



Mika Paavola

**VTT:N PROTOTYYPPIKEHITYKSEN PROSESSI JA
5S-MENETELMÄN SOVELTAMINEN
LABORATORIOYMPÄRISTÖÖN**

**VTT:N PROTOTYYPPIKEHITYKSEN PROSESSI JA
5S-MENETELMÄN SOVELTAMINEN
LABORATORIOYMPÄRISTÖÖN**

Mika Paavola
Opinnäytetyö
Kevät 2012
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, koneautomaatiotekniikka

Tekijä: Mika Paavola

Opinnäytetyön nimi: VTT:n prototyypikehityksen prosessi ja 5S-menetelmän soveltaminen laboratorioympäristöön

Työn ohjaajat: Janne Paaso, Helena Tolonen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2012

Sivumäärä: 42 + 9 liitettä

Työssä määriteltiin VTT:n Optiset laitteet ja mittausratkaisut -osaamiskeskuksen prototyypikehitysprosessin kulku ja sovellettiin 5S-menetelmää osaamiskeskuksen tuotanto- ja testaustiloihin. Työn tavoitteena oli saada selkeä kirjallinen kuvaus prosessista ja käyttöönottaa 5S-menetelmä yhteen tai useampaan työpisteeseen. Työ tehtiin VTT:n Oulun toimipisteessä.

Prototyypikehitysprosessiin perehdyttiin työskentelemällä mekaniikkasuunnittelijana projektissa. Tuotanto- ja testaustiloihin tutustuttiin projektin edetessä, ja se lisäsi työn tekijän tuntemusta työpisteissä tehtävästä tutkimus-, mittaus-, testaus- ja kokoonpanotyöstä. Työtavat ja työssä tarvittavat työkalut tulivat tutuiksi, ja se helpotti 5S-menetelmän toteutusta.

5S-menetelmä toteutettiin yhteen laboratorioon menetelmän viittä vaihetta noudattaen. Menetelmän vaiheet ovat sortteeraus-, systematisointi-, siivous-, standardisointi- ja seurantavaihe. 5S-menetelmä on työkalu, jonka avulla pyritään aikaansaamaan ja säilyttämään työympäristön hyvä järjestys ja siisteys. Laboratoriossa työskentely muuttuu 5S-menetelmän käyttöönoton myötä aiempaa helpommaksi, mukavammaksi ja turvallisemmaksi.

Kirjallinen esitys prototyypikehitysprosessin kulusta tiivistää prosessin helposti ymmärrettäväksi kokonaisuudeksi. Prosessin kulussa voi olla projektikohtaisesti eroja, mutta yleensä prosessi sisältää tutkimus-, määrittely- ja suunnitteluvaiheen, osien hankinnan sekä laitteen kokoonpanon ja testauksen. Kirjallista kuvausta prosessista tullaan käyttämään uusien työntekijöiden perehdyttämisessä.

5S-menetelmän käyttöönotto jatkuu kyseisen osaamiskeskuksen muissa tiloissa. Työtä tullaan käyttämään esimerkkinä ja ohjenuorana suoritettaessa 5S-menetelmän käyttöönottoa muissa tuotanto- ja testaustiloissa.

Asiasanat:

5S-menetelmä, prototyypikehitys, VTT

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering, Machine Automation

Author: Mika Paavola

Title of thesis: Prototype Developing Process of VTT and Application of the 5S Method to Laboratory Environment

Supervisors: Janne Paaso, Helena Tolonen

Term and year when the thesis was submitted: spring 2012

Pages: 42 + 9 appendices

The aim of the thesis project was to describe the prototype developing process of the Photonic Devices and Measurement Solutions Knowledge Center of VTT and to apply the 5S method to the prototype production environment. The main goal was to get the prototype developing process documented and to perform the 5S-method in practice to one or more work cells. The thesis was performed in the Photonic Devices and Measurement Solutions Knowledge Center in Oulu.

The author of the thesis became familiar with the prototype developing process by working as a mechanical designer in the project. Working in the project increased the author's knowledge about tasks that are done in the work cells. The tasks that are done in the work cells are research, measurement, testing and assembly. Becoming familiar with the work habits and tools that are used helped the implementation of the 5S method.

The 5S method is a tool which makes it possible to create and maintain an organized and clean working environment. The 5S method was performed in practice to one of the laboratories following the five steps of the method. The steps are sort, set in order, shine, standardize and sustain. Working in the laboratory is easier, more comfortable and safer after performing the 5S method.

The written presentation describing the prototype developing process makes the process easier to understand. There might be some project-specific differences in processes but usually research, specification, design, parts procurement, assembly and testing are parts of a process. The presentation will be used when orientating new employees.

The implementation of the 5S method will continue in other facilities of VTT. The study will be used as a guideline and as an example when the 5S method is performed in practice in other production and testing facilities.

Keywords:

5S, prototype developing process, VTT

ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö tehtiin VTT:n Oulun toimipisteen Optiset laitteet ja mittausratkaisut -osaamiskeskukselle. Toivon, että työstä on apua tulevaisuudessa ja että sen avulla saadaan aikaan haluttuja tuloksia työviihtyvyyden ja prosessin tuottavuuden kannalta.

Haluan kiittää opinnäytetyöni ohjaajia erikoistutkija Janne Paasoa, vastaava tutkimusinsinööri Hannu Vasamaa ja lehtori Helena Tolosta. Kiitokseni hyvistä neuvoista ja tuesta kuuluu myös niille osaamiskeskuksen työntekijöille, jotka olivat apuna ja edesauttaneet opinnäytetyön valmistumista.

Haluan kiittää myös perhettäni sekä ystäviäni tuesta ja kannustuksesta, jonka olen heiltä saanut opiskelujeni aikana.

Oulussa 11.5.2012

Mika Paavola

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
SANASTO	8
1 JOHDANTO	9
2 TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT	10
2.1 Toiminta-ajatus	10
2.2 VTT:n hankemuodot	10
3 5S-MENETELMÄ	11
3.1 Sortteeraus	11
3.2 Systematisointi	13
3.3 Siivous	15
3.4 Standardisointi	16
3.5 Seuranta	17
4 PROTOTYYPPIKEHITYSPROSESSIN KULKU	18
4.1 Tutkimus	18
4.2 Speksaus	19
4.3 Suunnittelu	19
4.3.1 Optiikkasuunnittelu	20
4.3.2 Mekaniikkasuunnittelu	20
4.3.3 Elektroniikkasuunnittelu	20
4.3.4 Ohjelmistosuunnittelu	21
4.4 Osien valmistus	21
4.5 Kokoonpano	21
4.6 Testaus	21
4.7 Tiedoston hallinta	22
5 ESIMERKKIPROJEKTI	25
5.1 Tutkimus	25
5.2 Speksaus	25
5.3 Suunnittelu	25

5.3.1 Optiikkasuunnittelu	26
5.3.2 Mekaniikkasuunnittelu	26
5.4 Osien valmistus	28
5.5 Kokoonpano	28
5.6 Testaus	28
6 5S-MENETELMÄN SOVELTAMINEN	29
6.1 Sortteeraus	31
6.2 Systematisointi	32
6.3 Siivous	36
6.4 Standardisointi	36
6.5 Seuranta	37
7 YHTEENVETO	38
LÄHTEET	41
LIITTEET	42

SANASTO

Dubletilinssi	Linssi, jossa on kaksi yksinkertaista linssiä liitettynä yhteen.
KET	Vielä valmistuksessa oleva, keskeneräinen tuotanto.
Objektiiv	Linssijärjestelmä, joka muodostaa optisen kuvan kohteesta.
Okulaari	Linssipaketti, jolla objektiivin muodostama kuva saadaan katselukelpoiseksi.
Optinen pöytä	Raskasrakenteinen pöytä, jonka pöytälevyssä on kier-teitettyjä reikiä esimerkiksi optiikkatankojen kiinnitystä varten.
Prototyyppi	Tuotteen alkuperäinen, ensimmäinen versio, jolla tarkastetaan teknisen konseptin toimivuus.
Raman-spektroskopia	Mittaustekniikka, joka perustuu Sir Chandrasekhara Venkata Raman vuonna 1928 havaitsemaan Raman-sirontaan.
Setup	Nimitys, jota käytetään puhuttaessa laitteen kokoonpanosta.
Speksi	Vaatimus, joka laitteen tai materiaalin tulee täyttää.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty VTT:n Optiset laitteet ja mittausratkaisut -osaamiskeskukseen tavoitteena kuvata ensimmäisen kerran yksityiskohtaisesti VTT:n optisten laitteiden kehitysprosessi ja aikaansaada 5S-menetelmän avulla entistä systemaattisempi ja toimivampi prosessi. Opinnäytetyössä kuvataan prosessi yleisellä tasolla ja esimerkkiprojektin avulla. (Liite 1.)

Prototyyppekehitysprosessin kulkua ei aikaisemmin ole kuvattu kirjallisessa raportissa. Raportoinnin tarkoituksena on saada yksityiskohtainen selvitys prosessista ja kuvata projektien monimuotoisuus. Kirjallinen kuvaus auttaa varsinkin uusia työntekijöitä ymmärtämään prototyypin kehityksessä olevien työvaiheiden yhdenaikaisuus. Prototyypin kehityksessä ei laitteen lopullisesta kokoonpanosta ole yhtä ainoaa käsitystä vaan laite kehittyy koko prosessin ajan.

Prosessiin tutustutaan työskentelemällä mekaniikkasuunnittelijana projektissa. Projektissa työskentelyn tarkoituksena on auttaa ymmärtämään suunnittelun eri osa-alueiden yhdenaikaisesti suorittaminen ja niiden vaikutus toisiinsa. Työssä suunnitellaan kuusi osaa siten, että ne ovat yhteensopivia muiden kokoonpanoa varten suunniteltavien osien kanssa.

5S-menetelmä on alun perin suunniteltu vastaamaan tuotantoympäristön tarpeita. Opinnäytetyössä menetelmää on tarkoitus soveltaa ja sen toimivuutta kokeilla tuotekehitysympäristön laboratorioissa, joissa kehitys- ja testaustoiminta on pääosassa. Tarkoituksena 5S-menetelmän käyttöönotossa on saada työskentelypisteistä järjestelmällisiä. Järjestelmällisyys säästää työskentelyyn kuluva aikaa ja tekee työskentelystä miellyttävää, helppoa ja turvallista.

Laboratorio, johon 5S-menetelmää opinnäytetyössä sovelletaan, on epäjärjestyksessä. 5S-menetelmä auttaa ylimääräisten tavaroiden poistamisessa ja laboratorioon jäävien tavaroiden järjestämisessä siten, että ne ovat lähellä ja helposti löydettävissä. Lisäksi menetelmän työkalujen on tarkoitus auttaa siisteyden ja järjestyksen ylläpidossa.

2 TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT

VTT on työ- ja elinkeinoministeriön hallinnonalan tutkimuskeskus, joka tuottaa monipuolisia teknologia- ja tutkimuspalveluja. Se on Pohjois-Euroopan suurin soveltavaa tutkimusta tekevä organisaatio. VTT tuottaa palvelujaan kotimaisille ja kansainvälisille yrityksille sekä julkiselle sektorille. (1, linkit VTT.)

Vuoden 2010 liikevaihto oli 274 M€, josta valtion perusrahoitus 88 M€. Asiakkaita oli yhteensä 1 520 ja keksintöilmoituksia 290. Henkilöstömäärä oli 2 800 ja heistä 80 prosentilla oli suoritettuna korkeakoulututkinto. VTT:n patenttisalkussa on yli 1 100 patenttihakemusta ja patenttia. (1, linkit VTT -> VTT lukuina.)

2.1 Toiminta-ajatus

VTT luo edellytyksiä yhteiskunnan kestäväälle kehitykselle, työllisyydelle ja hyvinvoinnille. Kun asiakkaiden tarpeet ennakoidaan jo strategisessa tutkimuksessa, saadaan aikaan uusia liiketoimintoja ja innovatiivisia ratkaisuja. Innovaatioprosessissa sovellukset, teknologiakehitys ja liiketoimintamallien kehittäminen tapahtuvat rinnakkaisina, vuorovaikutteisina projekteina. (1, linkit VTT -> Toiminta-ajatus; 1, linkit VTT -> Tapa toimia.)

2.2 VTT:n hankemuodot

VTT tekee kolmenlaisia hankkeita:

- Maksulliset toimeksiannot ovat asiakkaan tilauksesta toteutettavia hankkeita.
- Yhteishankkeet toteutetaan ja rahoitetaan yhdessä VTT:n yhteistyökumppaneiden kanssa.
- Omarahoitteiset hankkeet ovat teknologiapohjaisia strategisia tutkimusprojekteja, joiden tavoitteena on parantaa kilpailukykyä ja osaamista. (1, linkit VTT -> Tapa toimia.)

3 5S-MENETELMÄ

Liiketoiminnan kehittäminen tuottavammaksi ja kannattavammaksi vaatii jatkuvaa muutosta. Muutoksen toteuttamiseksi on kehitetty useita työkaluja. Kuten 5S, monet niistä ovat peräisin Japanin autoteollisuudesta. (2, s. 4.)

5S on perustana kaikelle parannustyölle. Menetelmä keskittyy työskentely-ympäristössä ilmeneviin ongelmakohtiin ja on työkaluna yksinkertainen ja tehokas. Siisteys ja järjestys ovat toimivan tuotannon tunnusmerkkejä ja antavat hyvän käsityksen yrityksestä asiakkaille ja potentiaaliselle työvoimalle. (2, s. 7.)

5S-menetelmän perusajatuksena on ylläpitää työskentely-ympäristön siisteys ja järjestys. Menetelmän käyttöönotto ja jatkuva toteuttaminen vaativat sitoutumista kaikilta työntekijöiltä. Onnistuneen käyttöönoton jälkeen yrityksen on mahdollista vähentää materiaalin tuhlausta, parantaa laatutasoa, lisätä työturvallisuutta ja työviihtyvyyttä sekä alentaa läpimenoaikaa ja kustannuksia. (2, s. 4 - 7.)

5S-menetelmän nimi tulee sen viisivaiheisesta toteutuksesta. Vaiheiden nimet tulevat japanin kielestä, ja vapaasti suomennettuna ne saavat alkukirjaimikseen s-kirjaimen. Menetelmän viisi vaihetta ovat sortteeraus, systematisointi, siivous, standardisointi ja seuranta. (3.)

3.1 Sortteeraus

Ensimmäisessä vaiheessa työpisteen kaikki tavarat käydään läpi. Tämä koskee työkaluja, raaka-aineita, KETiä, tuoleja, hyllyjä, dokumentaatiota, kuormalavoja, monistepinoja, lehtiä jne., eli kaikkea mitä työpisteessä on. Tarkoituksena on löytää vastaukset seuraaviin tavaroita koskeviin kysymyksiin:

- Mitä tarvitset?
- Mitä et tarvitse?
- Mitä voit poistaa? (2, s. 8.)

Tavarat, joita ei tarvita, poistetaan työpisteeltä tai varastoidaan. Tavarat, joita tarvitaan työssä, sijoitetaan niin, että ne ovat helposti havaittavissa ja saatavilla. (2, s. 8- 9.)

Yksi tapa lajitella tavarat on käyttää punaisia lappuja. Lappuun merkataan eroteluvaiheessa sen esineen tiedot, johon lappu kiinnitetään ja syy esineen merkitsemiseen. Kuvassa 1 on esimerkki punaisen lapun ulkoasusta. (5, s. 19.)

Nro	5S Red Tag
Pvm.	_____
Paikka/ Solu	_____
Esine	_____ _____
Lukumäärä	_____
Syy merkitsemiseen	<input type="checkbox"/> Tarpeeton <input type="checkbox"/> Rikkinäinen <input type="checkbox"/> Käytetään harvoin <input type="checkbox"/> Käyttötarve epäselvä
Toimenpide	<input type="checkbox"/> Palautetaan <input type="checkbox"/> Varastoidaan <input type="checkbox"/> Hävitetään
Muuta	_____ _____ _____

KUVA 1. Punainen lappu (5, Liite 5)

Lappu kiinnitetään tarpeettomiin, rikkiäisiin, harvoin käytettyihin ja käyttötarpeeltaan epäselviin tavaroihin. Jos tavaraa ei ole käytetty tietyn ajan kuluessa, se luokitellaan harvoin käytettyihin tavaroihin. Aika määritellään kohdekohtaisesti, esimerkiksi 30 päivää. Merkityt tavarat siirretään ns. karanteenialueelle ja jaotellaan siellä tarpeettomiin ja tarpeellisiin. Tarpeelliset tavarat säilytetään ja sijoitetaan käyttötarpeen mukaan joko varastoon tai työpisteeseen. Tarpeettomat tavarat hävitetään. Punaisen lapun toimenpide-kohta (kuva 1) täytetään tässä jaotteluvaiheessa. (5, s. 19: 4, s. 4.)

Tavaroiden luokitteluun ja laputtamiseen osallistuvat työpisteen työntekijät ja työnjohto. Työntekijät tietävät, mitkä tavarat ovat tarpeellisia, kun taas ulkopuolisen on mahdoton tietää, mitä tarvitaan ja mitä ei. Työnjohdon osallistuminen sortteeraukseen antaa työntekijöille viestin 5S-toiminnan tärkeydestä. (2, s. 9.)

3.2 Systematisointi

Työpisteeseen jääneille tavaroille määrätään paikat, jotka merkitään. Jatkuvasti käytössä olevat tavarat tulisi asettaa niin, että niiden käyttöönotto ja palauttaminen olisi helppoa. Järkevästi sijoitetut ja selvästi merkityt säilytyspaikat vähentävät työkalujen etsimiseen kuluvaan aikaa. (2, s. 10.)

Työkaluja työkaluseinille järjesteltäessä voidaan käyttää havainnollisia varjokuvia (kuva 2). Työkalujen paikkojen löytäminen varjotaulusta on helppoa. Työkalujen muodot varjostetaan seinään maalaamalla tai teippaamalla. Työkalun puuttuminen on helppo huomata. Jos työkalu ei ole paikallaan, näkyy sen paikalla vain sen varjokuva. (5, s. 21.)



KUVA 2. Työkalutaulu varjokuvineen (6, s. 7)

Työkalujen paikkojen merkintään voidaan käyttää myös nimeämistä. Työkalun nimi ilmoitetaan työkalulle varatun koukun tai telineen kohdalla. Nimeäminen on hyvä ja helppo tapa esimerkiksi silloin, kun säilötään työkaluja hyllyissä. Nimeämisen visuaalinen tehokkuus ei ole yhtä hyvä kuin varjokuvataulussa. Myös KETille, raaka-aineille ja materiaaleille määritetään ja nimetään omat sijoituspaikat ja maksimimäärät. (5, s. 21.)

Systematisointivaiheeseen kuuluu myös lattiamerkintöjen tekeminen (kuva 3). Lattiaan merkitään vapaaksi jäävät alueet. Näitä ovat muun muassa kulkureitit, ensiapuvälineistön edusta ja hätäpoistumistiet. Lattiaan merkitään myös materiaalien säilytyspaikat, esimerkiksi lavojen ja laatikoiden paikat. Lattiamerkinnät voidaan tehdä tarroilla tai maalaamalla. (5, s. 22.)



KUVA 3. Lattiamerkintöjä (6, s. 8)

3.3 Siivous

Siivousvaiheessa työpiste siivotaan perusteellisesti. Tällä vaiheella on tarkoitus näyttää työntekijöille, minkälainen työpisteen tulisi olla. Siivous ei ole kertasuoritus. Siivous tulee suorittaa säännöllisesti. (2, s. 12.)

Puhdas työpiste parantaa viihtyvyyttä ja vähentää työtaturmien riskiä. Siisti työympäristö auttaa koneiden toimintahäiriöiden havaitsemisessa ja pienetkin epäsäännöllisyydet on helppo korjata. Kuva 4 havainnollistaa kolmen ensimmäisen askeleen vaikutusta työpisteen ulkonäköön. (2, s. 12: 5, s. 23.)

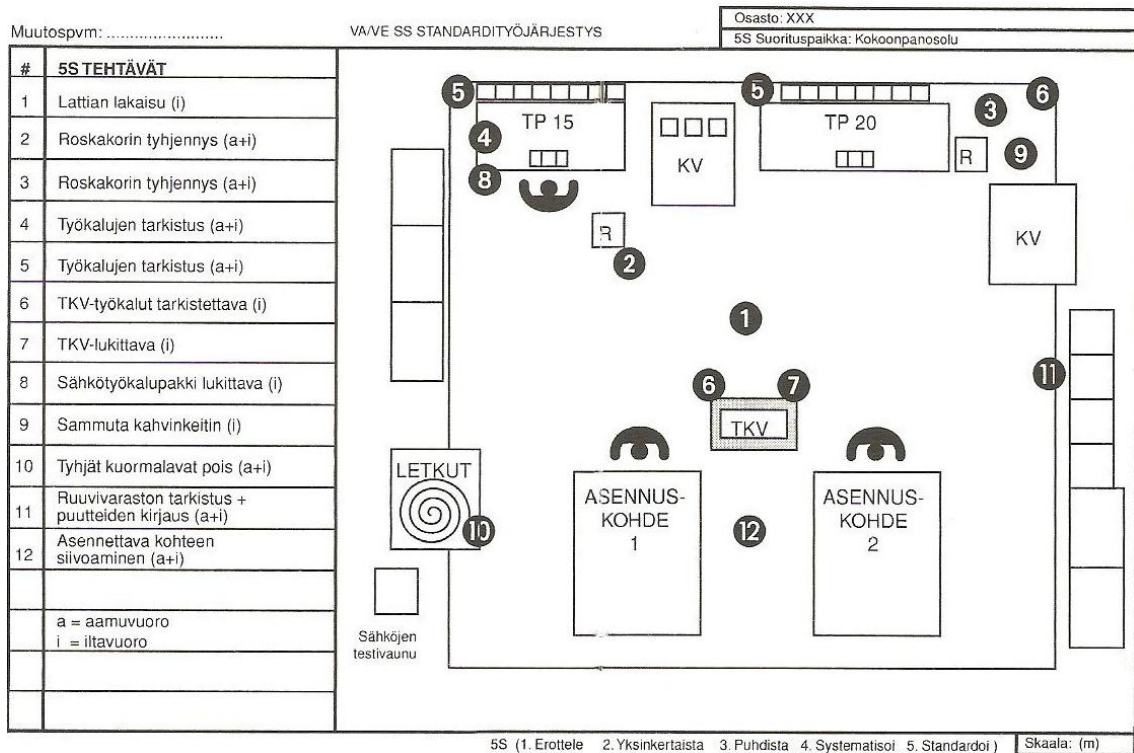


KUVA 4. Siivoamaton ja siivottu työpiste (7, s.44)

3.4 Standardisointi

Standardisoinnissa luodaan tietyt rutiinit, joilla 5S-menetelmää tulisi ylläpitää. Selkeät toiminta- ja seurantarutiinit varmistavat sen, että vanhaan toimintatapaan ei enää palata. (2, s. 13.)

Työntekijöille annetaan tarkat ohjeet jokapäiväisestä toimintamallista. Ohjeista voidaan laatia kuvan 5 mukainen standardityöjärjestys. Standardityöjärjestyksessä on lueteltu siivoukseen ja järjestelyyn liittyvät tehtävät ja niiden suorittamisajankohdat. Tehtävien suorittamispaikat ovat numeroitu työpisteen layoutkuvaan. (2, s.15 - 17.)



KUVA 5. Standardityöjärjestys (2, s. 16)

3.5 Seuranta

Standardointivaiheessa luotuja standardeja tulee noudattaa kurinalaisesti. Sääntöjen noudattaminen on 5S-menetelmän vaativin osa-alue. Seurantavaiheessa valvotaan, että 5S-menetelmä tuottaa halutun hyödyn. Seuranta voidaan toteuttaa säännöllisillä tarkastuksilla. Kirjatut tulokset voidaan julkaista esimerkiksi työpaikan ilmoitustaululla. (4, s. 10 - 11: 5, s. 25.)

Koko organisaation on oltava mukana 5S-menetelmän ylläpidossa. Organisaation johdon on näytettävä esimerkkiä ja luotava työntekijöille kuva menetelmän tärkeydestä. Työntekijöiden palkitseminen standardien noudattamisesta lisää motivaatiota ja arvostuksen tuntua. (7, s. 28.)

4 PROTOTYYPPIKEHITYSPROSESSIN KULKU

Kun prototyyppiä aletaan kehittää, ei suunnittelijoilla ole välttämättä kovinkaan tarkkoja speksejä laitteesta. Näkemykset valmiista laitteesta voivat olla hyvinkin erilaisia. Valmis prototyyppi on yhdistelmä erilaisia näkemyksiä ja kompromisseja.

Prototyypin kehitys on monivaiheista. Siinä on otettava huomioon useita seikkoja, kuten asiakkaan asettamat toiveet laitteelle, laitteen maksimihinta ja fysiikan lakien asettamat rajoitteet.

VTT:n Optiset laitteet ja mittausratkaisut -osaamiskeskuksen prototyyppikehitysprosessin standardisointi on haastavaa, koska jokainen projekti on erilainen. Osassa projekteista prosessi ei käy läpi kaikkia raportissa selostettuja vaiheita. Täysin uuden laitteen kehitys on luova prosessi, jonka kulkua ei liiaksi haluta rajata. Prosessin standardinmukaiseksi pakottamisen varjopuolena on luovuden kahlitseminen. Seuraavassa on kuvattu prototyyppikehitysprosessin kulku kaikessa monimuotoisuudessaan. Kuvassa 6 on esitetty prototyyppikehitysprosessin prosessikaavio.



KUVA 6. Prosessikaavio

4.1 Tutkimus

Tutkimusvaiheessa tutkitaan laitteen toimintaan liittyviä ilmiöitä. Tähän on käytössä lukuisia laboratoriomittareita. Laboratoriotutkimuksilla pyritään määrittämään, esimerkiksi minkälaisen mittausperiaatteen tietty ilmiö vaatii. Esimerkiksi spektrometrillä voidaan mitata kappaleen lähettämän valon spektriä, josta taas saadaan tietoa kappaleen kemiallisesta koostumuksesta. Tutkimusvaiheen tuloksista tehdään esiselvitysraportti. Raportista voi käydä ilmi muun muassa sellaista tekniikkaa suunniteltava laite käyttää.

4.2 Speksaus

Uudelle laitteelle määritellään tietyt ominaisuudet, jotka sen tulee täyttää. Vaatimuksia voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta. VTT:llä uutta laitetta suunnitellessa tärkeintä on, että laite täyttää toiminnalliset ja käyttäjän vaatimukset. Nämä vaatimukset kootaan yhdeksi tai useammaksi dokumentiksi.

Käyttäjän vaatimuksia mittaavalle laitteelle ovat esimerkiksi laitteen päätoiminto, mittatarkkuus, ulkomitat ja hinta. Toiminnalliset vaatimukset täydentävät käyttäjän vaatimuksia. Laitteen toiminnallista spesifikaatiota tehtäessä vastataan seuraaviin kysymyksiin: Mikä vaaditun toiminnan toteuttaa ja miten se on mahdollista toteuttaa? Toiminnallinen spesifikaatio sisältää yleisen kuvauksen laitteen kokoonpanosta ja selvityksen, mihin tekniikkaan laite perustuu.

4.3 Suunnittelu

Uuden laitteen suunnittelu on haastava projekti, jossa projektiryhmän eri asiantuntijoiden tulee tehdä saumatonta yhteistyötä. Laite vaatii usein optiikka-, mekaniikka-, elektroniikka- ja ohjelmistosuunnitelman.

Laitteen kokoonpanokuva on jatkuvasti elävä kokonaisuus, johon kaikkien osaluokkien suunnittelijat ottavat kantaa ja ehdottavat omia näkemyksiään. Jokaisen suunnitelmaan tehdyn muutoksen tulee olla sellainen, ettei se estä muiden osien tai kokonaisuuksien toiminnallisia ominaisuuksia. Jos muutos on esimerkiksi laitteen päätoiminnon kannalta pakollinen ja sen toteuttaminen vaatii laitteen joidenkin muiden osien uudelleen suunnittelua, ovat muut osat suunniteltava uudestaan. Joissain projekteissa optiikka on pääosassa ja toisissa taas ulkoiset mitat ovat ratkaiseva tekijä, jolloin optiikan ja elektroniikan täytyy väistyä tiukkojen mekaanisten speksien tieltä. Erilaisten päätösten tekeminen rakennetta suunniteltaessa ohjaa suunnitelmaa tiettyyn suuntaan.

Laitteen suunnittelusta syntyy dokumentteja lähinnä piirustusten ja osaluetteloiden muodossa. Osien valmistaminen tapahtuu piirustusten avulla ja laitteeseen tarvittavat osat kirjataan osaluetteloon.

4.3.1 Optiikkasuunnittelu

Optiikkasuunnittelijan tehtävänä on suunnitella halutun toiminnon toteuttava optinen rakenne, esimerkiksi linssikokoonpano. Kun suunnitelma on valmis, suunnittelija teettää tai tilaa kokoonpanoon tarvittavat komponentit ja kirjaa tarvittavat komponentit osaluetteloon.

Laitteen vaatiman optiikan ollessa valmiina voidaan laitteesta koota laboratorio-prototyyppi, jolla optiikan toimivuutta voidaan testata käytännössä. Laboratorio-prototyyppi voidaan koota optiikkapöydälle tai sen ympärille voidaan suunnitella alustava runkorakenne, jolloin laitetta voidaan testata muissakin käyttöympäristöissä.

4.3.2 Mekaniikkasuunnittelu

Mekaniikkasuunnittelija vastaa mekaanisesta laiteintegraatiosta. Mekaniikkasuunnittelijan tulee ottaa huomioon optisten ja elektronisten komponenttien vaatima tila ja kiinnitystapa. Suunnitelman tulee täyttää myös laitteelle asetetut mekaaniset vaatimukset, kuten koko, liikuteltavuus ja osien liikkuvuus.

Mekaniikkasuunnittelijan tehtävänä on suunnitella laitteen runko, komponenttien kiinnitykset ja muut mekaaniset rakenteet toimivaksi kokonaisuudeksi. Suunnittelija tekee osista tarvittavat piirustukset, tilaa tai teettää osat ja kirjaa tarvittavat osat osaluetteloon.

4.3.3 Elektroniikkasuunnittelu

Laitteet vaativat usein sähköä toimiakseen. Elektroniikkasuunnittelijan tehtävänä on suunnitella laitteeseen sellainen elektroninen kokoonpano, joka täyttää laitteelle määritetyt vaatimukset. Elektroniikkasuunnittelija tekee sähkökaavion, josta käyvät ilmi komponenttien sijoitus ja tarvittava johdotus. Tämän lisäksi elektroniikkasuunnittelija tilaa tai teettää tarvittavat komponentit ja kirjaa tarvittavat komponentit osaluetteloon.

4.3.4 Ohjelmistosuunnittelu

Laite voi tarvita tietokonepohjaisen ohjelmiston toimiakseen. Ohjelmistosuunnittelijan tehtävänä on suunnitella laitteeseen ohjelmisto, joka kykenee ohjaamaan laitteen toimintaa halutulla tavalla. Ohjelmiston käyttöliittymän tulisi olla selkeä ja helppokäyttöinen. Suunnittelijan tulee kirjoittaa tarkat käyttöohjeet ohjelmiston käytöstä.

4.4 Osien valmistus

Osien valmistamiseen voidaan käyttää VTT:n omia laitteita tai valmistaminen voidaan ulkoistaa. VTT:n Oulun toimipisteen valmistuskapasiteetti on rajallinen. Jos osia ei ehditä valmistaa omissa tiloissa, on ulkoistaminen nopeampi vaihtoehto.

4.5 Kokoonpano

Osien valmistuttua ne päätyvät kokoonpanolaboratorioon, missä laite kootaan. Kokoonpanon jälkeen laite on valmis testattavaksi.

Kokoonpanovaihe voidaan dokumentoida. Tällöin dokumenttina toimii selvitys kokoonpanosta. Selvitys sisältää sanallisen selityksen siitä, miten kokoonpano tai osa siitä tapahtui. Tekstin tukena voi olla kuvia kokoonpanon eri vaiheista.

4.6 Testaus

Kun prototyyppi on valmis, sitä testataan. Laitteelle voidaan tehdä toiminnallisia testauksia, moduulitestauksia, suorituskykytestauksia ja linjatestauksia. Osa testeistä tehdään VTT:n laboratorioissa ja osa laitteen lopullisessa käyttöympäristössä. Kun testit ovat valmiina, niiden tulokset dokumentoidaan.

Toiminnallinen testaaminen sisältää esimerkiksi kytkimien toiminnan testaamisen. Testaamalla nähdään, tapahtuuko tietty toiminto sille määrättyllä tavalla. Näillä testeillä varmistetaan, että laite on koottu oikein. Virheitä on voinut tapahtua esimerkiksi sähköliitännöiden tekemisessä tai mekaanisten kytkinten asentamisessa.

Moduulitestauksessa testataan eri osa-alueiden itsenäistä toimintaa. Moduulitestauksella voidaan varmistaa esimerkiksi, toimiiko kamera tai ajaako ohjelma itsensä läpi ilman virheilmoituksia.

Mittalaitteen prototyypin suorituskykyä testatessa tarkasteltavia asioita ovat muun muassa laitteen stabiilisuus, mittaustarkkuus ja toistotarkkuus. Suorituskyvyn tulee täyttää tai ylittää sille asetetut vaatimukset.

Linjatestauksessa laite viedään sen tulevaan käyttöympäristöön, esimerkiksi tehtaan tuotantolinjalle. Käyttöympäristön olosuhteet voivat poiketa suurestikin laboratorio-olosuhteista. Tehtaassa laite voi altistua esimerkiksi voimakkaalle värinälle, kosteudelle tai pölylle. Laitteen tulee täyttää sille asetetut vaatimukset myös linjatestauksessa.

4.7 Tiedoston hallinta

Optiset laitteet ja mittausratkaisut -osaamiskeskuksella on samanaikaisesti käynnissä useita projekteja. Projektien aikataulut ja projekteista syntyneiden dokumenttien järjestelmällinen hallinta on tärkeää.

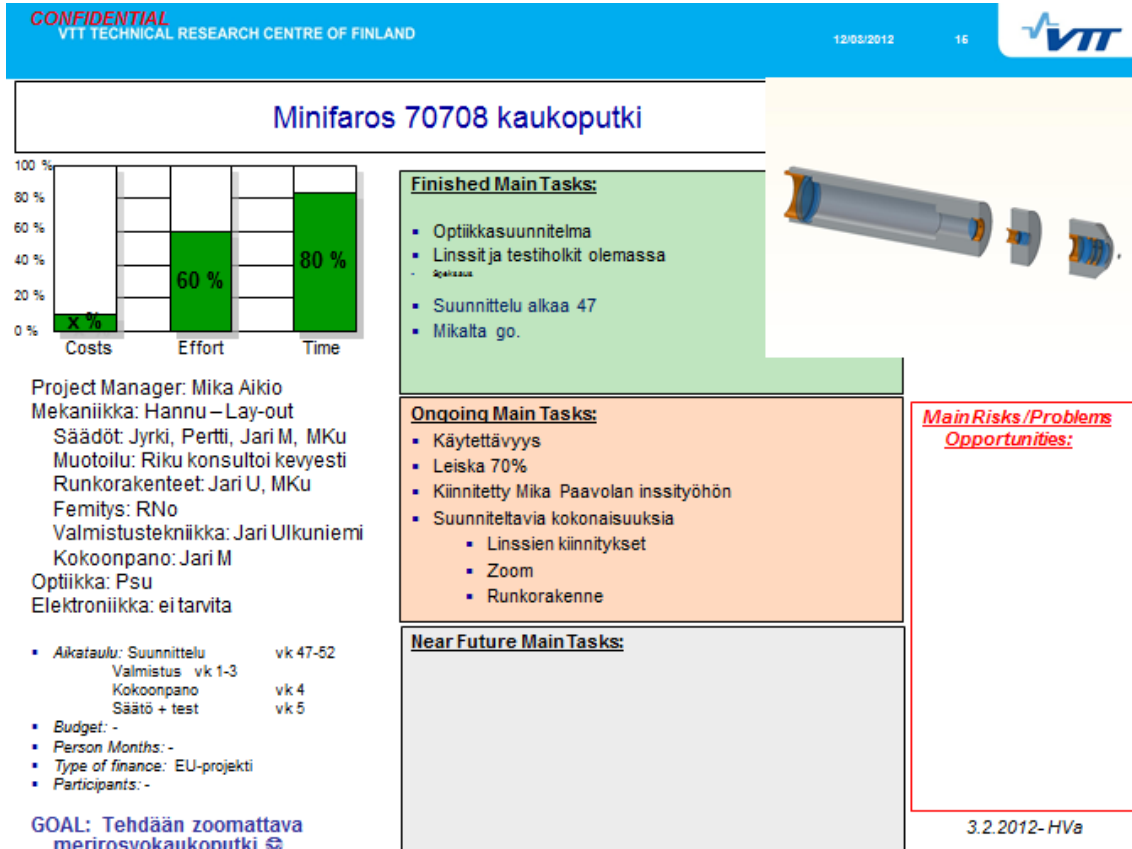
Aktiiviset projektit kirjataan taulukkoon (kuva 7). Taulukosta käyvät ilmi projektin nimi ja numero, projektipäällikkö tai laitevastaava, mekaniikkasuunnittelusta vastaava henkilö ja projektin aikataulut. Projektin eri vaiheet on kuvattu värein.

X = Laitteen valmistumisen deadline
[Speksaus = Laitteen toiminta, koko, hinta, aikataulu, jne. määritellään](#)
[Suunnittelu = Optiikka-, mekaniikka- ja elektroniikkasuunnittelu](#)
[Valmistus = Osien valmistus ja kokoonpano](#)
[Testaus = Kokoonpanun laitteen toiminnallinen testaus](#)

Päivitetty 4.1.2012			Joulukuu	Tammikuu	Helmi- kuu	Maaliskuu	Huhtikuu	Touk																		
	Proj.pääll. tai laitevastaava	Viikko	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	14	15
Projektin nimi ja numero		Mekaniikkasuunn.																								
Projekti 1 00001	Proj.pääll.1	Mek.suunn.1																								
Projekti 2 00002	Proj.pääll.2	Mek.suunn.2																								
Projekti 3 00003	Proj.pääll.3	Mek.suunn.3																								
Projekti 4 00004	Proj.pääll.4	Mek.suunn.4																								
Projekti 5 00005	Proj.pääll.5	Mek.suunn.5																								
Projekti 6 00006	Proj.pääll.6	Mek.suunn.6																								
Projekti 7 00007	Proj.pääll.7	Mek.suunn.7																								
Projekti 8 00008	Proj.pääll.8	Mek.suunn.8																								
Projekti 9 00009	Proj.pääll.9	Mek.suunn.9																								
Projekti 10 00010	Proj.pääll.10	Mek.suunn.10																								
Minifaros kaukoputki	Mika Aikio	Kaikki																								

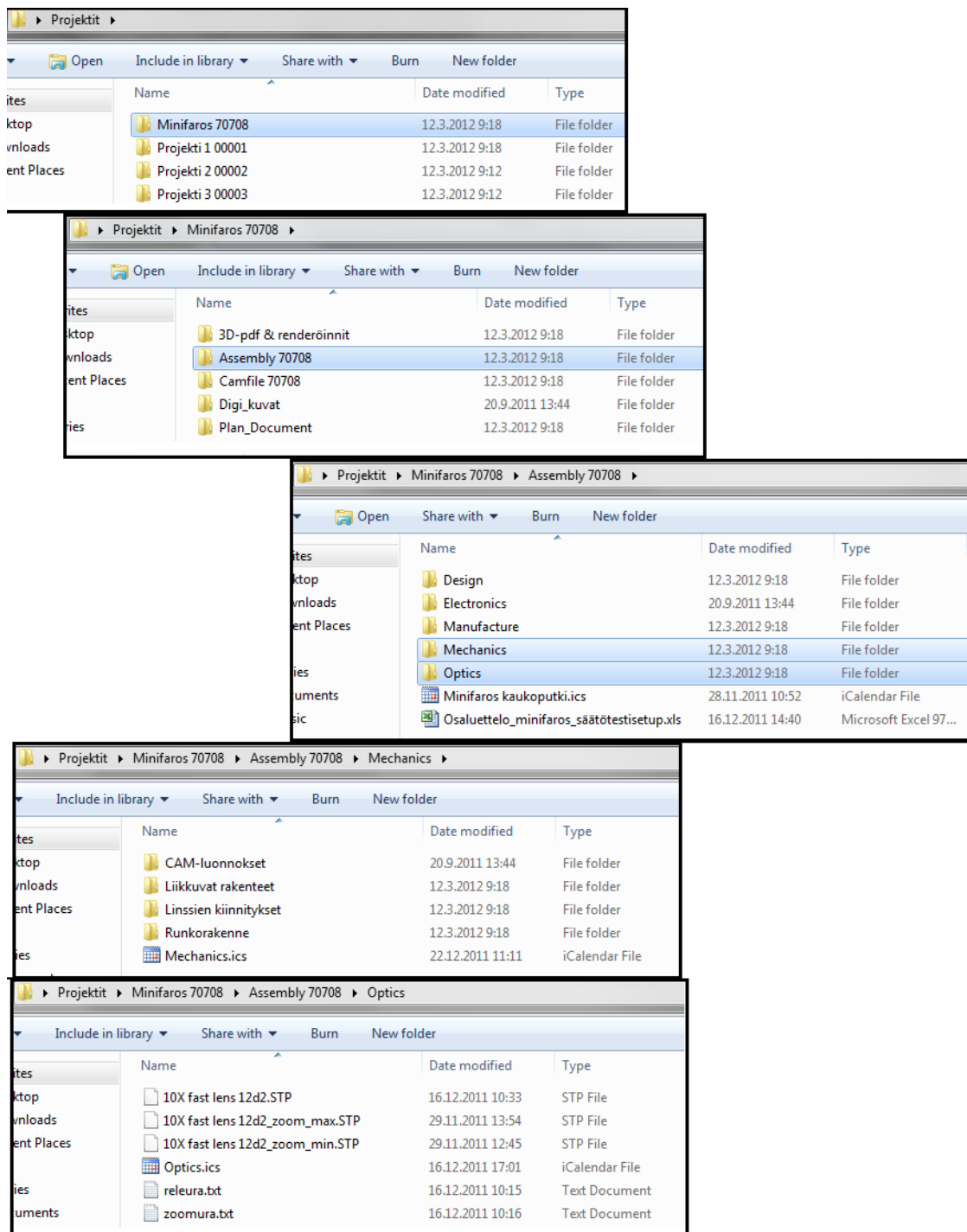
KUVA 7. Aktiiviset projektit

Jokaisesta projektista tehdään sivun mittainen esitys (kuva 8). Esityksestä ilme-
nevät projektiin osallistuvien henkilöiden tehtävät, projektin aikataulu, budjetti,
kesto muutettuna yhden henkilön työkuukausiksi, rahoitustyyppi, osallistujat,
pää tavoite, valmistuneet tehtävät, käynnissä olevat tehtävät, lähitulevaisuudes-
sa suoritettavat tehtävät, uusin kuva kokoonpanosta sekä listaus riskeistä, on-
gelmistä ja mahdollisuuksista, joita projektin aikana on ilmennyt.



KUVA 8. Projektin esittelyä

VTT ei käytä erillistä tiedostonhallintaohjelmistoa, vaan tiedostonhallinta tapahtuu järjestelmällisen kansiorakenteen avulla. Kuvassa 9 on esitetty projektikohtainen kansiorakenne ja kansioden nimeämistapa. Projektin kaikki tiedot ovat yhdessä kansiossa. Kansio nimetään projektin nimen ja numeron mukaan.



KUVA 9. Projektin kansiorakenne

Kokoonpanokansio (assembly) sisältää optiikka-, elektroniikka- ja mekaniikka-suunnitelmat. Suunnittelijat muokkaavat omia suunnitelmiaan ja muutokset päivittyvät kokoonpanokansion juuressa olevaan kokoonpanotiedostoon, josta kaikkien on helppo nähdä muutokset ja kommentoida niitä. (Kuva 9.)

5 ESIMERKKIPROJEKTI

Opinnäytetyössä tarkasteltiin prototyyppikehitysprosessin kulkua. Prosessin kulkuun tutustuttiin työskentelemällä mekaniikkasuunnittelijana projektissa.

Projektissa selvitettiin sellaisen rakenteen mekaniikkaa, joka mahdollistaa kaukoputkella zoomauksen tarkennuksen kärsimättä. Kyseinen toiminto haluttiin toteuttaa ilman elektroniikkaa. Suunniteltua rakennetta voidaan hyödyntää muissa laitteissa.

5.1 Tutkimus

Projektissa ei varsinaisesti ollut tutkimusvaihetta. Kaukoputken linssikokoonpano ja toimintaperiaate zoomauksen ja tarkennuksen osalta ovat yleisessä tiedossa. Uutuusarvoa sisältäviä osa-alueita olivat zoomauksen ja tarkennuksen mekaaninen yhteys sekä eri linssipakettien välisten etäisyyksien muuttuminen suhteessa toisiinsa.

5.2 Speksaus

Kaukoputken haluttiin toimivan siten, että kuva katsottavasta kohteesta tarkennetaan kerran, jonka jälkeen kuvaa voidaan zoomata tarkennuksen kärsimättä. Kaukoputken tuli olla käytettävyydeltään sellainen, että sitä voidaan käyttää kaksin käsin tai jalustaan asetettuna. Kaukoputken mittavaatimukset syntyivät käytettävyyksivaatimusten pohjalta.

5.3 Suunnittelu

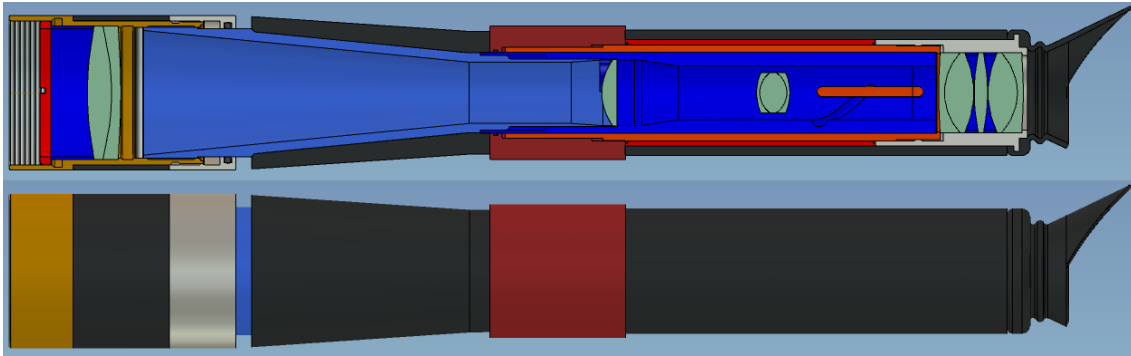
Projektissa käytettiin yhtä optiikkasuunnittelijaa ja useita mekaniikkasuunnittelijoita. Mekaniikkasuunnittelu jaettiin layout-, runkorakenne-, säätö-, muotoilu-, lujuuslaskenta-, valmistustekniikka- ja kokoonpanosuunnitelmiin. Elektroniikka- ja ohjelmistosuunnittelijaa ei projektissa tarvittu.

5.3.1 Optiikkasuunnittelu

Optiikkasuunnittelija suunnitteli kaukoputkeen tarvittavien linssien kokoonpanon. Suunnittelijan tehtävänä oli laskea, kuinka linssien välisten etäisyyksien tulee muuttua suhteessa toisiinsa kaukoputkella zoomattaessa.

5.3.2 Mekaniikkasuunnittelu

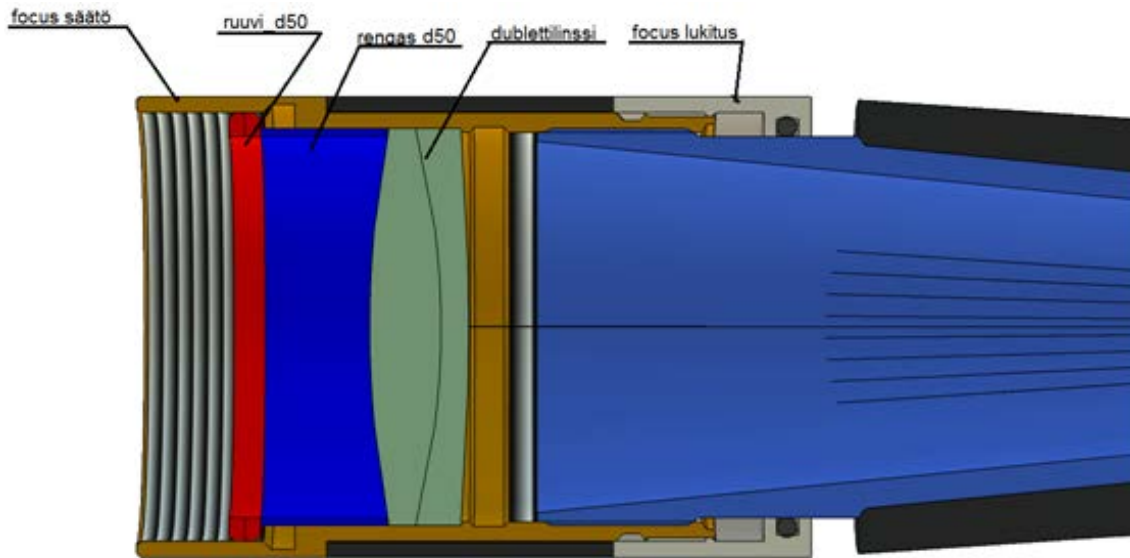
Kaukoputken rungon rakenne suunniteltiin vastaamaan optiikkasuunnitelman määrittämiä vaatimuksia. Liikkuvien rakenteiden liikeratojen suunnittelussa tarvittavat speksit saatiin nekin optiikkasuunnitelmasta. Kuvassa 10 on esitetty kaukoputken alustava rakenne. Yläpuolella on esitetty kaukoputki halkaistuna.



KUVA 10. Kaukoputken alustava rakenne

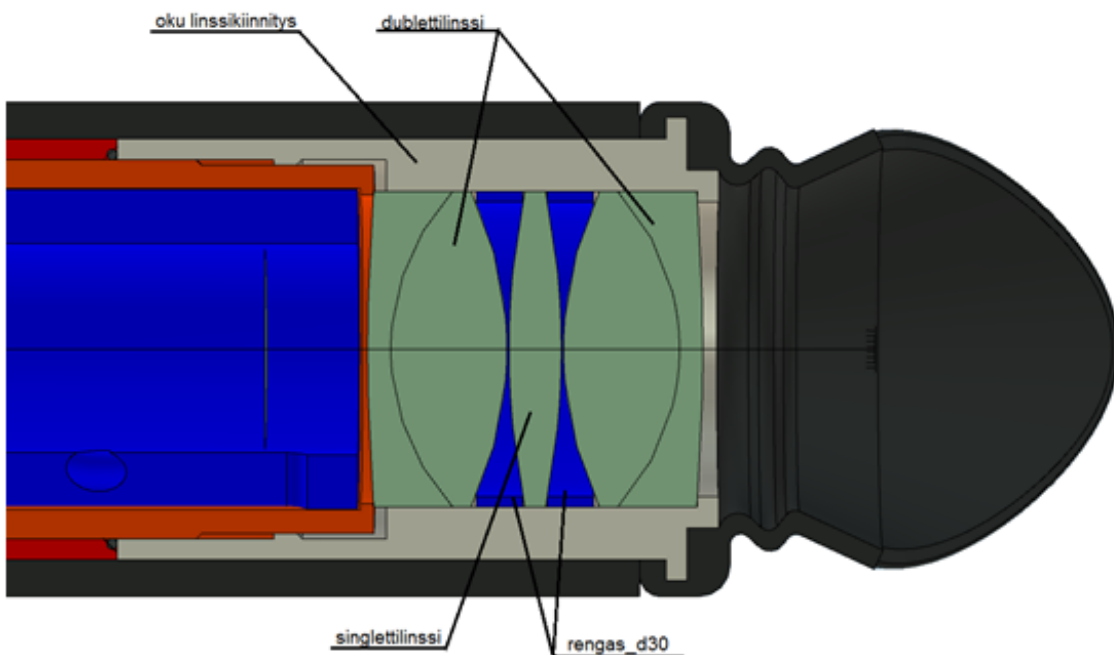
Tehtäväkseni annettiin objektiivin ulomman linssin ja okulaarilinssipaketin kiinnitysten sekä focus-säädön lukituksen suunnittelu. Osista oli mallinnettuna raakaversiot, joita käytin suunnittelun pohjana. Käytin osien toleroinnissa SFS-ISO 2768-1 -standardia.

Objektiivin ulompi linssi, dublettilinssi kiinnitetään käyttäen ohjainrengasta ja ruuvia. Kuvan tarkennus tapahtuu muuttamalla objektiivin linssien etäisyyttä. Keltaisen ja vaalean sinisen osan välissä on kierteet, joita kiertämällä kaukoputki pitenee tai lyhenee. Focus-lukitus estää kierteiden paikaltaan pyörittämisen. Kaukoputken etupää, jossa objektiivin ulompi linssi sijaitsee, on esitetty kuvassa 11.



KUVA 11. Kaukoputken etupää

Okulaarilinssipaketin kiinnitys tapahtuu kuvan 12 mukaisen kaukoputken ulkopintaan ruuvattavan holkin avulla. Linssit pinotaan holkin sisään ja linssien väliin asetetaan renkaat, jotka paikoittavat linssit sopivalle etäisyydelle toistaan.



KUVA 12. Kaukoputken takapää

Opinnäytetyö sisältää työpiirustukset kuudesta osasta. Työpiirustuksissa on käytetty VTT:n käytäntöjen mukaisia merkintöjä. Työpiirustukset on esitetty liitteissä 2 - 7.

5.4 Osien valmistus

Projekti ei ehtinyt valmistua opinnäytetyön teon aikana. Kaikkia osia ei ehditty suunnitella eikä yhtään osaa lähettää valmistukseen ennen opinnäytetyön loppumisajankohtaa.

5.5 Kokoonpano

Kokoonpanovaiheeseen ei ehditty tutustua, koska osat eivät olleet valmiina. Kaukoputken kokoaminen tulee luultavasti olemaan yksinkertainen toimenpide suunnitellun rakenteen yksinkertaisuudesta johtuen.

5.6 Testaus

Kaukoputkesta valmistettiin laboratorioprototyyppi optiikkasuunnitelman valmistuttua. Laboratorioprototyypillä testattiin optiikan toimivuutta käytännössä. Kuvasta 13 nähdään, että runkorakenne suunniteltiin yksinkertaiseksi.



KUVA 13. Kaukoputken laboratorioprototyyppi

6 5S-MENETELMÄN SOVELTAMINEN

Opinnäytetyössä käsiteltiin 5S-menetelmän käyttöönottoa yhdessä laboratoriossa. Kyseinen laboratorio toimii pilottikohteena, ja sen avulla on tarkoitus näyttää osaamiskeskuksen työntekijöille ja työnjohdolle, kuinka tehokas 5S-menetelmä on.

Pilottikohteeksi valittiin laboratorio, jossa tehdään pääosin Raman-spektroskopiaan pohjautuvia mittauksia. Laboratorio valittiin pilottikohteeksi, koska se edustaa tavanomaista laboratoriota. 5S-menetelmän käyttöönoton Raman-laboratorioon ajateltiin antavan hyvän kuvan siitä, miten menetelmää tulee soveltaa kyseessä olevassa tuotantoympäristössä. Lisäksi laboratoriossa oli paljon sinne kuulumatonta tavaraa, mikä omalta osaltaan vaikutti valintaan.

Kuvat 14 ja 15 on otettu ennen 5S-menetelmän ensimmäisen vaiheen aloitusta. Kuten kuvista ilmenee, laboratorioon oli kertynyt paljon tavaraa. Vapaa pöytä- ja hyllytila oli vähissä. Laboratorion suuremman päädyn pöytätilasta valtasi suuren osan laseri, jota ei ollut käytetty useaan vuoteen. Seinillä olevat kaapit olivat täynnä vanhoja näytteitä ja muuta tavaraa. Huoneen keskellä olevan kulkureitin tukkivat siirrettävät työkalupakit, jotka eivät mahtuneet enää paikoilleen pöydän alle.



KUVA 14. Laboratorion suurempi pääty ennen 5S-menetelmän käyttöönottoa

Laboratorion pienempi pääty ei ollut tehokkaassa käytössä. Pienemmässä päädyssä oli tyhjä kaappi, hyllykkö ja epäkunnossa oleva mittalaite (kuva 15). Aikaisemmin kaapin paikalla oli ollut vetokaappi, joka lopulta toimi vanhojen näytteen säilytyspaikkana, eikä sitä käytetty lainkaan oikeaan tarkoitukseen.



KUVA 15. Laboratorion pienempi pääty ennen 5S-menetelmän käyttöönottoa

6.1 Sortteeraus

Tavaroiden sortteeraukseen osallistui laboratoriossa eniten työskentelevät henkilöt. Kaikki tavarat käytiin läpi yksitellen ja niiden käyttötarve selvitettiin.

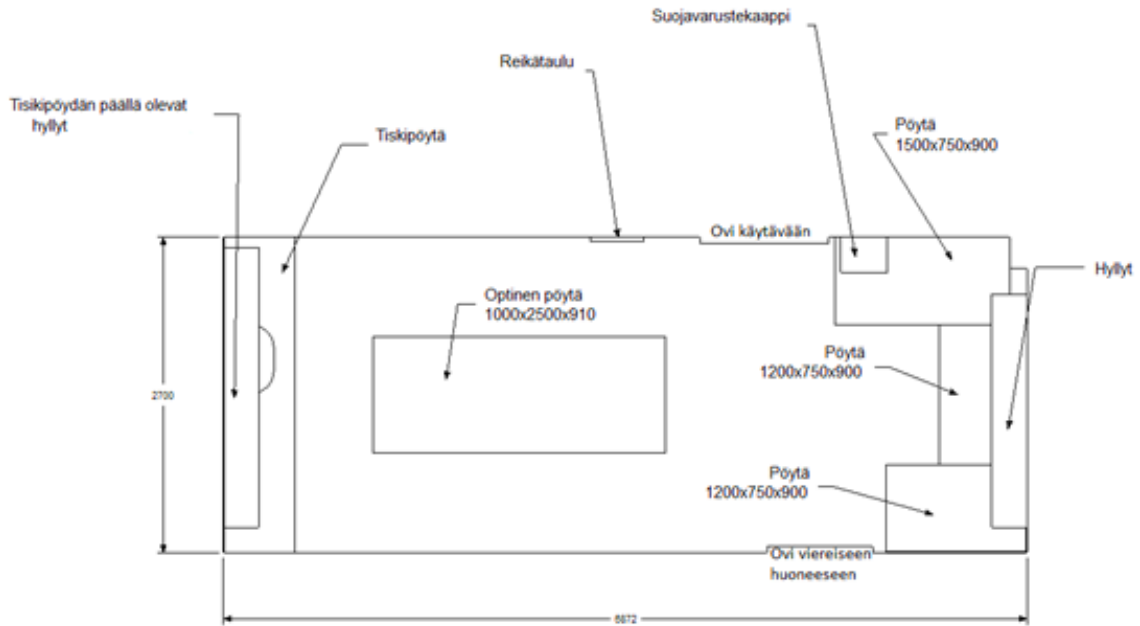
Laboratoriossa oli paljon pientä tavaraa. Punaisten lappujen kiinnittäminen kaikkiin tavaroihin osoittautui hankalaksi. Punaisia lappuja (kuva 16) kiinnitettiin suurimpiin tavaroihin, kuten kaappeihin ja mittalaitteisiin. Muut tavarat lajiteltiin laatikoihin. Muihin tiloihin kuuluvat tavarat siirrettiin sinne, minne ne kuuluvat ja varastoitavat tavarat varastoitettiin.

Nro	55 Red Tag
Pvm.	23.3.2012
Paikka/ Solu	Raman-laboratorio
Esine	_____ _____
Lukumäärä	_____
Syy merkitsemiseen	<input type="checkbox"/> Tarpeeton <input type="checkbox"/> Rikkinäinen <input type="checkbox"/> Käytetään harvoin <input type="checkbox"/> Käyttötarve epäselvä
Toimenpide	<input type="checkbox"/> Palautetaan <input type="checkbox"/> Varastoidaan <input type="checkbox"/> Hävitetään
Muuta	_____ _____ _____

KUVA 16. Punainen lappu

6.2 Systematisointi

Ennen varsinaista systematisointia kalusteiden järjestystä päätettiin muuttaa laboratorion käyttötarkoitusta vastaavaksi. Kuvassa 17 on esitetty huoneen pohjapiirustus, joka toimi pohjana kalusteiden uudelleen järjestämiselle. Muutos vaati huoneen remontoimista. Ennen remontin aloittamista huoneeseen jäivät tavarat siirrettiin väliaikaisesti varastoon.



KUVA 17. Sisustussuunnitelma

Kalusteiden lopullinen järjestys oli hieman erilainen kuin alkuperäisessä suunnitelmassa (kuva 17). Reikätaulun paikka ja seinille tulevien hyllyjen asemointi muuttui hieman.

Kiinteille mittalaitteille varattiin tilat laboratorion pienemmästä päädyistä. Kyseiseen pätyyn asetettiin kolme pöytää U-muodostelmaan. Päätyseinään pöytien yläpuolelle asennettiin sähköliitännät ja hyllyjä. Suojavarusteille merkittiin paikat hyllyjen reunaan. Laboratoriossa päivittäin tarvittavia suojavarusteita ovat kertakäyttöhanskat ja suojalasit. Kuvassa 18 on esitetty laboratorion pienempi päätyremontin ja systematisointivaiheen jälkeen.



KUVA 18. Laboratorion pienempi pääty systemisointivaiheen jälkeen

Laboratorion suuremman päädyn sivuseinään asennettiin ensiapuvälineistö ja sen viereen reikätaulu työkaluille (kuva 19) sekä teline ruuvimeisselisarjalle. Reikätauluun hankittiin eniten käytettäviä työkaluja. Reikätaulussa säilytettävien työkalujen nimet merkittiin tarroilla työkalujen yläpuolelle.



KUVA 19. Ensiapuvälineistö ja reikätaulu

Suuremman päädyn keskelle asennettiin optinen pöytä rakennettavia mittalaitteiden kokoonpanoja ja tarkkoja mittauksia varten. Pöydän päälle teetettiin metallinen kehikko, jonka alapuolelle asennettiin sähköliitännät ja työvalo. Kehikon tarkoituksena on toimia erilaisten sähköä vaativien laitteiden, esimerkiksi virtalähteiden säilytyspaikkana. Näin laitteet eivät vie tilaa optiselta pöydältä. Tuoleiksi hankittiin kolme satulatuolia. Suuremman päädyn päätyseinälle asennettiin koko seinän levyinen tiskialtaalla varustettu pöytä ja pöydän yläpuolelle tiskikaappi ja hyllyjä. Tiskikaappiin merkattiin paikat puhtaille näyteastioille ja tiskausvälineille. Kuvassa 20 on esitetty laboratorion suurempi pääty remontin ja systematisointivaiheen jälkeen on kuvattu kuvassa.



KUVA 20. Laboratorion suurempi pääty systemisointivaiheen jälkeen

Laboratorioon hankittiin tarrakone mittauksissa tarvittavien ja syntyvien näytteiden merkitsemistä varten. Näytteille ei määrätty hyllypaikkaa, koska näytteiden vaihtuvuus voi olla suurta.

6.3 Siivous

Kun kaikki tavarat saatiin paikoilleen ja paikat merkattua, huone siivottiin perusteellisesti. Siivoukseen osallistuivat osa sorteerauksessa mukana olleista henkilöistä ja siivooja. Siisteyden ylläpito kuuluu jatkossa standardityöjärjestyksen (liite 8) mukaisesti laboratoriossa työskenteleville henkilöille. Siivooja siivoaa laboratorion oman ohjelmansa mukaisesti.

6.4 Standardisointi

Jotta 5S-menetelmän hyöty ei jäisi lyhytaikaiseksi, laadittiin laboratoriossa työskentelevälle henkilökunnalle siivouksesta ohjeet. Ohjeet kirjattiin standardityöjärjestykseen, joka kiinnitettiin laboratorion seinään. Standardityöjärjestyksestä

ilmenevät 5S-tehtävät, tarkemmat kuvaukset tehtävistä ja tehtävien suorituspaikat. (Liite 8.) 5S-tehtävät tulisi suorittaa aina työpäivän päätteeksi, ja suositeltavaa olisi, että järjestyksestä huolehdittaisiin myös työpäivän aikana.

5S-tehtäviksi määritettiin

- pöytien järjestely
- työkalujen tarkistus
- lattian siistiminen
- suojavarusteiden tarkistus
- merkitseminen.

5S-tehtävät ovat työpäivän päätteeksi tai sen aikana suoritettavia tavanomaisia askareita. Pöytien ja lattioiden siistinä pitäminen ja esimerkiksi uuden kertakäytöhanskapaketin hakeminen varastosta vanhan paketin loppuessa auttavat luomaan viihtyisän työympäristön. Näytteiden ja mittalaittekokoonpanojen merkitseminen helpottaa niistä vastaavien henkilöiden löytämistä ja auttaa pitämään näytteiden säilytykseen tarkoitetut kaapit hyvässä järjestyksessä. Työkalujen säilymisestä huolehtiminen on laboratoriossa työskentelevien henkilöiden vastuulla.

6.5 Seuranta

Seurantavaihe on 5S-menetelmän vaiheista haastavin. Seurannan tueksi tehtiin tarkastuslomake (liite 9), jonka avulla 5S-tehtävien suorittamista on helppo seurata. Laboratorioon tehdään joka viikko tarkastuslomakkeen mukainen tarkastus. Tarkastuslomakkeeseen merkataan jokaiseen tarkastuskohtaan, onko se toteutunut hyväksyttävästi, onko kohteessa parannettavaa vai onko tarkastuskohta hylätty, koska jokin 5S-tehtävistä on jätetty tekemättä.

Tarkastuslomakkeeseen merkityt tarkastuskohdat ovat seuraavat:

- työkalut ovat merkatuilla paikoillaan
- työpöydät ovat hyvässä järjestyksessä
- lattialla ei ole kulkemista estäviä tavaroita
- suojavarusteita on niille merkatuilla paikoilla
- näytteet ja setupit (kokoonpano) on merkitty.

7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli kuvata VTT:n optisten laitteiden kehitysprosessi yksityiskohtaisesti ja aikaansaada 5S-menetelmän avulla systemaattisempi ja toimivampi prosessi. Prosessin kulku raportoitiin yleisellä tasolla ja käsiteltiin esimerkkitapauksen avulla. 5S-menetelmä käyttöön otettiin yhdessä Optiset laitteet ja mittausratkaisut -osaamiskeskuksen laboratoriossa.

Työn tuloksena saatu kuvaus prosessin vaiheista tiivistää prototyypikehitysprosessin kulun helposti ymmärrettäväksi kokonaisuudeksi. Projektien monimuotoisuus oli haasteellista tuoda esille kirjallisessa raportissa. Mekaniikka-suunnittelijana työskentely auttoi ymmärtämään, kuinka suunnittelijoiden tulee pitää yhteyttä toisiinsa koko projektin ajan ja huomioida toistensa suunnitelmat omissa suunnitelmissaan. Projekti oli aloitettu ennen opinnäytetyön alkamista, joten projektin ensimmäiset vaiheet jäivät kokematta. Samoin projektin jääminen keskeneräiseksi vaikutti prosessiin tutustumiseen negatiivisesti.

Tilaan, johon 5S-menetelmää sovelletaan, on erittäin tärkeää tutustua ennen menetelmän käyttöönoton aloittamista. Projektissa työskentelyn aikana oli tarkoitus tutustua testaus- ja tuotantotiloihin ja niissä tehtävään työskentelyyn, jotta 5S-menetelmän soveltaminen olisi ollut helpompaa. Eräiden laboratorioiden kohdalla niissä tehtävät työtehtävät tulivat selviksi, kun taas eräissä laboratorioissa ne jäivät epäselväksi. Raman-laboratorioon, johon 5S-menetelmä opinnäytetyön puitteissa käyttöön otettiin, ja siellä tehtäviin työtehtäviin tutustuttiin laboratoriossa eniten työskentelevien työntekijöiden kanssa esimerkkiprojektin puitteiden ulkopuolella.

5S-menetelmän käyttöönoton aloitus tapahtui hieman myöhässä aikataulusta ja ensimmäisen vaiheen, sortteerauksen, toteuttaminen vei hieman luultua pidemmän ajan. Ensimmäisen vaiheen suorittamiseen kului yhteensä viisi päivää. Sortteerauksen kestoon vaikutti osaltaan laboratoriossa olleiden tavaroiden suuri määrä, niiden käyttötarpeen ja tulevan sijoituspaikan epäselvyys sekä sortteeraukseen osallistuneiden työntekijöiden rajallinen käytettävissä oleva aika.

5S-menetelmään kuulumaton laboratorion remontointi kesti kauan ja valmistui kaksi viikkoa myöhässä sovituista valmistumisajankohdista. Remontti viivästytti menetelmän kolmannen vaiheen aloitusta. Remontti oli kuitenkin välttämätön, jotta laboratorion kalusteiden järjestyksestä saatiin laboratorion käyttötarkoitusta vastaava. Remontoinnin voidaan ajatella olleen osa systemisointivaihetta.

Tavaroiden paikkojen merkitseminen vei yhdeltä henkilöltä yhden työpäivän. Systemisointivaiheen jälkeen laboratoriosta tuli selkeä ja tarvittavat tavarat ovat helposti löydettävissä. Olisi ollut hyvä, jos työkaluilla varustettu reikätaulu olisi asennettu myös huoneen toiselle seinustalle. Tällöin työkalut olisivat olleet kummallakin puolen pöytää työskenneltäessä lähettyvillä.

5S-menetelmän käyttöönotosta tulisi tehdä tarkka suunnitelma ennen toteuttamisen aloitusta. Suunnitelma auttaisi muistamaan kaiken, mitä kohteeseen on suunniteltu tehtävän. Menetelmän käyttöönotosta ja sen etenemisestä tulisi pitää palavereita säännöllisesti. Palavereissa voitaisiin ottaa esille uusia ehdotuksia ja suunnitelmaa voitaisiin päivittää. Palaverointi ja kirjallisen suunnitelman tekeminen jäivät opinnäytetyössä puutteellisiksi, ja se johti systemisointivaiheen puutteelliseksi jäämiseen.

5S-menetelmän vaikutusta työtehokkuuteen ja prosessin toimivuuteen on vaikeaa arvioida. Laboratoriotyöskentelyssä kuluva aika tulee luultavasti lyhenemään ja työskentely laboratoriossa helpottumaan, jos menetelmää vain ylläpidetään. Ylläpitoa varten tehtiin standardityöjärjestys (liite 8), jonka mukaan laboratoriossa työskentelevien henkilöiden tulee toimia ylläpitääkseen siisteyttä ja järjestystä. Ylläpidon valvontaa varten tehtiin tarkastuslomake (liite 9), jonka avulla standardityöjärjestyksen toteuttamista on helppo seurata. Huonekohtaisten tarkastusten tekeminen jää VTT:n henkilökunnan vastuulle. 5S-menetelmän toimivaksi saaminen edellyttää päättäväisyyttä organisaation esimiehiltä.

5S-menetelmä on sovellettavissa myös laboratorioympäristöön. Laboratoriossa tehtävän työn vaihtelevuus asetti rajoitteita mittalaittekoonpanojen ja näytteiden paikkojen merkitsemiseen. Laboratoriossa tullaan testaamaan ja rakentamaan hyvinkin erilaisia laitteita ja laitekoonpanoja, joten pöytätilaa ei voitu varata juuri tiettyjä tavaroita varten. Mittalaittekoonpanojen ja näytteiden mer-

kitsemisestä tulee yksi 5S-tehtävistä, jonka toteutumista tulee seurata tarkoin. Työkalujen, -välineiden ja suojavaarusteiden paikkojen merkkäminen oli helppoa. Systematisointivaihetta lukuun ottamatta menetelmää voitiin soveltaa lähes suoraan tuotekehitysympäristön laboratorioihin.

LÄHTEET

1. VTT. 2011. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/index.jsp>. Hakupäivä 31.1.2012.
2. MET-julkaisu nro 16/2001. 5S. 2006. Teknologiateollisuus ry. Helsinki: Teknologiatieto Teknova Oy.
3. 5S. Wikipedia 2011. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/5S>. Hakupäivä 7.2.2012.
4. Säkkinen, Jukka 2011. T342303 Tuotantojärjestelmät, 3 op. Opintojakson oppimateriaali syksyllä 2011. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.
5. Väyrynen, Panu 2011. 5S-menetelmän käyttöönottosuunnitelma. Kuopio: Savonia-ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala, kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.
6. Creative safety supply. 5S: a user's guide. Saatavissa: <http://www.creativesafetysupply.com/5s-guide.html>. Hakupäivä 14.2.2012.
7. Utter, Kimmo 2010. 5S-menetelmän hyödyntäminen huoltokeskuksen tuotannossa. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu, paperiteknologia. Opinnäytetyö.

LIITTEET

- Liite 1. Lähtötietomuistio
- Liite 2. Työpiirustus, oku-linssikiinnitys
- Liite 3. Työpiirustus, focus-säätö
- Liite 4. Työpiirustus, focus-lukitus
- Liite 5. Työpiirustus, ruuvi_d50
- Liite 6. Työpiirustus, rengas_d50
- Liite 7. Työpiirustus, rengas_d30
- Liite 8. Standardityöjärjestys
- Liite 9. 5S-tarkastuslomake

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä¹ Mika Paavola _____

Tilaaaja² Teknologian tutkimuskeskus VTT _____

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot³ Janne Paaso, PL 1100, Kaitoväylä 1, 90571 Oulu _____

Työn nimi⁴ Prototyypikehityksen prosessi ja 5S-menetelmien soveltaminen siihen _____

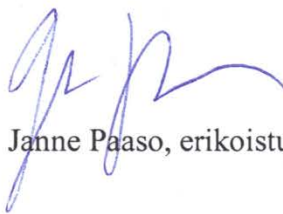
Työn kuvaus⁵ VTT:n ”Optiset laitteet ja mittausratkaisut”-osaamiskeskuksessa kehitetään ja rakennetaan vuosittain noin 50 prototyyppiä, joista osa on hyvin tuotteenomaisia. Prototyypikehityksen prosessi on hyvin monimuotoinen ja vaihteleva. Opinnäytetyössä kuvataan prosessi yleisellä tasolla, ja kuvataan prosessi myös esimerkkitapauksen avulla. Sen jälkeen pyritään soveltamaan 5S-menetelmiä prototyypikehityksen prosessiin. Tämä koskee sekä laboratorioita, joissa suurin osa kokeellisesta työstä tapahtuu, mutta ulottuu myös suunnittelu- ja valmistusprosessiin, mikäli työssä tehtävän selvityksen perusteella tämä nähdään järkeväksi. _____

Työn tavoitteet⁶ Kuvata ensimmäisen kerran yksityiskohtaisesti VTT:n optisten laitteiden kehitysprosessi, ja aikaansaada 5S-menetelmien avulla systemaattisempi ja toimivampi prosessi. _____

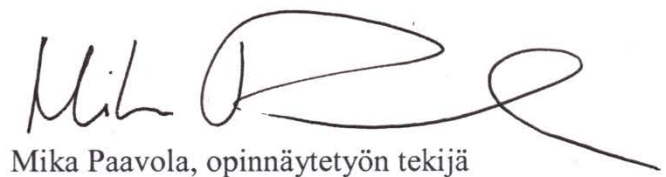
Tavoiteaikataulu⁷ Työ aloitetaan tammikuun puolessa välissä 2012 ja on valmis toukokuun 2012 loppuun mennessä. _____

Päiväys ja allekirjoitukset⁸

Oulu, 12.1.2012



Janne Paaso, erikoistutkija



Mika Paavola, opinnäytetyön tekijä

¹ Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.

² Työn teettävän yrityksen virallinen nimi.

³ Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta.

⁴ Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan.

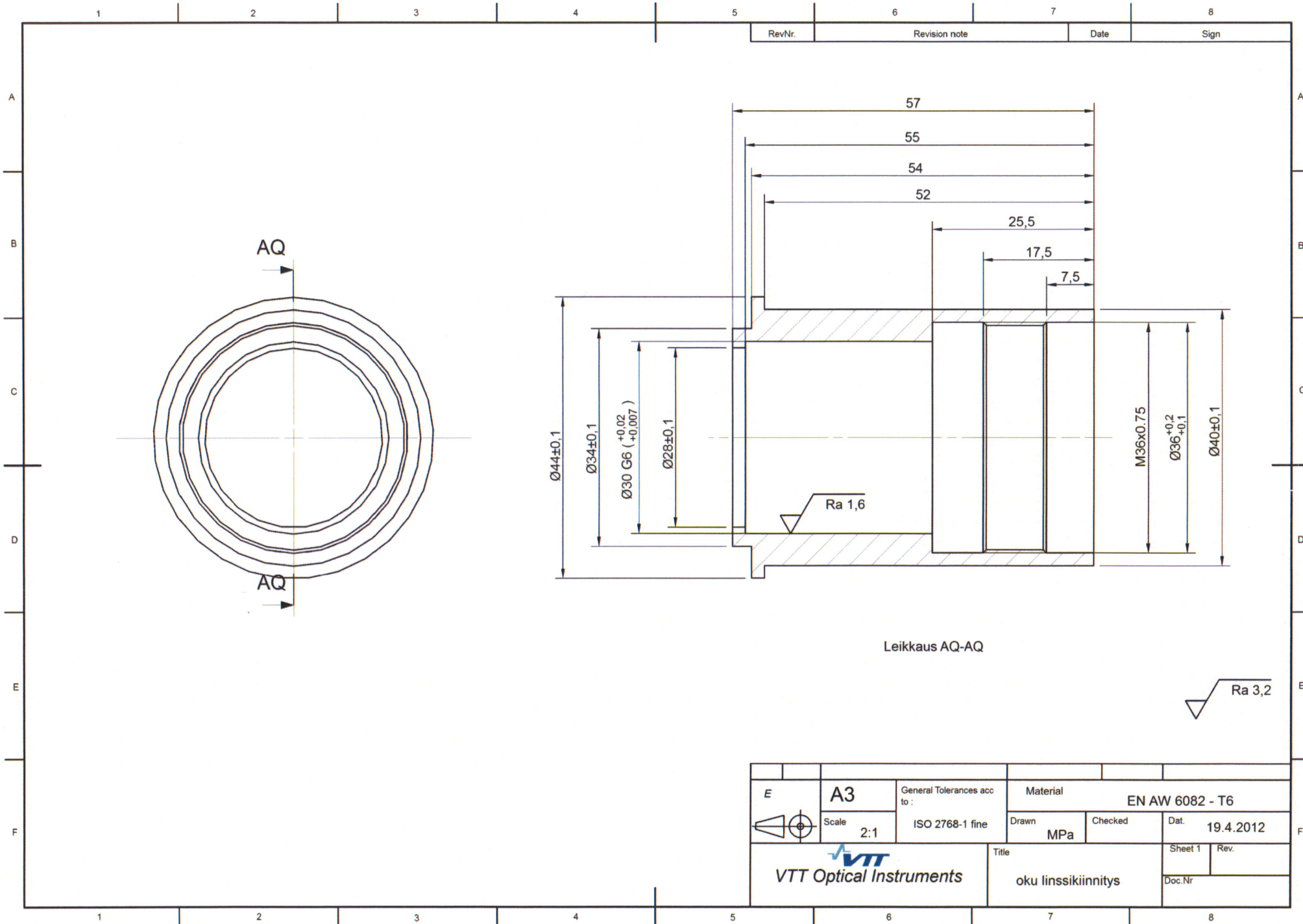
⁵ Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat.

⁶ Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet.

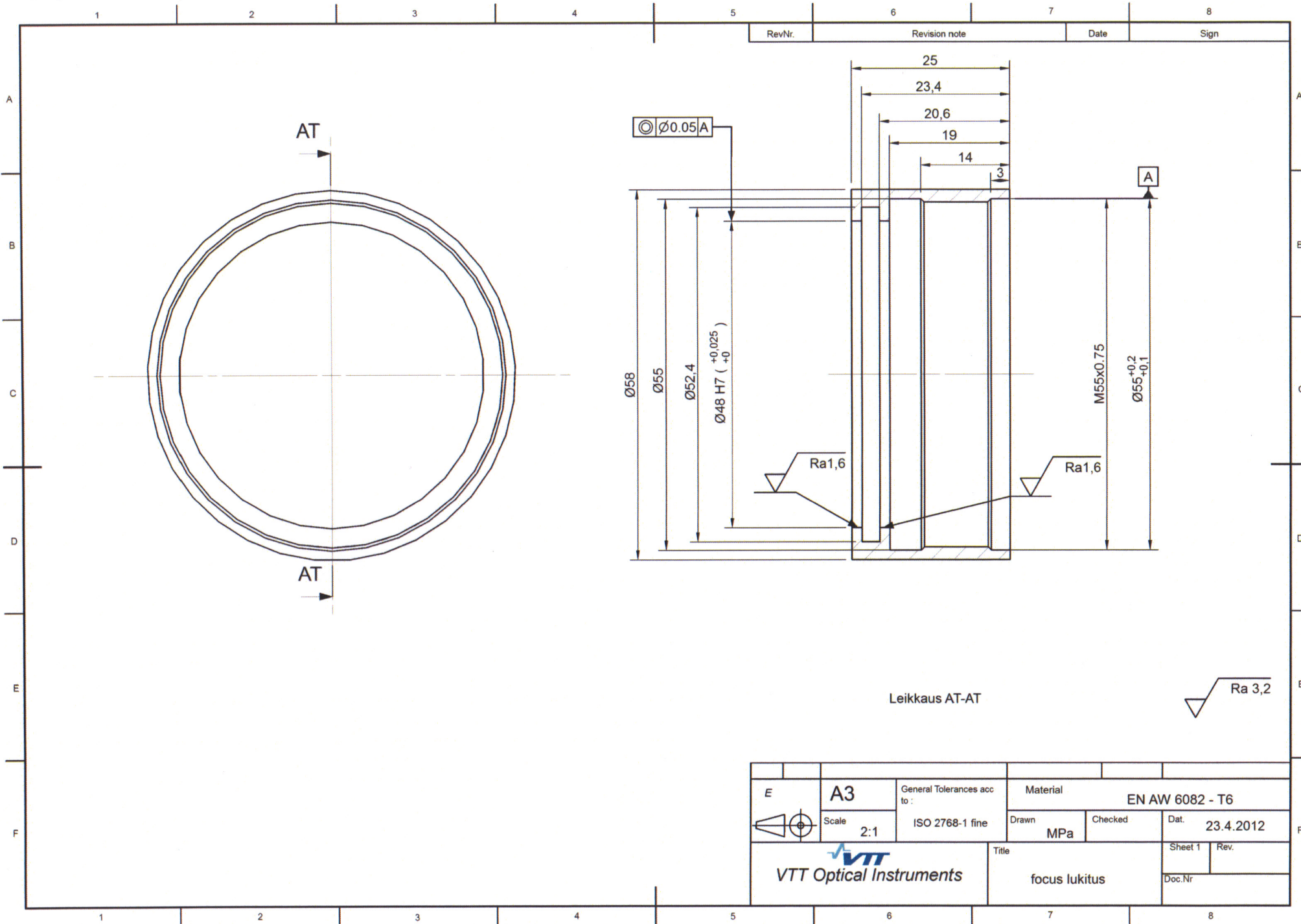
⁷ Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun.

Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa.

⁸ Lähtötietomuihistio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö.

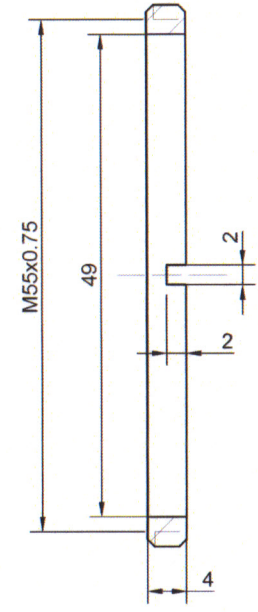
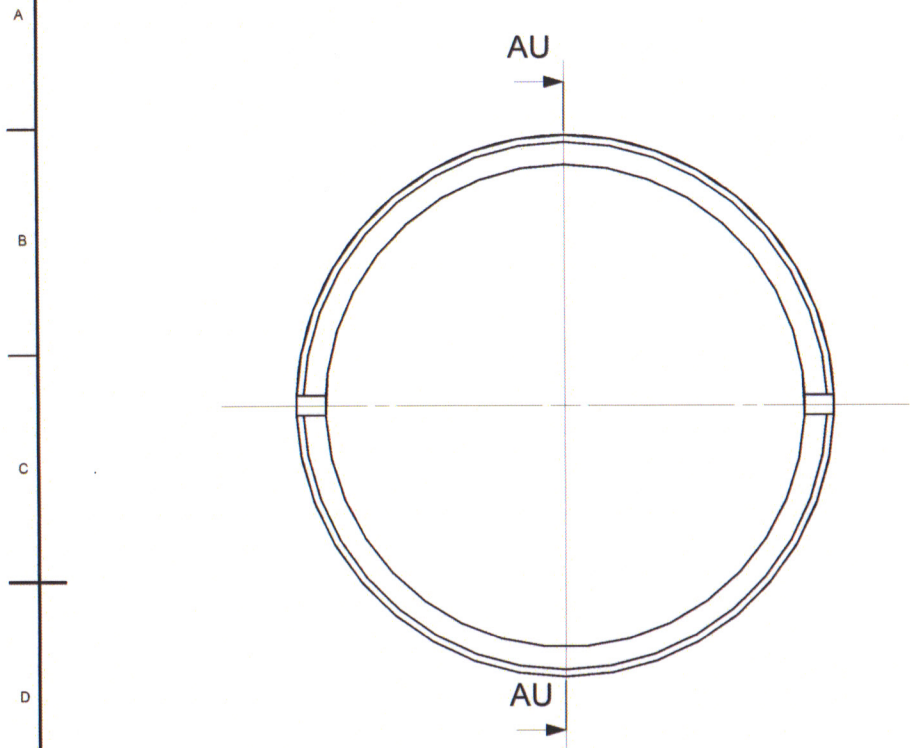


E	A3	General Tolerances acc to:	Material EN AW 6082 - T6		
	Scale 2:1	ISO 2768-1 fine	Drawn MPa	Checked	Dat. 19.4.2012
 VTT Optical Instruments			Title oku linssikiinnitys		Sheet 1 Rev.
					Doc.Nr



E	A3	General Tolerances acc to : ISO 2768-1 fine	Material EN AW 6082 - T6	
	Scale 2:1		Drawn MPa	Checked
VTT Optical Instruments			Title focus lukitus	
			Sheet 1	Rev.
			Doc.Nr	

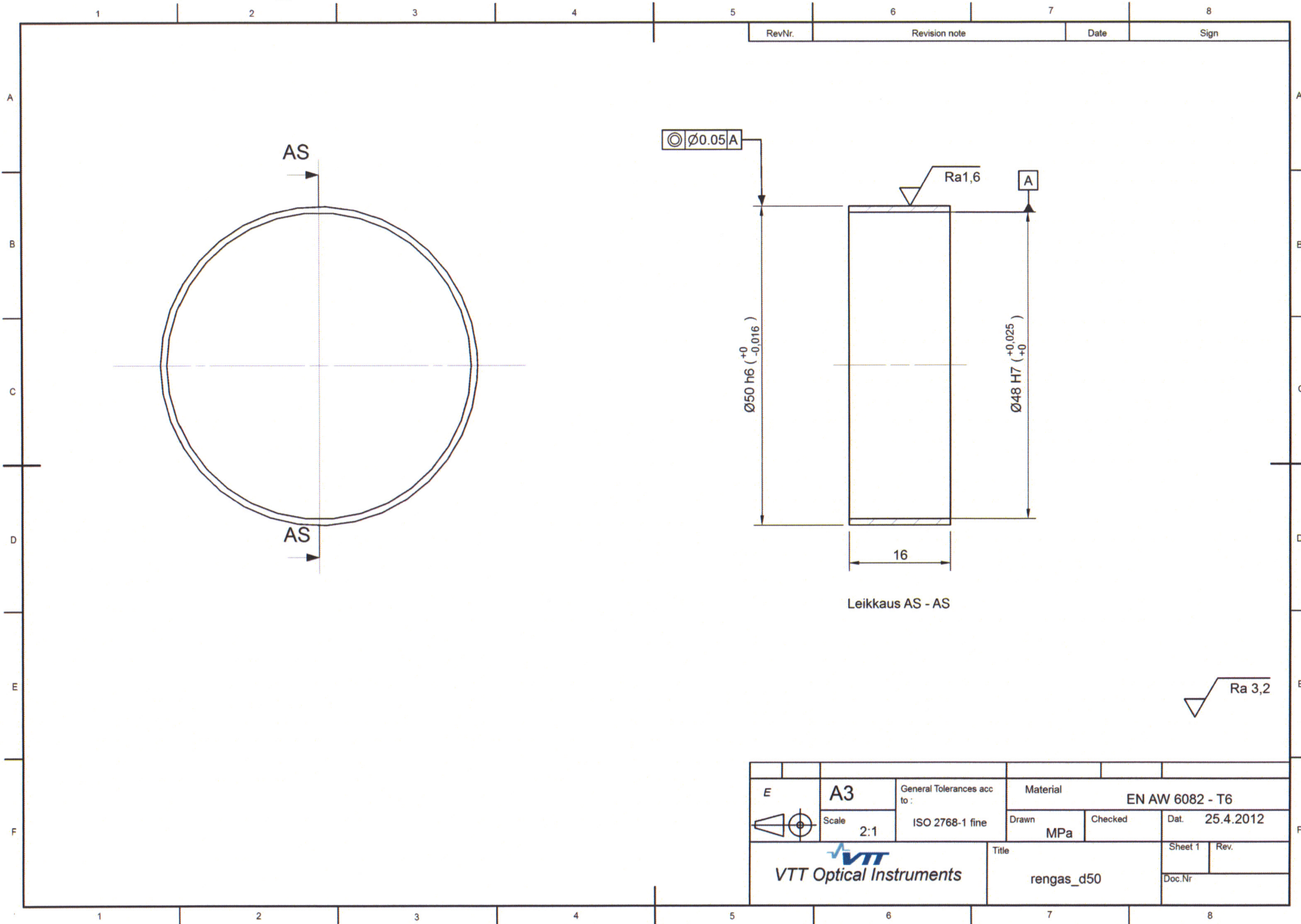
Rev.Nr.	Revision note	Date	Sign



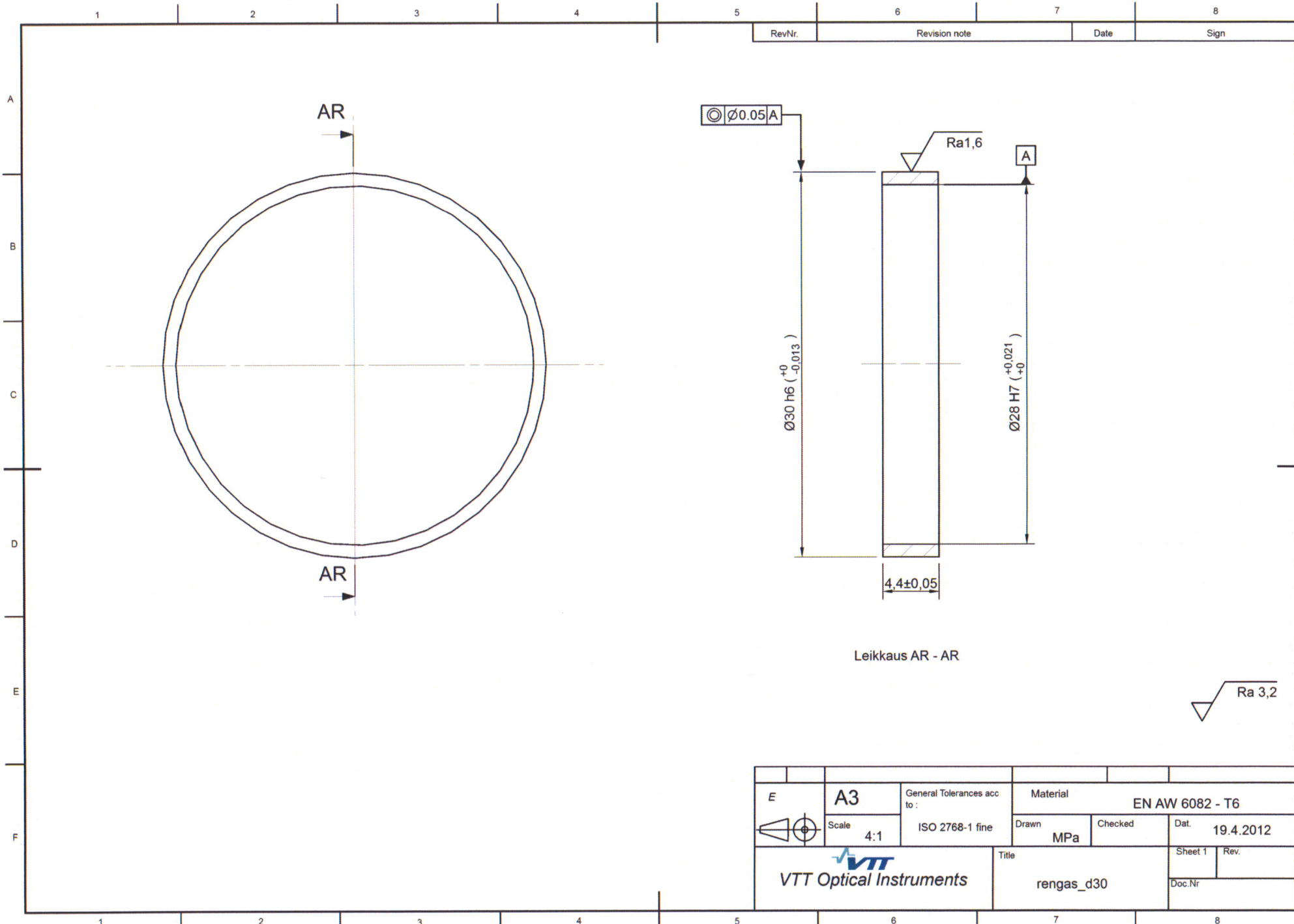
Leikkaus AU - AU

Ra 3,2

E	A3	General Tolerances acc to : ISO 2768-1 fine	Material EN AW 6082 - T6		Dat. 25.4.2012
	Scale 2:1		Drawn MPa	Checked	
 VTT Optical Instruments			Title ruuvi_d50		Sheet 1
					Rev.
					Doc.Nr



E	A3	General Tolerances acc to : ISO 2768-1 fine	Material EN AW 6082 - T6		
	Scale 2:1		Drawn MPa	Checked	Dat. 25.4.2012
VTT VTT Optical Instruments		Title rengas_d50		Sheet 1	Rev.
				Doc.Nr	



Rev.Nr.	Revision note	Date	Sign

Leikkaus AR - AR

Ra 3,2

E	A3	General Tolerances acc to : ISO 2768-1 fine	Material EN AW 6082 - T6		
	Scale 4:1		Drawn MPa	Checked	Dat. 19.4.2012
VTT VTT Optical Instruments		Title rengas_d30		Sheet 1	Rev.
				Doc.Nr	



STANDARDITYÖJÄRJESTYS		OSKE: TK612		
		Huone: Raman-laboratorio	Muutospäivämäärä:4.5.2012	
5S-TEHTÄVÄT				
	Kuvaus			
1	Pöytien järjestely			<ul style="list-style-type: none"> Tavarat paikoilleen Roskat roskiin
2	Työkalujen tarkistus			<ul style="list-style-type: none"> Reikätaulun tarkistus Tyhjien paikkojen täyttö
3	Lattian siistiminen			<ul style="list-style-type: none"> Kulkureitit vapaiksi Roskat roskiin
4	Suojavarusteiden tarkistus			<ul style="list-style-type: none"> Hanskat Suojalasit Ensiapuvälineistö
5	Merkitseminen			<ul style="list-style-type: none"> Näytteet Setupit
6		<ul style="list-style-type: none"> 5S-tehtävät on suoritettava joka päivän päätteeksi Suosittelavaa olisi pitää huone järjestyksessä koko ajan Huone tarkastetaan viikon päätteeksi käyttäen 5S-tarkastuslomaketta 		
7				



5S-TARKASTUSLOMAKE		OSKE: TK612																									
		Huone: Raman-laboratorio												Muutospäivämäärä: 4.5.2012													
Tarkastuskohta		Viikko																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	Työkalut ovat merkatuilla paikoillaan.																										
2	Työpöydillä ei ole ylimääräisiä tavaroita.																										
3	Lattialla ei ole kulkemista estäviä tavaroita.																										
4	Suojavarusteita on niille merkatuilla paikoilla.																										
5	Näytteet ja setupit on merkitty.																										
Tarkastuskohta		Viikko																									
		27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
1	Työkalut ovat merkatuilla paikoillaan.																										
2	Työpöydillä ei ole ylimääräisiä tavaroita.																										
3	Lattialla ei ole kulkemista estäviä tavaroita.																										
4	Suojavarusteita on niille merkatuilla paikoilla.																										
5	Näytteet ja setupit on merkitty.																										

X = hyväksytty
 O = parannettavaa
 – = hylätty