

# TYÖSTÖKONEHANKINTA LAHTI PRECISION OY:LLE

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Mekatroniikan tuotantopainotteinen sv.  
Opinnäytetyö  
Kevät 2009  
Lauri Kaikkonen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

KAIKKONEN, LAURI:

Työstökonehankinta  
Lahti Precision Oy: lle

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 59 sivua, 22 liitesivua

Kevät 2009

## TIIVISTELMÄ

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää työstökonehankinnan kannattavuus Lahti Precision Oy:ssä. Lahti Precision Oy:n tuotanto-osastolla on suunniteltu jo muutamia vuosia CNC-kärkisorvin hankintaa. Yhtiön investoinneista päättävät tahot tarvitsevat perusteluja työstökonehankinnalle, jotta he myöntävät rahaa siihen.

Työssä on pyritty löytämään parannuskeino, jolla sorvausprosessi nopeutuisi. Lahti Precision Oy:n koneistusosastolla koetaan, että eräkoot ovat pienentyneet vuosien mittaan ja yksittäiskappaleita sorvataan enemmän. Asetusajan määrä kasvaa suhteessa tuottavaan aikaan eräkoon pienentyessä ja tuotteiden vaihtuvuuden lisääntyessä. Siitä johtuen tässä työssä on pyritty saamaan aikasäästöä nopeuttamalla asetuksen tekoa.

Tässä opinnäytetyössä käytetty sorvausvaiheen kokonaistyöaika on selvitetty työajanseurannasta. Työn lopputulokseen vaikuttaneet sorvausvaiheen osien aika-arvot on pyritty määrittämään laskennallisesti. Ajat, joita ei voi laskea, on jouduttu arvioimaan. Kokonaisuus on kuitenkin määritetty oikeaksi pitkäaikaisen koneistuskokemuksen perusteella.

Asetustyössä keskitytään työkalu- ja kiinnitysjärjestelmän merkitykseen. Tässä työssä havaitaan vakioidun työkalujärjestelmän nopeuttavan asetustyötä. Jotta tämä investointi toisi mahdollisimman paljon hyötyä Lahti Precision Oy:lle, on kyseisen sorvin työkalu- ja kiinnitysjärjestelmä suunniteltava huolella. Nopean asetustyön merkitys on suurin yksittäisiä kappaleita sorvattaessa. Siksi investoinnin jälkeen pitäisi pyrkiä ohjaamaan tälle sorville pienimmät eräkoot.

Merkittävä seikka on työstökoneeseen sijoitetun pääoman tuottavuus, joka tällä opinnäytetyöllä on pyritty tuomaan esille. Työstökonehankinnan aikaansaama tuotannon nopeuttaminen on perusta vuosittaiselle kustannussäästölle tässä työssä.

Avainsanat: CNC-kärkisorvi, työstökone, hankinta, työkalujärjestelmä

Lahti University of Applied Sciences  
Faculty of Technology

KAIKKONEN, LAURI:

Machine tool procurement for  
Lahti Precision Oy

Bachelor's Thesis in Production Oriented Mechatronics, 59 pages, 22 appendixes

Spring 2009

## ABSTRACT

---

The purpose of this final year projects was to clarify the profitability of a machine tool procurement in Lahti Precision Oy. In the production department of Lahti Precision Oy, they have already planned buying a CNC lathe for a few years. The decision-makers on investments in the company needed arguments for the procurement, so they could admit money for it.

This study aimed at improving the turning process. In Lahti Precision Oy, they feel that the sizes of the batches have decreased during the years, and single pieces have been turned more. The amount of time used in setting increases compared to the productive time when the size of a batch decreases, and product variety increases. Because of that this work tried to improve the process by speeding up the making of the settings.

In this final year project, the time of the turning process has been studied from the worktime follow-up system. The amounts of time that influence on the outcome have been counted. The amounts of time, which appeared impossible to calculate, have been estimated. However, the total amount of time was defined correct with long-term machining experience.

In working out the settings, focus was on the signification of the tooling and mountingsystem. Due to the results of the study, it seems that an invariable tool-system speeds up the making of the settings. In order for this investment to bring the best benefit to Lahti Precision Oy, the lathe and mounting systems need to be designed carefully. A quick making of the setting is significant in turning single pieces. Therefore, it is important after the procurement, to try to bring the smallest batches to this lathe.

This study also tried to highlight the remarkable fact that the investments are feasible in the long run. Improving the speed of production is the basis for the yearly savings of costs.

Key words: CNC-lathe, machine tool, procurement, toolingsystem,

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS	2
2.1	Tavoitteet	2
2.2	Rajaus	3
2.3	Työn eteneminen ja työmenetelmät	3
3	LAHTI PRECISION OY	6
4	LAHTI PRECISION OY:N KONEISTUSOSASTO	8
4.1	Konekanta	9
4.1.1	CNC-sorvi Takisawa TS-20	9
4.1.2	CNC-sorvi Takisawa TB-3	10
4.1.3	Takisawa TC-4	11
4.1.4	Kärkisorvi 16K25	12
4.1.5	Kärkisorvi IK625	12
4.2	Koneistajien ajatuksia	13
4.3	Pyörähdyskappaleet	14
4.4	Lahti Precision Oy:n sorvauskapasiteetti	15
5	KONEISTUSTEKNIikka	17
5.1	Sorvin tehon ja voimien laskenta	17
5.2	Sorvausvaiheen työajat	20
5.3	Aikojen määrittäminen	22
5.4	Asetusajan lyhentäminen	23
5.5	Sorvilta vaadittavat ominaisuudet	24
5.6	Terävarsien ja -palojen valinta	26
6	INVESTOINTILASKENTA	27
6.1	Investoinnin kannattavuuden tekijät	27
6.2	Investointilaskentamenetelmät	28
6.2.1	Nykyarvomenetelmä	29
6.2.2	Annuiteettimenetelmä	30
6.2.3	Sisäisen korkokannan menetelmä	30
6.2.4	Pääoman tuottoastemenetelmä	30

6.2.5	Takaisinmaksuajan menetelmä	31
7	TYÖSTÖKONEHANKINTA LAHTI PRECISION OY:SSÄ	32
7.1	Sorvin kokoluokan määrittäminen	32
7.2	Sorvauksen tehostaminen Lahti Precision Oy:ssä	37
7.3	Tavoite	40
7.4	Koneelta vaadittavat ominaisuudet	41
7.5	Asetusajan lyhentäminen	42
7.6	Teknisten vaatimusten suunnittelu	45
7.7	Konetoimittajalta ja terätoimittajalta vaadittavat palvelut	47
7.8	Vanhojen koneiden myynti	48
7.9	Kokonaiskustannukset	48
7.10	Hankinnan kannattavuus	50
7.11	Investoinnin vaikutukset kapasiteettiin	52
8	TYÖSTÖKONEEN INVESTOINTILASKELMA	53
8.1	Kustannukset ja pitoaika Lahti Precision Oy:ssä	53
8.2	Investointilaskentamenetelmien valinta	54
8.2.1	Investointilaskelmien lähtöarvot	54
8.2.2	Sisäisen korkokannan menetelmä	55
8.2.3	Takaisinmaksuajan menetelmä	56
9	YHTEENVETO JA POHDINTAA	56
9.1	Työn tulokset	56
9.2	Pohdintaa	57
	LÄHTEET	58
	LIITTEET	59

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aihe on saatu Lahti Precision Oy:n tuotanto-osastolta, jossa suunnitellaan uuden työstökoneen hankintaa. Lahti Precision Oy:n työstökoneet ovat vanhoja ja osin kuluneita. Siksi tuotanto-osastolla ajatellaan, että on tullut aika investoida uuteen työstökoneeseen ja kehittää toimintaa. Lahti Precision Oy on kansainvälinen punnitusteknologian yhtiö. Päätoimipaikkana on Lahti, jossa myös tuotanto-osasto sijaitsee. Lahti Precision Oy:n omassa tuotannossa valmistetaan mm. säiliö-, silta-, lattia-, pöytä- ja hihnavälineet.

CNC-sorveja Lahti Precision Oy:n tuotannossa on jo kolme kappaletta. Kehittämisuunnitelmana on keskittää yksittäiskappaleiden ja pienten sarjojen sorvaus niille paremmin sopivalle koneelle. Kun yrityksessä tarkastellaan investointiehdotusta, hankinnan kannattavuus ja sen määrittämiseen käytetyt seikat ovat tärkeitä. Siksi tässä opinnäytetyössä taloudellinen tarkastelu konehankinnasta on tarpeen, jotta toimeksiantaja voi hyödyntää opinnäytetyötä.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITTEET JA RAJAUS

### 2.1 Tavoitteet

Suunnitelmana on selvittää, miten kannattavaa taloudellisesti on hankkia Lahti Precisionin tuotantoon CNC-kärkisorvia. Tavoitteena on myös selvittää, miksi kone pitäisi hankkia. Lahti Precision Oy:n tuotannossa on yhteisenä tavoitteena tuotannon tehostaminen ja parempi laatu. Siksi koneistus vaiheen parantaminen työstökonehankinnalla voisi auttaa pääsemään näihin tavoitteisiin.

Opinnäytetyöni yhtenä tavoitteena on selvittää, kuinka paljon uusi työstökone nopeuttaisi tuotantoprosessia Lahti Precision Oy:ssä. Tarkoituksena on tarkastella nykyisen tuotannon saavuttamia kokonaistyöaikoja sorvauksessa kappalekohtaisesti. Myös uuden sorvin kokonaistyöajat samoille kappaleille pitää selvittää, jotta tuloksia voidaan vertailla toisiinsa. Näin olisi tarkoitus laskea aikaansaatu säästö työajassa ja rahassa mitattuna.

Suunnitelmana on myös tarkastella kustannuksia. Tulevat kustannukset muodostuvat hankittavasta koneesta, siihen valittavista työkaluista ja työvoimakustannuksista. Työvoimakustannuksia aiheuttavat koneen vaatiman tilan perustaminen hallissa, koneen asentaminen, kaapelointien tekeminen, työpisteen järjestelyt ja työntekijöiden kouluttaminen. Tavoitteena on määrittää nämä kustannukset. Määrittämiseksi on pohdittava ratkaisuvaihtoehtoja eri työkalujen ja asennus- sekä käyttöönottovaihtoehtoja ostopalvelujen tai oman työvoiman välillä.

Investointilaskemilla on tarkoitus arvioida hankinnan kannattavuutta. Laskelmien pohjana ovat kustannukset ja mahdolliset kustannussäästöt. Näin muodostuva takaisinmaksuaika vaikuttaa hankinnan kiinnostavuuteen siitä päättävillä tahoilla. Tämän työn taloudellista tarkastelua hankinnasta tullaan mahdollisesti käyttämään, kun Lahti Precision Oy:ssä tarkastellaan sorvia investointina.

## 2.2 Rajaus

Työn lähtökohtina ovat Lahti Precision Oy:n nykyisten sorvien kunto, -sorbattavat kappaleet ja -koneistajien suunnitelma uudesta sorvista, koska työ on Lahti Precision Oy:ltä lähtöisin. Tämä opinnäytetyö käsittelee sorvin kokoluokan määrittämistä, sen varusteiden ja työkalujen valintaa sekä sorvin käyttöönottoa, jotta saadaan selville niistä muodostuvat kokonaiskustannukset. Lisäksi tarkastellaan sorvaustyövaiheen tehostamista, jotta investoinnille saataisiin paras mahdollinen tuotto. Tässä työssä käsitellään myös investointilaskentaa, jotta työn lopputulokset saadaan euromääräiseksi.

Tämä investointi ei suoranaisesti lisää talousalueen sorvauskapasiteettia, koska Lahti Precision Oy ei toimi alihankintakoneistuspalveluiden tarjoajana. Sorville tuleva kuorma saadaan olemassa olevasta tuotannosta, kun investoinnin yhtenä tarkoituksena on uusia vanhenevaa kalustoa. Investoinnin lisäämä kapasiteetti vaikuttaa alihankkijoiden sorvauskapasiteettiin, kuitenkin laajempi tutkimus tämän investoinnin vaikutuksista talousalueen sorvauskapasiteettiin on rajattu pois. Tässä työssä käsitellään investoinnin vaikutuksia Lahti Precision Oy:n omaan sorvauskapasiteettiin punnitustekniikan osavalmistuksessa.

## 2.3 Työn eteneminen ja työmenetelmät

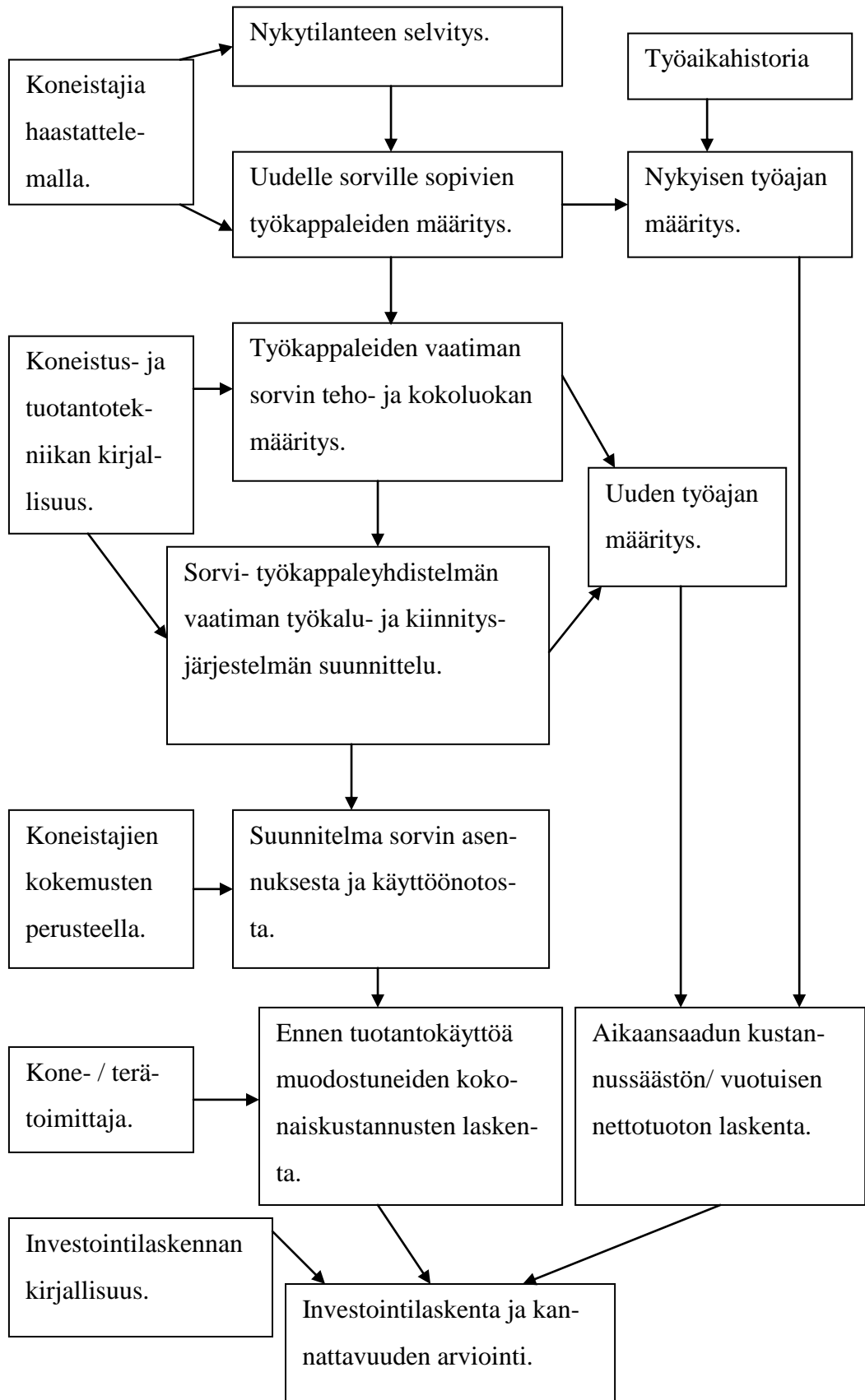
Ensimmäinen tavoite on nykytilanteen selvittäminen. Selvitys tehdään tuotannossa koneistajia haastatteleamalla, ja tutkimalla nykyisten koneiden kuntoa ja historiaa. Koska työni aihe ja tarkoituserä on lähtöisin koneistusosastolta, selvitän henkilöstön avustuksella sorvattavat tuotteet, joita on suunniteltu sopivan uuden sorvin tuotantoon. Määritän nykyiset työajat näiden kappaleiden osalta työaikahistorian perusteella.

Uuden sorvin kokoluokan ja varusteiden määrittäminen tehdään koneistustekniikan teorialla. Sorvausta pyritään tehostamaan löytämällä parannuskeinoja koneistus- ja tuotantotekniikan kirjoista. Investoinnin ja parannusten saavuttamat säästöt



lasketaan teorioiden avulla. Arvot, joita ei voi laskea, arvioidaan koneistuskokemuksen perusteella.

Kokonaiskustannusten selvittämiseksi on tutkittava teknisiä seikkoja ja pohdittava ratkaisuvaihtoehtoja kone- ja terätoimittajien palveluista. Suunnitelma hankinnan toteuttamisesta tehdään aikaisempien Lahti Precision Oy:ssä tehtyjen konehankintojen perusteella. Tämä selvittää koneen perustamiseen ja -asentamiseen, työntekijöiden kouluttamiseen ja tuotannon käynnistämiseen kuluvaan aikaan ja niistä muodostuvia kustannuksia. Kokonaiskustannusten ja säästöjen perusteella on tavoitteena saada aikaan taloudellinen tarkastelu hankinnasta. Taloudellinen tarkastelu tehdään investointilaskennan kirjallisuuteen perehtymällä. (KUVIO 1.)



KUVIO 1. Työn eteneminen ja käytetyt menetelmät

### 3 LAHTI PRECISION OY

Lahti Precision Oy toimii punnitusteknologian alalla kansainvälisesti. Yhtiön tuotteita ovat lasitehtaiden raaka-ainelaitokset ja sirunkäsittelyjärjestelmät, laasti- ja tasoitetehtaat ja niihin liittyvä tuoteteknologia, punnituskomponentit, vaakat, punnitus- ja annostusjärjestelmät sekä punnitusalan kunnossapitopalvelut. Henkilöstöä Lahti Precision Oy:llä on noin 250 ja sen liikevaihto on noin 50 miljoonaa euroa. (Lahti Precision yleisesittely 2008.)

Lahti Precisionin eli entisen Raute Precisionin emoyhtiö, Raute Oyj, perustettiin Lahdessa vuonna 1908. Konepaja valmisti aluksi sisävesilaivoja, höyrykattiloita ja -koneita sekä puuteollisuuteen kehäsahoja. Vaakojen valmistus aloitettiin yrityksessä vuonna 1914. Aluksi valmistettiin kymmenys- ja pöytävaakoja kotitalouksille ja kaupalle. 1930-luvulla ryhdyttiin valmistamaan myös raskaampia varasto- ja rautatievaunuvaakoja teollisuudelle. Vuonna 1943 vaakaosasto muutti omiin tehdastiloihin ja otti nimekseen Lahden Vaaka Oy. 1960-luvulla alkoivat projektitoimitukset, joissa toimitettiin kokonaisia punnituslaitoksia prosessiteollisuudelle. Toimitukset lasi- ja kuivatuteollisuudelle sekä vienti käynnistyivät tällöin. Vuonna 1985 Lahden Vaaka -nimi muutettiin Raute Punnitus ja Automaatioksi ja 1988 Raute Precisioniksi. 1990-luvulla liiketoimintaryhmä on kehittynyt voimakkaasti. Vuodesta 1992 viennin osuus liikevaihdosta on kasvanut 20 prosentista 80 prosenttiin. (Heiskanen 2004, 18.)

Eqvitec Partners Oy:n hallinnoima rahasto ja yhtiön toimiva johto ostivat Raute konsernilta Raute Precision Oy:n ja sen tytäryhtiön Raute Dry Mix Oy:n helmikuussa 2004. He saivat käyttää Raute Precision nimeä määräajan, jonka jälkeen he nimesivät yhtiön Lahti Precision Oy:ksi ja sen tytäryhtiön Lahti Dry Mix Oy:ksi.

Lahti Precision Oy:n päätoimipaikka sijaitsee Lahden Sopenkorvessa. Siellä sijaitsevat yhtiön suunnittelu ja hallinto Ahjokatu 4:ssä sekä koneistus- ja levytyöosasto Mestarinkatu 7:ssä. Pintakäsittely-, kokoonpano- ja elektroniikkaosasto sekä punituslaboratorio ja varasto sijaitsevat Mestarinkatu 2:ssa. Muut toimipisteet sijaitsevat Jyväskylässä, Paraisilla, Espoossa ja Shanghaissa Kiinassa.

#### 4 LAHTI PRECISION OY:N KONEISTUSOSASTO

Lahti Precisionin koneistusosastolla työskentelee kahdeksan koneistajaa ja työnopastaja yhdessä vuorossa. Työnopastaja tekee ohjelmia koneille, jakaa tehtäväksiannot koneistajille ja valvoo koneiden kunnossapitoa. Neljä koneistajaa työskentelee nc-sorveilla, kaksi koneistuskeskuksilla, yksi yleisjyrsinkoneella ja yksi koneistajista hoitaa punnusverstasta. Punnuksia valmistetaan mm. sorvaamalla.

Työt Lahti Precision Oy:n tuotantoon tulevat yrityksen tuotannosuunnittelusta, joka ottaa vastaan töitä kone- ja laitesuunnittelusta. Tuotannon suunnittelu määrittelee esimerkiksi omassa tuotannossa tehtävät ja alihankinnasta ostettavat työt ja kuormittaa tuotantoa tilanteen mukaan. Lahti Precision Oy:n tuotannossa työkuvat käsittelee työnsuunnittelija. Sekä tuotannosuunnittelija että työnsuunnittelija käyttävät työssään Lahti Precision Oy:n Projector tuotannonohjausjärjestelmää.

Työnsuunnittelija vaiheistaa työn eri vaiheisiinsa, kuten sorvaukseen, jyrsintään, poraukseen, hitsaukseen, maalaukseen ja kokoonpanoon. Vaiheilla on myös numeroitu tekojärjestys. Myös vaiheistuksen aikataulutusta tehdään tässä vaiheessa. Aikataulutuksessa työnsuunnittelija arvioi eri vaiheisiin kuluvat tunnit kokemuksensa ja tehtyjen töiden perusteella. Työn alkamisaika määräytyy työnsuunnittelijan arvioimien tuntien perusteella, koska työllä on toimitusaika, joka on syötetty Projector-järjestelmään. Tämän jälkeen tehdään tehtäväksiannot Projectoriin ja tulostetaan työkortti ja vaihekortit. Työnsuunnittelu tekee myös varastolle keräyspyynnöt tarvittavista osista ja materiaaleista työn eri vaiheisiin. Tehtäväksiannon yhteydessä järjestelmä muodostaa katkaisulistan varastonimikkeistä. Listaan kuuluvat esimerkiksi koneistukseen ja hitsaukseen menevät teräkset. Työlle ostettavat, ei varastoitavat raaka-aineet, menevät tuotannosuunnittelusta oston käsiteltäväksi ennen tuotannon aloittamista. Ne pyritään ostamaan määrämittaan katkaistuna.

Koneistusvaiheeseen menevät työkuvat vaihekortteineen annetaan työnopastajalle, joka jakaa työt koneistajille aika- ja kiireysjärjestyksessä. Koneistuksen eri vaiheet

Lahti Precision Oy:ssä ovat nimeltään CNC-keskus, jyrsintä, sorvaus ja poraus. Vaihekortissa on työnnumero, työn alkamisaika ja tunnit jotka siihen on varattu. Työn aloittaessaan koneistaja syöttää Flexim-työaikaseurantaan työnumeron. Fleximiltä kertyy Projectoriin työtunnit kunnes työ valmistuu ja uusi työnnumero vaihdetaan. Näin Projectorista voi seurata eri työnnumeroille kertyneitä tunteja vaihe- ja työntekijäkohtaisesti. Näitä tietoja työsuunnittelija voi käyttää syöttäessään tunteja samanlaisille töille.

Projectorin tietoja on käytetty myös tässä opinnäytetyössä. Koska kyseessä on sorvi, saadaan sorvausvaiheeseen toteutuneet tunnit sieltä. Toteutuneista tunneista on määritetty kappaleiden valmistukseen kulunut kokonaisaika.

#### 4.1 Konekanta

Precisionilla Takisawa merkkisiä CNC-sorveja on kolme, ja manuaalisorveja on kaksi. Koneet on hankittu uutena. Koneistajista viisi työskentelee sorveilla. Yhdellä CNC-sorveista työskentelee kaksi koneistajaa. Heistä toinen on osa-aikaeläkkeellä ja perehdyttää nuorempaa koneistajaa kyseiselle koneelle. Venäläisvalmisteisia kärkisorveja on kaksi. Koneistajista yksi valmistaa punnuksia ja käyttää toista kärkisorvia piensarjojen koneistamiseen. Toinen kärkisorveista on koko tuotannon yhteiskäytössä.

##### 4.1.1 CNC-sorvi Takisawa TS-20

Takisawa TS-20 on hankittu vuonna 1986. Koneen karateho on 11 kilowattia, ja tärkeimmät mitat ovat kärkiväli 1 000 mm, karaporaus 65 mm ja suurin pyörintähalkaisija johteiden päällä on 300 mm. Kone on varustettu tangonsyöttölaitteella, jossa akselin halkaisija voi enintään olla 44 mm. Lisäksi koneessa on mitta-anturi teräpaikkojen tallettamiseksi. Koneen ohjauksena on Fanuc 10T, niin kuin muissakin nc-sorveissa Precisionilla.

Takisawa TS-20:llä työskennellään yhdessä vuorossa. Se on kuitenkin Precisionin sorveista ainoana ollut kahdessa vuorossa kahden työstökeskuksen kanssa ennen kuin koneistusosasto siirtyi kokonaan yhteeseen vuoroon. Tangonsyöttölaitteen vuoksi suurimmat sarjat tehdään tällä koneella. Koneella työskentelevän Juha Niemelän (2009) mukaan koneessa ei suurempia vikoja ole ollut 20:n vuoden aikana, jolloin hän on siinä työskennellyt. Mitta-anturin rajakatkaisijoita on vaihdettu, kun niitä on vioittunut sinne päässeen leikkuunesteen vuoksi. Hän on myös huomannut kulumisesta johtuvia mittavirheitä sorvattaessa eniten käytetyllä työalueella.

#### 4.1.2 CNC-sorvi Takisawa TB-3

Takisawa TB-3 on hankittu vuonna 1987. Sen karateho on 11 kW, kärkiväli on 450 mm, karaporaus on 65 mm ja pyörintähalkaisija johteiden päällä on 300 mm. Tässä koneessa on myös mitta-anturi. TS-20 ja TB-3 sekä kaksi työstökeskusta, on kytketty ulkoiseen tietokoneeseen. Ohjelmat on talletettu tietokoneelle työstökoneiden vähäisen muistikapasiteetin vuoksi. Koneissa on erilliset tiedonsiirtopäätteet ohjelmien käsittelyä varten.

Takisawa TB-3:lla sorvataan osittain samoja tuotteita kuin TS-20:llä. Erityisesti TB-3:lla sorvataan trapetsikierteet ja CC punnitusanturirungot, joille on omat työkalunsa. TB-3:n suurin korjaus on ollut Fanucin ohjauskortin vaihto. Muuten on tehty vuosittaiset huollot. Vuosihuoltona koneistaja Ossi Laaksonen (2009) on tyhjentänyt, pessyt ja desinfioinut leikkuunestejärjestelmän ennen kesälomaansa. Leikkuunesteen hän lisää lomalta palattuaan. Näin seisakki ei edesauta nesteen pilaantumista. Myös hydraulikkaneite ja -suodattimet on pyritty vaihtamaan säännöllisesti.

#### 4.1.3 Takisawa TC-4

Takisawa TC-4 on vuosimallia 1989, ja sorveista uusin (KUVIO 2). Sen karateho on 18 kW ja tärkeimmät mitat ovat kärkiväli 2 000 mm, karaporaus 79 mm ja pyörintähalkaisija johteiden päällä 450 mm. Myös mitta-anturi terän aseman tallentamiseen löytyy tältä koneelta. Tällä koneella osa-aika eläkkeellä oleva koneistaja perehdyttää uutta koneistajaa tehtäviin. Koneelle ei ole tiedonsiirtoyhteyttä samalta työasemalta kuin muille koneille, koska se on paikassa jonne ei kaapelointia ole saatu viedyksi. Ohjelmien tallentaminen ja siirto on hoidettu sorvin työpisteellä sijaitsevalla pc:llä.



KUVIO 2. Takisawa TC-4 sorvi

TC-4 on mitoiltaan suurin Lahti Precision Oy:n sorveista ja sillä sorvataankin suurimmat kappaleet kuten hihnakuuljettimien telat, joiden halkaisija on noin 300 mm ja pituus 1 200 mm. Tähänkin koneeseen on vaihdettu ohjauskortteja joiden vikaantumisen syytä ei tiedetä. Koneistaja Timo Närhen (2009) mukaan kone on



hyvässä kunnossa ja tekee haluttuihin mittoihin kappaleet. Koneen tekemää pientä halkaisijamitan poikkeamaa joudutaan korjaamaan, mutta se ei vaikuta lopputulokseen, koska koneella työskentelevät tietävät asian. Muuten huoltotoimenpiteiksi on riittänyt vuosittainen nesteiden ja suodattimien vaihto sekä pesu ja desinfiointi.

#### 4.1.4 Kärkisorvi 16K25

16K25 on vuosimallia 1981. Sen kärkiväli on 1 500 mm, karaporaus on 51 mm ja pyörintähalkaisijat ovat samat kuin vanhemmassa kärkisorvissa eli 490/250 mm. Tässä sorvissa on myös Sonyn mittalaite. Tässäkin koneessa ovat johteet kuluneet ja karakytkimessä esiintyy toimintahäiriöitä. Karakytkimen vivusta ei löydy pysäytys asentoa aina, joka on työturvallisuusriski. Tällä sorvilla mm. esisorvataan ennen hitsausta telojen päätylaippoja ja akseleita.

#### 4.1.5 Kärkisorvi IK625

Lahti Precision Oy:n molemmat manuaaliset kärkisorvit ovat venäläisvalmisteisia. IK625 on vuosimallia 1971. Sen kärkiväli on 1 000 mm, karaporaus 47 mm, pyörintähalkaisija johteiden päällä on 490 mm ja kelkan päällä 250 mm. Sorvi on varustettu Sonyn mittalaitteella. Tällä sorvilla sorvataan yksinkertaisempia laippoja, akseleita, porataan reikiä ja esikoneistetaan hitsaukseen meneviä polttoleikkeitä.

Havaittuja vikoja sorvissa ovat johteiden kuluneisuus, kytkimen ja jarrun luistaminen sekä voitelupumpun toiminta häiriö. Sorviin on joskus vaihdettu isompi kolmileukaistukka kuin siihen on alun perin tarkoitettu. Koneista Janne Oksasen (2009) mukaan isomman pakan ylimääräinen massa on aiheuttanut karakytkimen kulumisen. Kytken kuluneisuus ilmenee karan pyörintänopeuden hidastumisena porattaessa isompia reikiä ja sorvattessa lastun paksuuden ollessa yli 2 mm.

(KUVIO 3.)



KUVIO 3. IK625 kärkisorvi

#### 4.2 Koneistajien ajatuksia

Lahti Precision Oy:n koneistajat olivat sitä mieltä, että mahdollinen uusi kone pitäisi miehittää, eli sillä tulisi olla vakikäyttäjä. Heidän kokemuksiensa mukaan kaikkien käytössä oleva kone, jolla ei ole vakikäyttäjää, ei pysy kunnossa. Yleisessä käytössä olevat koneet jäävät usein huoltamatta, siivoamatta ja korjaamatta. Jos uusi kone tulisi miehittämättömään käyttöön, tuntuisi koneistajien mielestä hankinta turhalta. Muuten koneistajat olivat yhtä mieltä siitä, että koneistusta Lahti Precision Oy:ssä pitäisi kehittää. Koneistajien mielestä vanhimmat koneet ovat huonossa kunnossa ja tarvitsevat korjausta, eikä koneistuksen kehittäminen uuden koneen investoinnillakaan olisi pahitteeksi.

Ajatus CNC-kärkisorvin hankkimiseksi on syntynyt koneistajien keskuudessa. Suunnitelmana on lisäksi, että uudessa sorvissa olisi oppiva ohjaus. Tällöin sorvaus voidaan suorittaa manuaalisesti ja samalla työstörata voidaan tallettaa ohjelmaajoa varten. Heidän mielestä tuotantoon sopisi manuaalisten sorvien ja CNC-

sorvien lisäksi CNC-kärkisorvi, jossa olisi manuaalisorvin ja CNC-sorvin ominaisuuksia. Kaikki tällä hetkellä käytössä olevat CNC-sorvit ovat hyväkuntoisia, mutta kärkisorvit tulisi kunnostaa vaikka hankittaisiin uusi sorvi. Kärkisorveilla on kuitenkin käyttöä ja ne ovat vielä kunnostettavissa. Tila mahdolliselle hankinnalle löytyisi koneistamosta kun vierekkäin sijatsevat käyttämätön avarruskone ja viallinen NC-jyrsin myytäisiin pois. Tällöin tilaa tulisi jopa lisää, koska kokoluokka jota uudelle sorville on suunniteltu, ei vaatisi koko tilaa. Käyttämättömien koneiden ympärille on kertynyt vuosien saatossa myös käyttämätöntä tavaraa, joka voisi lisäksi vapauttaa neliöitä. (KUVIO 4.)



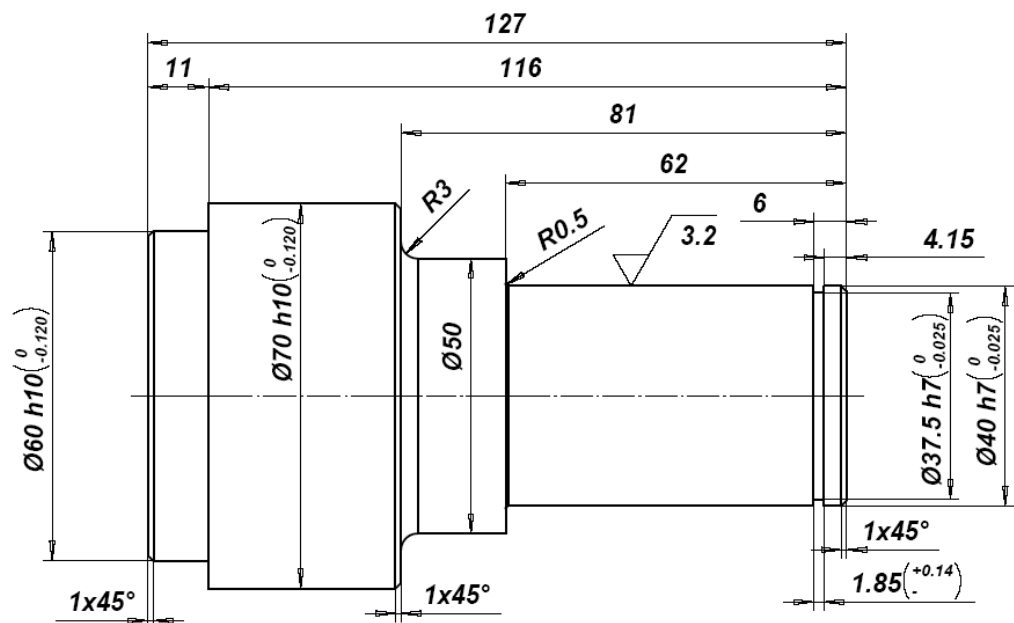
KUVIO 4. Union- merkinen avarruskone

#### 4.3 Pyörähdyskappaleet

Lahti Precision Oy:n koneistajat valitsivat sorvattavien tuotteiden piirustukset, joita he ovat suunnitelleet sorvattavaksi tulevaisuudessa uudella koneella. Työpiirustusten mukaan määritettiin projectorilta niiden sorvaamiseen kuluneet työajat. Lahti Precision Oy:ssä sorvaaja valmistaa lähes poikkeuksetta yhden työnumeron

sisältämät tuotteet kerrallaan. Näin työaika on määritettävissä vain työnumerokoh-  
taisesti, mikäli se käsittää useamman tuotteen. Tuotteista tehtiin taulukko, josta  
ilmenevät työnnumero, työaika, työnumerolle sorvatut nimikkeet, kappalemäärät,  
raaka-aineet ja aihoiden mitat (liite 1).

Taulukon tietojen ja työpiirustusten perusteella voidaan määrittää hankittavan  
sorvin kokoluokka ja työkalujärjestelmä. Taulukon työaikoihin voidaan verrata  
konehankinnalla saavutettuja työaikoja. Kappaleiden suurin halkaisija on 480 mm  
ja suurin pituus on 730 mm. Sorvattavia teräslaatuja ovat ruostumatonteräs, -  
työkaluteräs, hitsattavat rakenneteräkset ja öljypronssi. Keskimääräinen sarjakoko  
on noin neljä kappaletta. Kuviossa viisi on esimerkki Lahti Precisionilla sorvatta-  
vasta nimikkeestä.



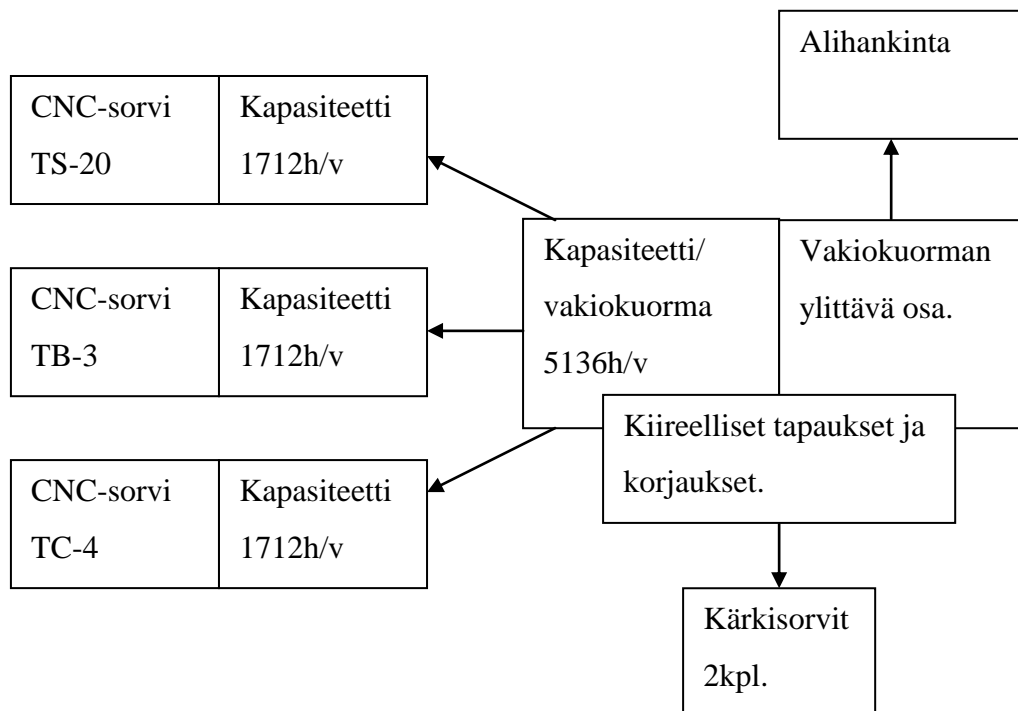
KUVIO 5. Akseli

#### 4.4 Lahti Precision Oy:n sorvauskapasiteetti

Lahti Precision Oy:n sorveista kolme CNC-sorvia toimii täydellä kuormalla ja  
kaksi kärkisorvia toimii vajaalla kuormalla. Lisäksi kuormaa on alihankinnassa.  
CNC-sorvit pidetään koko ajan täydessä kuormassa ja niiden kapasiteetin ylittävä

kuorma ostetaan alihankinnasta. Kärkisorvien kapasiteettiä käytetään, kun CNC-sorvien kapasiteetti on täynnä, eikä kapasiteettiä ehditä saamaan alihankinnasta. Konehankinta tulee vaikuttamaan kapasiteettiin, varsinkin jos sorvausta saadaan nopeutettua parannuksilla. Jos investointi nopeuttaa sorvausta Lahti Precision Oy:n sisällä myös kapasiteetti kasvaa ja alihankintaa tarvitaan vähemmän. Tällöin alihankinta markkinoilla kapasiteetti lisääntyy.

CNC-sorvien kuorma on vakiokuormaa, alihankinnasta ostettava on vakiokuorman ylittävää kuormaa. Kärkisorvien kuorma on kiireellisiä yksittäisiä kappaleita, korjaustoimenpiteitä ja tapauksia joiden takia CNC-sorvien sarjoja ei keskeytetä. Yhden CNC-sorvin kapasiteetti Lahti Precision Oy:ssä on 1 712 tuntia vuodessa. Tämä määrä on yksivuorotyöskentelyn tuntimäärä vuodessa. Kone seisoo sillä työskentelevän henkilön vuosilomien ja työajanlyhennysten ajan. (KUVIO 6.)

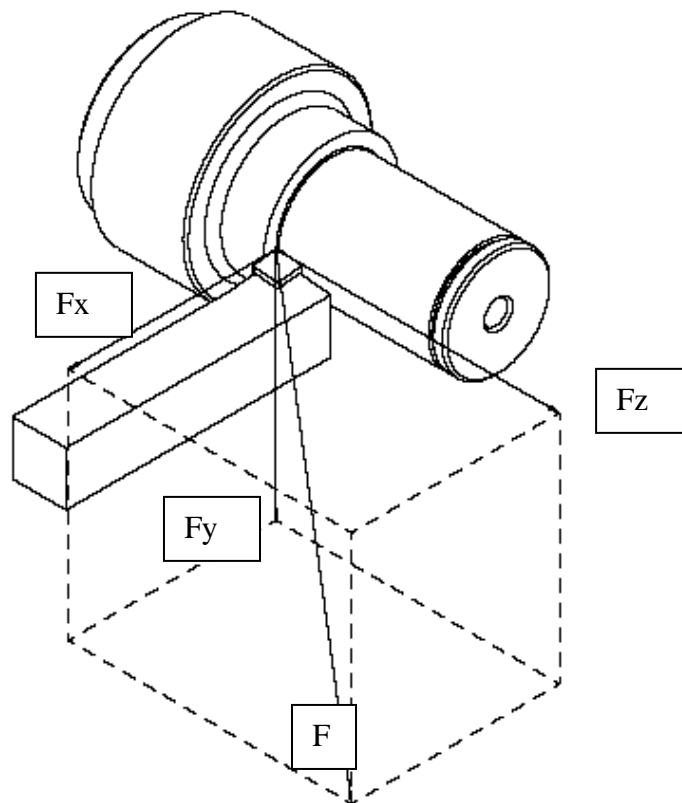


KUVIO 6. Sorvaus kapasiteetti ja kuorma Lahti Precision Oy:ssä

## 5 KONEISTUSTEKNIikka

### 5.1 Sorvin tehon ja voimien laskenta

Päälastuamisvoima  $F_y$  (KUVIO 7) ja lastuamisnopeus tarvitaan, jotta kuvion 8 kaavalla 1 voidaan laskea lastuamiseen tarvittava työstökoneen päämoottorin teho. Päälastuamisvoima on lastun poikkipinta-alan ja materiaalin ominaislastuamisvoiman tulo (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 15). Päälastuamisvoima lasketaan kuvion 8 kaavalla 2. Päälastuamisvoima on tangentiaalivoima. Se on y-akselin suuntainen suorakulmaisessa koordinaatistossa, ja aina suurin voimakomponentti. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 14.)



KUVIO 7. Lastuamisvoimat

Laskemisessa on huomioitava myös terän asetuskulma sekä rinta- ja viettokulmat (KUVIO 9). Lastun poikkipinta-ala lasketaan kuvion 8 kaavalla 3 ja ominaislastuamisvoima lasketaan kuvion 8 kaavalla 4. Ominaislastuamisvoimassa pitää

huomioida myös geometrian muutos koska taulukko arvo on usein määritetty eri rinta- ja viettokulmalla. Negatiivisempien kulmien käyttö lisää tehontarvetta. Rinta- ja viettokulman vaikutus lasketaan kuvion 8 kaavalla 5. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 19.) Päämoottorilta vaadittava teho lasketaan kuvion 8 kaavalla 6, joka huomioi hyötysuhteen.

$$\text{KAAVA 1. } P_L = F_y \times v_c$$

$$\text{KAAVA 2. } F_y = A \times k_c$$

$$\text{KAAVA 3. } A = a_p \times f$$

$$\text{KAAVA 4. } k_c = k_{c1.1} \times h^{-m}$$

$$\text{KAAVA 5. } k_c = k_c \times (1 - k_i(\Delta K_i))$$

$$\text{KAAVA 6. } P_M = \frac{P_L}{\eta}$$

$$\text{KAAVA 7. } F_z = D \times \left(\frac{f}{2} \times \sin \kappa\right)^{1-n} \times k_{cf1.1}$$

$$\text{KAAVA 8. } t = \frac{V}{V'}$$

$$\text{KAAVA 9. } V' = a_p \times f \times v_c$$

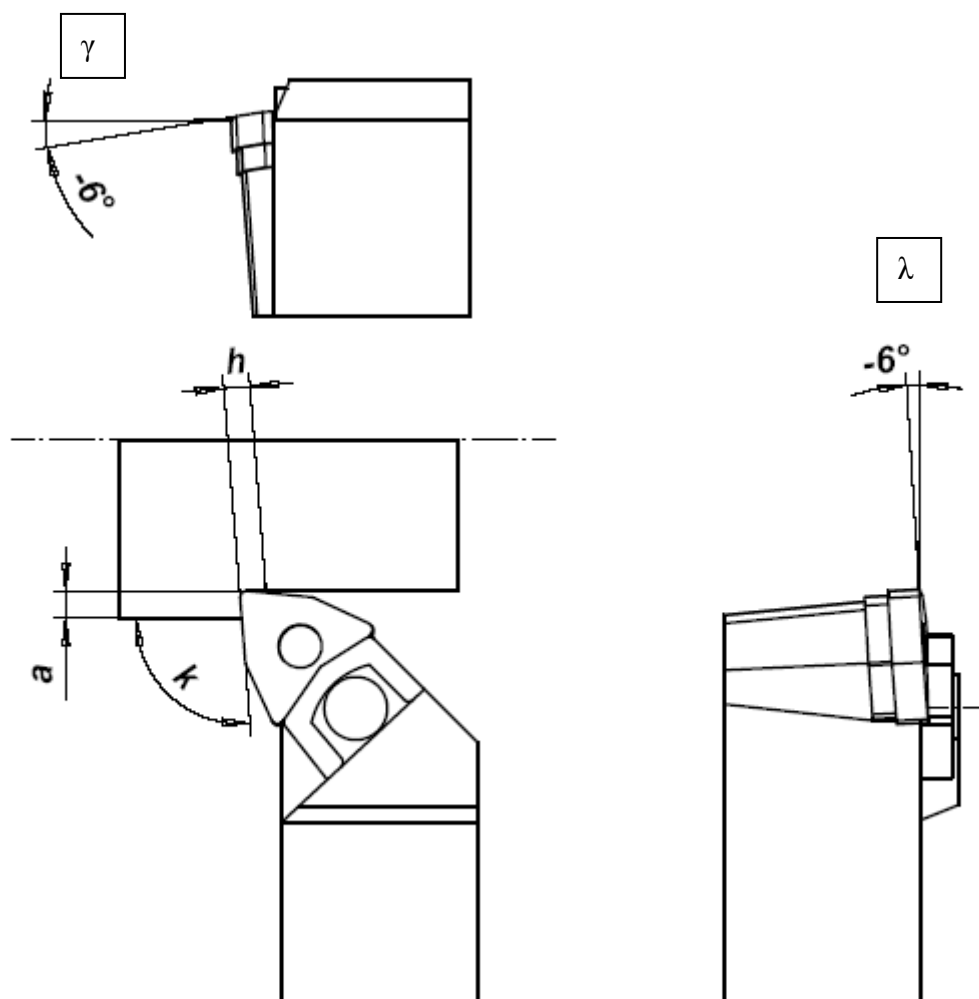
$$\text{KAAVA 10. } R_t = \frac{1000 \times f^2}{8 \times r}$$

KUVIO 8. Tarvittavat kaavat

Tarvittavat lähtöarvot ovat:

- lastuamisnopeus  $v_c = \sqrt[n]{\frac{v_{\min}}{s}}$
- syöttö  $f = \sqrt[m]{\frac{um}{r}}$
- lastuamissyvyys  $a_p = \sqrt[m]{um}$
- asetuskulma  $\kappa$
- rintakulma  $\gamma$
- viettokulma  $\lambda$

- ominaislastuamisvoima  $k_{c1.1} = \sqrt[3]{V} / \text{mm}^2$  -
- $m$  = muutospotenssi
- lastuamispaksuus  $h = f \times \sin \kappa$
- $k_i$  = voiman ja kulman korjauskerroin
- $\Delta K_i$  = terän kulmien ja ominaislastuamisvoimaa määritettäessä olleen terän kulmien erotus.
- $V =$  lastuttu tilavuus



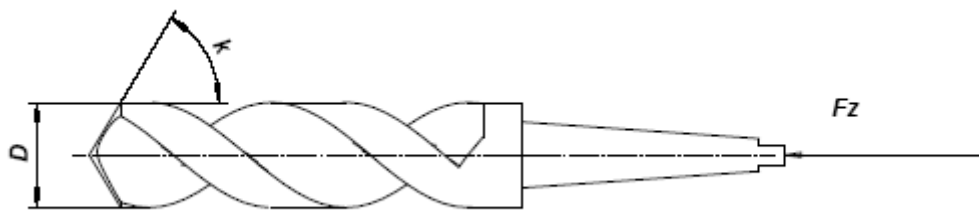
KUVIO 9. Sorvaustyökalu

Pituusliikkeen voimista porauksen syöttövoima (KUVIO 10.) voidaan laskea kuvion 8 kaavalla 7 (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 26).



Tarvittavat lähtöarvot ovat

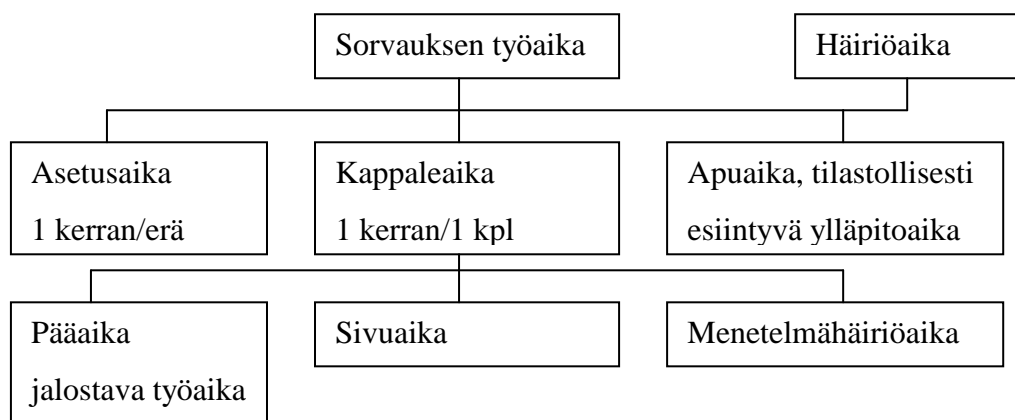
- $D$  = poran halkaisija
- $f$  = syöttö mm/kierros
- $\kappa$  = asetuskulma
- $n$  = muutospotenssi (taulukoitu eri materiaaleille)
- $k_{cf1.1}$  = porauksen ominaislastuamisvoima syötössä.



KUVIO 10. Porauksen syöttövoima  $F_z$

## 5.2 Sorvausvaiheen työajat

Sorvaustyövaiheen työaika jakaantuu asetusajaan, kappaleajaan ja apuaajaan. Lisäksi voi esiintyä ennakoimatonta häiriöaika. Häiriöaika saattaa aiheutua sähkökatkoksesta, koneen rikkoutumisesta tai työntekijöiden lakosta. Kuviossa 11 on kuvattuna työajan jakautuminen. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 49.)



Kuvio 11. Työajan jakautuminen

Asetusaika sorvauksessa koostuu tuotteen vaihdosta toiseen aiheutuvista toimenpiteistä. Asetusaika esiintyy kerran erää kohden, eli se on riippumaton eräkoosta. Kappaleaika koostuu pääajasta, sivuajasta ja menetelmähäiriöajasta. Pääaikana tapahtuu lastuaminen. Pääaika ei sorvauksessa pystytä toteuttamaan ilman sivuaikaa. Sivuaikana tarvitaan sorvaajaa käsittelemään kappaleita. Sivuaika koostuu

- työkappaleen tuomisesta koneelle ja kiinnittämisestä
- työkalujen vaihdosta koneen karaan ja pois
- koneen paikoitusliikkeistä
- mittauksista
- työkappaleen irroitukselta ja siirrosta pois koneelta.

Numeerisesti ohjatun sorvin työstöohjelmaan kuuluvat sivuajan toimenpiteistä työkalunvaihdot ja koneen paikoitusliikkeet tai pikaliikkeet. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 50.)

Menetelmähäiriöaika muodostuu menetelmään sidotuista häiriöistä, jotka ovat väistämättömiä tehokkaassa tuotannossa. Menetelmähäiriöaika voi aiheutua esim. poran katkeamisesta tai teräpalan lohkeamisesta. Apuaikana sorvin työkaluihin vaihdetaan kuluneet terät, sekä puhdistetaan ja voidellaan sorvi. Sorvaajan henkilökohtaista apuaikaa tarvitaan mm. elpymiseen, ruokailuun ja wc:ssä käyntiin. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 51.)

Aikalajeja ovat vielä ohjelma-aika ja käsiaika. Ohjelma-aikana sorvi toteuttaa työstöohjelmaa ja käsiaikana toiminnot tapahtuu manuaalisesti ohjattuna. CNC-koneiden tapauksessa pääaika on yleensä ohjelma-aikaa. Aikalajeista pääaika on ainoastaan tuottavaa aikaa. Tuottava aika pitäisi saada mahdollisimman suureksi suhteessa muihin aikalajeihin. (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 52.)

### 5.3 Aikojen määrittäminen

Lastuamisaika voidaan laskea kuvion 8 kaavalla 8. Lastuvirta sorvauksessa täytyy laskea ensin kuvion 8 kaavalla 9 ja lastuamisaikaa varten pitää laskea lastuttu ainetilavuus. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 7.)

Manuaalisorveilla tuottavaa aikaa on korkeintaan 20-30% työajasta, numeerisesti ohjatuissa koneissa tuottavaa aikaa on tavallisesti yli 50% (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 161). Lastuamishäiriöiden osuus valvotussa tuotannossa on noin 5% käytettävissä olevasta ajasta (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 168). Asetustyö on välttämätön kappaleen vaihtojen välissä. Asetustyö koostuu

- istukan leukojen vaihdosta/ sorvauksesta
- työkalujen vaihdosta revolveriin
- työkalujen korjaimien mittauksesta
- työstöohjelman kutsumisesta ja siirrosta
- ohjelman koordinaatiston nollapisteen otosta
- mahdollisesti ohjelman uudelleen käyttönoton testauksesta.

(Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 60.)

#### 5.4 Asetusajan lyhentäminen

Jotta asetus aika jäisi mahdollisimman lyhyeksi suhteessa tuottavaan aikaan

- tulisi sorvi pysäyttää ainoastaan asetuksen teon ajaksi,
- asetus pitäisi valmistella tuottavan työn aikana,
- asetuksen vaihtotarve poistetaan joustavilla koneilla ja vakioasetuksilla,
- asetustyö pitäisi pyrkiä tekemään sorvin työstöohjelman toiston aikana,
- asetuksen vaihdon voisi automatisoida mahdollisuuksien mukaan.

(Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 60.)

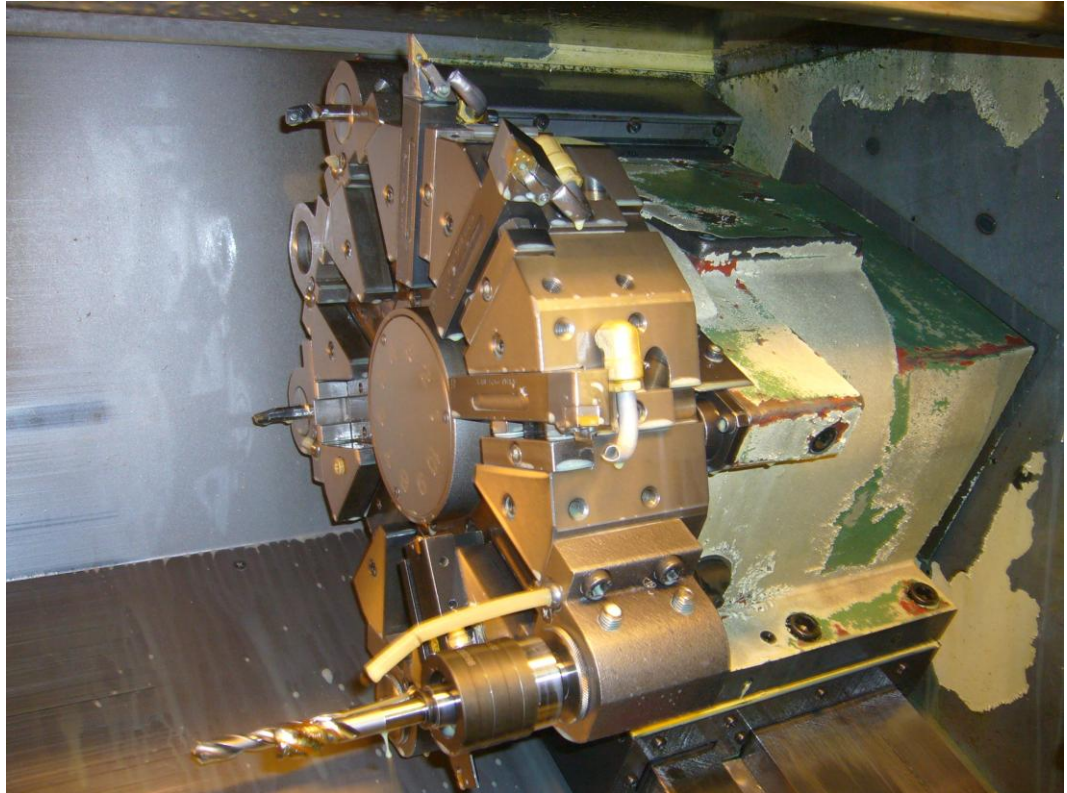
Asetusajan lyhentämiseksi tulevaan konehankintaan pitäisi pyrkiä tekemään vakiotyökaluasetus. Vakiotyökaluasetuksessa revolverissa ovat aina samat työkalut. Nämä ovat myös työkalukirjastossa ohjelmointipaikalla. Taloudellisen koneistamisen edellytys on työkalujärjestelmän määrätietoinen suunnittelu. Suunnittelulla työkalut ja terät vakioidaan, sekä niiden määrä pyritään rajaamaan juuri tarpeen mukaiseksi. Vakioasetuksen käytön yhtenä edellytyksenä sorvauksessa on työkalurevolveri, jossa on riittävästi työkalupaikkoja. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 178.)

Työkalujen vakioinnin lisäksi hankittavaan istukkaan tulisi kiinnittää huomiota. Hydraulinen istukka pienentää karaporausta ja on kalliimpi. Se on kuitenkin koneenkäyttäjälle helpompi avata ja sulkea varsinkin sarjatyössä. Hydraulisen istukan leuat pitää lähes aina irroittaa ja kiinnittää uudestaan säädettäessä kiinnitystä eri halkaisijoille, johtuen leuan lyhyestä liikkeestä. Siksi asetuksen vaihtaminen eri halkaisijalle kestää kauemmin hydraulisella istukalla kuin manuaalisella kolmileukaistukalla. Jos asetuksessa pitää vaihtaa leukoja, ottaa se aikaa myös manuaalisella istukalla. Manuaalisen kolmileukaistukan hyvänä puolena on halvempi hankintahinta.

Kun työkalut on saatu vakioitua CNC-sorville, asetustyö on helpompaa ja se liittyy jouhevasti jalostavan työhön (Lapinleimu, Kauppinen & Torvinen 1997, 61). Tämä tarkoittaa sitä, että sorvi pyörii melkein koko ajan. Sorvauksessa asetuksen tekoa on kuitenkin hankala limittää jalostavan työn kanssa. Kun istukka pyörii, ei siihen voi tehdä asetusta, eikä revolveriin voi muuttaa työkaluasetusta. Tällöin ainoastaan työkalujärjestelmän suunnitteluun ja vakiointiin keskittymällä voidaan lyhentää asetusaikaa.

### 5.5 Sorvilta vaadittavat ominaisuudet

Pikavaihtopitimillä työkalunvaihto ei ole niin nopeaa kuin revolverilla, mutta revolverin hankintahinta on korkeampi kuin pikavaihtopitimen hankintahinta. Pikavaihtopitimen hankintaa puoltaa myös, että siinä työkalupaikkojen määrää ei ole rajattu kuten revolverissa. Revolveriin ei aina voi asettaa pitkiä poria tai sisäsorvaustyökaluja, jos samalla asetuksella sorvataan esimerkiksi ulkopuolisella terällä lähellä istukkaa. Tällöin on aina huomioitava, että ulkonevat terät voivat ottaa kiinni istukkaan tai leukoihin sorvattaessa (KUVIO 12). Juuri tämä aiheuttaa työkaluasetuksen vaihtamista asetuksen teon yhteydessä. Pikavaihtopitimellä ei tätä ongelmaa ole, koska sorvissa on kiinnitettynä vain kulloinkin tarvittava työkalu.



KUVIO 12. Revolveri jossa eri mittaisia työkaluja Lahti Precisionilla.

Suunniteltaessa sorvin työkalujärjestelmää on tarkasteltava kokonaisuutta. Tähän kokonaisuuteen kuuluvat hankittava sorvi, sille suunnitellut työkappaleet ja tarvittavat työkalut. Työkappaleiden osalta vaikuttavat niiden materiaalien lastuttavuus, käsittely, mekaaniset ominaisuudet ja mikrorakenne. Myös kappaleiden muoto, mitat ja työvarat on huomioitava. Muotojen, kuten ympyrän kaarien kohdalla on valittava teräkulma, jolla on riittävä luoksepäästävyys. Mittoja tulee tarkastella esimerkiksi reikä sorvauksessa, koska työkalujen ulottuvuudet on rajallisia. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 178.)

Työvarat on huomioitava etenkin jos joudutaan tekemään raskasta aineenpoistoa. Kappaleiden toleranssit vaikuttavat terän valintaan. Pinnanlaatuvaatimuksen kohdalla toleranssi vaikuttaa teräpalan nirkonsäteen valintaan. Työstökoneen tyyppi, teho ja kunto vaikuttavat myös. Tehokas ja tukeva kone tarvitsee raskaaseen työstöön sopivat työkalut, jotta koneesta saadaan paras hyöty. Myös asetusta on tarkasteltava, koska sorvin revolveriin ei käy kaikki erilaiset työkalut keskenään. Suunnittelussa on huomioitava vielä työkalutoimittajan tarjonta ja saatavuus, sekä las-tuamisarvot. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 178-179.)

Suurin lastuamissyvyys rouhinnassa määrittää teräpalan koon. Teräpalan nirkonsäteen valintaan vaikuttaa teräpalan kestävyys rouhinnassa sekä viimeistely sorvauksessa pinnanlaatu vaatimus. Suurempi nirkonsäde tekee teräpalan nurkasta lujemman, mutta hyvään pinnanlaatuun pääsemiseksi on nirkonsäteen oltava pienempi. Sorvauksessa syöttö suhteutetaan nirkonsäteeseen. Rouhinnassa käytettävät syöttö ja nirkonsäde ovat suurempia kuin viimeistelyssä käytettävät syöttö ja nirkonsäde. Suositus onkin, että syötön suuruus on enintään puolet nirkonsäteestä. Teoreettinen pinnankarheus voidaan laskea kuvion 8 kaavalla 10. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 181-182.)

#### 5.6 Terävarsien ja -palojen valinta

Eri halkaisijoille sopivia sisäSORVAUSTYÖKALUJA tarvitaan hieman useampi kuin ulkosORVAUSTYÖKALUJA. SisäSORVAUSTYÖKALULTA edellytetään yhtä aikaa tukevuutta ja pientä halkaisijaa. Tukevuutta tarvitaan tehokkaaseen koneistukseen ja pientä halkaisijaa, jotta työkalulla voidaan sorvata pieniäkin reikiä. SisäSORVAUSTYÖKALUA valittaessa, parhaaseen lopputulokseen päästään kun valitaan mahdollisimman tukeva varsi ja pienin mahdollinen vapaa ulokepituus. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 185).

## 6 INVESTOINTILASKENTA

### 6.1 Investoinnin kannattavuuden tekijät

Investoinnin kannattavuuteen vaikuttaa perusinvestointi. Perusinvestointi sisältää hankinnoista, työtunneista ja muista kuluista muodostuvat kokonaiskustannukset ennen koneen tuotantokäyttöä. Perusinvestointi on siis muodostuneet kulut ennen koneen tuottamia kassavirtoja. (Leppiniemi & Puttonen 2002, 79.)

Investoinnista saatavat nettotulot vaikuttavat myös kannattavuuteen. Jos investoinnin tuottamat nettotulot kattavat perusinvestoinnin, voi investoinnin luonnehtia kannattavaksi. Vuosittainen nettotuotto koostuu tulojen lisäksi myös investoinnin käyttömenoista. Juoksevat tulot muodostuvat myyntituloista tai kustannussäästöistä. Kustannussäästöihin pyrkivää investointia kutsutaan rationalisointi-investoinniksi. (Leppiniemi & Puttonen 2002, 79-80.)

Uponneisiin kustannuksiin ei pidä kiinnittää huomiota. Uponneet kustannukset ovat kustannuksia, jotka ovat jo aiheutuneet eikä niihin voi vaikuttaa investoinilla. Sen sijaan pitää keskittyä tarkastelemaan vaihtoehtoiskustannuksia. Vaihtoehtoiskustannus on paras mahdollinen tuotto, joka jää saamatta jos investointia ei tehdä. (Leppiniemi & Puttonen 2002, 80.)

Kannattavuudessa suuri merkitys on investoinnin pitoajalla. Pitoaikana investointi tuottaa kassavirtoja. Pitoaikaa on hyvin vaikea arvioida, koska CNC-sorvin käyttöä voidaan pidentää paljonkin huolto- ja korjaustoimenpiteillä. Investoinnin jäännösarvolla pitoajan lopussa ei ole juurikaan merkitystä. Yleensä sitä ei edes oteta huomioon (Leppiniemi & Puttonen 2002, 80-81). Jäännösarvolla tarkoitetaan arviota, joka perusinvestoinnista saadaan myyntitulona pitoajan päättyessä (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 218).



Laskentakorko on huomioitava myös investoinnissa. Yritys joutuu maksamaan investointia rahoittaessaan kustannuksia, jotka perustuvat laskentakorkoon. Kyseessä on siis pääoman kustannus. Vieraanpääoman kustannus määräytyy viitekoron perusteella, riskilisiä huomioiden. Sijoittajien tuottovaatimus määrää oman pääoman kustannuksen. Tuottovaatimuksen määräytyminen on yksi rahoitusteorian vaikeimmista kysymyksistä. (Leppiniemi & Puttonen 2002, 81.)

## 6.2 Investointilaskentamenetelmät

Investointilaskentamenetelmiä on olemassa viisi. Peruslaskentamenetelmiä ovat nykyarvomenetelmä, annuiteettimenetelmä ja sisäisen korkokannan menetelmä. Yksinkertaistettuja menetelmiä ovat pääoman tuottoastemenetelmä ja takaisinmaksuajan menetelmä. Edellisessä kappaleessa käsitellyt perusinvestointi, tuotot, kustannukset, laskentakorkokanta, pitoaika ja jäännösarvo ovat investointilaskelmien edellyttämiä lähtötietoja. Investoinnin kannattavuuden arvioinnissa täytyy myös huomioida tekijät, joita ei pystytä sisällyttämään laskentamenetelmiin. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 213-214.)

Tarvittavat lähtöarvot ovat

- perusinvestointi,
- vuotuinen kustannussäästö/ nettotuotto,
- pitoaika,
- jäännösarvo,
- laskentakorkokanta.

KAAVA 1.11. nykyarvotekijä x vuotuinennettotuotto – perusinvestointi = NNA

KAAVA 2.12. vuotuinennettotuotto – annuiteettitekijä x perusinvestointi = +/-

KAAVA 3.13. perusinvestointi / vuotuinennettotuotto = nykyarvotekijä (korkoprosentti)

KAAVA 4.14. poisto = (perusinvestointi – jäännösarvo) / pitoaika

KAAVA 5.15. ((vuotuinennettotuotto – poisto) / perusinvestointi) x 100% = ROI

KAAVA 6.16. perusinvestointi / vuotuinennettotuotto = takaisinmaksuaika (tarkennus jaksollisten maksujen diskonttaustekijän taulukosta)

KUVIO 13. Investointilaskentamenetelmien kaavat

### 6.2.1 Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmässä investoinnista aiheutuvat tuotot ja kustannukset diskontataan laskentakorkokannalla nykyhetkeen. Diskonttaamalla lasketaan tulevaisuuden rahamäärän nykyarvo (Leppiniemi & Puttonen 2002, 82). Jos tällä laskentamenetelmällä saatu nykyarvojen summa on positiivinen, investointi on kannattava. Jos tulos on positiivinen, on myös investoinnin aiheuttamien nettotuottojen nykyarvo ja jäännösarvo suurempi kuin perushankinnasta aiheutuvat kustannukset. Laskentakorkokantaa eli tuottovaatimusta korotettaessa, täytyy tulovirran myös nousta, jotta investointi on kannattava. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 218.)

Nettonykyarvoa laskettaessa jaksollisten maksujen nykyarvotekijän ja vuotuisen nettotuoton tulosta vähennetään perusinvestointi (KUVION 13 KAAVA 1). Jaksollisten maksujen nykyarvotekijät ovat liitteessä kuusi. Tulos on nettonykyarvo eli NNA, ja siinä perussääntö kuuluu:

- hyväksy investointi, jos  $NNA \geq 0$
- hylkää investointi, jos  $NNA < 0$  (Leppiniemi & Puttonen 2002, 88).

### 6.2.2 Annuiteettimenetelmä

Annuiteettimenetelmällä perusinvestointi jaetaan pitoajan vuosille, yhtä suuriksi kustannuseriksi. Annuiteetti eli vuosierä muodostuu poistoista ja käytettävän laskentakorkokannan mukaisista korkokustannuksista. Annuiteettimenetelmällä laskettuna investointi on kannattava, jos vuotuiset nettotuotot ovat suuremmat tai yhtäsuuret kuin annuiteetit. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 220.)

Annuiteettitekijät saadaan annuiteettitekijäntaulukosta (liite 7). Annuiteetti on annuiteettitekijän ja perusinvestoinnin tulo. Annuiteettimenetelmällä laskettaessa vuotuisesta nettotuotosta vähennetään annuiteetti (KUVION 13 KAAVA 2). Tämä on tavallaan käännteinen menetelmä nykyarvomenetelmälle. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 220.)

### 6.2.3 Sisäisen korkokannan menetelmä

Sisäisen korkokannan menetelmässä perusinvestointi jaetaan vuotuisella nettotuotolla (KUVION 13 KAAVA 3). Sitten saatua arvoa vastaava korkoprosentti haetaan jaksollisten maksujen nykyarvotekijän taulukosta (liite 6), pitoajan kohdalla. Jos asetettu tuottovaatimus on yhtä suuri tai pienempi kuin laskennalla saatu tulos, on investointi kannattava. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 221.)

### 6.2.4 Pääoman tuottoastemenetelmä

Pääoman tuottoaste eli ROI (Return on investment) on yksinkertaistettu sisäisen korkokannan menetelmä. ROI saadaan jakamalla tyypillinen vuotuinen nettotuotto investoidulla pääomalla. Pääoman tuottoaste menetelmässä on jätetty suoritusten eriaikaisuus pois laskelmista. Eli tämä menetelmä ei ota huomioon rahan aika-arvoa. Tilalle on otettu investoinnin poistot. Tämä menetelmä on yksinkertainen ja

usein riittävän tarkka. Etenkin silloin kun lähtöarvot ovat epävarmoja. Tällöin investointipäätöksen tekijää ei hyödytä täsmällinen laskenta. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 222.)

Poisto saadaan jakamalla perusinvestoinnin ja jäännösarvon erotus pitoajalla (KUVION 13 KAAVA 4). Tässä menetelmässä vuotuisesta nettotuotosta pitää vähentää poisto. Pääoman tuottoprosentti lasketaan kuvion 13 kaavalla 5. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 222.)

#### 6.2.5 Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksuajan menetelmällä selvitetään, kuinka monen vuoden kuluttua investointi on maksanut itsensä takaisin. Takaisin maksuaika saadaan jakamalla perusinvestointi vuotuisella nettotuotolla. Tästä saatu tulos kertoo ajan vuosissa, jolloin yhteenlasketut nettotuotot kattavat perusinvestoinnin. Menetelmä on yksinkertainen, mutta se ei ota huomioon rahan aika-arvoa. Menetelmää voidaan kuitenkin tarkentaa ottamalla korko huomioon liitteen kuusi jaksollisten maksujen nykyarvotekijöitä käyttämällä. Kun korko huomioidaan, takaisinmaksuaika on realistisempi. (KUVION 13 KAAVA 6.)

Takaisinmaksuajan menetelmä ei niinkään kerro kannattavuutta vaan pikemminkin rahoitusvaikutuksia. Tiukassa taloustilanteessa rahoitusvaikutukset voivat olla tärkein tekijä investointipäätöstä tehtäessä. Investointi on sitä parempi, mitä nopeammin se maksaa itsensä takaisin. Tämä menetelmä ei kuitenkaan ilmaise, että mitä tapahtuu takaisinmaksuajan jälkeen. Silloin työstökoneella on vielä arvoa ja se voi jatkaa vielä kauan tuottavan työn tekoa. Takaisinmaksuajan menetelmän tulosta voidaan kuitenkin käyttää muiden menetelmien tulosten tukena arvioitaessa investointia. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 223.)

## 7 TYÖSTÖKONEHANKINTA LAHTI PRECISION OY:SSÄ

### 7.1 Sorvin kokoluokan määrittäminen

Lasketaan sorvin päämoottorin teho, esimerkkinä Lahti Precisionilla sorvattava akseli (KUVIO 5). Materiaali on S355, joka aikaisemman standardin mukaan oli Fe500 tai Fe52. Työkaluna on Lahti Precisionilla käytetty negatiivinen 80 asteen kärkikulmalla oleva kovametalliterä (KUVIO 9). Syöttö ja lastuamissyvyys ovat kevyen rouhinnan alueelta. Materiaalin Fe 500 ominaislastuamisvoiman taulukkoarvo on 1990N/neliömillimetri, se on määritetty kuuden asteen rintakulmalla ja miinus neljän asteen viettokulmalla. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 17). Arvot ovat

- Päälastuamisvoima  $F_y$ ,
- Lastuamisnopeus  $v_c = 120m/\text{min} = 2m/s$ ,
- Syöttö  $f = 0,3mm/r$ ,
- lastuamissyvyys  $a_p = 3mm$ ,
- asetuskulma  $\kappa = 95^\circ$ ,
- rintakulma  $\gamma = -6^\circ$ ,
- viettokulma  $\lambda = -6^\circ$ ,
- ominaislastuamisvoima (S355)  $k_{cl.1} = 1990N/mm^2$ ,
- $m=0,26$  kun  $\gamma=6^\circ$  ja  $\lambda=-4^\circ$ ,
- lastuamispaksuus  $h = f \times \sin \kappa$ .

$$\text{KAAVA 1. } A = a_p \times f = 3\text{mm} \times 0,3\text{mm} = 0,9\text{mm}^2$$

$$\text{KAAVA 2. } k_c = k_{c1.1} \times h^{-m} = 1990 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times (0,3 \times \sin 95^\circ)^{-0,26} = 2724 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

KAAVA 3.

$$k_c = k_c \times (1 - k_i(\Delta K_i))$$

$$k_c = 2724 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times (1 + 0,015 \times 12) \times (1 + 0,015 \times 2) = 3311 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- $k_i$  = voiman ja kulman korjauskerroin
- $\Delta K_i$  = terän kulmien ja ominaislastuamisvoimaa määrittäessä olleen terän kulmien erotus.

$$\text{KAAVA 4. } F_y = A \times k_c = 0,9\text{mm}^2 \times 3311 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 2980\text{N}$$

$$\text{KAAVA 5. } P_L = F_y \times v_c = 2,98\text{kN} \times 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5,96\text{kW}$$

$$\text{KAAVA 6. } P_M = \frac{P_L}{\eta} = \frac{5,96\text{kW}}{0,8} = 7,45\text{kW}$$

KAAVA 7.

$$F_z = 40\text{mm} \times \left( \frac{0,2\text{mm}/r}{2} \times \sin 59^\circ \right)^{1-0,29} \times 1250 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 8739\text{N} \approx 8,74\text{kN}$$

$$\text{KAAVA 8. } \frac{60\text{s}}{8000\text{mm}} \times 300\text{mm} \times 28 = 63\text{s}$$

$$\text{KAAVA 9. } R_t = \frac{1000 \times f^2}{8 \times r} = \frac{1000 \times 0,1^2}{8 \times 0,4} = 3,125$$

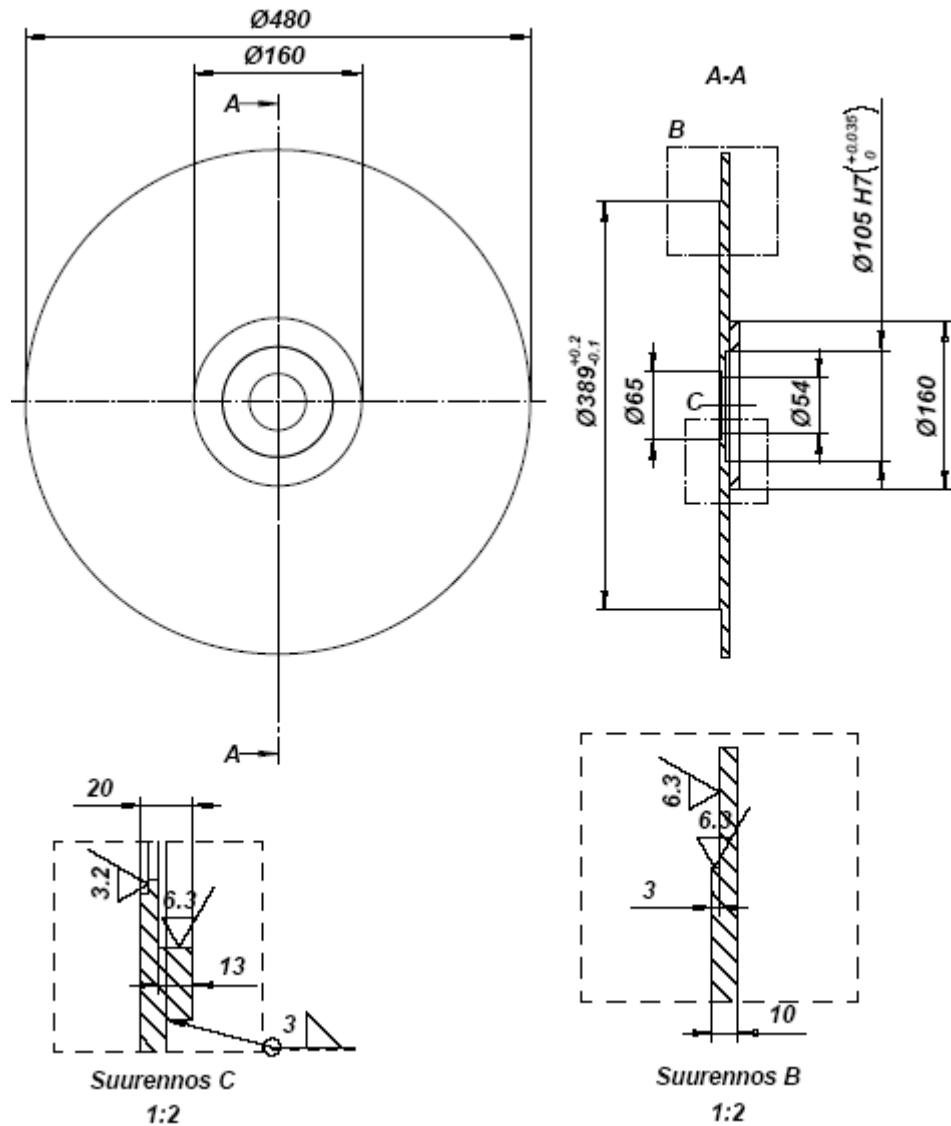
KUVIO 14. Kaavoja

Lastun poikkipinta-ala lasketaan kuvion 14 kaavalla 1. Ominaislastuamisvoima lasketaan kuvion 14 kaavalla 2.

Ominaislastuamisvoimassa pitää huomioida myös geometrian muutos, koska taukkoarvo on määritetty hieman positiivisemmalla rinta- ja viettokulmalla. Negatiivisempien kulmien käyttö lisää tehontarvetta. Rinta- ja viettokulman vaikutus lasketaan kuvion 14 kaavalla 3. Korjauskerroin on 0,015 eli 1,5%. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 19.)

Päälastuamisvoima lasketaan kuvion 14 kaavalla 4 ja lastuamisteho kuvion 14 kaavalla 5. Päämoottorilta vaadittava teho lasketaan kuvion 14 kaavalla 6, joka huomioi hyötysuhteen 0,8.(Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 21.)

Lahti Precision Oy:ssä on jo alustavasti pyydetty hinnasto sorvista Crontek Oy:ltä, joka on toimittanut nc-sorvit heille. Kyseessä on Englantilainen Harrison cnc-kärkisorvi. Sorvin kärkiväli on 1 250 mm, pyörintähalkaisija kelkan päällä on 245 mm ja rungon päällä 400 mm (liite 2.). Tähän tarkasteluun otetuista Lahti Precision Oy:n kappaleista pisin on 730 mm pitkä ja se sorvataan halkaisija 50 mm akselista, eli sellainen sopii tähän koneeseen. Suurin kappaleen halkaisija liitteessä yksi on 480 mm, ja aihion paksuus on 20 mm. Kyseinen kappale on kansi (KUVIO 15). Tarjotun sorvin kidassa pyörintähalkaisija on 585 mm ja poikkiluistin liike on 245 mm. Näin tarkasteltuna suurin kappale mahtuisi pyörimään kidassa ja sorvin ilmoitettu poikkiluistin liike ulottuisi vaadittuun halkaisijaan 480 mm. Näin suuren kappaleen kiinnittäminen onnistuu kyseisessä sorvissa vain kappaleen 160 mm olakkeesta kiinnittämällä, jos sorvi varustetaan halkaisijaltaan 250 mm kolmileukaistukalla.



KUVIO 15. Kansi

Harrison sorvin karamoottorin tehoksi ilmoitetaan 7,5 kW, joka riittää laskennallisen vaatimuksen olessa 7,45 kW. Teho laskettiin käyttämällä kevyen rouhinnan syöttö ja lastunpaksuusarvoja. Lastuamistavoista kevyen rouhinnan työstöarvot ovat syöttö 0,2-0,5 mm/kierros ja lastunpaksuus 2,0-4,0 mm. Rouhintaa alueen arvoilla syöttö on 0,4-1,0 mm/kierros ja lastunpaksuus 4,0-10,0 mm. (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997,182.)

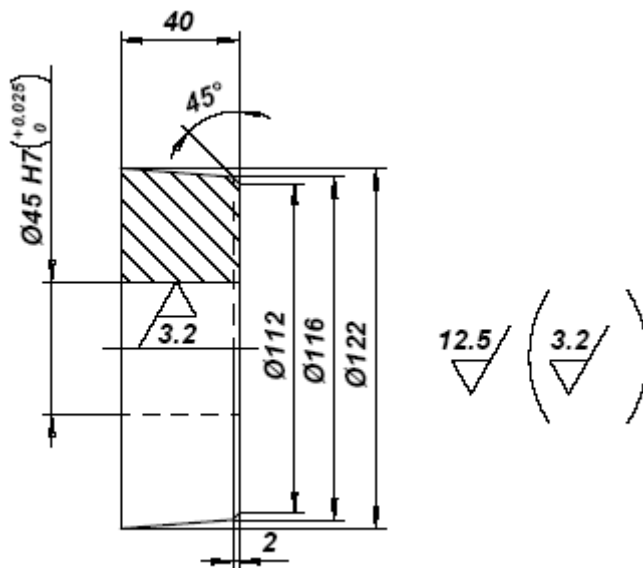
Rouhinnan arvoilla syöttö 0,4 mm/kierros ja lastunpaksuudella 4,0 mm laskettuna sekä edellisellä terägeometrialla, päämoottorin tehontarpeeksi tulee 13 kW. Harrisonin tehon ollessa 7,5 kW, se siis soveltuu hieman kevyempään työstöön. Liit-



teessä kaksi on myös ilmoitettu sorvin pituusliikkeen syöttövoima, joka on 12,29 kN.

Tarkasteltavista Lahti Precision Oy:n kappaleista, yksi suurimmista porattavista rei'istä on nimikkeessä Pyörä (KUVIO 16.). Siinä aihiona on halkaisijaltaan 130 mm pyörötanko, jonka pituus on 45 mm ja materiaali S355JO. Aihioon porataan sorvissa 40 mm kierukkaporalla reikä, sisäpuolista viimeistely koneistusta varten. Pikateräsporran kärkikulma terästä porattaessa on 118 astetta ja syöttö 0,2-0,3 mm/kierros. Kierukkaporalla porattaessa materiaalille S355, ominaislastuamisvoima syötössä on 1 250 N/neliömillimetri ja muutospotenssi  $n$  on 0,29 (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 27). Lasketaan porauksen syöttövoima (KUVION 14 KAAVA 7).

Harrisonissa pituusliikkeen syöttövoima on 12,29kN, ja laskettu vaatimus on 8,74kN. Voima riittää tässä Lahti Precisionin tapauksessa hyvin, kun kierukkapora on kiinnitettyä työkaluvaihtajaan, jota pituusliike liikuttaa.



KUVIO 16. Pyörä

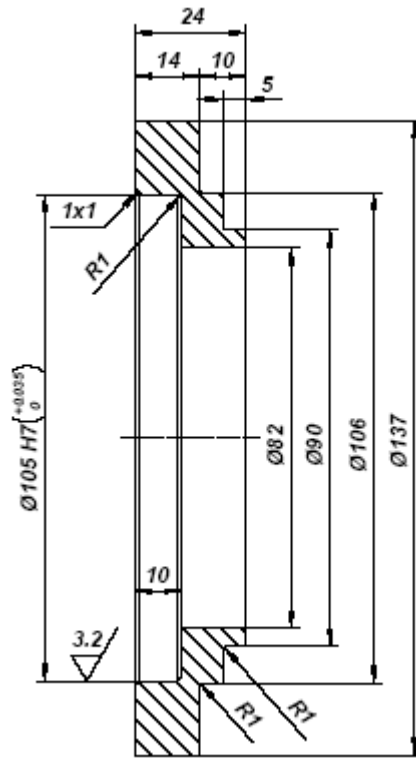
Harrison CNC-kärkisorvi soveltuu näille Lahti Precisionin tuotteille tarkasteltujen ominaisuuksiensa puolesta. Sen hankintahinta on 49770 euroa, ja alustavasti sen arvioidaan varusteineen ja työkaluineen maksavan noin 70 000 euroa (liite 2).

Tuota summaa voisi käyttää investointilaskelmissa, mutta kustannusten tarkempi tarkastelu selventäisi tilannetta. Lastuamisajan laskemisessa pitää ottaa huomioon tämän sorvin teho, eli pitää käyttää tehon sallimia lastuamisarvoja.

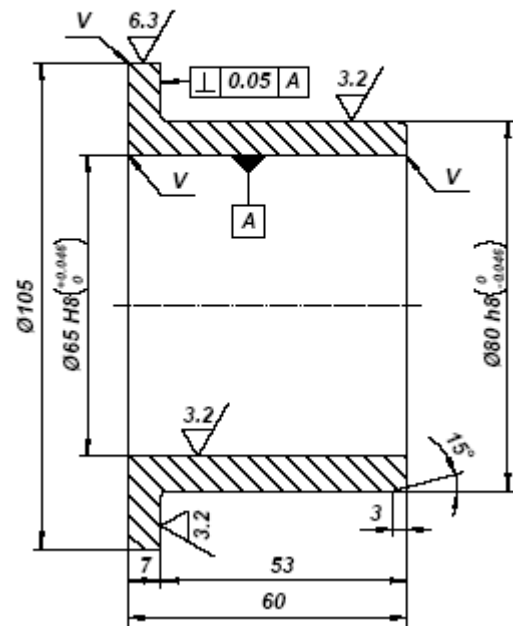
## 7.2 Sorvauksen tehostaminen Lahti Precision Oy:ssä

Lahti Precision Oy:n tuotannossa sorvataan pieniä sarjoja ja tuotevariaatiot vaihtelevat hyvin paljon. Sorvattavien tuotteiden erilaisuus johtuu aina asiakaskohtaisista vaatimuksista, joihin yritys pyrkii aina vastaamaan. Tosin viime aikoina Lahti Precision on pyrkinyt tarjoamaan asiakkaille vakioituja ratkaisujaan, jotta säästettäisiin suunnittelu ja muissa kustannuksissa. Sorvauksessa pienet eräkoot ja vaihtuvat tuotteet aiheuttavat Lahti Precisionilla paljon asetusten tekoa suhteessa tuotetaan lastuamisaikaan.

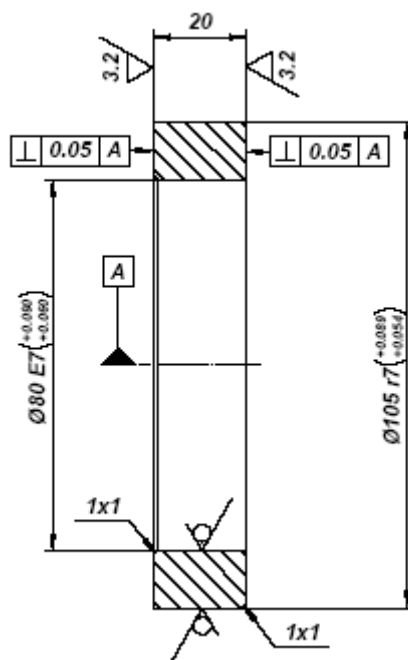
Kuvioissa 17, 18 ja 19 on Lahti Precisionin sorvattavista osista Jousenpidin, jossa materiaalina on S355 ainesputki halkaisijaltaan 140/80 mm, Holkki, jonka materiaali on ruostumaton ainesputki halkaisijaltaan 118/63 mm ja Tiivisterengas, materiaalina öljypronssi holkki halkaisijaltaan 105/80 mm. Näitä jokaista on sorvattu yksi kappale työnumerolle 31210118, ja aikaa on kulunut 5,7 tuntia. (liite 1.)



KUVIO 17. Jousenpidin



KUVIO 18. Holkki

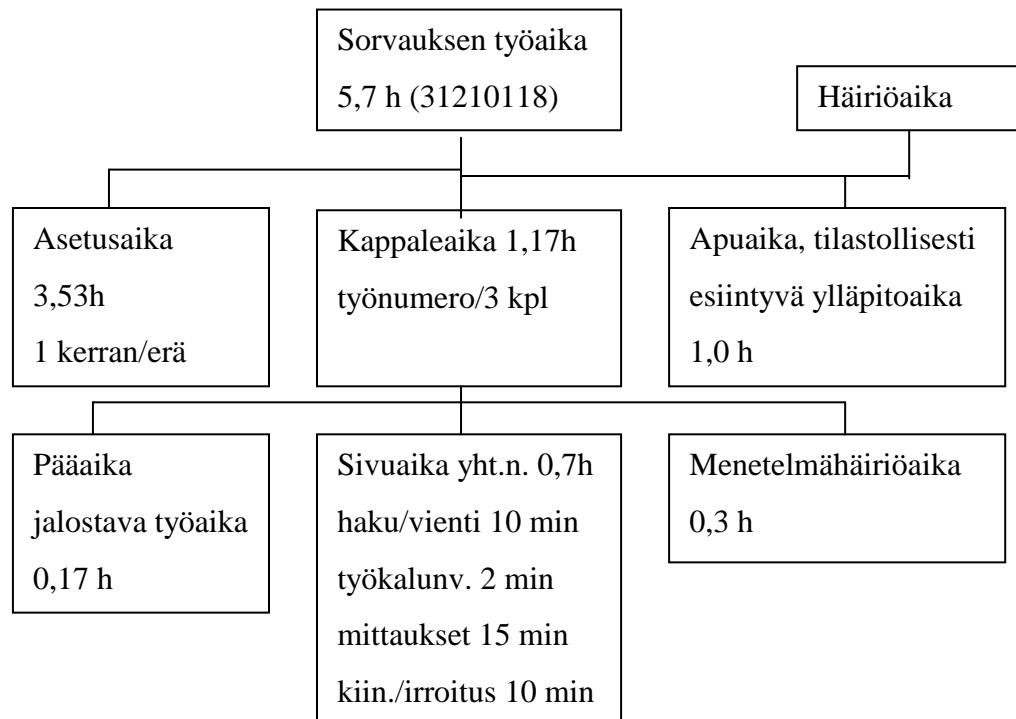


KUVIO 19. Tiivisterengas

Lasketaan tarkasteltujen Jousenpidin, Holkki ja tiivisterengas lastuamisaika (liite 3). Yhteensä lastuamisaikaa tuli 0,17 tuntia. Tässä vaiheessa on vaikea arvioida, mistä johtuu näin lyhyt tuottava lastuamisaika suhteessa pitkään kokonaistyöai-

kaan. Lahti Precisionin koneistusosastolla asetusten tekoon menee suuri osuus työajasta. Asetusaikaa voitaisiin Lahti Precisionin tuotannossa saada lyhyemmäksi parannuksilla työnopastaja Timo Lehden (2009) mukaan.

Kuviossa 20 on määritettyä tämän työnumeron kappaleaika, joka on 21 prosenttia kokonaistyöajasta.



KUVIO 20. Sorvauksen työaika.

Kuviossa 20 on sivuajasta kappaleen haku ja vienti, mittaukset, kiinnitys ja irroitus sekä apuaika arvioitu. Muut ajat ovat laskennallisia aikoja. Apuaikaa kertyy teräpalojen vaihtamisesta, koneen puhdistuksesta ja voitelusta, sekä kahdesta kahvitauoista yhteensä tunnin verran. Menetelmähäiriöaikaa on laskettu 5% työajasta. Sivu- ja apuajan aika-arvot on arvioitu koneistuskokemuksen perusteella, ja niitä pidetään oikeina arvioina Lahti Precision Oy:n koneistusosastolla.

Sivuaikaa kertyy kappaleiden hakemisesta koneelle ja niiden kiinnittämisestä, työkalun vaihto liikkeistä, mittauksista ja kappaleen irroituksesta. Lahti Precisionilla sahaaja tuo aihiot koneistusosastolle sorvien läheisyyteen, joten sorvaa-

jalle kappaleiden siirtoa tulee noin 5 metriä. Kiinnityksiä ja irrotuksia tässä työssä tehdään 10 kappaletta, kaksi aihiota joudutaan kääntämään ja yksi pistetään poikki pitkästä aihioista yhdellä kiinnityksellä (liite 3).

Työkalua pitää vaihtaa 14 kertaa, eli vaihtoasemaan ja pois liikutaan 28 kertaa. Mikäli tämä työ olisi tehty tarkastellun Harrisonin kaltaisella sorvilla, on sen pikaliikenopeus 8 metriä minuutissa. Jos työkalua käytäisiin vaihtamassa 300 millimetrin päässä, kertyy aikaa kuvion 14 kaavalla 8 laskettuna 63 sekuntia.

Työkaluasema vaihtuu revolverissa kolmessa sekunnissa, eli yhteensä työkalunvaihto liikkeistä kertyy noin 2 minuuttia. Koska kyseessä on kolme erilaista kappaletta täytyy jokaisen kiinnityksen jälkeen tehdä nollapisteen otto, se voidaan sijoittaa asetusajaksi. Mittauksia pitää tehdä vähintään jokaisen toleroidun mitan osalta joita on kolme kappaletta. Harrison tullaan alustavasti varustamaan kolmileukaistukalla, joten kolmen kappaleen kiinnityksiin ja irrotuksiin kuluu noin 10 minuuttia. (KUVIO 20.)

Jos tällä työnumerolla ei ole ollut häiriöaikaa, asetusajan osuudeksi jää noin 3,5 tuntia. Asetustyö on välttämätön kappaleen vaihtojen välissä.

### 7.3 Tavoite

Lahti Precision Oy: ssä sorvaaja joutuu usein purkamaan teriä pois revolverista ja asettamaan uusia teriä. Siksi asetusajan lyhentämiseksi tulevaan konehankintaan pitäisi pyrkiä tekemään vakio työkaluasetus.

Työkalujen vakioinnin lisäksi hankittavaan istukkaan tulisi kiinnittää huomiota. Liitteessä kaksi Harrisoniin on valittavissa hydraulinen kolmileukaistukka tai manuaalinen kolmileukaistukka. Hydraulinen istukka pienentää karaporausta 8mm ja on kahdeksan kertaa kalliimpi. Se on kuitenkin koneenkäyttäjälle helpompi avata ja sulkea varsinkin sarjatyössä. Hydraulisen istukan leuat pitää lähes aina irroittaa ja kiinnittää uudestaan säädettäessä kiinnitystä eri halkaisijoille, johtuen leuan

lyhyestä liikkeestä. Siksi asetuksen vaihtaminen eri halkaisijalle kestää kauemmin hydraulisella istukalla kuin manuaalisella kolmileukaistukalla. Jos asetuksessa pitää vaihtaa leukoja, ottaa se aikaa myös manuaalisella istukalla. Manuaalisen kolmileukaistukan hyvänä puolena on halvempi hankintahinta. Sen hankkimista puoltaa myös yksittäiskappaleiden sorvaus, jollaista esiintyy paljon Lahti Precisionin tuotannossa.

Lahti Precision Oy: ssä työkalut voidaan vakioida hankittavaan sorviin. Sorvauksessa asetuksen tekoa on kuitenkin hankala limittää jalostavan työn kanssa. Kun istukka pyörii, ei siihen voi tehdä asetusta, eikä revolveriin voi muuttaa työkaluasetusta. Tällöin ainoastaan työkalujärjestelmän suunnitteluun ja vakiointiin keskittymällä voidaan lyhentää asetusajaa.

#### 7.4 Koneelta vaadittavat ominaisuudet

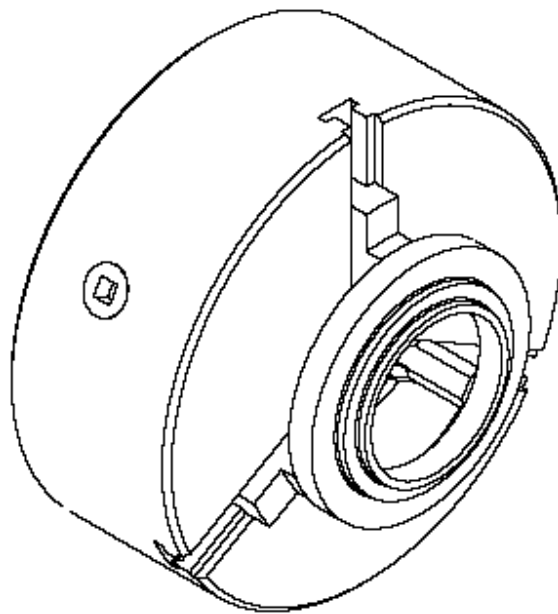
Lahti Precision Oy:n työnopastaja Timo Lehden (2009) mukaan Harrison kannattaisi varustaa työkalujärjestelmän osalta pikavaihtopitimillä, joihin vakioitaisiin tarvittavat työkalut. Pikavaihtopitimillä työkalunvaihto ei ole niin nopeaa kuin revolverilla, mutta revolverin hankintahinta on kymmenen kertaa korkeampi kuin pikavaihtopitimen hankintahinta. Liitteessä kaksi Harrisoniin on saatavissa kahdeksanpaikkainen työkalurevolveri, tai pikavaihtopidin. Pikavaihtopitimen hankintaa puoltaa myös, että siinä työkalupaikkojen määrää ei ole rajattu kuten revolverissa. Revolveriin ei aina voi asettaa pitkiä poria tai sisäsorvaustyökaluja, jos samalla asetuksella sorvataan esimerkiksi ulkopuolisella terällä lähellä istukkaa. Tällöin on aina huomioitava, että ulkonevat terät voivat ottaa kiinni istukkaan tai leukoihin sorvattaessa (KUVIO 12). Juuri tämä aiheuttaa Lahti Precisionilla työkaluasetuksen vaihtamista asetuksen teon yhteydessä. Pikavaihtopitimellä ei tätä ongelmaa ole, koska sorvissa on kiinnitettynä vain kulloinkin tarvittava työkalu.

Lahti Precision Oy:n koneistusosastolla ollaan myös vakuuttuneita siitä, että Harrison kannattaisi varustaa manuaalisella kolmileukaistukalla. Tällöin kiinnitys asetuksen teon koetaan yleisesti olevan helpompaa, etenkin kun kyseessä on yhden

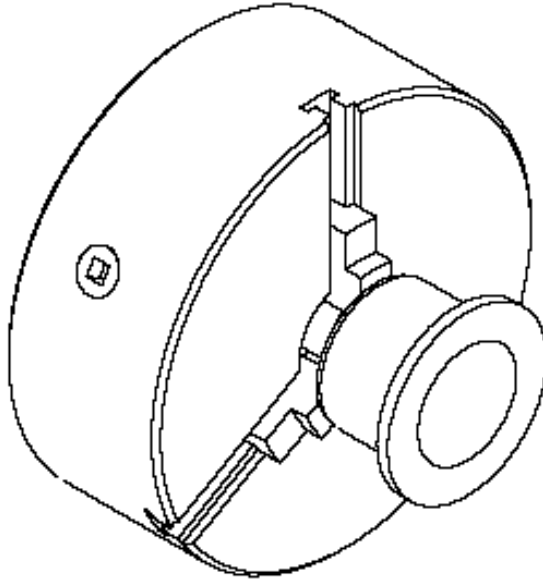
kappaleen sorvaus. Istukkaan pitää hankkia kovien leukojen lisäksi myös pehmeät leuat, jotka tarvittaessa sorvataan kappaleen mukaisesti. Pehmeillä leuoilla tehdään kiinnitys kun kappaleen pintaan ei saa tulla jälkiä, tai lieriön kiinnityspinta on niin lyhyt, että tarvitaan kappaleen taakse taso tukemaan sitä.

### 7.5 Asetusajan lyhentäminen

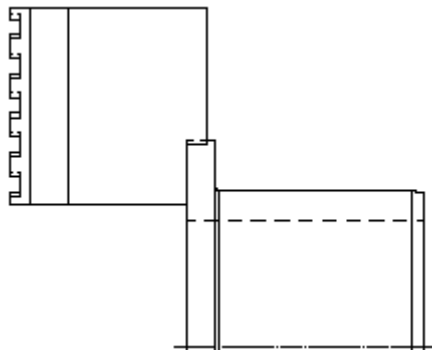
Tarkastellaan työn numeron 31210118 mukaisia nimikkeitä jousenpidin, holkki ja tiivisterengas. Jos nämä sorvattaisiin Harrisonilla, joka on varustettu kolmileukaistukalla ja pikavaihtopitimillä, muodostuisi asetustyö seuraavanlaiseksi. Kiinnityksiä pitäisi tehdä viisi kappaletta. Jousenpidin pitäisi kiinnittää kaksi kertaa. Jos se kiinnitettäisiin ensin reiästä (KUVIO 21) kovilla leuoilla, voitaisiin myös holkin ensimmäinen kiinnitys tehdä samoilla leuoilla (KUVIO 22). Myös Tiivisterenkaan aihio voidaan kiinnittää näillä leuoilla. Tämän jälkeen pitäisi kuitenkin vaihtaa pehmeät leuat ja sorvata ne, sekä jousenpitimen että holkin mukaiseksi (KUVIO 23).



KUVIO 21. Jousenpitimen kiinnitys kolmileukaistukkaan.



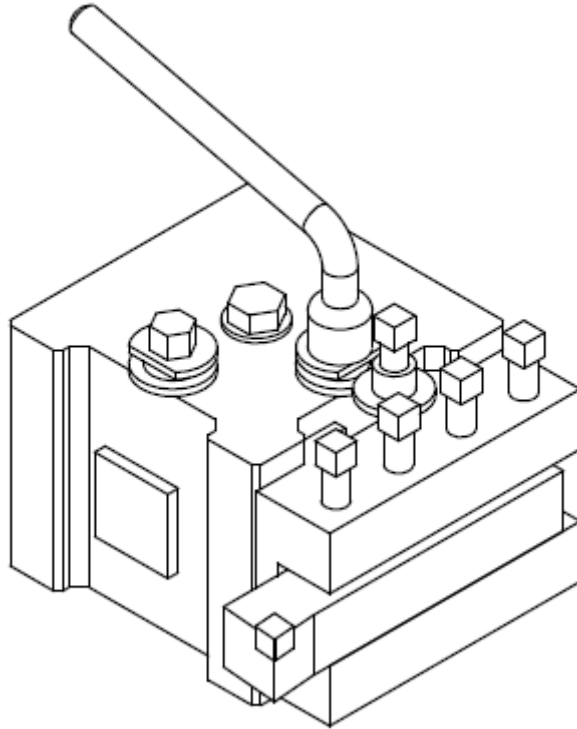
KUVIO 22. Holkin aihion ensimmäinen kiinnitys.



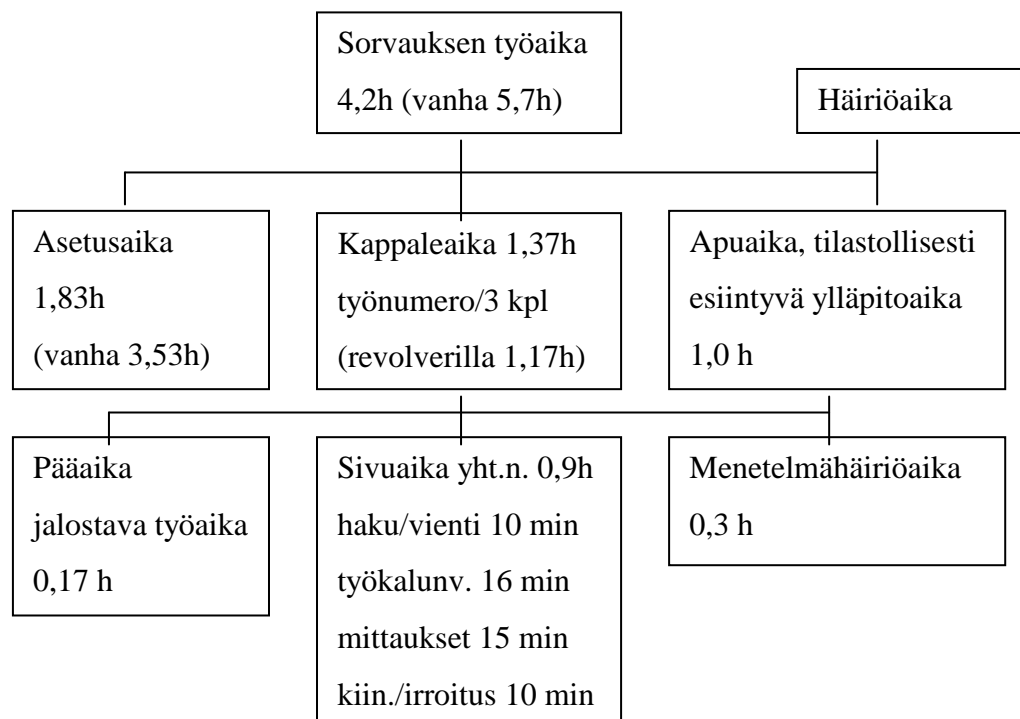
KUVIO 23. Holkin toinen kiinnitys pehmeitä leukoja käyttäen.

Jos työkaluasetus olisi vakioitu jo valmiiksi pikavaihtopitimiin, jäisi asetusajasta pois työkalujen vaihto ja työkalukorjainten mittaus. Näin jäljelle jäisi leukojen vaihdon ja sorvauksen lisäksi, työstöohjelman siirto, ohjelman koordinaatiston nollapisteen otto ja ohjelman testaus tarvittaessa. Aikaisemmin kun laskin kappaleajan tälle työnnumerolle, määritin työkalunvaihdot revolverin mukaan. Koska Harrison varustetaan pikavaihtopitimiä, työkalunvaihtoon menee kauemmin aikaa. Pikavaihtopitimiä käytettäessä, ohjelmassa täytyy olla keskeytys työkalunvaihdon kohdalla, jotta käyttäjä voi vaihtaa teränpitimen sorviin. (KUVIO 24)





KUVIO 24. Pikavaihtopidin ja teränpidin



KUVIO 25. Sorvauksen työaika

Kuviossa 25 on lisätty työkalunvaihtoon kuluvaan aikaan yksi minuutti vaihtoa kohden, joita tulee 14 kappaletta tälle työlle (liite 3). Asetusaika muodostuu jousenpitimen, holkin ja tiivisterenkaan kohdalla

- kovienleukojen asennus, 10 min
- nollapisteenotto tehdään 5 kertaa, 25 min
- ohjelma kutsutaan 5 kertaa, 20 min
- ohjelman testauksia/ tarkastuksia tarvittaessa, 20 min
- pehmeiden leukojen asennus, 10 min
- pehmeiden leukojen sorvaus 2 kertaa, 25 min.

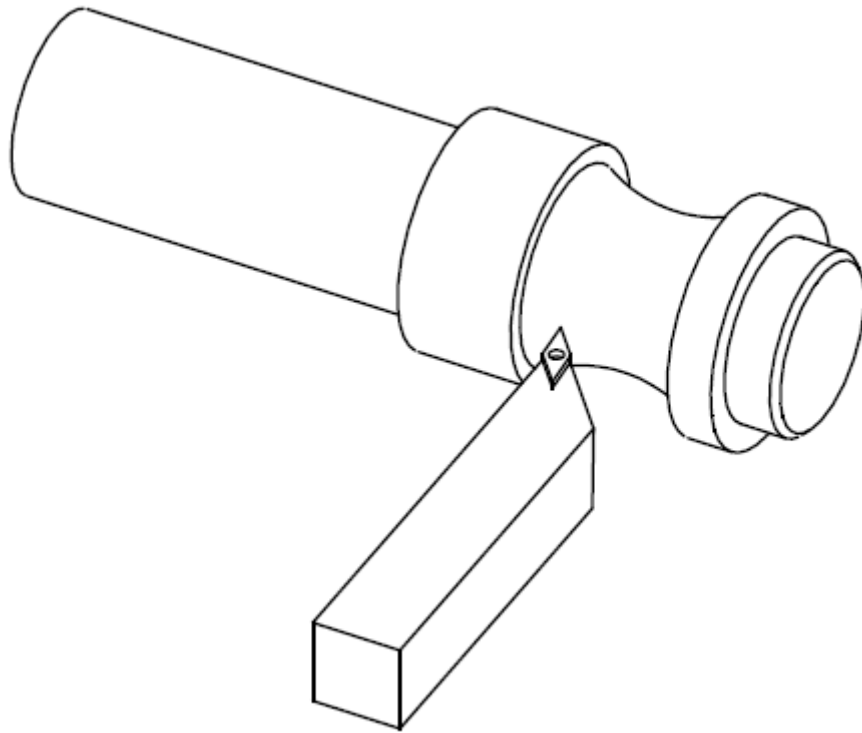
Kuvasta 25 ilmenee, että kokonaistyöaika on tässä tapauksessa 1,5 tuntia lyhyempi. Asetusajan aika-arvot ovat arvioita, mutta kokonaistulosta pidetään Lahti Precisionilla oikeana. Näin ollen terien vakiointi lyhentäisi asetusaikaa ja kokonaistyöaikaa huomattavasti. Tässä tapauksessa olisi vielä mahdollista määrittää työaika niin, että työkalujen lisäksi myös pehmeät leuat olisi vakioitu. Tämä tarkoittaisi sitä, että leukoja olisi jo valmiiksi sorvattuna erilaisille kappaleille ja eri halkaisijoille. Jos leukojen sorvaus jäisi pois asetuksen teosta lyhentäisi se asetusaikaa vielä lisää.

## 7.6 Teknisten vaatimuksien suunnittelu

Jotta asetusajan lyhentämiseen päästään työkalujen vakioinnilla, täytyy Harrisoniin hankkia teräpitimiä riittävästi. Lisäksi teräpitimet pitäisi järjestää työpisteelle niin, että ne ovat vakiopaikoilla ja välittömästi otettavissa. Teräpitimet pitäisi myös numeroida CNC-ohjelmointia varten, niin ettei numerot kulu pois käytössä. Työkalukorjain mitat pitää asettaa koneen muistiin ja tarvittaessa merkitä teräpitimeen.

Lahti Precisionilla teriä tarvitaan ulkopuoliseen sorvaukseen 80 asteen kärkikulmalla olevat rouhinta- ja viimeistelyterät lieriön sorvaukseen (KUVIO 9). 90 asteen neliömäinen terä tarvitaan tasonsorvaukseen ja kapea 35 asteen terä viimeis-

telyyn ja muodon sorvaukseen. Kuviossa 26 on Lahti Precisionilla sorvattava akseli, jonka muodon sorvaamiseksi tarvitaan kuvassa oleva kapealla kärkikulmalla oleva terä. Sisäpuoliseen sorvaukseen tarvitaan myös rouhinta- ja viimeistelyterät halkaisijoille 20-100 millimetriä. Lisäksi on hankittava ulko- ja sisäpuoliset kierre- ja uraterät, sekä poraistukka. (liite 4.)



KUVIO 26. Muodon sorvaus.

Lahti Precision Oy:ssä kovin raskasta aineenpoistoa ei tehdä. Suurin lastuamissyvyys rouhinnassa on kolme millimetriä, jota käytettiin laskettaessa edellä sorvin tehoa. Kolmen millimetrin lastuamissyvyydelle riittää varmasti teräpala jonka leikkaavan särmän pituus on 12 millimetriä. Tällöin asetuskulmalla 45 astetta, noin kolmannes särmästä leikkaa. Asetuskulman kasvaessa lastuamispaksuus vähenee.

Lahti Precision Oy:ssä rouhintaan riittäisi siis 0,8 millimetrin nirkonsäde, syötön ollessa 0,3 millimetriä kierrosta kohden. Jos valitaan viimeistelyyn nirkonsäteeksi 0,4 millimetriä ja syötöksi 0,1 millimetriä per kierros, voidaan teoreettinen pin-

nankarheus laskea kuvion 14 kaavalla 9 (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 182).

Kuviossa 5 on pinnankarheuden sallittu maksimisyvyys 3,2 mikrometriä, eli tässä tapauksessa 0,4 millimetrin nirkonsäde riittää viimeistelyyn.

#### 7.7 Konetoimittajalta ja terätoimittajalta vaadittavat palvelut

Tähän mennessä on siis päädytty seikkoihin, että sorvin lisäksi pitää hankkia kolmileukaistukka ja pikavaihtopidin. Teräpitimiä on hankittava 20 kappaletta, jotta kaikille terille riittää omansa. Taulukossa yksi on sorvista, sen varusteista ja kone-toimittajan käyttöönotto tarkastuksesta muodostuvat kustannukset (liite 2). Kone-toimittajan osalta kokonaiskustannus on 60 350 euroa.

#### TAULUKKO 1. Kustannukset

Tuote	Hinta/€
A1400 XS CNC-kärkisorvi	49770
Suora piirustus ohjelmointi	820
Kappale-/ käyttötuntinäyttö	210
Ohjelmamuisti	2300
Ethernet ja siirto-ohjelma	1620
Kolmileukaistukka 250mm	1120
Poraistukka	230
Pikavaihtopidin sis. 6 kpl teräpitimiä	1060
Lisäpitimet vakio 12 kpl	1680
Lisäpitimet v-malli 2 kpl	280
Lisäpitimet morsek. 2 kpl	460
Koneen asennuksen tarkastus ja ko.	800
yhteensä	60350

Lahti Precisionilla erilaisia terävarsia tarvitaan noin 20 kappaletta, jotta kaikki muodot päästään sorvaamaan. Eri halkaisijoille sopivia sisäSORVAUSTYÖKALUJA tarvitaan hieman useampi kuin ulkosORVAUSTYÖKALUJA. Lisäksi kannattaa hankkia pin-

noitetut kovametalliteräpalat teräksen sorvaamiseen. Myös valurauta ja ruostumaton teräs soveltuvat erinomaisesti lastuttaviksi pinnoitetuilla kovametallipaloilla (Aaltonen, Andersson & Kauppinen 1997, 185). Terävarsien hinnat vaihtelevat 50 euron ja 150 euron välillä, ja kovametalliteräpalat maksavat viidestä eurosta 30 euroon (Edustusliike Finetec Ay 2009). Harrisoniin tarvittavat työkalut on määrätty Lahti Precisionin koneistajien avustuksella (liite 5). Teristä ja työkaluista muodostuva kokonaiskustannus on noin 2105 euroa (liite 4).

## 7.8 Vanhojen koneiden myynti

Lahti Precisionilla halutaan tehdä tilaa uudelle sorville. Tilassa jonne Harrisonia on suunniteltu, sijaitsee tällä hetkellä käyttämättömänä avarruskone ja NC-jyrsinkone. Avarruskone on vuosimallia -63 ja Union merkinen (KUVIO 4). Kone on toimintakuntoinen ja siihen löytyy kaikki tarvittavat varusteet. Vastaavanlaisista avarruskoneista varusteineen maksettaisiin alustavien arvioiden mukaan noin 4 000 euroa.

Toinen myytävä kone on Värnämö merkinen NC-jyrsinkone, sen vuosimalli on – 87. Värnämö ei ole ollut kuitenkaan toimintakuntoinen pitkään aikaan. Se on jäänyt käyttämättömäksi siirtoruuvien rikkouduttua. Tässä kunnossa sen arvoa on vaikea arvioida, mutta arviolta varaosiksi myytävistä jyrsinkoneista pyydetään noin 1 000 euroa. Vanhat koneet myymällä voisi saada yhteensä 5 000 euroa. Toinen vaihtoehto on tarjota koneita vaihdossa Harrisonin toimittajalle.

## 7.9 Kokonaiskustannukset

Aikaisemmin kun Lahti Precision Oy:ön on hankittu työstökoneita, on niiden siirtäminen ja asennus tehty talon omalla työvoimalla. Vain asennuksen tarkastuksen ja käyttöönoton on tehnyt konetoimittajan edustaja. Timo Lehden (2009) mukaan Harrisonin asennus kannattaa hoitaa samalla tavalla. Lahti Precisionin koneistamossa on siltanosturi, jonka nostokyky on 5000 kg. Sillä saadaan nostettua 2200

kg painava Harrison sorvi paikalleen. Myös vanhat koneet saadaan nostettua pois siltanosturilla.

Kokonaiskustannuksiin pitää laskea tarvittavat työtunnit, jotta vanhat koneet saadaan siirrettyä pois ja tila saadaan valmisteltua Harrisonia varten. Lahti Precision Oy:stä löytyy sähkömies, joka voi irroittaa vanhojen koneiden kytkennät, ja kytkeä syötön uuteen koneeseen. Sorvi tuodaan halliin autolla. Tämän jälkeen tarvitaan kaksi työntekijää, jotka siirtävät sorvin paikalleen. Lisäksi mukana tulevat varusteet täytyy järjestellä ja paikalle pitää perustaa työpiste, jotta työkalut saadaan järjestykseen. Huomioitava on vielä sorvin kiinnitys betoniin, kiinnitysten säätäminen ja sorvin vakaaminen.

Kahdelta henkilöltä menee yksi työpäivä, koneiden siirtelyyn ja tilan valmisteluun. Jos vanhaa sähkönsyöttöä ei voi käyttää, tai sorvia varten tarvitaan uusia kaapelointeja, täytyy sähkömiehen työhön varata yksi työpäivä. Lisäksi on varattava kaksi työpäivää, jotta koneen tuleva käyttäjä voi järjestellä työpisteen sorville ja olla mukana konetoimittajan tarkastuksissa ja käyttöönotossa. Työpisteen valmisteluihin kuuluu myös työkalujärjestelmän valmistelu, eli työkalujen asennus pitiiniin. Käyttö- ja ohjelmointi osaamista löytyy Lahti Precision Oy:stä Fanucin ohjaukseen, jollainen Harrisonissakin on. Tässä tapauksessa konetoimittajan maksullisia lisäkoulutuspalveluita ei uskota Lahti Precisionilla tarvittavan. Lahti Precision Oy käyttää, laskettaessa omakustannushintaa työlle, 21 euron tuntihintaa. Työvoimakustannus on 1008 euroa ennen koneen tuotantokäyttöä. (Taulukko 2.)

TAULUKKO 2. Työvoimakustannukset

Vaihe	Aika/h	Hinta 21€/h
Koneiden siirtäminen ja valmistelut	16	336
Koneen kiinnittäminen betonilattiaan	8	168
Sähkötyöt	8	168
Työpisteen järjestelyt ja käyttöönotto	16	336
Yhteensä/työvoimakustannukset	48	1008

Investointilaskennassa kokonaiskustannuksiin on laskettava kaikki kustannukset, jotka toteutuvat ennen koneen tuotantokäyttöä. Kokonaiskustannukseksi muodostuu 54963 euroa. (Taulukko 3.)

TAULUKKO 3. Kokonaiskustannukset

Kustannus	Hinta/€
Konetoimitus	60350
Työkalut	2105
Työvoima	1008
Aarporan myynti	-4000
Jyrsinkoneen myynti	-1000
Kokonaiskustannus	58463

#### 7.10 Hankinnan kannattavuus

Aikaisemmin todettiin että, tämä hankinta säästäisi työaikaa yhden tarkastellun työnumeron osalta 1,5 tuntia. Se on 26 prosenttia työajasta 5,7 tuntia, joka työlle on aikaisemmin toteutunut (KUVION 27 KAAVA 1). Lahti Precisionilla ollaan kuitenkin sitä mieltä että 26 prosentin työajan säästö asetusta parantamalla on realistinen. Säästö saatiin aikaan yksittäis kappaleiden osalta. Säästö on kuitenkin väistämättä pienempi jos sorvataan useampi kappale. Säästö saatiin asetusajassa, joka ei muutu eräkoon ja kappaleajan kasvaessa.

$$\text{KAAVA 1. } \frac{1,5h}{5,7h} \times 100\% = 26\%$$

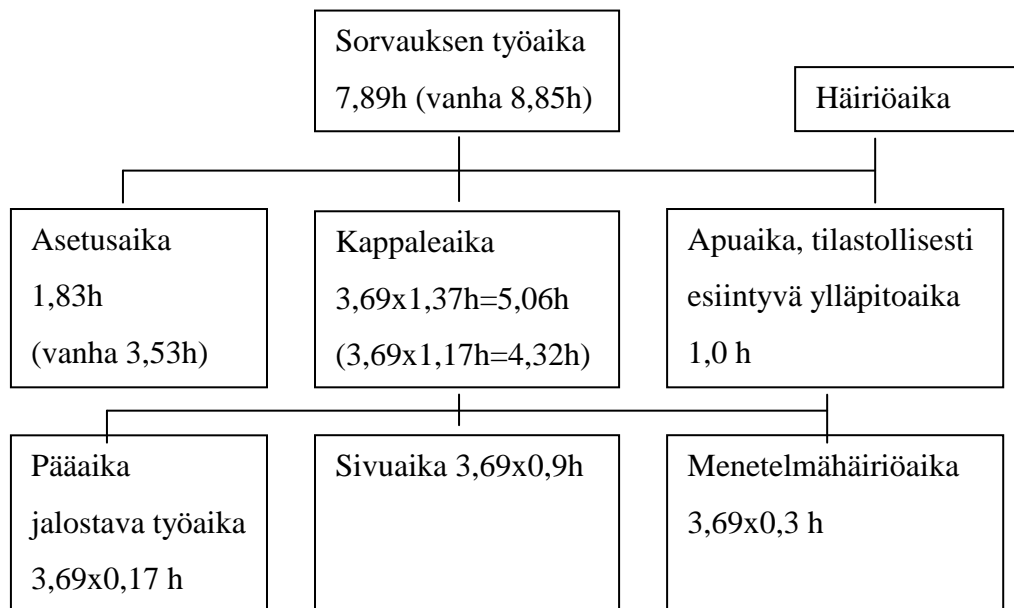
$$\text{KAAVA 2. } \frac{(8,85 - 7,89)h}{8,85h} \times 100\% = 11\%$$

$$\text{KAAVA 3. } 214d \times 8 \frac{h}{d} \times 0,26 \times 21 \frac{\text{€}}{h} = 9348\text{€}$$

$$\text{KAAVA 4. } 214d \times 8 \frac{h}{d} \times 0,11 \times 21 \frac{\text{€}}{h} = 3955\text{€}$$

KUVIO 27. Kaavoja

Jotta kone maksaisi itsensä mahdollisimman nopeasti takaisin, tulisi tälle koneelle ohjata juuri yksittäiset kappaleet. Keskimääräinen eräkooko liitteessä 1 on 3,69 kappaletta. Jos tarkastellun työnumeron nimikkeitä sorvattaisiin tämä määrä, pitää kappaleaika kertoa 3,69:llä (KUVIO 28). Tällöin työajoiksi tulee vanhan sorvaustavan mukaan 8,85 tuntia ja uuden konehankinnan mukaan 7,89 tuntia (KUVIO 28). Näin eräkoolla 3,69 laskettuna säästö on 0,96 tuntia eli 11 prosenttia, mikä on alle puolet kuin sorvattaessa yksittäis kappaleita (KUVION 27 KAAVA 2).



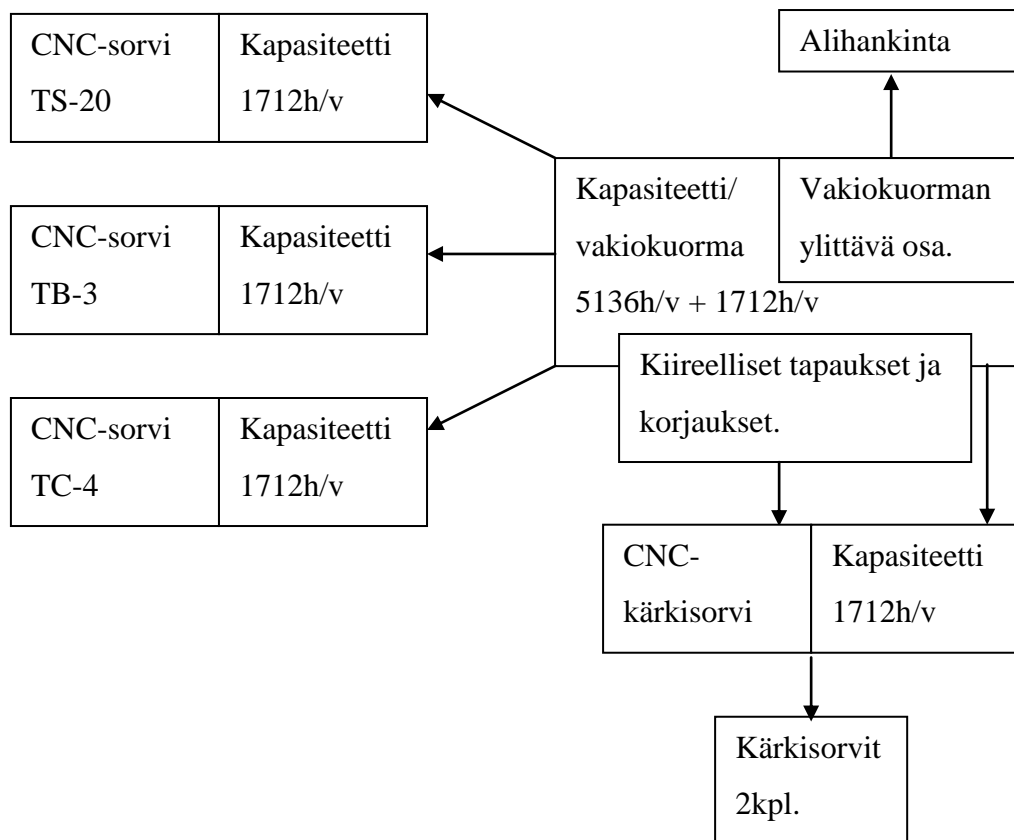
KUVIO 28. Uusi ja vanha työaika eräkoolla 3,69

Takaisinmaksun laskemiseksi käytetään tuota 26 prosentin aikasäästöä vuositasonla. Työpäiviä vuodessa on noin 214, työajanlyhennykset ja lomat huomioiden. Työtunteja on 1 712, josta 26 prosenttia on 445 tuntia. Lahti Precision Oy:ssä työtunnin omakustannushinta on 21 euroa. Näin tulee rahallista säästöä vuodessa 9348 euroa (KUVION 27 KAAVA 3). Keskimääräisellä eräkoolla ja 11 prosentin aikasäästöllä, rahallinen säästö vuodessa olisi 3 955 euroa (KUVION 27 KAAVA 4).



### 7.11 Investoinnin vaikutukset kapasiteettiin

Mikäli Harrison sorvi miehitetään, on sen vuosi kapasiteetti 1 712 tuntia kuten muidenkin Lahti Precision Oy:n CNC-sorvien. Jos kuorma sorville otetaan nykyisestä kokonaisuormasta, vähentää se alihankinnan kuormaa. Kuormaa tullaan ottamaan nykyisiltä kärkisorveilta ja kapasiteettia voidaan täyttää alihankintaa vähentämällä. Tässä suunnitelmassa Harrison on varustettu niin, että se sopii joustavuutensa ansiosta yksittäiskappaleille ja nopeaan asetuksen vaihtoon. Tällaista kuormaa esiintyy juuri Lahti Precision Oy:n kärkisorveilla. Lisäksi nykyisille CNC-sorveille voidaan ottaa töitä alihankintaan menevästä kuormasta, ja yhtiön sisäisesti siirtää Harrison CNC-kärkisorville sopivia töitä nykyisiltä CNC-sorveilta. Tällainen tapaus tulee kyseeseen fluidisuuttimissa joiden sorvaus ostetaan nykyisin alihankinnasta. (KUVIO 29.)



KUVIO 29. Kapasiteetin lisäys

Kun kapasiteetti lisääntyy, tarvitaan Lahti Precision Oy:ssä vähemmän alihankintaa. Näin alihankintamarkkinoilla koneaika lisääntyy. Tarjonta tulee lisääntymään ainakin niiltä osin, mitä Harrison tarjoaa kokoluokassaan ja ominaisuuksillaan. Eli sorvauskapasiteetti lisääntyy kevyessä koneistuksessa, pienet eräkoot, aihiohal-kaisijat alle 400 mm ja -pituudet alle 1 250 mm.

## 8 TYÖSTÖKONEEN INVESTOINTILASKELMA

### 8.1 Kustannukset ja pitoaika Lahti Precision Oy:ssä

Tämä Lahti Precisionin työstökonehankinta olisi selvästi rationalisointi-investointi. Pyrkimyksenä Lahti Precisionilla on kustannusten säästäminen. Tässä suunnitelmassa huomioidut käyttämättömät koneet, jotka on suunniteltu myytäväksi, ovat uponneita kustannuksia. Ne on siis aikanaan investoitu, eikä niihin voi enää vaikuttaa. Ne voi ainoastaan huomioida myyntituloina investoinnin kokonaiskustannuksissa. Vaihtoehtokustannus tässä tapauksessa olisi 9 348 euroa vuodessa, joka on edellä laskettu paras mahdollinen kustannussäästö. Tämä jäisi saamatta jos investointia ei tehtäisi. Jos investointia ei tehdä, tämä kustannus ei kuitenkaan näy kassavirtoina.

Lahti Precisionilla jo olevat CNC-sorvit on hankittu vuosina 1986, 1987 ja 1989. Näillä sorveilla pitoaika on jo ollut yli 20 vuotta ja ne ovat edelleen tuotantokäytössä. Jos avarruskoneen suunniteltu myynti tapahtuisi, olisi sen pitoaika Lahti Precisionilla ollut noin 40 vuotta. Kone on vuosimallia 1963, mutta se ei ole ollut tuotanto käytössä muutamaan vuoteen. Jäännösarvo sille olisi 4 000 euroa, joka on käytettyjen koneiden markkinoilla vastaavan koneen arvo. Myytävän NC-jyrsinkoneen pitoaika olisi noin 15 vuotta ja jäännösarvo 1 000 euroa.

## 8.2 Investointilaskentamenetelmien valinta

Sisäisen korkokannan ja takaisinmaksuajan menetelmät ovat käytetyimpiä. Sisäisen korkokannan menetelmä korostaa investoinnin kannattavuutta ja takaisinmaksuajan menetelmä rahoitusvaikutuksia. Siksi ne täydentävät toisiaan. (Neilimo & Uusi-Rauva 2005, 224)

Tällä hetkellä Lahti Precision Oy:ssä ei osata arvioida laskentakorkokantaa tälle investoinnille. Eikä tällä hetkellä vallitsevan talous taantuman takia investointiin ryhdytä. Tulevaisuudessa investointi on kuitenkin edessä, kun taloustilanne sen sallii. Valitaan Lahti Precision Oy:n työstökoneen investointilaskentaan sisäisen korkokannan ja takaisinmaksuajan menetelmä. Sisäisen korkokannan menetelmällä saadaan selville kannattavuus ja takaisinmaksuaika täydentää sitä.

### 8.2.1 Investointilaskelmien lähtöarvot

Tarvittavat lähtöarvot, jotka on määritetty tässä työssä, ovat

- perusinvestointi 58 463 euroa,
- vuotuinen kustannussäästö/ nettotuotto 9 348 tai 3 955 euroa,
- pitoaika Lahti Precision Oy:n CNC-sorvien iän perusteella 20 vuotta,
- pitoajalla 20 vuotta jäännösarvo merkityksetön eli nolla.

Lisäksi kannattavuus voidaan vaihtoehtoisesti laskea lyhyemmän aikavälin tarkastelulla. Tällöin arvioidaan pitoajaksi 5 vuotta ja jäännösarvoksi arvioidaan 31 228 euroa, joka on puolet hankittavan CNC-sorvin ja sen varusteiden hinnasta. On huomioitava vielä mahdollisuus, että vanhoista koneista ei saada myyntituloa. Tällöin perusinvestointi on 5 000 euroa suurempi eli 63 463 euroa. Lasketaan eri menetelmillä neljän eri tapauksen lähtöarvojen mukaan. Takaisinmaksuajan menetelmällä ei voida huomioida jäännösarvoa.

- Tapaus yksi. Vuotuinen nettotuotto on 9 348 euroa, pitoaika 20 vuotta ja jäännösarvo nolla.
- Tapaus kaksi. Vuotuinen nettotuotto on 3 955 euroa, pitoaika 20 vuotta ja jäännösarvo nolla.
- Tapaus kolme. Vuotuinen nettotuotto on 9 348 euroa, pitoaika 20 vuotta, jäännösarvo on nolla ja perusinvestointi nousee 63 463 euroon.
- Tapaus neljä. Vuotuinen nettotuotto on 9 348 euroa, pitoaika 5 vuotta ja jäännösarvo on 31 228 euroa.

### 8.2.2 Sisäisen korkokannan menetelmä

Lasketaan arvot tapauksissa yksi, kaksi ja kolme ja haetaan korkoprosentit liitteestä kuusi, 20 vuoden pitoajan kohdalta (KUVION 30 KAAVA 1). Lasketaan sisäinen korkokanta tapauksessa neljä. Sisäisen korkokannan voi määrittää kokeilemalla kuvion 30 kaavaan 2 eri korkojen arvoja (Leppiniemi & Puttonen 2002, 91).

$$\text{KAAVA 1. tapaus 1. } \frac{58463\text{€}}{9348\text{€}} = 6,2541 \Leftrightarrow 12 - 15\%$$

$$\text{tapaus 2. } \frac{58463\text{€}}{3955\text{€}} = 14,782 \Leftrightarrow 0 - 5\%$$

$$\text{tapaus 3. } \frac{63463\text{€}}{9348\text{€}} = 6,7889 \Leftrightarrow 12 - 15\%$$

KAAVA 2.

$$\text{perusinvestointi} = \frac{9348\text{€}}{(1+r)} + \frac{9348\text{€}}{(1+r)^2} + \frac{9348\text{€}}{(1+r)^3} + \frac{9348\text{€}}{(1+r)^4} + \frac{(9348\text{€} + 31228\text{€})}{(1+r)^5}$$

$r$  = investoinnin sisäinen korkokanta

KUVIO 30. Kaavoja

10 prosentin korkokannalla tulos on hieman pienempi kuin perusinvestointi ja yhdeksän prosentin korkokannalla tulos ylittää perusinvestoinnin arvon. Eli viiden vuoden pitoajan tapauksessa jäännösarvo huomioiden tuottovaatimukseksi voi

asettaa vain yhdeksän prosenttia. Tapauksissa yksi ja kolme tuottovaatimus voidaan asettaa noin 15 prosenttiin ja tapauksessa kaksi jäädytään alle viiden prosentin.

### 8.2.3 Takaisinmaksuajan menetelmä

Lasketaan kuvion 31 kaavalla, ja haetaan tulosta vastaava aika jaksollisten maksujen nykyarvotekijän taulukosta (liite 6) 10 prosentin laskentakorkokannan kohdalta. Valitaan 10 prosentin laskentakorko, koska sisäisen korkokannan menetelmällä laskettuna tapaukset yksi ja kolme saavuttavat kyseisen koron.

$$\text{KAAVA. tapaus 1. } \frac{58463\text{€}}{9348\text{€}} \approx 6,25 \Leftrightarrow 10,5\text{v}$$

$$\text{tapaus 2. } \frac{58463\text{€}}{3955\text{€}} \approx 14,78 \Leftrightarrow \text{yli 50 vuotta}$$

$$\text{tapaus 3. } \frac{63463\text{€}}{9348\text{€}} \approx 6,79 \Leftrightarrow 11,5\text{v}$$

KUVIO 31.

Tapauksessa yksi ilman korkoa saadaan takaisinmaksuajaksi 3,6 vuotta vähemmän, eli on tärkeää ottaa korko huomioon. Tapauksessa kaksi takaisinmaksuaika muodostuu hyvin pitkäksi.

## 9 YHTEENVETO JA POHDINTAA

### 9.1 Työn tulokset

Tässä investoinnissa kannattavuuteen eniten vaikuttaa vuotuisen nettotuoton määrä. Laskettaessa paremmalla ja huonommalla nettotuotolla, huonompi nettotuotto ei tee investoinnista kannattavaa. Tällöin tuotto prosentti on hyvin alhainen, ja takaisinmaksuaika muodostuu niin pitkäksi, että sitä ei voi taulukosta määrittää. Tässä tapauksessa nettotuoton mahdollisten arviointivirheiden vaikutus investoinnin kannattavuuteen on suuri. Investoinnin jälkeen pitäisikin pyrkiä parhaaseen

nettotuottoon, ohjaamalla sorville pienimmät eräkoot.

Vaikka kustannus nousisi 5 000 euroa, nettotuoton pysyessä parhaalla mahdollisella tasolla, olisi tämä investointi kannattava. Kustannuksen nousu alentaa pääoman tuottoastetta noin kaksi prosenttia ja pidentää takaisinmaksuaikaa noin vuoden. Kustannus ei siis vaikuta niin paljon kannattavuuteen, kuin nettotuotto.

Viiden vuoden pitoajalla tarkasteltuna, tässä investoinnissa sisäinen korkokanta on yhdeksän. Jos yhdeksän prosenttia riittää, on investointi kannattava. Jäännösarvo vaikuttaa kuitenkin investoinnin edullisuuteen. Jäännösarvo voidaan arvioida, koska käytettyjen työstökoneiden markkinat on olemassa. Arviointi tulevaisuuteen on kuitenkin vaikeaa, johtuen myytävän koneen kunnosta ja markkinoista.

## 9.2 Pohdintaa

Investoinnin edullisuuden arviointiin liittyy myös seikkoja joita ei voi laskea. Tässä investoinnissa kapasiteetin lisääntyminen alihankinnassa on edullista myös Lahti Precision Oy:lle. Kun kauppoja syntyy epäsäännöllisesti ja näin kuormitus vaihtelee, voidaan lisääntyntä alihankintakapasiteettia käyttää joustavammin kuormituksen tasaamiseen. Eli alihankintaa on paremmin saatavilla. Ja toisaalta kun alihankintaa tarvitaan vähemmän yhtiössä, vähentyy myös alihankinnasta tulevat poikkeamat ja huono laatu. Nämä seikat parantavat toimitusvarmuutta ja –nopeutta.

## LÄHTEET

1. Aaltonen, K., Andersson, P. & Kauppinen, V. 1997. Koneistustekniikat. Porvoo: WSOY.
2. Edustusliike Finetec Ay. 2009. Sorvaustyökalut. Edustusliike Finetec Ay [viitattu 23.2.2009]. Saatavissa: <http://www.finetec.fi>
3. Heiskanen, R. 2004. 90-vuotta vaakoja. Sähkö&tele 6/2004, 18.
4. Laaksonen, O. 2009. Koneistaja. Lahti Precision Oy. Haastattelu 9.1.2009.
5. Lahti Precision Oy. 2008. Lahti Precision yleisesittely. Lahti Precision Oy [viitattu 19.12.2008]. Saatavissa: <http://prenet.lahtiprecision.com/>.
6. Lapinleimu, I., Kauppinen, V. & Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY.
7. Lehti, T. 2009. Työnopastaja. Lahti Precision Oy. Haastattelu 9.1.2009.
8. Leppiniemi, J. & Puttonen, V. 2002. Yrityksen rahoitus. Porvoo: WSOY.
9. Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2005. Johdon laskentatoimi. Helsinki: Edita.
10. Niemelä, J. 2009. Koneistaja. Lahti Precision Oy. Haastattelu 9.1.2009.
11. Närhi, T. 2009. Koneistaja. Lahti Precision Oy. Haastattelu 9.1.2009.
12. Oksanen, J. 2009. Koneistaja. Lahti Precision Oy. Haastattelu 9.1.2009.

**LIITTEET**

- 1.Sorvattavat tuotteet.
- 2.Harrison sorvi.
- 3.Lastuamisaika.
- 4.Tarvittavat terät.
- 5.Työkalut.
- 6.Jaksollisten maksujen nykyarvotekijän taulukko.
- 7.Annuiteettitekijän taulukko.



Työnumero	Sorvausvaiheen kesto aika / h	Sorvattu nimike	Nimi	Kappale määrä	Raaka-aine	Muoto	Aihion halkaisija	Aihion pituus/ mitat / mm
35000018	10,64	V0007986	Vipu	1	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	50h9	20
		V0008148	Venttiilirunko BGD150	1	S235JRG2	Levy		LE60 215X344
		V0008151	Alakansi	1	X5CRNI 18/9	Ainesputki	80/45	7
		V0008152	Alakansi	1	X5CRNI 18/9	Ainesputki	80/50	7
		V0008154	Läppä/osa1	1	Stavax ESR	Pyörötanko	50,8	5
			Läppä/osa2	1	X5CRNI 18/9	Pyörötanko kirkas	10h11	8
		V0008155	Akseli D20	1	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	20h9	232
		V0008157	Akseli Ruuvi	1	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	35h9	60
		V0008055	Muovilaakerisarja/osa1	2	Nylon6	Pyörötanko	25	15
			Muovilaakerisarja/osa2	3	Nylon6	Pyörötanko	30	2
31210022	18,37	V0009266	Vipu	2	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	60h10	27
		V0009255	Venttiilirunko BGD200	2	S235JRG2	Levy		LE60 271X403
		V0009261	Läpän koneistus BGD200	2	SS2343	Läppä ANA SL200H		
		V0008151	Alakansi	2	X5CRNI 18/9	Ainesputki	80/45	7
		V0008152	Alakansi	2	X5CRNI 18/9	Ainesputki	80/50	7
		V0008154	Läppä	2	Stavax ESR	Pyörötanko	50,8	5
		V0009263	Akseli D25	2	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	25h9	244

		V0009265	Akseliruuvi BGD200	2	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	35h9	74
		V0009268	Muovilaakerisarja/osa1	4	Nylon6	Pyörötanko	30	15
			Muovilaakerisarja/osa2	6	Nylon6	Ainesputki	50/20	2
81471130	1,23	A050859	Blade	1	S355J2G3	Pyörötanko kirkas	16h9	80
31210118	5,7	V0007406	Jousenpidin	1	S355JO	Ainesputki	140/80	27
		V0007402	Holkki	1	X5CRNI 18/9	Ainesputki	118/63	63
		V0007403	Tiivisterengas	1	Öljypronssi	Laakeriholkki	105/80	100
33200057	7,35	V0003584	Holkki TP	2	X5CRNI 18/9	Ainesputki	118/63	75
		V0002970	Laakeriholkki	4	PE RCH1000	Muovilevy	D120/70	LE30
		V0002972	Joudenpidin TP	2	S355JO	Ainesputki	125/71	20
10301837	2,72	V0002526-M	Anturiakseli	2	S355J2G3	Pyörötanko kirkas	15h9	180
		V0002525	Irtopyörä	2		Kalustepyörä ESI-150		
81515110	6,43	V0009864	Mannekiini	6	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	50h9	200
		V0009863	Peruslevy	6	X5CRNI 18/9	Pyörötanko	80	38
		V0009862	Rajoitintanko	6	X5CRNI 18/9	Kuusiotanko	17-h11	180
40050019	26,88	V0001062-1	Tanko	4	S355J2G3	Pyörötanko kirkas	8h9	108

		V0001062-5	Tanko	12	S355J2G3	Pyörötanko kirkas	16h9	160
		V0001062-15	Tanko	2	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	20h9	445
		V0003905	Tukivaijeri	4	X5CRNI 18/9	Pyörötanko	8h11	40
		V0003331	Tukivaijeri	12	X5CRNI 18/9	Pyörötanko	10h11	40
		V0003680	Sylinterin kiinnitin	2	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	40h9	53
		V0001713	Laippa pintarajasovitus	12	S235JRG2	Levy	D155/88	LE8
		V0001714	Kansi pintarajasovitus	12	DC01	Levy	D155/88	LE3
		V0001716	Suojalasi pintarajasov.	12	Muovi	Levy	D115	LE8
31100320	3,45	V0003052	Säkinkannatin	4	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	30h9	26
		V0003053	Kannatin	4	Fe	Teräsputki saumaton	21,3x3,2	286
80895110	8,82	V0008902	Yläosa rpk-010h	6	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	30h9	70
		V0008903	Alaosa rpk-010h	6	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	30h9	70
		V0008904	Tanko M20...205	6	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	20h9	205
		A043381	Paljelevyt	6	S355JO	Pyörötanko	20	185
81241611	5,58	A049652	Rengas	11	X5CRNI 18/9	Pyörötanko	60h11	24
31201204	2,07	A016734	Tappi	2	X5CRNI 18/9	Pyörötanko	12h11	66
81285110	5,12	V0009570	Mannekiini	3	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	50h9	164

		V0009530	Peruslevy ruostumaton	3	X5CRNI 18/9	Pyörötanko	80	24
		V0009526	Rajoitintanko ruostum.	3	X5CRNI 18/9	Kuusiotanko	17-h11	130
12000438	11,98	A036378	Liikkuva runko	8	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	60h10	165
		A036636	Alusta rek-005-s	4	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	100h10	68
		A036943	Sanka säkinpidin	2	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	40h9	27
		A025424	Kulkupyörä D126	8	S355JO	Pyörötanko	150	53
11003687	12,03	A033008	Aluslaatta rek-047hv	4	S355JO	Pyörötanko	90	15
		V0008458	Asennusrenkas rek-047	4	S355JO	Ainesputki	90/63	12
		V0008457	Ylälevy rek-047hv	4	S355JO	Pyörötanko	120	105
40030165	6,43	V0007898-A	Kampi s200	3	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	70h10	55
		A093595	Vipu ruostumaton	5	X5CRNI 18/9	Pyörötanko	40h11	54
		A093530	Laippa akseli ruostum.	5	X5CRNI 18/9	Pyörötanko	30h11	181
		A093529	Laippa akseli ruostum.	5	X5CRNI 18/9	Pyörötanko	30h11	107
		V0006501-A	Akseli	3	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	25h9	215
41334140	5,01	V0006333	Fluidikartio ruostum.	12	X5CRNI 18/9	Pyörötanko	20	35/tankotyö
		V0007871	Kampi s150	3	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	70h10	55
		V0006761	Akseli	3	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	20h9	196

81296211	20,2	A058772	Shaft	2	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	65h10	220
		A058775	Pin	10	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	25h9	51
		A063337	Shaft Backing Wheel	3	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	70h10	90
		A063338	Wheel	3	S355JO	Pyörötanko	130	45
		A007408	Slide plate	3	Ertalon 6pla	Ainesputki	70/40	10
		A007410	Intermediate Ring	3	S355JO	Ainesputki	63/40	5
		A077397	Shaft	2	X5CRNI 18/9	Pyörötanko	70	127
		A058889	Cogged Wheel	4	Hammaspyörä	M5-60-L	310	50
		A058909	Bushing	4	S355JO	Ainesputki	50/36	23
		A058908	Bushing	4	S355JO	Ainesputki	90/63	23
		A063357	Lever/osa 4	2	S355JO	Ainesputki	71/36	169
			Lever/osa 6	2	Ertalon 6pla	Ainesputki	70/40	169
		A058833	Bushing	4	S355JO	Pyörötanko	180	102
11002469	15,84	V0010028	Aluslaatta rek-100hv	3	S355JO	Pyörötanko	100	16
		V0010022	Yläosa rek-100hv	3	S355JO	Pyörötanko	140	128
		V0010027	Asennusrengas	3	S355JO	Pyörötanko	100	16
70404970	7,5	B017078	Runner Wheel	1	S235JRG2	Hitsattu rakenne	405	370
		B017101	Cover	1	S235JRG2	Hitsattu rakenne	480	20
		B017117	Shaft	1	Imatra 550	Pyörötanko kirkas	50h9	730
		B017091	Cover	1	S235JRG2	Hitsattu rakenne	480	20

		B017134	Ring	2	Kudosbakeliitti	Levy	D389/339	LE25
		B017020	Plate	1	Kudosbakeliitti	Levy	330	LE10
		B017109	Plate	1	S235JRG2	Levy	330	LE12
		B017105	Plate	1	S355JO	Levy	330	LE20
yht.	183,35		eräkoko/nimike ka	3,69				

**HARRISON ALPHA CNC-kärkisorvi ohjelmoitavin työkierron,  
malli A1400 XS**

Automaattinen työkierto

Automaattinen keskusvoitelu johteille ja kuularuuveille

Kolme käyttömuotoa:

- Alpha: manuaali-, operaatio- ja CAM- käyttö
- Fanuc Manual Guide i: opetus/toisto-, yksittäislause- ja työkiertokäyttö
- CNC: Fanuc-näppäimistö ISO-koodiohjelmointiin

CNC-ohjaus digitaalinen Fanuc 21i-TB

Valmistaja: 600 Lathes Ltd, Englanti

**ALPHA sorvien ominaisuudet****Tukeva runko**

Viistorivoitus runkovalussa takaa erinomaisen jäykkyyden

Suuret pystysuuntaiset aukot helpottavat lastujen poistumista

Johderunko kiinnitetty valettuun jalustaan erikoispultein ja liitos tiivistetty epoksihartsilla

Johteet induktiokarkaistu ja tarkkuushiottu

Kelkalle ja kärkipykälälle erilliset V- ja tasojohteet

**Karalaatikko**

Induktiokarkaistut ja hiotut hammaspyörät

Kolme vaihteistoaluetta, joiden sisällä portaaton karanopeudensäätö

Jatkuvakiertoinen suodatuksella varustettu öljyvoitelu- ja jäähdytys

Karalaatikko on kiinnitetty suoraan johteille

GAMET-esikuormitetut erikoiskaralaakerit vastakkaisin kartioin

Karkaistu ja hiottu Camlock-karanpää

**Kelka ja luistit**

Kelkan johteet pinnoitettu kitkaa vähentävällä erikoismateriaalilla

Automaattinen keskusvoitelu kelkan ja luistien voiteluun

Luistit varustettu säätökiiloin

Kuularuuvit ja -mutterit takaavat herkän ja tarkan paikoituksen

Huippuluisti jätetty pois tarpeettomana

Pikaliikkeet molempiin suuntiin

**Ohjauslaitteet kelmassa**

Erilliset sähköiset "tuntumalla" varustetut käsipyörät pituus- ja poikkiliikkeille

Käsipyörille on valinnainen karkea- ja hienopaikoitusnopeus (0,1 , 0,01 ja 0,001 mm )

10,4" värikuvaruutu luistiasemien dynaamisella näytöllä

Fanuc MDI-näppäimistö ISO-koodiohjelmointia varten

Vipukäyttöinen sähköinen karan käynnistys, suunnanvaihto ja pysäytys

Käsisäätönuppi karanopeuden portaattomaan säätöön

Näppäintaulu aputoiminnoille ja erikoisominaisuuksille

**Moduulirakenteinen jalusta**

Raskaat valurakenteiset jalustat siirtävät koneen painopisteen alas ja lisäävät tukevuutta  
 Leikkausnesteen paluuvirtauskourut itse valukappaleissa  
 Riittävä määrä kiinnitys- ja vaaituskohtia tarkkaan ja kestävään asennukseen  
 Irrotettava pyörillä varustettu lastukaukalo

**Suojukset**

Sähköisesti varmistettu istukansuojus  
 Sähköisesti varmistetut suojaovet  
 Täyspitkät roiskesuojat koneen etu- ja takasivulla  
 Pituusliikkeen kuularuuvi suojattu ruostumattomasta teräksestä valmistetulla kiinteällä suojalla

**Tekniset arvot**

Kärkikorkeus	195 mm
Kärkiväli	1250 mm
Pyörintähalkaisija rungon yllä	400 mm
Pyörintähalkaisija kelkan yllä	245 mm
Pyörintähalkaisija kidassa	585 mm
Kidan pituus tasolaikasta	n. 165 mm
Karaporaus	55 mm
Karanpää	Camlock D1-6"
Karanopeudet, 3 aluetta, portaaton säätö	
– matala alue	1 - 297 1/min
– keskialue	1 - 861 1/min
– korkea alue	1 - 2700 1/min
Karamoottorin teho, S3-40%	7,5 kW
Poikkiliikkeen syöttövoima	4,07 kN
Pituusliikkeen syöttövoima	12,29 kN
Suurin ohjelmoitava syöttö, X- ja Z-akselit	7750 mm/min
Ohjelmoitava pikaliike (G00), X- ja Z-akselit	8/10 m/min
Johteiden leveys pituussuunnassa	318 mm
Johteiden leveys poikkisuunnassa	180 mm
Poikkiluistin liike, X-akseli	245 mm
Kelkan pituusliike, Z-akseli	1163 mm
Kärkipylkän pinolin halkaisija	73 mm
Kärkipylkän pinolin liike	140 mm
Kärkipylkän pinolin kartio	MK5
Koneen paino	2200 kg
Koneen pituus	2900 mm
Koneen leveys	1700 mm
Koneen korkeus	1500 mm
Koneen liitäntäarvo	22 kVA

**Vakiovarusteet ja -ominaisuudet**

Fanuc 21i-TB CNC-ohjaus 10,4"-värinäyttörudulla, jossa on kosketusnäyttö sekä lisäksi alfanumeerinen näppäimistö  
 Fanuc AC-karakäyttö portaattomalla nopeuden säädöllä  
 Digitaaliset Fanuc-servomoottorit pituus- ja poikkiliikkeille  
 Kuularuuvit ja -mutterit molemmille luisteille  
 Leveät karkaistut ja hiotut johteet  
 Sähköiset käsipyörät karkea- ja hienoasettelulla  
 Automaattiset kierteytystyökierrot kartiokierteille



Automaattinen kytkeytyminen ja irrotusliike kaikille kierteille  
 Viisteitys- ja nurkkasädeautomaatiikka neljälle kaarineljännekselle  
 Kartiosorvausmahdollisuus ilman kulmarajoitusta  
 Liitäntäsovite RS232C ja -kaapeli liikennöintiin PC:n kanssa  
 PCMCIA-korttipaikka  
 ALPHALINK-graafinen piirto- ja ohjelmointiohjelmisto helppokäyttöiseen ulkopuoliseen ohjelmointiin erillisellä PC:llä. (PC ei sisälly toimitukseen)  
 Muistikapasiteetti 64 kB (ISO,MGi,Alpha)  
 Monilastutyökierrot I ja II (ISO, MGi)  
 Vakioleikkuunopeuden säätö (ISO,MGi,Alpha-käyttöillä)  
 Nirkonsäteen kompensointi (ISO,MGi,Alpha)  
 G10 Ohjelmoitava tiedonsyöttö (ISO,MGi)  
 Työkalun liikkeen grafiikka (ISO,MGi)  
 Paluu kierteen leikkaamiseen (ISO,MGi)  
 Jatkuva kierteen sorvaus (ISO,MGi)  
 Kierteitys kiinteällä kierretapilla (ISO,MGi,Alpha)  
 G-koodijärjestelmä B/C (ISO,MGi)  
 Käyttäjämäkro B (ISO, MGi)  
 Suorakulman viisteitys R (ISO, MGi)  
 Mm/tuuma-ohjelmointi (ISO, MG, Alpha)  
 Koneen hälytysdiagnoosiikka (ISO,MGi, Alpha)  
 Poraustyökierrot (ISO, MGi)  
 3D-grafiikkasimulointi (MGi)  
 Manual Guide i (MGi)  
 Työkalun kuluma/geometria korjaimet (ISO, MG, Alpha)  
 Työkalukorjaimet 32 paria (ISO, MG, Alpha)  
 Taustaeditointi (ISO, MGi)  
 Sähköisesti varmistetut istukan ja kelkan lastusuojat  
 Asennusalusta teräpitimille  
 Leikkausnestelaitteet täydellisenä  
 Roiskesuoja koneen taakse  
 Automaattinen keskusvoitelu johteille ja kuularuuveille  
 Työvalaisin  
 Kärkipylkkä käsisiirrolla ja pikalukituksella  
 Käyttöohjeet  
 Kone varustettu CE-merkillä ja vaatimustenmukaisuusvakuutuksella  
 Pyörivä kärkipylkän kärki, MK4

Tuote nro	Hinnasto	EURO
A1400XS1250	A1400 XS kärkisorvi ohjelmoitavin työkierron vakiovarusteineen, kärkiväli 1250 mm	49 770,00
<b>Ohjauksen lisävarusteet</b>		
500191:X2	Vaihtuvanousuisen kierteen sorvaus	610,00
500241:X2	Tallennettu liikkeen rajoitus	420,00
500361:X2	Suora piirustus ohjelmointi	820,00

500431:X2	Kappale-/ käyttötuntinäyttö	210,00
500521:X2	Ohjelmamuisti 128 kB	2 300,00
	Karan orientointi	1 040,00
	Ethernet RJ-liitin sekä kappaleohjelman siirto-ohjelma	1 620,00
	<b>Koneen lisävarusteet</b>	
15310S:X2	3-leukaistukka Ø 250 mm, suora asennus karalle	1 120,00
15412S:X2	4-leukaistukka Ø 315 mm, suora asennus karalle	1 210,00
36512D:X2	Poraistukka Ø 12,7 mm asti, kiinnitysvarsi MK 5	230,00
21014G:X2	Tasolaikka Ø 350 mm	620,00
21022G:X2	Tasolaikka Ø 550 mm	1 000,00
35C38K::X2	Burnerd Multisize avainkäyttöinen holkki-istukka Ø 38 mm	1 480,00
13100A:X2	Burnerd Multisize vipukäyttöinen holkki-istukka Ø 38 mm	3 520,00
35S12E:X2	12 kpl sarja Multisize "E" kiristysholkkeja Ø 1,6 - 38 mm, 3 mm:n säätöalue	1 870,00
150240:X2	Hydraulitoiminen 3-leukaistukka Ø 254 mm, sis. sylinterin Ø 47 mm ja vetoputken	8 590,00
150500:X2	Jalkapoljin voimaistukan käyttöä varten	400,00
	<b>Automaattinen työkalurevolveri</b>	
15990A:X2	8-paikkainen työkalurevolveri, VDI 30 työkalupitimille. Huom! Tilattava myös korkeapainepumppu tämän yhteydessä.	9 050,00
29010H:X2	Korkeapainepumppu lastuamisnesteelle automaattisen työkalurevolverin kanssa, pumppu 2,5 bar/8 l/min	500,00

**Työkalupitimet**

0080A:X2	Säteettäisteränpidin, 20 x 20 mm työkaluvarrelle (lyhyt)	210,00
0100A:X2	Säteettäisteränpidin, 20 x 20 mm työkaluvarrelle (pitkä)	270,00
0121A:X2-0127A:X2	Reikäteränpidin Ø 10, 12, 16, 20, 25, 30 ja 32 mm. Hinta per kpl.	230,00
0351A:X2-0353A:X2	Morsekartiopidin MK1, MK2 ja MK3. Hinta per kpl.	280,00
0370A:X2	Aksiaalinen teränpidin, vasenkätinen, 20 x 20 mm työkaluvarrelle	240,00
0390A:X2	Aksiaalinen teränpidin, oikeakätinen, 20 x 20 mm työkaluvarrelle	240,00
0413A:X2-0415A:X2	U-poranpidin, Ø 20,25 ja 32 mm. Hinta per kpl.	230,00
0420A:X2	Aksiaalinen/radiaalinen teränpidin, vasenkätinen, 20 x 20 mm terävarrelle	390,00
0440A:X2	Aksiaalinen/radiaalinen teränpidin, oikeakätinen, 20 x 20 mm terävarrelle	390,00

**Teränpitimet**

22Q251:X2	DICKSONS-pikavaihtopidin, sis. 4 kpl sivuteränpidintä, 1 kpl V-mallisen ja 1 kpl morsekartiopitimen (MK 3)	1 060,00
-----------	--	----------

**Dicksons-pikavaihtopitimen lisäpitimet**

22Q20S:X2	sivuteränpidin, vakiomalli	140,00
22Q20V:X2	V-mallinen	140,00
22Q202:X2	morsekartiolla no 2	220,00
22Q203:X2	morsekartiolla no 3	240,00
22Q20P:X2	katkaisuteränpidin katkaisuterällä HSS	200,00
22B20P:X2	HSS-katkaisuterä. Hinta per kpl.	130,00
22Q20B:X2	reikäteränpidin Ø 32 mm	230,00

224250:X2	PARAT-pikavaihtoteränpidin, käsitoiminen indeksointipidin neljälle teränpitimelle yhdellä asetuksella. Nopea indeksointi 4 x 90°, normaali indeksointi 9° välein. Koko 2	2 300,00
	<b>PARAT-pikavaihtopitimen teränpitimet</b>	
22425V:X2	V-urateränpidin, WDPL 21/25	280,00
22425L:X2 tai22425R:X2	pidennetty vakioteränpidin, vasen tai oikeakätisenä WD 21/25 L/R	240,00
22425B:X2	vakio reikäteränpidin WB 21/40, Ø 40 mm	280,00
22425D:X2 - 22425K:X2	vähennysholkit reikäteränpitimelle Ø 10,12,15,16,20,25 ja 32 mm. Hinta per kpl.	80,00
22425W:X2-22425X:X2	morsekartioholkit reikäteränpitimelle MK3 ja MK4. Hinta per kpl.	140,00

**Tuet**

33T11P:X2	2-piste liikkuva tuki, 10-80 mm kapasiteetti	340,00
33S11P:X2	3-piste kiinteä tuki Ø 10-150 mm kapasiteetti	920,00
33S11R:X2	3-piste kiinteä tuki Ø 10-235 mm kapasiteetti, rullilla	670,00

**Sekalaisia varusteita**

21010D:X2	Vääntölaikka (karalle)	210,00
460200:X2	Nostolenkki varusteineen, kärkiväli 1250 mm	820,00
	Koneen asennuksen tarkastus sekä käyttöönotto, 1 päivä	800,00
	Koneen ohjelmointi- ja käyttökoulutus. Hinta per päivä.	800,00

Hinnat perustuvat myyntikurssiin 1 EUR = 0,67 GBP

Hinnat euroissa ilman arvonlisäveroa. Toimitusajankohdan mukainen arvonlisävero lisätään laskutusvaiheessa.

Lisävarusteiden hinnat edellyttävät tilausta ja toimitusta koneen yhteydessä.

Jousenpidin	Sorvausvaihe	lastuamissyvyys a (mm)	syöttö f (mm/r)	lastuamisnopeus v (mm/s)	lastuvirta V` (mm <sup>3</sup> /s)	lastuttutilavuus V (mm <sup>3</sup> )	lastuamisaika t (s)
Asetus 1 kiinnitys päältä	Päänoikaisu	1,5	0,3	2000	900	15551	17
	Sisäpuolinen rouhinta	3	0,3	2000	1800	34846	19
	Sisäpuolinen silitys	0,5	0,15	2000	150	5169	34
Asetus 2 kiinnitys reiästä	Ulkopuolinen rouhinta	3	0,3	2000	1800	92903	52
	Ulkopuolinen silitys	0,5	0,15	2000	150	12050	80
Holkki							
Asetus 1 kiinnitys reiästä	Ulkopuolinen rouhinta	3	0,3	2000	1800	138710	77
	Ulkopuolinen silitys	0,5	0,15	2000	150	13046	87
Asetus 2 kiinnitys päältä	Sisäpuolinen rouhinta	3	0,3	2000	1800	6134	3
	Ulkopuolinen rouhinta	3	0,3	2000	1800	191261	106
	Sisäpuolinen silitys	0,5	0,15	2000	150	6130	41
	Ulkopuolinen silitys	0,5	0,15	2000	150	9271	62
Tiivisterengas							
Asetus 1	Pään oikaisu	0,5	0,15	2000	150	1816	12
	Sisäpuolinen viiste	0,5	0,15	2000	150	0	0
	Katkaisu pistoterällä	3	0,1	1500	450	10897	24
					lastuamisaika yht (s)		616
						(h)	0,17

	käyttötarkoitus	terävarren koko	kärkikul-	asetus-	terävarren	teräpalojen
--	-----------------	-----------------	-----------	---------	------------	-------------

			ma	kulma	hinta/€	hinta/€
ulkopuoliset	rouhinta	25x25x150mm	80	95	50	10
	viimeistely	25x25x150mm	80	95	50	10
	tason sorvaus	25x25x150mm	90	45	50	10
	muodon sorvaus	25x25x150mm	35	95	75	10
	muodon sorvaus	25x25x150mm	35	50	75	10
	pistoterä 3mm	32x32x120mm			170	10
	seegerterä 1-1,4mm	25x25x150mm			100	30
	kierreterä	25x25x150mm	60		100	30
	kierreterä tuumaisille	25x25x150mm	55		100	30

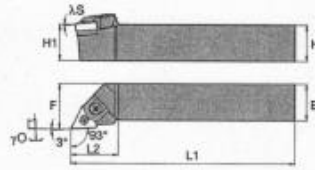
sisäpuoliset	rouhinta	32x350mm	80	95	110	10
	rouhinta	25x300mm	80	95	80	10
	rouhinta	16x200mm	80	95	80	10
	viimeistely	32x350mm	60	90	60	10
	viimeistely	16x200mm	80	95	50	10
	viimeistely	12x150mm	60	90	55	10
	kierreteriä	25x200mm	60		100	30
	kierreteriä	16x150mm	60		100	30
	kierreteriä tuumaisille	25x200mm	55		100	30
	kierreteriä tuumaisille	16x150mm	55		100	30
	seegerteriä	16x150mm			140	30
					yhteensä/€	2105

# WEDGELOCK Toolholders

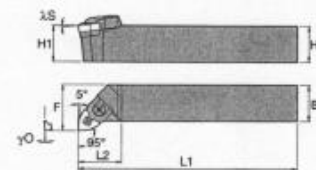


## KENLOC Inserts

### MTJN 93°



### MWLN 95°



Catalog number Right hand/Left hand	H =		F	L1	L2	λS°	γO°							
	H1	B						Gage Insert	Shim	Lock Pin	Set Screw	Hex (mm) or Torx	Clamp Assembly	Hex (mm)
MTJN R/L 2020K16H4	20	20	25,0	125	32,0	-6,0	-6,0	TN.160408	512.125	513.125	192.159	3	551.125	3
MTJN R/L 2525M16H4	25	25	32,0	150	32,0	-6,0	-6,0	TN.160408	512.125	513.125	192.159	3	551.125	3
MTJN R/L 3225P16H4	32	25	32,0	170	32,0	-6,0	-6,0	TN.160408	512.125	513.125	192.159	3	551.125	3
MTJN R/L 2525M22H4	25	25	32,0	150	36,0	-6,0	-6,0	TN.220408	512.126	513.126	192.159	3	551.126	3
MTJNR3225P22H4	32	25	32,0	170	36,0	-6,0	-6,0	TN.220408	512.126	513.126	192.159	3	551.126	3
								λS°	γO°					
MWLN R/L 2020K08H4	20	20	25,0	125	30,0	-6,0	-6,0	WN.080408	512.131	513.132	192.636	T15	551.131	3
MWLN R/L 2525M08H4	25	25	32,0	150	30,0	-6,0	-6,0	WN.080408	512.131	513.132	192.636	T15	551.131	3
MWLN R/L 3225P08H4	32	25	32,0	170	30,0	-6,0	-6,0	WN.080408	512.131	513.132	192.636	T15	551.131	3

Seco S12N-SCLC R09 (reikäteri)

Order example:  
Right hand: MTJNR2020K16H4



Left hand: MTJNL2020K16H4

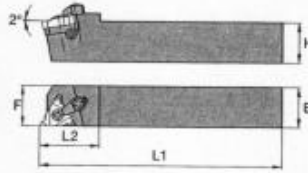




# LT Threading Toolholders



## LSA



Gage Insert

Catalog number

H B F L1 L2



Shim

Shim Screw

Torx

Clamp Assembly

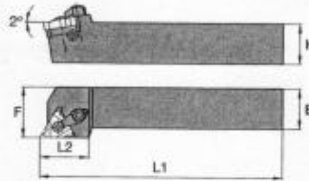
Torx

Insert Screw

Torx

Gage Insert	Catalog number	H	B	F	L1	L2	Shim	Shim Screw	Torx	Clamp Assembly	Torx	Insert Screw	Torx
	<b>Right hand</b>												
LT16ER	LSASR1212N16	12	12	16	85	22	-	-	-	-	-	SSA3T	T10
LT16ER	LSASR1616H16	16	16	16	100	25	SMYE3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16ER	LSASR2020K16	20	20	20	125	30	SMYE3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16ER	LSASR2525M16	25	25	25	150	30	SMYE3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16ER	LSASR3232P16	32	32	32	170	30	SMYE3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT22ER	LSASR2525M22	25	25	25	150	36	SMYE4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22ER	LSASR3232P22	32	32	32	170	36	SMYE4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
	<b>Left hand</b>												
LT16EL	LSASL1212N16	12	12	16	85	22	-	-	-	-	-	SSA3T	T10
LT16EL	LSASL1616H16	16	16	16	100	25	SMYI3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16EL	LSASL2020K16	20	20	20	125	30	SMYI3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16EL	LSASL2525M16	25	25	25	150	30	SMYI3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16EL	LSASL3232P16	32	32	32	170	30	SMYI3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT22EL	LSASL2525M22	25	25	25	150	36	SMYI4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22EL	LSASL3232P22	32	32	32	170	36	SMYI4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20

## LSS



Gage Insert

Catalog number

H B F L1 L2



Shim

Shim Screw

Torx

Clamp Assembly

Torx

Insert Screw

Torx

Gage Insert	Catalog number	H	B	F	L1	L2	Shim	Shim Screw	Torx	Clamp Assembly	Torx	Insert Screw	Torx
	<b>Right hand</b>												
LT16ER	LSSR2020K16Q	20	20	25	125	25	SMYE3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16ER	LSSR2525M16Q	25	25	32	150	25	SMYI3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16ER	LSSR3232P16Q	32	32	40	170	32	SMYE3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT22ER	LSSR2525M22Q	25	25	32	150	30	SMYE4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22ER	LSSR3232P22Q	32	32	40	170	30	SMYE4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
	<b>Left hand</b>												
LT16EL	LSSL2020K16Q	20	20	25	125	25	SMYI3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16EL	LSSL2525M16Q	25	25	32	150	25	SMYI3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16EL	LSSL3232P16Q	32	32	40	170	32	SMYI3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT22EL	LSSL2525M22Q	25	25	32	150	30	SMYI4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22EL	LSSL3232P22Q	32	32	40	170	30	SMYI4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20

Order example:  
LSASR1212N16

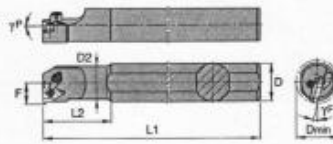


# LT Threading Boring Bars

## A-LSE



Steel shank with through coolant



Gage insert	Catalog number	D	Dmin	D2	F	L1	L2	A	yP*	yP	Shim	Shim Screw	Torx	Clamp Assembly	Torx	Insert Screw	Torx
	<b>Right hand</b>																
LT11NR	A1010LSE11	10	13	10,0	7,3	100	100	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSN2T	T8
LT11NR	A1020LSE11	20	13	10,0	7,3	180	25	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSN2T	T8
LT11NR	A1320LSE11	20	16	13,0	8,9	180	32	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSN2T	T8
LT16NR	A1616LSE16	16	20	16,0	11,3	150	32	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSA3T	T10
LT16NR	A1320LSE16	20	17	13,0	10,3	180	32	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSA3T	T10
LT16NR	A1620LSE16	20	20	16,0	11,5	180	40	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSA3T	T10
LT16NR	A2020LSE16	20	24	20,0	13,4	180	40	4,5	-15,0	-1,5	SMY13	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16NR	A2525LSE16	25	29	24,6	15,8	200	45	8,0	-15,0	-1,5	SMY13	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16NR	A2532LSE16	32	29	25,0	16,0	250	60	8,0	-15,0	-1,5	SMY13	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT22NR	A2020LSE22	20	27	20,0	15,6	180	50	8,0	-15,0	-1,5	SMY14	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22NR	A2525LSE22	25	32	24,6	17,6	200	45	8,0	-15,0	-1,5	SMY14	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22NR	A2532LSE22	32	32	25,0	17,8	250	60	8,0	-15,0	-1,5	SMY14	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22NR	A3232LSE22	32	39	32,0	21,5	250	60	8,0	-15,0	-1,5	SMY14	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22NR	A4040LSE22	40	47	40,0	25,8	300	60	8,0	-15,0	-1,5	SMY14	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
	<b>Left hand</b>																
LT11NL	A1010LSEL11	10	13	10,0	7,3	100	100	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSN2T	T8
LT11NL	A1020LSEL11	20	13	10,0	7,3	180	25	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSN2T	T8
LT11NL	A1320LSEL11	20	16	13,0	8,9	180	32	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSN2T	T8
LT16NL	A1616LSEL16	16	20	16,0	11,3	150	32	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSA3T	T10
LT16NL	A1320LSEL16	20	17	13,0	10,3	180	32	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSA3T	T10
LT16NL	A1620LSEL16	20	20	16,0	11,5	180	40	4,5	-15,0	-1,5	-	-	-	-	-	SSA3T	T10
LT16NL	A2020LSEL16	20	24	20,0	13,4	180	40	4,5	-15,0	-1,5	SMYE3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16NL	A2525LSEL16	25	29	24,6	15,8	200	45	8,0	-15,0	-1,5	SMYE3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT16NL	A2532LSEL16	32	29	25,0	16,0	250	60	8,0	-15,0	-1,5	SMYE3	SSY3T	T10	CKC3	T15	SSA3T	T10
LT22NL	A2020LSEL22	20	27	20,0	15,6	180	50	8,0	-15,0	-1,5	SMYE4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22NL	A2525LSEL22	25	32	24,6	17,6	200	45	8,0	-15,0	-1,5	SMYE4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22NL	A2532LSEL22	32	32	25,0	17,8	250	60	8,0	-15,0	-1,5	SMYE4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22NL	A3232LSEL22	32	39	32,0	21,5	250	60	8,0	-15,0	-1,5	SMYE4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20
LT22NL	A4040LSEL22	40	47	40,0	25,8	300	60	8,0	-15,0	-1,5	SMYE4	SSY4T	T20	CKC4	T20	SSA4T	T20

Order example:  
A1010LSE11

Note: Items listed without a shim are designed for a 1.5° inclination angle.

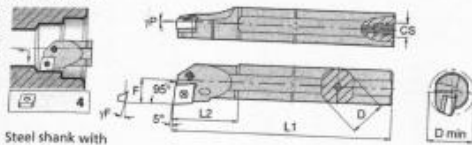
# KENLEVER Boring Bars

## KENLOC Inserts



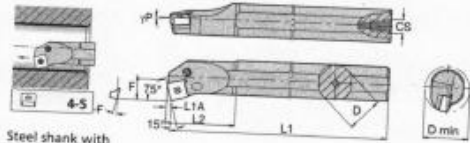
KINDEX TURNING INSERTS

### A-PCLN 95°



Steel shank with through coolant

### A-PSKN 75°

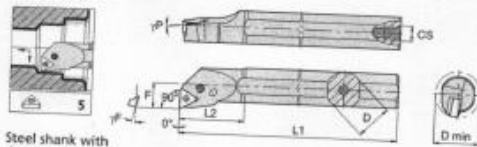


Steel shank with through coolant

TURNING INCLUDES

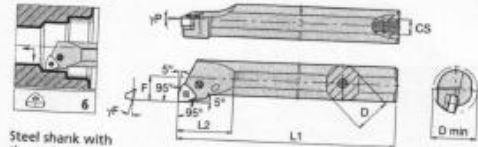
Catalog number Right hand/Left hand	D	Dmin	F	L1	L2	L1A	CS	γF°	γP°	Gage Insert	TURNING INCLUDES					
											Shim	Shim Pin	Pin Punch	Lever	Lever Screw	Torx plus
A25TPCLN R/L 12	25	32	17,0	300	40	-	1/4-18 NPT	-12,0	-5,0	CN.120408	-	-	-	511.022	514.122	10IP
A32UPCLN R/L 12	32	40	22,0	350	50	-	1/4-18 NPT	-10,0	-5,0	CN.120408	512.112	513.023	515.018	511.023	514.123	15IP
A40VPCLN R/L 12	40	50	27,0	400	55	-	1/4-18 NPT	-10,0	-5,0	CN.120408	512.112	513.023	515.018	511.023	514.123	15IP
A32UPCLN R/L 16	32	50	22,0	350	50	-	1/4-18 NPT	-10,0	-5,0	CN.160612	512.117	513.025	515.022	511.025	514.125	15IP
A40VPCLN R/L 16	40	50	27,0	400	55	-	1/4-18 NPT	-11,0	-5,0	CN.160612	512.117	513.025	515.022	511.025	514.125	15IP
A25TPSKN R/L 12	25	30	17,0	300	43	3,03	1/4-18 NPT	-10,0	-5,0	SN.120408	-	-	-	511.022	514.122	10IP
A32UPSKN R/L 12	32	40	22,0	350	52	3,03	1/4-18 NPT	-10,0	-5,0	SN.120408	512.063	513.023	515.018	511.023	514.124	15IP
A40VPSKN R/L 12	40	48	27,0	400	57	3,03	1/4-18 NPT	-10,0	-5,0	SN.120408	512.063	513.023	515.018	511.023	514.124	15IP

### A-PTFN 90°



Steel shank with through coolant

### A-PWLN 95°



Steel shank with through coolant

TURNING INCLUDES

Catalog number Right hand/Left hand	D	Dmin	F	L1	L2	L1A	CS	γF°	γP°	Gage Insert	TURNING INCLUDES					
											Shim	Shim Pin	Pin Punch	Lever	Lever Screw	Torx plus
A16RPTFN R/L 11	16	20	11,0	200	28	-	1/8-27 NPT	-14,0	-5,0	TN.110304	-	-	-	511.011	514.111	8IP
A20SPTFN R/L 11	20	25	13,0	250	30	-	1/8-27 NPT	-12,0	-5,0	TN.110304	-	-	-	511.011	514.111	8IP
A25TPTFN R/L 16	25	32	17,0	300	40	-	1/4-18 NPT	-12,0	-5,0	TN.160408	512.013	513.018	515.018	511.018	514.118	10IP
A32UPPTFN R/L 16	32	40	22,0	350	50	-	1/4-18 NPT	-10,0	-5,0	TN.160408	512.013	513.018	515.018	511.018	514.118	10IP
A40VPTFN R/L 22	40	48	27,0	400	55	-	1/4-18 NPT	-10,0	-5,0	TN.220408	512.023	513.023	515.018	511.023	514.123	15IP
A16RPWLN R/L 06	16	27	11,0	200	32	-	1/8-27 NPT	-12,0	-5,0	WN.060404	-	-	-	511.030	514.112	8IP
A20SPWLN R/L 06	20	25	13,0	250	32	-	1/8-27 NPT	-14,0	-5,0	WN.060408	-	-	-	511.030	514.112	8IP
A25RPWLN R/L 08	25	32	17,0	200	40	-	1/4-18 NPT	-12,0	-5,0	WN.080408	512.135	513.023	515.018	511.023	514.123	15IP
A32SPWLN R/L 08	32	40	22,0	250	50	-	1/4-18 NPT	-10,0	-5,0	WN.080408	512.135	513.023	515.018	511.023	514.123	15IP
A40TPWLN R/L 08	40	50	27,0	300	55	-	1/4-18 NPT	-10,0	-5,0	WN.080408	512.135	513.023	515.018	511.023	514.123	15IP

## Kaksipäinen katkaisulehti työkalulohkoon

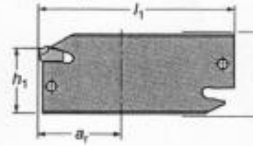
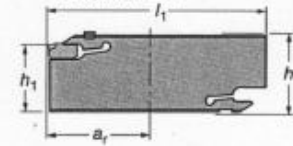


## Katkaistu

151.2-4E  
151.2-5E  
151.2-7E  
151.2-9E  
151.2-5F

## Uransorvaus

151.2-4G  
151.2-5G  
151.3-E-G

Jousikiinnitys  
Teräsijan koko 20-60Ruuvikiinnitys  
Teräsijan koko 80

Neutraali malli

Tilauskoodi		Mitat, mm				Varaosat			
$a_1$ pituus maks. <sup>1)</sup>	Teräsijan koko <sup>2)</sup>	$h$	$h_1$	$l_1$	Mittäterä	Ruuvi	Avain	Väistö- motti Nn	
35	20	151.2-21-20	25,9	21,4	110	N151.2-200-5E	-	5680 057-021 <sup>3)</sup>	-
35	25	151.2-21-25	25,9	21,4	110	N151.2-250-5E	-	5680 057-021 <sup>3)</sup>	-
60		151.2-25-25	31,9	25,0	150	-	-	-	-
35	30	151.2-21-30	25,9	21,4	110	N151.2-300-5E	-	5680 057-021 <sup>3)</sup>	-
60		151.2-25-30	31,9	25,0	150	-	-	-	-
35	40	151.2-21-40	25,9	21,4	110	N151.2-400-5E	-	5680 057-011 <sup>3)</sup>	-
60		151.2-25-40	31,9	25,0	150	-	-	-	-
60	50	151.2-25-50	31,9	25,0	150	N151.2-500-5E	-	5680 057-011 <sup>3)</sup>	-
60	60	151.2-25-60	31,9	25,0	150	N151.2-600-5E	-	5680 057-011 <sup>3)</sup>	-
100	80	151.2-45-80	52,5	45,0	250	N151.2-800-4E	3212 012-259	5680 043-14 (20IP)	3,5

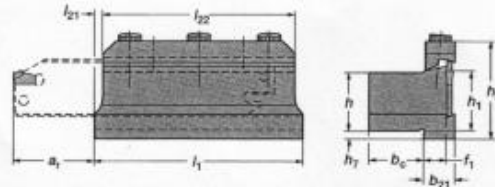
<sup>1)</sup> Suurimman tukevuuden saat säätämällä lehden mahdollisimman lyhyeksi.

<sup>2)</sup> Vastattava terään merkittyä teräsijan kokoa.

<sup>3)</sup> Tarvike, tilattava erikseen.

Tilausesimerkki: 2 kpl 151.2-21-20

## Työkalulohko katkaisulehdille



Lastuamisnestesuutin s. B 37.

Lehdet työkalulohkoihin		Tilauskoodi											Mitat, mm	
CoroCut-katkaisulehdet	T-MAX Q-Cut - katkaisulehdet	$a_1$ max	$b_{21}$	$b_c$	$f_1$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_7$	$l_1$	$l_{21}$	$l_{22}$		
N123D15-21A2 N123E15-21A2 N123F30-21A2 N123G30-21A2	151.2-21-20 151.2-21-25 151.2-21-30 151.2-21-40	35	151.2-2020-21M	18	20	13,4	20	20	45,5	10	80	5	70	
N123D15-25A2 N123E20-25A2 N123F55-25A2 N123G55-25A2 N123H55-25A2 N123J55-25A2 N123K55-25A2	R/LF123E25-25B1 R/LF123F25-25B1 R/LF123G25-25B1 R/LF123H25-25B1 151.2-25-25 151.2-25-30 151.2-25-40 151.2-25-50 151.2-25-60	60	151.2-2520-25 151.2-3232-25	18	20	13,4	25	25	52,5	10	120	5	110	
	151.2-45-80	100	151.2-3232-45 151.2-4040-45	20,4	31,6	13,4	32	32	82,5	29,7	160	5	150	
				20,4	39,6	13,4	40	40	82,5	21,7	160	5	150	

Tilausesimerkki: 2 kpl 151.2-2020-21M

## Terät



B 18-27

## Varaosat

B 71  
B 72  
B 74

## Tekniset tiedot



B 92



Aksiaalisesti/radiaalisesti kiinnitettävät Coromant Capto® -välikappaleet 25 mm korkeille katkaisulehdille esitellään moduulityökaluja käsittelevässä osassa, s. E 28.

B 47

## Jaksollisten maksujen nykyarvotekijän taulukko

### JAKSOLLISTEN SUORITUSTEN NYKYARVO

(1 euron suuruisen jaksollisten suoritususten oletetaan tapahtuvan kulloinkin kysymyksessä olevan vuoden lopussa)

Kaava: 
$$\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

n/i	5 %	6 %	7 %	8 %	10 %	12 %	15 %	20 %
1	0,952	0,943	0,935	0,926	0,909	0,893	0,870	0,833
2	1,859	1,833	1,808	1,783	1,736	1,690	1,626	1,528
3	2,723	2,673	2,624	2,577	2,487	2,402	2,283	2,106
4	3,546	3,465	3,387	3,312	3,170	3,037	2,855	2,589
5	4,329	4,212	4,100	3,993	3,791	3,605	3,352	2,991
6	5,076	4,917	4,767	4,623	4,355	4,111	3,785	3,326
7	5,786	5,582	5,389	5,206	4,868	4,564	4,160	3,605
8	6,463	6,210	5,971	5,747	5,335	4,968	4,487	3,837
9	7,108	6,802	6,515	6,247	5,759	5,326	4,772	4,031
10	7,722	7,360	7,024	6,710	6,144	5,650	5,019	4,193
11	8,306	7,887	7,499	7,139	6,495	5,938	5,234	4,327
12	8,863	8,384	7,943	7,536	6,814	6,194	5,421	4,439
13	9,394	8,853	8,358	7,904	7,103	6,424	5,583	4,533
14	9,899	9,295	8,745	8,244	7,367	6,628	5,724	4,611
15	10,380	9,712	9,108	8,599	7,606	6,811	5,847	4,676
20	12,462	11,470	10,594	9,818	8,514	7,469	6,259	4,870
30	15,372	13,765	12,409	11,258	9,427	8,055	6,566	4,980
40	17,159	15,046	13,332	11,925	9,779	8,244	6,642	4,997
50	18,256	15,762	13,801	12,233	9,915	8,304	6,660	5,000

## Annuiteettitekijän taulukko

### ANNUITEETTITEKIJÄ

(Nykyarvoltaan 1 euron suuruinen suoritus muunnettuna vuosittaisiksi maksuiksi)

$$\text{Kaava: } \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

n/i	5 %	6 %	7 %	8 %	10 %	12 %	15 %	20 %
1	1,0500	1,0600	1,0700	1,0800	1,1000	1,1200	1,1500	1,2000
2	0,5376	0,5454	0,5531	0,5608	0,5762	0,5917	0,6151	0,6546
3	0,3672	0,3741	0,3811	0,3880	0,4021	0,4164	0,4380	0,4747
4	0,2820	0,2886	0,2952	0,3019	0,3155	0,3292	0,3503	0,3863
5	0,2310	0,2374	0,2439	0,2505	0,2638	0,2774	0,2983	0,3344
6	0,1970	0,2034	0,2098	0,2163	0,2296	0,2432	0,2642	0,3007
7	0,1728	0,1791	0,1856	0,1921	0,2054	0,2191	0,2404	0,2774
8	0,1547	0,1610	0,1675	0,1740	0,1874	0,2013	0,2203	0,2606
9	0,1407	0,1470	0,1535	0,1601	0,1736	0,1877	0,2096	0,2481
10	0,1295	0,1359	0,1424	0,1490	0,1628	0,1770	0,1993	0,2385
11	0,1204	0,1268	0,1334	0,1401	0,1540	0,1648	0,1911	0,2311
12	0,1128	0,1193	0,1259	0,1327	0,1468	0,1614	0,1845	0,2253
13	0,1065	0,1130	0,1197	0,1265	0,1408	0,1557	0,1791	0,2206
14	0,1010	0,1076	0,1143	0,1213	0,1358	0,1509	0,1747	0,2169
15	0,0963	0,1030	0,1098	0,1168	0,1315	0,1468	0,1710	0,2139
20	0,0802	0,0872	0,0944	0,1019	0,1175	0,1339	0,1598	0,2054
30	0,0651	0,0727	0,0806	0,0888	0,1061	0,1241	0,1523	0,2009
40	0,0583	0,0665	0,0750	0,0838	0,1023	0,1213	0,1506	0,2001
50	0,0548	0,0634	0,0724	0,0817	0,1009	0,1204	0,1501	0,2000