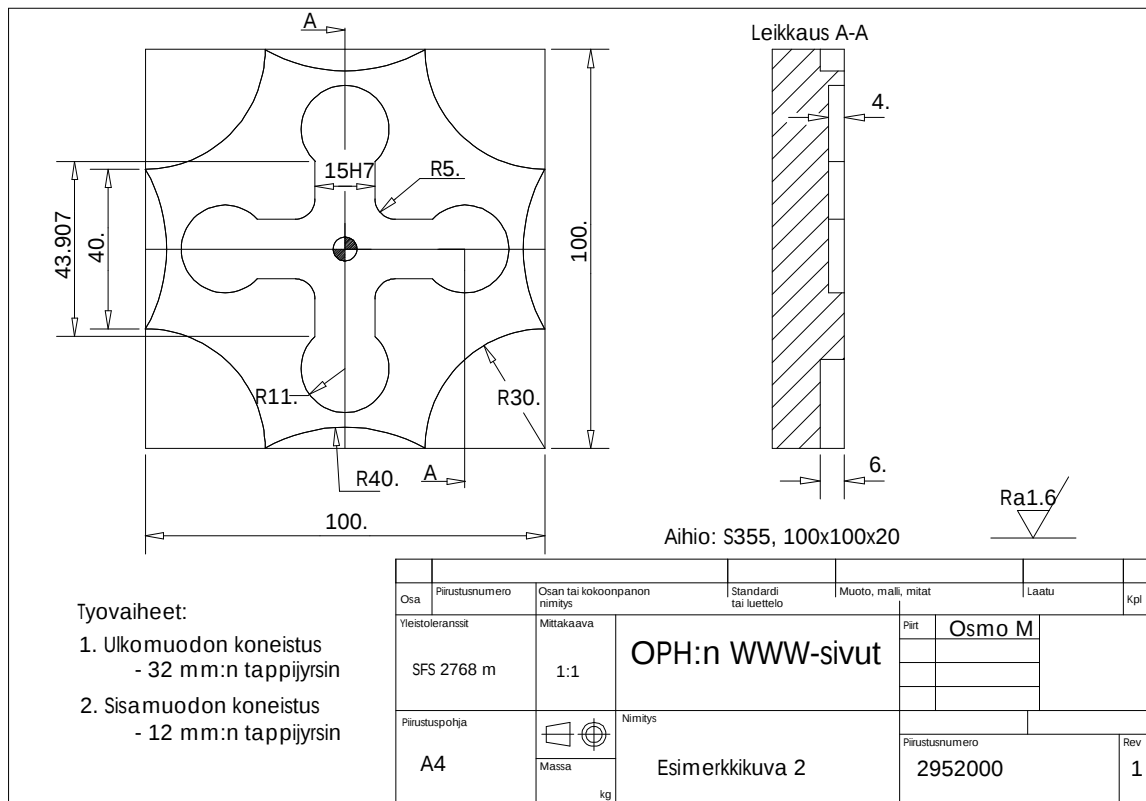
Huomautuksia!

1. Kompensointi otetaan käyttöön G01 tai G00 käskyillä, G02 tai G03 aiheuttavat yleensä hälytyksen.
2. Kompensointiarvo OFFSET:ssa voi olla plus- tai miinusmerkkinen.
3. G41, G42 tai G40 eivät itsessään ole liikekäskyjä, vaan ne toteutuvat vasta ensimmäisessä tulevassa X- ja/tai Y- liikkeessä (yksikin akseli riittää). Yleensä G41, G42 tai G40 sijoitetaan suoraan liikekäskyyn.
4. Kompensoinnin käyttöönotto tai poisto vaatii liikkeen, jolla ei ole maksimiarvoa. Minimiarvona on kompensointiarvon suuruus, jolloin kompensointi ”menee päälle”, mutta silminhavaittavaa liikettä ei ole. Jotkut ohjausversiot osaavat myös ”peruuttaa”, eli terä saa olla pyydetyn aseman päällä ja liike on silloin poispäin työstettävästä kappaleesta.
5. Kompensoitua liikerataa ohjelmoitaessa on muistettava, että nykyisen lauseen kompensoitu pääteasema riippuu siitä, minne seuraavassa lauseessa käsketään. Jos seuraavassa/seuraavissa lauseissa on muita käskyjä kuin X- ja/tai Y-suuntaisia liikkeitä (G17-tasolla ohjelmoitaessa), ohjaus ei pysty laskemaan kompensointia ohjelmoijan ajattelemalla tavalla, vaan kompensointi jää vajaaksi.

Kompensoinnin käytöstä katso ohjelmaesimerkit ja harjoitukset.

Harjoituskuvasta 1 (ripustin) on vertailun vuoksi myös CAM-ohjelmaversio.

Esimerkkikuva 2



Esimerkkikuva 2 ohjelma selitys

O2002

T1 (teräpää halk 32 mm kovam esihaku)

G54

N1 M98 P8010

T2 (tappijyrsin 12 mm esihaku)

S1600 M3

G00 X-70. Y0.

G43 H1 Z3.

G01 Z-6. F200

G41 D1 X-50.

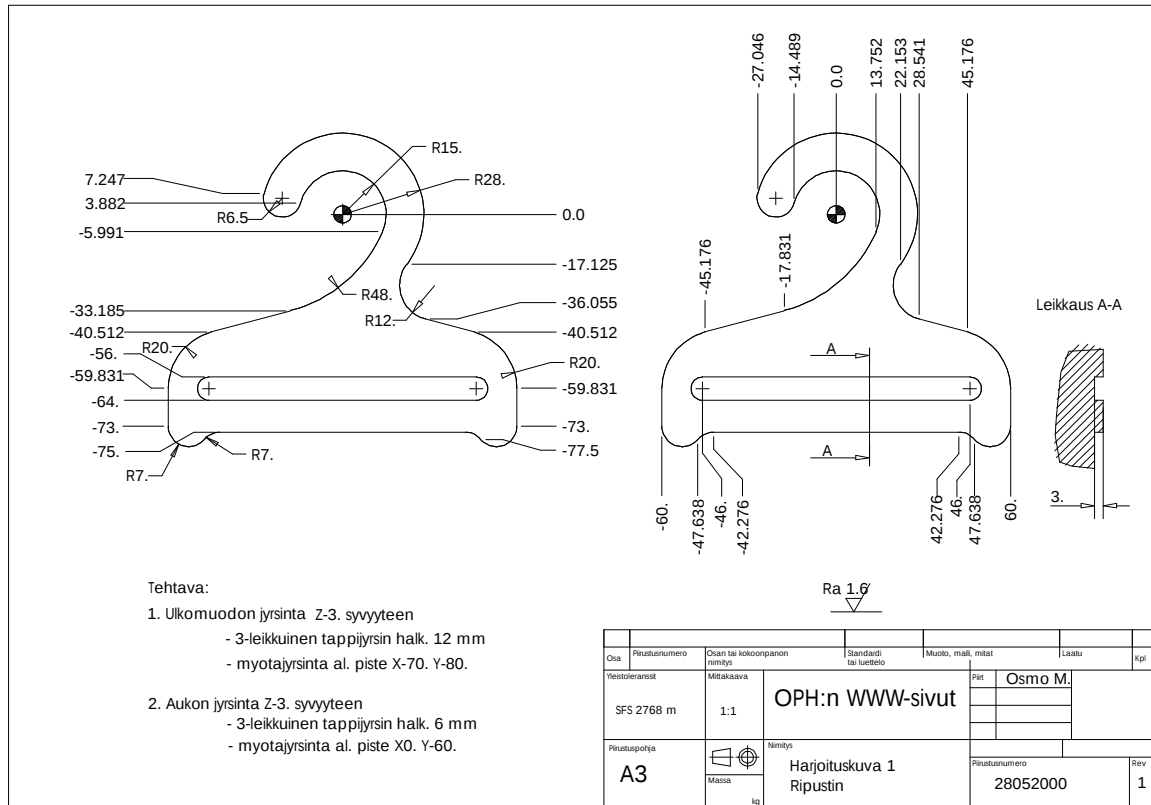
Ulkomuodon koneistus alkaa

Y20. F300
G03 X-20. Y50. R30.
X20. R40.
X50. Y20. R30.
Y-20. R40.
X20. Y-50. R30.
X-20. R40.
X-50. Y-20. R30.
Y20. R40.
G01 Y30.
Z3.
N2 M98 P8010
S800 M3
G00 X0 Y0
G43 H2 Z3.
G01 Z-4. F80
G41 D2 Y7.5

Sisämuodon koneistus alkaa

X21.953 F160
G02 Y-7.5 R-11.
G01 X12.5
G03 X7.5 Y-12.5 R5.
G01 Y-21.953
G02 X-7.5 R-11.
G01 Y-12.5
G03 X-12.5 Y-7.5 R5.
G01 X-21.953
G02 Y7.5 R-11.
G01 X-12.5
G03 X-7.5 Y12.5 R5.
G01 Y21.953
G02 X7.5 R-11.
G01 Y12.5
G03 X12.5 Y7.5 R5.
G01 G40 X20. Y0
Z3.
M98 P8020
M30

Harjoituskuva 1 ripustin



Harjoituskuva 1 ripustin ohjelma selitys

O2001	
T1	12 mm terän esihaku
G54	M98 P8010
T2	6 mm terän esihaku
S800 M3	

Aloitetaan ulkomuodon koneistus

G00 X-70. Y-80.
G43 H1 Z3.
G01 Z-3. F100
G41 D1 X-60. F200
Y-59.831
G02 X-45.176 Y-40.512 R20.
G01 X-17.831 Y-33.185
G03 X13.752 Y-5.991 R48.
X-14.489 Y3.882 R-15.
G02 X-27.046 Y7.247 R6.5
X22.153 Y-17.125 R-28.
G03 X28.541 Y-36.055 R12.

G01 X45.176 Y-40.512
 G02 X60. Y-59.831 R20.
 G01 Y-73.
 G02 X47.638 Y-77.5 R7.
 G03 X42.276 Y-75. R7.
 G01 X-42.276
 G03 X-47.638 Y-77.5 R7.
 G02 X-60. Y-73. R7.
 G03 X-70. Y- 63. R10.
 G01 Z3.
 M98 P8010
 S1200 M3

Aloitetaan uran koneistus

G00 X2. Y-60.
 G43 H2 Z3.
 G01 Z-3. F60
 G41 D2 Y-56.F120
 X-46.
 G03 Y-64. R4.
 G01X46.
 G03 Y-56. R4.
 G01 X0
 G40 Y-60.
 M98 P8020
 G90
 M30

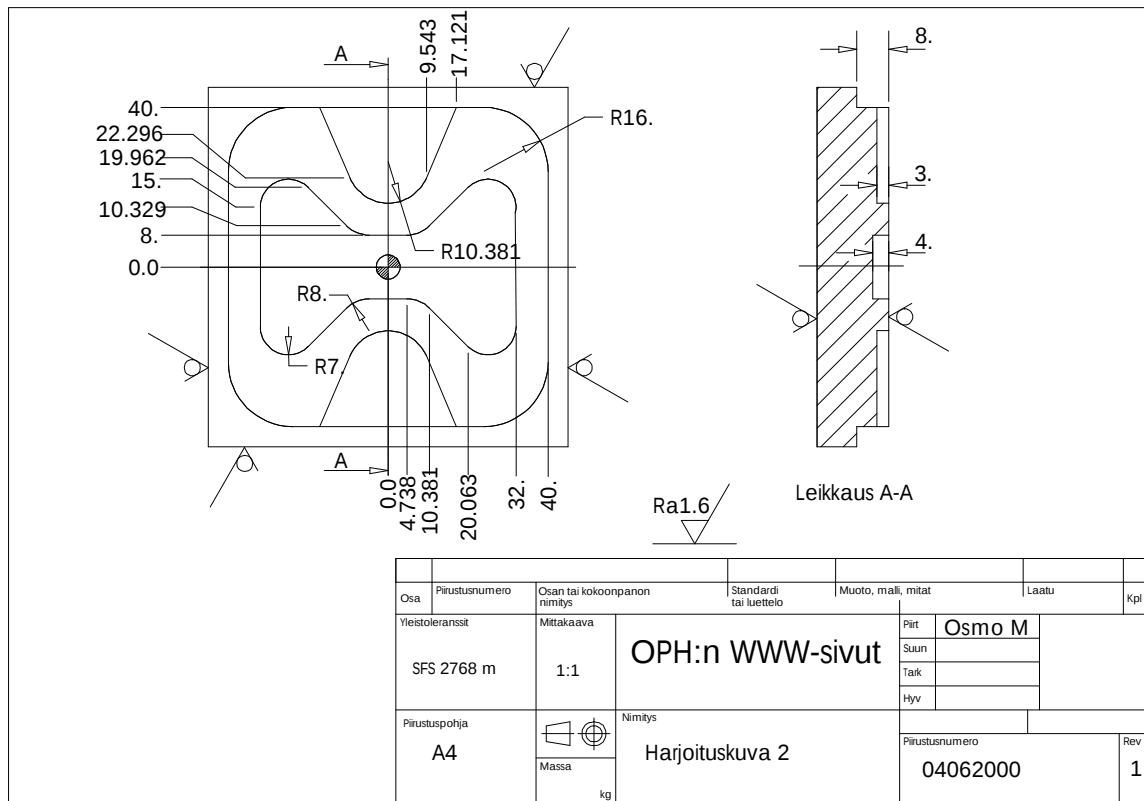
Harjoituskuva 1 CAM:lla tuotettu ohjelma selitys

O0001	Ohjelma on tehty PRO/CAD/CAM ohjelmistolla ja postprosessoitu FANUC 15 M ohjaimelle. Teränvaihto ym. muodollisuudet ovat sopivat ainakin Pohjois-Karjalan ammatillisen aikuiskoulutuskeskuksen MORI SEIKI MV JUNIOR pystykaraiselle koneistuskeskukselle.
G17 G21 G80	12 mm tappijyrsin
T01	
G00 G91 G28 Z0	
G30 Y0	
N10 M06	
T02	6 mm tappijyrsimen esihaku
G90 G40 G54	
X-84. Y-82.	
G43 Z3. H01	

S800 M03	
G01 Z-3. F60.	
G41 D01 X-75. Y-82. F200.	Kompensointi tulostettu mukaan "hienosäätöä" varte, CAM-ohjelmisto on laskenut terän keskipisteen reitin ja perusmitoille koneistettaessa OFFSETin muistipaikassa 1 tulee olla arvo nolla.
G03 X-66. Y-73. R9.	Kaarella lähestyminen työkappaleeseen
G01 Y-59.831	
G02 X-46.729 Y-34.717 R26.	
G01 X-19.384 Y-27.39	
G03 X8.251 Y-3.594 R42.	
X-8.693 Y2.329 R-9.	
G02 X-32.841 Y8.8 R12.5	
X26.9 Y-20.794 R-34.	
G03 X30.094 Y-30.259 R6.	
G01 X46.729 Y-34.717	
G02 X66. Y-59.831 R26.	
G01 Y-73.	
G02 X43.042 Y-81.357 R13.	
G03 X42.276 Y-81. R1.	
G01 X-42.276	
G03 X-43.042 Y-81.357 R1.	
G02 X-66. Y-73. R13.	
G03 X-75. Y-64. R9.	Kaarella irtautuminen työkappaleesta
G40 G01 X-84.	Kompensoinnin poisto
G00 Z3.	6 mm tappijyrsin
G91 G28 Z0	
G30 Y0	
N20 M06	
G90 G40 G54	
X1. Y-60.5	
G43 Z3. H02	
S1600 M03	
G01 Z-3. F50.	
G41 D02 X1. Y-60. F120.	Kompensointi tulostettu mukaan "hienosäätöä" varten, CAM-ohjelmisto on laskenut terän keskipisteen reitin ja perusmitoille koneistettaessa OFFSETin muistipaikassa 2 tulee olla arvo nolla.
G03 X0 Y-59. R1.	Kaarella lähestyminen työkappaleeseen
G01 X-46.	
G03 Y-61. R-1.	
G01 X46.	
G03 Y-59. R-1.	
G01 X0	
G03 X-1. Y-60. R1.	Kaarella irtautuminen työkappaleesta
G40 G01 Y-60.5	Kompensoinnin poisto

G00 Z3.	
G91 G28 Z0	
G30 Y0	
M33	
M30	

Harjoituskuva 2



Harjoituskuva 2 ohjelma selityksineen

O2003

T1 (20 mm tappiterän kovam esihaku)

G54

M98 P8010

T2 (12 mm tappiterän esihaku)

S2000 M3

G00 X65. Y-65.

G43 H1 Z3.

G01 Z-8. F100

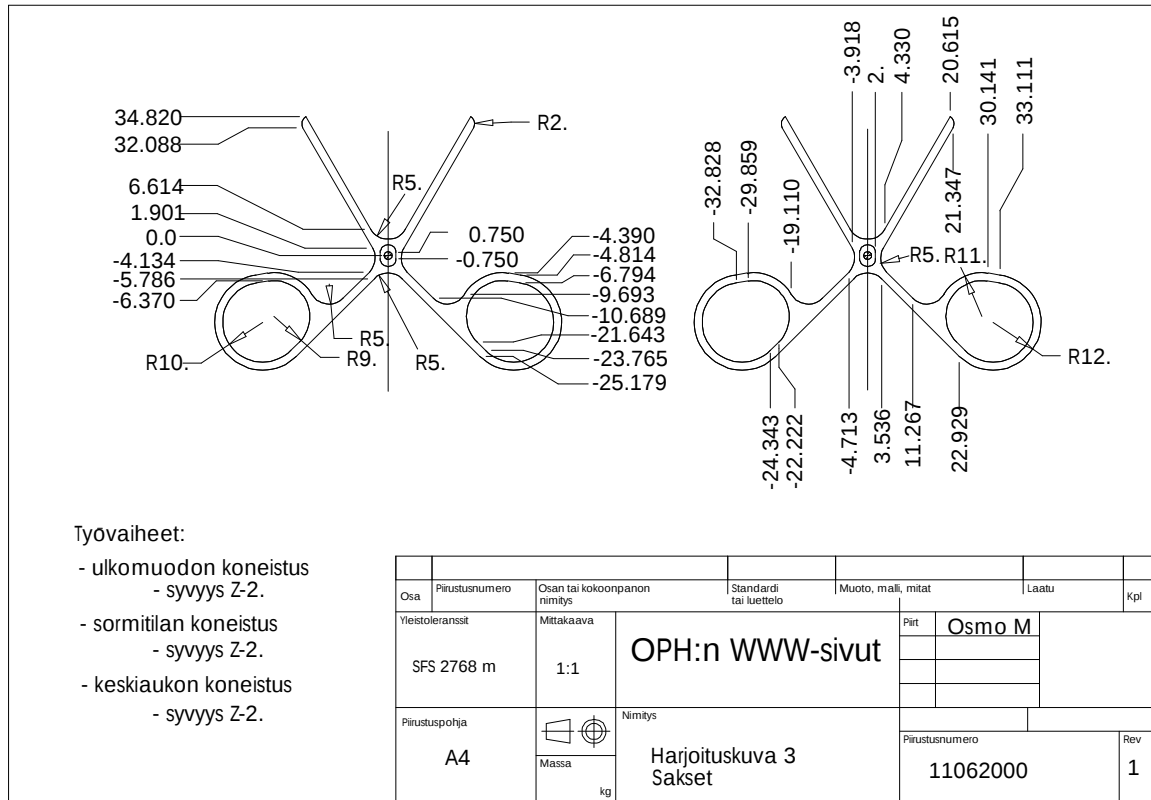
G41 D1 Y-40.

X-24. F200

G2 Y-24. X-40. R16.
G01 Y24.
G2 X-24. Y40. R16.
G1 X24.
G2 X40. Y24. R16.
G1 Y-24.
G2 X24. Y-40. R16.
G40 G1 X10. Y-65.
Z-3.
G41 D1 X22.
X17.121 Y-40.
X9.543 Y -22.296
G3 X-9.543 R10.381
G1 X-17.121 Y-40.
X-22. Y-65.
Z3.
G00 G40 X10. Y65.
G1 Z-3.
G41 D1 X-22.
X-17.121 Y40.
X-9.543 Y22.296
G3 X9.543 R10.381
G1 X17.121 Y40.
X22. Y65.
Z3.
M98 P8010
S800 M3
G00 X-20. Y0
G43 H2 Z3.
G01 Z-4. F60
G41 D2 X32.
Y15.
G3 X20.063 Y19.962 R7.
G1 X10.381 Y10.329
G2 X4.738 Y8. R8.
G1 X-4.738
G2 X-10.381 Y10.329 R8.
G1 X-20.063 Y19.962
G3 X-32. Y15. R7.
G1 Y-15.
G3 X-20.063 Y-19.962 R7.
G1 X-10.381 Y-10.329
G2 X-4.738 Y-8. R8.
G1 X4.738
G2 X10.381 Y-10.329 R8.
G1 X20.063 Y-19.962
G3 X32. Y-15. R7.

G1 Y0
G3 X22. Y10.R10.
G1 Z3.
M98 P8020
M30

Harjoituskuva 3 sakset



Harjoituskuva 3 ohjelma selityksineen

O2004
T1 (tappijyrsin 8 mm esihaku)
G54
M98 P8010
T2 (tappijyrsin 3 mm esihaku)
S1200 M3
G00 X-24. Y40.
G43 H1 Z3.
G01 Z-2. F100
G41 D1 Y34.82

Ulkomuodon koneistus alkaa

X-20.615
X-4.33 Y6.614
G3 X4.33 R5.
G1 X20.615 Y34.82
G2 X21.347 Y32.088 R2.
G1 X3.918 Y1.901
G3 X4.713 Y-4.134 R5.
G1 X11.267 Y-10.689
G3 X19.11 Y-9.693 R5.
G2 X30.141 Y-4.39 R11.
G1 X33.111 Y-4.814
G2 X22.929 Y-25.179 R-12.
G1 X3.536 Y-5.786
G3 X-3.536 R5.
G1 X-22.929 Y-25.179
G2 X-33.111 Y-4.814 R-12.
G1 X-30.141 Y-4.39
G2 X-19.11 Y-9.693 R11.
G3 X-11.267 Y-10.689 R5.
G1 X-4.713 Y-4.134
G3 X-3.918 Y1.901 R5.
G1 X-21.347 Y32.088
G2 X-20.615 Y34.82 R2.
G1 X-15.
Z3.
G00G40 X-30. Y-15.
G1 Z-2.
G41 D1 X-24.343 Y- 23.765

Vas. sormitilan koneistus vastajyrsintä alkaa

X-22.222 Y-21.643
G3 X-29.859 Y-6.37 R9.
G1 X-32.828 Y-6.794
G3 X-24.343 Y-23.765 R-10.
G1 X-23. Y-21.
Z3.
G00G40 X30. Y-15.
G1 Z-2.
G42 D1 X24.343 Y- 23.765

Oik. sormitilan koneistus myötäjyrsintä alkaa

X22.222 Y-21.643
G2 X29.859 Y-6.37 R9.
G1 X32.828 Y-6.794

G2 X24.343 Y-23.765 R-10.
 G1 X23. Y-21.
 Z3.
 M98 P8010
 S1600 M3
 G00 X0Y0
 G43 H2 Z3.
 G01 Z-2. F30

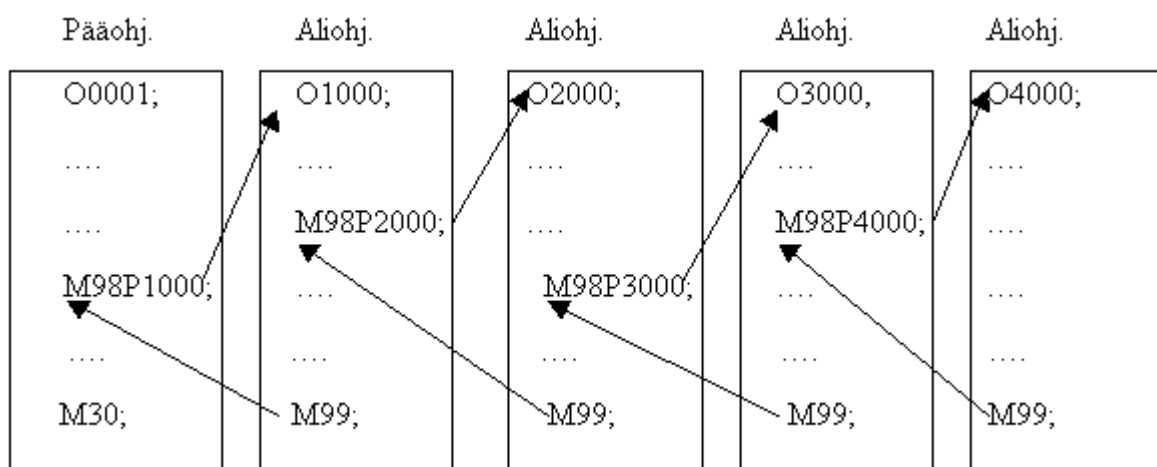
Keskiaukon koneistus alkaa

G41 D2 X2. F60
 Y0.75
 G3 X-2. R2.
 G1 Y-0.75
 G3 X2. R2.
 G1 Y0
 X1.9 Y0.75 1
 Z3.
 M98 P8020
 M30

Aliohjelmat

Kun ohjelma sisältää tiettyjä kiinteitä jaksoja tai useasti toistuvia muotoja, voidaan ohjelmoinnin yksinkertaistamiseksi nämä jaksot tai säännönmukaisuudet asettaa muistiin aliohjelmina.

Aliohjelma voi kutsua toista aliohjelmaa. Kun pääohjelma kutsuu aliohjelmaa, sitä pidetään yksisilmukka aliohjelmakutsuna. Maksimissaan voidaan suorittaa nelinkertainen aliohjelmakutsu kuten alla.



Huomioitavaa aliohjelmien käytössä:

M98 on käsky mennä aliohjelmaan P:n osoittamaan ohjelmanumeroon.

Aliohjelma voidaan kutsua myös G65 käskyllä, ja tämä käsky soveltuu myös argumenttien tiedon siirtoon parametrisissa ohjelmissa.

P ilmoittaa muistiin tallennetun ohjelmanumeron, jota kutsutaan suoritettavaksi.

L osoitteella voidaan ohjelmoida toistojen lukumäärä, oletus on yksi (1).

Kun aliohjelmassa tulee vastaan M99, se on käsky palata kutsuvaan ohjelmaan kutsun jälkeiseen lauseeseen. (katso poikkeusmahdollisuus)

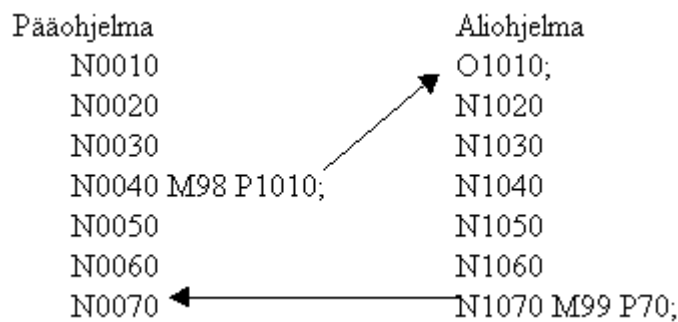
Kun toinen aliohjelma kutsuu aliohjelmaa on suoritussyjärjestys sama kuin edellä.

Jos osoitteella P määriteltyä aliohjelman numeroa ei löydy, tulee näyttöön hälytys.

MDI-toiminnossa ei aliohjelmakutsua "M98P " voi käyttää.

Poikkeus paluuosoitteeseen:

Kun lauseennumero määritellään osoitteella P aliohjelman viimeisessä lauseessa, ohjaus ei palaa kutsun jälkeiseen lauseeseen, vaan P:n osoittamaan lauseeseen kutsuvassa ohjelmassa.



Huom! Jos M99 käsky suoritetaan pääohjelmassa, ohjaus palaa pääohjelman alkuun ja aloittaa sen heti uudelleen.

Esimerkki aliohjelman käytöstä muodollisuuksien hoitamiseen:

Kutsuva ohjelma:

O2001 ;

T1;

G54 ;

M98 P8010 ; kutsutaan teränvaihdon aliohjelmaa

....

....

....

....

M98 P8020 ; hoitaa lopetusmuodollisuudet

M30 ;

O8010 (hoitaa teränvaihdon)

G00 G90 G80 G49 G40 M5 Z300.

G91 G28 Z0

G30 Y0

M06

G90

M99

O8020 (lopetusmuodollisuudet)

G00 G90 G80 G49 G40 M5 Z300.

G91 G28 Z0

G30 Y0

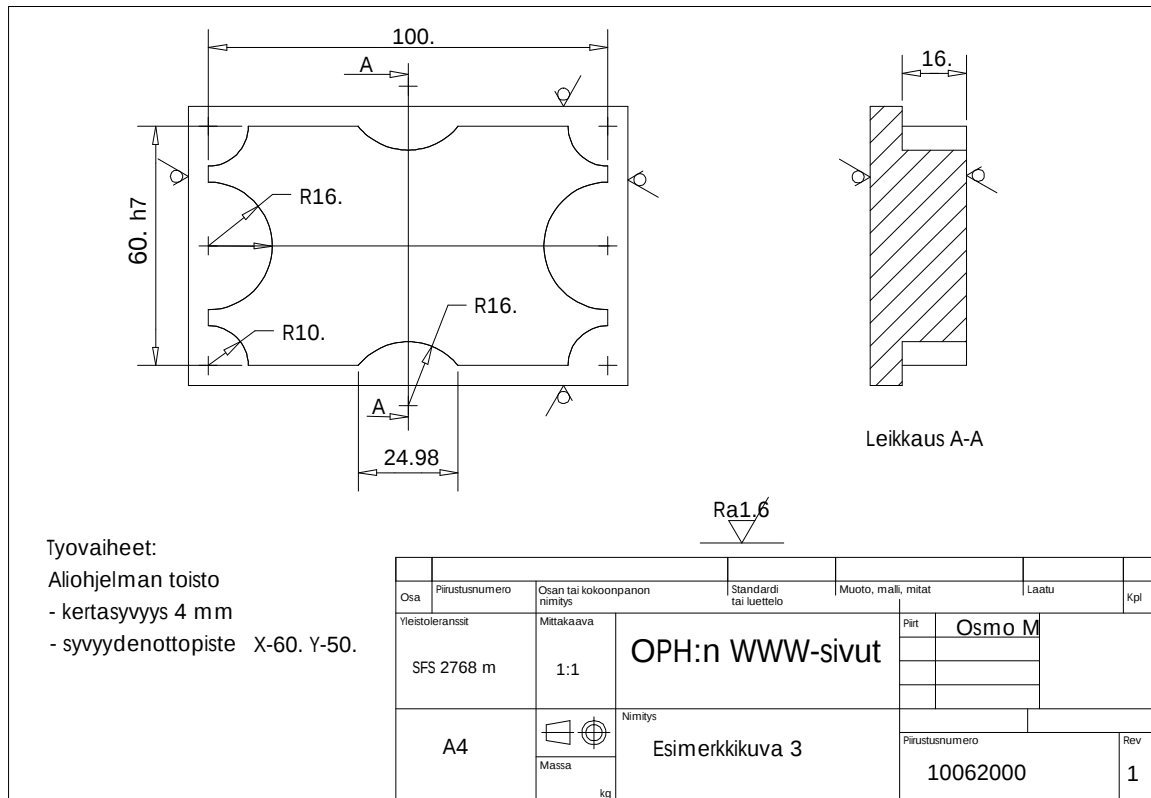
M33

G90

M99

Huom! Aliohjelmien käytöstä työstöratojen toistoon katso mm. esimerkkiohjelma 3.

Esimerkkikuva 3



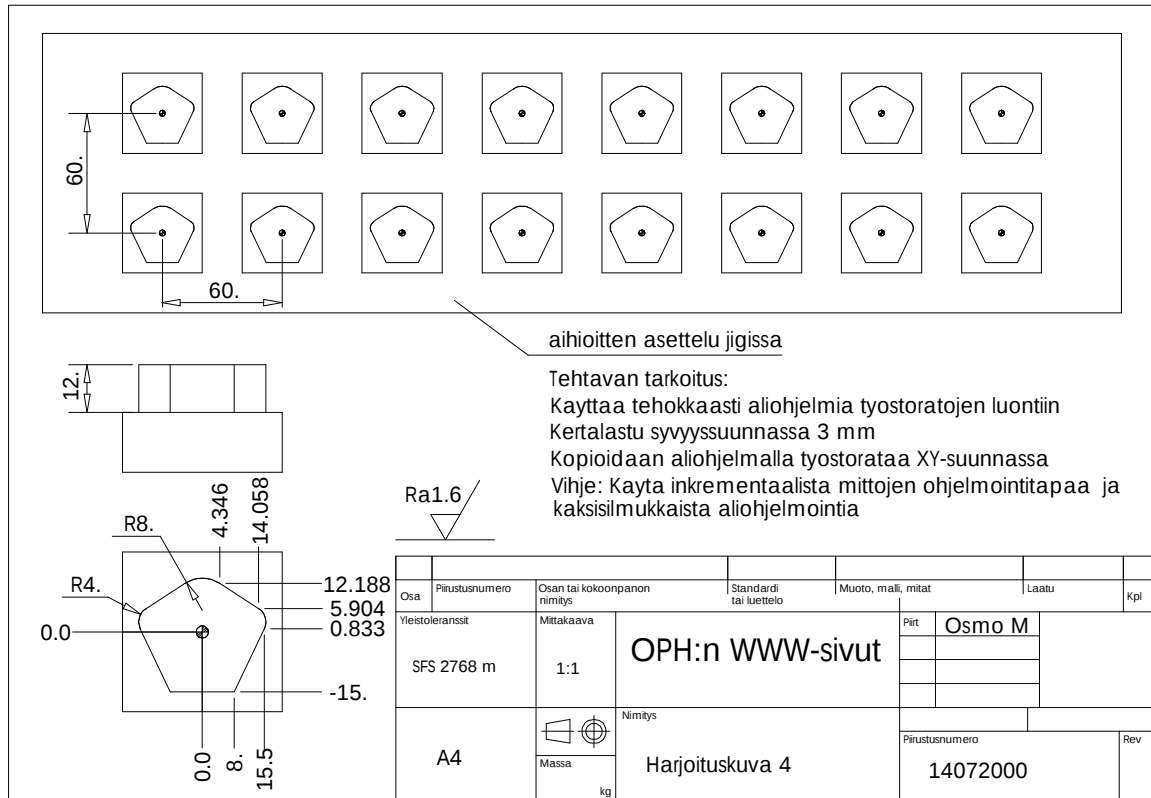
Esimerkkikuva 3 ohjelma selitys

O2005	Pääohjelma
T1	Tappijyrsin halk 16 mm esihaku
G54	
N1M98P8010	
S660 M3	
G00X-60.Y-50.	
G43H1Z3.	
G01Z0F250	
M98 P2006 L4	Aliohjelman 2006 kutsu 4 kertaa
G01 Z3. F400	
M98P8020	
M30	

Aliohjelma

O2006	Aliohjela jota toistetaan 4 kertaa
G91 G01 Z-4. F200	Z-suunta inkrementaalisena
G90 G41 D1 X-50.	XY-suunta voi olla absoluuttisena
Y-16.	
G03 Y16. R16.	
G01 Y20.	
G03 X-40. Y30. R10.	
G01 X-12.49	
G03 X12.49 R16.	
G01 X40.	
G03 X50. Y20. R10.	
G01 Y16.	
G03 Y-16. R16.	
G01 Y-20.	
G03 X40. Y-30. R10.	
G01 X12.49	
G03 X-12.49 R16.	
G01 X-40.	
G03 X-50. Y-20. R10.	
G01 X-60.	
G40 Y-50.	Siirto syvyydenottopisteeseen
M99	

Harjoituskuva 4



Harjoituskuva 4 ohjelma selitys

Pääohjelma

O2007	Pääohjelma
T01	16 mm tappiterän esihaku
G54	Tässä on alarivin vasemmanpuoleisen kpl G54 arvo
M98 P8010	
S500 M3	
G00 X10. Y-25.	
G43 H1 Z3.	
M98 P2008 L8	Annetaan 1. rivillä olevien kpl lukumäärä
G90 G00 X10. Y35.	Paikointu 2. rivin aloitukseen
M98 P2008 L8	Annetaan 2. rivillä olevien kpl lukumäärä
M98 P8020	
M30	

Aliohjelmat

O2008	1. aliohjelmataso
G01 G90 Z0 F100	
M98 P2009 L4	Suoritetaan 4 kertaa syvyysuunnassa
G90 G01 Z3.	
G00 G91 X60.	Siirretään aihoiden välimatka
M99	

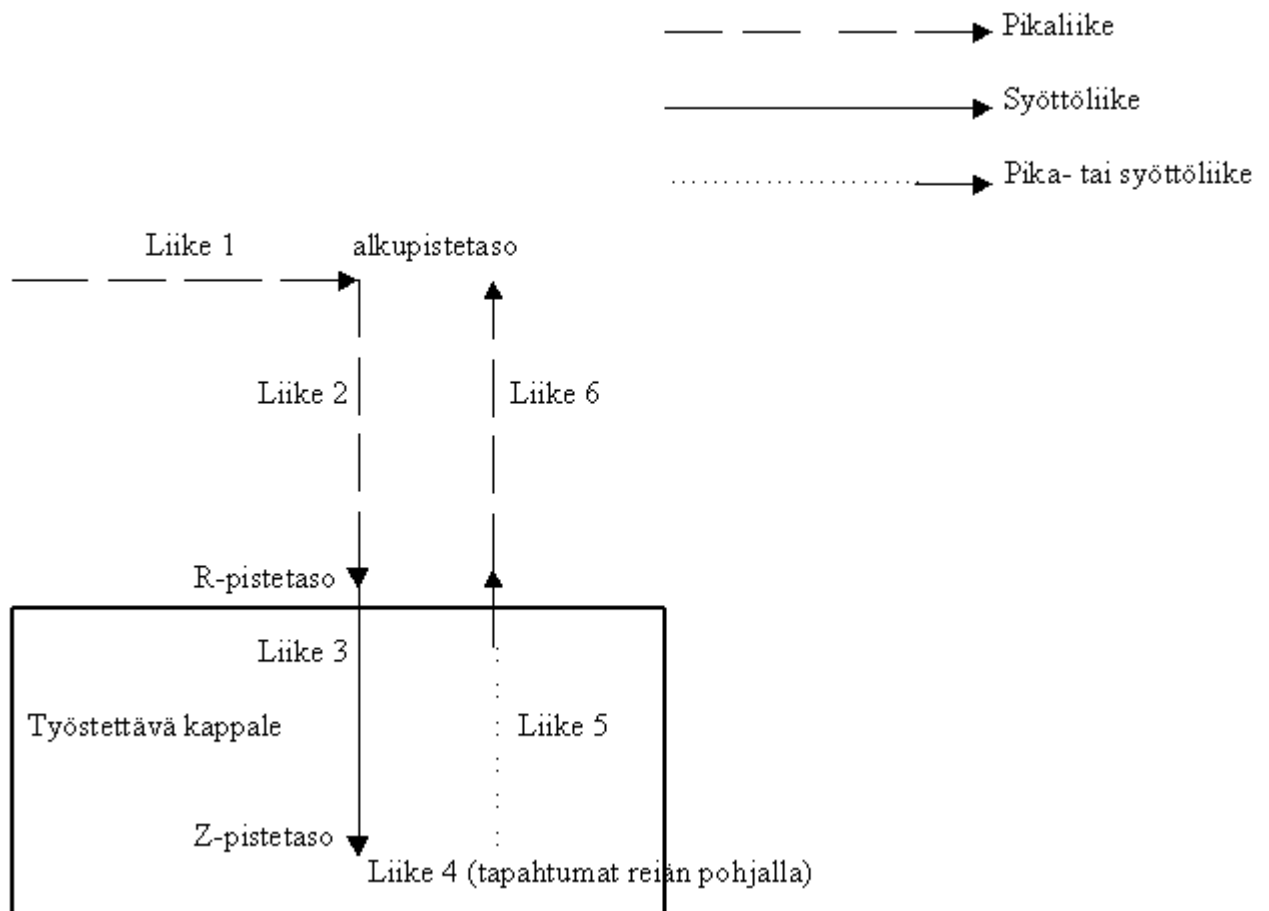
O2009	2. aliohjelmataso
G91 G01 Z-3. F80	Kaikki koordinaatit inkrementaalisena
G41 D1 Y10. F120	
X-18.	
X-7.5 Y15.833	
G02 X1.442 Y5.071 R4.	
G01 X9.712 Y6.284	
G02 X8.692 Y0 R8.	
G01 X9.712 Y-6.284	
G02 X1.442 Y-5.071 R4.	
G01 X-7.5 Y-15.833	
X-10. Y-10.	
G40 X12.	
M99	

Työkierrot

NC-ohjausten mahdollistamien ns. työkiertojen avulla voidaan ohjelmoidussa pisteessä suorittaa Z-akselin suuntaisia työstöoperaatioita kuten porausta, kierteitystä, avarrusta jne. Näin menetellen voidaan yhdellä lauseella suorittaa liikesarja, joka korvaa kaksi tai useampia liikekäskyjä ja aputoimintoja. Työkierrot nopeuttavat ja helpottavat oleellisesti ohjelmointia ja lyhentävät NC-ohjelmaa. Työkiertoja on ohjauksesta riippuen n. 12 kpl.

Työkierron perusmuoto:

Yleensä eri työkiirroista on löydettävissä seuraavat vaiheet:



Liikkeet 1, 2 ja 6 ovat pikaliikkeitä kaikissa työkiirroissa G73 – G89.

Liikkeet 3, 4 ja 5 vaihtelevat työkierron mukaan.

Merkinnät alkupistetaso, R-pistetaso ja Z-pistetaso tarkoittavat seuraavaa:

Alkupistetaso on Z-akselin senhetkinen asema, kun työkierto kutsutaan, sitä ei erikseen ohjelmoida työkiertolauseessa.

R-pistetaso on Z-asema, josta työstöoperaatiot alkavat.

Zpistetaso on poraus- kierteitys- jne syvyys.

Liike 1: Paikointus pikaliikkeellä ohjelmoituun työstön aloituspisteeseen.

Liike 2: Siirtyminen pikaliikkeellä ohjelmoituun R-pistetasoon.

Liike 3: Työstöoperaatio R-pistetasolta Z-pistetasolle, työstötapa vaihtelee työkierrosta riippuen.

Liike 4: Tapahtumat reiän pohjalla.

Liike 5: Paluu R-pistetasolle pikaliikkeellä tai syöttöliikkeellä työkierrosta riippuen.

Liike 6: Nousu alkupistetasolle pikaliikkeellä, jos G98 on ohjelmoitu. Muuten jäädytään R-pistetasolle.

Työkierron yleinen käskymuoto:

G90 (G91) G99 (G98) G73 – G89 X__ Y__ R__ Z__ Q__ P__ F__ L__ ;

Jossa

G90 on mittojen absoluuttinen ohjelmointitapa

G91 on mittojen inkrementaalinen ohjelmointitapa

G99 on paluu R-pistetasolle. Kun tämä on ohjelmoitu, työkalu palaa reiän pohjalta R-pistetasolle ja siirtyy tässä asemassa pikaliikkeellä seuraavan reiän koordinaatteihin.

G98 on paluu alkupistetasolle. Kun tämä on ohjelmoitu, työkalu palaa pikaliikkeellä R-pistetasolta alkupistetasolle.

G73 – G89 on työkierron valinta ja kutsu, näiden esittely on erikseen.

X__ Y__ on reiän paikka XY-tasossa.

R__ ilmoittaa R-pistetason aseman. Absoluuttisessa ohjelmoinnissa se ilmoittaa etäisyyden ohjelman Z-nollapisteestä ja inkrementaalisessa ohjelmoinnissa etäisyyden alkupistetasosta.

Z__ on Z-pistetaso. Absoluuttisessa ohjelmoinnissa se ilmoittaa etäisyyden ohjelman Z-nollapisteestä ja inkrementaalisessa ohjelmoinnissa etäisyyden R-pistetasosta.

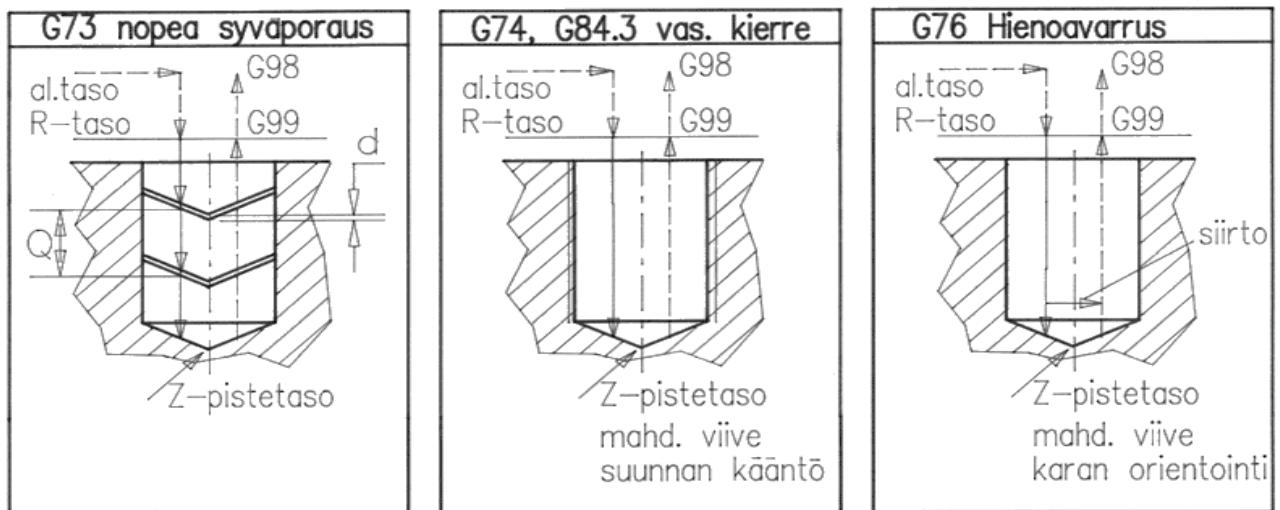
Q__ kertalastun pituus G73 ja G83 työkierron. Arvo on ohjelmointitavan valinnasta riippumatta aina inkrementaalinen ja etumerkki positiivinen.

P__ on viivekäsky reiän pohjassa mm. G82, G84, G88 ja G89 työkierron, esim. 1 sekunti ohjelmoidaan P1000. Jos osoite P jätetään pois, oletus on nolla (0) sekuntia.

F__ on syöttönopeus.

L__ on toistojen lukumäärä, oletus on yksi (1). Jos L on nolla (0), luetaan työstötiedot muistiin, mutta niitä ei suoriteta, Yleensä L0 käytetään aliohjelmakäskyn (M98) kanssa. Kts. esimerkki.

Työkiertojen G73 - G89 toimintojen esittely



G73 nopea syvänreiän porauskierto.

Kutsulauseen muoto:

G73 G99 (G98) X__ Y__ R__ Z__ Q__ F__ L__ ;

Työtap: Syöttöliike Z-akselilla R-pistetasolta Q__ :n arvon verran, sitten nousee pikaliikkeellä parametrilla asetetun arvon pois päin (kuvassa yllä merkitty d:llä) ja tämän jälkeen menee syöttöliikkeellä Z-suunnassa Q__ + parametrin arvon verran jne, kunnes saavuttaa Z-pistetason. Paluu R-pistetasolle (G99 valinnalla) tai alkupistetasolle (G98 valinnalla) pikaliikkeellä. Parametrin (d) n:o on ohjauskohtainen.

G74, G84.3 vasenkätinen kierre:

Kutsulauseen muoto:

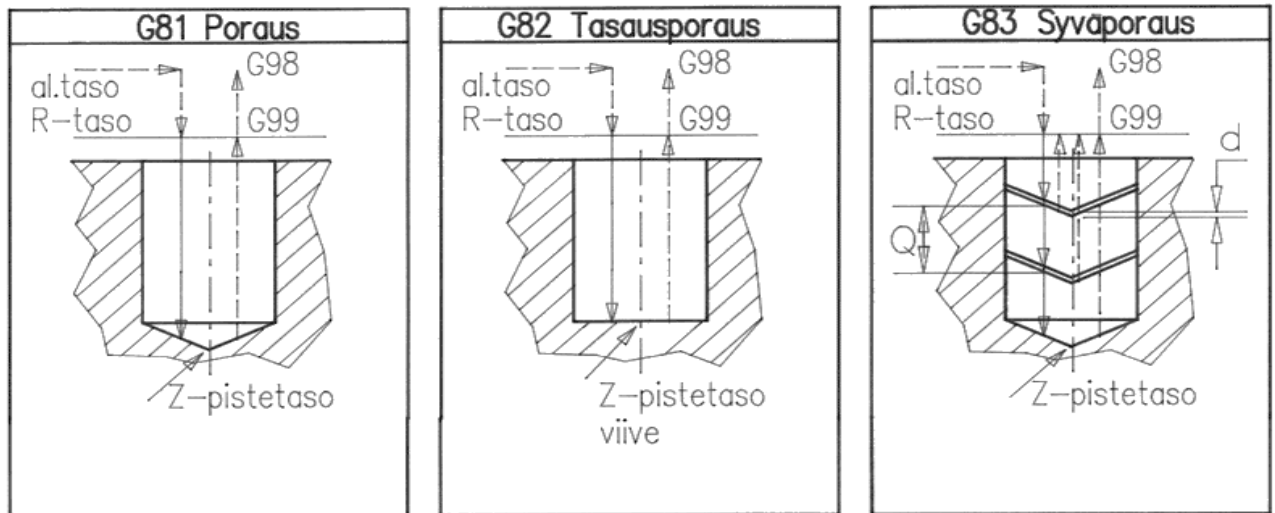
G74 (G84.3) G99 (G98) X__ Y__ R__ Z__ P__ F__ L__ ;

Työtap: Syöttöliike R-pistetasolta Z-pistetasolle ohjelmoidulla syötöllä (syöttönopeus nousu x karan kierrokset, mm/min). Karan pysäytys (ja mahdollinen viive) sekä suunnan vaihto Z-pistetasolla ja sen jälkeen samalla syöttönopeudella paluu R-pistetasolle (G99 valinnalla) tai alkupistetasolle (G98 valinnalla). Karan käynnistys R-pistetasolla M4 suuntaan. Liike R-pistetasolta alkupistetasolle tapahtuu pikaliikkeellä. G74 vaatii uivan istukan, mutta G84.3 sallii kiinteän istukan.

G76 hienoavarrus:

G76 G99 (G98) X__ Y__ R__ Z__ I__ J__ (Q__) P__ F__ L__ ;

Työtapa: Syöttöliike Z-akselilla R-pistetasolta Z-pistetasolle, jossa mahdollisesti viive ja karan pysäytys määräasentoon (orientointi). Sitten tulee terän siirto keskiöstä I__ :n ja J__ :n arvojen verran (parametriasetuksista riippuen Q__ :n arvon), Paluu R-pistetasolle (G99 valinnalla) tai alkupistetasolle (G98 valinnalla) pikaliikkeellä. R-pistetasolla tapahtuu karan siirto takaisin reiän keskiöön ja karan käynnistys.



G81 porauskierto:

Kutsulauseen muoto:

G81 G99 (G98) X__ Y__ R__ Z__ F__ L__ ;

Työtapa: Syöttöliike R-pistetasolta Z-pistetasolle ohjelmoidulla syötöllä, jonka jälkeen välittömästi pikaliikkeellä R-pistetasolle (G99 valinnalla) tai alkupistetasolle (G98 valinnalla). Nopein tapa porata.

G82 upotuskierto:

Kutsulauseen muoto:

G82 G99 (G98) X__ Y__ R__ Z__ P__ F__ L__ ;

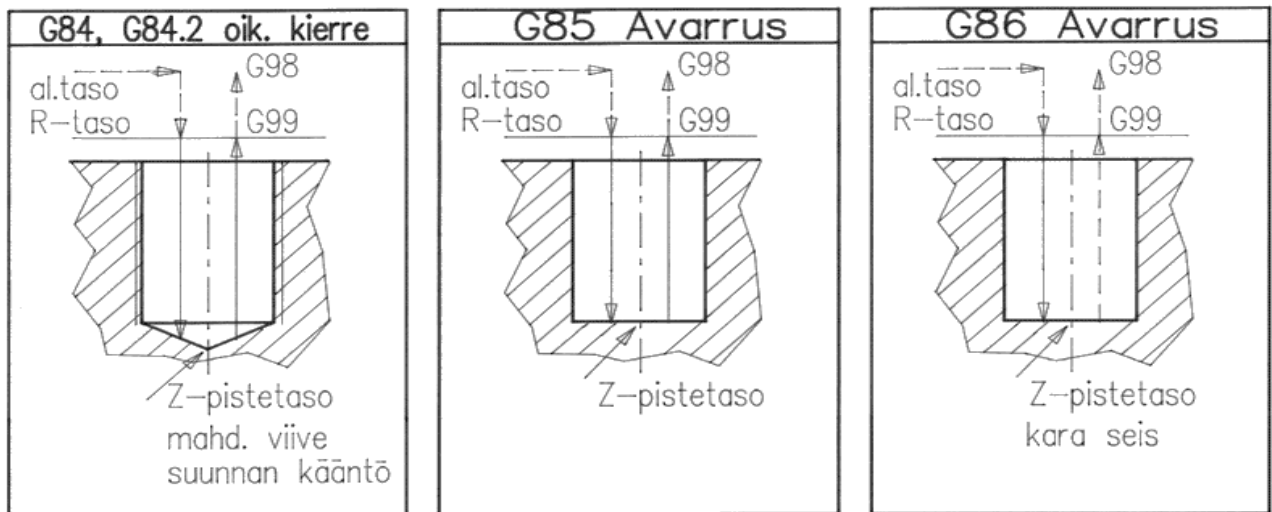
Työtapa: Syöttöliike R-pistetasolta Z-pistetasolle ohjelmoidulla syötöllä, ja viiveen jälkeen pikaliikkeellä R-pistetasolle (G99 valinnalla) tai alkupistetasolle (G98 valinnalla).

G83 syvänreiän porauskierto:

Kutsulauseen muoto:

G83 G99 (G98) X__ Y__ R__ Z__ Q__ F__ L__ ;

Työtap: Syöttöliike Z-akselilla R-pistetasolta Q__ :n arvon verran, sitten nousee pikaliikkeellä R-pistetasolle, josta välittömästi pikaliikkeellä parametrilla asetetun arvon etäisyydelle edellisen porauksen tasosta (kuvassa yllä merkitty d:llä) ja tämän jälkeen menee syöttöliikkeellä Z-suunnassa Q__ + parametrin arvon verran jne, kunnes saavuttaa Z-pistetason. Paluu R-pistetasolle (G99 valinnalla) tai alkupistetasolle (G98 valinnalla) pikaliikkeellä. Parametrin (d) n:o on ohjauskohtainen.



G84, G84.2 oikeakätinen kierre:

Kutsulauseen muoto:

G84 (G84.2) G99 (G98) X__ Y__ R__ Z__ P__ F__ L__ ;

Työtap: Syöttöliike R-pistetasolta Z-pistetasolle ohjelmoidulla syötöllä (syöttönopeus nousu x karan kierrokset, mm/min). Karan pysäytys (ja mahdollinen viive) sekä suunnan vaihto Z-pistetasolla ja sen jälkeen samalla syöttönopeudella paluu R-pistetasolle (G99 valinnalla) tai alkupistetasolle (G98 valinnalla). Liike R-pistetasolta alkupistetasolle tapahtuu pikaliikkeellä. Karan käynnistys R-pistetasolla M3 suuntaan. G84 vaatii uivan istukan, mutta G84.2 sallii kiinteän istukan.

G85 avarruskierto:

Kutsulauseen muoto:

G85 G99 (G98) X__ Y__ R__ Z__ F__ L__ ;

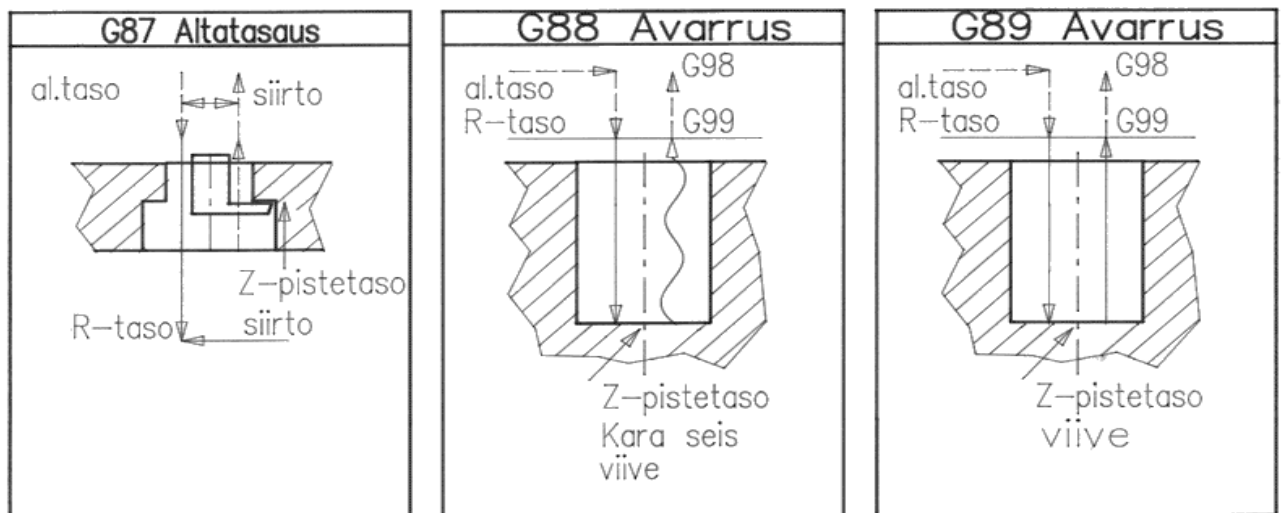
Työtap: Syöttöliike R-pistetasolta Z-pistetasolle ohjelmoidulla syötöllä, jonka jälkeen välittömästi syöttöliikkeellä R-pistetasolle (G99 valinnalla) tai alkupistetasolle (G98 valinnalla). Liike R-pistetasolta alkupistetasolle tapahtuu pikaliikkeellä. Soveltuu mm. avarrukseen tai kalvamiseen.

G86 avarruskierto:

Kutsulauseen muoto:

G86 G99 (G98) X__ Y__ R__ Z__ F__ L__ ;

Työtap: Syöttöliike R-pistetasolta Z-pistetasolle ohjelmoidulla syötöllä, jossa karan pysäytys, jonka jälkeen välittömästi pikaliikkeellä R-pistetasolle (G99 valinnalla) tai alkupistetasolle (G98 valinnalla). Soveltuu mm. avarrukseen tai kalvamiseen. Karan pyörintä käynnistyy R-pistetasolla.

**G87 altatasaus:**

Kutsulauseen muoto:

G87 G99 (G98) X__ Y__ R__ Z__ I__J__ F__ L__ ;

Työtap: Orientointi ja sivusiirto alkupistetasolla, jonka jälkeen pikaliikkeellä R-pistetasolle. Siirto takaisin ja syöttöliikkeellä Z-pistetasolle, jossa orientointi ja sivusiirto ja nousu pikaliikkeellä alkupistetasolle. Lopuksi siirtoliike takaisin. Soveltuu nimensä mukaisesti altatasaukseen.

G88 avarrus:

Kutsulauseen muoto:

G88 G99 (G98) X__ Y__ R__ Z__ P__ F__ L__ ;

Työtap: Syöttöliike R-pistetasolta Z-pistetasolle ohjelmoidulla syötöllä. Viiveen jälkeen karan pysäytys ja tämän jälkeen on mahdollista tehdä manuaalisia operaatioita esim ulosveto käsiajolla.

Esimerkkikuva 4 ohjelma selitys

O2011	
T1	Keskiöporan esihaku
G54	
N1 M98 P8010	Keskiöporan vaihto
T2	8.5 mm poran esihaku
S1600 M3	
G00 X-65. Y0.	
G43 H1 Z3.	
G81 G99 R2. Z-5.25 F100 L0	Poraustiedot, toiminta estetty L0:lla
M98 P2012	R25 kehällä olevien reikien koordinaatit
M98 P2013	Muut reiät XY-koordinaatit
N2 M98 P8010	8.5 poran vaihto
T3	M10 kierretapin esihaku
S800 M3	
G0 G43 H2 Z3.	
G73 G99 R2. Z-20. Q3. F100 L0	Poraustiedot, toiminta estetty L0:lla
M98 P2012	R25 kehällä olevien reikien koordinaatit
M98 P2013	Muut reiät XY-koordinaatit
N2 M98 P8010	Kierretapin M10 vaihto
S400 M3	
G0 G43 H3 Z5.	
G84.2 G99 R5. Z-20. F600 L0	G84.2 on kiinteällä istukalla kierteitys, jos käytetään G84:ää täytyy olla uiva istukka. F = kierrokset x nousu
M98 P2012	R25 kehällä olevien reikien koordinaatit
M98 P8020	
M30	

Käytetyt aliohjelmat

R25 reikäkehän XY-koordinaatit

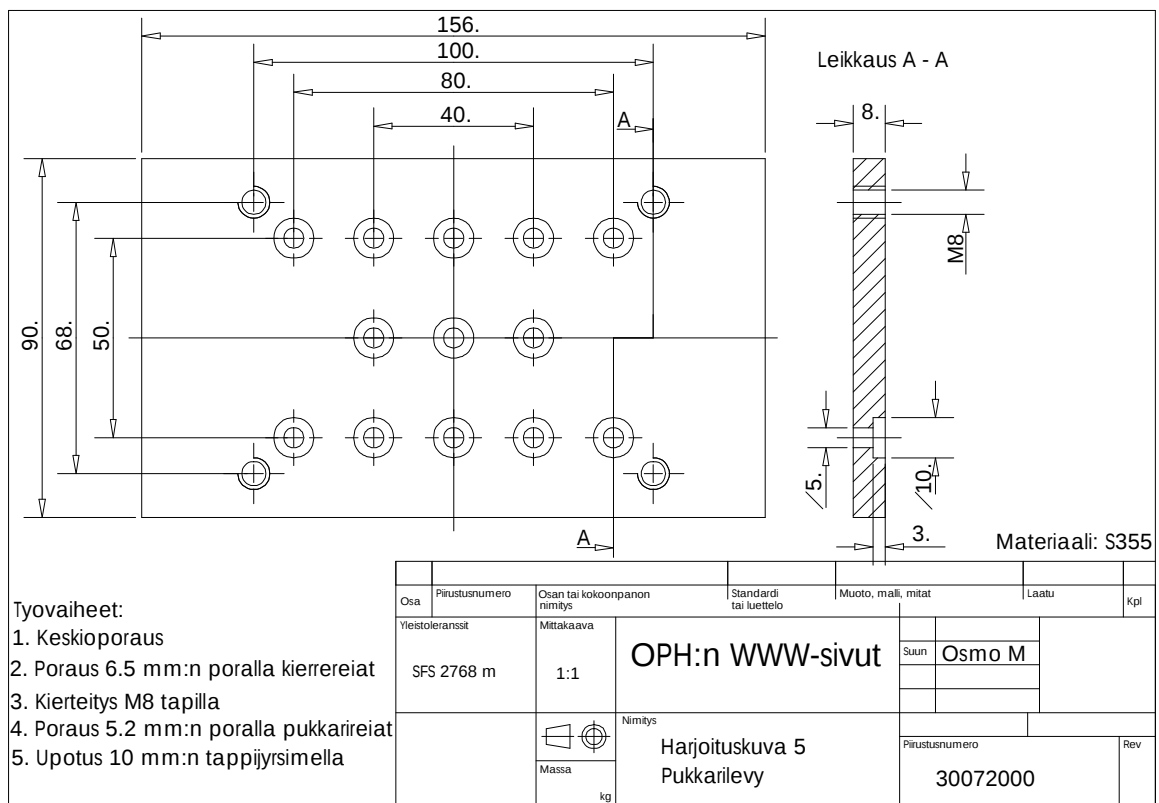
O2012
X-65. Y0
X-40. Y25.
X-15. Y0
X-40. Y-25.
M99

Muut reiät XY-koordinaatit

O2013
X20. Y-30.

X60.
Y0
X20.
Y30.
X60.
M99

Harjoituskuva 5 pukkarilevy



Harjoituskuva 5 ohjelma selitys

O2014	
T1	Keskiöporan esihaku
G54	
N1 M98 P8010	Keskiöporan vaihto
T2	6.5 mm poran esihaku
S1600 M3	
G00 X50. Y-34.	
G43 H1 Z3.	
G81 G99 R2. Z-2. F100 L0	Poraustiedot, toiminta estetty L0:lla
M98 P2016	Kierrereikien XY-koordinaatit
M98 P2015	Pukkarireikien XY-koordinaatit
N2 M98 P8010	6.5 poran vaihto
T3	M8 kierretapin esihaku
S800 M3	
G0 G43 H2 Z3.	
G81 G99 R2. Z-11. F100 L0	Poraustiedot, toiminta estetty L0:lla
M98 P2016	Kierrereikien XY-koordinaatit
N3 M98 P8010	Kierretapin M8 vaihto
T4	5.2 mm poran esihaku
S400 M3	
G0 G43 H3 Z5.	
G84.2 G99 R5. Z-11. F500 L0	G84.2 on kiinteällä istukalla kierteitys, jos käytetään G84:ää täytyy olla uiva istukka. F = kierrokset x nousu
M98 P2016	Kierrereikien XY-koordinaatit
N4 M98 P8010	5.2 mm poran vaihto
T5	Upottimen esihaku
S1000 M3	
G43 H4 Z3.	
G73 G99 R2. Z-10. Q3. F100 L0	Poraustiedot, toiminta estetty L0:lla
M98 P2015	Pukkarireikien XY-koordinaatit
N5 M98 P8010	Upottimen vaihto
S500 M3	
G0 G43 H5 Z3.	
G82 G99 R2. Z-3. P500 F100 L0	Poraustiedot, toiminta estetty L0:lla
M98 P2015	Pukkarireikien XY-koordinaatit
M98 P8020	
M30	

Käytetyt aliohjelmat

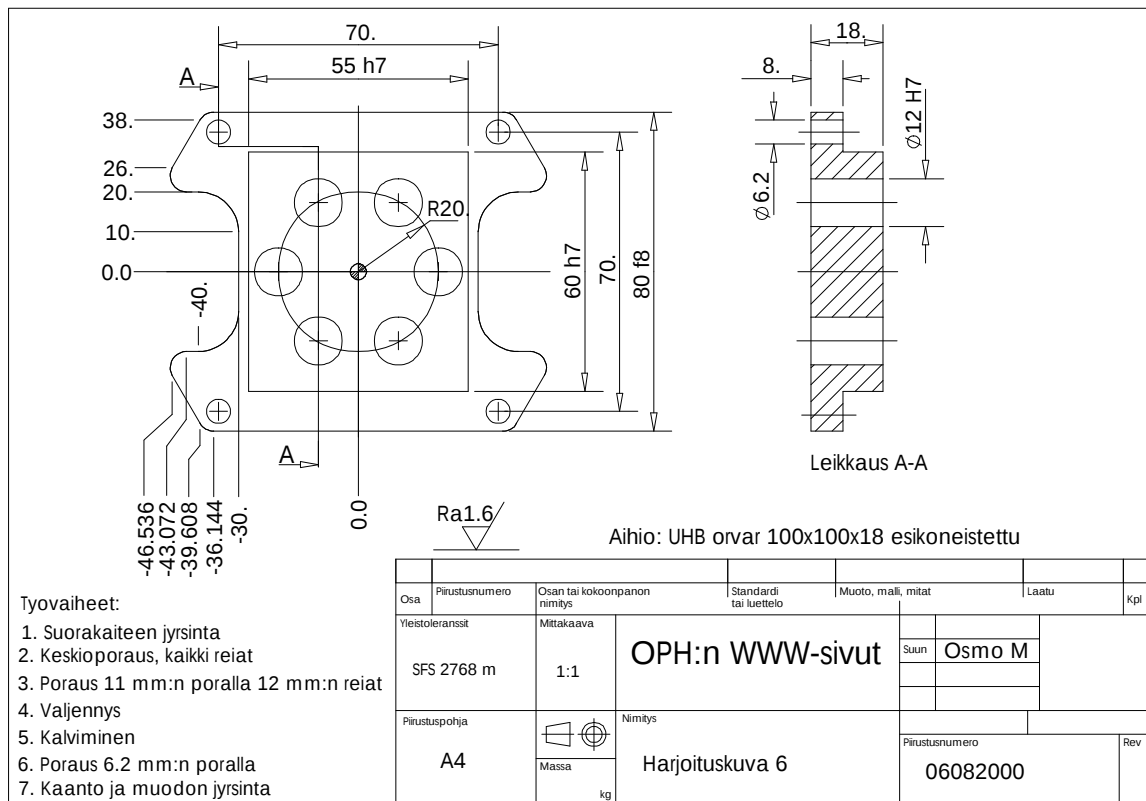
Pukkarireikien XY-koordinaatit

O2015
X-40. Y-25.
X-20.
X0
X20.
X40.
X20. Y0
X0
X-20.
X-40. Y25.
X-20.
X0
X20.
X40.
M99

Kierrereikien XY-koordinaatit

O2016
X50. Y-34.
Y34.
X-50.
Y-34.
M99

Harjoituskuva 6



Harjoituskuva 6 ohjelma selitys

O2017	1. puoli
T1	Teräpää halk 32 mm esihaku
G54	
N1M98 P8010	32 mm terän vaihto
T2	Keskiöporan esihaku
S1600 M3	
G00 X-70. Y-70.	Siirto aloituspisteelle
G43 H1 Z3.	Pituuskompensointi
G01 Z0 F250	

Alkaa suorakaiteen koneistus

M98 P2118 L3	Toistetaan aliohjelmaa kolme kertaa
Z3.	
N2 M98 P8010	Keskiöporan vaihto
T3	11 mm poran esihaku
S1600 M3	
G00 G43 H2 Z3.	
G81 G99 R2.Z-2. 5 F100 L0	Porauskierron kutsu

M98 P2018	12 mm reikien koordinaatit
M98 P2019	6.2 mm reikien koordinaatit
N3 M98 P8010	11 mm poran vaihto
T4	Väljentimen esihaku
S600 M3	
G00 G43 H3 Z3.	
G73 G99 R2. Z-22. Q3. F100 L0	Porauskierron kutsu
M98P2018	12 mm reikien koordinaatit
N4 M98 P8010	Väljentimen vaihto
T5	Kalvaimen esihaku
S450 M3	
G0 G43 H4 Z3.	
G86 G99 R3. Z-21. F120 L0	Porauskierron kutsu
M98 P2018	12 mm reikien koordinaatit
N5 M98 P8010	Kalvaimen vaihto
T6	6.2 mm poran esihaku
S300 M3	
G0 G43 H5 Z3.	
G85 G99 R3. Z-21. F120 L0	Porauskierron kutsu
M98 P2018	12 mm reikien koordinaatit
N6 M98 P8010	6.2 mm poran vaihto
S960 M3	
G00 G43 H6 Z3.	
G81 G99 X-35. Y35. R-8. Z-22. F100	Porauskierron kutsu
X35.	
Y-35.	
G98 X-35.	
M98P8020	
M30	

Ohjelmassa käytetyt aliohjelmat**Suorakaiteen muoto**

O2118	
G91 G01 Z-3.333 F200	Kertasyvyysarvo
G90 G41 D1 X-27.5	Kompensointi vasemmalle
Y30.	
X27.5	
Y-30.	
X-70.	
G40 Y-70.	Kompensointi pois
M99	

12 mm reikien paikat

O2018
 X-20. Y0
 X-10. Y-17.321
 X10.
 X20. Y0
 X10. Y17.321
 X-10.
 M99

6.2 mm reikien paikat

O2019	
G98 X-35. Y35. R-7. Z-12.	Vaihdetaan myös R- ja Z-tasoja
X35.	
Y-35.	
X-35.	Paluu alkupistetasolle
M99	

2. puoli

O2021	
T7	16 mm tappiterän esihaku
G54	
N1M98 P8010	16 mm tappiterän vaihto
S500 M3	
G00 X-60. Y60.	Siirto aloituspisteelle
G43 H7 Z3.	
G01 Z0 F200	
M98 P2022 L2	Aliohjelma 2022 toistetaan kahdesti

Z3.	
M98 P8020	
M30	

Muodon koneistus

02022	
G01 G91 Z-4.5 F200	Inkremen. kortalastu 4.5 mm
G90 G41 D7 Y40.	Kompensoinnin "käynnistys"
X36.144	

Seuraavissa lauseissa muodon kuvaus

G2 X39.608 Y38. R4.
 G1 X46.536 Y26.
 G2 X43.072 Y20. R4.
 G1 X40.
 G3 X30. Y10. R10.
 G1 Y-10.
 G3 X40. Y-20. R10.
 G1 X43.072
 G2 X46.536 Y-26. R4.
 G1 X39.608 Y-38.
 G2 X36.144 Y-40. R4.
 G1 X-36.144
 G2 X-39.608 Y-38. R4.
 G1 X-46.536 Y-26.
 G2 X-43.072 Y-20. R4.
 G1 X-40.
 G3 X-30. Y-10. R10.
 G1 Y10.
 G3 X-40. Y20. R10.
 G1 X-43.072
 G2 X- 46.536 Y26. R4.
 G1 X-39.608 Y38.
 G2 X-36.144 Y40. R4.
 G3 X-26.144 Y50. R10.
 G1 Y60.
 G40 X-60. Y60.
 M99