

Sami Kollanus

Tarkastuskäytänteiden  
kehittäminen ohjelmistoja  
tuottavissa organisaatioissa



JYVÄSKYLÄ STUDIES IN COMPUTING 104

Sami Kollanus

# Tarkastuskäytänteiden kehittäminen ohjelmistoja tuottavissa organisaatioissa

Esitetään Jyväskylän yliopiston informaatioteknologian tiedekunnan suostumuksella  
julkisesti tarkastettavaksi yliopiston Agora-rakennuksen salissa (Ag Aud. 2)  
toukokuun 16. päivänä 2009 kello 12.



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

JYVÄSKYLÄ 2009

# Tarkastuskäytänteiden kehittäminen ohjelmistoja tuottavissa organisaatioissa

JYVÄSKYLÄ STUDIES IN COMPUTING 104

Sami Kollanus

Tarkastuskäytänteiden kehittäminen  
ohjelmistoja tuottavissa organisaatioissa



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO

JYVÄSKYLÄ 2009

Editors

Seppo Puuronen

Department of Computer Science and Information Systems, University of Jyväskylä

Pekka Olsbo, Marja-Leena Tynkkynen

Publishing Unit, University Library of Jyväskylä

URN:ISBN:978-951-39-3547-4

ISBN 978-951-39-3547-4 (PDF)

ISBN 978-951-39-3537-5 (nid.)

ISSN 1456-5390

Copyright © 2009, by University of Jyväskylä

Jyväskylä University Printing House, Jyväskylä 2009

## ABSTRACT

Kollanus, Sami

Improvement of Inspection Practices in Software Organizations

Jyväskylä: University of Jyväskylä, 2009, 178 p.

(Jyväskylä Studies in Computing,

ISSN 1456-5390; 104)

ISBN 978-951-39-3547-4 (PDF), 978-951-39-3537-5 (nid.)

English summary

Software inspections were introduced more than 30 years ago and they have been widely acknowledged as an important method in software engineering. However, there are still significant weaknesses in adoption and implementation of inspections in practice. So, there is a need for research focusing on inspection process improvement, but very little such research has been done. Additionally, there is still relatively little knowledge on inspections in industrial context. The aim of this thesis is to answer these needs. The first part of the thesis includes a literature review that creates a broad view on inspection research. The review creates a basis for the other parts of this study. The second part of the thesis discusses weaknesses and practical problems in inspection practices. These issues are studied both in theory and in practice using interviews conducted in eight case organizations. The weaknesses in the current practices are studied using ICMM (*Inspection Capability Maturity Model*) which was developed during this research to support assessment and improvement of inspection practices. Practical problems in inspection practices are studied based on the literature and empirical experiences from the case organizations. As a result of the second part, the most common weaknesses and practical problems in inspection practices are described. It is concluded that there is still much to improve in the current practices of the case organizations. Even well defined and regularly used inspection practices may include serious problems. The third part of the thesis focuses on introducing ICMM and reporting the research process used in developing it. ICMM is a maturity model that provides support for assessment and improvement of inspection practices in a software organization. It has been iteratively developed based on the earlier literature and experiences from the case organizations. In the case organizations, ICMM worked well in identifying weaknesses in the current inspection practices. Finally, the fourth part of the study outlines an overall picture of inspection process improvement and four different approaches for it. These approaches are based on the earlier literature and the results of the other parts of this study. The approaches are seen as complementary and the focus is on describing their role in the improvement process.

Keywords: software inspection, peer review, quality assurance, software process improvement

## ACM Computing Review Categories

### D.2 SOFTWARE ENGINEERING

D.2.5 Testing and Debugging:

*Software inspections*

D.2.9 Management:

*Quality Assurance, Software Process Improvement*

<b>Author's address</b>	Sami Kollanus Department of Computer Science and Information Systems University of Jyväskylä P.O.BOX 35 (Agora), FIN-40014 University of Jyväskylä Finland sami.kollanus@jyu.fi
<b>Supervisors</b>	Jussi Koskinen and Markku Sakkinen Department of Computer Science and Information Systems University of Jyväskylä
<b>Reviewers</b>	Lasse Harjumaa, PhD Department of Information Processing Science University of Oulu  Markku Tukiainen, Professor Department of Computer Science and Statistics University of Joensuu
<b>Opponent</b>	Ilkka Tervonen, Professor Department of Information Processing Science University of Oulu

## ESIPUHE

Pysähdyin miettimään prosessia, joka on johtanut siihen, että istun nyt viimeistelemässä väitöskirjaani painoa varten. Täytyy todeta, että elämä on yllätyksiä täynnä. Vuosia sitten opiskelupaikkoja hakiessani ajattelin yliopiston olevan paikka, jolla ei ole minulle mitään tarjottavaa. Nyt huomaa olleeni yliopistolla työssä jo vuosia ja kaiken lisäksi pidän työstäni, ainakin useimpina päivinä. Tähän väliin mahtuu monta vaihetta ja ihmistä, jotka ovat vaikuttaneet elämääni.

Aluksi haluan osoittaa kiitokset KTT Heikki Saastamoiselle, joka ohjasi graduani ja vaikutti omalta osaltaan siihen, että vuonna 2002 sain mahdollisuuden ensimmäiseen työpaikkaani yliopistolla Tietojenkäsittelytieteiden laitoksen assistenttina. Kiitokset prof. Samuli Pekkolalle kannustuksesta jatko-opintojeni alkuvaiheessa. Eräällä hänen kanssaan käydylle keskustelulla oli suuri merkitys siihen, kuinka tutkimukseni lähti etenemään kohti väitöskirjaa. Erityinen kiitos kuuluu tietysti myös ohjaajilleni KTT Jussi Koskiselle ja prof. Markku Sakkiselle. Kiitos kaikesta jatko-opintojen kuluessa saamastani tuesta ja avusta.

Suuri kiitos kuuluu yrityksille, jotka avasivat ovensa ja antoivat työntekijöidensä aikaa empiiristä tutkimusta varten. Kiitos kaikille teille, jotka osallistuitte haastatteluihin. Yhteistyö teidän kanssanne oli mukavaa ja vaivatonta. Se oli tutkimuksen alkuvaiheissa tärkeä tekijä, joka motivoi jatkamaan työtä.

Haluan kiittää Tietojenkäsittelytieteiden laitosta vuosien varrella saamastani tuesta ja mahdollisuudesta väitöskirjatyöhön. Ja kiitos teille hyvät työtöveirit kaikista kahvihuoneessa käydyistä keskusteluista, joilla ei varmasti ole mitään tekemistä väitöstutkimuksen kanssa. Useasti juuri ne ovat auttaneet taas jaksamaan.

Väitöskirjatyön loppuvaiheessa saadusta tuesta olen kiitollinen COMAS-tutkijakoululle ja sen johtaja prof. Pekka Neittaanmäelle. Tutkijakoulun tuki on ollut edellytys väitöskirjan valmistumiselle. Kiitokset teille FT Lasse Harjumaa ja prof. Markku Tukiainen vaivannäöstänne esitarkastajina ja asiantuntevista kommentteistanne, jotka auttoivat työn viimeistelyssä. Kiitos myös prof. Seppo Puuronen kaikesta väitösprosessin kuluessa saamastani avusta. Näiden mainittujen lisäksi on myös monta muuta henkilöä, joilta olen matkan varrella saanut neuvoja ja kommentteja tai käynyt inspiroivia keskusteluja. Kiitos teille!

Lopuksi haluan osoittaa kiitokset kaikkein lähimmilleni. Kiitokset vanhemmilleni kaikesta saamastani tuesta. Kiitos rakas vaimoni Laura kaikesta tuesta ja kannustuksesta, jota olet osoittanut työtäni kohtaan. Ja kiitos Jasmiina, että yhdessä ollessamme saat aina uudestaan isän ajatukset pois työasioista. Viimeisenä haluan kiittää Jumalaa siitä, kuinka Hän on kantanut ja johdattanut elämäni tähän pisteeseen asti. Ilman sitä en olisi nyt tässä.

Jyväskylässä 27.3.2009

Sami Kollanus



## KUVIOT

KUVIO 1	Virheiden korjaamisesta aiheutuva suhteellinen kustannus projektin eri vaiheissa .....	16
KUVIO 2	Tarkastusprosessi .....	26
KUVIO 3	Esimerkki rooleista tarkastusprosessissa .....	31
KUVIO 4	Katselmointeja käsittelevien artikkelien määrä valituissa julkaisusarjoissa eri ajanjaksoina.....	37
KUVIO 5	Katselmointeja käsittelevien artikkelien määrä valituissa julkaisusarjoissa eri vuosina .....	37
KUVIO 6	Artikkelien luokittelu.....	39
KUVIO 7	Tutkimusprosessi ICMM-mallin kehittämisessä .....	99
KUVIO 8	ICMM-mallin rakenne .....	101
KUVIO 9	ICMM-mallin parannettu versio .....	119
KUVIO 10	IDEAL-malli .....	140
KUVIO 11	Eri lähestymistapojen rooli tarkastuskäytänteiden kehittämisessä .....	151

## TAULUKOT

TAULUKKO 1	Tutkimuksen alakysymykset, käytetty aineisto ja lähestymistapa kysymysten tarkastelussa .....	19
TAULUKKO 2	Tutkimusongelmien ja tutkielman rakenteen suhde.....	23
TAULUKKO 3	Katselmointeja käsittelevien artikkelien määrä eri julkaisusarjoissa vuosina 1982-2006.....	36
TAULUKKO 4	Eri teemojen osuus (%) kaikista aineiston artikkeleista 5-vuotisjaksoina .....	40
TAULUKKO 5	Käytänteiden toteutuminen kohdeorganisaatioissa .....	68
TAULUKKO 6	ICMM-pohjaisen arvioinnin tulokset kahdeksassa organisaatiossa .....	112
TAULUKKO 7	Eri tutkimuksissa esille tuotuja ohjelmistotuotannon prosessien parantamisen onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä .....	142

# SISÄLLYS

ABSTRACT

ESIPUHE

KUVIOT JA TAULUKOT

SISÄLLYS

OSA I - TUTKIMUKSEN JA AIHEALUEEN KUVAUS.....	13
1 JOHDANTO .....	15
1.1 Tutkimuksen lähtökohtia .....	17
1.1.1 Tarkastukset on havaittu hyödyllisiksi .....	17
1.1.2 Tarkastuksia toteutetaan käytännössä heikosti .....	18
1.1.3 Tarkastusten soveltamiseen käytännössä tarvitaan lisää tutkimusta .....	18
1.2 Tutkimuskysymykset ja -menetelmät.....	19
1.3 Keskeiset käsitteet.....	20
1.3.1 Laatu käsitteenä .....	20
1.3.2 Katselmointi .....	21
1.3.3 Virhe .....	21
1.3.4 Dokumentti.....	22
1.3.5 Tarkastus.....	22
1.3.6 Tarkastusmenetelmän vaiheet .....	22
1.4 Tutkielman rakenne .....	23
1.5 Työn suhde muihin julkaisuihin .....	24
2 TARKASTUSMENETELMÄ .....	25
2.1 Tarkastusprosessi Gilbin ja Grahamin (1993) mukaan .....	26
2.1.1 Vaatimus tarkastuksen järjestämisestä.....	27
2.1.2 Aloitus .....	27
2.1.3 Suunnittelu .....	27
2.1.4 Käynnistyspalaveri.....	28
2.1.5 Itsenäinen tarkastus.....	28
2.1.6 Kirjauspalaveri.....	29
2.1.7 Korjaus ja seuranta .....	30
2.1.8 Päätäminen.....	30
2.2 Osallistujien roolit tarkastuksessa.....	30
2.3 Muita menetelmiä tarkastukseen .....	31
3 KATSAUS KATSELMOINTEJA KÄSITTELEVÄÄN KIRJALLISUUTEEN .....	33
3.1 Kirjallisuusanalyysin toteutus .....	34
3.2 Kirjallisuusanalyysin tulosten kuvaus.....	35
3.2.1 Tutkimuksen määrän tarkastelu .....	36
3.2.2 Tutkimuksen luokittelu .....	37

3.2.3	Muita huomioita aineistosta .....	41
3.3	Tekninen näkökulma katselmointeihin.....	42
3.3.1	Lukutekniikat.....	42
3.3.2	Tehokkuustekijät katselmoineissa .....	45
3.3.3	Prosessit.....	49
3.3.4	Sisältöön liittyvät erityiskysymykset.....	50
3.4	Johdon näkökulma .....	51
3.4.1	Katselmointien merkitys organisaatiolle.....	51
3.4.2	Muut johdon näkökulmaan liittyvät asiat .....	52
3.5	Muut teemat tutkimuksessa.....	53
3.5.1	Virheiden määrän arviointi.....	53
3.5.2	Työkalunäkökulma .....	54
3.5.3	Katselmointien kokonaisvaltainen tarkastelu .....	55
3.6	Yhteenveto .....	56

## OSA II - KATSELMOINTIKÄYTÄNTEIDEN PUUTTEET JA ONGELMAT OHJELMISTOJA TUOTTAVISSA ORGANISAATIOISSA .....

4	EMPIIRISEN TUTKIMUKSEN ESITTELY .....	61
4.1	Tutkimukseen osallistuneet organisaatiot .....	61
4.2	Haastattelututkimuksen toteuttaminen .....	62
4.3	Huomioita valituista menetelmistä.....	64
5	KUINKA KATSELMOINNIT TOTEUTUVAT KÄYTÄNNÖSSÄ.....	66
5.1	Muita tutkimuksia .....	66
5.2	Tarkastusten toteutuminen kohdeorganisaatioissa.....	68
5.2.1	Yleiskuva tuloksista.....	69
5.2.2	Vaatimusten tarkastus .....	70
5.2.3	Suunnitelmien tarkastus.....	70
5.2.4	Tarkastusten johtajien koulutus .....	70
5.2.5	Testitapausten tarkastus.....	71
5.2.6	Koodin tarkastus.....	71
5.2.7	Määritely tarkastusprosessi .....	71
5.2.8	Koulutus kaikille.....	72
5.2.9	Mukautettu tukimateriaali .....	72
5.2.10	Tiedon keräys ja käyttö.....	72
5.2.11	Organisaation politiikka .....	73
5.2.12	Määritellyt vastuutehtävät .....	73
5.2.13	Allokoidut resurssit.....	73
5.3	Tutkimustulosten analysointia .....	74
5.4	Yhteenveto .....	75
6	TARKASTUSTEN ONGELMAT.....	77
6.1	Tarkastusten ongelmat kirjallisuudessa.....	78
6.1.1	Palaverin aikataulutus voi aiheuttaa viivettä.....	78

6.1.2	Palaveri kuluttaa resursseja, mutta siellä ei löydetä paljon virheitä .....	79
6.1.3	Huono tukimateriaali.....	80
6.1.4	Osallistujat eivät ymmärrä tarkastusprosessia.....	80
6.1.5	Kritiikki kohdistetaan tekijään .....	81
6.1.6	Huono tarkastusten suunnittelu.....	81
6.1.7	Palaveri ajautuu epäoleellisiin asioihin.....	82
6.1.8	Huono valmistautuminen .....	82
6.1.9	Tarkastuksiin osallistuu väärinä ihmisiä.....	82
6.1.10	Roolit saattavat puuttua .....	83
6.1.11	Huonolaatuinen dokumentti vie turhaan aikaa.....	83
6.1.12	Huono asenne.....	84
6.1.13	Liian paljon materiaalia .....	84
6.1.14	Tarkastuksiin ei ole varattu resursseja .....	84
6.2	Kokemukset yrityksissä .....	85
6.2.1	Palaverin aikataulutus voi aiheuttaa viivettä.....	86
6.2.2	Palaveri kuluttaa resursseja, mutta siellä ei löydetä paljon virheitä .....	86
6.2.3	Huono tukimateriaali.....	87
6.2.4	Osallistujat eivät ymmärrä tarkastusprosessia.....	87
6.2.5	Kritiikki kohdistetaan tekijään .....	88
6.2.6	Huono tarkastusten suunnittelu.....	88
6.2.7	Palaveri ajautuu epäoleellisiin asioihin.....	88
6.2.8	Huono valmistautuminen .....	89
6.2.9	Tarkastuksiin osallistuu väärinä ihmisiä.....	89
6.2.10	Roolit saattavat puuttua .....	90
6.2.11	Huonolaatuinen dokumentti vie turhaan aikaa.....	90
6.2.12	Huono asenne.....	90
6.2.13	Liian paljon materiaalia .....	91
6.2.14	Tarkastuksiin ei ole varattu resursseja .....	91
6.3	Yhteenveto tarkastusten ongelmista.....	91

### OSA III - KYPSEYSTASOMALLI TARKASTUSKÄYTÄNTEIDEN ARVIOINTIIN.....95

7	KYPSEYSTASOMALLIN KEHITTÄMINEN.....	97
7.1	Taustaa tarkastuskäytänteiden kypsyyden arvioinnista .....	97
7.2	Tutkimusprosessi.....	98
7.3	ICMM - Inspection Capability Maturity Model .....	101
7.3.1	Taso 2 - Suorittava.....	102
7.3.2	Taso 3 - Määritelty .....	103
7.3.3	Taso 4 - Hallittu .....	106
7.3.4	Taso 5 - Optimoiva.....	107
7.4	Yhteenveto kypsyyden arvioinnista.....	108

8	KOKEMUKSIA ALUSTAVASTA ICMM-MALLISTA .....	110
8.1	Yleisiä kokemuksia .....	111
8.2	Kokemukset - ICMM taso 2 .....	113
8.3	Kokemukset - ICMM taso 3 .....	114
8.4	Muita havaintoja ja pohdintaa .....	116
8.5	Yhteenveto .....	117
9	ICMM-MALLIN JATKOKEHITYS .....	119
9.1	Taso 2 - Suorittava .....	120
9.1.1	Projektisuunnitelmien, vaatimusten ja suunnitteludokumenttien tarkastus.....	120
9.1.2	Tarkastuksiin sisältyy valmistautuminen ja raportointi.....	121
9.1.3	Tarkastusten johtajien koulutus .....	123
9.2	Taso 3 - Määritelty .....	124
9.2.1	Koodin ja testitapausten katselmointi .....	124
9.2.2	Määritelty tarkastusprosessi .....	125
9.2.3	Koulutus kaikille osapuolille .....	126
9.2.4	Mukautettu tukimateriaali .....	127
9.2.5	Tiedon kerääminen ja käyttö.....	129
9.2.6	Organisaation sitoutuminen .....	130
9.3	Taso 4 - Hallittu .....	131
9.3.1	Jatkuva tarkastusprosessin kehittäminen .....	131
9.3.2	Virheitä ennalta ehkäisevä toiminta .....	132
9.3.3	Ohjelmistotuotantoprosessin kehittäminen.....	133
9.4	Taso 5 - Optimoiva.....	133
9.4.1	Standardit tarkastusten suunnitteluun.....	134
9.4.2	Määritelty oppimisprosessi.....	134
9.5	Huomioita ICMM-mallista .....	135
9.6	Yhteenveto ICMM-mallista .....	135
	OSA IV - TUTKIMUKSEN YHTEENVETO .....	137
10	NÄKÖKULMIA TARKASTUSKÄYTÄNTEIDEN KEHITTÄMISEEN ...	139
10.1	Kehittämisen prosessin toteuttaminen organisaatiossa .....	139
10.2	Referenssimallit tarkastuskäytänteiden kehittämisen tukena .....	143
10.3	Ongelmien tunnistaminen.....	144
10.4	Kehittämismalleihin pohjautuva lähestymistapa .....	147
10.5	Tärkeiden tehokkuustekijöiden tunnistaminen .....	148
10.6	Yhteenveto .....	150
11	YHTEENVETO KOKO TUTKIMUKSESTA.....	153
	ENGLISH SUMMARY .....	156
	TIIVISTELMÄ .....	160

LÄHTEET .....	161
LIITE 1 KIRJALLISUUSANALYYSIN ARTIKKELEIDEN TÄYDELLINEN LUOKITTELU VIITTEINEEN .....	175
LIITE 2 - HAASTATTELURUNKO.....	176

## **OSA I - TUTKIMUKSEN JA AIHEALUEEN KUVAUS**

# 1 JOHDANTO

Michael Fagan (1976) julkaisi alkuperäisen IBM:n organisaatiossa kehitetyn *ohjelmistojen tarkastusmenetelmän (software inspection)* jo yli 30 vuotta sitten. Hän raportoi silloin tarkastusten käyttöönoton parantaneen sekä ohjelmistojen laatua että samalla koko ohjelmistotuotantoprosessin tehokkuutta. Sen jälkeen tarkastus on laajasti tunnustettu merkittäväksi menetelmäksi ohjelmistotekniikan alalla. Esimerkiksi McConnell (2000) on arvostanut tarkastuksen merkittävimpien ohjelmistotekniikkaan vaikuttaneiden menetelmien joukkoon. Tarkastus on myös vakiinnuttanut paikkansa alan oppikirjoissa (esim. Pressman 2005 ja Sommerville 2007).

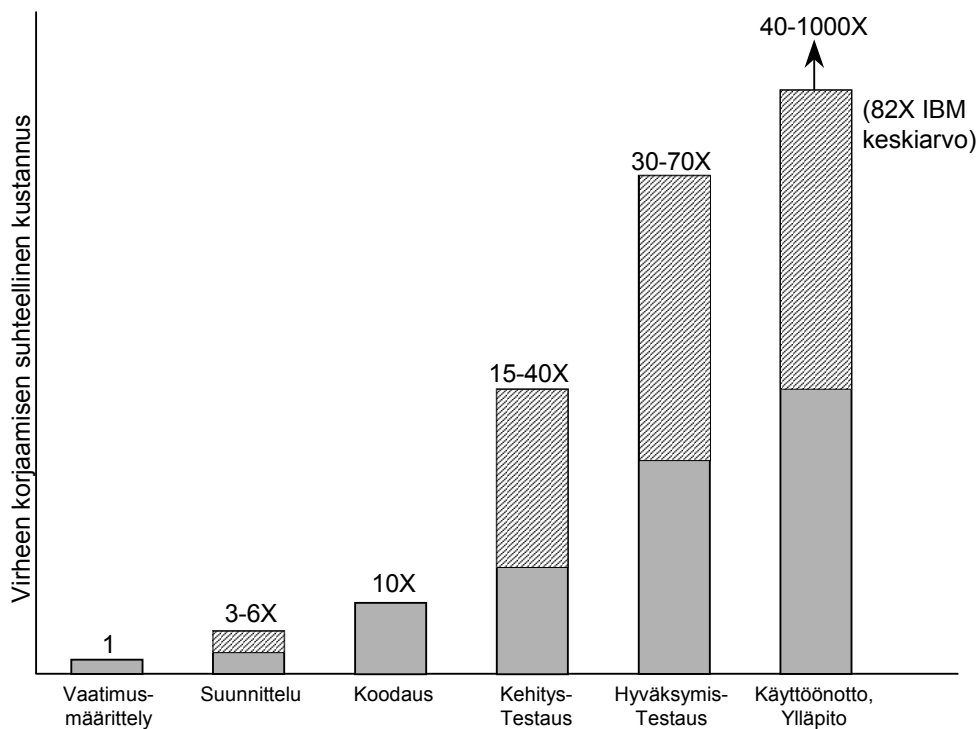
Ohjelmistojen laatuongelmat ovat tuttuja kaikille tavallisillekin tietokoneen käyttäjille. Nykypäivänä koko länsimainen yhteiskunta toimii erilaisten ohjelmistojen varassa. Niin liikenne, raha-asioiden hoito kuin monet kodinkoneetkin ovat riippuvaisia ohjelmistoista. Virheet kriittisimmissä ohjelmistoissa voivat johtaa jopa ihmishenkien menetykseen, kuten on tapahtunut tunnetusti esimerkiksi sädehoitokoneen (Leveson ja Turner 1993) ja hälytysajoneuvojärjestelmän (Finkelstein ja Dowell 1996) tapauksissa. Kurinalaisilla tarkastuksilla voidaan Freedmanin ja Weinbergin (1990) mukaan saada karsittua virheiden määrä kymmenenteen osaan alkuperäisestä määrästä jo ennen testausvaihetta.

Usein testaus ja tarkastus asetetaan vastakkain mietittäessä tarkastusten hyödyllisyyttä. Monilla ohjelmistoalan työntekijöillä vaikuttaa olevan pinttynyt käsitys siitä, että testaus on nopeampi ja tehokkaampi tapa hoitaa ohjelmiston laadunvarmistus. Basili ja Selby (1987) ovat kuitenkin todenneet tutkimuksessaan, että tarkastus saattaa olla testausta tehokkaampi tapa jopa samantyyppisten virheiden löytämisessä. Useissa muissa tutkimuksissa on todettu, että koodia luettaessa ja testattaessa löydetään tehokkaasti erityyppisiä virheitä (Roper ym. 1997). Lisäksi tarkastusten avulla voidaan testauksesta poiketen valvoa toiminnallisten virheiden lisäksi myös muita laatutekijöitä, kuten koodin ylläpidettävyyttä ja dokumentaation laatua. Tutkimusten mukaan jopa yli 90 % ohjelmiston elinkaaren kustannuksista saattaa kulua ylläpitoon (Erlikh 2000),



joten ylläpidettävyyden huomioiminen ei ole aivan vähäinen asia ohjelmistojen kehittämistyössä.

Tarkastusten ajatellaan usein vaikuttavan ainoastaan tuotoksen laatuun ja sen vuoksi ne saatetaan nähdä vain ylimääräisenä kustannuksena organisaatiolle. Jo Fagan (1976) totesi alkuperäisessä tarkastusmenetelmän esittelevässä artikkelissaan, että tarkastusten käyttöönotto tehosti pilottiprojekteissa koko tuotantoprosessia ja samalla säästi kustannuksia. Sen jälkeen useissa lähteissä on raportoitu tarkastusten avulla saavutetuista säästöistä. Esimerkiksi Gilb ja Graham (1993) esittelevät kirjassaan useita tällaisia tapauksia. Kustannussäästö perustuu siihen, että virhe on halvinta korjata mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Klassinen Boehmin (1981) tutkimus (kuvio 1) totesi esimerkiksi, että vaatimusmäärittelyssä tapahtuneen virheen korjaaminen toteutusvaiheessa tuli IBM:n organisaatiossa keskimäärin kymmenen kertaa ja ylläpitovaiheessa 82 kertaa kalliimmaksi verrattuna sen korjaamiseen määrittelyvaiheessa.



KUVIO 1 Virheiden korjaamisesta aiheutuva suhteellinen kustannus projektin eri vaiheissa (Boehm 1981)

Tarkastusten merkitys tuotannon tehokkuudelle on siis kaikkein keskeisin prosessin alkupäässä. Kuitenkin tarkastusten on useissa tapauksissa laskettu maksavan itsensä takaisin prosessin vaiheesta riippumatta. Esimerkiksi Bush (1990) laskee, että tarkastuksesta läpipäässeen virheen korjaaminen myöhemmässä vaiheessa tuotantoprosessissa maksoi JPL:n organisaatiossa keskimäärin 1700 dollaria. Jokaisessa tarkastuksessa löytyi keskimäärin 16 virhettä. Bushin mukaan arvioitu keskimääräisen tarkastuksen tuottama säästö kustannukset huomioituna oli noin 25 000 dollaria.

Tarkastukset on siis todettu tärkeäksi ja taloudellisestikin kannattavaksi menetelmäksi ohjelmistotuotannossa. Kuitenkin yleisesti tunnustetaan, että tarkastukset eivät ole levinneet teollisuudessa käyttöön odotetulla tavalla. Tarkastusten käytön laajuudesta on tehty hyvin vähän systemaattista tutkimusta, mutta Johnsonin (1998) ja Ciolkowskin ym. (2003) tutkimukset antavat jonkinlaista viitettä siitä, kuinka puutteellista niiden soveltaminen on käytännössä. Jostain syystä tarkastuksia ei siis toteuteta systemaattisesti, vaikka niiden tärkeys ymmärrettäisiinkin. Tämä havainto tuo esiin tarpeen ymmärtää käytännöllisesti tarkastuskäytänteiden puutteita, ongelmia ja parantamista. Se tarve on lähtökohta tämän tutkimuksen tekemiselle.

## 1.1 Tutkimuksen lähtökohtia

Tämä tutkimus käsittelee tarkastusten kehittämistä ohjelmistoja tuottavissa organisaatioissa. Lähtökohta tutkimukselle on sen merkittävyys sekä tiedeyhteisölle että käytännön ohjelmistotuotannolle. Seuraavissa alakohdissa esitellään lyhyesti keskeisimmät argumentit, jotka tukevat valitun tutkimusalan merkittävyyttä.

### 1.1.1 Tarkastukset on havaittu hyödyllisiksi

Tarkastukset on havaittu tärkeäksi menetelmäksi ohjelmistotuotannossa sekä teoriassa että käytännössä. Jo edellä johdannon aluksi esiteltiin hiukan tarkastusten merkitystä tuotannon laadulle, tehokkuudelle ja kustannuksille. Seuraavassa on listattu joitakin keskeisiä tarkastusten merkittävyyttä tukevia tutkimustuloksia:

- Doolan (1992) laski, että jokainen tarkastus maksaa itsensä takaisin 30-kertaisesti.
- Grady ja Van Slack (1994) arvioivat HP:n säästäneen tarkastusten ansiosta 21,5 miljoonaa dollaria vuonna 1993.
- Russellin (1991) tutkimuksessa jokainen tarkastuksiin käytetty tunti säästi 33 tuntia ylläpitokustannuksia.
- Basili ja Selby (1987) totesivat koodin lukemisen olevan tehokkaampi tapa löytää jopa samoja virheitä kuin testaus.

On mielenkiintoista, että aiemmasta kirjallisuudesta ei juuri löydy sellaisia tutkimuksia, jotka vakavasti kyseenalaistaisivat tarkastusten merkityksen ohjelmistotuotannossa. Kirjallisuudessa esitetty kritiikki kohdistuu tavallisesti tarkastusten toteutustapaan. Esimerkiksi Votta (1993) aloitti artikkelillaan tiedeyhteisössä pitkään eläneen keskustelun perinteisen palaverin merkityksestä tarkastusprosessissa. Sen sijaan tarkastusten tarpeellisuutta yleensä kyseenalaistavia tutkimustuloksia ei kirjallisuudessa juuri löydy.

### 1.1.2 Tarkastuksia toteutetaan käytännössä heikosti

Tarkastusten merkitys tunnetaan hyvin yleisesti ohjelmistoalalla, mutta siitä huolimatta tarkastusten toteutus on käytännössä hyvin puutteellista. Tämä on tosin kirjallisuuden perusteella ennemminkin yleisesti tunnustettu tosiasia kuin systemaattisesti tutkittu ilmiö. Kirjallisuudesta löytyy kuitenkin joitakin tätä tukevia viitteitä.

Johnsonin (1998) raportoimassa kyselyssä 90:stä ohjelmistoalan ammattilaisesta 80 % ilmoitti käyttävänsä työssään tarkastuksia epäsäännöllisesti tai ei ollenkaan. Ciolkowskin ym. (2003) toteuttamassa laajemmin katselmointien toteutusta käsittelevässä kyselyssä todettiin, että 42 % vastaajista katselmoi säännöllisesti vaatimusmäärittelydokumenteja ja 28 % ohjelmakoodia.

Olemassa olevien tutkimustulosten perusteella voidaan siis sanoa, että useimmilla yrityksillä ensimmäinen suuri kynnyks tarkastusten toteuttamisessa on saada ne toimimaan säännöllisesti. Toinen mahdollinen näkökulma on tutkia sitä, kuinka hyvin säännöllisesti toteutetut tarkastukset toimivat käytännössä. Voidaan tehdä ainakin sellainen hypoteettinen oletus, että kaikki tarkastuksia harjoittavat organisaatiot eivät toteuta niitä mahdollisimman tehokkaasti. Tässä oletuksessa on oikeastaan lähtökohta koko tälle tutkimukselle, joka keskittyy tarkastuskäytänteiden parantamiseen.

### 1.1.3 Tarkastusten soveltamiseen käytännössä tarvitaan lisää tutkimusta

Luvussa 3 esitettävän kirjallisuusanalyysin perusteella voidaan sanoa, että tarkastusten käytännön soveltamisesta ja siihen liittyvistä ongelmista on aiemmin tehty todella vähän tutkimusta. Valtaosa tarkastuksia käsittelevistä tutkimuksista perustuu erilaisiin kontrolloituihin kokeisiin. Niiden perusteella tunnetaan jo kohtuullisesti monia tarkastuksen tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä teoriassa. Kirjallisuudessa on myös jonkin verran tapaustutkimuksia tarkastuksia onnistuneesti käyttävistä suuryrityksistä. Nämä raportit ovat aika pintapuolisia, eivätkä usein raportoi kohdatuista käytännön ongelmista. Lisäksi ne luonnollisesti antavat tarkastuksista vain suuryritysten näkökulman.

Tarkastukset on siis käytännössä havaittu hyväksi menetelmäksi, mutta kuitenkin useissa organisaatioissa niitä ei käytetä laajasti. Lisäksi säännöllisestikin tarkastuksia toteuttavat organisaatiot saattavat toteuttaa niitä tehottomasti. Siksi tarvitaan ymmärrystä käytännöllisistä ongelmista, jotka liittyvät tarkastusten käyttöönottoon ja toteuttamiseen. Lisäksi tarvitaan selvästi käytännöllisiä välineitä, joilla voidaan tukea tarkastuskäytänteiden parantamista organisaatioissa. Se on alue, joka on jäänyt lähes täysin huomiotta aiemmassa tutkimuksessa. Luvussa 3 esitetty kirjallisuuskatsaus sisältää ainoastaan muutaman artikkelin, jotka yhdistävät jollain tavalla prosessien parantamisen näkökulmaa tarkastuksiin.

## 1.2 Tutkimuskysymykset ja -menetelmät

Tässä tutkimuksessa pyritään kehittämään ymmärrystä tarkastuskäytänteiden parantamisesta ohjelmistoja tuottavissa organisaatioissa. Tutkimuksen ydinkysymys voidaan esittää seuraavassa muodossa:

*Kuinka tarkastuskäytänteiden parantamista voidaan tukea ohjelmistoja tuottavissa organisaatioissa?*

Varsinaista tutkimusongelmaa lähestytään useasta eri näkökulmasta sekä teoriassa että käytännössä. Tutkimus on jaettu pienempiin osakokonaisuuksiin, joissa tarkastellaan taulukossa 1 esitettyjä kysymyksiä. Tutkimuksen aineisto koostuu kirjallisuudesta ja kahdeksassa ohjelmisto-organisaatioissa haastattelujen avulla kootusta empiirisestä aineistosta. Taulukossa 1 on esitetty myös, kuinka tutkimusaineistoa on käytetty tutkimuksen eri alakysymyksiä käsitellessä. Lisäksi taulukossa on mainittu pääasiallinen lähestymistapa, jota kunkin alakysymyksen kohdalla tutkimuksessa on sovellettu.

Ensimmäinen tutkimuksen alakysymys on selvittää, mitä tarkastuksista tiedetään aiemman tutkimuksen perusteella. Tähän kysymykseen vastataan toteuttamalla systemaattinen kirjallisuuskatsaus, joka kattaa katselmointeja käsittelevät julkaisut 25-vuoden ajalta tarkastusten kannalta keskeisissä ohjelmistotekniikan alan julkaisusarjoissa. Kirjallisuuskatsauksen toteutus on kuvattu tarkemmin luvussa 3. Kirjallisuuskatsauksen tuloksia on käytetty hyväksi myös tutkimuksen muissa osissa.

Toinen tutkimuksen alakysymys on selvittää, millaisia ovat keskeiset tarkastuskäytänteisiin liittyvät puutteet ja ongelmat ohjelmistoalan organisaatioissa. Tämän kysymyksen tarkastelussa pääpaino on empiirisessä tutkimuksessa. Tutkimuksen kahdeksasta kohdeorganisaatiosta kootun haastatteluaineiston avulla pyritään kuvaamaan tavallisia tarkastuskäytänteiden puutteita ja ongelmia. Luvussa 4 esitellään haastattelututkimuksen toteutukseen liittyvät yksityiskohdat. Kirjallisuus muodostaa tämän kysymyksen kohdalla viitekehysten, jota käytetään haastattelukysymysten luomisessa ja tulosten reflektoinnissa.

TAULUKKO 1 Tutkimuksen alakysymykset, käytetty aineisto ja lähestymistapa kysymysten tarkastelussa

Tutkimuskysymys	Aineiston rooli	Lähestymistapa
Mitä aiempien tutkimusten perusteella tiedetään tarkastuksista?	Kirjallisuus	Kirjallisuuskatsaus
Millaisia ovat keskeiset tarkastuskäytänteiden puutteet ja ongelmat ohjelmistoalan organisaatioissa?	Empiirinen, kirjallisuus	Käsitteellisteoreettinen
Kuinka keskeiset tarkastuksiin liittyvät käytänteet voidaan esittää kypsyystasomallin muodossa?	Kirjallisuus, empiirinen	Konstruktiiivinen
Millaisilla eri tavoilla tarkastuskäytänteiden parantamista voidaan lähestyä?	Kirjallisuus, empiirinen	Yhteenveto tutkimuksesta

Kolmas tutkimuksen alakysymys on määrittää, kuinka keskeiset tarkastuksiin liittyvät käytänteet voidaan esittää kypsyyntasomallin muodossa. Tämä osa edustaa konstruktivistista tutkimusta. Sen tavoitteena on kehittää kypsyyntasomalli, joka tukee tarkastuskäytänteiden arviointia ja parantamista ohjelmistoja tuottavassa organisaatiossa. Mallin kehittäminen perustuu sekä kirjallisuuteen, että kohdeorganisaatioista koottuun haastatteluaineistoon. Tässä osiossa sovellettua tutkimusprosessia on kuvattu tarkemmin luvussa 7.

Viimeinen alakysymys on kuvailla, millaisilla tavoilla tarkastuskäytänteiden parantamista voidaan lähestyä. Tarkoitus on kirjallisuuden ja kohdeorganisaatioista saatujen kokemusten avulla hahmottaa kokonaiskuva erilaisista näkökulmista, joiden avulla tarkastuskäytänteiden parantamista voidaan lähestyä. Tämän kysymykseen tarkastelu kokoa pääasiassa yhteen erilaisia näkökulmia, joihin tämän tutkimuksen muissa osissa on viitattu. Kokonaisuutta täydennetään kirjallisuudesta esiin nousevilla näkökulmilla.

### 1.3 Keskeiset käsitteet

Tässä alakohdassa pyritään määrittelemään ja rajaamaan tämän tutkimuksen kannalta keskeiset käsitteet. Katselmoiteihin liittyvän käsitteistön käyttö ei ole englanninkielisessä kirjallisuudessa aivan yhdenmukaista ja samoille asioille saattaa olla useita eri termejä. Suomenkielessä taas ei vakiintuneita käsitteitä ole juuri lainkaan, sillä alan kirjallisuus on lähes täysin englanninkielistä.

#### 1.3.1 Laatu käsitteenä

Tarkastuksista puhuttaessa ollaan olennaisesti tekemisissä laadun käsitteen kanssa. Katselmoinnin pääasiallinen tehtävä organisaatiossa on yleensä laadunvarmistus tai laadun mittaus. Weinberg (1992) tiivistää laadun yksinkertaisesti: "Laatu on arvoa (*value*) jollekin henkilölle". Ohjelmistotuotannossa näkökulma laatuun ja laadunvarmistukseen voi tarkoittaa eri osapuolille hyvin eri asioita. Johdon näkökulmasta tehokas laadun tuottaminen voi ensisijaisesti tarkoittaa säästöä virheiden aiheuttamisesta kustannuksissa tai samasta syystä tehostunutta tuotantoprosessia. Työntekijän näkökulmasta laatu voi olla suurimmaksi osaksi tuotosten laatua. Asiakkaalle se voi puolestaan merkitä laajempaa kokonaisuutta, kuten toiminnallisesti virheetöntä lopputuotetta, hyvää käytettävyyttä, laadukasta dokumentaatiota ja toimivaa palvelua.

Tässä tutkimuksessa ei ole tärkeää yrittää rajata laadun käsitettä tiettyyn näkökulmaan. Oleellista on sen sijaan ymmärtää, että laatu voi merkitä ohjelmistotuotannossa eri asioita. Se, mitä hyvällä laadulla tarkoitetaan, täytyy määrittellä tapauskohtaisesti riippuen siitä, mistä näkökulmasta asiaa halutaan tarkastella. Tarkastuksilla on joka tapauksessa keskeinen rooli laadunvarmistuksessa kaikista laadunäkökulmista katsottuna.

### 1.3.2 Katselmointi

Englanninkielessä *review* on kohtuullisen vakiintunut yleiskäsite, jonka IEEE:n standardi määrittelee seuraavasti (IEEE 1989):

*Ohjelmiston osien tai projektin tilan arviointi (evaluation), jonka tarkoitus on tunnistaa tuotosten eroavuudet suunnitelmiin nähden sekä tuottaa kehitysehdotuksia. Tämä arviointi noudattaa formaalia prosessia (esimerkiksi johdon katselmointiprosessia, ohjelmiston tarkastusprosessia tai läpikäyntiprosessia).*

Suomenkielessä tästä on käytetty sekä termiä *katselmointi* että *katselmus*. Tässä työssä edellä mainitun määritelmän vastineena käytetään termiä *katselmointi*. Katselmointi on siis laaja yleiskäsite, jonka alle kuuluu erilaisia katselmointimenetelmiä. Katselmointeina voidaan pitää hyvin erilaisia tilaisuuksia, joita järjestetään montaa erilaista tarkoitusta varten. Sisäisen laadunvarmistuksen lisäksi katselmointeina voidaan pitää ulkoisia katselmointeja asiakkaan kanssa, jotka ovat usein luonteeltaan enemmänkin hyväksymistilaisuuksia. Lisäksi laadun varmistusta tai mittausta varten voidaan järjestää katselmointeja erillisen laatuyksikön toimesta. Myös yrityksen johtoa varten järjestetyt lähinnä projektin tilaa arvioivat katselmoinnit ovat tavallisia.

Tässä tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan katselmointia ainoastaan laadunvarmistuksen näkökulmasta ja siksi käsitettä käytetään käytännössä hieman IEEE:n määritelmää suppeammassa merkityksessä. Kun tässä työssä käytetään sanaa *katselmointi*, halutaan korostaa sitä, että tarkoitetaan laajasti eri katselmointimenetelmiä, joiden pääasiallinen tarkoitus on etsiä virheitä jostain dokumentista. Lisäksi tässä tutkimuksessa näkökulma katselmointeihin keskittyy ohjelmistotuotantoprosessin sisäisiin katselmointeihin. Katselmoinnit nähdään osana normaalia ohjelmistotuotantoprosessia, jossa katselmoinnit toteutetaan vertaiskatselmointeina. Siis katselmoijina ovat pääosin eri rooleissa toimivat työtoverit, eivätkä esimerkiksi esimiehet tai ulkopuolinen laatuyksikkö.

### 1.3.3 Virhe

Englannin kielessä käytetään yleisesti sanoja *error*, *bug*, *fault*, *mistake* ja *defect* synonyymeina. Myös niiden määrittely tutkimuksissa vaihtelee tutkijan tai koulukunnan mukaan. Näiden sanojen suhteita toisiinsa on yrittänyt hahmottaa esimerkiksi United Kingdom Software Metrics Association (UKSMA 2002). Suomen kielessä vastaavia sanoja ovat virhe, vika, erhe, puutteellisuus ja epäkohta.

Katselmointien yhteydessä käytetään lähes poikkeuksetta englanninkielen sanaa *defect*. Suomenkielessä sen vastineena puolestaan käytetään vaihtelevasti sanoja vika, virhe, puutteellisuus ja epäkohta. Tässä tutkimuksessa käytetään englannin sanan *defect* suomenkielisenä vastineena yksinkertaisesti sanaa *virhe*. Tässä merkityksessään virhe voidaan ymmärtää tapauksesta riippuen poikkeamana ohjelmiston spesifikaatiosta tai käyttäjävaatimuksista.

Usein tarkastusten yhteydessä halutaan korostaa sitä, että prosessin aikana dokumentista esitetyt kommentit eivät ole virheitä ennen kuin ne todetaan todellisiksi virheiksi. Ennen tätä hyväksymistä englanninkielessä näistä kommenteista käytetään yleisesti sanoja *finding* tai *issue*. Tässä työssä näiden vastineena käytetään sanaa *löydös*.

### 1.3.4 Dokumentti

Usein sana *dokumentti* yhdistetään ainoastaan tekstimuotoisiin dokumentteihin tai korkeintaan suunnitteluvaiheen kaavioihin. Tässä työssä sanaa dokumentti käytetään hyvin laajasti tarkoittaen mitä tahansa ohjelmistotuotantoprosessissa syntyvää tuotosta. Tässä merkityksessään dokumentti voi siis viitata vaikkapa ohjelmakoodiin.

### 1.3.5 Tarkastus

Edellä katselmointikäsitteen määrittelyssä todettiin tarkastuksen olevan eräs katselmointimenetelmä. Alkuperäinen ohjelmistojen tarkastusmenetelmä kehitettiin IBM:n organisaatiossa 1970-luvun alussa (Fagan 1976). Kirjallisuudessa tästä alkuperäisestä menetelmästä puhutaan usein Faganin tarkastuksena. Toinen keskeinen lähde tarkastusmenetelmästä puhuttaessa on Gilbin ja Grahamin (1993) kirjoittama kirja. Siinä kirjoittajat ovat kehittäneet menetelmää jonkin verran, mutta prosessi on pääpiirteittäin samanlainen kuin Faganin alkuperäisessä menetelmässä. Usein kirjallisuudessa käsiteltäessä jotain tarkastusmenetelmän sovellettua toteutustapaa puhutaan *perinteisestä tarkastuksesta (traditional inspection)*. Silloin sillä tarkoitetaan Faganin (1976) ja Gilb ja Grahamin (1993) mukaista prosessia. Myös tässä työssä noudatetaan samaa periaatetta.

Kirjallisuudessa tarkastuskäsitettä käytetään hiukan vaihtelevasti. Toiset tutkijat tarkoittavat tarkastuksella edellä mainittua perinteistä tarkastusta ja haluavat nimittää siitä hiukankin poikkeavia käytänteitä katselmoinneiksi. Tavallinen käytäntö kirjallisuudessa on kuitenkin käyttää termiä laajemmassa merkityksessä kattamaan laajasti kaikki alkuperäisestä menetelmästä tehdyt muunnokset. Toisaalta jotkut katselmointikäsitettä mieluummin käyttävät tutkijat määrittelevät katselmointiprosessin aivan yhdenmukaiseksi perinteisen tarkastuksen kanssa. Tässä tutkimuksessa *tarkastusta* käytetään laajana käsitteenä kattaen monenlaiset alkuperäisestä menetelmästä tehdyt sovellukset.

### 1.3.6 Tarkastusmenetelmän vaiheet

Englanninkielisessä kirjallisuudessa käytetään tarkastukseen liittyvistä vaiheista erilaisia nimiä taustalla olevan ”koulukunnan” mukaan. Nämä koulukunnat viittaavat tavallisesti joko Faganin (1976) alkuperäiseen tarkastusmenetelmään tai Gilb ja Grahamin (1993) vastaavaan esitykseen. Lisäksi ainakin IEEE:n (1998) standardi, Laitenberger ja DeBaud (2000) sekä Wiegers (2002a) käyttävät jossakin määrin poikkeavia termejä tarkastusprosessin eri vaiheista. Tässä tutkimuk-

nessä käytetään Faganin alkuperäisen jäsenyyksen pohjalta seuraavia suomenoksia:

- yleiskatsaus (overview)
- valmistautuminen (preparation)
- tarkastuspalaveri (inspection)
- virheiden korjaus (rework)
- seuranta (follow-up)

Edellä luetellut käsitteet ja tarkastusmenetelmän keskeiset periaatteet on esitelty luvussa 2.

## 1.4 Tutkielman rakenne

Kohdassa 1.2 esitettiin tutkimusongelmat, joihin yleisesti tässä tutkimuksessa ja sen osakokonaisuuksissa pyritään vastaamaan. Taulukossa 2 esitetään, kuinka mainittujen tutkimusongelmien käsittely sijoittuu tutkielman eri osiin.

TAULUKKO 2 Tutkimusongelmien ja tutkielman rakenteen suhde

Mitä aiempien tutkimusten perusteella tiedetään tarkastuksista?	Luku 3
Millaisia ovat keskeiset tarkastuskäytänteiden puutteet ja ongelmat ohjelmistoalan organisaatioissa?	Luvut 4-6
Kuinka keskeiset tarkastuksiin liittyvät käytänteet voidaan esittää kypsyystasomallin muodossa?	Luvut 7-9
Millaisilla eri tavoilla tarkastuskäytänteiden parantamista voidaan lähestyä?	Luku 10

Ensimmäisessä osassa (luvut 1-3) esitellään taustaa tutkimukselle. Johdannon jälkeen luvussa 2 esitellään tarkastusmenetelmä ja siihen liittyvät käsitteet, joihin myöhemmin tässä tutkimuksessa viitataan. Luvussa 3 tehdään kattava katsaus katselmointeja käsittelevään kirjallisuuteen. Siinä tarkastellaan systemaattisesti katselmointeja käsittelevää tutkimusta viimeisen 25 vuoden aikana 16 keskeisessä ohjelmistotekniikan alan julkaisusarjassa. Luvussa luokitellaan tutkimus alakategorioihin ja esitellään tutkimusalan keskeisimmät tutkimustulokset sekä tutkimussuuntausten kehittyminen tarkasteltuna ajanjaksona.

Tutkimuksen toinen osa (luvut 4-6) keskittyy kahdeksasta organisaatiosta haastattelujen avulla kerättyjen empiiristen tulosten esittelyyn. Ensin neljännessä luvussa kuvataan, miten empiirinen tutkimus toteutettiin. Luvussa viisi käsitellään tarkastuskäytänteiden toteutumista ja niiden puutteita kohdeorganisaatioissa. Kuudennessa luvussa esitellään tarkastusten toteuttamiseen liittyviä käytännöllisiä ongelmia sekä kirjallisuuden, että empiirisen aineiston pohjalta.

Kolmannessa osassa (luvut 7-9) esitellään tutkimuksen kuluessa kehitetty ICMM-malli (Inspection Capability Maturity Model) ja kuvaillaan sen kehittä-



misprosessia. Tutkimuksen alkuvaiheessa kehitetty malli esitellään luvussa 7. Kahdeksannessa luvussa analysoidaan kokemuksia alkuperäisen ICMM-mallin käytöstä haastatteluissa kerätyn aineiston pohjalta. Yhdeksännessä luvussa esitetään empiiristen kokemusten ja perusteellisen kirjallisuusanalyysin pohjalta uudistettu versio ICMM-mallista.

Neljännessä ja samalla viimeisessä osassa kootaan tutkimuksen tulokset yhteen. Luvussa 10 hahmotellaan eri näkökulmia, joista tarkastuskäytänteiden kehittämistä ohjelmistoja tuottavassa organisaatiossa voidaan tarkastella. Samalla kuvataan tämän tutkimuksen keskeisten tulosten roolia tässä laajemmassa kontekstissa. Lopuksi luvussa 11 esitetään yhteenveto koko tutkimuksen tuloksista.

## 1.5 Työn suhde muihin julkaisuihin

Tämä tutkielma on muodoltaan monografia, mutta suuri osa sisällöstä pohjautuu muihin julkaisuihin. Seuraavassa on lyhyesti listattu työn sisältöön liittyvät artikkelimuotoiset julkaisut ja niiden suhde tämän työn sisältöön.

- Luku 3 on jonkin verran laajennettu versio artikkelista Kollanus ja Koskinen (2007).
- Luvun 5 sisältö on huomattavasti laajennettu versio artikkelista Kollanus ja Koskinen (2006)
- Luku 6 pohjautuu artikkeliin Kollanus (2005b), mutta tässä työssä raportoidut tulokset pohjautuvat huomattavasti laajempaan empiiriseen aineistoon.
- Pääosa luvun 7 sisällöstä on esitetty artikkelissa Kollanus (2005a).
- Luvun 8 sisältö on julkaistu artikkelissa Kollanus 2009.

Mainituista artikkeleista kaksi ensin mainittua ovat yhteisjulkaisuja. Niissä Kollanus on vastannut tutkimuksen toteutuksesta ja pääosin tutkimustulosten raportoinnista. Koskinen on näissä osissa auttanut artikkelien kirjoittamisessa julkaistuu muotoon.

Tämä työ pohjautuu myös lisensiaatintyöhön (Kollanus 2006), joka sisältää pääosan tämän työn luvuista 1-7. Lukujen 3, 5 ja 6 osalta tässä työssä on käytetty laajempaa aineistoa. Lisäksi suuri osa luvussa 2 esitettyä johdantoa aihealueeseen on lisäystä lisensiaatintyöhön verrattuna. Täysin uusi kontribuutio on esitetty pääosin luvuissa 8-10.

## 2 TARKASTUSMENETELMÄ

Alkuperäisen tarkastusmenetelmän esitteli Michael Fagan vuonna 1976 julkaisemassaan artikkelissa, jossa hän menetelmän esittelyn lisäksi raportoi ensimmäisiä IBM:n organisaatiossa saatuja kokemuksia menetelmän käytöstä. Artikkelissaan Fagan vertaa koodausvaiheen työn tuottavuutta ja virheiden määrää tarkastuksia käyttävässä esimerkkiprojektissa vastaavaan projektiin, jossa käytettiin epämuodollisempia koodin läpikäyntejä. Hänen laskelmiensa mukaan tarkastuksia käyttäneessä projektissa koodaustyön tuottavuus oli 23 % parempi ja lopputuloksena oli 38 % vähemmän virheitä.

Fagan (1976) jakaa tarkastusprosessin viiteen vaiheeseen seuraavasti:

1. yleiskatsaus (*overview*)
2. valmistautuminen (*preparation*)
3. tarkastuspalaveri (*inspection*)
4. virheiden korjaus (*rework*)
5. seuranta (*follow-up*)

Tarkastusprosessi aloitetaan *yleiskatsauksella*, jossa tuotoksen tekijä esittelee tarkastajille tuotoksen sisältöä ja helpottaa siten heidän itsenäistä perehtymistään siihen. *Valmistautuminen* tarkoittaa tarkastajien itsenäistä tutustumista tarkastettavaan tuotokseen. Sen jälkeen järjestetään *tarkastuspalaveri*, jossa tuotos käydään läpi ja etsitään siitä virheitä. Palaverista kirjoitetaan raportti, jossa listataan kaikki löydökset ja yhdistetään niihin tarvittavat korjaukset sekä korjausten seurantaomenteet. Tätä seuraavat luonnollisesti *virheiden korjaus* ja korjausten *seuranta*. Tarvittaessa voidaan pitää kokonainen uusintatarkastus. (Fagan 1976)

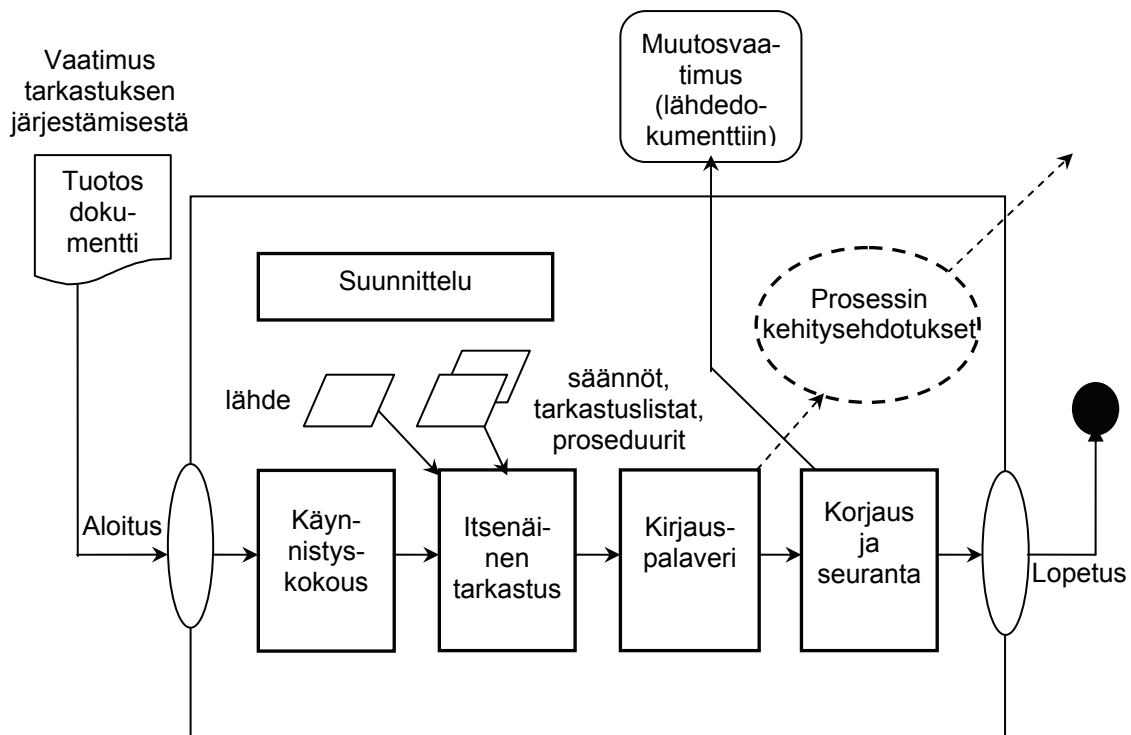
Myöhemmin Gilb ja Graham (1993) ovat kirjassaan esitelleet tarkastusmenetelmän Fagania yksityiskohtaisemmin tekemättä kuitenkaan suuria muutoksia tarkastusprosessiin. Seuraavissa aliluvuissa esitellään tarkastusmenetelmän keskeiset piirteet pääasiassa heidän teoksensa mukaisesti. Tässä yhteydessä käytetään heidän teostaan siksi, että se kuvaa tarkastusmenetelmän perusteellisesti ja lisäksi se on tutkijoiden keskuudessa tavallisimmin viitattu tarkastusta

käsittelevä perusteos. Se vastaa melko hyvin yleistä käsitystä niin sanotusta perinteisestä tarkastuksesta, jonka pohjalta tutkimusyhteisössä keskustelua käydään.

Alan tutkimustulokset eivät välttämättä anna ainakaan varauksetonta tukea kaikille tässä luvussa esitetyille periaatteille, mutta tässä yhteydessä ei keskitytä esittelemään ristiriitaisia tutkimustuloksia, sillä tämän luvun tarkoituksena on ainoastaan antaa yleiskuva tarkastusmenetelmästä. Luvussa 3 on erikseen esitelty laajasti alan tutkimusta ja keskeisiä tutkimustuloksia.

## 2.1 Tarkastusprosessi Gilbin ja Grahamin (1993) mukaan

Gilb ja Graham (1993) täydentävät kirjassaan Faganin tarkastusprosessia joillakin uusilla ajatuksilla, mutta eivät tee siihen merkittäviä muutoksia. He keskittyvät kirjassaan esittelemään tarkastusmenetelmää ja sen käyttöä aiempaa yksityiskohtaisemmin. Kuviossa 2 on esitetty tarkastusprosessin vaiheet Gilbin ja Grahamin (1993) mukaisesti. He jakavat tarkastusprosessin useampaan vaiheeseen tuodakseen esille joitakin tärkeitä periaatteita tarkastusten toteuttamisessa. Seuraavassa käydään lyhyesti läpi kuviossa 2 kuvatut tarkastusprosessien vaiheet. Samalla esitellään ne kohdat, joissa Gilbin ja Grahamin ajatukset poikkeavat Faganin alkuperäisestä esityksestä.



KUVIO 2 Tarkastusprosessi (Gilb ja Graham 1993, 34)

Gilbin ja Grahamin (1993) tarkastusmenetelmän kuvauksessa on paljon vaiheita ja yksityiskohtia. Se ei kuitenkaan välttämättä tarkoita raskasta prosessia, vaan ainoastaan tiettyä tapaa kuvata menetelmää. Kaikki kuvauksessa esitetyt vaiheet eivät ole keskenään tasa-arvoisia, vaan niillä on eri painoarvo prosessissa. Yhtä hyvin malli voitaisiin jäsentää kolmeen pääelementtiin: valmistautuminen, tarkastuspalaveri sekä korjaus ja seuranta.

### **2.1.1 Vaatimus tarkastuksen järjestämisestä (Request for inspection)**

Tarkastusprosessi alkaa siitä, kun tuotoksen tekijä esittää vaatimuksen tarkastuksen järjestämisestä. Tämän pitäisi olla tekijälle vapaaehtoista niin, että tekijä on itse motivoitunut tarkastuksen järjestämisestä. Tässä vaiheessa täytyy valita tarkastuksen johtaja, ellei se ole tiedossa jo ennestään. Hän organisoii tarkastuksen tästä eteenpäin. (Gilb ja Graham 1993, 40-42)

Gilbin ja Grahamin ajatuksista tarkastuksen järjestämiseen on hyvä huomata, että he pitävät tarkastuksen lähtökohtana tekijän halua saada apua. Heidän esityksensä mukaan tarkastuksen lähtökohta ei siis ole prosessimääritys, joka vaatii tarkastusta tehtäväksi tietyissä vaiheissa prosessia. Tämä on sellainen kohta Gilbin ja Grahamin kirjassa, joka ei vastaa yleistä käytäntöä tarkastusten organisoinnissa.

### **2.1.2 Aloitus (entry)**

Ennen varsinaisen tarkastuksen aloittamista tarkastuksen johtaja käy läpi aloituskriteerit, jotka dokumentin on täytettävä ennen kuin se päästetään tarkastukseen. Tämän vaiheen pääasiallisena tarkoituksena on varmistaa, että ei tuhlaata useamman ihmisen työaika, jos dokumentti on ilmiselvästi erittäin huonolaatuinen.

Organisaatiossa voi olla tätä varten sekä yleisiä kriteerejä että spesifejä kriteerejä eri dokumenttityypeille. Esimerkiksi aloituskriteeri voi olla, että lähdedokumentit, joista tarkastettava tuotos on riippuvainen, on hyväksytty ennen tarkastuksen aloitusta. Lisäksi tarkastuksen johtaja voi tarkistaa, sisältääkö dokumentti sisällöllisesti kaikki siltä vaaditut asiat. Tähän ei ole tarkoitus käyttää paljon aikaa, vaan aloituskriteerit ovat sellaisia, jotka voidaan tarkistaa helposti. (Gilb ja Graham 1993, 63-66)

### **2.1.3 Suunnittelu (Planning)**

Jos dokumentti läpäisee esikriteerit, voi tarkastuksen johtaja jatkaa tarkastuksen suunnittelua. Tässä vaiheessa hän suunnittelee koko tarkastuksen läpiviennin. Esimerkiksi jo alun perin voidaan suunnitella, että tarkastusprosessissa tehdään useampi kierros. Katselmoinnin johtaja valitsee tarkastajat, määrittelee heille roolit ja huolehtii, että kaikki tarvittava materiaali on saatavilla. Lisäksi tarkastuksen johtaja suunnittelee aikataulun, varaa tilan kokousta varten ja tekee muut tarvittavat valmistelut. (Gilb ja Graham 1993, 42-43)

Tässäkin kohdassa Gilbin ja Grahamin tapa organisoida tarkastus poikkeaa hiukan yleisestä ajattelutavasta. On todennäköisesti tavallisempaa, että tarkastukset toteutetaan enemmän prosessiohjatusti. Prosessikuvaukset pitävät usein sisällään useita asioita, joita Gilb ja Graham kuvaavat sisältyvän tähän tarkastuksen suunnitteluun. Silloin osallistujien valinta ja aikataulun sopiminen ovat keskeisiä suunnitteluasioita.

### **2.1.4 Käynnistyspalaveri (Kickoff)**

Käynnistyspalaveri vastaa Faganin (1976) tarkastusprosessissa ensimmäistä vaihetta eli yleiskatsausta. Fagan jakaa tarkastukset kahteen kategoriaan: suunnitelmien ja koodin tarkastuksiin. Hänen mukaansa käynnistyspalaveri on olennainen osa suunnitelmien tarkastusta, mutta ei ole koodin tarkastuksessa niin välttämätön. Gilb ja Graham (1993) pitävät tarkastusta välineenä myös monien muiden ohjelmistotuotannossa syntyvien tuotosten laadunvarmistukseen. Heidän mukaansa käynnistyspalaveri ei ole välttämätön osa minkään tietyn tyyppisen dokumentin tarkastusprosessia, vaan sen tarve tulisi arvioida tapauskohtaisesti.

Käynnistyspalaverin tarkoitus on osallistujien koulutus ja motivointi. Sen tavoitteena on tiedon jakaminen sekä samalla varmistaa, että jokainen osallistuja tietää tilaisuuden jälkeen oman tehtävänsä tarkastusprosessissa. Tarvittaessa voidaan käsitellä yleisiä tarkastettavaa dokumenttia koskevia kysymyksiä, kuten ohjeistaa tulkitsemaan sitä oikein. Mikäli käynnistyspalaveria ei järjestetä, hoitaa tarkastuksen johtaja vastaavien asioiden tiedottamisen muulla tavoin. (Gilb ja Graham 1993, 66-67)

### **2.1.5 Itsenäinen tarkastus (Individual checking)**

Itsenäinen tarkastus vastaa Faganin (1976) prosessissa valmistautumista. On luultavaa, että Gilb ja Graham (1993) ovat päätyneet käyttämään tässä kohdassa eri käsitettä painottaakseen eroa Faganin alkuperäisiin ajatuksiin. Faganin alkuperäinen ajatus oli, että tämä vaihe on nimensä mukaisesti valmistautumista palaveriin ja sen tarkoitus on ymmärtää tarkastettava tuotos mahdollisimman hyvin. Hänen mukaansa suurin osa virheistä löydetään palaverissa. Gilb ja Graham (1993, 94) esittävät, että optimitalanteessa noin 20 % virheistä löydetään palaverissa ja noin 80 % itsenäisen tarkastuksen aikana. Joidenkin myöhempien tutkimusten mukaan käytännössä lähes kaikki virheet ovat löytyneet itsenäisen tarkastuksen aikana (ks. alakohta 3.3.2). Voidaan siis perustellusti ajatella, että itsenäisessä tarkastuksessa on kyse virheiden löytämisen kannalta tarkastusprosessin tärkeimmästä vaiheesta.

Tässä vaiheessa tarkastajat tutustuvat itsenäisesti tarkastettavaan dokumenttiin annettujen ohjeiden mukaisesti ja etsivät siitä mahdollisia virheitä. He tekevät työtä määriteltujen roolien mukaisesti eli keskittyvät työssään tietyn tyyppisiin virheisiin. Itsenäinen tutkiminen toteutetaan ohjeiden ja tarkistuslistojen avulla. Joillekin kohdille, jotka tässä vaiheessa vaikuttavat tarkastajasta epäilyttäviltä, saattaa olla hyväksyttävä selitys. On hyvä huomata, että tässä

vaiheessa löydökset perustuvat tarkastajan subjektiiviseen näkökulmaan. Löydöksistä tulee virheitä vasta siinä vaiheessa, kun tuotoksen tekijä hyväksyy ne virheiksi. (Gilb ja Graham 1993, 70-80)

### 2.1.6 Kirjauspalaveri (Logging meeting)

Kirjauspalaverin kohdalla Gilb ja Graham (1993) käyttävät myös ilmeisen tarkoituksellisesti eri nimeä kuin Fagan (1976), joka piti palaveria varsinaisena tarkastuksena. Kirjauspalaverin nimellä korostetaan sitä, että palaverin ensisijainen tarkoitus ei ole virheiden löytäminen vaan etukäteen tehtyjen löydösten kirjaaminen. Gilb ja Graham (1993, 81) määrittävät kirjauspalaverille seuraavat kolme tarkoitusta:

1. Kirjataan ylös kaikki mahdolliset virheet, jotka on havaittu itsenäisessä tutustumisessa.
2. Suoritetaan tarkastus ryhmässä, jotta voidaan löytää ja kirjata ylös vielä uusia virheitä, joita ei ole huomattu itsenäisessä tutustumisessa.
3. Kirjataan ylös tarkastettavaan tuotokseen liittyviä kehitysehdotuksia ja kysymyksiä tuotoksen tekijälle.

Kirjauspalaverissa on tarkoitus toimia aivoriihen tapaan. Ainoa ero tavalliseen aivoriiehen on, että tässä keskitytään mahdollisten virheiden etsimiseen. Tilanteen tulisi olla mahdollisimman avoin ja kriittikön. Tilaisuudessa pyritään ruokkimaan vapaata ajatuksenjuoksua, kun materiaalista haetaan virheitä ja mietitään parannusehdotuksia. Löydetyistä asioista ei ole tarkoitus esittää kritiikkiä tai edes keskustella palaverissa. Muutoin koko palaveriin varattu aika menee helposti muutamasta ensimmäisenä esille tuodusta asiasta keskusteluun. Palaveriin suositellaan käytettäväksi aikaa korkeintaan kaksi tuntia, joten siinä ajassa ei ehditä keskustella syvällisesti kovin monesta asiasta. Tarkastuksen johtajan tehtävä on ohjata palaveria niin, että siinä keskitytään olennaisiin asioihin.

Kirjauspalaverin tuloksena tuotetaan dokumentti, johon on listattu esille nousseet mahdolliset virheet, kysymykset ja parannusehdotukset. Samalla luokitellaan alustavasti mahdolliset virheet. Palaverissa kirjaaminen annetaan jonkun henkilön vastuulle. Kirjaaja voi olla esimerkiksi henkilö, joka vastaa tuotokseen tehtävistä muutoksista, sillä dokumentti toimii hänen työkalunaan myöhemmässä vaiheessa. (Gilb ja Graham 1993, 81-95)

Gilb ja Graham (1993, 37-39) näkevät tarkastukset hyvänä työkaluna prosessin kehittämisessä. He esittävät, että kirjauspalaverin jälkeen voidaan pitää enintään puolen tunnin mittainen aivoriihi, jossa pohditaan syitä tarkastuksessa havaittuihin merkittäviin virheisiin. Tarkoitus on tuottaa kehitysehdotuksia, jotka kohdistuvat tarkastusprosessiin tai koko ohjelmistotuotantoprosessiin.

### **2.1.7 Korjaus ja seuranta (Edit and follow-up)**

Tässä vaiheessa korjaaja käy kirjauspalaverissa luodun dokumentin läpi, luokittelee mahdolliset virheet lopullisesti ja tekee korjaukset tuotoksiin. Hän voi muuttaa palaverissa tehtyä virheiden luokittelua tai poistaa virheitä kokonaan listasta, jos siinä on hänen mielestään aiheettomia kohtia. Tällaisissa tapauksissa muutokset täytyy aina perustella. Jos hänen tekemänsä muutokset aiheuttavat muutoksia joihinkin muiden tekemiin aiempiin dokumentteihin, täytyy hänen myös esittää vaatimus niiden päivittämisestä.

Vastuu korjausten tarkastamisesta on tarkastuksen johtajalla. Hänen tehtävänsä on valvoa, että korjaaja on ottanut kantaa kirjauspalaverissa tuotetun dokumentin jokaiseen kohtaan. Jokaisen kohdan täytyy olla korjattu tai kommentoitu. Lisäksi voi olla kohtia, jotka aiheuttavat muutoksia joihinkin muihin dokumentteihin. Näiden dokumenttien vastuuhenkilöille täytyy toimittaa asianmukainen muutosvaatimus. (Gilb ja Graham 1993, 96-104)

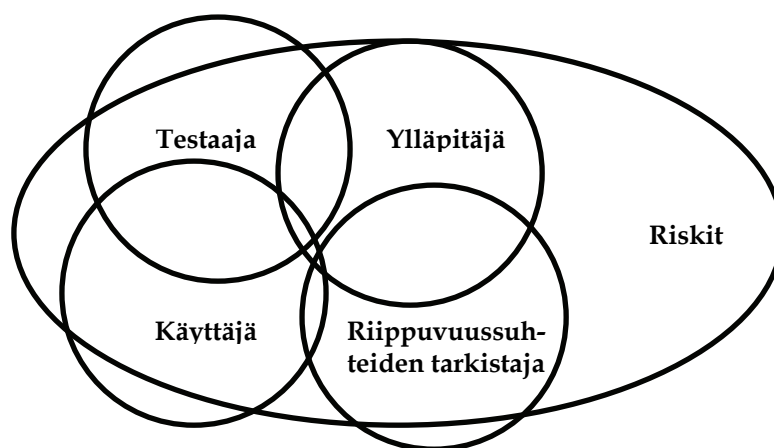
### **2.1.8 Päättäminen (Exit)**

Tarkastusprosessin päättämistä varten voi olla yleisiä kriteerejä sekä juuri kyseistä tuotosta varten luotuja lopetuskriteerejä. Tarkastuksen johtaja tarkistaa tässä vaiheessa, että kaikki vaaditut kriteerit on täytetty. Yleiset kriteerit vaativat tyypillisesti, että kaikki tarkastusprosessiin kuuluvat toimenpiteet, kuten vaaditut dokumentit, on tehty ennen päättämistä. Lisäksi lopetuskriteeriksi voidaan asettaa tietty laatutaso, joka mitataan tarkastuksessa löydettyjen virheiden perusteella. Jos tarkastuksessa löydettyjen virheiden määrä ylittää sallitun, ei tarkastusta päätetä, vaan toteutetaan uusi tarkastuskierros. (Gilb ja Graham 1993, 105-109)

## **2.2 Osallistujien roolit tarkastuksessa**

Faganin (1976) mallissa tarkastustiimiin kuuluu aina neljä jäsentä. Mukana on tarkastuksen johtaja, tuotoksen tekijä tai tiimin edustaja sekä kaksi muuta tarkastajaa. Jo Faganin alkuperäisiin ajatuksiin kuului se, että tiimissä tulisi olla osaamista ohjelmistotuotannon eri osa-alueilta, jotta dokumentista kyetään tunnistamaan erilaisia virheitä. Gilb ja Graham (1993, 159) eivät määritä tiimin kokoa niin tarkasti, mutta heidän suosituksensa eri tapauksissa vaihtelevat kolmesta kuuteen henkilöön. Myös he näkevät monipuolisen asiantuntemuksen tiimille tärkeänä. He kehittävät ajatusta roolijaosta hiukan Faganian pidemmälle ja esittävät, että tarkastajille voi jakaa konkreettisesti erilaisia tehtäviä esimerkiksi erilaisten tarkistuslistojen muodossa. Siten jokainen osallistuja voi keskittyä tehokkaasti omaan rooliinsa. Roolijaon ensisijaisena tavoitteena on siis välttää päällekkäistä työtä, jotta löydetäisiin maksimimäärä virheitä. (Gilb ja Graham 1993, 166-167)

Kuviossa 3 on Gilb ja Grahamin (1993, 167) esimerkki mahdollisista rooleista. Siinä on otettu mukaan viisi eri roolia: testaaja, ylläpitäjä, käyttäjä, riippuvuussuhteiden tarkistaja ja riskien hallinnan näkökulma. Jokainen heistä tarkastaa dokumentin oman roolinsa näkökulmasta. Roolit eivät ole kuitenkaan sidottuja henkilöihin, vaan tarvittaessa useampi henkilö voi edustaa tiettyä roolia tai yksi henkilö voi edustaa useampaa roolia.



KUVIO 3 Esimerkki rooleista tarkastusprosessissa (Gilb ja Graham 1993, 167)

Gilb ja Graham korostavat tarkastuksen johtajan merkitystä ja kehottavat organisaatioita panostamaan johtajien koulutukseen. Heidän mukaansa ei ole suositeltavaa, että tarkastuksen johtaja olisi tuotoksen tekijän esimies. Heidän mielestään myös katselmoinnin johtajien tulisi kuulua asemaltaan samaan vertaisryhmään tuotoksen tekijän kanssa, kuten muutkin tarkastajat. Lisäksi Gilb ja Graham pitävät tärkeänä, että tarkastajat ovat vapaaehtoisia tehtävään, eikä heitä määrätä siihen. (Gilb ja Graham 1993, 40-42)

## 2.3 Muita menetelmiä tarkastukseen

Tarkastusmenetelmää ja sen käyttöä on Gilbin ja Grahamin (1993) lisäksi esitelty useassa käsikirjamaisessa teoksessa, kuten Freedman ja Weinberg (1990), Ebenau ja Straus (1994), Humphrey (1995) ja Wiegers (2002a). Lisäksi on olemassa IEEE standardi (IEEE 1998), joka määrittelee prosessin vertaiskatselmoineille. Nämä lähteet saattavat esittää tarkastusprosessin hiukan eri tavalla jäsennettynä ja käyttäen hiukan erilaisia käsitteitä, mutta eivät tuo siihen oleellisia muutoksia. Harjumaa (2005b) vertailee väitöskirjassaan joidenkin edellä mainittujen lähteiden esitystä tarkastusprosessista ja päätyy myös sellaiseen johtopäätöksen, että niiden erot ovat hyvin pieniä.

Tutkijat ovat vuosien varrella kuitenkin esittäneet erilaisia variaatioita tarkastusmenetelmään. Esitetyt variaatiot liittyvät joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta kahteen asiaan: prosessin keventämiseen tai lukumenetelmien paran-



tamiseen. Näitä näkökulmia käsittelevää tutkimusta on esitelty laajemmin seuraavan luvun kohdassa 3.3.

Keskeisintä perinteisen tarkastusmenetelmän kritiikkiä on ollut sen suuri resurssien tarve ja tästä kritiikistä nousevat erilaiset prosessin keventämiseen tähtäävät lähestymistavat. Esimerkiksi Votta (1993) aloitti artikkelillaan keskustelun tarkastuspalaverin tarpeellisuudesta. Hänen näkemyksensä mukaan palaveri on suurin resurssien kuluttaja ja tuo vähän lisäarvoa tarkastukseen. Bisant ja Lyle (1989) ovat esittäneet tarkastuksen keventämistä kahden henkilön tarkastukseksi. Mashayekhi ym. (1993) on puolestaan eräänä ensimmäisistä tutkijoista tutkinut tarkastuksen hajauttamista työkalutuen avulla, jolloin saadaan kevennettyä tarkastuksen vaatimusta osallistujille olla samaan aikaan samassa paikassa. Thelin ym. (2004b) ovat pyrkineet keventämään resurssien tarvetta ajatuksella otokseen perustuvasta tarkastuksesta, jossa perusteellisesti tarkastetaan vain tietty kevyen esitarkastuksen perusteella valittu otos tuotoksista. Myös Gilb (2004; 2005) on viime vuosina päätenyt esittämään samankaltaisia ajatuksia tarkastuksen organisoimisesta.

Eräs erityinen näkökulma tarkastusten organisointiin on pienten projektien näkökulma. Hyvin pienissä projekteissa voi olla vaikea saada tarkastuksia organisoitua. Iisakka ym. (2000) esittävät lähestymistavan, jonka mukaan projektissa ei tarvitse tarkastaa kaikkia tuotoksia. Kuitenkin projektipäällikön on laatusuunnitelmassa esitettävä syy sille, miksi jotakin tuotosta ei katselmoida. Lisäksi joku toinen projektipäällikkö toimii ulkopuolisena laaduntarkkailijana, jonka avulla projektin jälkeen arvioidaan, miten hyvin suunnitelma toimi.

Lähtökohta erilaisten lukumenetelmien kehittämiseen on Parnasin ja Weisin (1987) esittämä Active Design Review. Heidän menetelmässään eräs keskeinen elementti on tarkastajalle annettava kysymyslista, johon vastaaminen edellyttää suunnitelman syvällistä ymmärtämistä. Tämä siis pakottaa tarkastajat tutustumaan dokumenttiin pintaa syvemältä, mikä ei välttämättä toteudu perinteistä tarkistuslistaa käytettäessä. Useat myöhemmin esitetyt lukumenetelmät perustuvat samankaltaiseen ajatukseen tarkastajan ajattelun aktivoimisesta jonkin välineen avulla (ks. alakohta 3.3.1).

### 3 KATSAUS KATSELMOINTEJA KÄSITTELEVÄÄN KIRJALLISUUTEEN

Tässä luvussa luodaan systemaattinen katsaus katselmoineista tehtyyn tutkimukseen. Luvun tarkoituksena on jäsentää alan aiempaa tutkimusta ja tarkastella siinä vaikuttaneita suuntauksia. Samalla esitellään alan keskeisiä tutkimustuloksia. Tarkastelu perustuu 15 ohjelmistotekniikan alalla toimivaan lehteen sekä alan merkittävimpään vuosittaiseen konferenssiin (International Conference on Software Engineering). Näistä lähteistä tarkastellaan systemaattisesti viimeisen 25 vuoden aikana (1982-2006) julkaistuja katselmointeja koskevia artikkeleita. Tämän luvun sisältö on laajennettu versio artikkelista Kollanus ja Koskinen (2007).

Tämän tutkimuksen yleislinjasta poiketen tässä luvussa tarkastellaan yleisesti katselmointimenetelmiä käsittelevää tutkimusta, koska monessa tapauksessa luokittelu tarkastuksia (*inspection*) ja katselmointia (*review* tai *peer review*) yleisesti käsitteleviin artikkeleihin olisi ollut hankalaa. Eri tutkijat, jotka kuvaavat katselmointimenetelmän suunnilleen samalla tavalla, käyttävät eri käsitteitä. Suurin osa tutkijoista käyttää käsitettä tarkastus, mutta jotkut haluavat mieluummin puhua samasta asiasta yleisemmin katselmoineina. Sen vuoksi on siis selkeämpää käsitellä tässä luvussa yleisesti katselmointeja.

Seuraavassa kohdassa 3.1 esitellään, kuinka tässä luvussa toteutettu kirjallisuuden analysointi on toteutettu. Kohdassa 3.2 kuvaillaan aineistosta löytyneet yleiset trendit ja jäsenetään aiempi tutkimus tarkastelun kannalta mielekkäisiin luokkiin. Seuraavat kohdat 3.3-2.5 esittelevät tutkimuksen eri osa-alueita ja keskeisimpiä tutkimustuloksia edellä esitetyn luokituksen mukaisesti. Näissä kohdissa esitetyt tutkimustulokset perustuvat pääosin kirjallisuusanalyysin aineistoon, mutta täydennykseksi mukaan on otettu joitakin keskeisiä muita lähteitä, jotka selventävät aihealueesta tehdyn tutkimuksen kokonaiskuva. Lopuksi kohdassa 3.6 tehdään yhteenveto tämän luvun keskeisimmistä asioista ja pohditaan samalla hieman katselmointien tutkimuksen tulevaisuutta.

### 3.1 Kirjallisuusanalyysin toteutus

Kirjallisuuskatsauksen tarkastelun aluetta täytyi materiaalin määrän vuoksi rajata mielekkäästi ja siitä syystä tarkastelussa keskitytään tieteellisiin lehtiin. Suurin osa systemaattisen tarkastelun kohteeksi valituista julkaisusarjoista löytyi lähdeviitteiden perusteella. Ensimmäisenä käytiin läpi ne julkaisusarjat, joissa julkaistuihin artikkeleihin on viitattu usein katselmointeja käsittelevässä tutkimuksessa. Lähdeviitteiden alustavan tarkastelun jälkeen vaikutti siltä, että katselmoinneista oli kirjoitettu pääasiassa yleisesti ohjelmistotekniikan alalla toimivissa julkaisusarjoissa. Tämän johtopäätöksen tuloksena tarkasteltavaan aineistoon liitettiin vielä joitakin merkittäviä ohjelmistotekniikan alan lehtiä (ISI 2006), jotka eivät olleet nousseet esille alustavassa tarkastelussa. Lehtien lisäksi tarkasteluun otettiin mukaan ohjelmistotekniikan alan johtavassa konferenssissa (International Conference on Software Engineering) julkaistut artikkelit.

Edellä kuvatun prosessin tuloksena tässä luvussa tarkasteltaviksi lähteiksi valikoituivat seuraavat julkaisusarjat:

- ACM Transactions on Software Engineering and Methodology
- ACM Computing Surveys
- Annals of Software Engineering
- Communications of the ACM
- Empirical Software Engineering
- IEE Proceedings - Software
- IEEE Software
- IEEE Transactions on Software Engineering
- Information and Software Technology
- International Conference on Software Engineering
- International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering
- Software Testing, Verification and Reliability
- Journal of Systems and Software
- Software: Practice and Experience
- Software Process: Improvement and Practice
- Software Quality Journal

Aikaperspektiivissä tarkastelun kohteeksi oli saatava riittävän pitkä tarkasteluväli tutkimuksessa esiintyvien trendien tunnistamiseksi. Katselmointeja käsittelevän tutkimuksen lähtökohtana voidaan pitää Michael Faganin (1976) julkaisemaa artikkelia, joka esitteli tarkastusmenetelmän ja joitakin sen käyttökokeuksia. Alustavan lähteiden tutkimisen jälkeen vaikutti siltä, että katselmointeja käsittelevä tutkimus on pikkujalaa käynnistynyt 1980-luvun kuluessa. Tästä syystä vuosien 1982-2006 välinen 25 vuoden aikajakso vaikutti sopivalta systemaattista kirjallisuuden analysointia varten.

Valituista lähteistä käytiin aluksi sisällysluettelon ja abstraktien perusteella läpi kaikki vuosina 1982-2006 julkaistut artikkelit. Tämän alustavan tarkastelun perusteella valittiin kaikki katselmoiteihin liittyvät artikkelit tarkempaa käsittelyä varten. Seuraavassa vaiheessa alustavan listan sisältämät artikkelit käytiin tarkemmin läpi ja niistä kirjattiin muistiin joitakin tunnuspiirteitä, kuten tutkimusongelma ja käytetty tutkimusmenetelmä. Tässä vaiheessa tehtiin lopullinen rajaus aineistoon mukaan otettavista artikkeleista ja alustava lista karsiu-  
tui sen seurauksena jonkin verran. Seuraavassa on listattu joitakin esimerkkejä siitä, minkälaisin perustein katselmoiteihin läheisesti liittyviä artikkeleita rajattiin lopullisen aineiston ulkopuolelle.

- Shull ym. (2000) käsittelevät artikkelissaan samoja lukemistekniikoita, joita on käytetty useissa tarkastuksia käsittelevissä tutkimuksissa. Heidän artikkelissaan käsitellään kuitenkin yleisesti ohjelman ymmärtämistä (*program comprehension*) erilaisten lukutekniikoiden avulla. Tämä on selkeästi katselmoiteja tukevaa tutkimusta, mutta jos tämä laskettaisiin mukaan, samalla aineistoon täytyisi sisällyttää laajemminkin ohjelman ymmärtämistä käsittelevä kirjallisuus.
- Chillarege ym. (1992) käsittelevät virheiden luokittelua. Tämä on myös selkeästi katselmoiteja tukevaa aineistoa, mutta kyseisen tutkimuksen näkökulma ei sijoitu erityisesti katselmoitintekstiin.
- Card (1990) hahmottelee laadun parantamista kokonaisuutena. Katselmoiteja pidetään artikkelissa vain yhtenä hyvin pienenä osana kokonaisuutta. Tällaiset laadun hallintaa kokonaisuutena käsittelevät tutkimukset jätettiin lopullisen aineiston rajauksen ulkopuolelle.
- Vuonna 2003 lehdissä *IEEE Transactions on Software Engineering* (TSE) ja *IEEE Software* julkaistiin samaan aikaan ilmestyneet erikoisnumerot, joissa esitettiin samat tutkimukset eri kohderyhmille suunnattuina. TSE lehden artikkelit oli suunnattu tiedeyhteisölle ja IEEE Software lehden artikkelit ohjelmistoalan ammattilaisille. Päällekkäisyyden vuoksi aineistoon otettiin mukaan ainoastaan TSE lehden versiot.

Tarkemman tarkastelun jälkeen kaikki lopulliseen aineistoon valikoituneet artikkelit jaettiin luokkiin pääasiallisen tutkimusongelman mukaisesti. Luokittelussa ei noudatettu etukäteen päätettyä jäsenystä, vaan se tehtiin aineistolähtöisesti. Luokittelua kuvataan tarkemmin seuraavassa kohdassa.

### 3.2 Kirjallisuusanalyysin tulosten kuvaus

Tässä kohdassa esitellään kirjallisuusanalyysin pohjalta löydettyjä keskeisiä trendejä muutamasta näkökulmasta. Aluksi tarkastellaan katselmoiteja käsittelevän aineiston määrää eri julkaisuissa ja eri aikajaksoina. Seuraavaksi luokitellaan tutkimus eri teemoihin ja esitellään tutkimuksen sisällöllisten trendien

kehitystä eri ajanjaksoina. Lopuksi käsitellään vielä joitakin muita näkökulmia, jotka kuvaavat katselmointien tutkimusta.

### 3.2.1 Tutkimuksen määrän tarkastelu

Tarkastellaan aluksi aineiston artikkeleita määrällisesti. Taulukko 3 esittää kustakin julkaisusta löytyneiden katselmointeja käsittelevien artikkelien kokonaismäärän sekä vuodet, jotka kyseisen julkaisun tarkastelu kattaa. Julkaisut on järjestetty niistä löytyneiden katselmointeja käsittelevien artikkelien määrän mukaan. Valintakriteerit täyttäviä artikkeleita löytyi kaiken kaikkiaan 147 kappaletta. Taulukosta voidaan nähdä, että hyvin suuri osa niistä keskittyy muutamaankin yleiseen ohjelmistotekniikan alan julkaisusarjaan.

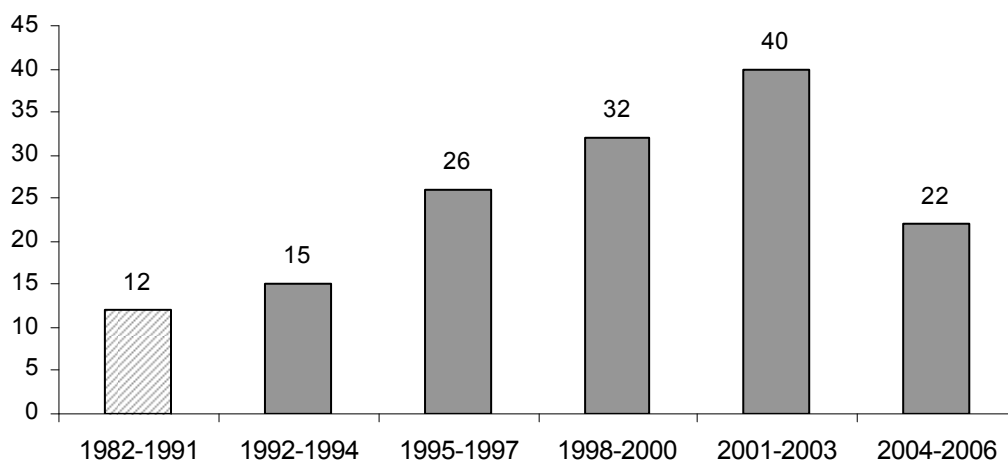
Aineistoa tarkasteltaessa aikaperspektiivistä voidaan havaita, että katselmointeja käsittelevän tutkimuksen määrä on jatkuvasti kasvanut aivan viime vuosiin asti. Ennen vuotta 1990 aiheesta on vain harvoja satunnaisia julkaisuja ja 1990-luvun alkupuolellakin julkaisujen määrä oli vielä vähäinen. Aiheen tutkimus on oikeastaan todella lähtenyt liikkeelle 1990-luvun puolenvälin paikkeilla ja on siitä asti jatkanut kasvua viime vuosiin asti. Kuitenkin parin viimeisen vuoden aikana julkaisujen vuosittainen määrä on vähentynyt nopeasti 1990-luvun alun tasolle.

TAULUKKO 3 Katselmointeja käsittelevien artikkelien määrä eri julkaisusarjoissa vuosina 1982-2006

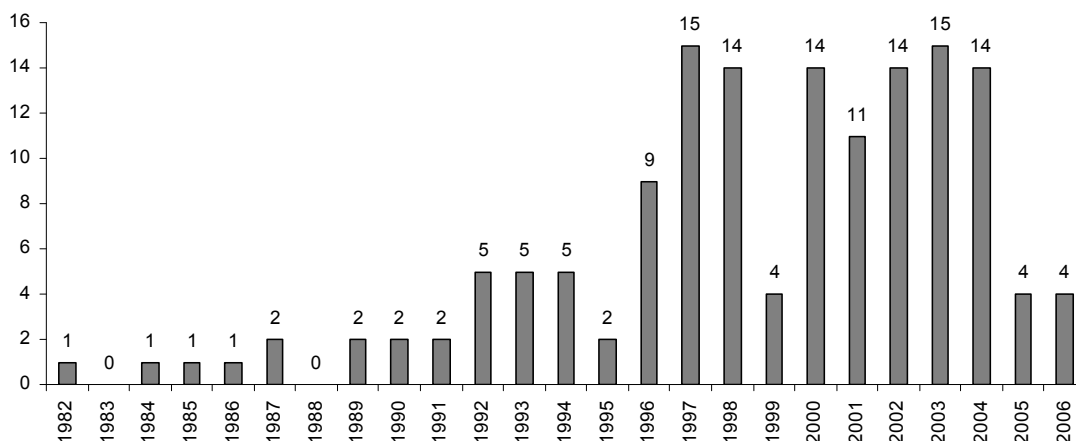
Julkaisu	Vuodet	Määrä
IEEE Transactions on Software Engineering	1982-2006	29
International Conference on Software Engineering	1982-2006	25
Journal of Systems and Software	1983-2006	19
Empirical Software Engineering	1996-2006	18
IEEE Software	1984-2006	17
Information and Software Technology	1987-2006	11
Software Testing, Verification and Reliability	1991-2006	9
Communications of the ACM	1982-2006	4
Software Quality Journal	1992-2006	4
Software Process: Improvement and Practice	1995-2006	3
ACM Transactions on Software Engineering and Methodology	1992-2006	2
IEE Proceedings - Software	1988-2006	2
Software: Practice and Experience	1982-2006	2
Annals of Software Engineering	1995-2002	1
International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering	1991-2006	1
ACM Computing Surveys	1982-2006	0
<b>Artikkeleita yhteensä</b>	<b>1982-2006</b>	<b>147</b>

Tutkimuksen määrällinen kehitys voidaan havaita kuvioista 4 ja 5. Ne esittävät, kuinka aineiston 147 artikkelia jakaantuvat ajallisesti vuosille 1982-2006. Kuviossa 4 julkaisujen määrä on esitetty kolmen vuoden jaksoissa. Poikkeuksena tästä on ensimmäinen palkki, joka kuvaa yhteisesti vuosia 1982-1991. Kuviossa 5 on esitetty erikseen vuosittainen julkaisujen määrä tarkasteltuna ajanjaksona.

Suuri osa julkaisusarjoista ei ole ilmestynyt koko tarkastellun ajanjakson ajan. Jonkin verran tutkimuksen määrän kehittymisestä voi selittyä julkaisujen määrän kasvamisella. Varsinkin *Empirical Software Engineering* oli aineistossa eräs merkittävistä lähteistä ja se on ilmestynyt vasta vuodesta 1996 alkaen. Kokonaisuudessa tällä ei kuitenkaan voida selittää kovin paljon. Monien keskeisten näkökulmien tutkiminen vaikuttaa joka tapauksessa alkaneen vasta 1990-luvun puolessa välissä tai sen jälkeen.



KUVIO 4 Katselmoiteja käsittelevien artikkelien määrä valituissa julkaisusarjoissa eri ajanjaksoina



KUVIO 5 Katselmoiteja käsittelevien artikkelien määrä valituissa julkaisusarjoissa eri vuosina

### 3.2.2 Tutkimuksen luokittelu

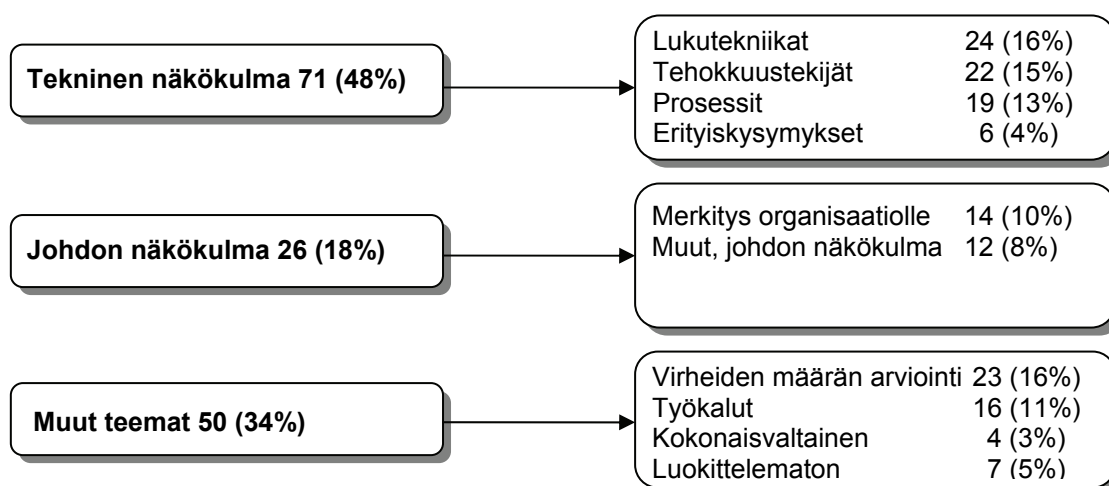
Katselmointeja käsittelevästä tutkimuksesta on aiemmin julkaistu ainakin kolme systemaattista kirjallisuuskatsausta (Porter ym. 1996, Laitenberger ja DeBaud 2000 ja Aurum ym. 2002). Näistä Porterin ym. katsaus on alan tutkimukseen nähden vanha ja edustaa lähinnä varhaisia katselmoinneista tehtyjä tutkimuksia. Aurum ym. keskittyvät puolestaan muita rajallisempaan näkökulmaan käsitellessään ainoastaan erilaisia tarkastusmenetelmästä kehitettyjä sovelluksia.

Ainoastaan Laitenberger ja DeBaud (2000) ovat aiemmin pyrkineet jäsentämään katselmointeja käsittelevää kirjallisuutta kokonaisuutena. Heidän esittämänsä jäsenitys on useassa kohdassa edelleen toimiva, mutta siinä on käytännössä kaksi keskeistä puutetta. Heidänkin aineistonsa alkaa olla tutkimusalan kehityksen huomioiden jo melko vanha. Se on kerätty ainakin pääosin ennen vuotta 1998. Siihen mennessä oli julkaistu ainoastaan noin kolmannes tässä luvussa esitellystä aineistosta. Tutkimuksen painopiste on sen jälkeen muuttunut jonkin verran. Toiseksi Laitenberger ja DeBaud luokittelivat tutkimukseensa samoja artikkeleita useaan eri luokkaan ja tämä toimintatapa näkyy luokituksessa. Aineiston määrällisen tarkastelun kannalta on kuvaavampaa, jos yksi artikkeli luokitellaan ainoastaan yhteen luokkaan, johon se ensisijaisesti kuuluu. Laitenbergerin ja DeBaudin luokittelu ei aivan täysin toimi tässä tarkoituksessa.

Edellä mainituista syistä johtuen oli mielekäästä jäsentää katselmointeja käsittelevä tutkimus uudella tavalla, joka kuvaa mahdollisimman hyvin tässä luvussa käsiteltyä aineistoa. Artikkelit jaettiin yksilotteisesti tutkimusongelmien mukaisesti eri teemoihin. Yksi artikkeli kuuluu siis ainoastaan yhteen luokkaan ensisijaisen tutkimusongelman mukaisesti luokiteltuna.

Aineistosta erottui selvästi yhdeksän erillistä teemaa. Eri teemat aineistossa olivat melko selvät, sillä luokittelun ulkopuolelle jäi lopulta vain viisi artikkelia. Kuvio 6 kuvaa eri teemoja ja niihin sijoittuneiden artikkelien määrää. Osa teemoista on siinä jäsennetty vielä korkeamman tason luokkiin. Näissä ylemmän tason luokissa on soveltuvilta osin käytetty Laitenbergerin ja DeBaudin (2000) jo ennestään alalla tunnettua jäsennystä. Heidän luokittelumallistaan on otettu teknisen näkökulman ja johdon näkökulman käsitteet sekä se, että työkalunäkökulmaa pidetään erillisenä omana luokkana. Kahta heidän malliinsa kuuluvaa yläluokkaa (organisaationäkökulma ja arviointinäkökulma) ei käytetty, sillä tässä toteutetulla luokittelutavalla niihin ei saatu esiintymiä. Lisäksi Laitenbergerin ja DeBaudin tutkimuksen jälkeen virheiden määrän arvioinnista on tullut oma merkittävä tutkimusalueensa, joka muodostaa tässä oman luokkansa.

Kuviosta 6 voidaan nähdä, että tekninen näkökulma katselmointeihin on selvästi keskeisin tutkimuskohde, sillä siihen sijoittui puolet kaikista artikkeleista. Tekninen näkökulma sisältää erilaisten katselmointiprosessien kuvaukset, erilaiset dokumenttien lukutekniikat, tarkastusten tehokkuuteen vaikuttavat prosessin sisäiset tekijät ja sisältöön liittyvät erityiskysymykset. Näistä eri lukutekniikat ja tehokkuustekijät katselmoinneissa olivat lisäksi kaksi suurinta yksittäistä teemaa tutkitussa aineistossa.



KUVIO 6 Artikkelien luokittelu

Tässä esittelystä luokittelusta on hyvä huomioida, että se ei kerro aivan koko totuutta tarkastellusta aineistosta. Useissa tekniseen näkökulmaan keskittyvissä tutkimuksissa tuotetaan samalla johdon kannalta kiinnostavaa tietoa, mutta tässä ne on kuitenkin ensisijaisen tutkimusongelman mukaisesti sijoitettu tekniseen näkökulmaan kuuluviksi. Tutkimus sisältää siis kokonaisuutena enemmän johdon näkökulmaan liittyvää tietoa kuin tuosta 18 prosentin osuudesta voisi päätellä. Tällaisten osuuksien laskeminen vaatisi kuitenkin huomattavasti monimutkaisempaa ja vaikeammin hahmotettavaa luokittelutapaa.

Teemojen jakaminen juuri kuvatunlaiseksi ei ole aivan itsestään selvää, vaan luokittelussa noudatettiin tiettyjä periaatteita mahdollisimman tasapainoisen luokittelun aikaansaamiseksi. Esimerkiksi lukutekniikat olisi hyvin voitu pitää loogisesti tehokkuustekijöihin kuuluvana tutkimuksena. Sitä koskevaa tutkimusta on kuitenkin tehty yhtä paljon kuin muita tehokkuustekijöitä koskevaa tutkimusta yhteensä ja siitä syystä se oli mielekästä erottaa omaksi teemakseen. Seuraavassa listassa on kuvattu keskeisimmät luokittelussa noudatetut periaatteet.

- Jotkin artikkelit käsitelivät useita eri luokkiin kuuluvia teemoja. Tällaisessa tapauksessa luotettiin siihen, että artikkelin otsikko kuvaa tärkeintä tutkimusongelmaa ja artikkeli luokiteltiin sen mukaisesti.
- Joissakin työkaluja koskevissa artikkeleissa pääpaino on enemmän prosessissa kuin niiden teknisessä tarkastelussa. Kaikki työkaluja käsittelevät artikkelit sijoitettiin kuitenkin hieman edellisestä kohdasta poiketen työkalukategoriaan.
- Lukutekniikoita käsittelevät artikkelit luokiteltiin omaan teemaan, vaikka ne voitaisiin loogisesti sijoittaa myös tehokkuustekijöihin.

Artikkelien luokittelua on mielekästä tarkastella myös aikaperspektiivillä. Taulukko 4 esittää eri tutkimusteemojen osuutta kaikesta katselmointeja käsittelevästä tutkimuksesta eri viiden vuoden ajanjaksoina. Poikkeuksena on ensimmäinen



mäisenä esitetty aikaväli 1982-1991, joka esitetään yhdessä julkaisujen pienen lukumäärän vuoksi. Taulukosta voidaan nähdä, mitkä ovat olleet katselmointeja käsittelevän tutkimuksen keskeisiä teemoja eri ajanjaksoina. Kunkin aikavälin kaksi suurinta prosenttiosuutta on korostettu lihavoinnilla.

Eri aikajaksoina tapahtuneet muutokset kuvaavat osin tutkimusalan luonnollista kehitystä. Tutkimuksen alkuvaihe (1982-1991) keskittyi erilaisiin katselmointiprosesseihin ja siihen, kuinka katselmoinnit vaikuttavat organisaation toimintaan. Kuvaavaa seuraavalle viisivuotisjaksolle (1992-1996) on se, että tutkimuksen sisältö laajeni useisiin eri teemoihin. Useimpien näkökulmien tutkimus on siis saanut alkunsa tämän ajanjakson aikana. Esille nousivat erityisesti erilaiset johdon näkökulmaan liittyvät kysymykset, jotka eivät erityisesti painotu tutkimuksessa muina ajanjaksoina. Myös katselmointeja tukevien työkalujen tutkimus oli tämän ajanjakson aikana selvemmin painottunut kuin myöhemmissä vaiheissa.

Seuraavan viisivuotiskauden (1997-2001) aikana katselmointeja käsittelevä tutkimus sai suunnilleen nykyisen muotonsa. Tässä vaiheessa ei enää julkaistu useita katselmointimenetelmiä, vaan ryhdyttiin aktiivisesti etsimään erilaisia prosessin sisäisiä tekijöitä, joita kehittämällä voidaan parantaa katselmointien tehokkuutta. Siihen liittyviä tutkimuksia julkaistiin erityisen aktiivisesti. Muiden tehokkuustekijöiden lisäksi erilaisten lukutekniikoiden tutkimus oli tässä vaiheessa aktiivista. Tässä vaiheessa olivat aktiivisimmillaan myös virheiden määrän arviointia käsittelevät tutkimukset.

Viimeisen tarkastellun viisivuotisjakson (2002-2006) aikana keskeinen muutos edelliseen on tutkimuksen jakautuminen aiempaa tasaisemmin eri teemoihin. Aktiivisimpia alueita viime vuosina ovat olleet virheiden määrän arviointiin sekä lukutekniikoihin keskittyvät tutkimukset.

TAULUKKO 4 Eri teemojen osuus (%) kaikista aineiston artikkeleista 5-vuotisjaksoina

Kategoria	1982-1991	1992-1996	1997-2001	2002-2006
Lukutekniikat	0,0	11,5	<b>20,7</b>	<b>17,6</b>
Tehokkuustekijät tarkastuksessa	0,0	0,0	<b>25,9</b>	13,7
Erilaiset prosessit	<b>75,0</b>	<b>15,4</b>	6,9	3,9
Sisältöön liittyviä erityiskysymyksiä	0,0	11,5	1,7	3,9
Tarkastusten merkitys organisaatiolle	<b>25,0</b>	11,5	1,7	13,7
Johdon näkökulma	0,0	<b>19,2</b>	5,2	7,8
Virheiden määrän arviointi	0,0	11,5	19,0	<b>17,6</b>
Työkalunäkökulma	0,0	<b>15,4</b>	12,1	9,8
Kokonaisvaltainen näkökulma	0,0	0,0	3,4	3,9
Luokittelemattomat	0,0	3,8	3,4	7,8
Yhteensä (n)	100% (12)	100% (26)	100% (58)	100% (51)

### 3.2.3 Muita huomioita aineistosta

Kirjallisuusanalyysin aineistosta on huomioitava, että se ei ole kovin laaja suhteutettuna tarkasteltuun aikaan ja valittujen julkaisusarjojen määrään. Tärkeimmistä suuntauksista voidaan saada edellisessä alakohdassa esitellyn luokittelun perusteella selvä kuva, mutta pienemmissä luokissa artikkeleiden määrä on aika pieni.

Eräs selvä huomio on, että tutkimuksen sisältöön vaikuttaa selvästi joidenkin aktiivisten tutkijoiden henkilökohtainen mielenkiinto. Joissakin tapauksissa (esim. virheiden määrä) puolet tiettyyn teemaan luokitelluista artikkeleista on parin aktiivisen tutkimusryhmän tuotosta. Jo tästä syystä tutkimuksen sisällöllinen jakauma saattaa näyttää erilaiselta tutkijapopulaation vaihtuessa.

Edellisessä alakohdassa esitelty luokittelu oli tehty ainoastaan yksiulotteisesti pääasiallisen tutkimusongelman mukaisesti. Aiemmin puhuttiin jo siitä, että tällaisen luokittelun seurauksena esimerkiksi johdon näkökulman huomiomisesta alan tutkimuksessa ei välttämättä saada todenmukaista kuvaa. Tämän korjaamiseksi luokittelua voisi kehittää siten, että jokaisesta artikkelista pyritään arvioimaan, missä määrin eri teemat ovat siinä edustettuna. Sillä tavalla voitaisiin päästä tarkempaan kuvaukseen, mutta toisaalta se olisi huomattavasti monimutkaisempi tapa toteuttaa ja lisäksi siinä painottuisi entistä enemmän luokittelijan oma tulkinta.

Tässä esitetyssä luokittelussa artikkeleita on luokiteltu ainoastaan tutkimusongelman mukaisesti, mutta tutkimusta voidaan tarkastella myös muiden luokitteluperusteiden mukaan. Tässä analysoiduista artikkeleista esimerkiksi 71 prosenttia raportoi jonkinlaisen empiirisen tutkimuksen tuloksia. Empiirisestä tutkimuksesta 58 prosenttia on toteutettu kontrolloiduissa kokeissa ja vastaavasti 42 prosenttia pohjautuu todellisen työelämän kokemuksiin. Kontrolloiduista kokeista 79 prosentissa koehenkilöt ovat olleet opiskelijoita ja lopuissa tutkimuksissa koehenkilöinä on toiminut alan ammattilaisia. Näistä tunnuslukuista voidaan päätellä, että empiirisellä tutkimuksella on alalla vahva asema. Tyypiesimerkki alan tutkimuksesta on kontrolloitu koe, jossa koehenkilöt ovat ohjelmistoalan yliopisto-opiskelijoita.

Tässä luvussa on säännönmukaisesti käytetty käsitettä katselmointi (*review*), koska tutkittavan aineiston rajaaminen oli selkeämpää, kun mukaan otettiin kaikki katselmointeja käsittelevät artikkelit. Kirjallisuus painottuu kuitenkin hyvin selvästi tarkastusmenetelmän (*inspection*) tutkimiseen. Artikkeleista 78 prosenttia käyttää käsitettä tarkastus. Lisäksi suurin osa lopuistakin artikkeleista määrittelee katselmointiprosessin käytännössä tarkastusmenetelmän kaltaiseksi. Ainoastaan aivan muutama artikkeli käsittelee selvästi tarkastukselta poikkeavaa katselmointia.

### 3.3 Tekninen näkökulma katselmoiteihin

Tekniseen näkökulmaan luokiteltiin sellaiset tutkimukset, jotka jollain tavalla vastaavat kysymykseen ”Miten katselmoiteja tulisi toteuttaa?”. Tästä poikkeuksena on työkalunäkökulma, joka ottaa osittain kantaa myös samankaltaiseen kysymyksenasetteluun, mutta sitä päätettiin käsitellä tässä luokittelussa erillisenä luokkana. Tekninen näkökulma on ollut alan tutkimuksessa kaikkein laajin niin, että siihen sijoittui luokittelussa puolet kaikesta alan tutkimuksesta. Seuraavissa alakohdissa käsitellään keskeisimpiä tekniseen näkökulmaan liittyviä tutkimustuloksia.

#### 3.3.1 Lukutekniikat

Lukutekniikat olivat erillisistä teemoista aktiivisin tutkimusalue yhdessä erilaisten tehokkuustekijöiden kanssa. Sitä käsitelti 16 % koko aineiston tutkimuksista. Lukutekniikoilla tarkoitetaan tässä erilaisia tapoja etsiä virheitä katselmoitavista dokumenteista. Näillä tekniikoilla viitataan poikkeuksetta yksilökeskeiseen näkökulmaan. Taustalla on siis yhteinen oletus siitä, että virheiden etsiminen tapahtuu itsenäisesti valmistautumisvaiheessa ja mahdollisesti järjestettävä palaveri painottuu löydösten kirjaamiseen. Tutkijoiden keskuudessa ei ole syntynyt mielenkiintoa kehittää virheiden etsimiseen menetelmiä, jossa toimijana olisi yksilön sijaan ryhmä. Toisaalta kuitenkin monet menetelmät pitävät sisällään ajatuksen työnjaosta, vaikka eivät pidäkään virheiden etsimistä ryhmäprosessina.

Alkuperäisiin ajatuksiin tarkastusmenetelmästä kuuluu olennaisena osana *tarkistuslistojen* käyttö virheiden etsinnässä (Fagan 1976). Tarkistuslistojen idea on koota kokemustieto listaksi tavallisimpia dokumentissa esiintyviä virheitä. Ciolkowskin ym. (2003) kyselytutkimuksessa puolet vastaajista ilmoitti käyttävänsä tarkistuslistoja. Lisäksi 35 % ilmoitti noudattavansa *ad hoc* -periaatetta eli toimivansa ilman mitään tukimateriaalia.

Tarkistuslistoja käytettäessä tavallisesti kaikki katselmoijat käyvät saman listan läpi. Parnas ja Weis (1987) esittivät jo 80-luvulla kritiikkiä tähän ja esittivät ajatuksia katselmoitien organisoimiseksi uudella tavalla siten, että katselmoijille jaetaan tehokkuuden parantamiseksi erilaiset roolit. Toinen heidän keskeinen ajatuksensa oli antaa katselmoijalle perinteistä tarkistuslistapohjaista virheiden etsimistä aktiivisempi rooli. Monet myöhemmin esitetyt erilaiset sovellukset lukutekniikoista pohjautuvat näihin Parnasin ja Weisin esiin nostamiin ajatuksiin.

Erilaisten vaihtoehtoisten lukutekniikoiden tutkimus perustuu suurimaksi osaksi empiirisille kokeille, joissa niitä verrataan tarkistuslistojen käyttöön tai *ad hoc* -menetelmään. Vaihtoehtoisia lukumenetelmiä on kehitetty tavallisesti tarkistuslistojen käytöstä esitetyn kritiikin pohjalta. Laitenberger ja DeBaud (2000) esittävät aiemman kirjallisuuden pohjalta seuraavat kritiikin pääkohdat:

- Tarkistuslistat ovat usein liian yleisiä eli niitä ei ole riittävästi mukautettu ympäristöön, jossa niitä käytetään.
- Usein tarkistuslistojen käyttöön ei ole konkreettista ohjeistusta.
- Jos tarkistuslistat perustuvat aiempiin kokemuksiin, on niiden perusteella vaikea havaita uudenlaisia virheitä.

Aktiivinen erilaisten lukutekniikoiden tutkimus alkoi Porterin ja Vottan (1994) julkaisemasta artikkelista, jossa he esittelivät ajatuksen *skenaariopohjaisesta lukumenetelmästä* (*scenario-based reading*). Skenaariopohjainen menetelmä perustuu nimensä mukaisesti skenaarioihin, joissa opastetaan tarkastajia yksityiskohtaisemmin kuin tavallisissa tarkistuslistan kysymyksissä. Toiseksi katselmoijille annettiin erilaiset skenaariot, jolloin he keskittyivät erityyppisiin virheisiin.

Porter ja Votta (1994) toteuttivat opiskelijoilla kokeen, jossa vertailtiin skenaariopohjaista, tarkistuslistapohjaista ja ad hoc -menettelyyn perustuvaa vaatimusmäärittelyn tarkastusta toisiinsa. Johtopäätöksenä he totesivat skenaariopohjaisen tarkastuksen muita tehokkaammaksi ja kyvykkäämmäksi löytää virheitä. Tarkistuslistojen käytöllä ja ad hoc -menettelyllä ei todettu olevan merkitsevää eroa.

Edellä kuvattu tutkimus on myöhemmin toistettu useaan otteeseen. Porter ym. (1995) esittävät saman kokeen toistettuna uudella opiskelijajoukolla ja saivat samanlaisia tuloksia. Myöhemmin Porter ja Votta (1998) toistivat vielä saman kokeen käyttäen koehenkilöinä opiskelijoiden sijaan ohjelmistoalan ammattilaisia. Tulokset vahvistivat edelleen alkuperäisiä johtopäätöksiä, mutta menetelmien välisen eron todettiin olevan pienempi kuin opiskelijakokeissa. Myös Miller ym. (1998) ovat saaneet opiskelijakokeessa tukea oletukselle, että skenaariot toimivat tarkistuslistoja tehokkaammin. Alkuperäistä tutkimusta toistettaessa on saatu myös toisenlaisia tuloksia. Fusaro ym. (1997) ja Sandahl ym. (1998) eivät todenneet omissa opiskelijakokeissaan merkittävää eroa näiden menetelmien välillä. He eivät kuitenkaan saaneet aivan vastakkaisia tuloksia, joten kokonaisuutena voidaan ajatella jonkinlaista tukea löytyvän skenaarioiden hyödyllisyydelle. Siihen vaikuttavista tekijöistä ei kuitenkaan voida näiden tutkimusten perusteella esittää kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä.

Basili ym. (1996) määrittelevät skenaariopohjaisen tekniikan eräänlaiseksi yläkäsitteeksi, joka jakaantuu erilaisiin sovelluksiin. Edellä kuvattua Porterin ja Vottan menetelmää he nimittävät *virhelähtöiseksi lukemiseksi* (*defect-based reading*). He itse esittelevät artikkelissaan *perspektiivipohjaisen lukutekniikan*, joka on toisenlainen sovellus skenaariopohjaisesta lukemisesta vaatimusmäärittelyä varten. Perspektiivipohjaisessa lukumenetelmässä luodaan katselmoijalle aktiivisempi rooli virheiden etsinnässä. Perusajatus on, että katselmoija luo ensin omaa rooliaan vastaavan dokumentin ja tarkastelee vaatimuksia sen pohjalta. Esimerkiksi testiajan roolissa toimiva katselmoija luo ensin vaatimusten pohjalta testisuunnitelman ja tarkastelee sitten katselmoitavaa vaatimusdokumenttia sen pohjalta.

Basili ym. (1996) tutkivat ammattilaisilla toteutetussa kokeessa perspektiivipohjaista lukemista verrattuna totuttuun tapaan lukea dokumenttia. Hei-

dän alkuperäinen tavoitteensa perspektiivipohjaisen menetelmän kehittämiseksi oli saada dokumentissa esiintyvät virheet paremmin katettua. Kokeessaan he totesivat tämän tavoitteen toteutuvan, mutta sen lisäksi myös yksilöiden löytämä virheiden määrä oli suurempi käytettäessä perspektiivipohjaista menetelmää. Maldonado ym. (2006) toistivat myöhemmin alkuperäisen Basilin ym. kokeen opiskelijoilla ja päätyivät tukemaan perspektiivipohjaisen lukemisen paremmuutta tarkistuslistoihin verrattuna. Myöhemmin perspektiivipohjaista menetelmää on sovellettu koodin (Laitenberger ja DeBaud 1997) ja suunnitelmien (Laitenberger ym. 2000) tarkastukseen. Myös näissä tutkimuksissa on saatu rohkaisevia tuloksia. Mainittujen näkökulmien lisäksi Laitenberger ja DeBaud (1997) totesivat koodin katselmointia käsittelevässä tutkimuksessaan, että perspektiivipohjainen menetelmä vaikutti tasaavan katselmoijien kokemuseron vaikutusta löydettyjen virheiden määrään. Perspektiivipohjaisenkin lukutekniikan käytöstä on tosin saatu tuloksia, jotka eivät tue sen paremmuutta tarkistuslistoihin verrattuna (Sabaliauskaite ym. 2003).

Kaikki muutkin kirjallisuudessa esitetyt lukutekniikat ovat jollakin tavalla skenaariopohjaiseen ajatteluun pohjautuvia. Monissa menetelmissä keskeinen tekijä on katselmoijan kognitiivinen aktivointi niin, että hän joutuu aktiivisesti työskentelemään dokumentin kanssa. Seuraavassa on lyhyesti listattu muita tutkitussa aineistossa käsiteltyjä menetelmiä.

- Thelin ym. (2001, 2003 ja 2004b) esittelevät *käyttäjälähtöisen* lukumenetelmän (*usage-based reading*), jota tutkitaan suunnitelmien katselmoinnissa. Ajatuksena on ottaa pohjaksi vaatimusmäärittelyvaiheessa luodut käyttötapaukset ja tarkastella suunnitteludokumenttia niiden avulla. Keskeinen pyrkimys tässä menetelmässä on keskittyä katselmoinneissa käyttäjän kannalta keskeisiin toiminnallisiin virheisiin.
- Dunsmore ym. (2001, 2002 ja 2003) esittelevät *abstraktiopohjaisen* menetelmän, jota on tutkimuksessa sovellettu koodin katselmointiin. Menetelmässä katselmoija luo koodia lukiessaan siitä korkeamman abstraktiotason kuvauksen. Tarkoituksena on varmistaa, että katselmoija on ymmärtänyt lukemansa koodin.
- Kelly ja Shepard (2004a) esittelevät artikkelissaan *tehtäväkeskeisen* tarkastusmenetelmän (*task-directed inspection*), jota käytetään koodin katselmointiin. He puhuvat tarkastusmenetelmästä, koska menetelmä sisältää myös joitakin ajatuksia tarkastuksen organisoimisesta, ei ainoastaan koodin lukemisesta. Keskeinen ajatus menetelmässä on samankaltainen kuin abstraktiopohjaisessa lukemisessa. Kelly ja Shepard vain vaativat katselmoijaa tuottamaan enemmän korkeamman tason kuvausta lukemastaan koodista. Katselmoijaa vaaditaan kuvaamaan erikseen ohjelmassa käytettyä tietoa, suorituslogiikkaa ja sen yhteyksiä suunnitteludokumenttaatioon.

Yhteenvedona erilaisista lukutekniikoista voidaan todeta, että erilaisilla skenaariopohjaisilla menetelmillä on saatu lupaavia tuloksia verrattuna tarkistuslis-

toihin. Tulokset eivät ole kuitenkaan täysin yhdenmukaisia. Lisäksi useimpia esitettyjä menetelmiä ei ole tutkittu muiden kuin niiden kehittäjien toimesta. Tuloksiin vaikuttaneista menetelmien taustalla olevista tekijöistä ei siis voida olemassa olevan tutkimuksen valossa tehdä suuria johtopäätöksiä. Lisäksi tutkimusta on tehty tähän mennessä ainoastaan verraten jotakin vaihtoehtoisista menetelmistä tarkistuslistapohjaiseen tai ad hoc -menetelmään. Muita tässä esiteltyjä erilaisia menetelmiä ei ole vielä paljon verrattu toisiinsa.

### 3.3.2 Tehokkuustekijät katselmoinneissa

Erilaiset tehokkuustekijät katselmoinneissa ovat toinen suuri yksittäinen teema. Tähän kategoriaan luokiteltiin 15 % kaikista aineiston artikkeleista. Tehokkuustekijöillä viitataan tässä erilaisiin prosessin sisäisiin tekijöihin, jotka vaikuttavat katselmointien tehokkuuteen. Yleisemmällä tasolla katselmointien vaikutusta ohjelmistotuotannon tehokkuuteen tarkastellaan puolestaan johdon näkökulman yhteydessä. Oikeastaan edellä esiteltyt lukutekniikat voitaisiin sisällyttää tähän, sillä perustelu niiden kehittämiselle on toiminnan tehostaminen. Sitä käsiteltiin kuitenkin edellä omana teemanaan ja siitä syystä sitä ei käsitellä enää tässä yhteydessä.

Tehokkuus ei ole tässä yhteydessä yksiselitteinen asia. Keskeisimmät tehokkuuteen liittyvät vakiintuneet mitat ovat löytyneiden virheiden määrä (*efficacy*) ja kustannustehokkuus (*efficiency*). Useissa tutkimuksissa pelkän virheiden määrän mittaamisen on katsottu riittävän. Käytännön kannalta se on kuitenkin usein riittämätön mittari, sillä resursseja ei voida ajatella olevan käytettävissä rajattomasti. Siksi suurin osa tehokkuutta arvioivaa tutkimusta pyrkii optimaaliseen kustannus-hyöty -suhteeseen eli siihen, että kulutetaan mahdollisimman vähän resursseja löytynyttä virhettä kohden. Sekään ei ole ongelmaton näkökulma, sillä vaikkapa jättämällä katselmointi tekemättä kokonaan käytetään varmasti vähiten aikaa löytynyttä virhettä kohden.

Katselmointeihin liittyvien tehokkuustekijöiden tutkimuksen alkukohtana voidaan pitää Vottan (1993) artikkelia, jossa hän asettaa kyseenalaiseksi palaverin merkityksen perinteisessä tarkastusprosessissa. Sen jälkeen katselmointien tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä on tutkittu useasta eri näkökulmasta. Seuraavassa on listattu kirjallisuusanalyysin aineiston pohjalta tärkeimpiä tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä:

- yksilön suoritus
- palaveri
- valmistautuminen
- materiaalin määrä
- tiimin koko
- koulutus
- roolit

*Yksilön suoritus*

Sauer ym. (2000) tutkivat katselmointeja teoreettisesti käyttäytymisteorian avulla ja esittävät sen valossa, että yksilön asiantuntemus on keskeisin katselmointien tehokkuuteen vaikuttava tekijä. Knight ja Myers (1993) puolestaan totesivat tutkimuksessaan kokemuksen käytetystä ohjelmointikielestä vaikuttavan virheiden löytämiseen koodin tarkastuksessa. Myös useissa muissa tutkimuksissa on saatu tuloksia, joiden pohjalta on ajateltu yksilön olevan keskeinen tehokkuutta selittävä tekijä (esim. Porter ym. 1997a).

*Palaveri*

Palaverin merkitys tarkastusprosessissa on ollut Vottan (1993) artikkelista lähtien eräs suosituimmista aiheista katselmointien toteutuksessa. Votta vertasi tutkimuksessaan normaalia tarkastusprosessia sellaiseen sovellutukseen, jossa palaveria ei järjestetty, vaan valmistautumisvaiheessa löydetty virheet koottiin muulla tavoin. Hän totesi ilman palaveria toteutetuissa tarkastuksissa löytyneen jopa enemmän virheitä. Tämän löydöksen perusteella hän kritisoi palaverin järjestämistä hyödyttömäksi ja ainoastaan resursseja kuluttavaksi elementiksi tarkastusprosessissa. Palaverin eduksi hän kuitenkin laski sen, että siellä löydöksistä suodattui pois suuri osa nk. vääristä virheistä (*false positives*). Väärillä virheillä tarkoitetaan sellaisia valmistautumisvaiheessa havaittuja löydöksiä, jotka myöhemmin paljastuvat perusteettomiksi.

Myöhemmin on toteutettu useita tutkimuksia, joissa on vahvistettu Vottan (1993) näkemyksiä siitä, että palaverin järjestäminen ei ole tehokasta virheiden löytämisen kannalta (esim. Porter ja Johnson 1997; Miller ym. 1998; Bianchi ym. 2001; Sabaliauskaite ym. 2004). Keskeinen tulos näissä tutkimuksissa on ollut se, että palaverit eivät tehostaneet virheiden löytymistä verrattuna ilman palaveria järjestettyyn katselmointiin. Johtopäätöksenä palaverin on todettu aiheuttavan prosessissa lähinnä ylimääräisiä kustannuksia ja useissa tutkimuksissa suositellaan perinteisen palaverin korvaamista jollain vaihtoehtoisella organisointitavalla.

Palaverien merkityksestä ei kuitenkaan olla kirjallisuudessa aivan yhtä mieltä. Kitchenham ym. (2002) pitävät tutkimusmenetelmiä käsittelevässä artikkelissaan huonona esimerkkinä johtopäätösten tekemisestä sellaisia tutkimuksia, joissa katselmointipalaveria pidettiin merkityksettömänä. Heidän mukaansa pelkästään virheiden löytämisen tehokkuutta tarkastelemalla ei voida pitää palaveria turhana, sillä palaverilla on todettu olevan monia muitakin hyviä puolia. D'Astous ja Robillard (2000) puhuvat tutkimuksessaan samasta asiasta korostaessaan palaverin monenlaista merkitystä. Lisäksi Ebert ym. (2001) ovat saaneet jopa monista muista tutkimuksista poikkeavia tuloksia tehokkuusnäkökulmaankin. He totesivat tutkimuksessaan fyysisesti palaveriin koontuvat tiimit tehokkaammiksi löytämään virheitä kuin tiimit, jotka eivät pitäneet palaveria.

Palaverien merkityksen tutkimisessa on siis oikeastaan kaksi eri linjaa. Toiset tutkijat keskittyvät tehokkuusnäkökulmaan ja tavallisesti kritisoivat

palaverin merkitystä. Toiset tutkijat puolestaan korostavat palaverin muunlaisista merkitystä. Palaveri on eri tutkimuksissa nähty esimerkiksi oppimisen ja tiedon jakamisen paikkana (Johnson 1998). Myöskään kaikki tehokkuusnäkökulmasta palaverin merkitystä kritisoivat tutkimukset eivät suosittele johtopäätöksenä palaverista luopumista. Johnson ja Tjahjono (1998) esimerkiksi suosittelivat palaveria tarkastuksia käyttöönotettaessa. Työntekijöiden kokemuksen karttuessa he suosittelivat sitten tehokkuustekijöihin vedoten palaverista luopumista.

#### *Valmistautuminen*

Valmistautuminen on Gilbin ja Grahamin (1993) mukaan tarkastusprosessin merkittävin vaihe tarkastusten tehokkuuden kannalta. Tätä pidetään ilmeisesti niin itsestään selvänä asiana, että sitä ei ole juuri tutkimuksessa kyseenalaistettu, kuten esimerkiksi edellä käsiteltyä. Joitakin tätä ajatusta vahvistavia tuloksia on syntynyt erilaisten tutkimusten sivutuotteena. Laitenberger ym. (2002) havaitsivat tutkimuksessaan DaimlerChryslerilla, että virheitä löytyi sitä enemmän, mitä enemmän valmistautumiseen käytettiin aikaa. Myös Christensson ym. (1990) havaitsivat tutkimuksessaan korrelaation valmistautumisen ja löytyneiden virheiden määrän välillä.

#### *Materiaalin määrä*

Gilbin ja Grahamin (1993) mukaan on tärkeää tarkastuksen tehokkuudelle, että valmistautumiseen käytetään riittävästi aikaa jokaista tarkastettavan materiaalin sivua kohden. Heidän suosituksensa ajankäyttöön esimerkiksi koodin tarkastuksessa on noin tunti sivua kohden. Faganin (1986) suositus ohjelmakoodin tarkastukselle oli puolestaan 125 riviä tunnissa. Jos aikaa ei käytetä riittävästi, jää Gilbin ja Grahamin mukaan helposti löytämättä syventymistä vaativat merkittävät virheet, joiden löytämisessä määrämuotoinen tarkastus kurinalaisesti toteutettuna on parhaimmillaan.

Nämä mainitut suositukset saavat jonkinlaista tukea Dunsmoren ym. (2000a) tutkimuksesta, jossa hän selvitti optimaalista materiaalin määrää koodin tarkastuksessa tehokkuuden näkökulmasta. Hän päätyi suosittelemaan materiaalin määräksi 200 riviä tunnissa. Nämä viitatu suositukset eivät ole yhteismittaisia ja vertailukelpoisia, mutta joka tapauksessa niissä suositeltu materiaalin määrä on huomattavan pieni verrattuna käytäntöön. Seaman ja Basili (1998) totesivat, että tuntia kohden tarkastettiin noin 60 sivua ohjelmakoodia. Myös Bourgeois (1996) viittaa artikkelissaan samankaltaisiin havaintoihin.

#### *Tiimin koko*

Joissakin tutkimuksissa on pyritty etsimään tehokkuuden kannalta optimaalista tiimin kokoa. Porter ym. (1997a) selvittivät kokeilla muutaman eri tekijän vaikutusta tarkastusten tehokkuuteen. Heidän tutkimuksessaan todettiin muun muassa, että tiimin koon kasvattaminen kahdesta neljään tarkastajaan ei merkit-



tävästi parantanut tarkastusten tehokkuutta. Laitenberger ym. (2002) totesivat kuitenkin tutkimuksessaan kahden tarkastajan toimivan merkittävästi tehokkaammin kuin yksinäinen tarkastaja. Kaksi tarkastajaa on siis tavallinen käsitys tiimin optimikoosta näiden tutkimusten mukaan. Näissä tutkimuksissa tosin tehokkuudella tarkoitetaan mahdollisimman pientä ajankäyttöä löydettyä virhettä kohden. Jos tehokkuudella ajatellaan ainoastaan löydettyjen virheiden määrää, voidaan tiimiä kasvattamalla päästä jonkin verran parempiin tuloksiin.

### *Koulutus*

Sopivan koulutuksen on joissakin tutkimuksissa todettu parantavan virheiden löytämistä katselmoinneissa. Ebert ym. (2001) totesivat tutkimuksessaan koulutuksen parantaneen katselmointien tehokkuutta. Rifkin ja Deimel (1994) tekivät saman havainnon jo aiemmin vertaillen erityyppisten koulutusten vaikutusta toimintaan. Heidän mukaansa merkittävä tekijä koulutuksessa oli käytännön kouluttaminen virheiden etsintään prosessitasoon keskittyvän koulutuksen sijasta. Lisäksi koulutuksen merkitys on tietysti itsessään looginen johtopäätös siitä, että katselmoijien yksilöllisen suorituksen on todettu olevan merkittävin tehokkuuteen vaikuttava yksittäinen tekijä.

### *Roolit*

Erilaisten roolien merkitystä tarkastusprosessille on yritetty selvittää joissakin tutkimuksissa. Suurin osa roolien merkityksen tutkimisesta painottuu erilaisiin lukutekniikoihin, joita käsiteltiin jo edellisessä alakohdassa. Useissa eri lukutekniikoita käsittelevissä tutkimuksissa tarkistuslistojen käyttöä verrataan johonkin toisenlaiseen lukutekniikkaan. Ero tarkistuslistojen käyttöön on tavallisesti sekä lukutekniikassa että kehittyneemmässä tiimin sisäisessä työnjaossa. Sen vuoksi näistä tutkimuksista on vaikea erottaa sitä, mikä osuus havaitusta tehokkuuden parantumisesta on peräisin lukutekniikasta, mikä taas työn jakamisesta eri rooleihin. Voidaan ehkä olettaa, että molemmilla on merkitystä.

Land ym. (2000) ovat tutkineet rooleja hiukan eri merkityksessä. Kun lukutekniikoiden yhteydessä rooleilla tarkoitettiin työnjakoa virheiden etsinnässä, Landin ym. tutkimuksessa tutkitaan prosessitason roolien vaikutusta kooditarkastuksiin. Prosessitason rooleilla tarkoitetaan prosessin toteuttamiseen liittyviä rooleja, kuten tarkastuksen johtaja. Land ym. eivät todenneet tällaisten organisointiin liittyvien prosessitason roolien vaikuttavan tarkastusten tehokkuuteen.

### *Muita huomioita*

Porter ym. (1998) tutkivat samalla kertaa useamman eri tekijän vaikutusta tarkastusten tehokkuudelle. He muuttivat kokeissaan tiimin kokoa, katselmointikierrosten määrää ja sitä, korjattiinko virheet ennen mahdollista toista kierrosta. He totesivat, että tällaisilla prosessitason muutoksilla ei ollut juurikaan merkitystä tarkastusten tehokkuuteen. Biffel ym. (2001) vahvistavat omassa tutkimuksessaan, että katselmointikierrosten havaittiin laskevan merkittävästi tehok-

kuutta, kun mitattiin löydettyä virhettä kohden käytettyä aikaa. He tekivät kuitenkin lisäksi laskelman, jossa oletettiin jokaisen katselmoinnissa löytymättömän virheen aiheuttavan tietyn määrän kustannuksia myöhemmässä vaiheessa. Tämän laskelman mukaan toinenkin katselmointikierrös maksaa itsensä takaisin säästyneenä työnä.

Porterin ym. (1998) mukaan syitä katselmointien tehokkuuden vaihteluun täytyy etsiä muista tekijöistä, kuten katselmoitavasta dokumentista ja katselmoijista. Jälkimmäinen vahvistaa omalta osaltaan yksilön henkilökohtaisen suorituksen vaikutusta tehokkuuteen. Dokumentin vaikutusta puolestaan ei ole paljon tutkittu. Christenson ym. (1990) ovat tosin todenneet dokumentin kompleksisuuden vaikuttavan tarkastusten kykyyn löytää virheitä.

### 3.3.3 Prosessit

Erilaisia katselmointiprosesseja käsitteleviä tutkimuksia on aineistossa kaikkiaan 13 prosenttia. Erilaiset prosessit edustavat lähinnä tutkimuksen alkuaikaa Faganin (1976) tarkastusprosessin esityksestä 1990-luvun alkupuolelle asti. Myöhemmässä vaiheessa katselmointien tutkimus on vakiintunut lähes täysin tutkimaan tarkastusprosessin sisäisiä tekijöitä, ei kehittämään enää prosessita-son variaatioita. Alkuperäistä tarkastusmenetelmää ja joitakin kokemuksia sen käytöstä kuvaavat aineistossa Faganin (1986) ja Ackermanin ym. (1989) artikke-  
lit.

Faganin jälkeen 1980-luvulla Runge (1982) kuvaili, kuinka tarkastusprosessia voidaan onnistuneesti soveltaa myös hyvin pienessä projektissa. Weinberg ja Freedman (1984) määrittivät puolestaan eri katselmointimenetelmien eroja. Parnas ja Weis (1985 ja 1987) esittelivät oman menetelmänsä (*active design review*), jota käsiteltiin hiukan jo erilaisten lukumenetelmien yhteydessä. Saman vuosikymmenen lopulla Bisant ja Lyle (1989) esittivät kahden henkilön tarkastusmenetelmän pohjautuen usein esitettyyn kritiikkiin, jonka mukaan perinteinen tarkastus vie kohtuuttoman paljon resursseja. Myöhemmin Kusumoto ym. (1998) ovat tutkineet tämänkaltaisen kahden henkilön tarkastusta empiirisesti ja saaneet tutkimuksessaan jonkinlaista tukea sen toimivuudelle käytännössä.

Myöhemmässä vaiheessa on esitetty enää joitakin prosessitasolla erilaisia katselmointimenetelmiä. Schneider ym. (1992) käsittelevät tutkimuksessaan n-kertaista tarkastusta, joka on kehitetty erityisen kriittisiä sovelluksia varten. Siinä keskeisenä ajatuksena on, että sama dokumentti katselmoidaan usean eri tiimin voimin ja Schneiderin ym. tutkimuksen mukaan löydetään siten suurempi osuus virheistä. N-kertaisen tarkastuksen julkaisivat alun perin pari vuotta aiemmin Martin ja Tsai (1990)

Knight ja Myers (1993) ovat esittäneet useampaan vaiheeseen perustuvan koodin katselmointia varten kehitetyn tarkastusmenetelmän (*phased inspection*). Siinä tuotos tarkastetaan vaiheittain useasta näkökulmasta eri ihmisten toimesta. Esimerkiksi kieli, ulkoasu ja toiminnalliset virheet käydään läpi prosessin eri vaiheissa. Vaiheistuksen ydinajatus on tarkastaa kevyemmällä menettelyllä sopivien ihmisten toimesta kaikki helposti tarkastettava osa koodista, jotta

tekniset asiantuntijat voivat keskittyä vaikeasti löydettävien toiminnallisten virheiden etsimiseen.

Eräs tuore näkökulma tarkastusten organisointiin on Thelinin ym. (2004a) esittämä ajatus otokseen perustuvasta tarkastuksesta, joka voidaan tehdä, kun ei ole aikaa tarkastaa kaikkia dokumentteja. Siinä tehdään ensin esitarkastusvaihe, jossa heidän suosituksensa mukaan yksi tarkastaja käy läpi 20-30% dokumenteista. Tulosten perusteella arvioidaan, mitkä dokumentit sisältävät eniten virheitä ja priorisoidaan ne varsinaista tarkastusta varten arvioidun virhemäärän mukaan.

Harvoista erilaisista prosesseista mikään ei ole erityisesti herättänyt tutkijoiden mielenkiintoa, vaan tutkimus on keskittynyt suurimmaksi osaksi tarkastusprosessin toteuttamisen variaatioihin. Keskeisin tarkastusprosessin organisointiin liittyvä tekijä tutkimuksessa on ollut palaverin organisointi, jota käsiteltiin jo tehokkuusseikkojen yhteydessä edellisessä alakohdassa.

Useissa tutkimuksissa on päädytty suosittelemaan resurssien optimaaliseen hyödyntämiseen vedoten jotain organisointimenetelmää, jossa kevennetään jotenkin palaverin vaatimaa resurssien tarvetta. Esimerkiksi Sauer ym. (2000) päätyivät tehokkuusseikkoja kartoittavassa tutkimuksessaan esittämään menetelmää, jossa perinteisen palaverin sijaan ainoastaan pari asiantuntijaa käy läpi valmistautumisvaiheessa havaitut löydökset. Kelly ja Shepard (2004a) esittävät tarkastuksesta sovelluksen, jossa on täysin luovuttu palaverista. Heidän mallissaan tarkastuksissa pidetään kuitenkin aloituspalaveri.

Eräs erityinen näkökulma tässä kategoriassa on formaalien menetelmien soveltaminen katselmointiprosessissa. Kevyiksi formaaleiksi menetelmiksi kutsuttuja lähestymistapoja on sovellettu sekä spesifikaatioiden (Jackson ja Hoffman 1994; Polack 2001) että ohjelmakoodin (van Emden 1992) katselmoinnissa.

Eräs jonkin verran mielenkiintoa tutkimuksessa herättänyt näkökulma tarkastusprosessiin on työkalutuki. Siihenkin liittyvässä tutkimuksessa keskeinen teema on ollut kritiikki perinteistä palaveria kohtaan ja sen työkalutuettu organisointi. Työkaluihin liittyviä näkökulmia käsitellään erikseen kohdassa 3.5.2.

### **3.3.4 Sisältöön liittyvät erityiskysymykset**

Sisältöön liittyvillä erityiskysymyksillä tarkoitetaan tässä sellaisia näkökulmia, jotka ottavat kantaa tarkastusten sisällöllisiin kysymyksiin. Ne vastaavat tavallisesti kysymykseen "mitä asioita dokumenteista tulisi tarkastaa?". Tähän kategoriaan luokiteltuja artikkeleita oli ainoastaan viisi kappaletta.

Macdonald ym. (1996) ja Dunsmore ym. (2000b) tutkivat artikkeleissaan oliopohjaisen ohjelmakoodin tarkastamiseen liittyviä erityispiirteitä. Chernak (1996) esittää mallin tarkistuslistan systemaattista kehittämistä varten. Traore ja Aredo (2004) pohtivat artikkelissaan automaattisen verifiointin ja katselmointien välistä yhteyttä. De Almeida ym. (2003) puolestaan esittelevät kokemukseen pohjautuen ns. parhaita käytänteitä koodin tarkistuksessa.

### 3.4 Johdon näkökulma

Johdon näkökulmaan keskittyvät tutkimukset ovat varmasti käytännön soveltamisen kannalta hyödyllistä aineistoa, mutta jostain syystä tähän keskittyvä tutkimus ei ole saanut aikaan sen mukaista mielenkiintoa. Johdon näkökulmaan luokiteltiin yllättävän pieni osa (18 %) aineiston sisältämästä tutkimuksesta. Toisaalta myös muihin tutkimuksiin sisältyy useita johdon kannalta mielenkiintoisia näkökulmia.

Johdon näkökulmaan luokitelluista artikkeleista ei löytynyt muuta selvästi yhtenäistä teemaa kuin katselmoinnin merkitys organisaatiolle. Tästä syystä kaikki muut johdon näkökulmaa käsittelevät tutkimukset luokiteltiin samaan luokkaan. Artikkelien määrä näiden kahden kategorian kesken jakaantui melko tasan. Artikkeleista 14 käsitteli selvästi tarkastusten merkitystä organisaatiolle ja 12 artikkelia tarkasteli katselmoiteja muilla tavoin johdon näkökulmasta.

#### 3.4.1 Katselmointien merkitys organisaatiolle

Tämä kategoria painottuu selvästi katselmointien tutkimuksen alkuaikoihin ja tyypillinen artikkeli on raportti jonkin yrityksen kokemuksista. Bush (1990) kuvaa sitä, kuinka JPL:n organisaatiossa on laskettu tarkastusten hyötyä organisaatiolle. Hänen laskelmiensa mukaan jokaisen löydetyn virheen korjaaminen myöhemmin prosessissa maksaisi keksimäärin 1700 dollaria ja siten jokainen tarkastus säästää keskimäärin 25 000 dollaria. Russell (1991) on todennut jokaisen tarkastuksiin käytetyn tunnin säästävän 33 tuntia ylläpitotyötä. Doolan (1992) on todennut, että jokainen tarkastuksiin käytetty tunti maksaa itsensä takaisin 30-kertaisesti. Myös Grady ja Van Slack (1994) raportoivat samankaltaisia tuloksia Hewlett Packardin kokemuksista.

Eräs tähän kategoriaan luokiteltu näkökulma on katselmointien vertaaminen testaukseen. Basili ja Selby (1987) totesivat kokeessa, että koodia luettaessa löydettiin virheitä enemmän ja tehokkaammin kuin eri testausmenetelmillä. Myös Jalote ja Haragopal (1998) totesivat yhdessä yrityksessä toteutetussa tapaututkimuksessaan katselmoinnin testausta tehokkaammaksi. So ym. (2002) eivät todenneet omassa tutkimuksessaan eroa löydettyjen virheiden määrässä, mutta havaitsivat koodin lukemisen kuluttavan vähiten resursseja. Roper ym. (1997) eivät puolestaan havainneet merkittävää eroa koodin lukemisen ja eri testausmenetelmien välillä. Roper ym. (1997) viittaavat artikkelissaan useisiin tutkimuksiin, joissa on saatu tästä keskenään ristiriitaisia tuloksia. Runeson ym. (2006) ovat tehneet tästä aiheesta tuoreen kirjallisuuskatsauksen, jossa he pyrkivät selvittämään kokonaiskuvaa aiemmista tutkimustuloksista. Hekin toteavat tutkimuksessaan, että aiemman empiirisen tutkimuksen perusteella ei voida selvästi sanoa, mitä virheentunnistusmenetelmää olisi hyvä käyttää.

Koodin lukemisen tehokkuudesta verrattuna testaukseen ei siis ole aiemman tutkimuksen valossa saatu vakuuttavaa näyttöä puoleen tai toiseen. Sen sijaan keskeinen johtopäätös useissa tutkimuksissa on, että eri testausmenetelmät ja koodin lukeminen ovat vahvoja erityyppisten virheiden löytämisessä

(esim. Roper ym. 1997). Johtopäätöksenä suositellaan tavallisesti menetelmien yhdistämistä.

Eräs erillinen tähän kategoriaan luokiteltu näkökulma ovat Müllerin (2004 ja 2005) artikkelit, jossa hän vertailee pariohjelmointia ja katselmoointia toisiinsa. Kokeessa verrattiin opiskelijakokeissa yksinäisen ohjelmoijan katselmoointien tukemana tekemää työtä pariohjelmointiin. Työstä seurattiin resurssien kulu- tusta sekä koodin laatua. Müller ei havainnut menetelmien välillä merkittävää eroa laadun tai kustannusten suhteen.

Zheng ym. (2006) tuovat katselmoointien rooliin erään tuoreen näkökulman automaattista staattista analyysia käsittelevässä tutkimuksessaan. He vertaavat staattisessa analyysissa löydettyjen virheiden profiilia koodin katselmoinnissa löydettyihin virheisiin ja päätyvät suosittelemaan molempien käyttöä toisiaan täydentävinä menetelminä.

### 3.4.2 Muut johdon näkökulmaan liittyvät asiat

Tähän kategoriaan luokiteltiin muut johdon näkökulmaa ensisijaisesti käsittelevät artikkelit, joita löytyi aineistosta kaikkiaan 12 kappaletta. Tyypillisiä aiheita olivat katselmoointikäytänteiden kehittäminen, kustannuslaskenta ja niiden yhteys muuhun toimintaan.

Tässä kategoriassa on useita artikkeleita, jotka käsittelevät metriikoita. Barnard ja Price (1994) käsittelevät jo 1990-luvun alkupuolella artikkelissaan erilaisia katselmoointimetriikoita. Madachy (1996) esittelee puolestaan mallin, jonka pohjalta voidaan arvioida tarkastusten vaikutusta tuotantoprosessiin. Briand ym. (1998) ovat omassa tutkimuksessaan kehittäneet mallin erityisesti tarkastusten kustannusten seurantaan varten. Freimut ym. (2005) ovat puolestaan esittäneet menetelmän, jonka avulla voidaan määrittää tarkastusten kustannustehokkuus organisaatiossa.

Chatzigeorgiou ja Antoniadis (2003) pohtivat artikkelissaan katselmoointien aikataulutusta projektissa. He totesivat tutkimuksessaan, että tarkastusten ja muiden tehtävien vaatimalla työkuormalla oli tapana kasautua projekteissa samoille viikoille. Kusumoto ym. (1996) esittävät mallin, jonka mukaan katselmoointien resursointi voidaan organisoida.

Jacob ja Pillai (2003) käsittelevät artikkelissaan tilastolliseen virheiden seurantaan perustuvaa menetelmää, jonka avulla voidaan kehittää sekä ohjelmointityötä että koodin katselmoointia. Chaar ym. (1993) käsittelevät puolestaan yhdessä testausta ja tarkastuksia, mutta myös heidän näkökulmansa painottuu toiminnan kehittämiseen.

Edellisten lisäksi Jalote ja Haragopal (1998) nostavat esiin hiukan erilaisen näkökulman tässä kategoriassa. He käsittelevät organisaation muutosvastarintaa tarkastusten käyttöönoton yhteydessä ja esittävät artikkelissaan mallin käyttöönoton toteuttamiseksi. Lähtökohta tässä mallissa on muutosvastarinnan ehkäisy.

### 3.5 Muut teemat tutkimuksessa

Tähän kohtaan on koottu yhteisesti lyhyt esittely muista kirjallisuusanalyysissä muodostuneista luokista. Näitä teemoja ovat tässä virheiden määrän arviointi, työkalunäkökulma ja katselmointeja jollakin lailla kokonaisvaltaisesti käsittelevät tutkimukset. Näihin teemoihin luokiteltiin yhteensä 34 % aineiston artikkeleista.

#### 3.5.1 Virheiden määrän arviointi

Tähän kategoriaan kuuluvat sellaiset tutkimukset, jotka pyrkivät arvioimaan katselmoinnin jälkeen dokumenttiin jääneiden virheiden määrää. Lähtökohtana tälle tutkimukselle esitetään tavallisesti se, että tämä tieto on hyödyllinen projektinhallinnan kannalta, kun tehdään päätöksiä jatkotoimenpiteistä katselmoinnin jälkeen.

Virheiden määrän arviointi oli eräs suurista teemoista koko kirjallisuusanalyysin aineistossa. Sitä käsittelee yhteensä 23 artikkelia, mikä on 16 prosenttia koko aineistosta. Lisäksi sen osuus on viime vuosina ollut kasvussa niin, että se on ollut 2000-luvulla jopa suosituin tutkimusaihe katselmointien tutkimuksessa.

Virheiden määrän arvioinnin jonkinlaisena lähtökohtana voidaan pitää Eickin ym. (1992) artikkelia, jossa on sovellettu ekologiassa tunnettua toistopyydyystyötantaa (*capture-recapture sampling*) virheiden määrän arviointiin. Mallin periaate on se, että löytyneiden virheiden perusteella yritetään päätellä dokumentissa olevien virheiden kokonaismäärä. Suurin osa virheiden määrän arviointia käsittelevästä tutkimuksesta yrittää tämän lähtökohdan pohjalta löytää mahdollisimman luotettavan laskentamallin virheiden määrän arvioimiseksi.

Edellä kuvattu lähestymistapa edellyttää, että katselmointien toimintaa organisaatiossa tunnetaan ennestään. Esimerkiksi Padberg (2002) esittää, kuinka katselmoinneista kerättävästä historiatiedosta voidaan muodostaa eräänlainen yritysکوhtainen profiili katselmoinnissa löydetyistä ja löytämättömistä virheistä. Virheiden määrän arviointiin käytettävässä laskentamallissa tämä profiili edustaa tiettyjä vakioita ja katselmoinnissa löydetyt virheet muuttujia. Petersson ym. (2004) ovat luoneet kattavan katsauksen tämän alueen siihen mennessä tehdystä tutkimuksesta. Useissa tutkimuksissa erilaisia laskentamenetelmiä on pidetty lupaavina, mutta ne on todettu vielä käytännön soveltamisen kannalta liian epätarkoiksi.

Virheiden määrän tutkimus on viime vuosina jakaantunut kahteen eri osaan. Mainittuja laskentamenetelmiä kutsutaan *objektiiviseksi arvioinniksi*. Niiden rinnalle on syntynyt tutkimusta, jossa on tutkittu myös katselmointiin osallistuneiden ihmisten *subjektiivista arviointia*. Tällaisissa tutkimuksissa osallistujia pyydetään yksinkertaisesti arvioimaan, kuinka suuri osa dokumentin virheistä katselmoinnissa löydettiin.

Biffel ja Grossman (2001) esittävät, että tutkitut objektiiviset arviointimenetelmät olivat aika epätarkkoja, varsinkin kun virheiden löytymisprosentti oli pieni. Objektiivinen menetelmä vaikutti toimivan kohtuullisen hyvin joissain olosuhteissa. Biffel ja Grossman pitävät keskeisenä kysymyksenä sitä, milloin tuloksiin voi luottaa. He päätyivät suosittamaan, että objektiivisia menetelmiä pitäisi täydentää subjektiivisella arvioinnilla.

Subjektiivista arviointia ovat tutkineet muun muassa El Emam ym. (2000), Yin ym. (2004) ja Thelin (2004). El Emam ym. (2000) tutkivat subjektiivisen arvion tarkkuutta ammattilaisilla toteutetussa kokeessa ja totesivat, että arvioissa tapahtuneen virheen mediaaniarvo oli lähellä nollaa. Yin ym. (2004) tekivät vastaavan kokeen opiskelijoilla ja saivat samankaltaisia tuloksia. Näiden kokeiden perusteella siis katselmoijat onnistuvat subjektiivisessa arvioissa tavallisesti kohtuullisen hyvin. Käytännön soveltamisen kannalta arvioiden luotettavuus on kuitenkin heikko. Vähintäänkin pitäisi pystyä luotettavasti arvioimaan, milloin arvioihin voi luottaa ja milloin ei. Thelin (2004) vertailee artikkelissaan objektiivista ja subjektiivista arviointia keskenään ja päätyy pitämään objektiivista näistä luotettavampana.

### 3.5.2 Työkalunäkökulma

Tähän kategoriaan luokiteltiin aineistossa kaikki tietokoneavusteiseen katselmointiin liittyvät artikkelit. Työkalunäkökulma on selvästi eräs tutkijoita kiinnostava teema, sillä siihen luokiteltiin 16 artikkelia eli 11 % kirjallisuusanalyysin aineistosta. Erityinen mielenkiinto työkaluihin kohdistui tämän aineiston valossa 1990-luvun loppupuolella internetin kehityksen myötä. Tavallinen näkökulma tässä kategoriassa on tutkia työkalutuettua hajautettua katselmointia.

Työkaluihin keskittyvä tutkimus tutkitussa aineistossa alkoi 1990-luvun alkupuolella, jolloin Mashayekhi ym. (1993) esittelivät tarkastusten hajauttamista tukevan työkalunsa. Johnson (1994) esitti myös kehityksen alkuvaiheessa samankaltaisia ajatuksia työkalutuesta. Keskeinen asia Johnsonin ajatuksissa on työkalulla mahdollistettu asynkroninen katselmointi, jonka ansiosta katselmoijien ei tarvitse olla samaan aikaan samassa paikassa. Johnsonin mukaan tällä saavutetaan kustannusten säästöä ja lisätään katselmointien joustavuutta.

Erilaisia työkaluja ovat esitelleet aineistossa myös Tervonen (1996a), Macdonald ja Miller (1997 ja 1999) sekä Perry ym. (2002). Yhteistä näille on se, että kaikissa mainituissa työkaluissa pääpaino on työn prosessitasoisessa tukemisessa. Aineistossa tästä poikkeaa selkeästi Andersonin ym. (2003) työkalu, joka keskittyy katselmoitavan materiaalin havainnollistamiseen. Hedberg (2004) on koonnut tässä käsiteltyä aineistoa kattavamman koosteen erilaisista katselmointityökaluista ja niiden ominaisuuksista.

Osa työkaluja käsittelevästä tutkimuksesta on painottunut työkalun teknisten ominaisuuksien sijasta sen tukemaan prosessiin. Esimerkiksi Macdonald ja Miller (1998) vertaavat opiskelijakokeessa työkalutuettua tarkastusta perinteiseen tarkastukseen. Työkalutuettu tarkastus toteutettiin synkronisesti eli katselmoijat osallistuivat samaan aikaan yhteiseen ”palaveriin”. Ainoa erotus

toiseen ryhmään oli, että he keskustelivat ainoastaan tietokoneen näppäimistön välityksellä. Macdonald ja Miller eivät todenneen virheiden löytymisessä eroa ryhmien välillä ja pitivät tätä tulosta rohkaisevana työkalun käyttöä ajatellen.

Tyran ja George (2002) tekivät vastaavanlaisen kokeen ja totesivat työkaluryhmän löytäneen enemmän virheitä kuin perinteiseen palaveriin osallistuneet. He selittivät tulosta monenlaisilla keskustelun luonteeseen liittyvillä syillä. Perinteisessä palaverissa esimerkiksi keskustelu harhautui enemmän sivupuolille ja useammin keskustelua dominoi joku vahva persoona. Näiden tekijöiden selitettiin ehkäisevän uusien virheiden löytymistä tai jopa valmistautumisvaiheessa löydettyjen virheiden esille tuomista.

Työkalunäkökulmasta tehty tutkimus liittyy, kuten edellä mainituissa tutkimuksissa, usein perinteisen palaverin merkitykseen katselmointiprosessissa. Perpich ym. (1997) tutkivat asynkronista hajautettua tarkastusta tukevan työkalun käyttöönottoa kohdeyrityksessä (Lucent Technologies). He painottivat tuloksissaan sitä, kuinka löydettyjen virheiden määrä pysyi ennallaan, mutta kustannukset olivat aiempaa pienemmät. Stein ym. (1997) saivat hyvin paljon näitä havaintoja tukevia tuloksia. He havaitsivat kuitenkin tutkimuksessaan, että asynkroninen tarkastus ei löytänyt hyvin tietyntyyppisiä virheitä. Lisäksi he painottavat palaverilla olevan muutakin merkitystä kuin virheiden etsiminen eivätkä he suosittelle perinteisen tarkastuksen korvaamista asynkronisella.

Vitharana ja Ramamurthy (2003) havaitsivat melko tuoreessa opiskelijakokeessa, että anonyymina toimimisella saattaa olla yhteyttä tehokkuuteen työkalutuetussa tarkastuksessa. He vertasivat anonyymina toimivia ryhmiä sellaisiin ryhmiin, jossa jäsenet tunsivat toisensa. Anonyymina toimivat ryhmät löysivät enemmän materiaaliin syötetyistä virheistä.

### 3.5.3 Katselmointien kokonaisvaltainen tarkastelu

Tähän kategoriaan luokiteltiin artikkelit, jotka tarkastelevat katselmointien tutkimusta tai käytäntöä laajasta perspektiivistä. Aineiston artikkeleista ainoastaan neljä kuului tähän luokkaan, mutta näkökulma poikkeaa sen verran muista, että niitä käsitellään tässä erikseen. Tähän luokkaan kuuluvien artikkelien vähyttä selittänee se, että alan historia on kohtuullisen lyhyt ja toisaalta tämän tyyppisen tutkimuksen tekeminen on usein aikaa vievää ja kallista.

Tarkasteltu aineisto sisälsi kaksi tarkastusmenetelmän tutkimusta tarkastelevaa kirjallisuuskatsausta. Tässä luvussa käsiteltiin jo aiemmin Laitenbergerin ja DeBaudin (2000) julkaisemaa kirjallisuusanalyysia, jossa he pyrkivät jäsentämään kokonaisvaltaisesti ennen vuotta 1998 tehtyä tarkastuksiin liittyvää tutkimusta. Toisen samantyyppisen tutkimuksen ovat julkaisseet Aurum ym. (2002). Siinä tarkastellaan tarkastusmenetelmän kehittymistä 25 vuoden aikana. He keskittyvät katsauksessaan tarkastusmenetelmään ja sen sovelluksiin, eivätkä käsittele alan tutkimusta niin kokonaisvaltaisesti kuin Laitenberger ja DeBaud.

Ciolkowski ym. (2003) ovat julkaisseet aineiston ainoan tutkimuksen, jossa on vakavasti yritetty kartoittaa katselmointien toteuttamista ohjelmistoyrityksissä. Heidän tutkimuksessaan noin 30-40 % tutkituista yritysistä katselmoi



säännöllisesti dokumentteja hiukan dokumenttityypistä riippuen. Vaatimusdokumentteja katselmoidaan hiukan säännöllisemmin kuin koodia. Toinen pienimuotoinen yritys kartoittaa katselmointien toteuttamista käytännössä on Johnsonin (1998) raportoima vapaamuotoinen kysely. Siinä 80 % vastanneista ohjelmistoalan ammattilaisista ilmoitti käyttävänsä tarkastuksia työssään epä-säännöllisesti tai ei ollenkaan. Varsinainen sisältö Johnsonin artikkelissa on kuitenkin sen pohtiminen, kuinka siihen mennessä tehdyn tutkimuksen valossa tarkastuksia tulisi kehittää tulevaisuudessa.

### 3.6 Yhteenveto

Tässä luvussa on tarkasteltu systemaattisesti katselmointeja käsittelevää kirjallisuutta vuosilta 1982-2006. Tutkimuksen kohteena oli 16 keskeistä ohjelmistotekniikan alan julkaisusarjaa, joista katselmointeja käsitteleviä artikkeleita löytyi yhteensä 147 kappaletta. Katselmointeja käsittelevä tutkimus on kehittynyt pikkuhiljaa 1990-luvun kuluessa. Ennen sitä katselmointeja käsitteleviä tutkimuksia on julkaistu varsin vähän.

Tarkastellulla aikavälillä katselmointien tutkimus on kasvanut voimakkaasti aina viime vuosiin asti. Katselmoinnit siis kiinnostavat tutkijoita edelleen ja jopa enenevässä määrin. Tarkasteltaessa katselmointeja käsittelevää tutkimusta viisivuotiskausina, voidaan havaita seuraavanlaisia muita trendejä.

- Vahvimmin tutkittua aluetta ovat dokumenttien lukutekniikat ja erilaiset katselmointien tehokkuuteen vaikuttavat tekijät.
- Virheiden määrän arviointi on viime vuosina noussut jopa suosituimmaksi tutkimuskohteeksi.
- Tutkimuksen alkuvaiheelle tunnusomaista olivat erilaisten katselmointimenetelmien esittely ja katselmointien merkityksen arviointi kohdeyrityksissä. Myöhemmin 1990-luvun puolenvälin jälkeen tällaisia tutkimuksia on tehty hyvin vähän.
- Tutkimuksen näkökulma on melko vakiintunut kohdistuen tarkastusmenetelmään. Alkuaikojen jälkeen tutkimus on keskittynyt suureksi osaksi erilaisiin tarkastusmenetelmän erityiskysymyksiin, kuten esimerkiksi palaverin merkityksen arviointiin.

On huomattava, että aineiston kokonaismäärä ei ole sen sisällölliseen laajuuteen suhteutettuna suuri, joten kovin luotettavia johtopäätöksiä esiteltyjen tutkimustulosten yleisyydestä ei voida tehdä. Aineistossa oli kaikkiaan 147 artikkelia, jotka edustavat hyvin erilaisia näkökulmia katselmointeihin. Näistä näkökulmista Porterin ja Vottan (1994) skenaariopohjaista lukumenetelmää käsittelevä tutkimus on ainoa, joka on toistettu muiden kuin menetelmän kehittäjien toimesta. Sen lisäksi useiden eri yritysten kokemuksista kertovien raporttien mukaan voidaan ajatella, että katselmoinneista on yleisesti hyötyä yrityksille. Alal-

la tarvitaan kuitenkin vielä paljon tutkimusta ennen kuin katselmointien toimintaa voidaan todella ymmärtää todellisessa kontekstissa. Vertailukohdaksi voidaan ottaa vaikkapa psykologian tutkimus, jossa jotain yksittäistä ilmiötä on voitu tutkia sadoissa keskenään vertailukelpoisissa kokeissa.

Tehdyn tutkimuksen perusteella on hankala arvioida tutkimuksen suuntaa tulevaisuudessa. Suuntaan vaikuttaa selvästi tutkijoiden henkilökohtainen kiinnostus. Esimerkiksi virheiden määrän arviointi on viime vuosina ollut katselmointien tutkimuksessa suosituin yksittäinen aihe, vaikka todennäköisesti harva tutkija pitää sitä käytännön soveltamisen kannalta kaikkein merkittävimpänä tutkimuskohteena. Toinen tutkimuksen suuntaan vaikuttava asia ovat käytännön mahdollisuudet toteuttaa tutkimusta. Vaikka tutkijat ovat yhtä mieltä siitä, että opiskelijakokeiden tuloksia ei välttämättä voida luotettavasti yleistää todelliseen kontekstiin, perustuu merkittävä osa alan tutkimuksesta opiskelijakokeisiin. Tutkimuksen suuntaa tulevaisuudessa on siis näistä tekijöistä lähtien hankala arvioida, mutta tehdyn tutkimuksen pohjalta voidaan nähdä jotain siitä, mihin tutkimusta olisi käytännön soveltamisen kannalta hyvä suunnata.

Parnas ja Lawford (2003) pohtivat tarkastusten tulevaisuutta ja nostavat siitä esiin tarpeen tarkentaa prosessia, huomioida reaaliaikajärjestelmien erityispiirteitä ja kehittää työkalutukea. Prosessin tarkentamisella he tarkoittavat lähinnä erilaisten lukutekniikoiden kehittämistä. Siihen voidaan yhtä hyvin yhdistää erilaisten tehokkuustekijöiden tutkimus. Näiden asioiden tutkiminen vaatii varmasti jatkossa lisää tarkennusta, jotta tarkastukset voidaan suunnitella toimimaan mahdollisimman tehokkaasti. Selvä puute näiden asioiden tutkimuksessa on niiden ymmärtäminen käytännön kontekstissa. Yleisesti tarkastuksia käsittelevässä tutkimuksessa on pyritty ymmärtämään, mitkä tekijät tarkastusprosessissa vaikuttavat tehokkuuteen rajallisessa koeympäristössä. Tulevaisuudessa on kuitenkin tarve ymmärtää, mitkä ympäristötekijät vaikuttavat tehokkuuteen todellisissa erilaisissa toimintaympäristöissä. Sitä tunnetaan toistaiseksi huonosti.

Toinen Parnasin ja Lawfordin (2003) mainitsema näkökulma tarkastusten tulevaisuuteen oli nykyisin yleisten reaaliaikajärjestelmien huomioiminen. He ottavat esimerkiksi Xun (2003) artikkelin, jossa hän esittää menetelmän, jolla voidaan parantaa reaaliaikajärjestelmien tarkastettavuutta suunnitteluvaiheessa. Tällaisten sisällöllisten erityiskysymysten huomioimiselle tulee varmasti tarvetta tulevaisuudessa. Kun prosessitasolla joko käytännössä tai tutkimuksessa on päästy tyydyttävälle tasolle, voidaan tehokkuuden parantamista hakea sisällön ymmärtämistä kehittämällä. Tällaista tutkimusta aineistossa on melko vähän. Harvoista tutkimuksista esimerkkeinä ovat Macdonald ym. (1996) ja Dunsmore ym. (2000b), jotka ovat tutkineet oliopohjaisen koodin tarkastamisen erityispiirteitä.

Kolmas asia, jonka Parnas ja Lawford (2003) tuovat tulevaisuudennäkymissä esille, on työkalutuki. He käyttävät esimerkkinä Andersonin ym. (2003) työkalua, jossa avustetaan käyttäjää virheiden löytämisessä ja pyritään sillä tavalla tehostamaan tarkastusprosessia. Tässä luvussa esitellyn kirjallisuusanalyysin valossa tutkijoiden kiinnostus työkalunäkökulmaan on hiukan hiipunut

2000-luvulla. Kuitenkin työkalutuki on asia, jolle on varmasti tarvetta tulevaisuudessa.

Yhteenvetona katselmointien tutkimuksesta voidaan sanoa, että siihen liittyvät osa-alueet ovat viimeisen kymmenen vuoden aikana alkaneet hahmottua. Tutkimus on kuitenkin aika alussa ja sitä tarvitaan vielä paljon ennen kuin katselmoiteja voidaan tietämyksen pohjalta tehokkaasti soveltaa erilaisissa toimintaympäristöissä.

**OSA II - KATSELMOINTIKÄYTÄNTEIDEN PUUTTEET  
JA ONGELMAT OHJELMISTOJA TUOTTAVISSA  
ORGANISAATIOISSA**

## 4 EMPIIRISEN TUTKIMUKSEN ESITTELY

Tämän tutkimuksen empiirinen aineisto koostuu kahdeksassa suomalaisessa ohjelmistoja tuottavassa organisaatiossa toteutetusta haastattelututkimuksesta. Haastattelujen avulla pyrittiin saavuttamaan seuraavat tavoitteet:

- selvitetään haastateltavien oma käsitys katselmointien toimivuudesta heidän omassa organisaatiossaan,
- selvitetään, kuinka tarkastuksia ja vapaamuotoisempia katselmoiteja toteutetaan suomalaisissa ohjelmistoja tuottavissa organisaatioissa,
- tunnistetaan merkittävimmät puutteet tarkastuskäytänteissä,
- tunnistetaan keskeisimmät katselmointien toteuttamiseen liittyvät ongelmat.

Tässä yhteydessä käytetään käsitettä katselmointi, sillä haastateltaville se oli tarkastusta tutumpi käsite. Seuraavissa alakohdissa kuvaillaan, kuinka tutkimuksen empiirinen osuus toteutettiin. Varsinaiset tutkimustulokset esitetään myöhemmissä luvuissa. Tuloksia on käytetty pääasiassa luvuissa 5, 6 ja 8.

### 4.1 Tutkimukseen osallistuneet organisaatiot

Tutkimukseen osallistui kahdeksan suomalaista ohjelmistoja tuottavaa organisaatiota seitsemästä eri ohjelmistoyrityksestä. Suurempien yritysten kohdalla käsite organisaatio viittaa siis tarkastelun kohteena olleeseen yksikköön, ei koko yritykseen. Yhdestä yrityksestä otettiin vertailun vuoksi mukaan kaksi erillistä yksikköä. Yritysten koko vaihtelee kymmenistä tuhansiin työntekijöihin. Organisaatiot jakaantuvat yrityksen koon mukaan seuraavasti:

- neljä organisaatiota alle 100 työntekijän yrityksistä,
- kaksi muuta organisaatiota alle 500 työntekijän yrityksistä,
- loput kaksi organisaatiota ovat yli 500 työntekijän yrityksistä.

Suuri osa organisaatioista valikoitui mukaan tutkimukseen aiempien yliopistokontaktien kautta. Tästä syystä on mahdollista, että mukana olleet organisaatiot ovat poikkeuksellisen kiinnostuneita toimintansa kehittamisestä, eivätkä ehkä edusta aivan keskimääräistä organisaatiota ohjelmistoalalla. Kuitenkaan tarkoitus ei ollut valita ainoastaan ennako-oletusten mukaan parhaiten suoriutuvia tai suurimpia organisaatioita, vaan aineistoon valittiin tietoisesti hyvinkin erityyppisiä organisaatioita. Ainoastaan aivan pienet (alle 20 työntekijää) organisaatiot jätettiin tietoisesti tutkimuksen ulkopuolelle.

Tutkimuksen kohdeorganisaatioista kuusi tekee pääasiassa tyypillistä projektiliiketoimintaa ulkopuolisille asiakkaille. Yksi organisaatio tekee yrityksen omaa tuotekehitystä. Yksi organisaatio on puolestaan suuremman teollisuusyrityksen ohjelmistoyksikkö, jonka tuotokset ovat tavallisesti yrityksen sisäisiä projekteja ja päätyvät osaksi laajempaa järjestelmää.

Eräs tavoite organisaatioiden valinnassa oli saada otokseen ”tavallisia” ohjelmistoja tuottavia organisaatioita. Olemassa olevissa tutkimuksissa on yleensäkin melko vähän ymmärrystä tarkastusten käytännön soveltamiseen liittyvistä kysymyksistä, mutta lisäksi tutkimusta on tehty lähinnä erittäin suurten yritysten (HP, IBM, DaimlerChrysler) näkökulmasta. Tällaiset suuret yritykset ovat tehneet yleensä vuosikymmeniä määrätietoista prosessien kehittämistä ja ovat lähtökohdiltaan erilaisessa tilanteessa kuin alan keskivertoyritykset. Tässä tutkimuksessa tarkastuskäytänteiden puutteita ja ongelmia tutkittaessa on tarkoitus saada näkökulma ensisijaisesti tavallisista alan organisaatioista, ei alan ”huippuyksiköistä”.

## 4.2 Haastattelututkimuksen toteuttaminen

Tässä kohdassa kuvataan haastattelujen toteuttamiseen liittyvät yksityiskohdat. Haastatteluaineiston analysointia ja käyttöä kuvataan erikseen tutkimuksen tuloksia kuvaavissa osissa, lähinnä luvuissa 5, 6 ja 7.

Tutkimusaineisto kerättiin haastattelujen avulla. Ensimmäisessä organisaatiossa toteutettuja haastatteluja pidettiin aluksi koehaastatteluina ja ne varauduttiin toistamaan tarpeen mukaan vertailukelpoisuuden takaamiseksi. Haastattelurungossa (Liite 2) ei kuitenkaan ensimmäisissä haastatteluissa ilmennyt oleellista kehitettävää.

Haastattelujen kokonaismäärä oli 22. Kahdessa pienimmässä organisaatiossa toteutettiin kaksi ja muissa organisaatioissa kolme haastattelua. Haastatteluihin pyrittiin saamaan edustajat erilaisista katselmointitoimintaan liittyvistä rooleista. Ensisijaisesti haastateltaviksi pyydettiin edustajia seuraavista rooleista: laatupäällikkö, projektipäällikkö ja joku suoritusosan työntekijä. Useimmissa organisaatioissa pyyntöä vastaavien roolien edustajat löytyivät ongelmitta. Joissakin organisaatioissa ei ollut varsinaista laatupäällikköä, mutta vastaavanlainen rooli kyllä löytyi. Suoritusosan työntekijä oli yhdessä tapauksessa testaaja ja kaikissa muissa tapauksissa ohjelmistosuunnittelija, joka tekee käytännössä sekä ohjelmistojen teknistä suunnittelua että toteutusta.

Haastattelu toteutettiin puolistrukturoituna. Kaikilta haastateltavilta kysyttiin samat kysymykset samassa järjestyksessä. Haastattelun runko on esitetty liitteessä 2. Haastattelun kesto vaihteli puolestatoista hiukan yli kahteen tuntiin ja se noudatteli seuraavaa kulkua.

1. Kysyttiin haastateltavan henkilökohtaisia tietoja.
2. Selvitettiin organisaation tunnuspiirteet (vain kerran jokaisessa organisaatiossa).
3. Selvitettiin katselmointikäsitteen merkitys.
4. Pyydettiin haastateltavaa arvioimaan, kuinka hyvin katselmoinnit toimivat organisaatiossa.
5. Selvitettiin, kuinka katselmoiteja toteutetaan organisaatiossa ja millaisia käytänteitä niihin liittyy.
6. Selvitettiin, millaiset katselmoiteihin liittyvät ongelmat koetaan merkittäviksi organisaatiossa.

Aivan aluksi siis kysyttiin haastateltavilta henkilökohtaisia tietoja ja tavallisesti laukupäällikön haastattelussa organisaation tunnuspiirteet (ks. Liite 2). Ennen varsinaista katselmoiteja koskevaa sisältöä haastateltavia pyydettiin vielä määrittelemään omin sanoin, mitä katselmointi tarkoittaa. Sitten määritelmästä keskusteltiin ja varmistettiin, että sillä tarkoitetaan haastattelussa samaa asiaa. Keskeiset asiat katselmoinnin määrittelyssä olivat, että se on virheiden etsimistä jostain dokumentista ja sen tekijä on joku muu kuin tuotoksen tekijä. Myöhemmin varsinaisissa tarkastusten toteuttamista kartoittavissa kysymyksissä tarkennettiin joitakin tarkastukseen kuuluvia kriteerejä. Haastatteluissa käytettiin termiä katselmointi, sillä se vaikutti olevan tarkastusta tutumpi käsite.

Katselmointikäsitteen yhteisen määrittelyn jälkeen jokaista haastateltavaa pyydettiin arvioimaan asteikolla 1-5 (5 on paras), kuinka hyvin katselmoinnit toteutuvat hänen omassa organisaatiossaan. Tällaisen subjektiivisen arvion tarkoitus oli testata haastateltavan ennakoasennetta ennen kuin haastattelun aikana käyty keskustelu mahdollisesti johdattelee ajatuksia. Näin pyrittiin pitämään tästä saatu tulos riippumattomana muista haastattelujen tuloksista.

Haastattelun varsinainen sisältö jakaantui kahteen pääosaan, joista ensimmäinen käsitteli tarkastusten toteuttamista ja katselmoinneissa kohdattuja ongelmia. Jokaisessa haastattelussa samat kysymykset kysyttiin samassa järjestyksessä, jotta vastaukset olisivat mahdollisimman hyvin vertailukelpoisia keskenään. Liitteessä 2 on esitetty ne kysymykset, jotka lopulta vakiintuivat haastatteluihin. Alun perin kysymyksiä oli jonkin verran enemmän, mutta osa katselmointikäytänteitä koskettavista kysymyksistä jäi käytännössä käyttämättä, koska ne vaikuttivat hyvin etäisiltä organisaatioiden nykytilanteessa.

Ensimmäisen pääosan tarkoitus oli kartoittaa katselmointikäytänteiden toteutumista organisaatioissa. Sen kysymykset oli laadittu luvussa 7 esiteltävän alustavan ICMC-mallin (*Inspection Capability Maturity Model*) pohjalta ja tarkoitus oli selvittää, kuinka mallin sisältämiä käytänteitä toteutetaan. Osa tämän osan kysymyksistä oli tiukasti strukturoituja ja osa oli avoimia kysymyksiä. Tarkoitus ei ollut ainoastaan selvittää, täyttyykö mallin asettama kriteeri, vaan

selvittää myös, millä tavalla käytänteitä toteutetaan organisaatiossa käytännössä. Esimerkiksi katselmointien raportoinnista kysyttäessä selvitettiin mitä ja millä tavalla raportoidaan, eikä ainoastaan sitä tehdäänkö raportointia. Tarkastusten toteuttamisen ohella selvitettiin, kuinka usein niiden lisäksi tehdään vapaamuotoisempia katselmoiteja. Lisäksi tässä yhteydessä kysyttiin projekti-liiketoimintaan painottuvilta organisaatioilta, kuinka aktiivisesti asiakkaat osallistuvat tarkastuksiin.

Haastattelun toisessa osassa tutkittiin tarkastusten toteuttamiseen liittyviä ongelmia. Sen osan alussa haastateltavilta kysyttiin avoimella kysymyksellä, mitkä ovat heidän mielestään keskeisimmät katselmoiteihin liittyvät ongelmat heidän edustamassaan organisaatiossa. Sen jälkeen heille esitettiin luvussa 6 käsiteltäviä mahdollisia tarkastuksiin liittyviä ongelmia. Jokaisen esitetyn ongelman kohdalla heiltä kysyttiin, kuinka tutulta se tuntuu omassa organisaatiossa. Vastaus pyydettiin asteikolla 1-5 (5 tarkoittaa erittäin tuttua).

Haastattelun eri kohdissa saatettiin keskustella lyhyesti havaintoihin liittyvistä syistä ja seurauksista. Tästä kertynyttä laadullista aineistoa on käytetty tutkimuksen tuloksia raportoidessa yksittäisinä huomioina, joilla tarkennetaan varsinaisia systemaattisemmin esitettyjä tutkimustuloksia.

### **4.3 Huomioita valituista menetelmistä**

Katselmoiteihin liittyvä yleinen tieto vaikutti olevan organisaatioissa niin rajallista, että käsitteet aiheuttivat jonkin verran hankaluuksia. Haastateltavat tunsivat toimintatavat ja käsitteet luonnollisesti omassa organisaatiossa, mutta ne vaikuttivat olevan monessa tapauksessa vaihtelevia organisaatioiden välillä. Tästä näkökulmasta haastattelu oli onnistunut valinta tutkimusmenetelmäksi, sillä haastattelussa tutkijalla on mahdollisuus varmistaa kysymysten yhdenmukainen tulkinta.

Tutkimuksen alkuvaiheessa harkittiin oheismenetelmänä kyselyä, jonka avulla olisi valituista organisaatioista saatu suurempi otos vastauksia. Edellä mainittujen käsiteongelmien vuoksi kysely vaikutti kuitenkin mahdottomalta toteuttaa luotettavasti tässä tapauksessa.

Tarkastusten ongelmia kartoittavat kysymykset olivat useissa kohdissa hankalia tulkita yhdenmukaisesti niin, että eri määrällisiä vastauksia voitaisiin luotettavasti verrata toisiinsa. Vastaukseen vaikutti sekä esitetyn ongelman esiintymistaajuus että kokemus sen merkittävydestä. Tavallinen tilanne oli, että haastateltavan mielestä ongelma toteutuu aika usein, mutta ei aiheuta toteutuessaan kovinkaan merkittäviä ongelmia. Haastatteluissa pyrittiin vastaukseksi muotoilemaan luku, joka kuvaa mahdollisimman hyvin näiden tekijöiden yhteisvaikutusta. Jos esimerkiksi esiintymistaajuuden puolesta vastaus olisi asteikolla (1-5) neljä ja merkittävyuden puolesta kaksi, merkittiin lopulliseksi vastaukseksi kolme. Hyvä puoli tässä asiassa oli tulkintakysymyksen aiheuttama keskustelu, joka luonnollisella tavalla tuotti taustatekijöitä kuvailevaa laadullista aineistoa.



Haastattelujen alkuosassa käytiin tavallisesti melko runsasta keskustelua tarkastuskäytänteiden toteutumiseen liittyvistä asioista. Suureksi osaksi keskustelu seurasi siitä, että haastateltavien ymmärrys kysymyksissä käytettävistä käsitteistä ei ollut yhdenmukaista ja niiden taustaa täytyi selittää haastattelun kuluessa. Tällä haastattelun alkuosan keskustelulla saattoi olla jonkin verran johdatteluvaa vaikutusta tarkastusten ongelmia käsitteleviin kysymyksiin. Vaikutus on tuskin kuitenkaan ollut kovin merkittävää tavallisimmiksi tunnistettujen ongelmien kohdalla. Esimerkiksi valmistautumiseen liittyviin ongelmiin monet viittasivat jo aivan haastattelun alussa, kun kysyttiin arviota katselmointien toimivuudesta organisaatiossa.

## 5 KUINKA KATSELMOINNIT TOTEUTUVAT KÄYTÄNNÖSSÄ

Tässä luvussa käsitellään sitä, kuinka tarkastukset toimivat käytännön ohjelmistotuotannossa ja minkälaisia puutteita olemassa olevat käytänteet pitävät sisälleen. Tarkastusten toteutusta käytännössä tarkastelevia tutkimuksia on raportoitu todella vähän. Lisäksi suurin osa olemassa olevista raporteista keskittyy kuvaamaan tarkastusten onnistumista jossain suuressa ja edistyneessä organisaatiossa. Tarkastusten tutkimuksesta vaikuttaa lähes kokonaan puuttuvan ”tavallisen yrityksen” näkökulma. Sitä pyritään tuomaan esiin tässä luvussa pääasiassa kahdeksan kohdeorganisaation kokemusten kautta.

Seuraavaksi kohdassa 5.1 on lyhyesti esitelty aiemmin raportoituja tutkimuksia, joissa on tutkittu tarkastusten toteutumista ohjelmistoalalla. Sen jälkeen kohdassa 5.2 esitellään tarkastusten toteutumista kahdeksassa kohdeorganisaatiossa. Kohdassa 5.3 analysoidaan saatuja tutkimustuloksia ja lopuksi kohdassa 5.4 vedetään yhteen johtopäätöksiä tämän luvun sisältämistä asioista.

### 5.1 Muita tutkimuksia

Yleisesti tarkastusten toteuttamista ohjelmistoalalla tarkastelevia luotettavia tutkimuksia ei ole tehty. Tässä kohdassa esitellään lyhyesti kaksi kyselytutkimusta (Ciolkowski ym. 2003; Johnson 1998), joissa on jollakin tavalla aihealuetta kartoitettu.

Ciolkowski ym. (2003) tekivät vuonna 2002 kyselytutkimuksen katselmointien toteutumisesta ohjelmistoalalla. He kutsuivat henkilökohtaisten suhteidensa kautta ihmisiä vastaamaan kyselyyn. Vastauspyyntöjä lähetettiin eri maihin 865 kappaletta ja vastauksia saatiin 226. Tutkimus oli kansainvälinen, vaikkakin tutkimuksessa luonnollisesti korostui tutkijoiden oma maantieteellinen sijainti. Puolet vastauksista tuli Saksasta ja lisäksi 33 % muualta Euroopasta. 12 % vastauksista saatiin Pohjois-Amerikasta ja loput 5 % muualta maailmasta.

Ciolkowskin ym. (2003) tutkimuksen ensisijainen tarkoitus oli kartoittaa, millaisia katselmointimenetelmiä teollisuudessa käytetään, ei yrittää selvittää sitä, kuinka suuri osa yrityksistä toteuttaa katselmointeja. He itsekin toteavat, että tutkimuksen otos ei olisi kovin luotettava määrien arvioimiseen. Vastausprosentti oli aika alhainen ja tutkimukseen osallistuminen oli yrityksille vapaaehtoista. On siis oletettavaa, että tutkimukseen osallistuivat ne, jotka ennestään toteuttivat katselmointeja tai joilla oli muuten erityistä kiinnostusta laadunvarmistukseen. Lisäksi tutkimukseen kutsutut henkilöt valittiin henkilökohtaisten suhteiden avulla. On oletettavaa, että tutkijoiden henkilökohtaiset suhteet teollisuuteen ovat muodostuneet suurelta osin aiemman tutkimusyhteistyön kautta. Myös sen vuoksi otokseen ovat valikoituneet poikkeuksellisen hyvin vertailusasi suoriutuvat yritykset.

Ciolkowski ym. (2003) kysyivät ensimmäisenä tarkoitusta katselmointien järjestämiseen. Vastanneista 73 % piti laadunvarmistusta erittäin tärkeänä, 52 % piti projektin tilan arviointia tärkeänä ja 54 % määritteli katselmointien merkitykseksi standardien toteutumisen kontrolloinnin. Keskeisimpinä esteinä katselmointien toteutumiselle nähtiin olevan aikapaine (75 %), kustannukset (56 %) ja koulutuksen puute (50 %). Vain 12 % sanoi saaneensa koulutusta katselmoinneista.

Vaatumuksia katselmoi säännöllisesti 42 %, suunnitelmia 40 % ja koodia 28 % vastanneista. Ainoastaan 40 % vastanneista sanoo tekevänsä itsenäistä virheiden etsimistä. Niistä, jotka tekevät itsenäisen virheiden etsimisen, 35 % toimii ad hoc -periaatteella, 50 % käyttää tarkistuslistaa ja loput muita tekniikoita. Vain 40 % vastanneista järjestää säännöllisesti palaverin osana katselmointia. Puolet vastaajista näkee palaverin tarkoituksena virheiden etsimisen, 57 % etukäteen löydettyjen virheiden keräämisen. Yrityksistä 60 % kerää jotakin tietoa katselmoinneista. Käytännössä esimerkiksi 36 % laskee virheiden määrän ja 20 % kerää tietoa tehokkuudesta.

Ciolkowskin ym. (2003) lisäksi Johnson (1998) on raportoinut vapaamuotoisesta kyselystä, jossa tutkittiin tarkastusten toteuttamista. Kysely toteutettiin USENET-verkoston avulla ja siinä kysyttiin ohjelmistoalan ammattilaisilta, tekevätkö he tarkastuksia säännöllisesti työssään. Kyselyyn saatiin 90 vastaajaa, joista 80 % ilmoitti oman organisaationsa käyttävän tarkastuksia epäsäännöllisesti tai ei ollenkaan.

Tässä Johnsonin (1998) tutkimuksessa tutkimusaineistoa voidaan pitää vielä epäluotettavampana kuin Ciolkowskin ym. (2003) kyselyssä, sillä tutkimusotosta ei ole voitu millään tavalla kontrolloida. Molemmissa tutkimuksissa voidaan pitää todennäköisenä, että otokseen on valikoitunut sellainen joukko organisaatioita, joka ennestään toteuttaa tarkastuksia keskimääräistä paremmin tai on muuten erityisen kiinnostunut aiheesta. Siksi näitä molempia tutkimuksia voidaan pitää ainakin vahvana viitteenä siitä, että tarkastuksia toteutetaan säännöllisesti vain osassa yrityksistä.

Kyselytutkimusta menetelmänä katselmointien tutkimisessa voi pitää vähintäänkin haasteellisena. Tämän tutkimuksen kohdeorganisaatioissa toteutetuissa haastatteluissakin oli useissa tapauksissa hankaluuksia käsitteiden kanssa. Ongelmia tuli siitä huolimatta, että useimmat haastateltavat olivat tottuneet

säännöllisiin katselmointeihin ja haastattelussa on aina mahdollisuus selventää käsitteiden merkitystä. Haastateltavat tulkitsivat käsitteitä eri tavoin omassa kontekstissaan. Siitä syystä tässä tutkimuksessa pitäydyttiin haastattelussa, jotta organisaatioista saataisiin keskenään vertailukelpoisia tuloksia.

## 5.2 Tarkastusten toteutuminen kohdeorganisaatioissa

Tässä kohdassa esitellään tarkastuskäytänteitä ja niiden toteutumista kahdeksassa kohdeorganisaatioissa. Tulokset perustuvat haastatteluihin, joiden toteutus on kuvattu luvussa 4. Haastateltaville esitettiin kysymyksiä, jotka kartoittivat tarkastusten ja vapaamuotoisempien katselmointien toteuttamista heidän omassa organisaatiossaan. Käytännössä haastattelussa käytettiin tarkastuksen sijasta suunnilleen samassa merkityksessä termiä katselmointi, sillä se oli haastateltaville tutumpi käsite.

Haastattelussa esitetyt kysymykset pohjautuivat suurelta osin luvussa 7 esiteltyyn alustavaan ICMM-malliin, jota käytetään myös viitekehyksenä tulosten esittelyssä. Käytännössä organisaatioista löytyneet käytänteet sijoituivat ICMM:n tasoille kaksi ja kolme. Taulukko 5 sisältää tiivistettynä sen, miten organisaatiot haastattelujen perusteella toteuttavat näillä tasoilla vaadittuja käytänteitä. Musta pallo tarkoittaa sitä, että kriteeri täyttyy. Valkoinen tarkoittaa sitä, että kriteeri täyttyy vain osittain ja viiva tarkoittaa, ettei tällaista käytännettä ole lainkaan organisaation toiminnassa. Taulukossa listatuista käytännteistä on huomattava eräs ero ICMM-mallin rakenteeseen verrattuna. Mallin kolmannella tasolla esitetty organisaation sitoutumista koskeva vaatimus on jaettu kolmeen osaan: allokoidut resurssit, vastuutehtävien määrittely ja organisaation politiikka.

TAULUKKO 5 Käytänteiden toteutuminen kohdeorganisaatioissa  
(● = toteutettu vaatimus, ○ = osittain toteutettu vaatimus)

Käytänne/ Organisaatio	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8
<b>Taso 3</b>								
Allokoidut resurssit	-	○	-	-	-	-	-	-
Vastuutehtävien määrittely	○	○	○	○	○	○	-	○
Organisaation politiikka	-	●	●	●	●	-	-	○
Tiedon keräys ja käyttö	-	-	-	-	-	-	-	-
Mukautettu tukimateriaali	-	○	○	-	-	-	-	-
Koulutusta kaikille	-	-	-	-	-	-	-	-
Määritelty prosessi	-	●	●	●	○	●	-	-
Koodin tarkastus	-	○	-	○	○	-	-	-
Testitapausten tarkastus	○	●	○	●	●	○	-	-
<b>Taso 2</b>								
Tarkastuksen johtajien koulutus	-	-	-	-	-	-	-	-
Suunnitelmien tarkastus	○	●	○	●	●	○	○	○
Vaatimusten tarkastus	○	●	●	●	●	○	○	○
Oma arvio / keskiarvo	2,8	2,8	3,3	3	2,7	2	2,5	2

Haastateltavia pyydettiin aivan haastattelun aluksi subjektiivisesti arvioimaan, kuinka hyvin katselmointeja toteutetaan heidän organisaatioissaan. Arviointi tehtiin asteikolla 1-5, jossa viisi tarkoittaa parasta suoriutumista. Taulukossa 5 viimeisellä rivillä on organisaatiokohtainen keskiarvo haastateltavien subjektiivisista arvioista.

Seuraavissa alakohdissa käydään läpi yleiskuva tutkimuksen tuloksista sekä kaikkien ICMM-mallin toisella ja kolmannella tasolla vaadittujen käytänteiden toteutuminen kohdeorganisaatioissa. Joissakin kohdissa tuloksia on verrattu Ciolkowskin ym. (2003) tutkimukseen. Tätä vertailua täytyy tulkita varovaisesti, sillä Ciolkowski ym. eivät raportoi tarkasti kyselyssään esitettyjä kysymyksiä. Luotettavaa vertailua ei siis voida tehdä, mutta joitakin mielenkiintoisia näkökulmia vertailun avulla voidaan pohtia.

### 5.2.1 Yleiskuva tuloksista

Tarkastuskäytänteet kohdeorganisaatioissa vaihtelivat huomattavasti. Parhaassa tapauksessa tarkastusprosessi on hyvin määritelty ja useimmat dokumentit tarkastetaan jokaisessa projektissa. Toisessa ääripäässä parilla kohdeorganisaatiolla on vielä tehtävää siinä, että tarkastukset saadaan säännölliseen käyttöön. Taulukko 5 osoittaa kuitenkin, että parhaassakin yrityksessä täyttyi vain puolet ICMM-mallin toisen ja kolmannen tason asettamista kriteereistä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että tarkastukset voivat olla säännöllisesti käytössä, mutta niiden tehokkuudessa saattaa silti olla toivomisen varaa. Tehokkuutta ei tosin voitu empiirisesti tässä yhteydessä tutkia, sillä yksikään kohdeorganisaatioista ei käytä siihen tarvittavia metriikoita. Oletus tehokkuudesta perustuu aiempiin tutkimuksiin, joiden pohjalta ICMM-mallin kriteerit on kehitetty.

Taulukko 5 ei kerro kaikkea organisaatioiden käytänteistä. Esimerkiksi organisaatioilla O4 ja O5 on taulukossa lähes identtiset profiilit, koska ne täyttävät samat kriteerit. Kuitenkin haastateltavat organisaatioissa O4 olivat oman organisaationsa käytänteisiin tyytyväisempiä ja haastattelujen perusteella heidän käytänteensä vaikuttivat paremmin toimivilta kuin organisaatioissa O5.

Haastateltavilta siis kysyttiin aluksi, kuinka hyvin he arvioivat katselmointien toimivan heidän omassa organisaatioissaan. Mielenkiintoinen havainto oli, että näissä subjektiivisissa arvioissa oli melko vähän eroja riippumatta siitä, kuinka hyvin ne vaikuttivat toimivan käytännössä. Esimerkiksi haastateltavat organisaatioissa O1 ja O2 antoivat omalle organisaatiolleen keskimäärin saman arvosanan. Kuitenkin taulukossa 5 tehdyn vertailun perusteella ne olivat tutkimuksen kaksi ääripäätä tarkastuskäytänteiden toteutumisessa.

Monenlaiset tekijät voivat vaikuttaa haastateltavien arvioihin. Jotkut haastateltavat saattavat arvostaa hyvin vapaita ja epämuodollisia käytänteitä, jotka eivät täytä lainkaan ICMM-mallin kriteereitä. Yleisellä tietämyksellä vaikutti myös olevan merkitystä arvioihin. Monessa tapauksessa kohtuullisen hyvä tieto tarkastusten potentiaalista sai haastateltavat asennoitumaan kriittisemmin nykyisiin käytänteisiin. Joka tapauksessa kaikki kohdeorganisaatiot näkivät huomattavasti kehitettävää omissa käytänteissään riippumatta käytänteiden

tämän hetkisestä kypsyystasosta. Kehittämiskohteet vain ovat erilaisia eri kehitysvaiheissa olevissa organisaatioissa.

### **5.2.2 Vaatimusten tarkastus**

Vaatimusmäärittelyt vaikuttivat olevan parhaiten tarkastettuja dokumentteja kohdeorganisaatioissa. Neljässä organisaatiossa vaatimukset tarkastettiin jokaisessa projektissa. Kriteerinä tarkastukselle tässä oli, että tilaisuuteen valmistaudutaan ja siitä tehdään jonkinlainen raportti (ks. alustavan ICMM-mallin kuvaus 7. luvussa). Myös neljässä muussa organisaatiossa vaatimusmäärittelyjä tarkastetaan, mutta ei kuitenkaan jokaisessa projektissa. Silloinkin, kun varsinaista tarkastusta ei tehdä, pyydetään vaatimusmäärittelyyn yleensä vapaa-uoitoisemmin kommentteja vaikkapa sähköpostin välityksellä.

Ciolkowski ym. (2003) totesivat kyselytutkimuksessaan, että 42 % vastaajista ilmoitti katselmoivansa vaatimusdokumentteja säännöllisesti omassa organisaatiossaan. Tämän tutkimuksen kahdeksassa kohdeorganisaatiossa suhde on korkeampi. Oletettavasti ainakin viidessä organisaatiossa haastateltavat olisivat sanoneet katselmoivansa vaatimusmäärittelyt säännöllisesti.

### **5.2.3 Suunnitelmien tarkastus**

Haastattelujen perusteella ainakin joitakin suunnitteludokumentteja katselmoidaan jokaisessa kohdeorganisaatiossa, mutta vain kolmessa suunnitelmia tarkastetaan muodollisesti jokaisessa projektissa. Haastatteluissa kysyttiin erikseen eri tarkkuustason suunnitelmien tarkastuksesta. Arkkitehtuuritason suunnitelmat tarkastetaan useimmin, kun taas hyvin teknisen tason suunnitelmia tarkastetaan harvemmin. Joissakin organisaatioissa kovin yksityiskohtaisia teknisen tason suunnitelmia ei edes tehdä.

Ciolkowskin ym. (2003) tutkimuksessa 40 % tutkimukseen osallistuneista ilmoitti katselmoivansa suunnitelmia säännöllisesti. Tämän tutkimuksen kahdeksasta organisaatiosta todennäköisesti ainakin viisi olisi ilmoittanut katselmoivansa joitakin suunnitelmia säännöllisesti. Ciolkowski ym. eivät erotelleet kyselyssään erilaisia suunnitelmia, joten on vaikea tietää, mitä vastaajat ajattelivat tässä kohdassa. Jotkut haastateltavat tässä tutkimuksessa eivät pitäneet arkkitehtuurikuvausta suunnitteludokumenttina ennen kuin siitä keskusteltiin. Syynä oli se, että organisaation prosessissa arkkitehtuurisuunnittelua pidetään määrittelyvaiheeseen kuuluvana tuotoksena. Joka tapauksessa tämän tutkimuksen kohdeorganisaatiot vaikuttavat katselmoivan suunnitelmia säännöllisemmin kuin Ciolkowskin ym. kyselyyn vastanneet organisaatiot.

### **5.2.4 Tarkastusten johtajien koulutus**

Yhdessäkään kohdeorganisaatiossa ei järjestetä minkäänlaista katselmointeihin liittyvää koulutusta. Toiseksi, organisaatioissa ei ole varsinaisesti sellaista roolia kuin tarkastuksen johtaja. Tarkastuksen organisoinnin hoitaa tavallisimmin tarkastettavan tuotoksen tekijä. Palaverissa puolestaan tukeudutaan yleisiin

kokouskäytänteisiin eli valitaan puheenjohtaja ja sihteeri. Haastattelujen perusteella varmaankin tavallisin valinta puheenjohtajaksi on projektipäällikkö, mutta joissakin tapauksissa asiakkaan ollessa paikalla, hän ottaa puheenjohtajan roolin.

ICMM sisältää ajatuksen siitä, että tarkastusten johtajat on viisasta kouluttaa ensin. Vaatimus muidenkin työntekijäryhmien koulutuksesta tulee mallin seuraavalla tasolla. Lähimpänä tarkastuksen johtajan roolia on varmastikin projektipäällikkö. Siksi näiden kohdeorganisaatioiden kohdalla tämän kriteerin voisi katsoa täyttyvän projektipäälliköiden kouluttamisella.

### **5.2.5 Testitapausten tarkastus**

Testitapauksia pidetään selvästi tärkeinä dokumentteina kohdeorganisaatioissa, sillä niitä tarkastetaan lähes yhtä usein kuin korkean tason suunnitelmia. Kolmessa organisaatiossa testisuunnitelmat testitapauksineen tarkastetaan jokaisessa projektissa. Kolmessa muussa organisaatiossa niitä katselmoidaan hiukan epäsäännöllisemmin tai käyttäen epämuodollisempia käytänteitä. Ainoastaan kahdessa organisaatiossa testitapauksia ei katselmoida lainkaan.

### **5.2.6 Koodin tarkastus**

Koodia ei kohdeorganisaatioissa kovinkaan usein tarkasteta. Vain kolmessa organisaatiossa koodia tarkastetaan edes satunnaisesti. Asenteet koodin tarkastamiseen olivat haastatteluissa vaihtelevia. Joidenkin mielestä puutteet koodin tarkastamisessa olivat ongelma, jolle on yritettävä tehdä jotain. Toisaalta jotkut haastateltavat eivät pitäneet koodin tarkastusta lainkaan tärkeänä.

Ciolkowskin ym. (2003) tutkimuksessa 28 % vastaajista ilmoitti katselmoivansa koodia säännöllisesti. On vaikea sanoa, kuinka haastateltavat tämän tutkimuksen kohdeorganisaatioissa olisivat vastanneet tässä samassa muodossa esitettyyn kysymykseen. Mahdollisesti kukaan heistä ei olisi sanonut koodia katselmoitavan säännöllisesti omassa organisaatiossa. Tämä on kuitenkin mielenkiintoinen ero verrattuna Ciolkowskin ym. tutkimukseen, jossa ero vaatimusten ja koodin katselmoinnissa ei ollut niin merkittävä. Tämän tutkimuksen kohdeorganisaatioissa taas vaatimukset katselmoidaan lähes aina, mutta koodia hyvin harvoin.

### **5.2.7 Määritelty tarkastusprosessi**

Neljällä kohdeorganisaatiolla on määritelty tarkastusprosessi, joka kertoo, kuinka tarkastukset tulee organisoida. Näiden lisäksi vielä organisaatiolla O5 on yleisempää ohjeistusta, joka käytännössä määrää, että katselmoiteja on järjestettävä. Se ei kuitenkaan samalla tavalla anna suoranaisia käytännön ohjeita kuin muiden organisaatioiden ohjeistus. Kolmella muulla organisaatiolla ei ollut minkäänlaista tarkastuksiin liittyvää prosessidokumentaatiota.

Haastatteluissa selvisi, että tarkastusprosessin määritelleissäkin organisaatioissa prosessi tunnettiin huonosti. Kaikki haastateltavat eivät olleet edes tie-

toisia prosessimäärityksen olemassaolosta ja lisäksi useat muut tiesivät hyvin vähän sen sisällöstä. Tämä saattaa luonnollisesti olla yhteydessä koulutuksen puutteeseen. Toiseksi voidaan myös miettiä, onko tiedolla prosessimäärityksistä mitään merkitystä tavallisen työntekijän kannalta. Onko mahdollista, että on totuttu toimimaan täsmälleen määritysten mukaisesti, vaikka ei tiedetä kirjallisesta prosessidokumentaatiosta mitään?

### **5.2.8 Koulutus kaikille**

Kuten jo edellä todettiin, kohdeorganisaatioissa ei ole minkäänlaista katselmointeihin liittyvää koulutusta. Myös Ciolkowski ym. (2003) totesivat kyselytutkimuksessaan samanlaisen ilmiön. Ainoastaan 12 % heidän tutkimuksensa vastaajista ilmoitti saaneensa koulutusta katselmointeja varten.

Koulutusta voi epäilemättä suositella kaikille kohdeorganisaatioille. Työntekijöiden motivoiminen lukemaan toisten tuotoksia oli yksi suurimmista haasteista jokaisessa organisaatiossa. Lisäksi yleinen tietämys tarkastuksista ei ollut erityisen hyvä. Siis ainakin työntekijöiden motivoimisen ja yleisen tietämyksen lisäämisen tarkoituksessa koulutus näyttäisi olevan tarpeen kaikissa kohdeorganisaatioissa.

### **5.2.9 Mukautettu tukimateriaali**

Yksikään tutkimuksen kohdeorganisaatioista ei käytä minkäänlaista tukimateriaalia virheiden etsimisessä. Kahdella organisaatiolla on olemassa jonkinlaisia tarkistuslistoja, mutta haastateltavien mukaan niitä ei kuitenkaan käytetä. Kaikki haastateltavat eivät edes tienneet niiden olemassaolosta mitään.

Tavallinen asenne tarkistuslistoja tai vastaavaa tukimateriaalia kohtaan oli haastatteluissa aika skeptinen. Harvalla oli kokemusta tällaisen materiaalin käytöstä ja useimmat arvelivat niistä olevan hyötyä korkeintaan aloittelijoille. Hyvästä tukimateriaalista saattaa kuitenkin tutkimusten mukaan olla hyötyä jopa kokeneille ohjelmistotyön ammattilaisille (Porter ja Votta 1998). Vaikuttaa, että tukimateriaalin käytöstä täytyy saada omakohtaisia positiivisia kokemuksia, jotta se nähtäisiin hyödyllisenä ja otettaisiin käyttöön. Koulutuksella voidaan varmasti parantaa yleistä tietoisuutta tässäkin asiassa.

### **5.2.10 Tiedon keräys ja käyttö**

Yksikään kohdeorganisaatioista ei kerää systemaattisesti tietoa tarkastuksista. Tarkastusraportti (jos sellainen tehdään) on yleensä tekstidokumentti, joka tavallisesti sisältää dokumentin tunnistetietojen lisäksi valmistautumiseen käytetyn ajan, löytyneet virheet ja korjaavat toimenpiteet, jotka päätetään tehtäviksi. Siis monessa organisaatiossa tarkastuksista kirjoitetaan raporteihin monenlaisia hyödyllistä tietoa, mutta sitä ei kuitenkaan käytetä mihinkään. Kukaan ei vaikuta olevan kiinnostunut raporteista tarkastuksen jälkeen.

Kaksi organisaatioista luokittelee virheet eri vakavuusluokkiin tarkastusraporteissaan, mikä on käytännössä edellytys kunnollisten löydettyjen virhei-



den määrään perustuvien metriikoiden käyttöön. Sen ansiosta näissä organisaatioissa on olemassa validia historiatietoa ja niissä ei pitäisi olla kovin korkeaa kynnystä ryhtyä seuraamaan tarkastusten toteutumista metriikoiden avulla.

### 5.2.11 Organisaation politiikka

Neljässä kohdeorganisaatiossa oli dokumentoituna jonkinlainen organisaatiotasoinen politiikka katselmointien järjestämisestä. Tavallisesti se on kirjoitettu tarkastusprosessin kuvauksen yhteyteen ja siinä vaaditaan, että kaikki ohjelmistokehityksessä tuotettavat dokumentit on katselmoitava. Haastattelujen tuloksista voidaan nähdä, että tällainen politiikka ei toteudu käytännössä lähimainkaan. Joillakin organisaatioilla ei ole selvästi edes halua noudattaa tällaista politiikkaa, jonka ne ovat kuitenkin itse asettaneet. Yhdessäkään organisaatiossa ei aktiivisesti seurata, toteutetaanko määriteltyä politiikkaa.

### 5.2.12 Määritellyt vastuutehtävät

Kaikissa organisaatiossa oli olemassa laatupäällikkö tai sitä vastaava rooli, joka on vastuussa laadunvarmennuksen käytänteistä ja ainakin jostain osasta prosessikehitystä. Käytännössä vastuu tarkastuksista on jätetty projektipäälliköille. Laatupäälliköt eivät käytännössä seuraa tarkastusten toteutusta, vaan ovat korkeintaan mukana käytänteitä kehitettäessä. Tarkastusten toteutukseen liittyvät vastuualueet on siis yleisesti melko heikosti määritelty, vaikka jonkinlainen työnjako sisäisesti onkin olemassa. Selkeän määrittelyn puuttuminen näkyy joidenkin laadunhallintaan liittyvien toimintojen, kuten tarkastusten seurannan, puutteena.

Käytännössä asiakas vaikuttaa olevan keskeisin osapuoli tarkastusten seurannassa. Jotkut asiakkaat vaativat hyvinkin tarkasti dokumenttien tarkastusta ja valvovat niiden toteutusta. Organisaatioissa oli selvästi nähtävissä, että mitä vähemmän asiakas on kiinnostunut tarkastuksista, sitä harvemmin niitä toteutetaan. Vaikuttaa siis siltä, että tarkastuksia tehdään suurimmaksi osaksi asiakasta varten, ei niinkään oman toiminnan tehostamista ajatellen.

### 5.2.13 Allokoidut resurssit

Vain yhdessä kohdeorganisaatioista allokoidaan tavallisesti resurssit erikseen tarkastuksia varten. Sekin varaa resurssit hyvin yleisesti projektisuunnitelmassa, ei yksittäisten työntekijöiden työn suunnittelun tasolla. Tavallisesti organisaatioissa oletetaan tarkastusten sisältyvän suurempien tehtäväkokonaisuuksien sisään.

Tässä kohdassa vaikuttaa olevan kysymys enemmän organisaatiokulttuurista kuin muodollisesti allokoituista resursseista. Joissakin organisaatioissa kaikki haastateltavat olisivat nähneet hyvänä resurssien varaamisen työntekijöiden henkilökohtaisiin työsuunnitelmiin. Muuten työntekijöillä saattaa olla tunne siitä, että pitäisi tehdä jotain "tuottavaa" tarkastuspalaveriin valmistautumisen sijasta. Toisaalta joissakin organisaatioissa ei ollut lainkaan tällaisia

kokemuksia, eikä haastateltavilla ollut halua suunnitella resursseja niin yksityiskohtaisesti.

### 5.3 Tutkimustulosten analysointia

Edellä esitetyistä tuloksista voidaan nähdä, että säännöllisestikään tarkastuksia toteuttavassa organisaatiossa ne eivät toteudu täydellisesti. Todellista tarkastusten tehokkuutta ei voitu tutkimuksessa mitata, koska organisaatiot eivät käytä siihen tarvittavia metriikoita. Kuitenkin aiempien tutkimusten valossa on ilmeistä, että kaikilla kohdeorganisaatioilla on tarkastuskäytänteissään vielä kehittämisen varaa.

Organisaatio O5 (ks. taulukko 5) on esimerkki siitä, kuinka säännöllisestikin toteutetuissa tarkastuksissa voi olla merkittäviä puutteita. Tässä luvussa tarkasteltujen kriteerien mukaan käytänteet toimivat säännöllisesti, mutta toiminta keskittyy suurelta osin projektin tarkistuspisteissä toteutettavaan katselmoointeihin, joiden tarkoitus ei ole enää etsiä virheitä, vaan ainoastaan hyväksyä vaihetuotokset ennen projektin seuraavaan vaiheeseen siirtymistä. Varsinainen tarkastus, joka keskittyy virheiden etsimiseen, toteutetaan tavallisesti yhden tarkastajan toimesta. Haastateltavien mukaan tämän yhden tarkastajan työn laadussa on usein toivomisen varaa. Kaikki haastateltavat organisaatiossa näkivät nykyisten käytänteiden ongelmat ja kaipasivat lisää formaalimpia tarkastuksia.

Ciolkowskin ym. (2003) tutkimuksen ja tämän tutkimuksen tuloksilla oli muitakin mielenkiintoisia eroja. Tämän tutkimuksen kohdeorganisaatiot vaikuttavat katselmoivan vaatimuksia ja suunnitelmia säännöllisemmin kuin Ciolkowskin ym. kyselyyn vastanneet. Kuitenkin heidän kyselyynsä vastanneista suurempi osa ilmoitti katselmoivansa koodia säännöllisesti.

Eräs selitys tutkimustulosten eroihin saattaa olla asiakassuhteen vaikutus kohdeorganisaatioissa. Haastattelujen tuloksissa oli nähtävissä, että mitä enemmän asiakkaat ovat kiinnostuneita tarkastuksista, sitä kurinalaisemmin niitä järjestetään. Tarkastuksista yleisesti kiinnostuneetkaan asiakkaat eivät vaikuta olevan kovin kiinnostuneita koodin ja hyvin teknisten suunnitelmien tarkastuksesta. Ilmeisesti sen vuoksi myös säännöllisesti tarkastuksia toteuttavissa kohdeorganisaatioissa tarkastetaan näitä dokumentteja hyvin harvoin. Näistä tuloksista voidaan siis päätellä, että kohdeorganisaatiot eivät ole kovin sitoutuneita tarkastuksiin oman sisäisen toimintansa vuoksi, vaan tekevät niitä pääasiassa asiakasta varten. Kenties Ciolkowskin ym. (2003) tutkimuksessa harvemmat säännöllisesti katselmoiteja toteuttavat organisaatiot ovat omaksuneet niiden merkityksen omalle toiminnalle paremmin. Ciolkowski ym. eivät suoraan sitä raportoi, mutta heidän tulostensa perusteella voidaan pitää todennäköisenä, että suuri osa vaatimuksia säännöllisesti katselmoivista organisaatioista katselmoivat säännöllisesti myös koodia.

Koulutuksen puute ja organisaation sisäinen kommunikointi olivat selvästi yleisiä heikkouksia jokaisen kohdeorganisaation tarkastuksiin liittyvissä käy-

tänteissä. Yleinen tietämys tarkastuksista vaikutti olevan melko rajallista. Työntekijät kenties tietävät, että katselmointi on ”hyvä juttu”, mutta heillä ei ole kuitenkaan kokonaisvaltaista ymmärrystä tarkastusten merkityksestä tuotantoprosessiin. Työntekijät vaikuttavat lisäksi olevan heikosti perillä määritellystä tarkastusprosessista tai organisaation politiikasta. Siis tarkastuskäytänteisiin liittyvälle koulutukselle vaikuttaisi olevan tarvetta kaikissa kohdeorganisaatioissa.

Eräs selvä heikkous kaikissa organisaatioissa oli metriikoiden ja tarkastuskäytänteiden seurannan puute. Työntekijät organisaation kaikilla tasoilla vaikuttavat olevan skeptisiä uusien menetelmien suhteen, vaikka niiden toimivuudesta olisi näyttöä jossain toisessa organisaatiossa. Lisäksi tarkastukset eivät vaikuta olevan ohjelmistosuunnittelijoille intuitiivinen tai mukava tapa toimia. Suurin haaste jokaisessa kohdeorganisaatiossa haastattelujen perusteella on saada motivoitua työntekijät lukemaan huolellisesti toistensa tuotoksia. Rationaalisia perusteluja työntekijöiden motivoimista ja toiminnan kehittämistä varten on vaikea saada muuten kuin mittaamalla toimintaa. Tämän hetkisessä tilanteessa kohdeorganisaatiot eivät voi muuta kuin arvata, kuinka mahdollinen tarkastuskäytänteiden kehittäminen vaikuttaa heidän tuotantoprosessiinsa.

On hyvä muistaa, että tässä luvussa esitettyä organisaatioiden tarkastuskäytänteiden vertailua ei pidä tulkita ehdottomaksi totuudeksi tarkastusten toimivuudesta. On esimerkiksi hyvin tunnettua, että työntekijän yksilöllinen suorituskyky on suurin tarkastusten tehokkuuteen vaikuttava tekijä (Sauer ym. 2000). On mahdollista, että alemmalla kypsyytasolla olevalla organisaatiolla on erityisen motivoituneet ja osaavat työntekijät, joiden ansiosta epämuodollisesti toteutetut katselmoinnit toimivat hyvin.

Toinen huomioon otettava asia organisaatioiden vertailussa on siinä käytetty ICM-malli. Käytetty malli on vasta alustava versio, eikä sitä ole laajasti hyväksytty tai tässä kehitysvaiheessa edes laajemmin arvioitu empiirisesti. Kuitenkin mallin rooli tässä tutkimuksessa on olla ainoastaan viitekehys organisaatioiden välisessä vertailussa. Käytännössä se toimi hyvin tuossa roolissa. Siis yksittäisten mallin sisältämien käytänteiden toteutumista organisaatioissa voidaan hyvin vertailla keskenään. Sen sijaan mallin tuottamaan tasoluokitukseen on hyvä asennoitua kriittisemmin.

## 5.4 Yhteenveto

Tässä luvussa on käsitelty tarkastuskäytänteiden toteutumista käytännössä tutkimuksen kahdeksassa kohdeorganisaatiossa. Tuloksia verrattiin joissakin kohdissa aiempaan kyselytutkimukseen (Ciolkowski ym. 2003), joka selvitti katselmointien toteuttamista ohjelmistoyrityksissä. Tämän tutkimuksen kohdeorganisaatiot toteuttavat tarkastuksia säännöllisemmin kuin Ciolkowskin ym. tutkimuksessa. Poikkeuksena oli koodin katselmointi, jota puolestaan toteutettiin säännöllisemmin Ciolkowskin ym. tutkimuksen mukaan.

Keskeisin johtopäätös tässä luvussa esitetyistä tuloksista oli, että tarkastuksia säännöllisestikin toteuttavien organisaatioiden käytänteissä oli merkittäviä ongelmia, jotka oletettavasti heikentävät toiminnan tehokkuutta. Tehokkuusvaikutusta ei tosin voitu mitata, sillä organisaatioissa ei ole käytössä siihen soveltuvia metriikoita.

Haastattelujen tuloksissa oli havaittavissa seuraavia mielenkiintoisia trendejä.

- Asiakassuhteella vaikutti olevan selvä vaikutus tarkastuskäytänteiden kurinalaisuuteen. Tarkastuksia tehdään suurelta osin asiakasta varten, ei niinkään organisaation omien tarpeiden vuoksi.
- Kohdeorganisaatioissa ei järjestetä minkäänlaista tarkastuksiin liittyvää koulutusta. Yleinen tietämys tarkastuksista, määritellyistä käytänteistä ja organisaation politiikasta vaikutti melko vähäiseltä.
- Tarkastuksista ei kerätä tietoa eikä tarkastusten toteutumista seurata. Tästä syystä käytössä ei ole myöskään metriikoita, joiden avulla tarkastusten hyödyllisyyttä organisaatioissa voisi arvioida.

Kaikki edellä mainitut löydökset viittaavat johtopäätökseen, että kohdeorganisaatioissa ei ehkä ole täysin ymmärretty tarkastusten mahdollisia hyötyjä oman toiminnan kannalta. Useimmat organisaatioista ovat ylittäneet kehityksessä jo ensimmäisen kynnyksen ja ovat saaneet tarkastukset säännölliseen käyttöön ainakin joidenkin tuotosten osalta. Seuraava askel olisi kehittää käytänteiden tehokkuutta. Tässä luvussa organisaatioiden vertailuun käytetty ICM-malli voi toimia kehittämisen apuvälineenä, mutta se ei itsessään riitä takaamaan käytänteiden toimivuutta. Säännöllisestikin toimivat käytänteet voivat sisältää ongelmia, jotka tekevät käytänteistä tehottomia. Tällaisiin tarkastuskäytänteiden ongelmiin palataan luvussa 6.

Tässä luvussa esitetyistä tuloksista nousee mielenkiintoisia kysymyksiä tulevaa tutkimusta varten. Tarkastuskäytänteiden tyypillisiä puutteita ja ongelmia tulisi kyetä ymmärtämään erilaisissa organisaatioissa. Tämän tutkimuksen kokemusten perusteella saattaa olla mahdollista luoda kysely, jolla voidaan saavuttaa suurempi otos erityyppisiä organisaatioita. On oletettavaa, että suuremmasta otoksesta voidaan todeta erityyppisillä organisaatioilla olevan erilaisia ongelmia. Toiseksi tulevaisuudessa tulisi kyetä ymmärtämään paremmin käytänteiden kehittämisen todellisia vaikutuksia organisaatioissa. Sitä varten täytyisi tutkia useampia sellaisia kohdeorganisaatioita, joilla on käytössään sopivia tarkastusten toimintaa seuraavia metriikoita.

## 6 TARKASTUSTEN ONGELMAT

On luonnollista, että tarkastusten toteuttamiseen inhimillisenä toimintana liittyy monenlaisia ongelmia. Aiemman tutkimuksen perusteella suurin osa yrityksistä ei edes toteuta tarkastuksia säännöllisesti (Johnson 1998 ja Ciolkowski ym. 2003). Sitä kuinka hyvin tarkastuksia toteutetaan, ei aiemmin ole juuri tutkittu. Kuitenkin on hyvin todennäköistä, että useassa tapauksessa säännöllisestikin toteutettavat tarkastukset pitävät sisällään merkittäviä ongelmia.

Saattaa olla, että yritys on huolellisesti määritellyt tarkastusprosessin ja noudattaa sitä säännöllisesti, mutta silti toiminnassa saattaa olla ongelmia, jotka heikentävät merkittävästi tarkastusten tehokkuutta. Huonoimmassa tapauksessa tarkastukset saatetaan hylätä liian kalliina ja tehottomana menetelmänä ennen kuin ne saadaan toimimaan ilman merkittäviä ongelmia. Kun mietitään tarkastusten kehittämistä ohjelmistoyrityksessä, ei siis riitä ainoastaan prosessitasolla tapahtuva toiminnan kehittäminen. Sen lisäksi on analysoitava tarkastusten toteutumista käytännössä ja ymmärrettävä, minkälaisilla asioilla on oleellinen vaikutus tarkastusten toimivuuteen.

Kirjallisuudessa tarkastuksiin liittyviä ongelmia ei ole käsitelty aiemmin systemaattisesti, eikä siten ole olemassa kovin monia tutkimustuloksia, joista voitaisiin päätellä erilaisten ongelmien konkreettinen vaikutus tarkastusten tehokkuuteen. Tässä luvussa yritetään kuitenkin päästä alkuun ongelmien tutkimisessa hahmottamalla yleisesti tarkastusten toteuttamiseen liittyvää ongelmakenttää kirjallisuuden ja empiirisen tutkimuksen avulla. Luvun sisältö perustuu artikkeliin Kollanus (2005b).

Seuraava kohta 6.1 käsittelee katselmointien toteuttamiseen liittyviä ongelmia kirjallisuuden pohjalta. Siinä pyritään kasaamaan yhteen aiemmassa tutkimuksessa mainittuja ongelmatilanteita ja samalla pohtimaan aiemman tutkimuksen valossa ongelmien mahdollisia vaikutuksia tarkastusten tehokkuuteen. Kohta 6.2 esittelee tuloksia empiirisen tutkimuksen (ks. luku 4) osasta, jonka tarkoituksena oli kartoittaa tarkastuksiin liittyvien ongelmien esiintymistä käytännössä. Kohdassa 6.3 esitetään yhteenveto tulosten pohjalta tehdyistä johtopäätöksistä.

## 6.1 Tarkastusten ongelmat kirjallisuudessa

Tarkastusten toteutumiseen liittyviä ongelmia ei ole aiemmin systemaattisesti tutkittu. Kuitenkin tarkastuksia eri näkökulmista tarkastelevista tutkimusraporteista löytyy jonkinlaisia viitteitä käytännössä havaittuihin ongelmatilanteisiin. Seuraaviin alakohtiin on listattu joukko tällaisia kirjallisuudessa mainittuja ongelmia ja mahdollisia ratkaisuja niihin.

Tässä kohdassa esitettävää listaa käytettiin tutkimuksen empiirisessä osassa kartoittamaan sitä, millaisia ongelmia organisaatioissa käytännössä koetaan. Tässä ei ole siis tarkoitus väittää esitettyjä ongelmatilanteita todellisiksi, vaan ne toimivat tutkimuksessa hypoteeseina, joiden merkittävyyttä käytännössä arvioitiin tutkimukseen osallistuneissa kohdeorganisaatioissa. Listaan on myös liitetty perusteluineen pari oletettua ongelmaa, joihin kirjallisuudesta ei löytynyt viitteitä.

Seuraavissa alakohdissa esitellään lyhyesti joukko mahdollisia ongelmatilanteita ja samalla esitetään mahdollinen ratkaisu ongelmaan. Alakohdat eivät ole missään tietyssä järjestyksessä, eivätkä kaikki välttämättä ole todellisia ongelmia käytännössä. Tämä lista edustaa ainoastaan hypoteettisia ongelmatilanteita ja niiden mahdollisia ratkaisuja. Tässä mainittujen asioiden merkittävyyttä käytännössä tarkastellaan kohdassa 6.2.

### 6.1.1 Palaverin aikataulutus voi aiheuttaa viivettä

Yhteisen ajan löytäminen palaveria varten saattaa usein olla ongelmallista. Yleensä tarkastusten aikataulu suunnitellaan myöhemmin kuin useimpien muiden tehtävien resursointi. Votta (1993) tutkimuksen mukaan jopa 20 % vaatimusmäärittelyyn ja suunnitelmien tuottamiseen kuluvasta ajasta saattaa mennä tarkastuspalaverin odotteluun. Hänen tutkimuksessaan tyypillinen odotusaika suuremmissa projekteissa oli 20 %. Chatzigeorgiou ja Antoniadis (2003) havaitsivat omassa tutkimuksessaan, että heikosta projektin resurssien suunnittelusta johtuen katselmointien ja kehitystyön vaatimat työkuormat osuivat usein samalle viikolle. Tämä saattaa olla selitys myös Votta (1993) tutkimuksen tuloksissa.

Tutkimuksessaan Votta (1993) kyseenalaistaa palaverin merkityksen tarkastusten tehokkuudelle. Gilbin ja Grahamin (1993) mukaan optimaalinen suhde tarkastuksessa olisi, että 80 % virheistä löydetään valmistautumisen aikana ja loput 20 % palaverissa. Votta (1993) tutkimuksessa kuitenkin palaverissa löytyi ainoastaan 4 % kaikista virheistä. Sen perusteella hän esittää, että tavallinen tarkastuspalaveri ei välttämättä ole tehokas tapa toimia. Hän ei kuitenkaan suosittelen kokonaan palaverista luopumista, vaan esittää, että palaveriin osallistuisi tuotoksen tekijän lisäksi ainoastaan yksi tarkastaja.

Myöhemmin useimmat tutkijat (esim. Harjuma ym. 2001; Johnson ja Tjahjono 1998; Perpich ym. 1997) ovat esittäneet virtuaalista tarkastusta vastaukseksi aikatauluongelmaan. Virtuaalisella tarkastuksella tässä tarkoitetaan työkalutuettua tarkastusprosessia, johon ihmiset voivat antaa oman työpanok-

sensa ajasta ja paikasta riippumatta. Joissakin tehdyissä tutkimuksissa on todettu virtuaalinen tarkastus yhtä kyvykkääksi löytämään virheitä ja samalla kustannuksiltaan pienemmäksi kuin perinteinen palaveripohjainen tarkastus (Johnson ja Tjahjono 1998; Perpich ym. 1997). Myös Stein ym. (1997) ovat raportoineet samansuuntaisia tuloksia virtuaalisesta tarkastuksesta. Kuitenkaan he eivät suosittelle palaverista luopumista, vaan pitävät virtuaalista tarkastusta ennemmin täydentävänä menetelmänä, jota voidaan käyttää silloin kuin palaveria ei voida järjestää. Heidän tutkimuksessaan tietyn tyyppisiä virheitä löytyi heikosti ilman fyysisistä palaveria.

**Mahdollinen ratkaisu:** Katselmointien ja niiden vaatimien resurssien suunnittelun tulisi olla osa koko projektin suunnittelua, jotta tarkastusten vaatimat resurssit ovat käytettävissä oikeaan aikaan. Optimaalisessa tilanteessa tarkastusten aikataulu ja resursointi tulisi tehdä osana projektisuunnitelmaa yhdessä muiden tehtävien suunnittelun kanssa. Aiempien tutkimusten valossa toinen ratkaisu tähän ongelmaan saattaa olla jokin vaihtoehtoinen menetelmä perinteisen tarkastuspalaverin järjestämisen sijaan.

### 6.1.2 Palaveri kuluttaa resursseja, mutta siellä ei löydetä paljon virheitä

Jo edellisessä kohdassa viitattiin tähän ongelmaan. Votta (1993) tutkimuksessa tarkastuspalaverissa löytyi merkittävän vähän uusia virheitä niiden lisäksi, jotka oli löydetty jo valmistautumisvaiheessa. Myöhemmin Porterin ja Votta (1998) tekemä tutkimus on tukenut tätä havaintoa. Molemmat tutkimukset kuitenkin havaitsivat palaverin suodattavan tehokkaasti vääriä löydöksiä. Vertailuryhmä, joka ei järjestänyt palaveria lainkaan, oli löydettyjen todellisten virheiden määrässä suunnilleen yhtä tehokas, mutta se raportoi huomattavasti enemmän vääriä löydöksiä. Toiseksi, pelkkä tehokkuus virheiden määrässä mitattuna on rajoittunut näkökulma palaverin merkitykseen. Esimerkiksi Perpich ym. (1997) ja Johnson (1998) näkevät palaverin tärkeänä oppimisen paikana.

Palaverin tehottomuudelle voi olla myös muita selittäviä tekijöitä, kuten huono valmistautuminen. Jos osallistujat ovat huonosti valmistautuneita, löydetään vain vähän merkittäviä virheitä (Gilb ja Graham 1993). Edellä mainituissa tutkimuksissa (Votta 1993; Porter ja Votta 1998) data kerättiin ympäristössä, jossa tarkastukset toteutettiin poikkeuksellisen hyvin. Johtopäätöksissä he ehdottavat, että perinteinen palaverikäytäntö tarkastuksissa on tehoton ja tulisi korvata jollain vaihtoehtoisella menetelmällä. Palaverilla on kuitenkin nähty olevan oma merkityksensä ainakin menetelmän käyttöönottovaiheessa. Esimerkiksi Laitenberger ja DeBaud (2000) esittävät, että organisaation olisi hyvä aloittaa perinteisellä palaveripohjaisella tarkastuksella ja miettiä vaihtoehtoisia toteutustapoja myöhemmässä vaiheessa, kun tarkastukset on saatu toimimaan säännöllisesti.

**Mahdollinen ratkaisu:** Ensimmäiseksi pitäisi tunnistaa syy tähän ongelmaan. Jos tarkastuksissa on jokin muu ilmeinen ongelma, kuten huono valmistautuminen, on se käsiteltävä ensin. Jos mitään tällaisia muita selittäviä tekijöitä palaverin tehottomuudelle ei ole, voidaan ajatella jotain vaihtoehtoista toteutus tapaa palaverin järjestämiselle. Tällaista päätöstä tehdessä on hyvä kuitenkin miettiä palaverin merkitys toiminnalle laajemmasta näkökulmasta. Vaikka palaveri ei kannattaisikaan virheiden löytämisen kannalta, se saattaa olla tärkeä väline oppimisessa ja tiedon jakamisessa. Joissakin organisaatioissa palaveri voi olla myös tärkeä elementti kurinalaisuuden ylläpitämisessä. Jokin toinen tapa koota valmistautumisen tulokset ei välttämättä luo samanlaista sosiaalista painetta tehdä valmistautumistyötä kuin fyysinen palaveri.

### 6.1.3 Huono tukimateriaali

Riittämätön tai huono tarkastuksen tukimateriaali voi vaikuttaa tarkastuksen tehokkuuteen. Materiaali voi olla huonosti suunniteltua tai se saattaa puuttua kokonaan. Tukimateriaalilla tarkoitetaan tässä yhteydessä tarkistuslistoja tai muuta vastaavaa materiaalia, jonka avulla ohjataan tarkastajia virheiden etsinnässä. Käytännössä tyypillinen tapa etsiä virheitä perustuu tarkistuslistoihin tai ad hoc -menettelyyn ilman mitään tukimateriaalia (Laitenberger ja DeBaud 2000). Laitenberger ym. (2000) kritisoivat tarkistuslistoja siitä, että ne ovat usein liian yleisiä. Tällaiset tarkistuslistat kertovat ainoastaan sen, millaisia virheitä dokumentissa voi olla, eikä opasta kuinka niitä voi löytää. Porter ja Votta (1998) totesivat, että hyvä tukimateriaali voi parantaa merkittävästi jopa kokeneiden ammattilaisten kykyä löytää virheitä.

**Mahdollinen ratkaisu:** Laitenberger ym. (2000) esittävät perspektiivipohjaista tarkastusta ratkaisuksi tähän ongelmaan. Menetelmä perustuu skenaarioihin, jotka ohjeistavat virheiden löytämisessä tavallisia tarkistuslistoja yksityiskohdaisemmin. Toinen ratkaisu voi löytyä työntekijöiden tukimateriaalin käyttöön keskittyvästä kouluttamisesta. Rifkin ja Daimel (1994) totesivat, että tarkastajien dokumentin lukutaitoon keskittyvä lyhytkin koulutus paransi huomattavasti virheiden löytymistä tarkastuksissa. Heidän koulutuksessaan jokainen osallistuja teki oman tarkistuslistan ja opetteli käyttämään sitä tehokkaasti. Yhteenvedon voidaan todeta, että hyvän tukimateriaalin käyttö voi parantaa merkittävästi tarkastusten tehokkuutta.

### 6.1.4 Osallistajat eivät ymmärrä tarkastusprosessia

Saattaa olla, että osallistajat eivät ymmärrä omaa rooliaan tarkastusprosessissa. Dokumentin tekijä saattaa olla tietämätön siitä, mitkä dokumentit tulee tarkastaa tai milloin ja miten tarkastus tulee toteuttaa. Wiegersin (1998) mukaan yleinen katselmointeihin liittyvän ymmärryksen puute voi johtaa epä johdonmukaisuuteen katselmointien toteutuksessa. Tällöin katselmointien tavoite, tiimin koostumus, katselmointimenetelmät, raportointi ja palaverikäytännöt saattavat vaihdella katselmoinnista toiseen. Wiegersin mukaan saattaa myös olla epäsel-



vää, kuka johtaa palaveria ja palaveri saattaa ajautua käsittelemään toissijaisia asioita, kuten ratkaisemaan ongelmia tai arvostelemaan ohjelmointityyliä. Yhteenvetona hän toteaa, että tämänkaltaiset ongelmat vaikuttavat katselmointien tehokkuuteen ja pahimmassa tapauksessa saattavat johtaa siihen, että katselmoiteja ei järjestetä ollenkaan.

**Mahdollinen ratkaisu:** Wiegertsin (1998) mukaan koulutus on paras keino varmistaa kaikkien osallistujien yhteinen ymmärrys katselmointiprosessista. Myös Fagan (1986) korostaa artikkelissaan koulutuksen tärkeyttä. Hän jopa varoittaa ottamasta tarkastusmenetelmää käyttöön organisaatiossa ilman asianmukaista koulutusta. Faganin mukaan jotkut koulutuksen väliin jättäneet yritykset eivät ole onnistuneet kovin hyvin tarkastusten toteuttamisessa.

### 6.1.5 Kritiikki kohdistetaan tekijään

Wiegertsin (1998) mukaan ensimmäiset yritykset järjestää katselmoiteja saattavat joskus johtaa dokumentin tekijän kykyjen tai tyylin arvosteluun. Jos dokumentin tekijä kokee tullessaan hyökkäyksen kohteeksi, saattaa hän jatkossa olla haluton tuomaan omia tuotoksiaan katselmoitavaksi. Pahimmassa tapauksessa hän saattaa odottaa tilaisuutta kostaa arvostelijoille silloin, kun heidän tuotoksiaan on katselmoitava.

**Mahdollinen ratkaisu:** Wiegerts (1998) painottaa tässä tarkastuksen johtajan roolia, sillä hänen tulisi hallita tilanne palaverissa ja estää tällainen käyttäytyminen. Siis tähän kykenevät ja koulutetut tarkastusten johtajat voivat olla ratkaisu tällaisiin ongelmiin.

### 6.1.6 Huono tarkastusten suunnittelu

Wiegertsin (1998) mukaan monissa projekteissa katselmoinnit nähdään projektin tarkistuspisteinä (milestone), joiden kohdalla projekti siirtyy seuraavaan vaiheeseen. Jos katselmointi järjestetään juuri tarkistuspisteessä, ei aikataulussa ole enää aikaa virheiden korjaukselle. Se puolestaan saattaa johtaa projektin aikataulun venymiseen. Gilb (2000) suosittelee järjestämään tarkastukset ennen projektin tarkistuspisteitä, mutta sen lisäksi myös useampaan kertaan prosessin aikana.

**Mahdollinen ratkaisu:** Luonnollisesti ratkaisu tähän ongelmaan on suunnitella ja järjestää tarkastukset hyvissä ajoin. Se ei kuitenkaan välttämättä ole aivan yksinkertaista. Sekä projektipäällikön, että ylemmän tason johdon tulee ymmärtää tarkastusten merkitys prosessissa. Näiden ryhmien koulutus saattaa siis olla ratkaisu tähän ongelmaan.

### 6.1.7 Palaveri ajautuu epäoleellisiin asioihin

Jo Fagan (1976) painotti palaverissa keskittymistä virheisiin ja varoitti ylimääräisestä keskustelusta tarkastuspalaverissa. Myös Gilb ja Graham (1993) ovat tästä samaa mieltä. Jos palaverissa sallitaan ongelmien ratkaisua ja muuta keskustelua, se voi helposti viedä koko ajan. Tästä ollaan kirjallisuudessa laajasti yhtä mieltä, mutta kuitenkin esimerkiksi Johnson (1998) on kritisoinut keskustelun kieltämistä. Hänen mukaansa oppiminen on palaverin merkittävin hyöty ja ongelmanratkaisu ryhmässä on tärkeää oppimisen kannalta. Johnson esittää samassa artikkelissa, että virheiden kokoamiseen tarkastuksessa käytettäisiin jonkinlaista asynkronista työkalutuettua menetelmää fyysisen palaverin sijaan. Joka tapauksessa vaikuttaa vaikealta sijoittaa tehokasta virheiden kirjaamista ja keskustelua samaan palaveriin. On hyvä, jos tuotoksen tekijä saa tiimiltä apua ongelmien ratkaisussa, mutta se ei voi tapahtua tarkastuspalaverissa, jonka tulisi keskittyä löytyneiden virheiden kirjaamiseen.

**Mahdollinen ratkaisu:** Tässäkin kohdassa koulutus saattaa olla ratkaisu. Tarkastuksen johtajat ovat keskeisessä roolissa ja heidän tulisi olla koulutettuja. Myös muiden osallistujien kouluttaminen saattaa auttaa asiaa. Jos palaverin tarkoitus ja sitä koskevat ohjeet ovat selviä kaikille, on pienempi riski ajautua palaverissa epäoleellisiin asioihin.

### 6.1.8 Huono valmistautuminen

Gilbin ja Grahamin (1993) mukaan valmistautuminen on tarkastusprosessin kriittisin osa. Heidän mukaansa tarkastus ilman valmistautumista saattaa löytää vain 10 % virheistä, jotka voidaan löytää hyvällä valmistautumisella. Huonoon valmistautumiseen voi organisaatiossa olla monta syytä. Johtotasolla voi olla kiusaus säästää tarkastusten vaatimista resursseista tai työntekijät voivat kokea itsensä liian kiireisiksi valmistautuakseen kunnolla.

**Mahdollinen ratkaisu:** Wiegers (1998) esittää, että jokaisen osallistujan valmistautumiseen käyttämä aika tulisi kirjata muistiin. Se ei kuitenkaan välttämättä takaa hyvää valmistautumista, jos ei kukaan konkreettisesti valvo kerättyä tietoa. Jollakin henkilöllä organisaatiossa tulisi olla vastuu tarkastuskäytänteiden toteutumisesta ja työntekijöiden motivoinnista. Organisaatiolla olisi myös hyvä olla määriteltynä suositukset valmistautumisajoista erilaisille tarkastuksille.

### 6.1.9 Tarkastuksiin osallistuu väriä ihmisiä

Wiegers (1998) toteaa, että katselmointeihin saattaa joskus osallistua ihmisiä, joilla ei ole virheiden löytämiseen tarvittavaa kykyä tai tietämystä. Kuitenkin osallistujien henkilökohtainen osaaminen vaikuttaa olevan suurin yksittäinen tekijä tarkastuksen tehokkuudessa (Sauer ym. 2000).

**Mahdollinen ratkaisu:** Tämä saattaa olla hankala hallinnollinen ongelma, sillä parhaimman osaamisen omaavat työntekijät eivät ole aina käytettävissä. Kuitenkin kouluttamalla voidaan saada nostettua yleistä osaamistasoa. Rifkin ja Daimel (1994) saivat hyviä tuloksia koulutuksesta, jossa keskityttiin virheiden löytämiseen. Koulutuksen jälkeen tarkastuksissa löydettyjen virheiden määrä nousi huomattavasti paremmalle tasolle kuin kontrolliryhmissä, joiden koulutus käsitteli tarkastuksia prosessitasolla.

#### 6.1.10 Roolit saattavat puuttua

Jossain määrin erilaisten roolien määrittäminen eri tarkastajille on kuulunut tarkastusmenetelmään aivan alusta lähtien (Fagan 1976). Porterin ym. (1995) mukaan kuitenkin käytännössä osallistujat tekevät työnsä täysin samalla tavalla silloin, kun käytetään ad hoc -lähestymistapaa tai tarkistuslistoja virheiden etsimisessä. Tällöin osallistujat tekevät paljon päällekkäistä työtä ja sillä saattaa olla vaikutusta tarkastusten tehokkuuteen.

**Mahdollinen ratkaisu:** Tämä on luonnollisesti organisointikysymys. Porter ym. (1995) esittävät, että tarkastajilla tulisi olla erilaisten prosessitason roolien lisäksi myös erilaisia virheiden etsintään liittyviä tehtäviä. He esittävät tutkimuksessaan ratkaisuksi skenaariopohjaista menetelmää, jossa tietynlaisten skenaarioiden avulla ohjataan tarkastajia heidän tehtävissään. Skenaarioiden avulla hoidetaan tehtäväjako niin, että osallistujat etsivät dokumentista erityyppisiä virheitä. Porter ym. (1995) totesivat tutkimuksessaan, että skenaariopohjaisella tekniikalla löydettiin enemmän virheitä kuin ad hoc -lähestymistavalla tai tarkistuslistojen avulla.

#### 6.1.11 Huonolaatuinen dokumentti vie turhaan aikaa

Kelly ja Shepard (2002) viittaavat artikkelissaan tähän ongelmaan. He tutkivat erityisesti koodin katselmointia ja totesivat, että tarkastusten kannalta selkeästi kirjoitettu ja hyvin dokumentoitu koodi on erittäin tärkeää. Huonot dokumentit haaskaavat tarkastajien aikaa. Gilb ja Graham (1993) suosittelevat, että liian huonolaatuista dokumenttia ei tulisi viedä lainkaan tarkastettavaksi, vaan sen laatua tulee ensin parantaa kelvolliselle tasolle.

**Mahdollinen ratkaisu:** Hyvät organisaatiotasoiset ohjeet ja standardit auttavat dokumentin laatijaa tekemään laadukasta työtä. Myös hyvät tarkistuslistat voivat auttaa jo dokumenttia tehdessä. Gilb ja Graham (1993) kehottavat laatimaan selkeät esiehdot tarkastukselle. Nämä ehdot toimivat ohjeena jo dokumentin tekijälle. Tarkastusta ennen tarkastuksen johtaja tarkistaa esiehtojen täyttymisen ennen kuin käynnistää tarkastusprosessin.

### 6.1.12 Huono asenne

Dokumentin tekijä saattaa olla haluton tuomaan tuotoksiaan tarkastukseen, ellei ole pakko. Tämä on luonnollisesti asennekysymys. Monissa yrityksissä tarkastukset vaaditaan prosessissa järjestettäväksi. Kuitenkin, jos tarkastus koetaan ainoastaan prosessin vaatimaksi inhottavaksi tehtäväksi, eivät osallistujat ole motivoituneita tekemään työtä kunnolla. Se puolestaan vaikuttaa varmasti tarkastuksen tehokkuuteen.

**Mahdollinen ratkaisu:** Tässäkin kohdassa koulutus saattaa auttaa. Osallistujien tulisi selkeästi ymmärtää tarkastusten merkitys heidän oman työnsä kannalta. Parhaassa tapauksessa työntekijät näkevät tarkastukset tilaisuutena, jossa tasa-puolisesti autetaan toisia ja saadaan apua omaan työhön. Myös alemman johdon tulisi ymmärtää tämä, sillä heillä on tärkeä rooli tällaisen ilmapiirin rakentamisessa organisaatiossa.

### 6.1.13 Liian paljon materiaalia

Gilb ja Graham (1993) varoittavat tarkastamasta liikaa materiaalia yhdessä tarkastuksessa, sillä heidän mukaansa silloin tarkastuksen teho laskee. Heidän mukaansa optimaalinen aika on usein noin sivu materiaalia tunnissa. Myös muissa lähteissä viitataan samankaltaisiin suosituksiin. Koodin tarkastuksen vauhdiksi Fagan (1986) suosittelee 125 riviä ja Dunsmore ym. (2000a) noin 200 riviä tunnissa. Gilb ja Graham (1993) perustelevat ajankäyttöä sillä, että todella merkittävät virheet voidaan löytää vain, jos tarkastukseen käytetään riittävästi aikaa.

**Mahdollinen ratkaisu:** Materiaalin määrässä on usein kysymys asenteista, joita voi olla vaikea muuttaa. Vie paljon aikaa ja vaivaa rakentaa organisaation uutta kulttuuria, joka osaa arvostaa tarkastuksia organisaation kaikilla tasoilla. Aina ei ole välttämättä tarpeen tarkastaa huolellisesti dokumentaation jokaista palasta. Esimerkiksi Gilb ja Graham (1993) ehdottavat, että laajoista dokumenteista voisi tarkastaa otoksia, joiden perusteella arvioidaan dokumentin laatu.

### 6.1.14 Tarkastuksiin ei ole varattu resursseja

Usein tarkastukset on määritelty kuuluviksi laajempiin tehtäväkokonaisuuksiin, kuten esimerkiksi vaatimusmäärittelyyn. Silloin tarkastuksiin ei ole tavallisesti varattu erikseen resursseja. Jos tarkastuksiin ei ole erikseen varattua aikaa, voivat työntekijät kokea se ylimääräiseksi työksi, johon ei ole aikaa. Se puolestaan johtaa huonoon valmistautumiseen ja tehottomiin tarkastuksiin.

**Mahdollinen ratkaisu:** Resurssien varaaminen on hallinnollinen asia, joka on eräs näkyvä signaali johdon sitoutumisesta. Tässä kysymyksessä projektipäälliköt ovat avainasemassa ja heidän kouluttamisensa voi auttaa asiaa. Organisaatio-

tiossa olisi myös hyvä olla projektisuunnitteluvaiheessa sellaiset käytänteet ja standardit, jotka ottavat tarkastukset huomioon.

## 6.2 Kokemukset yrityksissä

Tämä kohta käsittelee kohdeorganisaatioista kerättyjä katselmointien ongelmiin liittyviä kokemuksia. Organisaatioissa tehdyissä haastatteluissa käytettiin yleisesti termiä katselmointi, koska se on käsitteenä tarkastusta tutumpi. Käytännössä organisaatioiden katselmointikäytännöt useimmissa tapauksissa muistuttivat hyvin paljon perinteistä Faganin (1976) tai Gilbin ja Grahamin (1993) tarkastusprosessia. Katselmointi määriteltiin haastattelun aluksi tarkoittamaan virheiden etsintään keskittyvää toimintaa, johon sisältyy oletus ihmisten valmistautumisesta. Siis esimerkiksi spontaanisti tapahtuva koodin läpikäyminen ei tämän rajauksen mukaan ole katselmointia. Koska haastatteluissa käytettiin käsitettä katselmointi, käytetään sitä myös tässä kohdassa haastattelujen tuloksista raportoitaessa.

Tässä raportoidut kokemukset kerättiin haastatteluilla kahdeksassa ohjelmistoja tuottavassa organisaatiossa. Aluksi haastateltaville esitettiin avoin kysymys siitä, mitkä ovat heidän mielestään keskeisimmät tarkastuksiin liittyvät ongelmat organisaatiossa sillä hetkellä. Sen jälkeen heidän kanssaan käytiin läpi edellisessä kohdassa (6.1) esitetty lista mahdollisista tarkastuksiin liittyvistä ongelmista. Haastateltavilta kysyttiin, kuinka tutulta mainittu ongelma tuntuu omassa työssä. Tuttuutta pyydettiin kuvaamaan numeerisesti asteikolla 1-5 (5 on erittäin tuttu). Empiirisen tutkimuksen toteutus on yksityiskohtaisesti esitelty luvussa 4.

Haastatteluissa selvisi, että esitettyihin kysymyksiin oli vaikeaa saada yksiselitteisiä vastauksia. Jokainen tulkitsi kysymyksessä esitettyä mahdollista ongelmaa omalla tavallaan oman työnsä kontekstissa. Numeeriset arviot absoluuttisina lukuina ovat siis heikosti vertailukelpoisia. Siksi vastauksia analysoidessa esitetyt ongelmatilanteet sijoitettiin organisaatiokohtaisesti järjestykseen sen mukaan, kuinka tavallisena haastateltavat pitivät kyseistä ongelmaa. Se ongelma, jonka organisaatiossa haastateltavat arvioivat keskimäärin tavallisimmaksi (suurin luku asteikolla 1-5), sai järjestysluvun yksi, toiseksi tavallisimmaksi arvioitu ongelma järjestysluvun kaksi, ja niin edelleen. Lopuksi laskettiin kahdeksan organisaation keskiarvo näistä järjestysluvuista. Sen perusteella pääteltiin, mitkä ovat tavallisimmat ongelmat koko kahdeksan organisaation otoksessa. Tässä kohdassa raportoiduissa kokemuksissa painotus ei kuitenkaan ole haastateltavien vastausten numeerisissa arvoissa. Sen sijaan tässä keskitytään keräämään yhteen kokemuksia eri näkökulmista esitettyihin ongelmiin.

Ensin jokaiselle haastateltavalle siis esitettiin avoin kysymys siitä, mitkä ovat heidän mielestään keskeisimmät katselmointien ongelmat omassa organisaatiossa. Vastaukset luonnollisesti vaihtelivat organisaatiosta ja vastaajasta riippuen, mutta seuraavat kolme asiaa olivat tavallisimpia vastauksia:

- kiire, erityisesti osaavilla ihmisillä,
- heikko valmistautuminen,
- kaivataan formaalimpaa toimintaa.

Näistä vastauksista kiire mainittiin lähes jokaisessa organisaatiossa. Erityisenä ongelmana koettiin parhaiden osaajien aikapula. Kiire johtaa organisaatioissa monenlaisiin ongelmiin. Tavallisin ongelma vaikuttaa olevan seuraavana listalla mainittu valmistautuminen, joka tosin voi johtua muustakin kuin kiireestä. Kiireessä ihmiset eivät ennätä valmistautumaan palaveriin ja silloin dokumenteista löytyy vain vähän virheitä. Joissakin organisaatioissa kiire johtaa usein siihen, että katselmointi jätetään kokonaan tekemättä.

Monessa organisaatiossa tuli esille se, että katselmointeihin kaivataan formaalimpaa toimintaa. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että monet kaipasivat enemmän katselmointeja ja kurinalaisuutta Yllättäen tällaisia vastauksia tuli työntekijätasolta niiden toteutukseen, yhtä paljon kuin laatupäälliköiltä. Tavallinen käsitys laatupäälliköilläkin oli, että työntekijät olisivat hiukan vastahakoisia nykyistä formaalimpaan toimintaan. Haastateltavia pyydettiin arvioimaan millaista muutosvastarintaa organisaatiossa on odotettavissa, jos toimintaa kehitetään formaalimpaan suuntaan. Työntekijät arvioivat useassa yrityksessä odotettavissa olevan vastarinnan pienemmäksi kuin laatupäälliköt.

Seuraavissa alakohdissa esitellään lyhyesti organisaatioiden kokemukset edellisessä kohdassa (6.1) esiteltyihin mahdollisiin ongelmatilanteisiin.

### **6.2.1 Palaverin aikataulutus voi aiheuttaa viivettä**

Tämä koettiin organisaatioissa kolmanneksi tavallisimmaksi ongelmaksi. Käytännössä kuvattiin, että aikataulun viivästymistä katselmointien vuoksi tapahtuu silloin tällöin. Kuitenkaan myöhästyminen ei ole niin suurta, että tätä olisi pidetty organisaatioissa kovin merkittävänä ongelmana.

Tämän kohdan tulkinnessa oli jonkin verran eroja eri haastateltavien välillä. Alkuperäinen ajatus ongelmasta Vottan (1993) mukaan oli, että ihmisten aikataulujen järjestäminen yhteistä palaveria varten aiheuttaa viivettä. Osa ongelmista kohdeorganisaatioissa johtui kyllä tästä, mutta ainakin yhtä suuri ongelma organisaatioissa oli materiaalin saaminen ajoissa katselmoitavaksi. Osassa organisaatioista on tavallista jättää katselmointi väliin ennemmin kuin myöhästyttää sen vuoksi aikataulua.

### **6.2.2 Palaveri kuluttaa resursseja, mutta siellä ei löydetä paljon virheitä**

Tämä osoittautui hankalaksi asiaksi lähestyä. Vastauksia saatiin vain kolmesta organisaatiosta eli suurin osa haastateltavista ei osannut sanoa tähän mitään. Sen vuoksi tämä kohta jätettiin huomiotta tavallisimmiksi koettujen virheiden vertailussa. Jotkut haastateltavat arvioivat, ettei palavereissa löydy kovin paljon virheitä, mutta näkivät palaverit muuten hyödyllisinä. Näiden kokemisten perusteella voisi suositella, ettei palaverin järjestämisen tarpeellisuutta asetettaisi kyseenalaiseksi ainakaan ennen kuin määrämuotoisten katselmointien

järjestämisestä on riittävän vahva kokemus. Tätä tukevat ainakin Laitenberger ja DeBaud (2000) joiden mukaan organisaation kannattaisi aloittaa tarkastusten järjestäminen perinteisellä tavalla ja miettiä vaihtoehtoisia toteutustapoja myöhemmin. Votta (1993) tutkimuksessa, johon tämä ongelma viittaa, kohteena oli tarkastuskäytänteissä kehittynyt organisaatio, joka saattaa kyetä pohtimaan palaverin merkitystä perusteellisesti.

Tässä kohdassa on huomattava, että myös löydettyjen virheiden määrään voi vaikuttaa useampi tekijä. Votta (1993) olettaa, että prosessi toimii muuten moitteettomasti ja vikaa on ainoastaan perinteisessä tarkastusmenetelmässä, joka ei hänen mukaansa ole tehokas. Tässä tutkimuksessa palaveriin valmistautuminen todettiin merkittävimmäksi ongelmaksi kohdeorganisaatioiden katselmoineissa. Jo huono valmistautuminen on luonnollinen selitys sille, että näissä organisaatioissa palaverissa löytyy vähän virheitä.

### 6.2.3 Huono tukimateriaali

Huonoa tai olematonta tukimateriaalia ei koettu ongelmaksi kovin yleiseksi. Se sijoittui sijalle yhdeksän tavallisimmaksi koettujen virheiden listalla. Ainoastaan yhdessä organisaatiossa kahdeksasta se nousi selvästi esiin ja todettiin, että hyvästä materiaalista voisi olla hyötyä.

Myös tämä oli eräs vaikeista kohdista haastatteluissa. Vaikeus johtui siitä, että yhdelläkään organisaatioista ei ollut minkäänlaisia tarkistuslistoja tai muuta vastaavaa materiaalia käytössä. Kahdessa organisaatiossa oli jonkinlaisia tarkistuslistoja, mutta ainakaan haastateltavat eivät olleet kuulleet niitä käytettävän käytännössä. Yhtä lukuun ottamatta kohdeorganisaatioissa oli olemassa määritelty katselmointiprosessi, mutta myös tietoisuus siitä oli aika puutteellista. Monet haastateltavat tiesivät, että sellainen ohje on olemassa, mutta eivät osanneet sanoa, mitä se sisältää.

Tarkistuslistojen tai muun virheiden löytämisen tueksi tarkoitetun materiaalin käyttö olivat siis tuntemattomia haastateltaville. Mielipiteet tällaisen materiaalin tarpeellisuudesta vaihtelivat laidasta laitaan. Osa oli sitä mieltä, että työntekijät osaavat toimia ilman tarkistuslistojakin. Toiset taas pitivät tällaista materiaalia hyödyllisenä. Tämän kohdan vakavampi kommentointi olisi siis selvästi vaatinut haastateltavilta enemmän pohjatietoa ja kokemusta tukimateriaalin käytöstä.

### 6.2.4 Osallistujat eivät ymmärrä tarkastusprosessia

Prosessin ymmärtämiseen liittyvät ongelmat jakaantuivat tässä oikeastaan kahteen eri kategoriaan: katselmointien toteutukseen ja niiden organisointiin tuotantoprosessissa. Osallistujat saattavat olla siis tietämättömiä siitä, mitä dokumentteja täytyy katselmoida ja kuinka ne tulee toimittaa katselmoitavaksi. Toisaalta voidaan olla tietämättömiä siitä, miten katselmointi organisoidaan, mitä sen aikana tulee tehdä, kuinka palaverissa tulee käyttäytyä jne.

Tätä ei koettu mitenkään merkittäväksi ongelmaksi. Se sijoittui tavallisimpien ongelmien listalla sijalle kahdeksan, eikä se noussut erityisesti esiin yhdes-

säkään organisaatioissa. Kohdeorganisaatioissa koettiin, että osallistujat tietävät melko hyvin, kuinka tulee toimia katselmoinneissa. Joissakin organisaatioissa koettiin jossain määrin ongelmaksi työntekijöiden yleinen tietämättömyys katselmoinneista ja katselmointien organisoinnista tuotantoprosessissa. Työntekijä ei esimerkiksi välttämättä ymmärrä selvästi katselmointien merkitystä tai tiedä, mitä hänen tuotoksistaan tulee katselmoida.

### **6.2.5 Kritiikki kohdistetaan tekijään**

Tämän kohdan haastateltavat kokivat selvästi kaikkein vähiten ongelmalliseksi. Koko haastatteluaineistosta kahden haastateltavan mielestä tällaista voi tapahtua joskus harvoin ja muiden mielestä ei koskaan. Tämä oli kirjallisuuden perusteella hiukan yllättävää, sillä ainakin kaikissa aihetta käsittelevissä käsikirjoissa (esim. Gilb ja Graham 1993, Wieggers 2002a) muistetaan varoittaa vakavasti tuotoksen tekijän kritisoimisesta. Kulttuuritekijöillä saattaa olla tässä kohdassa oma osansa, mutta joka tapauksessa yhdessäkään näistä kohdeorganisaatioista tällaisia ongelmia ei ollut koettu.

### **6.2.6 Huono tarkastusten suunnittelu**

Tarkastusten huono suunnittelu sijoittui tavallisimpien ongelmien listalla sijalle viisi. Kahdessa organisaatioissa se sijoitettiin kolmen tavallisimman ongelman joukkoon. Muissa organisaatioissa se ei noussut mitenkään erityisesti esille. Yleisesti haastateltavat eivät pitäneet suunnittelua kovinkaan merkittävänä ongelmana. Tavallisesti tarkastukset suunnitellaan kyllä järjestettäväksi ajoissa, mutta ongelma on ennemminkin tarkastettavan materiaalin valmistuminen ajoissa. Katselmoinnin järjestäminen saattaa siis venyä katselmoitavan tuotoksen valmistumista odotellessa. Ongelmia voi tuottaa se, että tällaisessa tilanteessa tarkastukset saatetaan järjestää liian nopealla aikataululla, jolloin osallistujilla ei ole riittävästi aikaa valmistautua. Joissakin organisaatioissa tarkastus saattaa jäädä aikataulun kiristyessä kokonaan tekemättä.

Tarkastusten suunnittelun ongelmiin voidaan myös yhdistää työntekijöiden kiire varsinkin jonkin projektin tarkistuspisteen lähestyessä. Esimerkiksi Chatzigeorgiou ja Antoniadis (2003) havaitsivat eräässä yrityksessä, että työ määrän huiput projektissa yleensä ja tarkastuksissa osuivat samoille viikoille. Tätä ei suoranaisesti kysytty haastatteluissa, mutta merkkejä tällaisesta oli havaittavissa. Jotkut haastateltavat kommentoivat erityisesti kokeneempien työntekijöiden aikapulan aiheuttavan ongelmia.

### **6.2.7 Palaveri ajautuu epäoleellisiin asioihin**

Tämä arvioitiin organisaatioissa toiseksi tavallisimmaksi ongelmaksi. Useimmat haastateltavat eivät kuitenkaan pitäneet tätä ongelmaa kovin merkittävänä. Vaikka katselmointien järjestäminen ei jossakin organisaatioissa olisikaan kovin säännöllistä, ovat työntekijät kuitenkin tottuneet yleisiin kokouskäytänteisiin.



Siis tavallisesti asia saadaan kuitenkin käsiteltyä, vaikka keskustelu välillä hai-rahtuisikin sivupoluille.

Asenne sivuraiteille ajautuvaa keskustelua kohtaan vaihteli selvästi haas-tateltavan mukaan. Toiset pitivät keskustelua mahdollisista ongelman ratkai-suista hyödyllisenä, eivätkä haluaisi missään nimessä karsia sellaista keskuste-lua pois katselmointipalaverista. Varsinaisesti haitalliseksi tällaista keskustelua ei tavallisesti koettu, mutta jotkut haastateltavat pitivät sitä tehottomana toi-mintana, johon koko ryhmältä kuluu turhaan aikaa.

### **6.2.8 Huono valmistautuminen**

Haastateltavat pitivät valmistautumista selvästi tavallisimpana ja merkittävim-pänä ongelmakohtana katselmoinneissa. Syyt heikkoon valmistautumiseen voivat organisaatioissa olla monenlaiset. Eräs suurimmista syistä on varmasti ihmisten heikko motivaatio lukea toisten tuotoksia. Organisaatioissa eletään jatkuvasti tiukkojen aikataulujen kanssa ja ”omat työt” menevät usein toisten töiden lukemisen edelle. Tällaiseen kokemukseenkin vaikuttavat tietysti monet asiat kuten organisaatiokulttuuri, tietämys katselmointien merkityksestä ja se, onko katselmoiteja varten erikseen varattu resurssit työsuunnitelmissa.

Haastattelujen pohjalta vaikuttaa siltä, että toiminnan konkreettiselle val-vonnalle on organisaatioissa tarvetta. Sellaisissakin organisaatioissa, joissa toteutetaan säännöllisesti määrämuotoisia tarkastuksia, oli ongelmia valmistau-tumisen kanssa. Parissa organisaatiossa kerättiin tietoa valmistautumiseen käytetystä ajasta, mutta niissäkään tiedolla ei tehty mitään. Työntekijät voivat siis käytännössä jättää jatkuvasti valmistautumisen vähälle ilman minkäänlaista kontrollia. Vaikuttaa siis siltä, että työntekijät eivät oma-aloitteisesti valmistau-du katselmoiteihin riittävän hyvin. Tähän tarvitaan katselmointien todellisen toteutumisen valvontaa esimerkiksi laatupäällikön toimesta.

### **6.2.9 Tarkastuksiin osallistuu väriä ihmisiä**

Väriiden ihmisten osallistumista tarkastuksiin ei pidetty organisaatioissa oleelli-sena ongelmana. Tämä kohta sijoittui tavallisimpien ongelmien listalla sijalle 11, eikä se noussut erityisesti esiin yhdessäkään organisaatiossa. Harvat tähän kohtaan saadut kommentit viittasivat teknisen osaamisen puutteeseen. Joissa-kin tapauksissa nimenomaan teknisempiä dokumentteja katselmoitaessa kaikil-la osallistujilla ei välttämättä ole ollut riittävän syvällistä teknistä tietämystä. Erityisesti sellaisessa tilanteessa, jossa ollaan tekemisissä uuden tekniikan kans-sa, voi olla vaikeaa löytää teknisesti riittävän tietämyksen osaavia katselmoijia. Hankalimmassa tapauksessa tuotoksen tekijä on ainoa, joka hallitsee käytetyn tekniikan.

Projektiliiketoiminnassa katselmoiteja tehdään usein myös asiakkaiden kanssa. Haastattelujen perusteella projektitoiminnassa asiakkaan tekninen osaaminen saattaa olla vaihtelevaa. Joskus puutteet asiakkaan teknisessä tietä-myksessä saattavat aiheuttaa hankaluuksia. Kuitenkin yleisesti ottaen väriiden ihmisten osallistuminen katselmoiteihin koettiin hyvin pieneksi ongelmaksi.

### 6.2.10 Roolit saattavat puuttua

Roolien puuttumista ei organisaatioissa pidetty yleisenä ongelmana, mutta yhdessä organisaatiossa se nousi selvästi esiin. Se sijoittui tavallisimpien ongelmien listalla sijalle seitsemän. Tämä oli haastatteluissa eräs vaikeasti lähestyttävissä olevia asioita, sillä tässä tarkoitettua selkeää työnjakoa virheiden etsinnässä ei ole organisaatioissa aiemmin ajateltu. Useat haastateltavat totesivat, että tällainen työnjako saattaisi olla hyvä ajatus, mutta eivät osanneet kommentoida asiaa sen tarkemmin.

Tällaista asiaa ei ehkä yleensääkään mielletä ongelmaksi toiminnassa, vaan ehkä potentiaalisesti kehittämiskohteeksi. Tämän asian pohtiminen organisaatioissa vaatisi selvästi enemmän tietämystä katselmoineista. Lisäksi organisaatioilla olisi ehkä hyvä olla nykyistä vakiintuneemmat katselmointikäytänteet ennen kuin tällainen katselmointien kehittäminen on ajankohtaista.

### 6.2.11 Huonolaatuinen dokumentti vie turhaan aikaa

Yleisesti tämä oli eräs vähiten ongelmaksi koetuista kohdista organisaatioissa, mutta yhdessä organisaatiossa se nousi selvästi esiin eräänä tavallisimmista ongelmista. Tavallisimpien virheiden listalla tämä kohta sijoittui sijalle 10. Huonolaatuisia dokumentteja tuodaan haastateltavien mukaan useimmissa organisaatioissa katselmoitavaksi hyvin harvoin. Jotkut haastateltavat kommentoivat, että dokumentit saisivat olla paremmin viimeistelyjä, mutta eivät pitäneet sitä mitenkään suurena ongelmana.

Tähän vaikuttaa selvästi organisaation toimintakulttuuri. Joissakin organisaatioissa katselmointi saatetaan jättää tekemättä, jos tuotos ei näytä valmistuvan ajoissa. Joissakin organisaatioissa tätä taas ei koettu ongelmaksi, koska materiaalin ollessa hiukan keskeneräinen voidaan pitää yhteinen työstöpalaveri ja katselmoida tuotos myöhemmin. Tällainen toimintatapa ei taas onnistu millään sellaisessa toiminnassa, jonka kannalta on kriittistä, että katselmointi saadaan järjestettyä juuri tiettyinä päivinä.

### 6.2.12 Huono asenne

Huono asenne oli myös eräs vähiten ongelmana pidetyistä kohdista. Se sijoittui tavallisten virheiden listalla sijalle 12, eikä se noussut erityisesti esiin yhdessäkään organisaatiossa. Lähes poikkeuksetta haastateltavat kommentoivat, että työntekijät päinvastoin haluavat palautetta omasta työstään. Monessa organisaatiossa erityisesti työntekijätason haastateltava (esim. ohjelmistosuunnittelija) kaipasi lisää ja muodollisempia katselmoitteja.

Lähes kaikki haastateltavat olivat yhtä mieltä siitä, että asenteissa hankalampi ongelma on saada työntekijät lukemaan toisten tuotoksia. Kuten jo useampaan kertaan aiemmin on todettu, valmistautumista pidettiin organisaatioissa katselmointien merkittävimpänä ongelmana. Useimmissa organisaatioissa suurin syy puutteelliseen valmistautumiseen löytyy työntekijöiden asenteissa. Syy ei välttämättä ole ainoastaan katselmoijien asenteissa, vaan luonnollisesti

asenteet kaikilla organisaation tasoilla vaikuttavat suoriutumiseen. Jos esimerkiksi projektipäällikkö ei arvosta katselmoiteja, ei niihin todennäköisesti varata riittävästi resursseja.

### 6.2.13 Liian paljon materiaalia

Tämä koettiin selvästi merkittäväksi ongelmaksi ainoastaan yhdessä organisaatiossa. Tavallisimpien ongelmien listalla se sijoittui sijalle kuusi. Organisaatioissa ei tässä tutkimuksessa varsinaisesti selvitetty tavallista katselmoitavan materiaalin määrää. Kuitenkin haastatteluissa käytyjen keskustelujen perusteella voidaan arvioida, että tavallinen määrä katselmoitavaa materiaalia oli jokaisessa organisaatiossa todella paljon kirjallisuuden esittämiä suosituksia suurempi. Lisäksi haastateltavien arvioima tavallinen valmistautumiseen käytetty aika oli melko pieni. Tyypillinen arvio oli noin puoli tuntia.

Tämä vaikuttaa siis olevan selvästi sellainen kysymys, joka vaatisi enemmän tietoa ja kokemusta katselmoineista. Katselmoiteihin satsataan resursseja hyvin varovasti ja yksikään kohdeorganisaatioista ei ole yrittänyt tunnistaa konkreettisesti niiden vaikutusta tuotantoprosessiin. Jos organisaatiot yrittäisivät mitata katselmointien vaikutusta, saattaisivat ne ainakin kirjallisuuden raportoimien tutkimustulosten perusteella päätyä käyttämään enemmän aikaa katselmoiteihin.

### 6.2.14 Tarkastuksiin ei ole varattu resursseja

Yhdessäkään kohdeorganisaatiossa tarkastuksiin ei ole selkeästi varattu resursseja työntekijöiden työsuunnitelmiin. Kuitenkin mielipiteet tästä kohdasta vaihtelivat melko paljon. Tavallisimpien ongelmien listalla tämä kohta sijoittui sijalle neljä ja neljässä organisaatiossa haastateltavat pitivät tätä eräänä tavallisimmista ongelmista. Toisaalta kahdessa yrityksessä tämä oli selvästi vähiten ongelmaksi koettujen asioiden joukossa.

Tässä on hyvä huomata, että resurssien varaaminen yksistään ei ole ratkaisu tähän liittyviin ongelmiin. Jos organisaatiokulttuuri ei pidä tarkastuksia tärkeänä, voidaan ne tehdä edelleen huonosti, vaikka niihin muodollisesti olisi varattu resurssit olemassa. Siis jos tarkastuksia ei arvosteta, löytyy valmistautumisen sijasta aina jotain tärkeämpää tekemistä.

## 6.3 Yhteenveto tarkastusten ongelmista

Tässä luvussa on käsitelty katselmointien toteuttamiseen liittyviä ongelmia sekä kirjallisuuden että kohdeorganisaatioissa tehdyn haastattelututkimuksen perusteella. Tarkoituksena on ollut kuvata ongelmakenttää ja tunnistaa, mitkä ongelmat ovat todellisia tämän päivän ohjelmistotuotannossa.

Haastateltavia pyydettiin arvioimaan, kuinka tavallisia ja merkittäviä ovat tämän luvun kohdassa 6.1 esitetyt mahdolliset ongelmat heidän omassa organisaatiossaan. Seuraavat kolme ongelmaa koettiin kaikkein tavallisimmiksi:

- huono valmistautuminen,
- palaveri ajautuu epäoleellisiin asioihin,
- palaverin aikataulutus voi aiheuttaa viivästystä.

Mainituista tavallisimmiksi kuvatuista ongelmista valmistautuminen kuvattiin selvästi merkittävimmäksi. Palaverin ajautuminen epäoleellisiin asioihin ja palaverin aikataulutuksen aiheuttama viivästys olivat asioita, joita tapahtuu silloin tällöin, mutta niitä ei koettu kuitenkaan kovin merkittävästi toimintaa vaikeuttaviksi asioiksi.

Mielenkiintoista tuloksissa oli se, että ainakin näissä kohdeorganisaatiossa ongelmat olivat samansuuntaisia. Organisaatioiden välillä oli kuitenkin huomattavia eroja katselmointien toteutuksen systemaattisuudessa. Tämä tukee etukäteen tehtyä hypoteesia siitä, että myös käytänteissään kehittyneessä ja tarkastuksia säännöllisesti toteuttavassa organisaatiossa voi olla joitakin merkittävästi tehokkuuteen vaikuttavia ongelmia.

Haastatteluissa kävi selväksi, että koko organisaation tilaa on vaikeaa kuvata kolmen haastattelun tuottamien vastausten perusteella. Yksilöiden väliset erot monissa kysymyksissä olivat suuria. Eri työntekijät tulkitsivat jokainen kysymyksiä oman tietonsa ja ennakoasenteensa pohjalta. Saattoi olla, että haastateltavien joukossa oli joku, jonka mielestä kaikki toimii lähes täysin ongelmattomaksi. Kuitenkin toinen haastateltava samasta organisaatiosta saattoi nähdä merkittäviä ongelmia usealla osa-alueella. Myös erot eri projektiryhmien toiminnassa samassakin organisaatiossa saattavat selittää vastausten eroja, mutta varmasti suurin osa eroista johtuu tietoon ja ennakoasenteeseen perustuvista tulkintaeroista.

Jotkut haastatteluissa esitetyt mahdolliset ongelmakohdat olivat selvästi sellaisia, jotka olisivat vaatineet haastateltavilta enemmän tietoa ja kokemusta. Esimerkiksi roolijaon merkitystä virheiden etsinnässä ei kukaan haastateltavista ollut ajatellut aiemmin ja siksi he eivät kokeneet sitä ongelmana. Sama asia koski tukimateriaalin käyttöä virheiden etsinnässä. Yksikään organisaatioista ei käytä katselmoinneissa tällaista materiaalia, mutta haastateltavat eivät myöskään kokeneet sitä ongelmana. Kokemus esimerkiksi hyvin laadittujen tarkistuslistojen käytöstä saattaisi muuttaa vastauksia.

Monilla katselmointien toimintaan liittyvillä ongelmilla on riippuvuus-suhde toisiinsa. Vastausten tulosten tulkintaa vaikeuttaa erityisesti sellainen kohta, jossa tietty ongelma estää toisen esiintymisen tai jonkin ongelman realisoitumiselle on olemassa jonkinlainen esiehto. Esimerkkinä voisi olla katselmointipalaverin järjestelyn aiheuttama viivästys, jota parissa kohdeorganisaatiossa ei haastateltavien mukaan tapahdu kovin usein. Syy oli se, että näissä organisaatioissa tavallisempi ratkaisu aikataulun kiristymiseen on jättää katselmointi pitämättä kuin viivästyttää sen järjestämistä.

Eräs haastattelututkimuksen taustalla oleva ajatus oli, että tässä luvussa esitetyn kaltaista ongelmallista voisi käyttää katselmointikäytänteiden kehittämisen apuvälineenä. Muutaman haastattelun avulla organisaatiossa voitaisiin kartoittaa todelliset katselmointien ongelmakohdat, jotta voidaan keskittää kehittämistoimenpiteet oikeisiin asioihin ja parantaa siten toimintaa mahdollisimman kustannustehokkaasti. Johtopäätös haastattelujen jälkeen oli, että ongelmallista voi toimia apuvälineenä, mutta haastateltavien antamat vastaukset ovat itsessään liian rajallinen tietolähde kehittämiskohteiden valintaa varten.

Yhteenvedona haastattelujen tuloksista voidaan sanoa, että niiden määrällisiin tuloksiin ei kannata kiinnittää liian suurta huomiota. Edellä mainittujen tulosten tulkintaan liittyvien ongelmallisuuden kysymyslistan avulla ei voida tunnistaa kaikenlaisia ongelmia. Esimerkiksi organisaation asenteen mittaaminen on hankala tehtävä, koska se ei välttämättä näy ulkonaisina tunnusmerkeinä käytänteissä. Haastattelutulosten lisäksi tarvitaan siis runsaasti katselmointien erityisasiantuntemusta ja organisaation nykytilan tulkintaa, jotta saadaan perustellusti valittua tärkeimmät kehittämiskohteet katselmointikäytänteissä.

**OSA III - KYPSEYSTASOMALLI  
TARKASTUSKÄYTÄNTEIDEN ARVIOINTIIN**

## 7 KYPSEYSTASOMALLIN KEHITTÄMINEN

Tutkimuksen kolmannessa osiossa käsitellään tarkastuskäytänteiden kypsyystason arviointia ohjelmistoja tuottavassa organisaatiossa. Pääosa tästä osasta keskittyy tämän tutkimuksen yhteydessä kehitettyyn *ICMM-malliin* (Inspection Capability Maturity Model), joka on tarkoitettu tukemaan tarkastuskäytänteiden arviointia ja kehittämistä. Tässä luvussa kuvataan tutkimuksen lähestymistapa sekä alustava ICMM-malli ja taustatietoa sen kehittamisestä. Luvussa 8 esitellään ja analysoidaan mallin käytöstä saatuja kokemuksia ja luvussa 9 tutkimuksen tuloksena syntynyt parannettu ICMM-malli.

Lähtökohta ICMM-mallin kehittämiseksi oli käytännöllinen. Tutkimuksen alussa oli tarve saada viitekehys, joka toimisi apuvälineenä organisaatioiden tarkastuskäytänteitä vertailtaessa ja joka voisi toimia apuvälineenä tarkastuskäytänteiden kehittämisessä. Aiemmasta tutkimuksesta ei kuitenkaan löytynyt tähän tarkoitukseen soveltuvaa valmista mallia ja siitä syystä ratkaisuksi päätettiin kehittää ICMM.

Seuraavassa kohdassa 7.1 esitellään tarkastuskäytänteiden kypsyystason arviointiin aiemmin esitettyjä malleja. Kohdassa 7.2 kuvataan prosessi, jota ICMM-mallin kehittämisessä on käytetty. Kohdassa 7.3 esitetään artikkeliin Kollanus (2005a) pohjautuen yksityiskohtaisesti alustava ICMM-malli ja sen tausta. Lopuksi kohdassa 7.4 esitetään yhteenveto keskeisimmistä tässä luvussa tehdyistä johtopäätöksistä.

### 7.1 Taustaa tarkastuskäytänteiden kypsyystason arvioinnista

Tarkastuskäytänteiden kypsyystason mittaamista ei ole kovinkaan paljon aiemmin tutkittu. Joitakin sen suuntaisia esityksiä kirjallisuudessa on kuitenkin olemassa, mutta niistä jokaisessa on omat ongelmansa tämän tutkimuksen kannalta.

Testausprosessien kypsyystasoa arvioivia malleja on olemassa useita ja osaan niistä on sisällytetty myös katselmointeihin liittyviä käytänteitä. Esimerkiksi

Burnstein ym. (1999) ottavat katselmoiteja jonkin verran huomioon omassa mallissaan. Heidän mallinsa on rakenteeltaan sellainen, että katselmoiteja ei voida tarkastella siinä omana prosessinaan. Ericsonin ym. (1997) TIM-malli on ainoa kirjallisuudessa tunnettu testausprosessien kypsyystasomalli, jossa katselmoiteja voidaan tarkastella erillisenä prosessina. Sen ongelma on kuitenkin mallin rajallisuus katselmointien kannalta relevanttien tekijöiden kuvaamisessa. Toiseksi TIM-mallin käyttämisen tueksi ei ole olemassa riittävää dokumentaatiota, eikä mallissa vaadituille kriteereille ole esitetty juurikaan perusteluja.

Eräs harvoja tarkastusten kypsyystason arvioimiseen keskittyviä malleja on esitetty Gradyn ja Van Slackin (1994) artikkelissa. Malli on kehitetty Hewlett Packardin organisaatiossa ja sen taustalla ovat organisaation omat kokemukset tarkastusten käytöstä pitkällä aikavälillä. Mallin heikkous onkin siinä, että se kuvaa paremmin HP:n kaltaisen jättikokoisen yrityksen tarkastuskäytänteiden käyttöönottoa kuin sitä, kuinka tällä hetkellä tarkastuksia kehittävän organisaation kannattaisi toimia. Myös Wiegers (2002a, 26-27) on esittänyt viisiportaisen mallin, joka kuvaa katselmointien kehittymistä organisaatiossa. Kuitenkin Wiegersin kuvaus on hyvin ylimalkainen, eikä pidä sisällään tarkkoja kriteerejä. Vaikka nämä mainitut mallit eivät sellaisenaan sopineet käytettäväksi tämän tutkimuksen tarkoitukseen, sisältävät ne kuitenkin useita hyviä huomioita, jotka ovat vaikuttaneet merkittävästi ICMM-mallin kehittämiseen.

Toisen tarkastuskäytänteiden kypsyttä arvioivan mallin ovat kehittäneet Tervonen ym. (2001). Mallia ovat kehittäneet edelleen Harjumaan ym. (2004). Heidän esityksessään on määritelty 29 erilaista indikaattoria, jotka ovat kypsytyksen määrääviä tekijöitä 12 eri prosessialueella. Mallissa on hyvin hahmotettu tarkastuskäytänteisiin liittyviä prosesseja ja sen vuoksi se voi olla hyvä apuväline tarkastusten kehittämisessä organisaatiossa. Mallissa eri prosessialueita ei ole priorisoitu, eikä se perustu kypsyystasoihin samalla tavoin kuin esimerkiksi Gradyn ja Van Slackin (1994) malli. Sen vuoksi Harjumaan ym. (2004) esittämän mallin avulla tässä tutkimuksessa tärkeässä osassa oleva organisaatioiden vertaileminen on hankalaa.

Aiemmasta tutkimuksesta ei vaikuttanut löytyvän sellaista mallia, joka olisi ollut käyttökelpoinen ja soveltunut tämän tutkimuksen tavoitteisiin. Siitä syystä ennen tutkimuksen empiiristä osuutta kehitettiin aiempiin tutkimustuloksiin pohjautuva oma tarkastuskäytänteiden kypsyttä arvioiva malli.

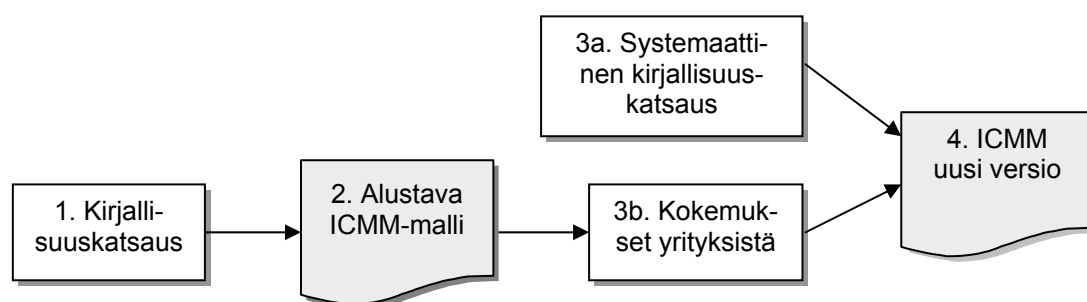
## 7.2 Tutkimusprosessi

Tämä osa työstä edustaa konstruktivistista tutkimusta (*design science*). Marchin ja Smithin (1995) määrittelyn mukaan konstruktivisen tutkimuksen tuloksena syntyy artefakti, joka voi olla tyypiltään käsitteistö, malli, metodi tai realisointi (suomenos Järvinen ja Järvinen 2004). Konstruktivinen tutkimus ei pyri kuvaamaan totuutta jostain luonnonilmiöstä, vaan keskeinen kysymys tutkimuksessa on luodun artefaktin käyttökelpoisuus suunnitellussa käyttötarkoituksessa (March ja Smith 1995).



Tässä tutkimuksessa tulos on malli, jonka tarkoituksena on tukea ohjelmistotuotannon prosessien parantamista. Tavallisesti konstruktivisesta tutkimuksesta esitetyt esimerkit ovat hyvin teknisiä ja kuvaavat, miten tai minkä periaatteiden mukaan jokin ongelma pitäisi ratkaista tietojärjestelmän avulla (ks. Walls ym. 1992 tai Hevner ym. 2004). ICMM-mallin kehittäminen poikkeaa luonteeltaan jonkin verran näistä esimerkeistä. Konstruktivisen tutkimuksen periaatteet soveltuvat kuitenkin hyvin tähän tutkimukseen, sillä kehitetty ICMM-malli ei pyri olemaan organisaation toimintaa kuvaava teoria, vaan keskeistä on sen käyttökelpoisuus organisaation apuvälineenä. Tutkimuksessa on noudatettu yleisiä Hevnerin ym. (2004) konstruktiviselle tutkimukselle laatimia suosituksia.

Sekä March ja Smith (1995), että Hevner ym. (2004) jakavat konstruktivisen tutkimuksen kahteen pääosaan: artefaktin rakentaminen ja evaluointi. Nämä jakaantuivat ICMM-mallin kehittämisessä iteratiivisesti eri vaiheisiin kuviossa 7 esitetyllä tavalla. Lähtökohta mallin kehittämiseksi oli edelliseen alakohtaan tiivistetty selvitys aiemmista vastaavanlaisista malleista. Selvityksen jälkeen päädyttiin kehittämään uusi malli, jota voitaisiin käyttää tarkastuskäytäntöiden arvioimiseen ja niiden parantamisen tukena ohjelmistoja tuottavassa organisaatiossa. Ensimmäisessä vaiheessa käytiin läpi kirjallisuuslähteet, joiden arvioitiin olevan keskeisimpiä kypsyyssomallin kehittämisen kannalta. Tärkeä osa käytettyjä lähteitä olivat esikuvana käytetty CMMI-malli (SEI 2002) sekä erilaiset kypsyyss- ja kyvykkyysmallit, joita on aiemmin esitetty tarkastuksiin ja testaukseen liittyen. Toinen puoli lähteistä koostui tarkastuksia koskevista kirjoista sekä useimmin viitatuista tutkimustuloksista, joiden pohjalta pyrittiin hahmottamaan tärkeimpiä tarkastuksiin liittyviä käytänteitä. Tämän alustavan kirjallisuuskatsauksen tulosten pohjalta kehitettiin alustava ICMM-malli (vaihe 2). Se muodostui kombinaatioksi CMMI-mallista ja muista aiemmista malleista saaduista vaikutteista, tarkastuksiin liittyvistä tutkimustuloksista ja kirjallisuudessa esitetyistä ideoista. Oletuksena oli, että yrityksistä saatavat kokemukset ja systemaattisen kirjallisuusanalyysin tulokset saattavat tuottaa tähän alustavaan malliin vielä paljonkin muutoksia.



KUVIO 7 Tutkimusprosessi ICMM-mallin kehittämisessä

Hevner ym. (2004) luettelevat useita menetelmiä, joita voidaan käyttää luodun artefaktin evaluoinnissa. ICMM-mallin käyttökelpoisuuden arviointiin käytettiin heidän mainitsemistaan menetelmistä sekä tapaustutkimusta, että kirjallisuuden pohjalta muodostettua argumentointia. Mallin arviointi on luonteeltaan erilaista kuin esimerkiksi tietojärjestelmän toteutuksen, jonka käytöstä saadaan usein helposti tilastollisesti merkitseviä tuloksia tuottava määrä käyttökokemuksia. ICMM-mallin laajamittainen testaaminen oli mahdotonta toteuttaa. Mallia ei voitu myöskään arvioida vertaamalla sitä vaihtoehtoisiin ratkaisuihin, sillä toista vastaavaa mallia ei ennestään ollut.

Kolmannessa vaiheessa toteutettiin sekä systemaattinen kirjallisuuskatsaus, että tapaustutkimus kahdeksassa organisaatiossa. Tämän vaiheen tarkoitus oli samaan aikaan arvioida alustavaa ICMM-mallia ja tuottaa uutta tietoa mallin kehittämistä varten. Kirjallisuuskatsauksessa käytiin systemaattisesti läpi hyvin laaja otos katselmoiteja käsitteleviä tutkimuksia ja tehtiin yhteenveto tutkimustuloksista (ks. luku 3). Tulosten avulla pyrittiin arvioimaan alkuperäisen ICMM-mallin yhdenmukaisuutta tutkimustiedon kanssa, kehittämään mallin määrittelyä ja tunnistamaan mahdollisia mallista puuttuvia tarpeellisia osia.

ICMM-mallin kaltaisen konstruktion arvioiminen empiirisesti on haastavaa. Ensinnäkin käyttökokemusten hankkiminen on työlästä. Toiseksi prosessin parantaminen on todella monimutkainen ilmiö, jonka vangitseminen mitattavaan muotoon on hankalaa. ICMM-mallin tarkoitus on tukea olemassa olevien tarkastuskäytänteiden arviointia ja tarjota viitekehys käytänteiden pitkäjänteiseen parantamiseen. Näistä tavoitteista käsin käyttötapaukseksi voidaan määritellä joko käytänteiden arviointi tai käytänteiden parantaminen pitkällä aikavälillä. Jälkimmäisen tutkiminen olisi vaatinut vuosien pituisen seurantaajan, joten tämän tutkimuksen empiirisessä osassa keskityttiin ICMM-malliin olemassaolevien käytänteiden arvioimisessa.

Kohdeorganisaatioissa toteutettiin haastattelututkimus, jonka yksityiskohdat on esitetty luvussa 4. Organisaatioissa arvioitiin olemassa olevia tarkastuskäytänteitä alustavaa ICMM-mallia käyttäen. Samalla kysyttiin haastateltavien omia arvioita tarkastusten toimivuudesta ja selvitettiin käytänteisiin liittyviä käytännön ongelmia, joita organisaatioissa oli koettu. ICMM-mallin käyttökelpoisuutta arvioitiin näiden tulosten perusteella. Aluksi tutkittiin, onko ICMM-mallin mukaisilla arviointituloksilla yhteys siihen, kuinka tyytyväisiä haastateltavat ovat tarkastusten toimivuuteen. Toiseksi tarkasteltiin, millainen yhteys käytänteiden arvioinnissa havaituilla puutteilla on tarkastuksissa merkittäviksi koettujen ongelmien kanssa. Tässä pyrittiin arvioimaan, ovatko ICMM-mallin esiin nostamat puutteet käytänteissä merkittäviä todellisen toiminnan kannalta.

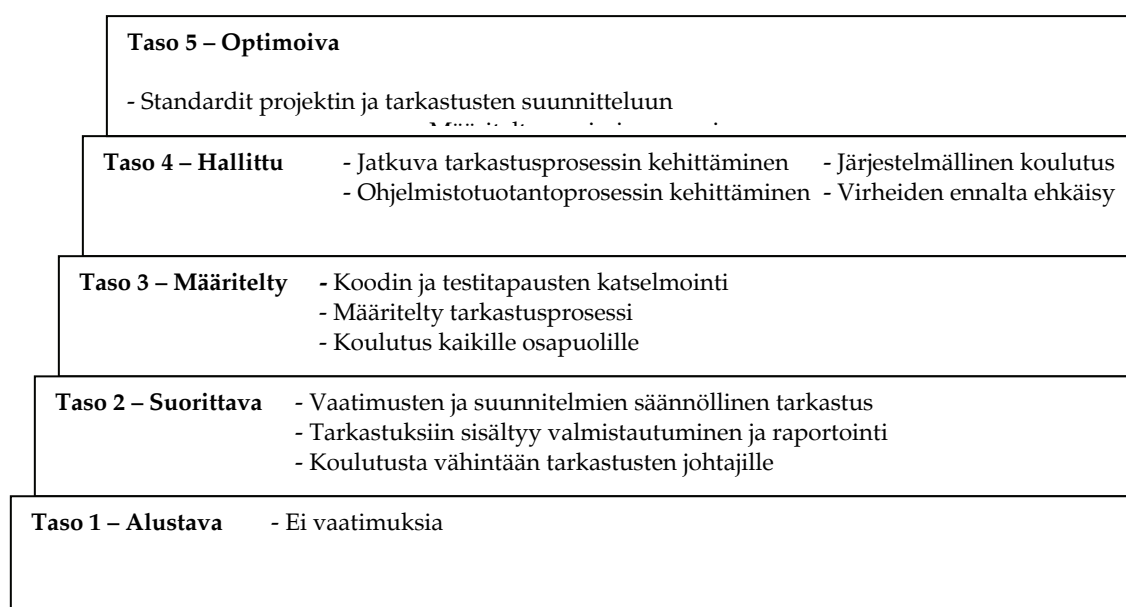
Lopuksi organisaatiosta saatujen kokemusten ja systemaattisen kirjallisuuskatsauksen kokemusten pohjalta kehitettiin parannettu versio ICMM-mallista.

### 7.3 ICMM – Inspection Capability Maturity Model

ICMM on malli, joka on kehitetty mittaamaan tarkastusten kypsyystasoa ohjelmistotuotantoprosessin kypsyystasoa tuottavassa organisaatiossa. Kypsyystason mittaamisen lisäksi ICMM:n tarkoitus on olla kehys, jonka avulla voidaan kehittää organisaation tarkastuskäytänteitä. Malli ei kerro, kuinka käytänteitä tulisi kehittää, mutta voi auttaa tunnistamaan organisaation tarkastuskäytänteiden kypsyystasoa vastaavia mielekkäitä kehittämiskohteita.

ICMM:n esikuvana on käytetty koko ohjelmistotuotantoprosessin kypsyystä mittaavaa Software Engineering Institutin CMMI-mallia (SEI 2002). Ajatus kypsyystasoista noudattaa samaa periaatetta. Tasojen jakaminen viiteen portaaseen vaikuttaa vakiintuneelta tavalta esittää organisaation kypsyystä. Esimerkiksi testauksen kypsyystä mittaava TIM (Ericson ym. 1997) sekä tarkastusten kypsyystä kuvaava Gradyn ja Van Slackin (1994) esitys ovat päätyneet viisitasoiseen jaotteluun. Ajatus tällaisesta kypsyysmallista on todettu siinä määrin hyväksi, että malleja on kehitetty myös useille muille ohjelmistotuotannon prosessialueille. Tästä esimerkkeinä ovat kypsyysmallit projektinhallintaan (Kerzner 2001) ja ylläpitoon (April ym. 2004) liittyviä prosesseja varten.

Jokaisella tasolla on tietty määrä vaatimuksia, jotka täytyy täyttää ennen kuin organisaatio saavuttaa tason. Siis organisaatio voi täyttää esimerkiksi lähes kaikki kolmannen tason vaatimukset, mutta se on silti tasolla yksi, jos ei täytä kaikkia toisen tason vaatimuksia. Perusajatuksen lisäksi ICMM:n yksittäiset tasot muistuttavat periaatteeltaan CMMI:n vastaavia tasoja. ICMM:n tasot on kuvattu tiivistetysti kuviossa 8.



KUVIO 8 ICMM-mallin rakenne

Ensimmäinen taso on lähtötaso, jolla ei ole mitään vaatimuksia. Toisella tasolla oleva organisaatio toteuttaa ainakin joitakin tarkastuksia säännöllisesti. Kolmannella tasolla olevalla organisaatiolla on hyvin määritelty prosessi tarkastuksia varten ja se toimii prosessin mukaisesti. Neljäs taso tuo mukaan tarkastusten määrätietoisuuden kehittämisen ja ajatuksen virheiden ennaltaehkäisystä. Viides taso keskittyy tietoiseen kustannustehokkuuden parantamiseen. Seuraavaksi käydään yksityiskohtaisesti jokainen näistä tasoista läpi.

### 7.3.1 Taso 2 - Suorittava

Tasolla kaksi organisaatio yksinkertaisesti toteuttaa tarkastuksia säännöllisesti. Tarkastuksia täytyy toteuttaa jokaisessa projektissa, mutta organisaatiolla ei tarvitse olla dokumentoitua prosessia tarkastuksia varten. Tarkastukset tällä tasolla voivat siis olla melko heikosti organisoitua toimintaa ja ne eivät välttämättä toimi kovin tehokkaasti. Kuitenkin tälläkin tasolla tarkastuksilta vaaditaan joitakin kaikkein oleellisimpia ominaisuuksia.

Vaatimukset tällä tasolla ovat melko matalat. Tämä oli tietoinen valinta ICM-mallin kehittämissä vaiheissa, jotta tämän tason saavuttamisessa ei olisi liian suuri kynnys tarkastuksia käyttöön otettaessa. Johnsonin (1998) tutkimuksessa 80 % osallistujista käytti tarkastuksia epäsäännöllisesti tai ei ollenkaan. Vaikuttaa siis siltä, että useimmilla organisaatioilla on edelleen suuri työ päästä tarkastusten järjestämisessä säännöllisyyteen.

Suorittavalla tasolla organisaatiolta vaaditaan seuraavat prosessialueet:

- vaatimusmäärittelyn ja tärkeimpien suunnitteludokumenttien tarkastukset,
- tarkastuksiin sisältyvä valmistautuminen ja raportointi,
- koulutusta vähintään tarkastusten johtajille.

**Vaatimusmäärittely ja tärkeimmät suunnitteludokumentit on tarkastettava jokaisessa projektissa.** On hyvin tunnettua, että virheiden löytäminen ja korjaaminen maksaa sitä enemmän, mitä myöhemmässä vaiheessa ne löydetään. Klassisessa Boehmin (1981) tutkimuksessa todettiin, että testausvaiheessa löytynyt vaatimukseen liittyvä virhe maksoi kymmeniä kertoja enemmän korjata kuin vaatimusten määrittelyvaiheessa. Alkuvaiheen dokumentaatio on siksi kaikkein tärkeintä tarkastaa ja siitä organisaation tulisi aloittaa tarkastusten käyttöönotto organisaatiossa.

Se, mitä tarkoittaa tärkeimmät suunnitteludokumentit, riippuu projektista ja organisaatiosta. Tärkeimpiin suunnitteludokumentteihin kuuluu tavallisesti ainakin arkkitehtuurisuunnitelmat ja joitakin muita suunnitteludokumentteja. Tällä tasolla ei ole kuitenkaan mielekäästä vaatia jokaisen pienen komponentin suunnitelmien tarkastamista.

**Tarkastuksiin täytyy sisältyä valmistautuminen ja raportointi.** Tällä tasolla tarkastusprosessin ei tarvitse vielä olla dokumentoitu, eikä sen tarvitse tiukasti noudattaa formaalia, esimerkiksi Faganin (1976) mukaista, tarkastusprosessia.

Kuitenkin tarkastusten täytyy tärkeimmiltä osiltaan muistuttaa tarkastusta ja siksi toimintaan täytyy sisältyä vähintään valmistautuminen ja raportointi. Esimerkiksi vapaamuotoinen läpikäynti ei täytä näitä kriteereitä. Kuitenkin esimerkiksi sähköpostin välityksellä organisoitu tarkastus täyttää kriteerit, jos siitä tehdään raportti.

On yleisesti tunnustettua, että valmistautuminen on tarkastuksen tärkeimpiä asioita. Tarkastuksen tehokkuuden kannalta on ensisijaisen tärkeää, että osallistujat ovat hyvin valmistautuneita. Gilbin ja Grahamin (1993) arvio on, että optimaalisessa tilanteessa tulisi 80 % virheistä löytyä valmistautumisvaiheessa ja loput 20 % tarkastuspalaverissa. He toteavat myös, että tarkastusmenetelmän tehokkuus epämuodollisiin katselmointeihin verrattuna tulee esiin vasta silloin, kun tarkastajat käyttävät valmistautumiseen riittävästi aikaa. Muussa tapauksessa löydetään vain helposti löydettäviä virheitä, jotka löydetäisiin todennäköisesti epämuodollisessa katselmoinnissakin.

Tällä tasolla raportoinnille ei ole tiukkoja vaatimuksia. Kuitenkin jokaisesta tarkastuksesta täytyy tehdä raportti, joka sisältää tiedot vähintään tarkastetusta dokumentista, osallistujista ja tarkastuksen ajasta. Myös lista tarkastuksessa löydettyistä virheistä tulee sisältyä raporttiin. Pääasia on, että raportoinnin perusteella voi seurata tarkastusten toteutumista.

**Tarkastusten johtajat täytyy kouluttaa.** Tämä on myös eräs tärkeimmistä asioista tarkastuksessa. Tarkastuksen johtajalla on vastuu tarkastusprosessista, joten vähintään hänellä täytyy olla hyvä käsitys tarkastuksen merkityksestä tuotantoprosessissa. Lisäksi hänellä täytyy olla tietoa keskeisistä tarkastuksen tehokkaaseen toteuttamiseen vaikuttavista tekijöistä, kuten siitä, miten tarkastuspalaveri tulisi organisoida.

### 7.3.2 Taso 3 – Määritely

Määritely taso vaati organisaatiolta hyvin määriteltyä prosessia tarkastuksia varten. Määritellyn prosessin täytyy sisältää tarkastuksen tehokkuuden kannalta keskeisimmät elementit. Tämä taso ottaa huomioon myös CMMI-mallin siten, että tällä tasolla oleva organisaatio täyttää samalla CMMI:n katselmointeihin liittyvät vaatimukset. CMMI-mallissa nämä vaatimukset ovat myös kolmannella tasolla verifiointia ja validointia käsittelevillä prosessialueilla.

Määritellyllä tasolla vaaditaan seuraavat prosessialueet:

- koodin ja testitapausten katselmointi,
- määritely tarkastusprosessi,
- koulutus kaikille osapuolille,
- mukautettu tukimateriaali,
- datan kerääminen ja käyttö,
- organisaation sitoutuminen.

**Koodi ja testitapaukset täytyy tarkastaa jokaisessa projektissa.** Ei ole välttämättä tarpeen tarkastaa muodollisesti jokaista koodin osaa, mutta joka tapauksessa tärkeimmät koodin osat ja testitapaukset täytyy tarkastaa. Lisäksi tarkastukset tulee sisällyttää projektisuunnitelmaan. Jokaisen projektin täytyy miettiä näiden vähimmäisvaatimusten lisäksi, mitä dokumentteja sen on tarpeen tarkastaa muodollisesti. Organisaatiolla voi myös olla määriteltynä yleinen politiikka, joka määrää, mitkä dokumentit projektissa täytyy tarkastaa.

**Tarkastusprosessi täytyy olla määritelty ja dokumentoitu.** Määritellyn prosessin täytyy suunnilleen seurata alkuperäisen tarkastusprosessin (Fagan 1976 tai Gilb ja Graham 1993) vaiheita. Prosessilta vaaditut vaiheet ovat suunnittelu, valmistautuminen, kokoaminen ja seuranta. Lisäksi prosessikuvauksen tulisi sisältää alku- ja loppukriteerit erilaisille tuotoksille. Nämä mainitut elementit ovat erittäin tärkeitä tarkastuksen tehokkuuden kannalta. Esimerkiksi Gilb ja Graham (1993) ovat esittäneet yksityiskohtaisia perusteluja eri vaiheiden merkityksestä tarkastusprosessissa.

Suunnittelu sisältää tarkastuksen aikataulutuksen, tiimin valinnan ja roolien määrittämisen osallistujille. Suunnitteluvaiheessa tulisi myös määritellä erityiset aloitus- ja lopetuskriteerit tarkastukselle, mikäli prosessikuvauksessa esitetyt kriteerit vaativat täydennystä. Lisäksi tarkastuksen tukimateriaali, kuten tarkistuslistat, tulisi suunnitteluvaiheessa tarpeen mukaan muokata tarkastukseen soveltuviksi.

Jonkinlainen valmistautuminen tarkastusprosessissa vaadittiin jo edellisellä tasolla, mutta siihen liittyen ei vaadittu dokumentoituja ohjeita. Tällä tasolla prosessikuvauksen tulee sisältää ohjeet valmistautumiseen käytettävästä ajasta. On tärkeää, että osallistujat ovat hyvin valmistautuneita ennen kokoamisvaihetta, mutta on myös tärkeää, että resursseja ei käytetä liikaa.

Perinteinen tarkastusprosessi Gilbin ja Grahamin (1993) mukaan sisältää palaverin, jonka ensisijainen tarkoitus on koota osallistujilta virheet, jotka on löydetty valmistautumisen aikana. Kirjallisuudessa on esitetty jonkin verran kritiikkiä tämän kaltaisen palaverin tarpeellisuudesta (Votta 1993; Johnson ja Tjahjono 1998). Siksi palaveri ei ole ehdoton vaatimus tarkastusprosessissa, vaan virheiden kokoamiseen voidaan käyttää myös muita keinoja. Kuitenkin määritellyn tavan olisi hyvä kannustaa osallistujia jonkinlaiseen vuorovaikutukseen. Esimerkiksi jonkinlainen virtuaalinen tarkastus (Harjumaa ym. 2001) on eräs vaihtoehto palaverin järjestämiselle.

Prosessikuvauksen täytyy kertoa, kuinka korjausten seuranta on suoritettava. Määrittäminen voi sisältää useampia toimintamalleja erilaisia tilanteita varten. Esimerkiksi hyvin kriittisen dokumentin kohdalla voidaan järjestää uusi tarkastus korjattua dokumenttia varten. Toisaalta joissakin tilanteissa vastuu korjausten seurannasta voidaan antaa tarkastuksen johtajalle ja joskus seuranta ei välttämättä vaadita ollenkaan.

**Kaikille tarkastuksiin liittyville osapuolille on järjestettävä vähintään johdantotasoinen koulutus.** Faganin (1986) mukaan sekä esimiehet, tarkastusten johtajat että muut tarkastuksiin osallistuvat tulisi kouluttaa ennen tarkastusten

käyttöönottoa organisaatiossa. Hän suorastaan varoittaa artikkelissaan että, tarkastusten aloittaminen ilman koulutusta saattaa johtaa menetelmän tehokkuuden menettämiseen ja turhautumiseen. Hän kertoo myös, että hänellä on käytännön kokemusta tämänkaltaisista yrityksistä.

Tarkastusten johtajien kouluttaminen vaadittiin jo edellisellä tasolla. Tällä tasolla vaaditaan koulutuksen järjestämistä kaikille tarkastuksiin liittyville osapuolille. Esimiesten tulee ymmärtää vähintään perusteet tarkastuksista ja ennen kaikkea tarkastusten hyödyt heidän näkökulmastaan katsottuna. Tarkastuksiin osallistujien tulee ymmärtää tarkastusten merkitys sekä heidän oma roolinsa tarkastusprosessissa.

**Organisaatiolla tulee olla käytössä sen toimintaan mukautettu tarkastusta tukeva materiaali.** Organisaatiolla tulisi olla sekä dokumenttien kirjoittamista ohjeistavat standardit että ohjeet, jotka ohjaavat osallistujien toimintaa tarkastuksissa. Eri rooleille voi olla tarkastuksessa erilaiset ohjeet. Lisäksi organisaatiolla tulee olla käytössään jonkinlainen tukimateriaali, kuten tarkistuslistoja (Gilb ja Graham 1993) tai skenaarioita (Basili ym. 1996), joka ohjeistaa tarkastajia virheiden löytämisessä.

Tarkistuslistoja on kritisoitu siitä, että usein niitä ei ole riittävästi mukautettu ympäristöön, jossa niitä käytetään (Laitenberger ja DeBaud 2000). Toinen kritiikin kohde tavallisessa tarkistuslistaa käyttävässä tarkastuksessa on tarkastajien tekemän työn päällekkäisyys silloin, kun kaikki tarkastajat käyvät läpi saman pitkän tarkistuslistan (Porter ja Votta 1998). Materiaalin tulisi siis olla huolellisesti mukautettu sitä käyttävään organisaatioon ja lisäksi erilaisen tukimateriaalin luominen eri rooleille on hyvin suositeltavaa.

**Tarkastuksista täytyy kerätä tietoa ja kerättyä tietoa täytyy sekä analysoida, että käyttää.** Kerättävällä tiedolla tarkoitetaan tässä tarkastuksista tehtäviä raportteja, jotka tavallisesti sisältävät ainakin tiedot tarkastetusta dokumentista, projektista, osallistujista ja löytyneiden virheiden määrän. Löytyneet virheet tulisi analysoida ja luokitella esimerkiksi karkeasti merkittäviin (*major*) ja pieniin (*minor*) virheisiin (katso Fagan 1976 tai Gilb ja Graham 1993). Tätä kerättyä tietoa tulisi käyttää tarkastusten todellisen toteutumisen tarkkailuun ja valvontaan. Tätä tietoa tulisi hyödyntää myös tarkastusprosessin kehittämiseen.

**Organisaatiossa täytyy olla merkkejä organisaatiotasoisesta sitoutumisesta tarkastuksiin.** Tässä vaadituilla näkyvillä merkeillä tarkoitetaan resurssien varaamista, organisaation politiikkaa ja vastuuhenkilöiden varaamista. On erittäin tärkeää, että tarkastuksille on varattu riittävästi resursseja. Resursseja tarvitaan tarkastusten järjestämisen lisäksi niiden kehittämiseen. Resurssien varaaminen tulisi olla osa projektin suunnittelua. Jos tarkastuksille ei ole selkeästi varattu aikaa työsuunnitelmiin, työntekijöillä ei saata olla aikaa niihin osallistumiseen tai ainakaan valmistautumiseen. Tarkastusten kehittämisen kohdalla on vielä todennäköisempää, että se jää kokonaan tekemättä, ellei siihen ole erikseen varattu resursseja.

CMMI (SEI 2002) mainitsee jokaisella prosessialueella organisaation politiikan ja vastuuhenkilöiden asettamisen osana prosessien käyttöönottoa. Ne ovat tärkeitä viestejä johdolta aihealueen merkityksestä organisaation toiminnalle. Wiegerson (2002b) mukaan organisaatiolla tulisi lisäksi olla kirjalliset odotukset ja tavoitteet. Nämä ovat näkyviä merkkejä johdon sitoutumisesta toimintaan.

### 7.3.3 Taso 4 – Hallittu

Halittu taso keskittyy tarkastusprosessin kehittämiseen. Tällä tasolla oleva organisaatio kehittää jatkuvasti tarkastusprosessiaan tehokkaammaksi löytämään virheitä ja käyttää samalla tarkastuksia välineenä koko ohjelmistotuotantoprosessin kehittämisessä. Tämä taso ottaa myös mukaan näkökulman virheiden ennalta ehkäisystä pelkän jo syntyneiden virheiden löytämisen ja korjaamisen sijasta.

Hallitulla tasolla vaaditaan seuraavat prosessialueet:

- jatkuva tarkastusprosessin kehittäminen,
- virheitä ennalta ehkäisevä toiminta,
- järjestelmällinen koulutusohjelma,
- ohjelmistotuotantoprosessin kehittäminen.

**Jatkuvaan tarkastusprosessin kehittämiseen liittyvät toimenpiteet täytyy olla määriteltynä, dokumentoituina ja oikeasti käytössä.** Tämä tarkastusprosessin kehittäminen sisältää tarkastuskäytänteiden, tukimateriaalin ja koulutuksen kehittämisen. Organisaatiossa täytyy olla määriteltynä, milloin ja mitä kehittämistoimenpiteitä on tehtävä. Kehittämistoiminnalle täytyy olla myös asetettuna vastuuhenkilöt.

Porter ym. (1998) totesivat tutkimuksessaan, että tarkastusprosessiin tehdyillä muutoksilla ei vaikuttanut olevan merkittävää vaikutusta virheiden löytymisen tehokkuuteen. Kuitenkin joillakin prosessin muutoksilla oli huomattavaa vaikutusta tarkastusten aikatauluihin. Siksi tarkastusprosessiin keskittyvässä kehittämisessä tulisi keskittyä ehkäisemään aikataulutukseen liittyviä viiveitä.

Tarkastusta tukevan materiaalin kehittäminen tulisi kohdistaa parantamaan tarkastajan suorituskykyä virheiden etsimisessä. Porter ja Votta (1998) tutkivat erilaisia menetelmiä virheiden löytämiseen ja totesivat tutkimuksessaan skenaariot tavallisia tarkistuslistoja paremmaksi työkaluksi virheiden löytämisessä. Tutkimuksen mukaan on siis selvää, että organisaatio voi parantaa virheiden löytymistä tarkastuksissa kehittämällä tukimateriaalia. Tukimateriaalin kehittämisen tulisi perustua organisaation kokemukseen ja tarkastuksista kerättyyn tietoon. Myös tarkastuskoulutusta tulisi kehittää keskittyen tarkastajien henkilökohtaisen suorituskyvyn parantamiseen.

**Virheitä ennalta ehkäisevät käytänteet täytyy olla määriteltynä ja käytössä.** Sekä Fagan (1986) että Gilb (2000) ovat yhtä mieltä siitä, että tarkastuksia ei tulisi



käyttää ainoastaan virheiden etsimiseen, vaan myös niiden ennaltaehkäisyyn. Se vaatii systemaattista kokemusten ja tarkastuksista kerätyn tiedon käyttämistä kehitystyön tukemisessa. Tämä toiminta on yhteydessä jatkuvaan tarkastusten kehittämiseen ja samoja käytänteitä voidaan hyödyntää virheiden ennaltaehkäisyä tukevan materiaalin kehittämisessä.

Organisaatiossa voi olla työryhmä, joka säännöllisesti kokoontuu kehittämään materiaalia kertyneiden kokemusten ja tarkastuksista kerätyn tiedon pohjalta. Käytännössä virheitä ennalta ehkäisevä materiaali voi tarkoittaa työohjeita, sääntöjä ja listoja tyypillisimmistä virheistä eri työvaiheissa. Tämä tietämys tulisi sisällyttää myös uusien työntekijöiden kouluttamiseen.

**Organisaatiossa täytyy olla systemaattinen koulutusohjelma.** Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että organisaatiolla on suunnitelma siitä, millaista tarkastuksiin liittyvää koulutusta ja milloin tarjotaan eri henkilöstöryhmille. On suositeltavaa, että järjestetään perehdyttämiskoulutuksen lisäksi jonkinlaista vuosittaista koulutusta. Johtotasolle, tarkastusten johtajille ja muille työntekijöille tulisi olla määriteltynä erilaiset koulutusohjelmat.

Systemaattinen koulutus on tärkeää niin johdon sitoutumisen kuin tarkastuksen tehokkuudenkin kannalta. Rifkin ja Deimel (1994) havaitsivat tutkimuksessaan, että tarkastajan kyky lukea dokumentaatiota on tärkein yksittäinen tekijä tarkastusten tehokkuudessa. He tekivät tämän johtopäätöksen vertailemallaan erilaisia tarkastuskoulutuksia eräässä kohdeyrityksessä. Dokumentin lukemisen kehittämiseen keskittynyt koulutus paransi merkittävästi tarkastuksissa löydettyjen virheiden määrää, kun taas tarkastukseen prosessitasolla keskittynyt koulutus kontrolliryhmässä ei tuottanut samanlaista tulosta. Siis tästä voidaan päätellä, että hyvin suunnitellun koulutuksen avulla voidaan parantaa tarkastajien kykyä löytää virheitä.

**Tarkastuksia täytyy hyödyntää koko ohjelmistotuotantoprosessin kehittämisessä.** Tarkastukset voivat tarjota arvokasta tietoa koko ohjelmistotuotantoprosessin kehittämistä varten. Tarkastuksista kerättävää tietoa analysoimalla voidaan saada tuotettua hyödyllisiä kehittämis ehdotuksia. Lisäksi Gilb ja Graham (1993) ehdottavat, että tarkastuspalaverin lopuksi tulisi varata aikaa tuotantoprosessiin liittyviä kehittämis ehdotuksia varten.

#### 7.3.4 Taso 5 - Optimoiva

Keskeinen asia optimoivalla tasolla on kustannustehokkuus. Tällä tasolla organisaatiolla on hyvät tarkastuskäytänteet, jotka on kehitetty vahvasti kokemukseen perustuen. Organisaatio on määritellyt prosessin tarkastusten kehittämistoimintaa varten sekä prosessimuutosten käyttöönottoa varten. Tällä tasolla organisaatiolla on myös kokemukseen perustuvia standardeja sille, kuinka tarkastuksia tulee järjestää erilaisissa olosuhteissa.

Optimoivalla tasolla vaaditaan seuraavat prosessialueet:

- standardit projektin ja tarkastusten suunnitteluun,
- määriteltä oppimisprosessi.

**Organisaatiolla tulee olla standardit tarkastusten suunnitteluun.** Erilaiset projektit voivat muodostaa tarkastusten kannalta erilaiset olosuhteet. Tässä standardilla tarkoitetaan sen määrittämistä, miten tarkastuksia tulee järjestää missäkin olosuhteissa. Standardit voivat sisältää erilaisia tarkastuksen toteutus-tapoja ja suosituksia niiden käytöstä erilaisissa olosuhteissa. Nämä standardit tulisi luoda historiatietoon perustuen ja niiden lähtökohtana tulee olla kustannustehokkuus.

Gilb ja Graham (1993) esittävät, että tavallisesti tarkastukset vievät noin 10-15 prosenttia ohjelmistokehityksen kokonaisbudjetista. Se on niin huomattava summa, että huolimatta tarkastuksen selkeistä hyödyistä rahan käyttö täytyy harkita huolellisesti. Monissa organisaatioissa on hyvin erilaisia projekteja, joilla on myös erilaiset laatuvaatimukset. Tällä tasolla organisaation tulee olla tietoinen tarkastuksen kustannuksista erityyppisissä projekteissa. Sen pohjalta voidaan luoda esimerkiksi erilaisen laatutason täyttävät tarkastusohjelmat erilaisille projekteille.

**Organisaatiolla tulee olla dokumentoitu oppimisprosessi.** Oppimisprosessilla tarkoitetaan tässä sitä, kuinka prosessin kehittäminen toteutetaan käytännössä ja saadaan muutokset tehokkaasti käyttöön. Jo edellisellä tasolla vaadittiin jatkuvaa prosessien kehittämistä ja siihen liittyvien toimenpiteiden määrittelyä. Tällä tasolla vaaditaan lisäksi, että organisaatio toteuttaa suunnitelmallisesti muutosten käyttöönoton. Nämä määritykset pitävät sisällään sen, kuinka muutokset dokumentoidaan ja kuinka työntekijät koulutetaan uusiin käytänteisiin. Tällä oppimisprosessilla tulee olla vastuuhenkilö, joka vastaa muutosten toteutuksesta määritysten mukaisesti.

## 7.4 Yhteenveto kypsyystason arvioinnista

Tässä luvussa on käsitelty tarkastuskäytänteiden kypsyystason arviointia. Luvun aluksi esiteltiin lyhyesti aiempaa aihetta käsittelevää kirjallisuutta, jota on olemassa hyvin niukasti. Siinä yhteydessä todettiin, ettei niissä ollut tämän tutkimuksen tarkoitukseen sopivaa mallia. Siitä syystä tämä luku keskittyi pääosin esittelemään tutkimusta varten luotua ICMM-mallia. Se on malli, jonka esikuvana on käytetty koko ohjelmistotuotantoprosessin kypsyyttä mittaavaa CMMI (SEI 2002) mallia. ICMM-mallin tarkoitus on mahdollistaa organisaation tarkastuskäytänteiden kypsyyden arviointi sekä toimia apuvälineenä tarkastuskäytänteiden kehittämisessä.

ICMM-malli, joka tässä luvussa on esitelty, luotiin tutkimuksen pohjaksi puhtaasti kirjallisuudessa esitettyjen tutkimustulosten pohjalta. Se on siis eräänlainen ensimmäinen kokeiluversio mallista ja siksi siihen ei pidä tässä vaiheessa asennoitua valmiina mittarina. Tässä tutkimuksessa sen rooli on toimia enemminkin viitekehystenä, jonka pohjalta eri kohdeorganisaatioiden käytänteitä analysoidaan ja verrataan toisiinsa.

Yleisesti tämänkaltainen kypsyystason mittaaminen on ongelmallista, koska siinä ei kyetä arvioimaan määriteltyjen käytänteiden tehokkuutta. Kypsyystasomallin antama ohjeistus on niin korkealla abstraktiotasolla, että organisaatio voi määritellä ja käyttää huonoimmassa tapauksessa todella huonosti toimivia käytänteitä ja silti täyttää esimerkiksi kaikki mallin kolmannella tasolla vaaditut kriteerit.

Eräs ICMM-mallin ongelmakohdista on neljännen ja viidennen tason kuvausten arviointi. Tällainen malli sisältää oletuksen siitä, että organisaation tarkastustoiminnan tulisi olla sitä tehokkaampaa, mitä korkeammalla tasolla organisaatio on. Kolmanteen tasoon asti vaadittujen käytänteiden vaikutuksesta tarkastusten tehokkuuteen löytyy jonkinlaisia viitteitä tarkastusmenetelmää käsittelevistä tutkimuksista, mutta ylemmille tasoille ei tällaista kirjallisuuden tukea ole vielä olemassa. Neljännen ja viidennen tason määrittelyt perustuvat oletukseen, että käytänteet, jotka CMMI (SEI 2002) vaatii yleisemmin vastaavilla tasoilla, toimivat myös tarkastusten kontekstissa.

ICMM-malli toimii siis tällaisenaan hyvin tässä tutkimuksessa, jossa sitä käytetään vain viitekehystenä, joka sisältää keskeiset tarkastuksiin liittyvät käytänteet. Kuitenkin sen käyttö konkreettisenä työvälineenä kypsyysmittaamisessa tai tarkastuskäytänteiden kehittämisessä vaatii vielä merkittävästi jatkokehitystä ja empiiristä arviointia.

## 8 KOKEMUKSIA ALUSTAVASTA ICMM-MALLISTA

Tässä luvussa esitellään ensimmäisiä kokemuksia ICMM-mallin käytöstä ja analysoidaan sen toimivuutta tarkastuskäytänteiden arvioimisessa käytännössä. Samalla pohditaan näkökulmia mallin jatkokehitykseen. Tämä analyysi pohjautuu kahdeksassa organisaatiossa tehtyihin haastatteluihin, joiden toteuttamista on kuvattu tarkemmin luvussa 4. Tämän luvun sisältö pohjautuu artikkeliin Kollanus (2009).

Haastatteluissa käytettiin viitekehyksenä ICMM-mallia, jonka pohjalta arvioitiin organisaatioiden tarkastuskäytänteitä. Sitä käyttäen muodostettiin organisaatiokohtaiset arviointiprofiilit ja tunnistettiin puutteita katselmointikäytänteissä. Luvussa 5 on laajemmin esitetty tuloksia tästä näkökulmasta. Haastatteluissa selvitettiin myös, millaisia käytännön ongelmia organisaatioissa on tarkastuksiin liittyen. Luvussa 6 on kuvattu näitä ongelmia sekä kirjallisuuden että haastattelujen pohjalta. Lisäksi, haastatteluissa kysyttiin aivan aluksi haastateltavilta arviota siitä, kuinka hyvin katselmoinnit toimivat heidän organisaatiossaan.

Tässä luvussa keskitytään arvioimaan ICMM-mallin toimivuutta organisaatioiden tarkastuskäytänteiden arvioinnissa haastatteluissa kerätyn tiedon pohjalta. Analyysi perustuu osittain laadulliseen aineistoon, mutta suurin osa johtopäätöksistä tehdään systemaattisesti tutkimalla haastatteluissa esiintyneiden näkökulmien suhdetta toisiinsa. ICMM-mallin käyttökelpoisuutta arvioidaan tutkimalla seuraavaa kahta hypoteesia:

- ICMM-mallin avulla havaituilla tarkastuskäytänteiden puutteilla on yhteys havaittuihin käytännön ongelmiin. Yhteys vaikuttaa ainakin siihen suuntaan, että käytänteissä ilmenevistä puutteista seuraa käytännön ongelmia.
- Haastateltavien antamalla itsearviolla tarkastusten toimivuudesta on positiivinen yhteys ICMM-mallin avulla tehdyn arvioinnin tuloksiin.

Analyysi sisältää oletuksen siitä, että haastattelun eri osat ovat toisistaan riippumattomia. Itsearvio tehtiin juuri sen vuoksi aivan haastattelun aluksi, jotta

käyty keskustelu ei vaikuttaisi siihen. Tarkastuskäytänteisiin liittyviä ongelmia selvitettiin puolestaan viimeisenä, jotta ne eivät muokkaisi haastattelun aiemmassa vaiheessa haastateltavan käsityksiä hyvistä tai huonoista tarkastuskäytänteistä. Nykyisiä tarkastuskäytänteitä selvitettiin ennen sitä kysymällä mahdollisimman neutraalisti, millaisia käytänteitä organisaatiossa on (ks. kysymykset LIITE 2).

Seuraavissa alakohdissa on esitetty ensin yleisiä kokemuksia ICMM-mallin käytöstä ja sen jälkeen yksityiskohtaisempaa analysointia toisen ja kolmannen tason yksittäisiin vaatimuksiin liittyen. Neljättä ja viidettä tasoa ei tässä yhteydessä oteta esille, koska kohdeorganisaatioissa ei esiintynyt lainkaan niillä tasoilla vaadittuja käytänteitä.

## 8.1 Yleisiä kokemuksia

Kokemus ICMM-mallin toimivuudesta käytännössä oli positiivinen. Malli toimi hyvin viitekehyksenä tarkastuskäytänteiden arvioinnissa ja auttoi tunnistamaan niissä olevia puutteita. Positiivinen kokemus mallin toimivuudesta perustui enimmäkseen seuraavaan kahteen pääkohtaan:

- ICMM-mallin pohjalta tehdyn arvioinnin tulokset ovat hyvin samansuuntaisia itsearvioinnin kanssa.
- Mallin avulla tunnistetut tarkastuskäytänteiden heikkoudet olivat selvästi yhteydessä tarkastuksissa koettuihin käytännön ongelmiin.

Taulukko 6 kuvaa ICMM-mallin avulla tehtyjä arvioinnin tuloksia. Siinä on listattu toisen ja kolmannen tason asettamat vaatimukset ja organisaatiokohtaiset tulokset. Täysin musta ympyrä tarkoittaa täysin täytettyä ja valkoinen ympyrä osittain täytettyä vaatimusta. Lopuksi taulukon alareunassa on itsearvion organisaatiokohtainen keskiarvo. Siinä haastateltavat arvioivat asteikolla 1-5 (5 on paras), kuinka hyvin katselmointitoteutuvat organisaatiossa. Taulukosta on hyvä huomata, että siinä on eräs poikkeus ICMM-mallin rakenteeseen verrattuna. Kolmannen tason vaatimus *organisaation sitoutuminen* on taulukossa pilkottu kolmeen osa-alueeseen: allokoitujen resurssien, vastuutehtävien määrittely ja organisaation politiikka. Tämä erottelu on tehty havainnollistamaan paremmin arvioinnin tuloksia.

Arvioinnin tuloksilla on selvä yhteys haastateltavien antaman itsearvion kanssa. Niillä yrityksillä, joilla on samankaltainen arviointiprofiili, on myös samansuuntaiset itsearviot katselmointien toimivuudesta organisaatiossa. Yleisesti voidaan todeta, että mitä tyytyväisempiä haastateltavat olivat katselmointeihin omassa organisaatiossaan, sitä parempi oli ICMM-mallin mukaisen arvioinnin tulos. Tämä on selvästi nähtävissä taulukosta 6 ja sitä tukee myös tulosten tilastollinen tarkastelu.

TAULUKKO 6 ICMM-pohjaisen arvioinnin tulokset kahdeksassa organisaatiossa  
(● = toteutettu vaatimus, ○ = osittain toteutettu vaatimus)

Käytänne/ Organisaatio	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8
<b>Taso 3</b>								
Allokoidut resurssit	-	○	-	-	-	-	-	-
Vastuutehtävien määrittely	○	○	○	○	○	○	-	○
Organisaation politiikka	-	●	●	●	●	-	-	○
Tiedon keräys ja käyttö	-	-	-	-	-	-	-	-
Mukautettu tukimateriaali	-	○	○	-	-	-	-	-
Koulutusta kaikille	-	-	-	-	-	-	-	-
Määrittely prosessi	-	●	●	●	○	●	-	-
Koodin tarkastus	-	○	-	○	○	-	-	-
Testitapausten tarkastus	○	●	○	●	●	○	-	-
<b>Taso 2</b>								
Tarkastuksen johtajien koulutus	-	-	-	-	-	-	-	-
Suunnitelmien tarkastus	○	●	○	●	●	○	○	○
Vaatimusten tarkastus	○	●	●	●	●	○	○	○
Arvioinnin pisteytys (● = 1, ○ = 0,5)	2	7	5	6	5,5	3	1	2
Itsearvio katselmointien toimivuudesta (keskiarvo)	2,8	2,8	3,3	3	2,7	2	2,5	2

Taulukossa on toiseksi viimeisellä rivillä karkeasti pisteytetty arvioinnin tulosten, että jokainen täytetty vaatimus on yhden pisteen ja osittain täytetty vaatimus puolen pisteen arvoinen. Organisaatiokohtaisten pisteiden ja itsearvioiden keskiarvon välinen korrelaatiokerroin (Pearson) on 0,63. Joissakin organisaatioissa haastateltavien väliset erot itsearvioissa olivat melko suuria ja haastateltavia oli vain kaksi tai kolme, joten keskiarvot eivät kaikissa tapauksissa kuvaa hyvin itsearvioiden tuloksia. Kun lasketaan korrelaatiokerroin käyttämällä keskiarvon sijasta mediaania kuvaamaan organisaation itsearviota, saadaan korrelaatiokertoimeksi huomattavasti parempi 0,79. Tässä laskelmassa on siis jätetty kolmesta arviosta suurin ja pienin pois. Kahden organisaation kohdalla, joissa tehtiin vain kaksi haastattelua, on käytetty keskiarvoa. Joka tapauksessa laskelmista voidaan havaita selvä positiivinen korrelaatio itsearvion ja arvioinnin tulosten välillä. On kuitenkin otettava huomioon, että tästä aineistosta ei voida tehdä luotettavia tilastollisia päätelmiä, koska aineistossa on ainoastaan kahdeksan organisaatiota. Tilastollinen korrelaatio on tässä tapauksessa kuitenkin suuntaa antava ja vahvistaa selvästi taulukosta 6 näkyvän trendin.

Viidennessä luvussa on käsitelty ICMM-mallin avulla tunnistettuja tarkastuskäytänteiden puutteita kohdeorganisaatioissa. Näillä puutteilla vaikuttaa olevan selvä yhteys tarkastuksissa koettuihin käytännön ongelmiin, joita on puolestaan esitelty luvussa kuusi. Tämä havainto tukee oletusta siitä, että ICMM-mallin avulla tunnistetut puutteet ovat merkityksellisiä ja organisaatio voi hyötyä keskittymisestä näiden puutteiden parantamiseen. Seuraavat esimerkit tuovat tämän konkreettisesti esille:

- Yksikään tutkimuksen kohdeorganisaatioista ei seuraa tarkastusprosessin toteutumista. Samalla tarkastuspalaveriin valmistautumisessa on merkittäviä ongelmia jopa sellaisessa organisaatiossa, jossa tarkastuksia tehdään hyvin säännöllisesti määritellyn prosessin mukaan. Vaikuttaa siltä, että huolellinen valmistautuminen ei toteudu käytännössä ilman prosessin valvontaa ja siihen puuttumista. Valmistautuminen on kuitenkin virheiden löytämisen kannalta merkittävin osa tarkastusprosessia (Gilb ja Graham 1993; Porter ja Johnson 1997).
- Tarkastuksia käsittelevän koulutuksen puute on myös kaikkia kohdeorganisaatioita yhdistävä tekijä. Samalla yleinen tietämys tarkastuksista vaikuttaa organisaatioissa melko heikolta. Heikolla tietämyksellä on vaikutusta useisiin koettuihin käytännön ongelmiin, kuten heikkoon motivaatioon. Hyvällä koulutuksella voidaan siis ongelmia saada pienennettyä. Tämä tulee esille useaan otteeseen luvussa kuusi.

Alun perin ICMM-mallilla oli kaksi tavoitetta: tukea tarkastusprosessin arviointia ja parantamista. Siitä huolimatta, että tutkimuksen kohdeorganisaatioiden tarkastuskäytänteissä havaittiin selviä laatueroja, kaikki organisaatiot sijoittuivat ICMM-mallin tasolle yksi. Siinä mielessä mallin tasot eivät toimineet organisaatioita erottelevasti aivan odotusten mukaisesti. Toisaalta katsottaessa arviointituloksia kokonaisuutena (taulukko 6), ovat yritysten väliset erot helposti nähtävillä. Lisäksi tällainen arviointitulokset saattaa olla yleinen ilmiö, joka liittyy kaikkiin kypsyysmalleihin. Hyvin tavallisesti malleissa vaikuttaa olevan joitakin vaatimuksia, joita yritykset eivät ole alun perin ottaneet huomioon. Esimerkiksi CMM-mallin historiassa harvat organisaatiot ovat saavuttaneet toisen tason tekemättä erityistä siihen tähtäävää kehittämistyötä. Mallin asettamat vaatimukset on täytetty vasta sen jälkeen, kun sitä on alettu käyttää prosessien parantamisen tukivälineenä.

Seuraavissa alakohdissa esitellään havaintoja, jotka liittyvät ICMM-mallin toisen ja kolmannen tason yksittäisiin vaatimuksiin.

## 8.2 Kokemukset - ICMM taso 2

Toisella tasolla organisaatiolta edellytetään säännöllistä vaatimusten ja suunnitelmien tarkastusta, sekä tarkastuksen johtajien koulutusta. Tietyn muotoista tai dokumentoitua organisaation yhteistä tarkastusprosessia ei vaadita, mutta tarkastusten täytyy sisältää valmistautumisvaihe ja niistä täytyy tehdä jonkinlainen dokumentti. Nämä vaatimukset olivat ensimmäisten kokemusten perusteella hyvin toimivia. Selvästi ne organisaatiot, jotka toteuttavat tässä vaadittuja tarkastuksia säännöllisesti, ovat haastattelujen mukaan tyytyväisimpiä katselmointien toimivuuteen. Kaikissa organisaatioissa katselmoidaan jollain tavalla vaatimukset ja ainakin arkkitehtuuritason suunnitelmat lähes poikkeuksetta. Useassa organisaatiossa ICMM-mallin mukainen kriteeri ei toteudu, koska näitä katselmoitteja ei dokumentoida. Tästäkin näkökulmasta on nähtävissä yhteys

itsearvion ja kriteerien täyttymisen välillä. Ne organisaatiot, joilla myös dokumentointikriteeri täyttyi, olivat tyytyväisempiä katselmointien toimivuuteen.

Viidennessä luvussa todettiin, että yleinen tietämys tarkastuksista organisaatioissa vaikutti haastattelujen perusteella melko heikolta. Se liittyy useisiin käytännöllisiin ongelmiin katselmointien toteutuksessa. Kuitenkaan yksikään kohdeorganisaatio ei järjestä tarkastuksiin liittyvää koulutusta, vaikka sille olisi selvästi tarvetta. Tämä havainto tukee koulutuksen vaatimista ICMM-mallissa.

Koulutuksen tärkeydestä huolimatta, vaatimuksen muotoa ICMM-mallissa on tarpeen selventää. Koulutusvaatimuksen tarkoitus ei ole itse koulutus, vaan riittävän tietämyksen ja osaamisen varmistaminen. Siksi ei ole välttämätöntä vaatia organisaatiota joka tapauksessa järjestämään muodollista koulutusta. Pääasia on, että jollain todennettavissa olevalla tavalla varmistetaan riittävä tarkastuksiin liittyvän tietämyksen ja osaamisen taso. Tämä asia täytyy ottaa huomioon tarkastuskäytänteitä arvioitaessa.

ICMM-mallin toisella tasolla oleva vaatimus tarkastuksen johtajien koulutuksesta oli haastatteluissa hiukan epäselvä, sillä kohdeorganisaatioiden tarkastuksissa ei ole lainkaan sellaista roolia. On tavallista, että projektipäällikkö vastaa monista tehtävistä, jotka Gilb ja Graham (1993) määrittelevät tarkastuksen johtajan vastuulle. Myös vastuu tarkastuksista on organisaatioissa jätetty lähes täysin projektipäälliköille. Ellei asiakas vaadi tarkastusten toteutumista, ei organisaation sisällä vaikuta olevan projektin ulkopuolista tahoa, joka valvoisi sitä. Projektipäälliköt ovat siis avainhenkilöitä tarkastusten toteuttamisessa. Vaatimus tarkastusten johtajien kouluttamisesta on siis ehkä tarpeen muotoilla uudelleen, mutta edellä kuvattu havainto tukee selvästi sen tärkeyttä. Tämän tutkimuksen kohdeyrityksissä se tarkoittaa käytännössä projektipäälliköiden kouluttamista.

Toisen tason rooli ICMM-mallissa on ensimmäisten kokemusten perusteella hiukan ristiriitainen. Mallin alkuperäiset tavoitteet olivat tukea tarkastuskäytänteiden arviointia ja niiden parantamista ohjelmistoja tuottavassa organisaatiossa. Lähtökohdaksi mallin tasojen määrittelyyn on otettu CMMI-mallin vastaavat tasot ja niiden keskeiset periaatteet. Sen mukaisesti toisella tasolla ei vaadita organisaatiotasoisia yhtenäisiä käytänteitä. Taulukosta 6 voidaan nähdä, että säännöllisesti tarkastuksia toteuttavilla organisaatioilla on tavallisesti myös määritelty prosessi ja tunnistettava organisaation politiikka. Saattaa siis olla, että tarkastusten onnistuneessa toteuttamisessa tarvitaan myös näitä kolmannen tason käytänteitä. Toisin sanoen tarkastuksia käyttöönotettaessa organisaatiossa suoraviivainen taso kerrallaan eteneminen ei välttämättä ole optimaalinen kehityspolku. Kuitenkin mallin rakenne voi palvella hyvin käytänteiden arvioimisessa ja niihin liittyvien puutteiden tunnistamisessa.

### **8.3 Kokemukset – ICMM taso 3**

Niin kuin jo todettiin aiemmin, yksikään kohdeorganisaatioista ei saavuttanut haastatteluiden mukaan toista tasoa. Kuitenkin ne täyttivät vaihtelevan määrän



kolmannen tason kriteereistä. Myös kolmannen tason kohdalla täytetyillä vaatimuksilla oli selvä yhteys siihen, kuinka tyytyväisiä haastateltavat olivat katselmointeihin organisaatioissa. Lisäksi ICMM-mallin avulla havaitut puutteet käytänteissä vaikuttivat liittyvän tarkastusten käytännön ongelmiin jopa parhaimmat arviointitulokset saaneissa yrityksissä. Esimerkki tästä on koulutuksen puute, jota käsiteltiin edellisessä kohdassa.

Testitapausten tarkastukset nähdään selvästi tärkeänä useimmissa kohdeorganisaatioissa, joten niiden toteuttaminen vaikuttaa olevan hyvä kriteeri kolmannella tasolla. Sen sijaan asenteet koodin tarkastusta kohtaan olivat haastatteluissa hyvin vaihtelevia. Monet haastateltavat, jotka pitivät yleisesti tarkastuksia hyödyllisinä, eivät uskoneet kooditarkastusten hyödyllisyyteen lainkaan. Tätä asennetta kuvaa myös se, että ainoastaan kolmessa organisaatioissa kahdeksasta kooditarkastuksia toteutetaan edes silloin tällöin. Kuitenkin useat aiemmat tutkimukset puolustavat kooditarkastusten merkitystä (esim. Basili ja Selby 1987, Russell 1991). Tässä kohdassa vaikuttaa siis olevan selvä ristiriita käytännön ja tutkimuksen välillä. Siksi vaatimusta kooditarkastusten toteuttamisesta täytyy vähintäänkin harkita ja mahdollisesti muotoilla uudelleen. Toinen harkittava asia on projektisuunnitelmien tarkastuksen sisällyttäminen ICMM-malliin. Alkuperäisessä mallissa projektisuunnitelmien tarkastusta ei vaadita, mutta jokaisessa kohdeorganisaatioissa ne katselmoidaan enemmän tai vähemmän muodollisesti jokaisessa projektissa.

Määritelty tarkastusprosessi ja organisaatiopolitiikka olivat selvästi yhteydessä itsearvioituun katselmointien toimivuuteen. Pääsääntöisesti nykyisiin katselmointeihin tyytyväisimmät organisaatiot olivat niitä, joilla on määritelty tarkastusprosessi ja selvä organisaatiopolitiikka. Nämä vaikuttavat siis olevan keskeisiä elementtejä tarkastusten onnistuneessa toteuttamisessa.

Mukautettu tukimateriaali on hankala vaatimus tutkimuksen kohdeorganisaatioille. Kahdella organisaatiolla on jonkinlaisia tarkistuslistoja, mutta niissäkään materiaalia ei todellisuudessa juuri käytetä. Useimmat haastateltavat ajattelivat, että tarkistuslistoista on apua lähinnä aloittelijoille. Kuitenkin esimerkiksi Porter ja Votta (1998) ovat havainneet, että hyvä tukimateriaali voi auttaa virheiden löytämisessä merkittävästi myös kokeneita ammattilaisia. Tämä ristiriita käytännön ja tutkimuksen välillä saattaa johtua siitä, että organisaatioilta puuttuu positiivinen kokemus hyvästä tukimateriaalista ja ymmärrys sen mahdollisesta merkityksestä. Tätä johtopäätöstä tukee myös vertailu Ciolkowskin ym. (2003) kyselytutkimukseen, jossa 50 % vastaajista ilmoitti käyttävänsä tarkistuslistoja ja lisäksi 10 % ilmoitti käyttävänsä muun tyyppistä tukimateriaalia. Siis ainakin kirjallisuuden pohjalta voidaan todeta tukimateriaalin olevan hyödyllinen vaatimus ICMM-mallissa.

Tiedon keräys ja käyttö on kenties kaikkein kriittisin kaikille kahdeksalle kohdeorganisaatiolle yhteinen puute. Yksikään niistä ei kerää tarkastuksista systemaattisesti mitään tietoa. Pari organisaatiota tekee tarkastuksista säännöllisesti jopa hyvin yksityiskohtaiset tekstimuotoiset dokumentit, mutta niissä olevaa tietoa käytetään tarkastuksen jälkeen korkeintaan virheiden korjaamisen seurantaan. Tämä liittyy esimerkiksi kaikkia organisaatioita yhdistäviin ongelmiin tarkastuspalaveriin valmistautumisessa. Joissakin organisaatioissa tarkas-

tusraportteihin kirjataan ylös valmistautumiseen käytettävä aika, mutta tietoa ei käytetä mihinkään. Jos tämä tieto kerättäisiin systemaattisesti talteen, voisi laatupäällikkö käyttää tietoa seurannan välineenä. Haastattelujen perusteella tarkastuksiin käytettävä aika on huomattavan pieni, mikä antaisi selvän signaalin ongelmista, mikäli tällainen tieto olisi käytettävissä.

Vastuutehtävien määrittely liittyy edelliseen ongelmaan tiedon keräämisestä ja käytöstä. Lähes kaikissa organisaatioissa haastateltavat tiesivät, kenelle vastuu tarkastuksista kuuluu. Tyypillisesti vastuuhenkilö on laatupäällikkö tai jokin sitä vastaava henkilö organisaatiossa. Siis jollain tasolla vastuu on useimmissa organisaatioissa määritelty, mutta ongelma on, että vastuuhenkilöt tekevät käytännössä hyvin vähän tai eivät ollenkaan tarkastuskäytänteiden seurantaa. Heillä ei ole tietoa siitä, kuinka hyvin tarkastuksia toteutetaan. Tämä on mahdollisesti suurimpia syitä siihen, miksi palaveriin valmistautuminen toteutuu huonosti.

Resurssien varaaminen tarkastuksiin vaikutti olevan hiukan ongelmallinen kysymys kohdeorganisaatioissa. Tyypillisesti tarkastuksiin ei varata erillisiä resursseja, vaan tarkastusten oletetaan sisältyvän joihinkin suurempiin tehtäväkokonaisuuksiin, kuten arkkitehtuurin suunnitteluun. Ongelmia tästä toimintamallista tulee silloin, kun tarkastuksiin kaivataan tuotoksesta vastaavan tiimin ulkopuolisia resursseja. Tavallisesti muilla ei ole varattu lainkaan työaikaa tähän tarkoitukseen. Kuitenkin haastateltavien asenteet nykyistä yksityiskohtaisempaan työajan allokointiin olivat vaihtelevia ja vaikuttavat riippuvan organisaatiokulttuurista. Monet eivät kaipaa erillistä resurssien varaamista, sillä he kokevat, että heillä on vapaus käyttää riittävästi aikaa tarkastuksiin. Lisäksi erityisesti projektipäälliköt vaikuttivat haluttomilta tarkempaan resurssien allokointiin, sillä se lisäisi heidän työtään. Toisaalta useat haastateltavat kaipaisivat yksityiskohtaista resurssien varaamista tarkastuksia varten. Siis tämän vaatimuksen muotoilu täytyy ICM-mallissa harkita uudelleen. Sen tarkoitus ei ole turhaan jäykistää toimintaa, vaan taata tarkastuksille riittävät resurssit.

## 8.4 Muita havaintoja ja pohdintaa

Kohdeorganisaatioissa toteutetuissa haastatteluissa oli kaksi osaa, jotka keskittyivät tarkastusprosessin arviointiin ja käytännöllisten tarkastuksiin liittyvien ongelmien tunnistamiseen. Näiden osien välinen suhde paljasti erään mielenkiintoisen asian. Jopa säännöllisesti ja määritellyn prosessin mukaan tarkastuksia toteuttavassa organisaatiossa saattaa olla merkittäviä ongelmia tarkastusten kanssa. Prosessien määrittely ei siis välttämättä auta organisaatiota toimimaan ilman ongelmia. Tässä tutkimuksessa parhaisinkin organisaatioissa puuttui täysin tarkastusprosessin valvonta, mikä selittää osan ongelmista. Kuitenkin eräs keskeinen haastatteluissa tehty havainto oli, että prosessien määrittelyyn ja valvontaan perustuva tarkastusprosessin parantaminen ei yksin riitä.

Heikko tarkastuspalaveriin valmistautuminen on hyvä esimerkki prosessien määrittelyyn ja valvontaan perustuvan prosessien parantamisen riittämät-

tömyydestä. Haastatteluissa käytyjen keskustelujen pohjalta voidaan todeta tarkastuksia olevan niin monenlaisia, että tarkastusprosessin määrittelyyn ei saata olla viisasta antaa tarkkoja suosituksia tarkastuksiin käytettävästä ajasta. Ja jos prosessissa ei ole määritelty tarkastuksiin käytettävää suositusaikaa, ei pelkkä auditointitarkoituksessa tehty prosessien toteutumisen valvonta riitä ongelman tunnistamiseen. Siis yleisemmin voidaan ajatella, että prosessien määrittelyyn pohjautuva käytänteiden kehittäminen tarjoaa vain tietyn näkökulman, joka ei ole täydellinen. Sitä täytyy täydentää ongelma-keskeisellä lähestymistavalla, jotta saadaan tunnistettua kriittiset käytännön ongelmat, kuten edellä käsitelty valmistautumisongelma. Tällaista ongelmalähtöistä lähestymistapaa tarkastuskäytänteiden parantamisen tueksi on esitelty luvussa 10.

Kuten jo aiemmin todettiin, ICMM vaikutti toimivan hyvin tarkastuskäytänteiden heikkouksien tunnistamisessa. Kuitenkaan se ei erotellut organisaatioita eri tasoille niiden selvistä eroista huolimatta. Yleisemminkin näyttää siltä, että sellaisen organisaatioiden vertailussa hyvin toimivan tasomallin kehittäminen on erittäin vaikeaa. Toiseksi sitä tarkoitusta varten kehitetty malli ei välttämättä tarjoa hyvää tukea organisaation prosessien parantamiseen. Nämä kaksi tavoitetta mallille saattavat olla keskenään ristiriitaisia vaikkapa siinä, kuinka yksityiskohtaisesti arviointikriteerit määritellään. Tästä syystä ICMM-mallin jatkokehityksessä saattaa olla järkevää keskittyä tukemaan organisaation sisäistä prosessien arviointia ja kehittämistä. Se on kuitenkin ollut alun perin tärkein mallin tavoite.

Positiivisista kokemuksista huolimatta tässä tutkimuksessa on ICMM-malliin liittyen joitakin huomattavia rajoitteita. Keskeisin rajoite on se, että mallin neljännen ja viidennen tason määrittämiselle on hyvin vähän tukea. Tutkimuksen kohdeyrityksille nämä tasot eivät ole ajankohtaisia, eikä tutkimuksen empiirinen osa siten tarjonnut lainkaan näihin tasoihin liittyvää informaatiota. Myös kirjallisuus käsittelee hyvin vähän tarkastuksiin liittyen neljännen ja viidennen tason käytänteitä. Vahvin tuki näille ajatuksille tulee CMMI-mallista, jonka periaatteiden pohjalta ne on kehitetty. Toinen keskeinen rajoite tutkimuksessa on kohdeorganisaatioiden määrä, minkä vuoksi tehtyjä johtopäätöksiä ei voi luotettavasti yleistää kovin laajalle. Jatkossa laajempi kokemuspohja ICMM-mallin käytöstä olisi toivottavaa.

## 8.5 Yhteenveto

Tässä luvussa on esitelty ensimmäisiä kokemuksia tarkastuskäytänteiden arvioimisesta ICMM-mallin avulla ja analysoitu mallin toimivuutta käytännössä. Alun perin ICMM-mallin tarkoitus oli tukea sekä organisaation tarkastusprosessin arviointia että tarkastuskäytänteiden parantamista. Tutkimuksen kahdeksassa kohdeorganisaatiossa ICMM vaikutti toimivan hyvänä viitekehystenä tarkastuskäytänteiden arvioinnissa ja auttoi tunnistamaan käytänteissä olevia puutteita. Toisaalta malli ei erotellut organisaatioita eri tasoille odotusten mukaisesti. Kuitenkin organisaatioiden välillä näkyy selkeitä eroja, kun tarkastel-

laan toisen ja kolmannen tason kattavia arviointiprofiileja kokonaisuutena. Kokemusten pohjalta vaikuttaa erittäin vaikealta kehittää organisaatioiden vertailussa hyvin toimivaa tasomallia. Siksi ICMM-mallin jatkokehityksessä saattaa olla järkevää keskittyä tukemaan paremmin organisaation sisäistä prosessien parantamista.

Kaikki kohdeorganisaatiot arvioitiin ICMM-mallin mukaan ensimmäiselle tasolle, mutta useimmat täyttivät kuitenkin vaihtelevasti kolmannen tason vaatimuksia. Sitä korkeammat tasot eivät olleet ajankohtaisia kohdeorganisaatioissa, joten tässä luvussa on analysoitu ainoastaan ICMM-mallin toisen ja kolmannen tason vaatimusten toimivuutta. Useimmat niistä vaikuttavat kokemusten perusteella olevan järkeviä vaatimuksia. Seuraavat keskeiset havainnot antavat tukea tälle johtopäätökselle:

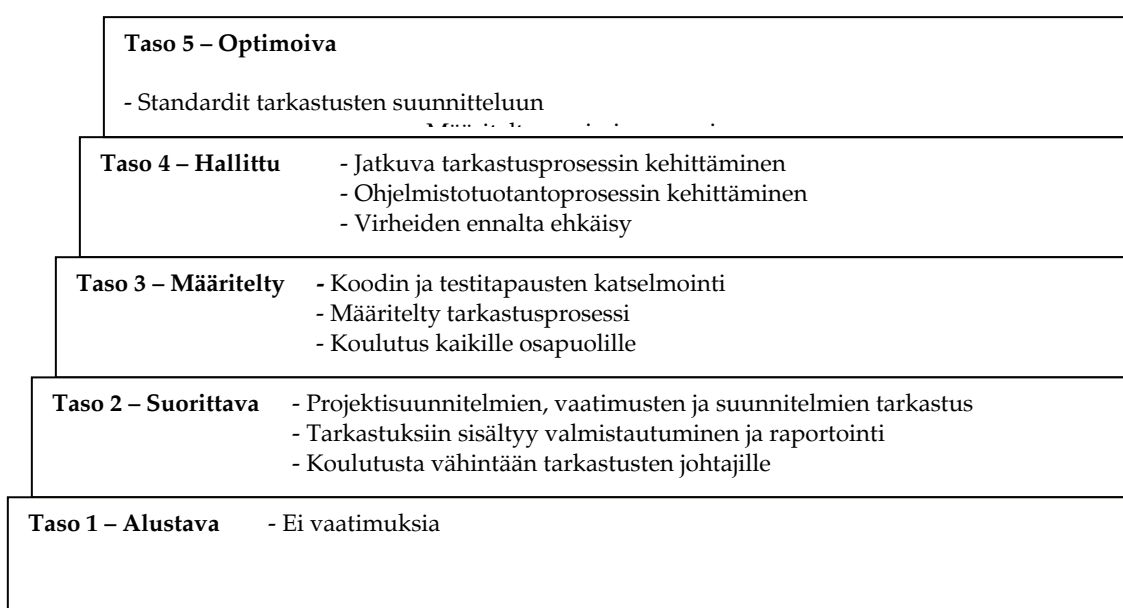
- Haastateltavien omalla arviolla katselmointien toimivuudesta organisaatiossa on selvä yhteys organisaation ICMM-mallin mukaiseen arviointiprofiiliin. Mitä tyytyväisempiä haastateltavat olivat, sitä enemmän organisaatio täytti toisen ja kolmannen tason vaatimuksia.
- ICMM-mallin avulla tunnistetut puutteet olemassa olevissa tarkastuskäytänteissä ovat selvästi yhteydessä käytännöllisiin tarkastuksiin liittyviin ongelmiin. Siis tunnistetut puutteet vaikuttivat aiheuttavan ongelmia jopa niissä organisaatioissa, jotka saivat arvioinnissa parhaat tulokset.

Tässä luvussa esitettiin ICMM-malliin myös joitakin konkreettisia kehittämisajatuksia. Kaikkein selvimmin esille noussut kehittämistarve oli projektisuunnitelmien tarkastusten lisääminen mallin vaatimuksiin, sillä kaikki kohdeorganisaatiot pitivät niitä tärkeinä. Lopuksi todettiin, että mallin jatkokehittämisen kannalta kaivattaisiin lisää kokemuksia erilaisista organisaatioista.

## 9 ICMM-MALLIN JATKOKEHITYS

Tässä luvussa esitetään tutkimuksen tulosten perusteella parannettu versio ICMM-mallista. Tämä malli pohjautuu siis seitsemännessä luvussa esitettyyn alustavaan malliin, jota on kehitetty pääasiassa kahdeksannessa luvussa esitettyjen kokemusten pohjalta. Lisäksi parannetun mallin määrittelyssä on käytetty kolmannessa luvussa esiteltyyn systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tuloksia.

Kuviossa 9 esitetään ICMM-malli kokonaisuutena. Alustavaan malliin verrattuna siihen on tehty kaksi selvästi näkyvää muutosta. Toiselle tasolle on lisätty vaatimus projektisuunnitelmien tarkastuksesta. Toiseksi neljänneltä tasolta on poistettu erillinen vaatimus systemaattisesta koulutusohjelmasta. Sen katsotaan sisältyvän kolmannen tason koulutusvaatimukseen ja osin myös viidennen tason määriteltyyn oppimisprosessiin. Näiden rakenteessa näkyvien muutosten lisäksi yksittäisten kriteerien kuvausta on korjattu ja tarkennettu useassa eri kohdassa.



KUVIO 9 ICMM-mallin parannettu versio (vrt. kuvio 8)

Seuraavissa alakohdissa kuvataan yksityiskohtaisesti parannetun ICMM-mallin vaatimukset eri tasoilla. Samalla esitetään perustelut niille valinnoille, joita kriteerien määrittelyssä on tehty. Perustelut pohjautuvat sekä kirjallisuuteen, että tutkimuksen kohdeorganisaatioista saatuihin kokemuksiin. ICMM-malliin liittyvät yleiset periaatteet ja rajaukset on esitetty luvussa 7. Niitä ei kuvata tässä yhteydessä erikseen.

## 9.1 Taso 2 - Suorittava

Suorittavalla tasolla organisaatio toteuttaa tärkeimpien dokumenttien tarkastuksia säännöllisesti kaikissa projekteissa. Organisaatiolla ei tarvitse olla dokumentoitua prosessia tarkastuksia varten, eikä tarkastusten tarvitse noudattaa organisaation laajuisesti yhdenmukaisia menetelmiä. Kuitenkin tälläkin tasolla tarkastuksilta vaaditaan joitakin kaikkein oleellisimpia ominaisuuksia. Keskeinen asia tällä tasolla on siis tarkastusten säännöllisyys. Tarkastukset voivat olla vielä melko väljästi organisoitua toimintaa, eivätkä ne välttämättä toimi tehokkaasti.

Suorittavalla tasolla on määritelty kolme arviointikriteeriä, jotka on kuvattu seuraavissa alakohdissa.

### 9.1.1 Projektisuunnitelmien, vaatimusten ja suunnitteludokumenttien tarkastus

Kriteeri:

*Projektisuunnitelma, vaatimukset ja tärkeimmät suunnitteludokumentit on tarkastettava jokaisessa projektissa.*

On hyvin tunnettua, että virheiden löytäminen ja korjaaminen maksaa sitä enemmän, mitä myöhemässä vaiheessa ne löydetään. Klassisessa Boehmin (1981) tutkimuksessa todettiin, että testausvaiheessa löytynyt vaatimukseen liittyvä virhe maksoi kymmeniä kertoja enemmän korjata kuin alkuperäisiä vaatimuksia määriteltäessä. Alkuvaiheen dokumentaatio on siksi kaikkein tärkeintä tarkastaa ja siitä organisaation tulisi aloittaa tarkastusten käyttöönotto organisaatiossa.

Vaatimusten ja korkean tason suunnitelmien tärkeyden puolesta puhuu myös luvussa 6 raportoitu empiirinen aineisto tarkastusten toteutumisesta kahdeksassa kohdeorganisaatiossa. Projektisuunnitelmat, vaatimukset ja arkkitehtuuritason suunnitelmat katselmoidaan näissä organisaatioissa melko säännöllisesti. Katselmointitapa tosin saattaa joissakin organisaatioissa olla hyvin epämuodollinen. Joka tapauksessa näissä organisaatioissa vaikuttaa olevan helppo asennoitua katselmointien tärkeyteen projektin alkuvaiheen dokumentaation kohdalla. Sen sijaan teknisempien suunnitteludokumenttien ja erityisesti koodin katselmoinnin osalta useimpien haastateltavien asenteet olivat melko negatiivisia.

Projektisuunnitelmien tarkastuksiin ei aihealueen tutkimuksissa juuri viitata. Tutkimukset, joiden kannalta tarkastuksen kohde on jotenkin merkittävää, käsittelevät koodin, suunnitteludokumentaation tai vaatimusten tarkastusta, mutta eivät projektisuunnitelmia. Tästä syystä projektisuunnitelmien tarkastusta ei sisällytetty alkuperäiseen ICMM-malliin. Projektisuunnitelmien tarkastus otettiin kuitenkin malliin mukaan tutkimuksen kohdeorganisaatioiden kokemusten perusteella. Niissä projektisuunnitelmat katselmoidaan jollakin tavalla hyvin säännöllisesti.

Mallia käytettäessä on otettava huomioon toimintaympäristöjen erilaisuus. Ei ole itsestään selvää, että organisaatio tuottaa projekteissaan kaikki tässä mainitut dokumentit. Esimerkiksi vaatimusmäärittelyä ei välttämättä tehdä projektin puitteissa, vaan se saatetaan saada valmiina asiakkaalta. Joissakin organisaatioissa ei tehdä lainkaan suunnitteludokumentaatiota karkeaa arkkitehtuuria teknisemmällä tasolla. Tämän vaatimuksen arviointi ei siis ole välttämättä suoraviivaista, vaan siinä on tarvittaessa otettava huomioon organisaation toimintamalliin liittyvät rajoitteet.

Tarkastusten toteutustavan ei välttämättä tarvitse olla samanlainen kaikissa projekteissa tai kaikkien dokumenttien osalta. Usein esimerkiksi projektisuunnitelmien osalta ei ole mahdollista saada useaa asiantuntevaa tarkastajaa. Sama koskee kaikkia dokumentteja pienissä projekteissa, joissa ei ole käytettävissä projektin ulkopuolisia resursseja. Resurssien rajallisuudesta huolimatta on kuitenkin hyvä huomata, että vähintään kaksi on todettu usein hyväksi ratkaisuksi. Kaksi löytää tavallisesti merkittävästi enemmän virheitä kuin yksi tarkastaja (Laitenberger ym. 2002). Mitä suuremmaksi tiimiä kasvatetaan, sitä pienemmäksi muuttuu lisäresurssien tuoma hyöty (Porter ym. 1997a). Toinen näkökulma vähintään kahden tarkastajan käyttämiseen on tiimin muodostama sosiaalinen paine. Eräässä tutkimuksen kohdeorganisaatiossa tarkastetaan systemaattisesti dokumentit ainoastaan yhden tarkastajan toimesta. Tämän tarkastustyön laatu on haastattelujen perusteella koettu hyvin vaihtelevaksi.

### 9.1.2 Tarkastuksiin sisältyy valmistautuminen ja raportointi

Kriteeri:

*Tarkastuksiin täytyy sisältyä valmistautuminen ja raportointi.*

Valmistautumisen ja raportoinnin lisäksi kriteerejä ei tarkastusprosessille aseteta, eikä valmistautumisen tai raportoinnin muotoa rajata. Raportissa täytyy kuitenkin olla vähintään tarkastuksen aika, osallistujat ja tiedot tarkastetusta dokumentista. Valmistautuminen tarkoittaa tässä osallistujien itsenäistä virheiden löytämiseen tähtäävää työskentelyä. Jossakin tapauksessa palaveri, johon valmistautuminen käsitteenä alun perin viittaa, voidaan jättää pois. Siis tarkastus ilman palaveria voi täyttää tässä vaaditut tarkastuksen kriteerit, mutta ilman valmistautumista järjestettävä palaveri ei täytä kriteerejä.

Valmistautumista voidaan perustellusti pitää tarkastusprosessin tärkeimpänä vaiheena. Gilb ja Graham (1993) esittävät kirjassaan, että ihannetapauksessa noin 80 % virheistä löytyy valmistautumisen aikana ja loput 20 % löyde-

tään palaverissa. Tämä poikkeaa Faganin (1976) alkuperäisestä ajatuksesta, jonka mukaan valmistautumisessa ainoastaan tutustutaan tarkastettavaan tuotokseen ja virheet löydetään varsinaisesti vasta palaverissa. Tutkijat ovat kuitenkin yhtä mieltä siitä, että suurin osa virheistä löydetään valmistautumisen aikana. Tätä näkökulmaa käsitteleviä tutkimustuloksia on käsitelty luvun kolme alakohdassa 3.3.2. Useissa tutkimuksissa valmistautumisessa löydettyjen virheiden osuus on ollut jopa lähellä 100 prosenttia (Esim. Votta 1993 ja Sabali-auskaite ym. 2004). Näiden löydösten perusteella on kyseenalaistettu koko palaverin merkitys tarkastusprosessissa.

Edellä mainittuja palaverin merkityksen kyseenalaistavia tutkimuksia on kritisoitu siitä, että ne tarkastelevat palaverin merkitystä ainoastaan virheiden löytämisen tehokkuuden näkökulmasta (Kitchenham ym. 2002). Useissa lähteissä (esim. Doolan 1992, Gilb 2000, D'astous ja Robillard 2002) on kuvattu muitakin tarkastuksesta saatavia hyötyjä kuin tehokas virheiden löytäminen. Useat näistä muista mainituista hyödyistä liittyvät palaveriin. Näitä ovat esimerkiksi tiimin rakentuminen, koulutus ja tiedon jakaminen. Lisäksi Ebert ym. (2001) ovat saaneet monista muista tutkimuksista poikkeavia tuloksia tehokkuusnäkökulmaankin. He tutkivat yli 60 projektista kerättyä aineistoa globaalisti toimivasta yrityksestä. Heidän aineistossaan fyysisesti samassa paikassa työskentelevät tiimit löysivät tarkastuksissa huomattavasti hajautettuja tiimejä tehokkaammin virheitä.

Palaverin merkitykseen tarkastuksessa ei siis ole selvää vastausta kirjallisuudessa. Siksi tässä kohdassa ei palaverin järjestämistä vaadita ehdottomasti, vaan sen järjestäminen on organisaatiokohtainen asia. Wiegers (2002a, 53-55) päätyy kirjassaan samaan tulokseen. Hän ei pidä palaveria välttämättömänä, mutta kehottaa organisaatiota kokeilemaan palaverin järjestämistä ja mittaamaan siitä saatavia hyötyjä.

Valmistautumisvaiheen tärkeys korostui myös kuudennessa luvussa käsiteltävien tarkastusten ongelmien yhteydessä. Tutkimuksessa tehtyjen haastattelujen perusteella heikko valmistautuminen on tarkastusten keskeisin ongelma.

Raportoinnissa keskeinen asia tällä tasolla on se, että tarkastuksen suorituksesta syntyy muistijälki. Raportoinnin muoto voi vaihdella tarpeen mukaan. Esimerkiksi Wiegers (2002a) esittää kirjassaan mallin hyvin perusteellisesta tarkastusraportista ja virheiden kirjauksesta. Wiegersin malliraportti sisältää tarkat tiedot tarkastetusta materiaalista, osallistujien käyttämästä ajasta sekä jatkotoimenpiteistä. Hänen esimerkissään virheiden kirjauksesta listataan kaikki havaitut virheet, niiden tyyppi, sijainti ja vakavuus. Tällaiset raportit ovat tarpeen, kun tarkastuksista kerätään systemaattisesti tietoa, mikä on vaatimus ICMM-mallin kolmannella tasolla. Tällaisten raporttien tekemistä tukevat myös kokemukset tutkimuksen kohdeorganisaatioista. Niissä organisaatioissa, joissa raportteja on totuttu tekemään, ei niiden tekemistä koeta erityisen vaikeiksi tai työläiksi. Ongelmat ovat ennemminkin tiedon hyödyntämisessä.



### 9.1.3 Tarkastusten johtajien koulutus

Kriteeri:

*Vähintään tarkastusten johtajille täytyy järjestää koulutusta.*

Koulutus on keskeisiä asioita tarkastusten onnistuneessa käytössä. Jo Fagan (1986) painotti koulutuksen merkitystä ja suorastaan varoittaa aloittamasta tarkastuksia organisaatiossa ilman kaikkien siihen liittyvien osapuolten koulutusta. Ebert ym. (2001) havaitsivat tutkimuksessaan koulutuksen parantaneen katselmointien tehokkuutta. Rifkin ja Deimel (1994) havaitsivat tarkastajan kyvyn lukea dokumentaatiota tärkeimmäksi yksittäiseksi tarkastusten tehokkuutta selittäväksi tekijäksi. Heidän tutkimuksessaan dokumentin lukemisen kehittämiseen keskittynyt koulutus paransi merkittävästi tarkastuksissa löydettyjen virheiden määrää, kun taas tarkastukseen prosessitasolla keskittynyt koulutus kontrolliryhmässä ei tuottanut samanlaista tulosta.

Edellä viitatuut tutkimukset puhuvat koko organisaation kouluttamisen tai tarkastajien kouluttamisen puolesta. Kuitenkin näin massiivisen koulutuksen järjestäminen voi olla organisaatiolle liian suuri kynnys. Siksi vaatimus koulutuksen järjestämisestä on jaettu ICM-mallissa kahteen osaan. Tässä kohdassa vaaditaan keskeisten avainhenkilöiden eli tarkastusten johtajien koulutusta. Mallin kolmannella tasolla vaaditaan koulutuksen järjestämistä myös muille tarkastuksiin liittyville osapuolille. Tätä valintaa tukevat havainnot tutkimuksen kohdeorganisaatioista. Niissä osaavan tarkastajan löytymistä ei koeta useinkaan ongelmaksi. Sen sijaan erityinen haaste vaikuttaa olevan osaavien ihmisten motivoitunut työskentely tarkastuksissa. Tarkastuksen johtajat ovat avainasemassa motivaation luomisessa. Heidän tulee tuntea hyvin tarkastusten hyödyt ja olla motivoituneita tarkastusten toteuttamiseen.

Tarkastuksen johtaja (*inspection leader*) käsitteenä on otettu Gilbin ja Grahamin (1993) ajatuksista. Heidän mukaansa tarkastuksen johtaja on dokumentin tuottajien kanssa vertaisjoukkoon kuuluva tehtävään koulutettu henkilö, joka vastaa tarkastuksen toteuttamisesta. Tutkimuksen kohdeorganisaatioissa tällaista erillistä roolia ei ollut ja useimmissa tapauksissa sellaisen luominen organisaatioon vaikuttaisi hankalalta. Sen sijaan useimmissa organisaatioissa projektipäällikkö hoitaa luontevasti tarkastuksen johtajan tehtävät. Projektipäällikköä ei ainakaan näissä suomalaisissa kohdeorganisaatioissa koeta esimieheksi, jonka läsnäolo saattaa Gilbin ja Grahamin (1993) mukaan haitata tarkastajien työtä. Käytännössä projektipäälliköt ovat siis usein niitä avainhenkilöitä, jotka kannattaa kouluttaa ensin.

## 9.2 Taso 3 – Määritely

Määritellyllä tasolla organisaatiolla on hyvin määritellyt yhtenäiset prosessit tarkastuksia varten. Organisaatio myös seuraa määriteltyjen prosessien toteutumista ja hyödyntää tarkastuksista kerättyä tietoa. Tämä taso ottaa huomioon myös CMMI-mallin (SEI 2002) siten, että tällä tasolla oleva organisaatio täyttää samalla CMMI:n katselmoointeihin liittyvät vaatimukset. CMMI-mallissa nämä vaatimukset ovat myös kolmannella tasolla verifiointia ja validointia käsittelevillä prosessialueilla.

Määritely taso sisältää kuusi arviointikriteeriä, jotka on kuvattu seuraavissa alakohdissa.

### 9.2.1 Koodin ja testitapausten katselmointi

Kriteeri:

*Koodi ja testitapaukset on tarkastettava jokaisessa projektissa.*

Tämän kriteerin tarkoitus ei ole vaatia tarkastamaan kaikkea ohjelmakoodia kaikissa projekteissa. Keskeistä on, että organisaatio ymmärtää myös koodin tarkastuksen merkityksen ja soveltaa sitä omaan toimintaansa sopivalla tavalla. Kriittisemmissä sovelluksissa koodi voidaan tarkastaa perusteellisemmin ja vähemmän kriittisissä sovelluksissa voidaan keskittyä tärkeimpiin osiin koodissa. Koodin tarkastuksesta voidaan kokonaan poiketa ainoastaan hyvin perusteluin.

Koodin tarkastuksen kohdalla kohdeorganisaatioissa näkyi selvästi ristiriita käytännön tekijöiden asenteiden ja tutkimustulosten välillä. Useat haastateltavat epäilivät koodin tarkastusten hyödyllisyyttä, vaikka pitivät useiden muiden dokumenttien tarkastusta tärkeänä. Kuitenkin useat tutkimukset (esim. Basili ja Selby 1987, Russell 1991) ovat todenneet koodin tarkastukset kustannustehokkaaksi menetelmäksi. Toivottava tila organisaatioissa olisi sellainen, jossa organisaatio on määrittänyt tarkastuksista kerättyyn metriikkaan ja kokemustietoon perustuen tason, jolla koodin tarkastusta on järkevää tehdä. Jalote ja Haragopal (1998) ovat raportoineet siitä, kuinka koodin tarkastuksia pilotoimalla ja mittaamalla saatiin hyviä tuloksia ja samalla asenteet tarkastuksia kohtaan muuttuivat.

Testitapausten katselmoinnista ei kirjallisuudessa puhuta juuri mitään. Tutkimukset käsittelevät tarkastuksia yleisellä tasolla tai keskittyvät koodin, suunnitteludokumenttien tai vaatimusten tarkastukseen. Muun tyyppisten dokumenttien tarkastusta ei ole ainakaan merkittävästi erikseen tutkittu. Kuitenkin tämän tutkimuksen kohdeyritykset pitivät testitapauksia yllättävänkin tärkeinä dokumentteina, joita katselmoidaan yhtä usein kuin esimerkiksi arkki-tehtuurikuvauksia.

## 9.2.2 Määritelty tarkastusprosessi

Kriteeri:

*Tarkastusprosessi täytyy olla määritelty ja dokumentoitu*

Määritellyn prosessin ei tarvitse täysin noudattaa perinteisen tarkastusprosessin (Fagan 1976 tai Gilb ja Graham 1993) vaiheita. Keskeistä on, että prosessi määritellään organisaatiossa sen toimintaan sopivaksi. Kuten jo ensimmäisellä tasolla tuotiin esille, vähintään valmistautuminen ja raportointi täytyy kuulua jokaiseen tarkastukseen. Esimerkiksi tarkastuksen organisointiin liittyvät asiat, suositeltu tiimin koko ja koostumus ovat asioita, jotka on hyvä määritellä organisaation toimintaan sopiviksi.

Tärkeätä tarkastusprosessia määriteltäessä on, että siinä keskitytään tehokkuuden kannalta oleellisiin asioihin. Jo toisen tason yhteydessä kohdassa 9.1.2. perusteltiin, että valmistautuminen on keskeisin tarkastusprosessin osa-alue. Kuitenkin yksittäisten tarkastajien osaamisen on esitetty olevan keskeisin tekijä tarkastusten tehokkuudessa (Sauer ym. 2000 ja Porter ym. 1997a). Lisäksi voidaan todeta, että tämän tutkimuksen kohdeorganisaatioissa ongelma oli ennen kaikkea tarkastajien motivaatio valmistautumiseen, eikä niinkään osaaminen. Keskeisin asia virheiden löytämisen kannalta vaikuttaisi olevan se, että organisaatiossa kyetään saamaan osaavat ihmiset tarkastamaan valmistautumisvaiheessa riittävän motivoituneesti toistensa tuotoksia. Tämä on hyvä olla lähtökohdana tarkastusprosessin määrittelylle.

Tarkastusprosessin määrittelyssä on hyvä huomioida myös muita tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä, kuten suositeltu tiimin koko, materiaalin määrä ja tarkastuskierrosten määrä. Laitenberger ym. (2002) totesivat kahden tarkastajan toimivan yhtä selvästi tehokkaammin ja Porter ym. (1997a) puolestaan havaitsivat, että tiimin koon kasvattaminen kahdesta neljään ei merkittävästi lisännyt löydettyjen virheiden määrää suhteessa käytettyihin resursseihin. Esimerkiksi Gilb ja Graham (1993), Fagan (1986) ja Dunsmore ym. (2000a) ovat päätyneet tarkastettavan materiaalin määrän suhteen suosituksiin, jotka vaihtelevat ohjelmakoodin tarkastuksessa yhdestä sivusta 200 koodiriviin tunnissa. Se on huomattavan vähän yleiseen käytäntöön verrattuna. Esimerkiksi Seaman ja Basili (1998) totesivat, että heidän kohdeorganisaatiossaan tarkastettiin käytännössä 60 sivua koodia tunnissa. Porter ym. (1998) ovat todenneet, ettei tarkastuskierrosten lisääminen kasvata merkittävästi tarkastusten tehokkuutta. Näiden kaikkien tarkastusprosessin tekijöiden osalta on hyvä muistaa, että tarkastusten kustannustehokkuus riippuu kontekstista. Esimerkiksi Biffel ym. (2001) totesivat tutkimuksessaan, että toisen tarkastuskierroksen järjestäminen tuotti huomattavan vähän uusia löydettyjä virheitä suhteessa käytettyihin resursseihin. Kuitenkin hän laski esimerkkidatan avulla, että siitä huolimatta toisen tarkastuskierroksen järjestäminen on kustannusten kannalta järkevää, koska toisen kierroksen aikana löydetty virheet olisivat tulleet myöhemmässä vaiheessa vielä kalliimmiksi. Tarkastusten kustannuksia tulisi siis arvioida organisaation oman kokemuksen mukaan suhteessa niiden todelliseen hyötyyn.

Vaikka ICMM-malli ei aseta tarkastusprosessille tiukkoja vaatimuksia, ei perinteisen tarkastusprosessin elementtejä kannata jättää pois ilman huolellista harkintaa ja hyviä perusteluja. Kirjallisuuden ja tämän tutkimuksen kohdeyrityksistä saatujen kokemusten pohjalta voidaan perustella sitä, että perinteisen tarkastusprosessin seuraamista ei ole hyvä vaatia ehdottomasti kaikissa olosuhteissa. Kuitenkin se soveltuu varmasti useimpiin tilanteisiin. Gilb ja Graham (1993) ovat kirjassaan kuvanneet yksityiskohtaisesti tarkastusprosessin eri vaiheet ja esittäneet perusteluja niiden merkitykselle. Vastaavia perusteluja on esitetty myös muissa aiheita käsittelevissä käsikirjoissa, kuten Wiegertsin (2002a) teoksessa.

Tarkastusprosesseja voidaan määritellä organisaatioon useampi kuin yksi. Esimerkiksi projektisuunnitelmien, vaatimusten ja koodin tarkastus voidaan tarpeen mukaan määritellä toteuttamistavaltaan erilaisiksi. Myös tarkastusten toteuttamista koskeva politiikka voidaan määrittää erilaiseksi erityyppisiä projekteja varten. Esimerkiksi hyvin kriittisellä sovellusalueella toimivassa projektissa on järkevää käyttää tarkastuksiin enemmän resursseja kuin vaikkapa uuden vähemmän kriittisen tuotteen protoilussa. Little (2005) antaa systemaattisesta projektien profiloinnista hyvän esimerkin laajemmin ohjelmistoprosessiin liittyen. Hän analysoi eräästä yrityksestä aikaisempia projekteja ja luokitteli projektit neljään eri kategoriaan. Jokaiselle kategorialle määriteltiin tietty joukko käytänteitä, joita sen tyyppisissä projekteissa on noudatettava. Samaa periaatetta voidaan soveltaa myös tarkastusten suunnittelun ja toteuttamisen osalta erityyppisissä projekteissa.

Useissa prosessien parantamiseen käytetyissä malleissa, kuten CMMI (SEI 2002) tai ISO 15504 (ISO/IEC 2003-2006), pidetään prosessien määrittelyä ja dokumentointia keskeisenä työvälineenä. Tämän tutkimuksen kohdeyrityksissä sitä voidaan selvästi pitää myös signaalina tarkastusten laadusta. Niissä yrityksissä, joissa prosessi oli määritelty, oltiin selvästi tyytyväisempiä katselmointien toimivuuteen kuin yrityksissä, joissa prosessia ei oltu määritelty. Näin oli siitä huolimatta, että suuri osa haastatelluista työntekijöistä ei tuntenut prosessimäärittelyn yksityiskohtia. Näiden kokemusten perusteella prosessin määrittely olisi voitu ICMM-mallissa sijoittaa tärkeyden puolesta jo toiselle tasolle, mutta mallissa päädyttiin kuitenkin noudattamaan CMMI-mallin periaatetta, jonka mukaan toisella tasolla ei vielä vaadita organisaatiotasoisia käytänteitä.

### 9.2.3 Koulutus kaikille osapuolille

Kriteeri:

*Kaikille tarkastuksiin liittyville osapuolille on järjestettävä vähintään johdantotasoinen koulutus.*

Toisella tasolla vaadittiin tarkastusten johtajien kouluttamista ja siinä yhteydessä (kohta 9.1.3) perusteltiin koulutuksen merkitystä. Tässä kohdassa vaaditaan lisäksi koulutuksen järjestämistä myös muille tarkastuksiin liittyville osapuolille organisaatiossa. Luonnollisia osapuolia ovat tavallisesti ainakin tarkastuksia tekevät työntekijät ja operatiivinen johto.

Ebert ym. (2001) ovat todenneet tutkimuksessa yleisesti koulutuksen parantaneen tarkastusten tehokkuutta. Sen lisäksi voidaan tarkastella sitä, millaista koulutusta on viisasta järjestää. Faganin (1986), Gilbin ja Grahamin (1993) ja Wiegersonin (2002a) ajatukset suuntautuvat hyvin yleiseen koulutukseen, jossa painotetaan tarkastusten merkitystä ja käytännön toteutusta prosessitasolla. Tällä on erilaista merkitystä eri osapuolille. Kaikille osapuolille koulutuksen yhteinen merkitys on tarkastuksen merkityksen ymmärtämisen kautta tapahtuva motivointi. Johdolle on hyödyllistä yleinen prosessitason tieto ja tarkastuksen johtajille yksityiskohtaisempi ymmärrys tarkastusprosessista. Tämän tutkimuksen kohdeyrityksistä saatujen kokemusten perusteella voidaan tukea näihin asioihin keskittävää koulutusta. Yrityksissä ei tavallisesti koettu ongelmaksi tarkastajien osaamista, vaan ennemminkin puutteet olivat heidän motivaatiossaan palaveriin valmistautumisessa. Motivaatio on puolestaan yhteydessä yleiseen tietämykseen tarkastuksista ja niiden merkityksestä ohjelmistotutunnossa. Tämän perusteella voidaan hyvin suositella sellaista koulutusta, joka keskittyy motivointiin ja tarkastusprosessin ymmärtämiseen.

Rifkin ja Deimel (1994) ovat päätyneet toisenlaisiin johtopäätöksiin tutkimuksessaan, jossa he seurasivat erilaisten koulutuspäivien vaikutusta tarkastusten tehokkuuteen. He totesivat, että prosessiasioihin keskittynyt koulutus ei parantanut merkittävästi virheiden löytymistä. Sen sijaan heidän koeryhmässä järjestetty ohjelman ymmärtämiseen painottuva käytännöllinen koulutus paransi selvästi virheiden löytymistä. Siis tällainen käytännöllisesti virheiden etsimiseen painottuva koulutus voi olla järkevää järjestää sille ryhmälle, joka dokumentteja oikeasti tarkastaa.

Yhteenvetona koulutuksesta voidaan todeta, että sen on hyvä olla suunnitelmallista ja organisaation henkilöstön tarpeiden mukaan suunniteltua. Eri henkilöstöryhmät tarvitsevat erilaista koulutusta ja hyödyllinen koulutuksen sisältö voi vaihdella henkilöstön osaamisen ja tietämyksen mukaan.

Koulutukseen liittyen on hyvä huomioida, että koulutus ei ole itsetarkoitus, vaan sen tehtävä on varmistaa riittävä osaaminen. Organisaation kannalta on tärkeää varmistaa, että tarkastuksiin liittyvillä osapuolilla on riittävä tieto ja osaaminen. Tällainen osaaminen voi olla hankittu muutenkin kuin erikseen organisaatiossa järjestetyn koulutuksen kautta. Tosin muualla hankitun osaamisen ja tietämyksen todentaminen voi olla sitä arvioitaessa hankalaa.

## 9.2.4 Mukautettu tukimateriaali

Kriteeri:

*Organisaatiolla tulee olla käytössä sen toimintaan mukautettu tarkastusta tukeva materiaali.*

Tarkastusta tukevalla materiaalilla tarkoitetaan sellaista materiaalia, jonka tarkoitus on ohjata tai auttaa tarkastajien työtä virheiden etsimisessä. Materiaali voi olla tarkistuslistoja, skenaarioita tai erilaisia ohjeita. Tässä tarkoitettu materiaali on luonteeltaan niin yksityiskohtaista, että eri dokumenttityyppejä varten tarvitaan omat tukimateriaalit ja materiaali on sovellettava organisaation toi-

mintaan sopivaksi. Materiaali voi olla myös suunniteltu erikseen eri rooleille, jolloin vältetään päällekkäistä työtä.

Perinteinen tukiväline tarkastuksissa on Faganin (1976) ajatuksista lähtien ollut tarkistuslista, jossa yksinkertaisesti luetellaan dokumentista tarkistettavat asiat. Esimerkkejä tarkistuslistoista löytyy tarkastuksia käsittelevistä käsikirjoista (Gilb ja Graham 1993, Wiegers 2002a). Tarkistuslistoja käyttö on myös useaan otteeseen kyseenalaistettu. Laitenberger ja DeBaud (2000) tiivistävät esitetyn kritiikin seuraaviin kohtiin:

- Tarkistuslistat ovat usein liian yleisiä ja riittämättömästi mukautettuja toimintaympäristöön.
- Usein konkreettiset ohjeet tarkistuslistan käyttöön puuttuvat.
- Tarkistuslistat pohjautuvat tunnettuihin virhetyyppeihin. Niihin keskittyminen voi estää muunlaisia virheitä löytymästä.

Tarkistuslistojen lisäksi kirjallisuudessa on esitetty erilaisia lukutekniikoita, jotka tavallisesti pyrkivät vastaamaan edellä esitettyyn tarkistuslistoja vastaan esitettyyn kritiikkiin. Tällaisia ovat esimerkiksi skenaariopohjainen (Porter ym. 1995), käyttäjälähtöinen (Thelin ym. 2001) ja abstraktiopohjainen (Dunsmore ym. 2001) menetelmä. Näiden menetelmien kehittäjien tekemissä tutkimuksissa uudet menetelmät on tavallisesti todettu tehokkaammiksi kuin tarkistuslistat tai ad hoc - menettely. Tutkimuksia on toistettu muiden toimesta hyvin vähän, joten vakuuttavaksi tutkimusnäyttöä ei voi sanoa. Siitä voi kuitenkin päätellä, että tukimateriaalilla vaikuttaa olevan jonkinlaista merkitystä tarkastusten tehokkuuteen. Voidaan olettaa, että laadukas toimintaympäristöön mukautettu tukimateriaali auttaa virheiden löytämisessä.

Edellä mainittujen kohtien lisäksi Porter ja Votta (1998) kritisoivat sitä, että hyvin tavallisesti tarkastajat tekevät paljon päällekkäistä työtä käydessään läpi saman tarkistuslistan. Heidän käyttämässään skenaariopohjaisessa tarkastuksessa tarkastajille jaetaan omat tehtävät, jotka keskittyvät vain tiettytyypisiin virheisiin. Heidän saamiensa hyvien kokemusten perusteella voidaan ainakin suositella eri rooleihin eriytetyn materiaalin kehittämistä tarkastusten tukemista varten.

Tämä oli eräitä kohtia, jossa näkyy kuilu tutkimusten ja käytännön välillä. Yhdessäkään tämän tutkimuksen kohdeyrityksistä ei ollut käytössä tarkastuksessa virheiden löytämistä tukevaa materiaalia. Parissa yrityksessä oli luotu jonkinlaisia tarkistuslistoja, mutta haastateltavat eivät tienneet kenenkään käyttävän niitä käytännössä. Haastateltavien asenteet tukimateriaalia kohtaan olivat vaihtelevia. Useimmat näkivät, että niistä olisi ehkä hyötyä aloittelevalle, mutta ei enää kokeneelle työntekijälle. Kuitenkin tutkimuksissa hyvän tukimateriaalin on todettu tehostavan virheiden löytämistä myös kokeneiden työntekijöiden kohdalla (esim. Porter ja Votta 1998).

Myös tarkastusta tukeva työkalu voidaan nähdä tukivälineeksi. Tavallisesti tutkimuksissa esitellyt työkalut (esim. Macdonald ja Miller 1997 ja Perry ym. 2002) on kehitetty tukemaan tarkastusprosessia, eikä niitä ole siinä mielessä

tarkoitettu tehostamaan virheiden löytymistä. Kuitenkin sopivilla työkaluilla voidaan avustaa myös virheiden löytämistä. Esimerkki tällaisesta työvälineestä on Andersonin ym. (2003) esittelemä sovellus.

### 9.2.5 Tiedon kerääminen ja käyttö

Kriteeri:

*Tarkastuksista täytyy kerätä tietoa ja kerättyä tietoa täytyy sekä analysoida, että käyttää.*

Kerättävällä tiedolla tarkoitetaan tässä tarkastuksista tehtäviä raportteja, jotka tavallisesti sisältävät tiedot ainakin tarkastetusta dokumentista, projektista, osallistujista ja löytyneiden virheiden määrän. Tavallisesti löytyneet virheet myös luokitellaan vähintään karkeasti merkittäviin (*major*) ja pieniin (*minor*) virheisiin (katso Fagan 1976 tai Gilb ja Graham 1993). Tällaista tarkastuksista kerättyä tietoa tulee organisaatiossa käyttää hyödyksi. Hyötykäyttö tarkoittaa vähintään tarkastusten toteutumisen seuranta ja tarkastusprosessin parantamisesta tiedon avulla. Lisäksi esimerkiksi analysoimalla tarkemmin virheiden sisältöä voidaan saada hyödyllistä tietoa koko tuotantoprosessin parantamiseen.

Tarkastuksista kerättävän datan käytöstä löytyy useita esimerkkejä kirjallisuudesta. Gilb ja Graham (1993, 14-15) puhuvat painokkaasti siitä, että tarkastusten vaikutusta täytyy mitata. Jos ei tiedetä, kuinka paljon virheitä löydetään, ei tiedetä, onko lainkaan järkevää investoida niihin työaikaan? Wiegers (2002a, 125-142) esittää konkreettisia esimerkkejä tarkastuksista kerättävästä tiedosta ja sen pohjalta laskettavista metriikoista. Tavallisesti metriikkojen avulla mitataan resurssien kulutusta, tarkastetun materiaalin määrää, löydettyjen virheiden määrää luokiteltuna virheen vakavuusasteen mukaan ja edellisten suhteita. Esimerkiksi Grady ja Van Slack (1994) sekä Barnard ja Price (1994) antavat konkreettisia esimerkkejä siitä, kuinka tarkastusmetriikoita on sovellettu käytännössä.

Tutkimuksen kohdeorganisaatioissa tämä oli eräs heikko kohta kolmannen tason vaatimuksissa. Joissakin organisaatioissa tarkastukset tehdään hyvin säännöllisesti ja niistä laaditaan hyvät raportit, mutta tätä tietoa ei kuitenkaan käytetä tarkastuksen jälkeen. Useassa organisaatiossa tarkastuksista laaditaan hyvät raportit, joissa on kaikki tarpeellinen tieto virheiden luokittelu mukaan lukien. Näistä raporteista tiedot olisivat saatavilla hyvin pienellä vaivalla, joten yksinkertaisen seurantatiedon koostaminen ei vaatisi paljon vaivaa. Haastattelujen perusteella kohdeorganisaatioissa heikko tarkastuspalaveriin valmistautuminen on keskeisen tarkastusten ongelma ja siihen käytetään tavallisesti aivan liian vähän aikaa. Kuitenkin riittämätön valmistautuminen usein raportoidaan rehellisesti tarkastusraportteihin. Jos laatupäällikkö seuraisi tilannetta yksinkertaisen seurantadatan avulla, hän havaitsisi helposti tilanteen ja voisi puuttua asiaan. Samaten hän voisi hyvinkin yksinkertaisen datan avulla seurata tarkastusten tehokkuutta suhteessa käytettyihin resursseihin.

Tarkastuksista kerätyn tiedon käyttö on siis eräs kohta, jossa kirjallisuus ja käytäntö tutkimuksen kohdeyrityksissä eivät vastaa toisiaan. Kuitenkaan tähän

liittyen organisaatioissa ei ilmennyt selviä perusteita olla toteuttamatta sitä käytännössä. Sen sijaan vaikuttaa siltä, että tarkastuksista kerätyn tiedon systemaattisesta käyttämisestä voisi olla organisaatioille selvää hyötyä. Kirjallisuudessa mittaaminen nähdään oleellisena osana prosessien parantamista. Sitä näkökulmaa painottaen tämä kriteeri on sisällytetty ICMM-mallin kolmannelle tasolle.

## 9.2.6 Organisaation sitoutuminen

Kriteeri:

*Organisaatiossa täytyy näkyä selvät merkit organisaatiotasoisesta sitoutumisesta tarkastuksiin.*

Tässä vaadituilla näkyvillä merkeillä tarkoitetaan resurssien varaamista, organisaatiopolitiikkaa ja vastuuhenkilöiden asettamista. Nämä ovat näkyviä merkkejä siitä, että johto on sitoutunut toimintaan. Ne ovat yleisiä asioita, jotka tulevat esiin prosessien parantamista käsittelevässä kirjallisuudessa. Esimerkiksi CMMI-malli (SEI 2002) mainitsee erikseen jokaisen prosessialueen vakiinnuttamisen yhteydessä politiikan määrittelyn ja vastuuhenkilöiden asettamisen. Wiegerson (2002b) mukaan organisaatiolla tulisi lisäksi olla kirjalliset odotukset ja tavoitteet. Nämä kaikki ovat näkyviä merkkejä johdon sitoutumisesta toimintaan. Lähes kaikissa prosessien parantamisen onnistumista käsittelevissä tutkimuksissa johdon tuki nostetaan eräksi onnistumisen keskeisimmistä tekijöistä (esim. Dybå 2005, Niazi ym. 2006 ja Roberts ym. 1998).

Myös tutkimuksen kohdeorganisaatioissa tehtyjen haastattelujen perusteella organisaation sitoutumisen näkyviä merkkejä voidaan pitää tärkeinä. On kuitenkin huomattava, että näkyvien merkkien olemassaolo vaikkapa kirjallisina dokumentteina ei välttämättä takaa niiden mukaan toimimista. Esimerkiksi lähes kaikilla haastateltavilla oli selvä kuva siitä, kuka vastaa organisaatiossa katselmoinneista. Tavallisesti vastuuhenkilö on laatupäällikkö tai jossakin vastaavassa roolissa oleva henkilö. Kuitenkaan nämä vastuuhenkilöt eivät tehneet käytännössä juuri mitään katselmointeihin liittyvää. Myös organisaation politiikka oli useimmilla selvästi tiedossa, mutta usein se jää toteutumatta käytännössä.

Yhdessäkään kohdeorganisaatiossa katselmointeihin ei kohdenneta resursseja erikseen kovin tarkasti. Tavallisesti niiden ajatellaan kuuluvan osana johonkin suurempaan tehtävään, kuten esimerkiksi jonkin suunnitteludokumentin tuottamiseen. Haastateltavat asennoituivat vaihtelevasti siihen, kuinka tarkalla tasolla resurssien allokointi tulisi tehdä. Projektipäälliköiden näkökulmasta tarkempi allokointi tarkoittaa lisää työtä. Sovelluskehittäjän näkökulmasta taas allokointi selkeyttäisi tilannetta. Enemmän kuitenkin vaikuttaa organisaatiossa käytännössä hallitseva politiikka ja asenne. Jos tarkastuksia ei arvosteta, ne jäävät joka tapauksessa toteuttamatta tai ne toteutetaan huonosti silloin, kun aikataulut menevät tiukalle. Toisaalta väljempikin resurssien allokointi riittää silloin, kun käytännön toiminnassa tarkastuksia arvostetaan. Haastattelussa nousi esille erityisenä ongelmakohtana tilanne, jossa on tarpeen saada



tarkastuksiin resursseja muista projekteista. Työntekijöille on harvoin varattu sellaista työaika, jonka voisi käyttää oman projektin ulkopuoliseen toimintaan.

Kaiken kaikkiaan organisaation sitoutumisen ilmeneminen on eräs tärkeimmistä asioista prosessien parantamisessa. Tärkeyden puolesta tämä kriteeri olisi voitu sijoittaa ICMM-mallin toiselle tasolle. Mallissa noudatetaan kuitenkin CMMI-mallin mukaista järjestystä, jossa organisaatiotasosten käytänteiden vakiinnuttamista ei edellytetä vielä toisella tasolla.

### 9.3 Taso 4 – Hallittu

Hallitulla tasolla on kysymys määritellyn tarkastusprosessin kehittämisestä ja tarkastusten potentiaalinen monipuolisesta hyödyntämisestä. Tällä tasolla oleva organisaatio kehittää jatkuvasti tarkastusprosessiaan ja käyttää samalla tarkastuksia välineenä koko ohjelmistotuotantoprosessin kehittämisessä. Tämä taso ottaa myös mukaan näkökulman virheiden ennalta ehkäisystä pelkän jo syntyneiden virheiden löytämisen ja korjaamisen sijasta.

Tässä kohdassa esitetyt kriteerit ovat pääpiirteittäin alkuperäisen ICMM-mallin mukaisia täydennettynä joillakin uusilla kirjallisuusviitteillä. Tutkimuksen kohdeorganisaatioissa ei haastatteluaineiston mukaan toteuteta mitään alkuperäisen ICMM mallin neljännen tason käytänteitä, joten niistä ei saatu empiiristä tietoa tämän tason määrittelyn tueksi.

Ainoa suurempi muutos alkuperäiseen ICMM-malliin tällä tasolla on järjestelmällistä koulutusohjelmaa koskevan kriteerin jättäminen pois. Kriteeriä ei tässä yhteydessä mainita erikseen, sillä sen sisältö tulee katettua kolmannen tason koulutusta ja viidennen tason oppimisprosessia koskevien vaatimusten yhteydessä.

#### 9.3.1 Jatkuva tarkastusprosessin kehittäminen

Kriteeri:

*Jatkuvaan tarkastusprosessin kehittämiseen liittyvät käytänteet täytyy olla määriteltynä, dokumentoituina ja oikeasti käytössä.*

Tällä tarkastusprosessin kehittämisellä tarkoitetaan laajasti tarkastuskäytänteiden, tukimateriaalin ja koulutuksen kehittämistä. Organisaatiossa täytyy olla määriteltynä suunnitelma tarkastustoiminnan jatkuvaa kehittämistä varten. Määrittely sisältää sen, milloin ja mitä kehittämistoimenpiteitä on tehtävä, ja kuka niistä on vastuussa.

Tietoa tarkastusprosessin parantamisen tueksi voidaan saada monesta eri lähteestä. Jo ICMM-mallin kolmannella tasolla vaadittiin tarkastuksista kerättävän tiedon käyttöä prosessin seurannassa. Erilaisista metriikoista (ks. Barnard ja Price 1994, Grady 1994, Wiegers 2002a) voidaan saada hyödyllistä tietoa myös prosessin parantamisen tueksi. Gilb ja Graham (1993) esittävät, että jokaisen tarkastuspalaverin päätteeksi varataan vähän aikaa (enintään puoli tuntia)

prosessin parantamista koskevien ajatusten keräämiseksi. Silloin voidaan saada heti palautetta tarkastukseen liittyvien käytännön asioiden sujumisesta, ideoita tukimateriaalin kehittämiseksi ja tietoa koulutustarpeista.

Prosessin parantamista tukevaa tietoa voidaan saada myös organisaation ulkopuolelta. Dybå (2005) on tutkinut tekijöitä, jotka vaikuttavat yleisesti ohjelmistotuotannon prosessien parantamisen onnistumiseen. Hän on päätenyt pitämään organisaation ulkopuolelle suuntautuvaa aktiivista tiedonhankintaa eräänä merkittävistä menestystekijöistä. Tarkastuksiin liittyen tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi uusien työkalujen kehityksen seuraamista.

Konkreettisia kehittämistoimia täytyy pystyä jollakin tavalla priorisoimaan. Kehittämiskohteiden määrittämistä ja priorisointia voidaan tarkastella useasta eri näkökulmasta. Käytänteistä voidaan esimerkiksi etsiä merkittävimpiä ongelmakohtia tai kehittämistä voidaan suunnata sen mukaan, mistä on oletettavasti eniten hyötyä tarkastusten tehokkuudelle. Erilaisia näkökulmia tarkastusten kehittämiseen on esitelty erikseen luvussa 10.

### 9.3.2 Virheitä ennalta ehkäisevä toiminta

Kriteeri:

*Virheitä ennalta ehkäiseviä käytänteitä täytyy olla määriteltynä ja käytössä.*

Sekä Fagan (1986) että Gilb ja Graham (1993) ovat yhtä mieltä siitä, että tarkastuksia ei tulisi käyttää ainoastaan virheiden etsimiseen, vaan myös niiden ennaltaehkäisyyn. Tässä on enemmän kysymys periaatteen sisäistämisestä ja sen mukaan toimimisesta kuin erillisistä käytänteistä. Suuri osa tarkastusten merkityksestä virheiden ennaltaehkäisyssä tapahtuu osallistujien oppimisena. Jos tarkastukset nähdään virheiden löytämisen lisäksi oppimisprosessina, voivat osallistujat oppia tehokkaasti välttämään samankaltaisia virheitä jatkossa. Tällainen oppiminen kerryttää osallistujien omaamaa hiljaista tietoa.

Toinen puoli virheitä ennalta ehkäisevää toimintaa voi olla virhetiedon tuominen näkyvään muotoon, joka voi tukea käytännön työssä. Käytännössä virheitä ennalta ehkäisevä materiaali voi tarkoittaa työohjeita, sääntöjä ja listoja tyypillisimmistä virheistä eri työvaiheissa. Tavalliset tarkastuksissa käytettävät tarkistuslistat voivat toimia ennaltaehkäisevässä merkityksessä, jos dokumentin tekijä käy tarkistuslistan avulla itse läpi tuotoksensa ennen tarkastusta. Tällainen tietämys virheitä ennalta ehkäisevästä toiminnasta tulisi sisällyttää myös uusien työntekijöiden koulutukseen.

Virheitä ennalta ehkäisevä toiminta on yhteydessä jatkuvaan tarkastusten kehittämiseen. Virheiden ennaltaehkäisyä tukevaa materiaalia voidaan kehittää samassa yhteydessä tarkastusprosessin parantamisen kanssa.

### 9.3.3 Ohjelmistotuotantoprosessin kehittäminen

Kriteeri:

*Tarkastuksia täytyy hyödyntää koko ohjelmistotuotantoprosessin kehittämisessä.*

Tarkastukset voivat tarjota arvokasta tietoa koko ohjelmistotuotantoprosessin kehittämistä varten. Tarkastuksista kerättävää tietoa analysoimalla voidaan saada tunnistettua ohjelmistotuotantoprosessin ongelmakohtia ja tuotettua hyödyllisiä kehittämis ehdotuksia. Grady (1994) esittää esimerkin virhetiedon analysoinnista prosessien parantamisessa Hewlett Packardin organisaatiossa. Hänen esimerkissään virheet luokiteltiin eri tyyppisiin, kuten esimerkiksi logiikka-, spesifikaatio- ja käyttöliittymävirheisiin. Analyysin tuloksena päädyttiin pitämään käyttöliittymävirheitä merkittävänä virheluokkana ja sen jälkeen pohdittiin aivoriihessä mahdollisia syitä virheiden syntymiselle. Tämän työn tuloksena laadittiin käyttöliittymän kehittämistä varten uusia ohjeita, joista saatiin hyviä kokemuksia.

Gilb ja Graham (1993) ehdottavat lisäksi, että tarkastuspalaverin lopuksi tulisi varata aikaa (enintään puoli tuntia) löytyneiden virheiden syiden analysointia varten. Tällöin virheet ovat tuoreessa muistissa ja osallistujat voivat osata selittää, mistä löydetty virheet oikeasti johtuvat. Tämän analyysin avulla voidaan tunnistaa prosessin ongelmia ja tuottaa hyödyllistä tietoa prosessien parantamista varten. Samassa yhteydessä voidaan nostaa esiin suoranaisia parantamisehdotuksia, jotka voivat koskea yhtä hyvin tarkastuksia kuin koko ohjelmistotuotantoprosessia.

Tarkastusten rooli tässä yhteydessä on tuottaa tietoa prosessien parantamisen tueksi. Varsinainen vastuu prosessien parantamisesta on oltava organisaatiossa jollakin määritellyllä taholla. Gilb ja Graham (1993, 131-136) ovat esittäneet erään mallin siitä, kuinka prosessin kehityksestä vastuussa oleva ryhmä voi toimia. Heidän ajatustensa mukaan tällainen ryhmä vastaa laajemmin prosessien parantamisesta, eikä ole erityisesti keskittynyt tarkastusprosessiin.

## 9.4 Taso 5 - Optimoiva

Optimoivalla tasolla organisaatiolla on hyvät tarkastuskäytänteet, jotka on kehitetty organisaation omaan kokemukseen perustuen. Tällä tasolla organisaatiolla on kokemukseen perustuvia kustannustehokkuuden mukaan määriteltyjä standardeja sille, kuinka tarkastuksia tulee järjestää erilaisissa olosuhteissa. Organisaatio on myös määritellyt prosessin tarkastusten kehittämistoimintaa varten sekä prosessimuutosten käyttöönottoa varten.

Tässä kohdassa esitetyt kriteerit ovat alkuperäisen ICMM-mallin mukaisia täydennettynä joillakin uusilla kirjallisuusviitteillä. Ne ovat lähinnä ideoita siitä, millaisia kriteerejä viidennellä tasolla voisi olla. Tutkimuksen kohdeorganisaatioista kootusta haastatteluaineistosta ei saatu tukea näiden kriteerien määrittelyyn, sillä organisaatioissa ei toteuteta mitään alkuperäisen ICMM mallin nel-

jännän tai viidennen tason käytänteitä. Myöskään tarkastuksia käsittelevässä kirjallisuudessa ei ole paljon käsitelty tämän kaltaisia teemoja.

#### 9.4.1 Standardit tarkastusten suunnitteluun

Kriteeri:

*Organisaatiolla tulee olla standardit tarkastusten suunnitteluun.*

Tässä kriteerissä standardilla tarkoitetaan sen määrittelyä, miten tarkastuksia tulee järjestää missäkin olosuhteissa. Tällä tasolla oletuksena on, että organisaatiolla on runsaasti systemaattisesti kerättyä historiatietoa ja kokemuksia tarkastuksista. Standardien määrittelyn tulee pohjautua vahvasti organisaatiosta kerättyyn historiatietoon. Tämän kriteerin kohdalla pääasia on optimoida tarkastusmenetelmien käyttö mahdollisimman kustannustehokkaaksi erilaisia olosuhteita varten. Gilb ja Graham (1993) esittävät, että tarkastukset kuluttavat tavallisesti 10-15 prosenttia ohjelmistokehityksen kokonaisbudjetista eli tarkastuksissa on kyse merkittävästä määrästä resursseja.

Standardit voivat sisältää erilaisia tarkastuksen toteutustapoja ja suosituksia niiden käytöstä erilaisissa projekteissa. Nämä standardit tulee luoda historiatietoon perustuen ja niiden lähtökohtana tulee olla kustannustehokkuus. Erityyppisissä projekteissa esimerkiksi laatuvaatimukset, aikataulu ja resurssien saatavuus vaihtelevat ja siksi myös tarkastukset voi olla hyvä suunnitella erilaisiksi olosuhteiden mukaan. Little (2005) antavat esimerkin siitä, kuinka ohjelmistotuotantoa on kokonaisuutena ohjattu projektien ominaisuuksien perusteella. Heidän esimerkkiyrityksessään projektit on luokiteltu neljään eri tyyppiin valittujen ominaisuuksien perusteella ja jokaiselle projektityypille on määritelty tietty prosessijoukko, jonka mukaan projektissa toimitaan. Samalla tavalla voidaan vahvaan historiatietoon pohjautuen määritellä erilaisille projekteille erilaiset ohjeet tarkastuksia varten.

#### 9.4.2 Määritelty oppimisprosessi

Kriteeri:

*Organisaatiolla tulee olla dokumentoitu oppimisprosessi.*

Oppimisprosessi täydentää neljännellä tasolla vaadittua jatkuvaa tarkastusprosessin parantamista, joka ei ottanut kantaa prosessimuutosten toteuttamiseen käytännössä. Tässä vaiheessa organisaatiolle on jo kertynyt kokemusta prosessien parantamisesta ja sen tulisi tunnistaa, millä tavoin prosessimuutokset toteutetaan tehokkaasti omassa organisaatiossa. Organisaatio on omaan aiempaan kokemukseen perustuen määritelty prosessin, jonka mukaan prosessimuutokset toteutetaan. Kokemuksella oman organisaation toiminnasta on tässä erityinen merkitys, sillä juuri prosessimuutosten toteuttamista pidetään usein haastavimpana osana prosessien parantamista (esim. Mathiassen ym. 2005). Oppimisprosessilla tulee olla vastuuhenkilö, joka vastaa muutosten toteutuksesta määritysten mukaisesti. Oppimisprosessia arvioitaessa sitä tarkastellaan

tarkastusprosessin parantamisen kannalta, vaikka se liittyykin tavallisesti laajempaan kokonaisuuteen organisaatiossa.

## 9.5 Huomioita ICMM-mallista

Empiiristen kokemusten perusteella erityisesti luvussa 8 analysoitiin mallin ja sen eri kriteerien käyttökelpoisuutta yksityiskohtaisesti. On huomattava, että siinä arvioitiin ainoastaan jo alkuperäisessä ICMM-mallissa olleita elementtejä, ei kehitetty malliin uusia piirteitä. Haastatteluissa ei noussut esiin uusia käytänteitä mallissa jo ennestään olleiden lisäksi.

ICMM-mallista mahdollisesti puuttuvia oleellisia elementtejä voidaan tarkastella kirjallisuuden avulla. Kun mallia verrataan luvussa 3 esitettyihin systemaattisen kirjallisuuskatsauksen tuloksiin, voidaan tunnistaa kaksi tutkimuksessa esiin nousevaa aihetta, joihin ei ole ICMM-mallissa otettu kantaa. Virheiden määrän arvioiminen tarkastusten jälkeen on eräs tutkimuksen määrässä mitattuna esille nouseva alue. Virheiden määrän arvioimiseen kehitetyt mallit eivät kuitenkaan ole tutkimusten mukaan riittävän luotettavia käytännön soveltamisen kannalta (ks. kohta 3.5.1). Toinen ICMM-mallista puuttuva runsaasti tutkittu aihe on työkalutuki tarkastuksissa. Työkalutuki jätettiin mallia kehitettäessä tietoisesti aiheeksi, jota ei painotettu erikseen. Työkalutuen katsotaan sisältyvän tarkastusprosessin määrittelyyn, joka on eräs kolmannen tason vaatimuksista.

Tämän tutkimuksen empiirisen aineiston pohjalta ei voida perustellusti ottaa kantaa siihen, kuinka hyvä ICMM:n kaltainen tasomalli on tarkastuskäytänteiden parantamisen tukena. Tutkimuksen aikana vastaan tuli kuitenkin joitakin kysymyksiä, jotka voivat antaa suuntaa jatkotutkimukselle. ICMM-mallissa päädyttiin CMMI:n (SEI 2002) esikuvan mukaisesti vaatimaan organisaatiotasoisia käytänteitä vasta kolmannella tasolla. Kuitenkin aineistossa selvä organisaatiotasoinen politiikka ja määritelty prosessi olivat tunnusmerkkejä organisaatioille, joissa tarkastuksia toteutetaan säännöllisesti. Tämä viittaa siihen, ICMM-mallin toinen taso ei sellaisenaan välttämättä ole tavoittelemisen arvoinen väliporras tarkastuksia käyttöönotettaessa. Tasomallin tasojen alkupeäinen ajatus on kuitenkin tarjota asteittainen kehityspolku organisaatioille. Kenties muunlainen esitystapa kuin viisiportainen tasomalli toimisi paremmin kuvattaessa suositeltavaa kehityspolku.

## 9.6 Yhteenveto ICMM-mallista

Luvut 7-9 ovat käsitelleet ICMM-mallin kehittämistä ja kehitystyön tuloksia tässä tutkimuksessa. ICMM on viisitasoinen kypsyystasomalli, joka on tarkoitettu tukemaan tarkastuskäytänteiden arviointia ja niiden parantamista ohjelmistojen tuottavassa organisaatiossa. Aluksi mallista luotiin alustava versio

keskeisten kirjallisuuslähteiden pohjalta. Sen jälkeen mallia käytettiin kahdeksassa eri organisaatiossa tarkastuskäytänteiden arvioinnissa ja sen käyttökelpoisuutta analysoitiin näiden empiiristen kokemusten avulla. Viimeisessä vaiheessa mallista kehitettiin parannettu versio analyysin tulosten ja systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta saatujen tulosten pohjalta.

Kokemus ICMM-mallin käytöstä tarkastuskäytänteiden arvioinnissa oli hyvä. Se auttoi selvästi tunnistamaan tarkastuskäytänteiden puutteita organisaatioissa. Mallin mukaisella arviolla oli selvä yhteys siihen, kuinka tyytyväinen organisaatio oli omien tarkastustensa toimivuuteen. Mitä enemmän organisaatio haastattelujen perusteella toteutti ICMM-mallin asettamia kriteereitä, sitä tyytyväisempiä haastateltavat olivat organisaation tarkastustoimintaan. Lisäksi ICMM-mallin avulla tunnistetut puutteet olemassa olevissa tarkastuskäytänteissä olivat selvästi yhteydessä käytännöllisiin tarkastuksiin liittyviin ongelmiin. Siis tunnistetut puutteet vaikuttivat aiheuttavan ongelmia jopa niissä organisaatioissa, jotka saivat arvioinnissa parhaat tulokset.

ICMM-mallista vaikuttaa tutkimuksessa saatujen kokemusten pohjalta olevan selvästi hyötyä tarkastuskäytänteiden parantamiselle. Keskeinen puute näissä kokemuksissa on se, että ne kattavat mallista vain tasot 2-3. Ylempien tasojen (4-5) osalta ICMM-mallia voidaan pitää vielä varsin keskeneräisenä. Niiden määrittely on suurelta osin ideatasolla. Niiden tueksi ei ole empiiristä tietoa, eikä myöskään kirjallisuudesta löydy runsasta määrää viitteitä, joissa näitä teemoja olisi käsitelty tarkastusten kontekstissa. Tämä on eräs näkökulma, johon tarvitaan vielä jatkotutkimusta.

Toinen tarpeellinen jatkotutkimuksen aihe olisi tällaisen mallin rooli prosessien parantamisessa yleensä. Eräs selvä havainto ICMM-mallin käytöstä tarkastuskäytänteiden parantamisessa on se, että malli vaatii rinnalleen myös muita lähestymistapoja. Parhaimmat tulokset arvioinnissa saaneet organisaatiot toteuttavat tarkastuksia hyvin säännöllisesti ja prosessin mukaisesti, mutta siitä huolimatta niillä havaittiin olevan vakavia ongelmia tarkastusten tehokkuuden kannalta. Mallipohjainen prosessien parantaminen ei auta sellaisten käytännöllisten ongelmien tunnistamisessa, jotka eivät näy varsinaisina puutteina prosesseissa. Samankaltaisia puutteita mallipohjaisessa lähestymistavassa on havaittu myös yleisemmin prosessien parantamiseen liittyen (esim. Nielsen ja Nørbjerg 2001). Erilaisia näkökulmia tarkastuskäytäntöjen parantamiseen käsitellään luvussa 10.

## **OSA IV - TUTKIMUKSEN YHTEENVETO**

## 10 NÄKÖKULMIA TARKASTUSKÄYTÄNTEIDEN KEHITTÄMISEEN

Tässä tutkimuksessa on useaan otteeseen viitattu erilaisiin näkökulmiin, jotka liittyvät tarkastuskäytänteiden parantamiseen ohjelmistoja tuottavassa organisaatiossa. Iso osa tutkimusta (luvut 7-9) käsittelee ICMM-mallia, joka on kehitetty tutkimuksen kuluessa tukemaan tarkastuskäytänteiden arviointia ja parantamista. Se edustaa kuitenkin vain yhtä ja rajallista näkökulmaa käytänteiden parantamiseen.

Tässä luvussa pyritään hahmottelemaan kokonaiskuvaa erilaisista lähestymistavoista tarkastuskäytänteiden parantamiseen. Siinä voidaan erottaa toisistaan kaksi eri näkökulmaa. Aluksi täytyy ymmärtää kokonaisvaltaisesti sitä, kuinka kehittämistoimintaa organisaatiossa hallitaan. Tällöin keskeistä tarkastelussa on muutoksen hallinta (Mathiassen ym. 2005). Toiseksi täytyy ymmärtää itse substanssia niin, että voidaan valita kehittämiskohteet mahdollisimman järkevästi. Tässä luvussa, kuten koko tässä tutkimuksessa, keskitytään jälkimmäiseen näkökulmaan. Ensin alakohdassa 10.1 luodaan kuitenkin kirjallisuuden pohjalta lyhyt katsaus asioihin, jotka ovat keskeisiä yleisesti prosessien parantamisessa. Sen jälkeen alakohdissa 10.2-10.5 tarkastellaan eri näkökulmia, joilla erityisesti tarkastuskäytänteiden parantamista voidaan lähestyä. Ne ovat yhdistelmä tämän tutkimuksen aikana tehdyistä havainnoista ja kirjallisuudessa esitetyistä malleista.

### 10.1 Kehittämisen prosessin toteuttaminen organisaatiossa

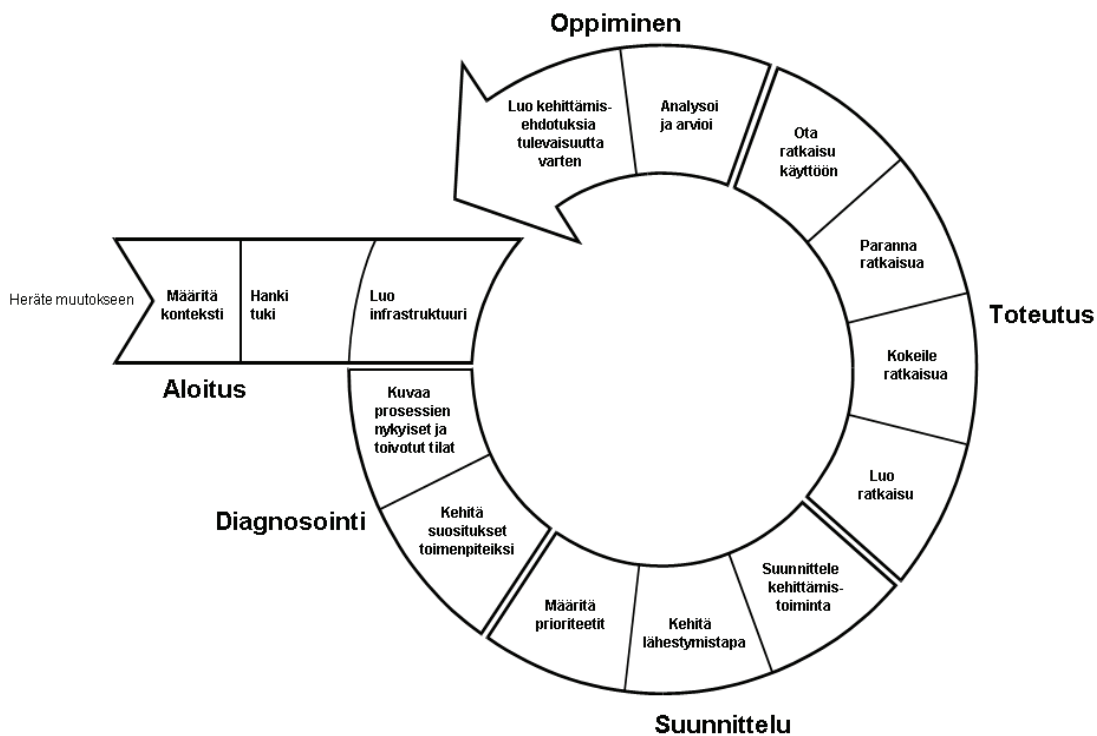
Tarkastuksia käsittelevässä kirjallisuudessa, kuten myös tässä työssä, on käsitelty hyvin vähän yleisiä organisaation kehittämiseen liittyviä näkökulmia. Joitakin viitteitä tällaiseen voidaan löytää tarkastusta käsittelevissä käsikirjoissa (Gilb ja Graham 1993, Wiegers 2002a) ja Harjumaan (2005a ja 2005b) kehittämismalleihin liittyvissä ajatuksissa. Lisäksi Jalote ja Haragopal (1998) ovat käsitelleet muutosvastarinnan murtamista yksittäisenä asiana tarkastusten käyt-



töönnotossa. Kehittämisen prosessin toteuttamisesta ei kuitenkaan ole yritetty luoda kokonaiskuvaa tarkastuksia käsittelevässä kirjallisuudessa. Tämä on ehkä luonnollista, sillä kehittämistoimien kohdistuminen tarkastuksiin poikkeaa hyvin vähän minkä tahansa muun ohjelmistotuotannon prosessialueen kehittämisestä.

Tunnetuin prosessien parantamisen kokonaisuutta kuvaava esitys on SEI:n (Software Engineering Institute) kehittämä IDEAL-malli (SEI 1996). Malli on kehitetty alkuperäisen CMM-mallin (Paulk ym. 1991) pohjalta vastaamaan siihen kysymykseen, kuinka prosessien parantamistyötä organisaatiossa tulisi tehdä. CMM (tai CMMI) ei kuvaa kovinkaan paljon prosessien parantamiseen liittyviä käytännöllisiä aktiviteetteja, joten tähän tarpeeseen kehitettiin IDEAL-malli, jossa prosessien parantaminen kuvataan prosessina. Se sisältää viisi päävaihetta, jotka on jaettu 14 aktiviteettiin (kuvio 10). Malli kuvataan kehämäisenä sisältäen ajatuksen jatkuvasta prosessien kehittämisestä.

IDEAL-mallin ensimmäisessä eli aloittamisvaiheessa määritellään liiketoiminnan tarpeista peräisin olevat tavoitteet prosessien parantamiselle. Diagnostivaiheessa selvitetään tämän hetkinen prosessien tila keskittyen niiden vahvuuksiin ja heikkouksiin. Suunnitteluvaiheessa määritellään strategia prosessien parantamisen toteuttamiseksi. Strategia sisältää sekä pidemmän aikavälin kehittämisstrategian, että konkreettisten kehittämistoimien suunnittelun. Toteutusvaiheessa prosessimuutos toteutetaan käytännössä. Tavallisesti määritellyjä prosesseja kokeillaan ensin pilottihankkeessa, parannetaan niitä kokemusten perusteella ja sitten levitetään ne laajempaan käyttöön. Viimeisessä eli oppimisvaiheessa arvioidaan kehittämisen tuloksia ja tuotetaan samalla uutta tietoa prosessien parantamista varten.



KUVIO 10 IDEAL-malli (SEI 1996)

IDEAL-mallin kaltainen apuväline voi olla hyödyksi myös tarkastuskäytänteiden kehittämisessä. Se antaa kokonaiskuvan niistä tehtävistä, joita tavallisesti prosessien parantamishankkeeseen kuuluu. Tällaisen prosessinäkökulman lisäksi on hyvä tunnistaa tekijät, jotka tavallisesti vaikuttavat prosessien parantamisen onnistumiseen. Seuraavassa on koostettu tuloksia muutamasta eri tutkimuksesta.

Dybå (2005) on tiivistänyt tutkimuksessaan keskeiset ohjelmistotuotannon prosessien parantamisen onnistumiseen vaikuttavat tekijät seuraavaan kuuteen kohtaan:

- **Liiketoimintaorientaatio:** aidot liiketoiminnan tarpeet ovat prosessien parantamista ohjaava tekijä
- **Johdon osallistuminen:** johtajat organisaation kaikilla tasoilla ovat sitoutuneita ja myös osallistuvat aktiivisesti prosessien parantamiseen
- **Työntekijöiden osallistuminen:** työntekijät käyttävät aktiivisesti tietämystään ja kokemustaan prosessien parantamisessa
- **Mittaamisesta huolehtiminen:** prosesseista kerätään tietoa, jolla tuetaan prosessien parantamista ja arvioidaan sen onnistumista
- **Olemassa olevan tiedon hyödyntäminen:** opitaan monin tavoin organisaation toiminnasta ja käytetään sitä tietoa prosessien parantamiseen
- **Uuden tiedon etsintä:** etsitään aktiivisesti uutta tietoa organisaation ulkopuolelta

Dybån listaamat kuusi tekijää perustuvat kattavaan kirjallisuuskatsaukseen. Hän piti niitä hypoteeseina tutkimuksessa, jossa selvitti prosessien parantamisen onnistumista 120 organisaatiota kattavan kyselytutkimuksen avulla. Hänen johtopäätöksensä oli, että kaikki mainituista kuudesta kohdasta vaikuttavat vastaajien mielestä merkittävästi prosessien parantamisen onnistumiseen ja tekijät yhdessä selittivät yli 50 % onnistumisen vaihtelusta.

Prosessien parantamisen onnistumista on tutkittu myös useissa muissa tutkimuksissa. Taulukkoon 7 on tiivistetty viidessä vaihtelevin menetelmin toteutetussa tutkimuksessa keskeisiksi todettuja onnistumisen tekijöitä. Siitä voidaan havaita muutamien tekijöiden nousevan esiin useissa eri tutkimuksissa. Tällaisia usein mainittuja tekijöitä ovat esimerkiksi työntekijöiden osallistuminen, johdon sitoutuminen, mittaaminen, resurssien allokointi ja selkeiden tavoitteiden asettaminen. Näiden lisäksi taulukosta voidaan todeta, että erilaisia tutkimuksissa mainittuja tekijöitä on paljon. Myös tutkimustuloksissa tärkeimmiksi mainitut tekijät poikkeavat toisistaan eri tutkimuksissa. Tutkimustulosten vaihtelun perusteella voidaan todeta, että ohjelmistotuotannon prosessien parantaminen vaikuttaa olevan monimutkainen ilmiö, johon vaikuttavat hyvin monet organisaation toimintaan liittyvät tekijät. Siksi onnistumisen takaavaa mallia prosessien parantamiselle ei ole olemassa, vaan keskeistä on oman organisaation toiminnan tuntemus ja toimintaan sopivan lähestymistavan löytäminen.

TAULUKKO 7 Eri tutkimuksissa esille tuotuja ohjelmistotuotannon prosessien parantamisen onnistumiseen vaikuttavia tekijöitä (x tarkoittaa onnistumisen tekijän mainintaa lähteessä)

Onnistumisen tekijä \ Lähde	Dybå (2005)	Goldenson ja Herbsleb (1995)	Hall ym. (2002)	Niazi ym. (2006)	Stelzer ja Mellis (1998)
Työntekijöiden osallistuminen	x	x	x	x	x
Johdon sitoutuminen ja tuki			x	x	x
Prosessien parantamisen seuranta ja mittaaminen	x	x	x		
Resurssien allokointi		x	x	x	
Selkeät ja realistiset tavoitteet		x	x		x
Kommunikaatio ja yhteistyö			x		x
Muutosagentit ja muut avainhenkilöt			x		x
Prosessien kehittämismenetelmien räätälöinti			x		x
Yleinen ymmärrys prosessien parantamisesta läpi organisaation				x	x
Johdon osallistuminen	x				
Liiketoimintaorientaatio	x				
Olemassa olevan tiedon hyödyntäminen	x				
Uuden tiedon hyödyntäminen	x				
Prosessien parantamiseen osallistuvan henkilöstön arvostus		x			
Selvästi määritellyt vastuut		x			
Infrastruktuuri prosessien parantamiselle			x		
Henkilöstön kokemus				x	
Koulutus				x	
Selkeästi määritelty toteutustapa prosessien parantamiselle				x	
Kehittämisprojektin hallinta					x
Muutosvastarinnan hallinta					x
Uuden prosessin vakiinnuttaminen					x

Prosessien parantamiseen vaikuttavien tekijöiden tutkimus vaikuttaa keskittyvän suurelta osin onnistumisen tekijöihin. Tätä aluetta on kuitenkin jonkin verran tarkasteltu myös prosessien parantamisen esteiden näkökulmasta. Esimerkiksi jo edellä mainittu Goldensonin ja Herbslebin (1995) tutkimus käsittelee erikseen onnistumisen tekijöitä ja esteitä. He tuovat seuraavat seikat esiin selvästi vaikuttavina esteinä prosessien parantamisessa:

- liialliset organisaatiopolitiikat,
- oman reviirin vartiointi,
- kyynistyminen aiemmista huonoista kokemuksista johtuen
- tekniset ihmiset kokevat, että prosessien parantaminen vie liikaa aikaa "oikealta työtä",

- kokemus siitä, että prosessien arviointien pohjalta luodut kehittämisedotukset olivat liian kunnianhimoisia.

Tässä alakohdassa lyhyesti esiteltyt asiat eivät ole mitenkään erityisiä tarkastuskäytänteiden kannalta, vaan lähestyvät ohjelmistotuotannon prosessien parantamista yleisestä näkökulmasta. Niitä ei käsitellä tässä työssä tämän enempää, mutta ne luovat puitteet, joissa myös tarkastuskäytänteiden parantaminen organisaatiossa tapahtuu.

## 10.2 Referenssimallit tarkastuskäytänteiden kehittämisen tukena

Referenssimallilla tarkoitetaan tässä kypsyyss- ja kyvykkyysmalleja, joita on kehitetty tarkastuskäytänteiden kehittämisen tueksi. Nämä referenssimallit voidaan ohjelmistotuotannon prosessien parantamisen alueella jakaa kahteen tyyppiin niiden lähestymistavan mukaan. Jaottelu on peräisin alkuperäisen CMM-mallin (Paulk ym. 1991) ja SPICE-projektin tuloksena kehitetyn ISO 15504-mallin (ISO/IEC 2003-2006) vertailusta. CMM-malli on *kypsyyssomalli (maturity model)*, joka jakaa ohjelmistotuotannon prosessialueet viidelle tasolle niiden tärkeyden mukaan. Mallissa on pyritty priorisoimaan prosessialueet tärkeysjärjestykseen siten, että alimman tason prosessialueet ovat kriittisimpiä kehittää ensin. Tähän oletukseen perustuen mallin oletetaan kuvaavan organisaation kypsyyttä, mistä syystä tasomallista käytetään käsitettä kypsyyssomalli. Tasomalli mahdollistaa siten myös organisaatioiden välisen vertailun.

ISO 15504 ei pyri mittaamaan organisaation kypsyyttä, vaan yksittäisten prosessialueiden kyvykkyyttä. Tällöin käytetään käsitettä *kyvykkyysmalli (capability model)*. Se ei pidä sisällään organisaation tilaa kuvaavia tasoja, vaan yksittäisiä prosessialueita arvioidaan tiettyjen kriteerien mukaan. Tämän lähestymistavan pyrkimys on tehdä näin prosessien parantamisesta CMM:n kaltaista tasomallia joustavampaa. Nykyisin ei voida enää puhua kypsyyss- ja kyvykkyysmallien vertailussa CMM:n ja ISO 15504 -mallin eroista. ISO (*International Organization for Standardization*) on parhaillaan kehittämässä tasomallia ja CMM:n seuraaja CMMI (2002) on jo vuosia pitänyt sisällään myös kyvykkyysmallin, jota nimitetään mallin jatkuvaksi esitystavaksi.

Eräs tarkastuskäytänteitä kuvaava kypsyyssomalli on ICMM, joka on kehitetty tämän tutkimuksen kuluessa (ks. luvut 7-9). Kirjallisuudessa on aiemmin esitetty myös joitakin muita tarkastuskäytänteitä kuvaavia kypsyyssmalleja, mutta ne edustavat kaikki jollakin tavalla rajallisempaa näkökulmaa. CMMI (SEI 2002) sisältää jonkin verran kuvausta tarkastuksista, mutta hyvin yleisenä ohjelmistotuotannon referenssimallina se kuvaa niitä pintapuolisesti. Testauksen kypsyyssmallit (esim. Burnstein ym. 1999; Ericson ym. 1997) pitävät sisällään myös tarkastukset, mutta myös ne jäävät siltä osin melko pintapuolisiksi. Ennen ICMM-mallia Grady ja Van Slack (1994) ovat esittäneet eräänlaisen tarkastuskäytänteiden kypsyyssmallin. Heidän mallinsa ongelma on siinä, että se kes-

kittyy kuvaamaan hyvin suuressa yrityksessä tapahtuvaa koko organisaation laajuista käytänteiden käyttöönottoprosessia.

Rakenteeltaan ICMM-malli on kypsyysmalli, joka koostuu esikuvana olleen CMMI-mallin (SEI 2002) mukaisesti viidestä tasosta. Tasojen merkitys käytänteiden parantamisen tukena on siinä, että niillä käytänteet on karkeasti priorisoitu tärkeysjärjestykseen käytänteiden kehittämisen kannalta. Malli sisältää oletuksen siitä, että esimerkiksi tason kaksi käytänteet on järkevää toteuttaa ennen tasoa kolme. Tässä tutkimuksessa (ks. luku 8) todettiin ICMM-mallin toimineen hyvin olemassa olevien käytänteissä ilmenevien puutteiden tunnistamisessa. Tarkastuskäytänteiden kehittämisen kannalta mallin käytöstä tarvittaisiin kuitenkin vielä lisää tietoa. Sitä ei ole käytetty vielä pidemmällä aikavälillä käytänteiden kehittämisessä, eikä mallin neljännen ja viidennen tason arviointikriteerien käytöstä ole vielä empiiristä kokemusta.

Tervonen ym. (2001) ovat kehittäneet tarkastuskäytänteiden arvioimisen tueksi kyvykkyysmallin, jota he kutsuvat nimellä i3GO. Harjumaan ym. (2004) esittävät siitä käyttökokemusten perusteella parannetun version. Malli noudattelee nimenomaan kyvykkyysmallin periaatteita siinä, että se ei sisällä kypsyystasoa. Sen sijaan mallin kuvaama tarkastusprosessi on jaettu 12 aktiviteettiin, joiden kyvykkyyttä arvioidaan yhteensä 29 indikaattorin avulla. Arvioinnin tuloksena saadaan aikaan profiili, joka kuvaa sitä, kuinka hyvin kukin 12 tarkastusprosessin sisältämästä aktiviteetista toteutuu kohdeorganisaatiossa.

Harjumaan ym. (2004) mukaan i3GO-malli on toiminut käytännössä hyvin tarkastuskäytänteiden heikkojen kohtien tunnistamisessa. Yhteistä ICMM-mallin kanssa on se, että i3GO-mallin käytöstä on vähän empiiristä kokemusta, jota tarvittaisiin vielä lisää kummankin mallin kehittämistä varten. Molempien mallien käytöstä on saatu lupaavia kokemuksia, mutta niiden vertaaminen on hankalaa empiirisen tutkimuksen vähäisyyden vuoksi. Mallit ovat erilaisia rakenteeltaan. Tasomallina ICMM voi tarjota enemmän tukea kehittämisskeleiden suunnittelussa, kun taas i3GO sisältää yksityiskohtaisemman kuvauksen tyypillisen tarkastusprosessin rakenteesta. Näiden eroavuuksien paremmuudesta on mahdotonta tämän tietämyksen perusteella sanoa mitään. Joka tapauksessa keskeinen tällaisen referenssimallin rooli tarkastuskäytänteiden kehittämisessä on tarjota organisaatiolle ulkopuolinen viitekehys, jonka avulla voidaan tunnistaa käytänteiden puutteet ja heikkoudet. Tässä tehtävässä sekä ICMM, että i3GO vaikuttavat saatujen kokemusten perusteella toimivan hyvin.

### 10.3 Ongelmien tunnistaminen

Eräs keskeinen tutkimuksessa tehty havainto oli, että kypsyystasomallin avulla tehtävä käytänteiden arvioiminen ei yksin riitä tarkastuskäytänteiden kehittämisen tueksi. Sillä saadaan tunnistettua potentiaalisista kehittämiskohteista vain sellainen osa, joka liittyy suoranaisesti määriteltyihin käytänteisiin. Tarkastuksissa saattaa lisäksi ilmetä sellaisia käytännön toteuttamiseen liittyviä ongelmia, joita mallin avulla tehtävä arviointi ei havaitse. Luvussa 6 on käyty läpi

tällaisia ongelmia kirjallisuuden ja kohdeyrityksistä kerätyn haastatteluaineiston pohjalta. Hyvä esimerkki tällaisesta ongelmasta on tarkastuspalaveriin valmistautuminen. Tässä tutkimuksessa arvioitiin organisaatioiden tarkastuskäytänteitä alustavan ICM-mallin avulla (ks. luku 5). Parhaiten arvioinnista suoriutunut organisaatio toteuttaa tarkastuksia hyvin säännöllisesti ja määrittelyn prosessin mukaisesti, mutta sillä on silti huomattavia ongelmia palaveriin valmistautumisessa.

Artikkelissa Kollanus (2005b) esitetään, että kypsyysmallien pohjalta toteutettavaa tarkastuskäytänteiden parantamista olisi hyvä täydentää ongelmälähtöisellä lähestymistavalla. Artikkelissa ehdotetaan viisiportaista systemaattista prosessia kehittämiskohteiden tunnistamiseen. Seuraavassa nämä vaiheet on esitetty hiukan alkuperäisestä esitystä soveltaen.

1. **Käytänteiden arviointi:** Arvioidaan nykyiset tarkastuskäytänteet jonkin kypsyysmallin (ks. luku 9 tai Harjumaa ym. 2004) avulla ja tunnistetaan käytänteisiin liittyvät puutteet. Arviointi voidaan tehdä samalla kun kerätään tietoa ongelmista (seuraava kohta).
2. **Kerätään kokemukset ongelmista:** Kootaan haastattelujen tai kyselyn avulla kokemuksia, siitä millaisia ongelmia tarkastuksia toteutettaessa organisaatiossa on kohdattu. Tämä voidaan tehdä samaan tapaan kuin tämän tutkimuksen haastatteluissa eli käyttää pohjana valmista luvussa 6 esiteltyä listaa potentiaalisista ongelmista. Tässä vaiheessa pyritään tunnistamaan, mitkä ovat tavallisimpia ongelmia.
3. **Tunnistetaan todelliset ongelmat:** Tässä vaiheessa tunnistetaan mahdollisesti havainnoista puuttuvat ongelmat ja priorisoidaan ne merkittävyyden mukaan. Kerätty kokemusaineisto ei välttämättä tuo suoraan esiin kaikkia ongelmia, mutta voi sisältää viitteitä niihin. Käytänteiden havaittujen puutteiden ja ongelmien pohjalta pyritään tunnistamaan syitä, joita ei ole vielä tullut esiin. Tähän vaiheeseen tarvitaan erityistä asiantuntemusta sekä organisaatiosta että tarkastuksista. Kaikista tunnistetuista ongelmista muodostetaan lista ja lopuksi pyritään arvioimaan jokaisen merkittävyys tarkastusten tehokkuuden kannalta. Merkittävyys arvioidaan numeerisesti asteikolla 1-5 (1 on merkittävin).
4. **Arvioidaan työmäärä:** Tässä vaiheessa arvioidaan kuinka paljon kunkin ongelman korjaaminen tai merkittävä tilan parantaminen vaatisi työtä. Arviointia työmäärää kuvataan asteikolla 1-3. Luku yksi kuvaa tässä sellaisia ongelmia, joihin on suhteellisen helppo vaikuttaa. Luku kolme taas kuvaa hyvin vaikeita ongelmia, jotka vaativat esimerkiksi perusteellista muutosta organisaation kulttuurissa.
5. **Kehittämiskohteiden priorisointi:** Lopuksi priorisoidaan kehittämiskohteet ja käytetään tulosta apuna kehittämiskohteiden valinnassa. Kohtien kolme ja neljä tulokset kerrotaan yhteen ja tulokseksi saada jokaisen ongelman kohdalta tunnusluku väliltä 1-15. Pääperiaate kehittämiskohteiden valinnassa on se, että pienimmän tunnusluvun saaneisiin ongelmiin kannattaa puuttua ensimmäisenä. Niiden kohdalla siis saadaan oleettavasti kaikkein suurin hyöty suhteellisen pienellä työmäärällä.

Tutkimuksen kohdeyrityksissä toteutetuissa haastatteluissa havaittiin, että katselmointeihin liittyvät käsitteet saattavat olla hankalia ja moniselitteisiä. Siksi tällaisessa ongelma-analyysissä haastattelujen on hyvä olla ensisijainen tiedonkeruumuoto. Toinen haastatteluissa tehty havainto oli, että arviointiperusteet täytyy sopia, jotta tuloksista saadaan riittävän yhtenäisiä. Haastateltavia pyydettiin arvioimaan asteikolla 1-5, kuinka tavallisia esitetyt ongelmat ovat organisaatiossa. Jotkut haastateltavista pyrkivät kuvaamaan mieluummin ongelman merkittävyyttä kuin sen yleisyyttä. Tämän tutkimuksen haastatteluaineistossa päädyttiin pyytämään haastateltavia kuvaamaan yhdellä tunnusluvulla yleisyyden ja merkittävyyden yhteisvaikutusta. Tämän sijasta haastateltavia voidaan pyytää edellä esitetyn analyysiprosessin toisessa vaiheessa kuvaamaan molempia tekijöitä erikseen asteikolla 1-5.

Ongelma-analyysiä tehtäessä voi ilmetä muitakin kuin listassa lueteltuja ongelmia ja niiden pohjalta käydyn keskustelun avulla voidaan ymmärtää ongelmien syitä. Esimerkiksi tämän tutkimuksen haastatteluissa katselmointien heikkoa suunnittelua ei koettu ongelmaksi (ks. kohta 6.2.6). Sen sijaan aikatauluun liittyen ongelmaksi koettiin tuotosten saaminen ajoissa tarkastettaviksi. Taustalla voidaan tulkita olevan ongelmia asenteissa tarkastuksia kohtaan. Tämän johtopäätöksen pohjalta asialle voidaan yrittää tehdä jotain. Toinen esimerkki haastatteluista on kysymys, joka koski huonoa asennetta tarkastuksia kohtaan (ks. kohta 6.2.12). Huonolla asenteella tarkoitettiin tekijöiden haluttomuutta antaa tuotoksia muiden tarkastettaviksi. Tällaisia ongelmia ei kohdeorganisaatioissa koettu, mutta sen sijaan tässä yhteydessä useassa haastattelussa tuli esille tarkastajien heikko asenne lukea toisten tuotoksia.

Ongelmakeskeisestä lähestymistavasta on hyvä huomata, että se edellyttää organisaatiolla jo olevan käytänteitä ennestään. Jos organisaatio on vasta ottamassa käyttöön tarkastuksia ensimmäistä kertaa, siitä ei ole hyötyä. Silloin kehittämistä on hyvä lähestyä kypsyysmallin avulla. Ongelmakeskeinen näkökulma sopii täydentämään kypsyysmallin käyttöä käytänteiden parantamisessa, kun organisaatiolla on jo ennestään olemassa olevat käytänteet. Ongelmakeskeinen lähestymistapa voidaan nähdä myös osana kypsyysmalliin pohjautuvaa käytänteiden kehittämistä. Siitä voidaan määritellä organisaatiossa säännöllisesti toteutettava käytäntö, jonka avulla seurataan tarkastusten toteutumista ja tunnistetaan ilmeneviä ongelmia.

Käytänteissä ilmenevät ongelmat saattavat olla yhteydessä käytänteiden kypsyystasoon. Beecham ym. (2003) ovat tehneet tällaisen havainnon tutkiesaan yleisemmin ohjelmistotuotannossa kohdattavia ongelmia. He havaitsivat, että korkeamman CMM-mallin mukaisen kypsyystason saavuttaneet organisaatiot toivat esille aivan erilaisia ongelmia kuin alemmalla kypsyystasolla olevat organisaatiot. Samanlaisia havaintoja tehtiin tämän tutkimuksen kohdeyrityksistä, vaikka merkittävimpinä pidetyt ongelmat olivatkin organisaatioille yhteisiä. Esimerkki tästä on aikataulun venyminen katselmoinnin vuoksi. Jos katselmoinneista tingitään aina aikataulun kiristyessä, ei tämä ole ongelma. Siitä muodostuu ongelma vasta, kun käytänteissä saavutetaan sellainen kypsyystaso, että niitä noudatetaan tilanteesta riippumatta.

Jatkotutkimuksessa voisi olla mahdollista profiloida eri tilanteessa olevien organisaatioiden tavallisimpia ongelmia. Se voisi auttaa tunnistamaan ongelmia tehokkaammin. Tällainen lähestymistapa lähestyisi kehittämismallien käyttöä käytänteiden kehittämisessä, mitä käsitellään seuraavassa alakohdassa.

## 10.4 Kehittämismalleihin pohjautuva lähestymistapa

Ohjelmistotekniikan alalla on viimeisen reilun vuosikymmenen ajan keskusteltu aktiivisesti valmiiden mallien (*patterns*) käytöstä. Tunnetuin kohde, johon tätä ajattelutapaa on sovellettu, ovat suunnittelumallit (Gamma ym. 1995). Suunnittelumalli kuvaa ohjelman rakenteen, joka ratkaisee tietyn tyyppisen ongelman tietynlaisten olosuhteiden vallitessa. Samaa ajattelumallia on sovellettu myös prosessien parantamiseen kuvaamalla prosessimalleja (Coplien 1995). Gamman ym. (1995) mukaan suunnittelumallin kuvaus sisältää seuraavat osat:

- ongelman kuvauksen, joka kuvaa sitä millaiseen tilanteeseen esitetty ratkaisu sopii,
- ratkaisun kuvauksen,
- kuvauksen ratkaisun hyödyistä ja kustannuksista.

Harjumaa (2005a ja 2005b) on soveltanut suunnittelumallien (*improvement patterns*) periaatetta tarkastuskäytänteiden kehittämiseen. Hänen lähestymistapaansa nimitetään tässä kehittämismalleiksi. Hänen ajattelunsa on lähellä edellisessä alakohdassa esitettyä ongelmalähtöistä lähestymistapaa tarkastuskäytänteiden parantamiseen. Hän perustaa kehittämismallien määrittelyn tavallisten tarkastuskäytänteissä ilmenevien ongelmien ratkaisuun. Kehittämismallit edustavat kuitenkin laajempia organisaation toimintaan liittyviä strategisia näkökulmia kuin edellisessä kohdassa tarkoitettuja käytännöllisiä ongelmia. Oleellinen ajatus kehittämismalleissa on tunnistaa organisaation liiketoiminnan kannalta keskeinen tarve tarkastuskäytänteiden kehittämisessä ja löytää tähän tarpeeseen sopiva toimintamalli. Kehittämismallit voivat tukea tässä.

Harjumaa (2005a) määrittelee artikkelissaan erilaisten tavoitteiden pohjalta seuraavat seitsemän erilaista tarkastuskäytänteiden kehittämismallia:

- **Ahne:** Tarkoitus löytää entistä enemmän virheitä tarkastuksissa
- **Aikainen lintu:** Tarkoitus löytää virheitä aikaisessa vaiheessa ohjelmistokehityksessä
- **Substanssi:** Tarkoitus löytää enemmän merkittäviä virheitä
- **Mukava:** Tarkoitus tehdä tarkastukset helpommiksi toteuttaa
- **Promootio:** Tarkoitus edistää tarkastusprosessin toteutumista useammin ja useammassa projekteissa



- **Viisas:** Tarkoituksena ymmärrettävämpi, läpinäkyvämpi ja tehokkaampi tarkastusprosessi
- **Täsmällinen:** Tarkoituksena tehdä prosessista kurinalaisempi ja sitä kautta tehokkaampi

Tarkastuskäytänteiden parantamisessa Harjumaa (2005a) yhdistää kehittämismallien käytön käytänteiden arviointiin. Hänen esittämässään kehittämissuorissa arvioidaan ensin olemassa olevat käytänteet, tunnistetaan kriittiset kehittämiskohteet ja määritellään niiden pohjalta tavoitteet käytänteiden parantamiselle. Näiden tavoitteiden pohjalta voidaan sitten löytää niihin sopiva kehittämismalli, joka auttaa kehittämistoimien suunnittelussa. Edellisessä alakohdassa käsiteltiin ongelmien tunnistamista, jolla tarkoitettiin tarkastuskäytänteiden toimivuuteen vaikuttaviin yksityiskohtiin puuttumista. Kehittämismallien ajatuksena on myös eräänlainen käytänteisiin liittyvien ongelmien ratkaisu, mutta ne pitävät sisällään laajemman strategian tarkastusprosessin kehittämiseen.

Kehittämismallien soveltaminen tarkastuskäytänteiden kehittämiseen vaikuttaa hyvältä ajatukselta, joka voi tarjota konkreettista tukea kehittämistoimintaan. Referenssimallien avulla voidaan todeta pääasiassa käytänteiden tämänhetkinen tila, mutta ne eivät tue kovinkaan paljon tarvittavien kehittämistoimenpiteiden määrittelyä. Parhaimmillaan kehittämismallit voisivat tarjota selkeän vastauksen tähän tarpeeseen. Kehittämismallien määrittely vaatii kuitenkin vielä runsaasti lisätutkimusta. Harjumaa (2005a ja 2005b) määrittelee edellä mainitut kehittämismallit niin pintapuolisesti, että niitä on vaikea soveltaa käytäntöön sellaisenaan. Eräs mielenkiintoinen näkökulma kehittämismallien määrittämiseen voisi olla niiden määrittely ICMM-malli huomioon ottaen. Harjumaan työssä kehittämismallien lähtökohdaksi on ollut i3GO-mallin mukaisesti tehty käytänteiden arviointi. ICMM-malli saattaa nostaa luonnostaan käytänteistä esiin hiukan erilaisia puutteita kuin i3GO. Jos kehittämismallien määrittelyn pohjaksi ajatellaan ICMM-mallin avulla tehty arviointi, tuloksena saatetaan olla hiukan erilaisia kehittämismalleja.

## 10.5 Tärkeiden tehokkuustekijöiden tunnistaminen

Edellä mainitut näkökulmat eivät huomioi suoranaisesti tietämystä tarkastukseen liittyvistä tehokkuustekijöistä. ICMM-malli perustuu ajatukseen siitä, että alemmalla tasolla määritellyt käytänteet ovat kehittämisen kannalta tärkeämpiä kuin ylempien tasojen käytänteet. Myös ongelmakeskeinen lähestymistapa ja kehittämismalleihin perustuva käytänteiden parantaminen pitävät sisällään ajatuksia tarkastusten tehokkuuden parantamisesta. Mikään näistä lähestymistavoista ei kuitenkaan tuota kehittämissuorituksia suoranaisesti tehokkuustekijöihin perustuen. Kehittämissuorituksia voi siis olla syytä arvioida erikseen tehokkuustekijöihin liittyvän tutkimustiedon valossa. Lisäksi tehokkuustekijöi-

den tiedostaminen on tärkeää alun perin tarkastusprosessia ja toimintaohjeita suunniteltaessa.

Tehokkuudella tarkoitetaan tässä tarkastusten kykyä löytää virheitä. Kirjallisuuskatsauksen yhteydessä kohdassa 3.2.2 käsiteltiin tässä tarkoitettuja tarkastusten tehokkuustekijöitä ja käytiin läpi tehokkuustekijöitä, joihin liittyen on aiemmin saatu jonkinlaisia tutkimustuloksia. Keskeisimmät tarkastusprosessiin vaikuttavat tekijät voidaan tiivistää seuraaviin kohtiin (lähdeviitteet löytyvät alakohdasta 3.2.2):

- Tärkein tekijä on tarkastajien henkilökohtainen suoritus.
- Palaveriin valmistautuminen on vaihe, jossa löydetään oleellinen osa virheistä.
- Palaverilla ei vaikuta olevan suurta merkitystä virheiden löytymisen kannalta, mutta se voi olla tärkeä muussa merkityksessä.
- Yhdessä tarkastuksessa tarkastettavan materiaalin määrä täytyy olla melko pieni suhteessa käytettävään aikaan. Tämä on tärkeää erityisesti merkittävien virheiden löytymisen kannalta.
- Kehittyneet lukutekniikat voivat auttaa jopa kokeneita ammattilaisia löytämään virheitä tehokkaammin.
- Hyvin suunniteltu koulutus voi parantaa tarkastusten tehokkuutta.

Tehokkuudesta puhuttaessa on hyvä huomata, että suuri osa tutkimuksista mittaa sitä ainoastaan tarkastuksessa löydettyjen virheiden määrällä. Käytännön kannalta kuitenkin on oleellista pystyä määrittämään kustannusten ja saavutetun hyödyn suhde. Ilman kustannusajattelun huomioimista voidaan päätyä erilaisiin tuloksiin. Esimerkiksi Porter ym. (1998) ja Biffel ym. (2001) ovat molemmat päätyneet tutkimuksissaan siihen tulokseen, että kahden tarkastuskierroksen järjestäminen yhden asemesta lisää vain vähän löydettyjen virheiden määrää. Toisella kierroksella siis kulutettu aika löydettyä virhettä kohti kasvaa huomattavasti. Ainoastaan tästä näkökulmasta tarkasteltuna toisen tarkastuskierroksen järjestäminen ei vaikuta mielekkäältä. Biffel ym. (2001) pyrkivät kuitenkin tämän huomion lisäksi arvioimaan, kuinka paljon tarkastuksissa löydetty virheet säästävät kustannuksia prosessin myöhemmässä vaiheessa. He toteivat, että runsaasta resurssien kulutuksesta huolimatta toinen tarkastuskierros voi maksaa itsensä takaisin.

Tehokkuustekijöistä voi yhteenvedona todeta, että yksilön suoritus on ratkaiseva tekijä. Siihen verrattuna tarkastusprosessiin liittyvien tekijöiden vaikutus on pientä. Tämä sama johtopäätös vaikuttaa toistuvan läpi koko ohjelmistotuotannon. Sitä tukee jo vanha Boehmin (1981) ohjelmistotuotannon kustannusten arviointiin tarkoitettu COMOMO-mallin kehittämiseen liittyvä tutkimus. Siinä pyrittiin tutkimaan ohjelmistotuotannon tuottavuuteen vaikuttavia tekijöitä ja todettiin tiimin kokoonpanon olevan ylivoimaisesti vaikuttavin tekijä. Tarkastusten yhteydessä henkilökohtaisia ominaisuuksia tarkasteltaessa on mainittu lähinnä tarkastajien osaaminen ja kokemus (Sauer ym. 2000; Knight ja Myers 1993). Tässä tutkimuksessa (ks. luku 6) haastateltavat eivät pitäneet

osaamisen puutetta oleellisena ongelmana tarkastuksissa. Kohdeorganisaatioiden keskeisin ongelma vaikutti olevan tarkastajien motivaatio lukea toisten tuotoksia.

Tarkastuskäytänteitä kehitettäessä voi olla hyödyllistä arvioida kehittämissuhteita erikseen tehokkuuden näkökulmasta, jolloin kaikkein oleellisinta on keskittyä tekijöihin, jotka vaikuttavat tarkastajien osaamiseen ja motivaatioon. Jos nämä kaksi asiaa ovat kunnossa, organisaatiolla on hyvät edellytykset onnistua tehokkaassa tarkastusten toteuttamisessa. Tarkastusprosessia määriteltäessä on syytä ottaa selvästi huomioon myös tarkastusprosessiin liittyviä tehokkuusseikkoja. Esimerkiksi valmistautumisvaiheen merkityksen väärin ymmärtäminen vaikuttaa oleellisesti määriteltävään prosessin luonteeseen.

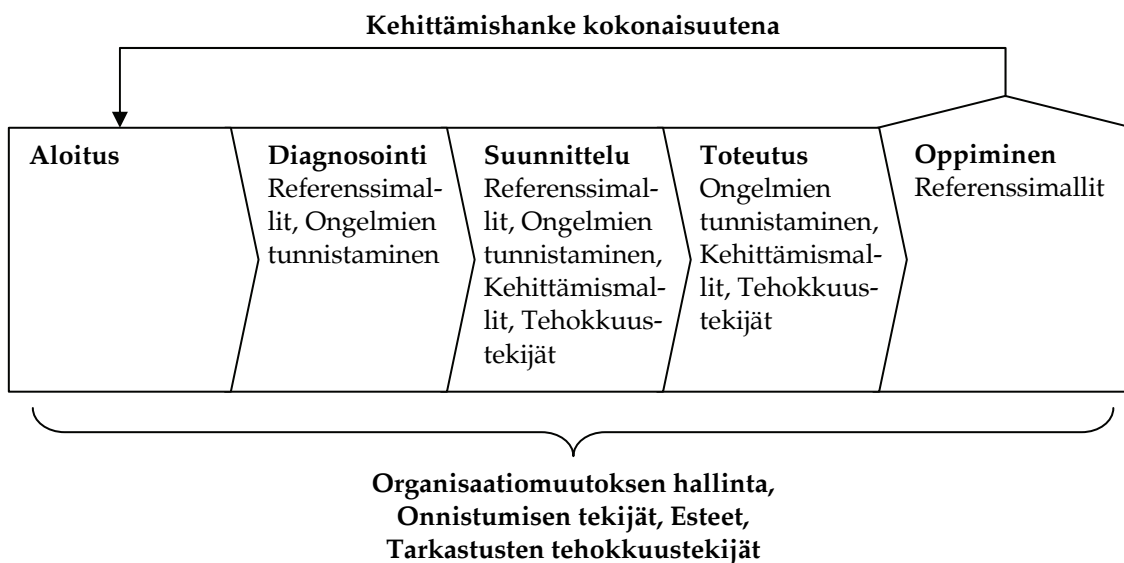
Aiemmissa tutkimuksissa tarkastellut tehokkuusseikat edustavat rajallista näkökulmaa tarkastusten kehittämisen kannalta. Niiden huomioimisesta voi olla tarkastuskäytänteitä kehitettäessä hyötyä, mutta ne eivät sovellu ainoaksi lähtökohdaksi käytänteiden kehittämisessä. Tarkastusten sujuva toiminta edellyttää, että huomioidaan esimerkiksi monenlaisia organisaatiotekijöitä, joilla ei ole suoranaista tekemistä tarkastusprosessin tehokkuuden kanssa. Lisäksi tehokkuudenkin näkökulmasta aiemmassa tutkimuksessa on tarkasteltu vain rajallista joukkoa ilmiöitä. On monia tehokkuuteen vaikuttavia seikkoja, joita ei ole systemaattisesti tutkittu. Eräs esimerkki tästä on tarkastajien valinta. Kirjallisuudessa (esim. Fagan 1976; Gilb ja Graham 1993) on suosittu projektin ulkopuolisten asiantuntijoiden valintaa tarkastajiksi, jotta he pystyisivät tarkastelemaan tuotoksia objektiivisemmin. Tämän tutkimuksen kohdeorganisaatioissa tarkastukset toteutettiin lähes poikkeuksetta projektiryhmän sisällä, koska projektin ulkopuoliselta asiantuntijalta ajateltiin kuluvan liian paljon resursseja tuotoksiin tutustumiseen. Tämä asenne korostuu sitä enemmän, mitä teknisemmistä dokumenteista on kyse. Äärimmäinen tapaus tähän liittyvistä vaikeuksista on eräs pieni kohdeyritys, joka työskentelee jatkuvasti uuden teknologian kanssa. Usein tuotoksen tekijä on ainoa koko organisaatiossa, joka tuntee kyseisessä projektissa sovellettua uutta tekniikkaa. Silloin tarkastajien löytäminen on vaikeaa ja tarkastusten hyödyllisyys voi olla kyseenalaista.

## 10.6 Yhteenveto

Tässä luvussa on hahmoteltu erilaisia näkökulmia, joiden avulla voidaan lähestyä tarkastuskäytänteiden kehittämistä ohjelmistoja tuottavassa organisaatiossa. Kuvio 11 esittää tiivistetysti sen, miten nämä eri näkökulmat sijoittuvat tarkastuskäytänteiden kehittämiseen kokonaisuutena. Kuviossa on esitetty ohjelmistotuotantoprosessin kehittämishanketta kuvaavan IDEAL-mallin (SEI 1996) päävaiheet ja tässä luvussa esitettyjen eri lähestymistapojen suhde niihin. Kehittämishankkeen ymmärtäminen kokonaisuutena luo kehyksen kaikelle kehittämistoiminnalle organisaatiossa, tarkastuskäytänteiden kehittäminen mukaan lukien. Se sisältää monia organisaation toimintaan liittyviä seikkoja, jotka eivät liity mitenkään spesifisesti tarkastuskäytänteiden kehittämiseen. Tarkastuskäy-

tänteiden parantamiseen liittyvät lähestymistavat tukevat lähinnä kehittämishankkeen diagnosointi-, suunnittelu- ja toteutusvaiheita.

Diagnosointivaiheessa todetaan tarkastuskäytänteiden nykytila organisaatiossa. Referenssimallit, kuten ICMM ja i3GO (ks. alakohta 10.2) tarjoavat organisaation ulkopuolisen viitekehyksen, jonka avulla voidaan arvioida tarkastuskäytänteitä sekä tunnistaa niiden puutteet ja heikkoudet. Eräs keskeinen tässä tutkimuksessa tehty havainto oli, että organisaatio saattaa toimia systemaattisesti hyvin määritellyn prosessin mukaisesti, mutta silti kärsiä merkittävistä



KUVIO 11 Eri lähestymistapojen rooli tarkastuskäytänteiden kehittämisessä

käytänteiden toteuttamiseen liittyvistä ongelmista. Tästä syystä diagnosointivaiheessa on käytänteiden arvioinnin lisäksi syytä pyrkiä tunnistamaan tarkastusten tehokkuuteen vaikuttavia käytännöllisiä ongelmia. Arvioinnin ja ongelmien tunnistamisen perusteella saadaan määriteltyä potentiaaliset kehittämis-kohteet.

Suunnitteluvaiheessa yhdistyvät kaikki tässä luvussa esitellyt lähestymistavat. Referenssimallit auttavat tunnistamaan ne käytänteet, jotka kaipaavat eniten kehittämistä. Ongelma-analyysin (ks. alakohta 10.3) avulla voidaan priorisoida tunnistettuihin ongelmiin liittyvät kehittämistoimet. Kehittämismallit voivat alkutilanteen selvityksen jälkeen tarjota tilanteeseen sopivan kehittämisstrategian. Nämä näkökulmat voivat täydentää toisiaan ja niiden avulla voidaan saada määriteltyä ja priorisoitua konkreettiset kehittämiskohteet ja lähestymistapa niiden parantamiseksi. Nämä lähestymistavat eivät kuitenkaan välttämättä ota suoranaisesti huomioon kaikkia tarkastusprosessin tehokkuuteen liittyviä seikkoja. Siksi kehittämisesitykset on hyvä käydä vielä erikseen läpi näiden tehokkuustekijöiden (ks. alakohta 10.5) valossa. Niillä saattaa olla merkitystä kehittämiskohteiden priorisoinnin kannalta.

Toteutusvaiheessa määritellään ja toteutetaan varsinaiset kehittämistoimet. Tässä voivat auttaa ongelmien tunnistamiseen pohjautuva kehittäminen sekä kehittämismallit. Hyvin määritellyt kehittämismallit voivat parhaassa tapauk-

nessa tarjota valmiin ratkaisun tai ainakin selkeitä suuntaviivoja kehittämistoimille. Samaan tapaan monet tarkastuskäytänteisiin liittyvistä käytännöllisistä ongelmista ovat yleisesti tunnettuja ja niihin tunnetaan myös mahdollisia ratkaisuja. Tällaisia tunnettujen ongelmien mahdollisia ratkaisuja on käsitelty aiemmin kohdassa 6.1. Lisäksi uusia tarkastuskäytänteitä määriteltäessä on hyvä ottaa huomioon tarkastusprosessiin liittyvistä tehokkuustekijöistä saatavilla oleva tutkimustieto.

Edellä mainittujen pääkohtien lisäksi referenssimalleista voi olla hyötyä oppimisvaiheessa. Ne pitävät sisällään käytänteitä, jotka liittyvät prosessitiedon keräämiseen ja prosessien parantamiseen.

Keskeinen tekijä koko tarkastusprosessin parantamisessa on organisaatiomuutoksen hallinta. Organisaatiomuutos on niin monitahoinen ilmiö, että ei ole olemassa valmista mallia, joka takaisi sen onnistumisen. Useissa tutkimuksissa on pyritty selvittämään ohjelmistotuotannon prosessien parantamisen onnistumiseen liittyviä tekijöitä tai prosessien parantamisen esteitä. Tuloksena tutkimuksissa on saatu suuri joukko erilaisia ja toisistaan poikkeavia tekijöitä. Tästä voidaan päätellä, että prosessien parantaminen on erittäin kompleksinen ilmiö, johon ei ole olemassa yleistä onnistumisen takaavaa mallia. Tällaisen organisaation ulkopuolisen mallin puuttuessa keskeiseksi tekijäksi organisaatiomuutoksen onnistumisessa jää oman organisaation tunteminen.

Tarkastusprosessin parantamisessa koko kehittämishankkeen ajan on hyvä tunnistaa tarkastusten tehokkuuteen vaikuttavat tekijät. Ylivoimaisesti suurin tehokkuuteen vaikuttava tekijä on yksilön suoritus virheiden etsimisessä. Voidaan yksinkertaistaen sanoa, että organisaatio on onnistunut tarkastusten toteuttamisessa, kun se saa riittävän osaamisen omaavat työntekijät tarkastamaan toistensa tuotoksia riittävän motivoituneesti. Toisaalta parhaatkaan käytänteet eivät tuota tulosta ilman riittävää yksilön osaamista ja motivaatiota. Tämä näkökulma on syytä pitää mielessä kaikessa tarkastuskäytänteiden kehittämiseen liittyvässä toiminnassa.

## 11 YHTEENVETO KOKO TUTKIMUKSESTA

Tässä tutkimuksessa on käsitelty tarkastuskäytänteiden parantamista ja pyritty löytämään eri näkökulmia siihen, miten parantamista voidaan tukea ohjelmistoja tuottavassa organisaatiossa. Näitä näkökulmia on muodostettu sekä kirjallisuuden, että kahdeksassa kohdeorganisaatiossa toteutetun haastattelututkimuksen avulla. Työn teoreettinen pohja rakentuu luvussa 3 esitetyn kattavan kirjallisuuskatsauksen kirjallisuuden varaan. Eräs aiemman kirjallisuuden analysoinnin pohjalta syntynyt johtopäätös oli, että alalla on tehty melko vähän tutkimusta todellisessa yritys-elämän kontekstissa. Myös tarkastuskäytänteiden parantamista tukevaa tutkimusta on aiemmin tehty hyvin vähän. Tämä tutkimus on omalta osaltaan pyrkinyt vastaamaan näihin tutkimustarpeisiin.

Tarkastuskäytänteiden parantamiseen on pyritty löytämään näkökulmia usean eri alakysymyksen avulla. Systemaattisen kirjallisuuskatsauksen avulla luotiin aiemmasta tarkastuksiin liittyvästä tietämyksestä kokonaiskuva (luku 3). Empiirisen tutkimuksen avulla on tarkasteltu olemassa olevia käytänteitä ja puutteita (luku 5) sekä käytännöllisiä katselmointeihin liittyviä ongelmia (luku 6). Kirjallisuuden ja näiden empiiristen tulosten pohjalta tutkimuksen kuluessa kehitettiin ICMM-malli, joka edustaa erästä näkökulmaa tarkastuskäytänteiden parantamiseen (luvut 7-9). Lopuksi tutkimuksen kuluessa kertyneiden kokemusten ja kirjallisuuden pohjalta hahmoteltiin kokonaiskuvaa eri näkökulmista tarkastuskäytänteiden kehittämiseen (luku 10).

Sekä aiempien tutkimusten (Johnson 1998 ja Ciolkowski ym. 2003) että kohdeorganisaatioissa toteutettujen haastattelujen perusteella voidaan sanoa, että tarkastusten systemaattiseen käyttöön on käytännön työelämässä vielä matkaa. Jokaisessa kohdeorganisaatioissa vaatimuksia katselmoidaan säännöllisesti vähintäänkin jotain tarkastusta epämuodollisempaa menettelyä käyttäen, joten niiden kohdalla katselmointien merkitys ymmärretään hyvin. Sen sijaan yksikään kohdeorganisaatio ei katselmoi koodia säännöllisesti. Tarkastusten säännöllisyydessä on organisaatioiden välillä selviä eroja.

Joillekin kohdeorganisaatioille on vielä selvä haaste saada tarkastukset säännölliseen käyttöön. Toisissa organisaatioissa ainakin vaatimusten ja suunnitelmien tarkastaminen toimii jo säännönmukaisesti. Selvä johtopäätös kuitenkin

kin oli, että tarkastuksia säännöllisestikin toteuttavien organisaatioiden käytänteissä on merkittävästi tarkastuksen tehokkuuteen vaikuttavia puutteita ja ongelmia. Esimerkiksi valmistautumisessa koettiin olevan merkittäviä ongelmia kaikissa organisaatioissa riippumatta siitä, kuinka säännöllisesti tarkastuksia toteutetaan.

Puutteista käytänteissä on nähtävissä selviä yhteyksiä havaittuihin ongelmiin. Keskeisin ongelmatekijä organisaatioissa vaikutti liittyvän työntekijöiden asenteisiin ja motivaatioon. Tavallisimpia käytännön ongelmia olivat huono valmistautuminen ja palaverin ajautuminen epäoleellisiin asioihin. Olemassa olevia käytänteitä tarkasteltaessa havaittiin, että yhdessäkään kohdeorganisaatiossa ei järjestetä koulutusta, eikä tarkastusten toteutumista seurata vastuuhenkilön toimesta. Näillä puutteilla voidaan todennäköisesti selittää ainakin osa havaituista ongelmista.

Eräs mielenkiintoinen havainto oli se, että asiakassuhteella vaikuttaa kohdeorganisaatioissa olevan selvä yhteys tarkastusten kurinalaisuuteen. Mitä enemmän asiakas on kiinnostunut tarkastuksista, sitä säännöllisemmin niitä toteutetaan. Kaikkein heikoimmin tarkastuksia toteuttavat sellaiset organisaatiot, joissa asiakas ei ole niistä kiinnostunut tai toiminta on luonteeltaan sellaista, että asiakasta ei ole. Tämä suuntaus kuvaa sitä, että motivaatio tarkastusten järjestämiseen organisaation oman sisäisen toiminnan tehostamiseksi ei ole kovin korkea.

Tutkimuksen kuluessa kehitetty ICMM-malli voi toimia hyvin tarkastusten kehittämisen tukivälineenä. Jo haastattelututkimuksessa käytetyn alustavan mallin havaittiin toimivan hyvin käytänteissä ilmenevien puutteiden tunnistamisessa. Haastateltavien antamalla itsearvioilla oli selvä yhteys mallin avulla tehtyyn käytänteiden arviointiin. Mitä enemmän mallin asettamia kriteerejä täyttyi, sitä tyytyväisempiä haastateltavat olivat organisaation katselmoointeihin. Lisäksi ICMM-mallin avulla havaituilla puutteilla oli selvä yhteys havaittuihin käytännöllisiin ongelmiin. Useiden ongelmien voitiin todeta johtuvan ainakin osittain havaituista puutteellisista käytänteistä.

Eräs keskeinen havainto tutkimuksessa oli, että ICMM-mallin pohjalta tehty kehittämistyö ei riitä tunnistamaan kaikkia tarkastuskäytänteisiin liittyviä kehittämistarpeita. Sen täydentämiseksi luvussa 10 esitettiin ajatuksia muista täydentävistä lähestymistavoista tarkastuskäytänteiden kehittämiseen. Tällaisia voivat olla tämän tutkimuksen pohjalta hahmoteltu ongelmalähtöinen tai Harjumaan (2005a) kehittämismalleihin pohjautuva lähestymistapa. Näitä mainittuja lähestymistapoja yhdistää sellainen heikkous, että ne eivät ota riittävän selvästi huomioon tarkastusten tehokkuutta. Kohdassa 10.5 on esitetty, että selvästi keskeisin tekijä tarkastusten tehokkuudessa on osallistujien henkilökohtainen suoritus, johon vaikuttavat sekä osaaminen että motivaatio. Erilaisten esitettyjen lähestymistapojen lisäksi kehittämistoimia määriteltäessä täytyy varmistaa, että ne kohdistuvat niihin asioihin, joilla voidaan olettaa olevan merkittävää vaikutusta tarkastusten tehokkuuteen.

Tämän tutkimuksen keskeinen tulos on hahmotella erilaisia lähestymistapoja tarkastuskäytänteiden parantamiseen. Lähestymistapoja kehitettäessä on koottu tietoa pienestä joukosta kohdeorganisaatioita. Tässä vaiheessa saatuja

tuloksia ei voida pitää validoituina kehittämismenetelminä. Sitä varten tarvitaan vielä jatkossa tutkimusta, joka keskittyy arvioimaan näitä lähestymistapoja soveltamalla niitä käytännön kehittämistyössä. Keskeistä jatkotutkimukselle on erilaisten toimintaympäristöjen vaikutus tarkastuksiin, sillä tarkastuksiin liittyvien ilmiöiden ei voida ajatella toimivan samalla tavalla kaikenlaisissa organisaatioissa. Toinen mielekäs jatkotutkimuksen kohde voisi olla tässä työssä esitettyjen eri näkökulmien yleistettävyyttä prosessien parantamisessa. Voi olla, että ohjelmistotuotannon prosessien parantamisesta on hyödyllistä tarkastella näistä näkökulmista riippumatta kehitettävästä prosessialueesta. Erityinen mielenkiintoinen näkökulma on ketterien menetelmien vaikutus ajattelutapaan ohjelmistotuotannossa. Ketterät menetelmät ovat saaneet viime vuosina paljon huomiota sekä yritysmaailmassa että tutkimusyhteisössä. Toistaiseksi puuttuu kuitenkin vielä tutkimustietoa siitä, millainen rooli tarkastuksilla voi olla ketterien menetelmien periaatteita soveltavassa organisaatiossa.



## ENGLISH SUMMARY

Software inspection was introduced more than 30 years ago, and it has been widely acknowledged as an important method in software engineering. Several researchers have reported great savings or improved effectiveness gained from using inspections. However, inspections are not well applied in practice. There is thus a need for research focusing on the process improvement aspect of software inspection, but very little such work has been done. Additionally, there is still quite little research-based knowledge on inspections in industrial context. The aim of this work is to answer these needs on the research field.

The main question in this study is: *How can inspection process improvement be supported in software organizations?* The question is studied from several different viewpoints in theory and in action. The thesis is structured in four parts focusing on different aspects of the work.

The first part includes an overall picture of the research topic and a systematic survey on the earlier inspection literature. The literature survey covers scientific studies published during the years 1982-2006. It focuses on high-impact publication series and includes all the relevant papers published during that period in 15 software engineering journals and at the annual ICSE (*International Conference on Software Engineering*) conferences. The total number of the included papers is 147. The main results of the survey are identified trends, a classification of the inspection research, and a summary of the main results in each category. One of the major conclusions from the survey is that much more research is needed to understand, how inspections work in industrial context. The results of the survey form a theoretical basis for the other parts of this study.

The second part is focused on the empirical part of the work. The main goal is to identify the most essential weaknesses and problems in inspection practices. *Weakness* in this study refers to a missing or improperly implemented area in inspection process. *Problems* mean practical difficulties in everyday inspection practice.

The empirical work includes case studies with 22 interviews in eight software organizations in Finland. These organizations are from seven software companies with different sizes. Each case included three interviews in six of the organizations and two interviews in the two smallest organizations. The interviewees represented different roles in the organizations. Typical roles were quality manager, project manager and software developer. The two main goals in the interviews were 1) to assess the state of the current inspection practices and 2) to identify inspection-related problems.

Some earlier studies have found out that inspections are still used in an irregular manner in industry. The empirical part of this study confirms this finding, but it also studies the topic in more detail. For example, requirement documents are more or less formally reviewed on a relatively regular basis in the studied case organizations. On the other hand, general knowledge about

inspection benefits, organizational processes and related organizational policies was on a relatively low level. Moreover, the organizations don't provide any kind of training related to inspections. So, lack of proper training was probably the most remarkable weakness in the current practices.

There were also some other serious weaknesses in the current inspection practices in the case organizations. The motivation for discipline in inspections often appeared to come from the customer. Typically, only the higher level documents, which are of interest to the customer, were properly inspected. In the worst case, inspections may not be conducted at all, if there is no customer available. The case organizations do very little to monitor and control inspection practices. The responsibility is usually left to the project managers and no one is interested in inspection data later. These findings can be summarized to conclude that the case organizations possibly haven't really understood the benefits they could gain from using inspections rigorously.

Problems in inspection practices were the other aspect in the empirical part of this study. The first stage in this part was to collect a list of the problems mentioned in the literature. The interviews included both open question and structured part. The participants were first asked to freely mention the most serious problems in their inspections. Then the literature based list of possible problems was presented to them. They were asked to estimate how usual the problems are in their own organizations.

The most common inspection related problem perceived in the case organizations was poor preparation. Other experienced problems were straying to irrelevant issues in the meetings, and scheduling. The most critical issue mentioned in answers to open questions was tight schedule. Especially the most skilled people are very busy and they are wanted to participate in many different activities. An interesting finding was that the problems were mostly the same in all the case organizations, and they were not dependent on the current inspection process maturity. The final conclusion was that even well defined and regularly used inspection practices may include serious problems.

The third part of the study focuses on introducing the *Inspection Capability Maturity Model* (ICMM) and reporting the research process used in developing it. ICMM was designed to support assessment and improvement of software inspection practices. The basic idea for ICMM comes from Capability Maturity Model Integration (CMMI). CMMI is not detailed enough to assess the capability of software inspections as a distinct process area. ICMM adopts the idea of CMMI and applies it specifically to software inspections. Such models have earlier been created for other areas of software engineering, e.g. testing, maintenance, and project management.

ICMM was developed iteratively based on literature and experiences from the eight case organizations. First, a preliminary literature review was conducted and the results were used in defining the preliminary version of ICMM. Then the preliminary version was used in assessing the current inspection practices in the case organizations. The collected experiences were analyzed and used in designing improvements to ICMM. At the same time, the comprehensive literature survey was conducted in order to form a broad

picture of the body of knowledge on the research field. Finally, the results from the case organizations and from the literature survey were used in designing the new improved version of ICMM.

ICMM includes five maturity levels, which is similar to CMMI. Also, the individual maturity levels more or less follow the levels of CMMI. The first maturity level (*initial*) doesn't have any requirements. The other levels include some process areas with defined requirements. As in CMMI, all the requirements of each level (and all lower levels) must be satisfied to reach that level.

The second (*practicing*) level simply requires an organization to practice inspections in every project. The inspection process doesn't have to be organization wide or documented, but some of the most critical features of inspection process are required. The third (*defined*) level requires that the organization has a well defined consistent inspection process, monitors the process and systematically collects data from the inspections. The fourth (*managed*) level has its focus on inspection process improvement and defect prevention instead of having it only on finding and fixing defects. On this level the organization continuously improves the inspection process to find defects more effectively and also uses inspections in improving the whole software development process. An organization on the fifth (*optimizing*) level has advanced inspection practices and strong experience on their use and improvement. Based on the experience, the organization has defined how inspections should be planned in different situations. The organization also has a defined process for institutionalization of new practices or process improvements.

Finally, the fourth part of the study outlines an overall picture of inspection process improvement and four different approaches for it. The approaches are based on the earlier literature and the results of the other parts of this study. They are seen as complementary and the focus is on describing their role in the improvement process. The presented approaches are called *reference models*, *proble-based approach*, *inspection patterns*, and *effectiveness factors*.

Management of organizational change is possibly the most important issue in inspection process improvement, like in software process improvement (SPI) generally. The goal of several studies has been to find out the most important success factors or the barriers in software process improvement. The studies have revealed a number of different factors which are not consistent between the studies. It can be concluded that due to the complexity of organizational change, there can't be a model or method that would guarantee success in it. Instead, the key issue for success is to know and understand the organization. This general knowledge on SPI is a basis for inspection process improvement, which may be supported with several specific approaches.

Reference models, such as ICMM, provide a framework that may help in assessing current practices, in identifying weaknesses in them, and defining the practices that need to be improved first. One of the key findings in our case studies was that an organization may even regularly run well defined inspections, but still have serious problems with inspections in practice.

Therefore the model-based approach alone doesn't provide sufficient support for inspection process improvement. It should be completed with a problem based approach which is focused on identifying practical issues in inspection practices. Inspection patterns provide possible solutions for several typical organizational situations and improvement needs. After the initial assessment, they may be useful in designing proper improvement strategy. These different approaches are complementary and together they may be a useful toolset in defining the concrete action and strategy for inspection process improvement. However, they may not sufficiently take all effectiveness issues into account. There are many research results in the earlier literature which help in understanding the general effectiveness factors in the inspection process. It is possibly beneficial to make an additional analysis which is based on these factors.

This work outlines an overall picture of inspection process improvement. A lot of research is needed in the future in order to better understand the presented approaches and their role in the improvement process.

# TIIVISTELMÄ

## Tarkastuskäytänteiden kehittäminen ohjelmistoja tuottavissa organisaatioissa

Ohjelmistojen tarkastus on yli 30-vuotisen historiansa aikana tunnustettu tärkeäksi menetelmäksi ohjelmistotuotannossa. Kuitenkin tarkastusten toteuttaminen käytännössä on edelleen puutteellista. Tästä syystä tarkastuskäytänteiden kehittämisen tutkimus on tarpeellista, mutta toistaiseksi se on ollut hyvin vähäistä. Lisäksi menetelmän käytöstä todellisessa teollisuuskontekstissa tiedetään vielä melko vähän. Tässä työssä pyritään vastaamaan näihin tarpeisiin. Tutkimuksen ensimmäisessä osassa luodaan kirjallisuuskatsauksen avulla kattava kuva aiempaan tarkastuksia käsittelevään tutkimukseen. Kirjallisuuskatsauksen tulokset toimivat pohjana tutkimuksen muille osille. Toinen osa käsittelee tarkastuskäytänteiden heikkouksia ja puutteita. Näitä molempia näkökulmia käsitellään tutkimuksessa sekä teoriassa että käytännössä kahdeksassa kohdeorganisaatioissa toteutetun haastattelututkimuksen avulla. Käytänteissä ilmenevien puutteiden tarkastelu perustuu ICMM-malliin (*Inspection Capability Maturity Model*), jonka alustava versio kehitettiin tutkimuksen alkuvaiheessa tarkastuskäytänteiden arvioimista varten. Toiseksi käsitellään tarkastuskäytänteisiin liittyviä käytännöllisiä ongelmia sekä kirjallisuuden että tutkimuksen kohdeorganisaatioiden kokemusten pohjalta. Toisen osan tuloksena kuvataan tavallisimmat puutteet ja ongelmat organisaatioiden tarkastuskäytänteissä. Yhteenvedona voidaan sanoa, että käytänteissä on vielä kehittämisen varaa. Jopa säännöllisesti tarkastuksia toteuttavissa organisaatioissa käytänteisiin saattaa liittyä merkittäviä ongelmia. Tutkimuksen kolmannessa osassa kuvataan edellä mainittu ICMM-malli ja sen kehittäminen. Se on viisiportainen kypsyyssomalli, jonka tarkoitus on tukea tarkastuskäytänteiden arviointia ja niiden parantamista ohjelmistoja tuottavassa organisaatioissa. Malli on kehitetty iteratiivisesti kirjallisuuden ja kohdeorganisaatioista saatujen kokemusten pohjalta. Ensimmäiset kokemukset kohdeorganisaatioista osoittavat, että ICMM-malli voi toimia hyvänä apuvälineenä olemassa olevien tarkastuskäytänteiden heikkouksien tunnistamisessa. Lopuksi tutkimuksen viimeisessä osassa hahmotellaan kirjallisuuden ja tutkimuksen tulosten pohjalta erilaisia näkökulmia, joista tarkastuskäytänteiden kehittämistä voidaan tarkastella. Siinä kuvataan neljä toisiaan täydentävää lähestymistapaa tarkastuskäytänteiden kehittämiseen.

Avainsanat: ohjelmistojen tarkastus, katselmointi, ohjelmistotuotannon prosessien parantaminen

## LÄHTEET

- Ackerman, A.F., Buchwald, L.S. & Lewski, F.H. 1989. Software inspections: an effective verification process. *IEEE Software* 6(3), 31-36.
- de Almeida, J.R., Camargo, J.B., Basseto, B.A. & Paz, S.M. 2003. Best practices in code inspection for safety-critical software. *IEEE Software* 20(3), 56-63.
- Anderson, P., Reps, T. & Teitelbaum, T. 2003. Design and implementation of a fine-grained software inspection tool. *IEEE Transactions on Software Engineering* 29(8), 721-733.
- April, A., Abran, A. & Dumke, R. 2004. SMCMM model to evaluate and improve the quality of the software maintenance process. In *Proceedings of the 8th European Conference on Software Maintenance and Re-Engineering*, Tampere, Finland, March 24-26. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 243-248.
- d'Astous, P. & Robillard P.N. 2000. Characterizing implicit information during peer review meetings. In C. Ghezzi, M. Jazayeri & A. Wolf (Eds.) *Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering*, Limerick, Ireland, June 4-11. New York: ACM Press, 460-466.
- d'Astous, P. & Robillard, P. 2002. Empirical study of exchange patterns during software peer review meetings. *Information and Software Technology* 44(11), 639-648.
- d'Astous, P., Robillard, P., Détienne, F. & Visser, W. 2001. Quantitative measurements of the influence of participant roles during peer review meetings. *Empirical Software Engineering* 6(2), 143-159.
- Aurum, A., Petersson, H. & Wohlin, C. 2002. State-of-the-art: software inspections after 25 years. *Software Testing, Verification and Reliability* 12(3), 133-154.
- Barnard, J. & Price, A. 1994. Managing code inspection information. *IEEE Software* 11(2), 59-69.
- Basili, V. & Green, S. 1994. Software process evolution at the SEL. *IEEE Software* 11(4), 58-66.
- Basili, V.R., Green, S., Laitenberger, O., Lanubile, F., Shull, F., Soerumgaard, S. & Zelkowitz M. 1996. The empirical investigation of perspective-based reading. *Empirical Software Engineering* 1(2), 133-164.
- Basili, V.R. & Selby, R. 1987. Comparing the effectiveness of software testing strategies. *IEEE Transactions on Software Engineering* 13(12), 1278-1296.
- Beecham, S, Hall, T. & Rainer, A. 2003. Software process improvement problems in twelve software companies: An Empirical Analysis. *Empirical Software Engineering* 8(1), 7-42.
- Berling, T. & Runeson, P. 2003. Evaluation of a perspective based review method applied in an industrial setting. *Software, IEE Proceedings* 150(3), 177-184.
- Bianchi, A., Lanubile, F. & Visaggio, G. 2001. A controlled experiment to assess the effectiveness of inspection meetings. In F. Titsworth (Eds.) *Proceedings*

- of the International Symposium on Software Metrics, London, England, April 4-6. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 42-50.
- Bias, R. 1991. Interface-walkthroughs: Efficient collaborative testing. *IEEE Software* 8(5), 94-95.
- Biffel, S. 2000. Using inspection data for defect estimation. *IEEE Software* 17(6), 36-43.
- Biffel, S. 2003. Evaluating defect estimation models with major defects. *Journal of Systems and Software* 65(1), 13-29.
- Biffel, S., Freimut, B. & Laitenberger, O. 2001. Investigating the cost-effectiveness of reinspections in software development. In H. Müller (Eds.) *Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering*, Toronto, Canada, May 12-19. Washington: IEEE Computer Society, 155-164.
- Biffel, S. & Grossmann, W. 2001. Evaluating the accuracy of defect estimation models based on inspection data from two inspection cycles. In H. Müller (Eds.) *Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering*, Toronto, Canada, May 12-19. Washington: IEEE Computer Society, 145-154.
- Biffel, S. & Gutjahr, W. 2002. Using a reliability growth model to control software inspection. *Empirical Software Engineering* 7(3), 257-284.
- Biffel, S. & Halling, M. 2003. Investigating the defect detection effectiveness and cost benefit of nominal inspection teams. *IEEE Transactions on Software Engineering* 29(5), 385-397.
- Bisant, D.B. & Lyle, J.R. 1989. A two-person inspection method to improve programming productivity. *IEEE Transactions on Software Engineering* 15(10), 1294-1304.
- Boehm, B.W. 1981. *Software Engineering Economics*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Bourgeois, K.V. 1996. Process insights from a large-scale software inspections data analysis. *CrossTalk*, Oct. 1996.
- Briand, L., El Emam, K., Freimut, B. & Laitenberger, O. 2000. A comprehensive evaluation of capture-recapture models for estimating software defect content. *IEEE Transactions on Software Engineering* 26(6), 518-540.
- Briand, L., El Emam, K., Laitenberger, O. & Fussbroich, T. 1998. Using simulation to build inspection efficiency benchmarks for development projects. In K. Torii, K. Futatsugi & R. Kemmerer (Eds.) *Proceedings of the 20th International Conference on Software Engineering*, Kyoto, Japan, April 19-25. Washington: IEEE Computer Society, 340-349.
- Briand, L., Freimut, B. & Vollei, F. 2004. Using multiple adaptive regression splines to support decision making in code inspections. *Journal of Systems and Software* 73(2), 205-217.
- Burnstein, I. Homeyen, A., Suwanassart, T., Saxena, G. & Grom, R. 1999. A testing maturity model for software test process assessment and improvement. *Software Quality Professional* 1(4), 8-21.
- Bush, M. 1990. Improving software quality: the use of formal inspections at the JPL. In F. Valette (Eds.) *Proceedings of the 14th International Conference*

- on Software Engineering, Nice, France, March 26–30. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 196-199.
- Card, D.N. 1990. Software quality engineering. *Information and Software Technology* 32(1), 3-10.
- Carver, J., Shull, F. & Basili, V. 2006. Can observational techniques help novices overcome the software inspection learning curve? An empirical investigation. *Empirical Software Engineering* 11(4), 523-539.
- Chaar, J.K., Halliday, M.J., Bhandari, I.S. & Chillarege, R. 1993. In-process evaluation for software inspection and test. *IEEE Transactions on Software Engineering* 19(11), 1055-1070.
- Chatzigeorgiou, A. & Antoniadis, G. 2003. Efficient management of inspections in software development projects. *Information and Software Technology* 45(10), 671-680.
- Chernak, Y. 1996. A statistical approach to the inspection checklist formal synthesis and improvement. *IEEE Transactions on Software Engineering* 22(12), 866-874.
- Chillarege, R., Bhandari, I.S., Chaar, J.K., Halliday, M.J., Moebus, D.S., Ray, B.K. & Wong, M.-Y. 1992. Orthogonal defect classification – a concept for in-process measurements. *IEEE Transactions on Software Engineering* 18(11), 943-956.
- Christenson, D.A, Huang, S.T. & Lamperez, A.J. 1990. Statistical quality control applied to code inspections. *IEEE Journal of Selected Areas of Communication* 8(2), 196-200.
- Ciolkowski, M., Laitenberger, O. & Biffl, S. 2003. Software reviews, the state of the practice. *IEEE Software* 20(6), 46-51.
- Cockram, T. 2001. Gaining confidence in software inspection using a Bayesian belief model. *Software Quality Journal* 9(1), 31-42.
- Coplien, J. 1995. *A Generative Development-Process Pattern Language, Pattern Languages of Program Design*. New York: Addison-Wesley.
- Doolan, E. 1992. Experience with Fagan's inspection method. *Software – Practice and Experience* 22(2), 173-182.
- Dunsmore, A. 2000. Survey of object-oriented defect detection approaches and experience in industry. Technical Report–EFoCS-37-2000, University of Strathclyde, Glasgow, United Kingdom.
- Dunsmore, A., Roper, M. & Wood, M. 2000a. The role of comprehension in software inspection. *Journal of Systems and Software* 52(2-3), 121-129.
- Dunsmore, A., Roper, M. & Wood, M. 2000b. Object-oriented inspection in the face of delocalisation. In C. Ghezzi, M. Jazayeri & A. Wolf (Eds.) *Proceedings of the 22nd International Conference on Software Engineering*, Limerick, Ireland, June 4–11. New York: ACM Press, 467-476.
- Dunsmore A., Roper M. & Wood M. 2001. Systematic object-oriented inspection – An Empirical Study. In H. Müller (Eds.) *Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering*, Toronto, Canada, May 12-19. Washington: IEEE Computer Society, 123-144.
- Dunsmore A., Roper M. & Wood M. 2002. Further investigations into the development and evaluation of reading techniques for object-oriented code in-



- spection. In W. Tracz, J. Magee & M. Young (Eds.) Proceedings of the 24th International Conference on Software Engineering, Orlando, Florida, May 19-25. New York: ACM Press, 47-57.
- Dunsmore, A., Roper, M. & Wood, M. 2003. The development and evaluation of three diverse techniques for object-oriented code inspection. *IEEE Transactions on Software Engineering* 29(8), 677-686.
- Dybbå, T. 2005. An empirical investigation of the key factors for success in software process improvement. *IEEE Transactions on Software Engineering* 31(5), 410-424.
- Ebenau, R. G., & Strauss, S. H. 1994. *Software Inspection Process*. New York: McGraw-Hill.
- Ebert, C., Parro, C.H., Suttels, R. & Kolarczyk, H. 2001. Improving validation activities in a global software development. In H. Müller (Eds.) Proceedings of the 23rd International Conference on Software Engineering, Toronto, Canada, May 12-19. Washington: IEEE Computer Society, 545-554.
- Ebrahimi, N.B. 1997. On the statistical analysis of the number of errors remaining in a software design document after inspection. *IEEE Transactions on Software Engineering* 23(8), 529-532.
- Eick, S.G., Loader, C.R., Long, M.D., Votta, L.G. & Wiel, S.V. 1992. Estimating software fault content before coding. In T. Montgomery (Eds.) Proceedings of the 14th International Conference on Software Engineering, Melbourne, Australia, May 11-15. New York: ACM Press, 59-65.
- El Emam, K. & Laitenberger, O. 2001. Evaluating capture-recapture models with two inspectors. *IEEE Transactions on Software Engineering* 27(9), 851-864.
- El Emam K., Laitenberger O. & Harbich T. 2000. The application of subjective estimates of effectiveness to controlling software inspections. *Journal of Systems and Software* 54(2), 119-136.
- van Emden, M. 1992. Structured inspections of code. *Software Testing, Verification, and Reliability* 2(3), 133-153.
- Ericson, T., Subotec, A. & Ursing, S. 1997. TIM - A test improvement model, *Software Testing, Verification and Reliability* 7(4), 229-246.
- Erlikh, L. 2000. Leveraging legacy system dollars for E-business. *IT Professional* 2(3), 17-23.
- Fagan, M.E. 1976. Design and code inspection to reduce errors in program development. *IBM Systems Journal* 15(3), 182-211.
- Fagan, M.E. 1986. Advances in software inspections. *IEEE Transactions on Software Engineering* 12(7), 744-751.
- Finkelstein, A. & Dowell, J. 1996. A comedy of errors: the London Ambulance Service case study. In M. Kavanaugh (Eds.) Proceedings of the 8th International Workshop on Software Specification & Design IWSSD-8, Schloss Velen, Germany, March 22-23, Los Alamitos: IEEE Computer Society, 2-4.
- Freedman, D. & Weinberg, G. 1990. *Handbook of Walkthroughs, Inspections, and Technical Reviews*. New York: Dorset House.

- Freimut, B., Briand, L.C. & Vollei, F. 2005. Determining inspection cost-effectiveness by combining project data and expert opinion. *IEEE Transactions on Software Engineering* 31(12), 1074-1092.
- Fusaro, P., Lanubile, F. & Visaggio, G. 1997. A replicated experiment to assess requirements inspection techniques. *Empirical Software Engineering* 2(1), 39-57.
- Gamma, E., Helm, R., Johnson, R. & Vlissides, J. 1995. *Design Patterns - Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Reading, MA, USA: Addison-Wesley.
- Gantner, T. & Barth, T. 2003. Experiences on defining and evaluating an adapted review process. In L. Clarke, L. Dillon & W. Tichy (Eds.) *Proceedings of the 25th International Conference on Software Engineering*, Portland, Oregon USA, May 3-10. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 506-511.
- van Genuchten, M., van Dijk, C., Scholten, H. & Vogel, D. 2001. Using group support systems for software inspections. *IEEE Software* 18(3), 60-65.
- Gilb, T. 2000. Planning to get the most out of inspections. *Software Quality Professional* 2(2), 46-57.
- Gilb, T. 2004. Rule-based design reviews. *Software Quality Professional* 7(1), 4-13.
- Gilb, T. 2005. Agile specification quality control. *Cutter It Journal* 18(1), 35-39.
- Gilb, T. & Graham, D. 1993. *Software Inspection*. Wokingham, England: Addison-Wesley.
- Goldenson, D. & Herbsleb, J. 1995. *After the Appraisal: A Systematic Survey of Process Improvement, Its Benefits and Factors that Influence Success*. SEI: CMU/SEI-95-TR-009. Software Engineering Institute, USA.
- Grady, R.B. 1994. Successfully applying software metrics. *IEEE Computer* 27(9), 18-25.
- Grady, R. & Van Slack, T. 1994. Key lessons in achieving widespread inspection use. *IEEE Software* 11(4), 46-57.
- Hall, T. & Fenton, N. 1996. Software quality programmes: a snapshot of theory versus reality. *Software Quality Journal* 5(4), 235-242.
- Hall, T., Rainer, A. & Baddoo, N. 2002. Implementing software process improvement: an empirical study. *Software Process Improvement and Practice* 7(1), 3-15.
- Halling, M. & Biffel, S. 2002. Investigating the influence of software inspection process parameters on inspection meeting performance. *IEE Proceedings - Software* 149(5), 115-121.
- Harjumaa, L. 2005a. A pattern approach to software inspection process improvement. *Software Process: Improvement and Practice* 10(4), 455-465.
- Harjumaa, L. 2005b. *Improving the Software Inspection Process with Patterns*. Oulun yliopisto. Tietojenkäsittelytieteen väitöskirja.
- Harjumaa, L., Hedberg, H. & Tervonen, I. 2001. A path to virtual software inspection. In D. Young (Eds.) *Proceedings of the Asia-Pacific Conference on Quality Software (APAQS 2001)*, Hong Kong, December 10-11. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 283-287.

- Harjumaa, L., Tervonen, I. & Vuorio, P. 2004. Using software inspection as a catalyst for SPI in a small company. In F. Bomarius & H. Iida (Eds.) Proceedings of the 5th International Conference of Product Focused Software Process Improvement, Kausai Science City, Japan, April 5-8. LNCS 3009. Heidelberg: Springer, 62-75.
- Hedberg, H. 2004. Introducing the next generation of software inspection tools. In D. F. Bomarius & H. Iida (Eds.) Proceedings of the 5th International Conference of Product Focused Software Process Improvement, Kausai Science City, Japan, April 5-8. LNCS 3009. Heidelberg: Springer, 234-247.
- Hevner, A., March, S., Park, J. & Ram, S. 2004. Design science in information systems research. *MIS Quarterly* 28(1), 75-105.
- Houdek, F., Schwinn, T. & Ernst, D. 2002. Defect detection for executable specifications - An experiment. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering* 12(6), 637-655.
- Humphrey, W.H. 1995. *A Discipline for Software Engineering*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Hungerford, B., Hevner, A. & Collins, R. 2004. Reviewing software diagrams: A cognitive study. *IEEE Transactions on Software Engineering* 30(2), 82-96.
- Höst, M. & Johansson, C. 2000. Evaluation of code review methods through interviews and experimentation. *Journal of Systems and Software* 52(2-3), 113-120.
- Iisakka, J. & Tervonen, I. 1998. Painless improvements to the review process. *Software Quality Journal* 7(1), 11-20.
- Iisakka, J., Tervonen, I. & Hiitola, P. 2000. How to inspect minor software projects. In Proceedings of ESCOM-SCOPE 2000, Shaker Publishing B.V., 359-366.
- IEEE, 1989. IEEE Standard for Software Reviews and Audits, IEEE Std 1028-1988.
- IEEE, 1998. IEEE Standard for Software Reviews and Audits, IEEE Std 1028-1997.
- ISI, 2006. ISI Web of Knowledge. Journal Citation Reports (JCR Science Edition, 2005, Computer Science, Software Engineering) [viitattu: 16.3.2009] (URL: <http://www.isiknowledge.com/>).
- ISO/IEC 2003-2006. ISO/IEC 15504 - Information Technology Process Assessment Parts 1-5.
- Jackson, A. & Hoffman, D. 1994. Inspecting module interface specifications. *Software Testing, Verification, and Reliability* 4(2), 101-117.
- Jacob, A.L. & Pillai, S.K. 2003. Statistical process control to improve coding and code review. *IEEE Software* 20(3), 50-55.
- Jalote, P. & Haragopal, M. 1998. Overcoming the NAH syndrome for inspection deployment. In K. Torii, K. Futatsugi & R. Kemmerer (Eds.) Proceedings of the 20th International Conference on Software Engineering, Kyoto, Japan, April 19-25. Washington: IEEE Computer Society, 371-378.
- Johnson, P.M. 1994. An instrumented approach to improving software quality through formal technical review. In B. Fadini, L. Osterweil & A. van Lamsweerde (Eds.) Proceedings of the 16th International Conference on

- Software Engineering, Sorrento, Italy, May 16-21. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 113-122.
- Johnson, P.M. 1998. Reengineering inspection. *Communications of the ACM* 41(2), 49-52.
- Johnson, P. & Tjahjono, D. 1997. Assessing software review meetings: A controlled experimental study using CSRS. In W. Richards Adrion (Eds.) *Proceedings of the 19th International Conference on Software Engineering*, Boston, Massachusetts, May 17-23. New York: ACM Press, 118-127.
- Johnson, P.M. & Tjahjono, D. 1998. Does every inspection really need a meeting? *Empirical Software Engineering* 3(1), 9-35.
- Järvinen, P. & Järvinen, A. 2004. *Tutkimustyön metodeista*. Tampere: Opinpajan Kirja.
- Kerzner H. 2001. *Strategic planning for project management using a project management maturity model*. John Wiley & Sons.
- Kazman, R. & Bass, L. 2002. Making architecture reviews work in the real world. *IEEE Software* 19(1), 67-73.
- Kelly, D. & Shepard, T. 2002. Qualitative observations from software code inspection experiments. In D. Stewart & H. Johnson (Eds.) *Proceedings of the 2002 Conference of the Centre for Advanced Studies on Collaborative research*, Toronto, Canada, September 30 - October 3. IBM Press.
- Kelly, D. & Shepard, T. 2004a. Task-directed software inspection. *Journal of Systems and Software* 73(2), 361-368.
- Kelly, D. & Shepard, T. 2004b. Eight maxims for software inspectors. *Software Testing, Verification and Reliability* 14(4), 243-256.
- Kelly, J., Sherif, J. & Hops, J. 1992. An analysis of defect densities found during software inspections. *Journal of Systems and Software* 17(2), 111-117.
- Kitchenham, B.A., Pfleeger, S.L., Pickard, L. M., Jones, P. W., Hoaglin, D. C., El Emam, K. & Rosenberg, J. 2002. Preliminary guidelines for empirical research in software engineering. *IEEE Transactions on Software Engineering* 28(8), 721-734.
- Knight, J.C. & Myers, E.A. 1993. An improved inspection technique. *Communications of the ACM* 36(11), 51-61.
- Kollanus S. 2005a. ICMM – inspection capability maturity model. In M. Hamza (Eds.) *Proceedings of the IASTED International Conference on Software Engineering*, Innsbruck, Austria, February 15-17. ACTA Press, 372-377.
- Kollanus, S. 2005b. Issues in software inspection practices. In F. Bomarius & S. Komi-Sirviö (Eds.) *Product Focused Software Development and Process Improvement - 6th International Conference (PROFES 2005)*, Oulu, June 13-18. LNCS 3547. Heidelberg: Springer, 429-442.
- Kollanus S. 2006. *Ohjelmistojen tarkastuskäytänteiden puutteet ja ongelmat teoriassa ja käytännössä*. Jyväskylä Licentiate Theses in Computing 4. Jyväskylän yliopisto.
- Kollanus, S. 2009. Experiences from Using ICMM in inspection process assessment. *Software Quality Journal* (in press).
- Kollanus, S. & Koskinen, J. 2006. Software inspections in practice: Six case studies. In J. Münch & M. Vierimaa (Eds.) *Product Focused Software Process*

- Improvement - 7th International Conference (PROFES 2006), Amsterdam, The Netherlands, June 12-14. LNCS 4034. Keidelberg: Springer, 377-382.
- Kollanus, S. & Koskinen, J. 2007. Survey of software inspection research: 1991-2005. Computer Science and Information Systems Reports, Working Papers (WP-40). Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Kosman, R. 1997. A two-step methodology to reduce requirement defects. *Annals of Software Engineering* 3(1), 477-494.
- Kusumoto, S., Chimura, A., Kikuno, T., Matsumoto, K. & Mohri, Y. 1998. A promising approach to two-person software review in educational environment. *Journal of Systems and Software* 40(2), 115-123.
- Kusumoto, S., Kikuno, T., Matsumoto, K. & Torii, K. 1996. Experimental evaluation of time allocation procedure for technical reviews. *Journal of Systems and Software* 35(2), 119-126.
- Laitenberger, O., Atkinson, C., Schlich, M. & El Emam, K. 2000. An experimental comparison of reading techniques for defect detection in UML design documents. *Journal of Systems and Software* 53(2), 183-204.
- Laitenberger, O., Beil, T. & Schwinn, T. 2002. An industrial case study to examine a non-traditional inspection implementation for requirements specifications. *Empirical Software Engineering* 7(4), 345-374.
- Laitenberger, O. & DeBaud, J.-M. 1997. Perspective-based reading of code documents at Robert Bosch GmbH. *Information and Software Technology* 39(11), 781-791.
- Laitenberger, O. & DeBaud, J.-M. 2000. An encompassing life cycle centric survey of software inspection. *Journal of Systems and Software* 50(1), 5-31.
- Laitenberger, O., El Emam, K. & Harbich, T.G. 2001. An internally replicated quasi-experimental comparison of checklist and perspective based reading of code documents. *IEEE Transactions on Software Engineering* 27(5), 387-421.
- Land, L., Sauer, C. & Jeffery, R. 2000. The use of procedural roles in code inspections: an experimental study. *Empirical Software Engineering*, 5(1), 11-34.
- Lanubile, F, Mallardo, T. & Calefato, F. 2003. Tool support for geographically dispersed inspection teams. *Software Process: Improvement and Practice* 8(4), 217-231.
- Leveson, N. & Turner, C. 1993. An investigation of the Therac-25 accidents. *IEEE Computer* 26(7), 18-41.
- Little, T. 2005. Context-adaptive agility: managing complexity and uncertainty. *IEEE Software* 22(3), 28-35.
- Macdonald, F. & Miller, J. 1997. A software inspection process definition language and prototype support tool. *Software Testing, Verification and Reliability* 7(2), 99-128.
- Macdonald F. & Miller J. 1998. A comparison of tool-based and paper-based software inspection. *Empirical Software Engineering* 3(3), 233-253.
- Macdonald, F. & Miller, J. 1999. ASSIST - A tool to support software inspection. *Information and Software Technology* 41(15), 1045-1057.

- Macdonald, F., Miller, J., Brooks, A., Roper, M. & Wood, M. 1996. Applying inspection to object-oriented code. *Software Testing, Verification and Reliability* 6(2), 61-82.
- Madachy, R. 1996. System dynamics modeling of an inspection-based process. In D. Rombach (Eds.) *Proceedings of the 18th International Conference on Software Engineering*, Berlin, Germany, March 25-29. Washington: IEEE Computer Society, 376-386.
- Maldonado, J., Carver, J., Shull, F., Fabbri, S., Dória, E., Martimiano, L., Mendonça, M. & Basili, V. 2006. Perspective-Based Reading: A replicated experiment focused on individual reviewer effectiveness. An empirical investigation. *Empirical Software Engineering* 11(1), 523-539.
- Maranzano, J., Rozsypal, S., Zimmerman, G., Warnken, G., Wirth, P. & Weiss, D.M. 2005. Architecture reviews: Practice and experience. *IEEE Software* 22(2), 34-43.
- March, S. & Smith, G. 1995. Design and natural science research on information technology. *Decision Support Systems* 15(4), 251-266.
- Martin, J. & Tsai, W.T. 1990. N-Fold inspection: a requirements analysis technique. *Communications of the ACM* 33(2), 225-232.
- Mashayekhi, V., Drake, J.M., Tsai, W.-T. & Riedl, J. 1993. Distributed, collaborative software inspection. *IEEE Software* 10(5), 66-75.
- Mathiassen, L., Ngwenyama, O. & Aaen, I. 2005. Managing change in software process improvement. *IEEE Software* 22(6), 84-91.
- McConnell, S. 2000. The best influences on software engineering. *IEEE Software* 17(1), 10-17.
- Miller, J. 1999. Estimating the number of remaining defects after inspection. *Software Testing, Verification and Reliability* 9(3), 167-189.
- Miller, J. 2002. On the independence of software inspectors. *Journal of Systems and Software* 60(1), 5-10.
- Miller, J. & Macdonald, F. 2000. An empirical incremental approach to tool evaluation and improvement. *Journal of Systems and Software* 51(1), 19-35.
- Miller J., Wood M. & Roper M. 1998. Further experiences with scenarios and checklists. *Empirical Software Engineering* 3(1), 37-64.
- Miller J. & Yin Z. 2004. A cognitive-based mechanism for constructing software inspection teams. *IEEE Transactions on Software Engineering* 30(11), 811-825.
- Müller, M. 2004. Are reviews an alternative to pair programming? *Empirical Software Engineering* 9(4), 335-351.
- Müller, M. 2005. Two controlled experiments concerning the comparison of pair programming to peer review. *Journal of Systems and Software* 78(2), 166-179.
- Nielsen, P.A. & Nørbjerg, J. 2001. Assessing software processes: Low maturity or sensible practice. *Scandinavian Journal of Information Systems* 13(1), 23-36.
- Niazi, M., Wilson, D. & Zowghi, D. 2006. Critical success factors for software process improvement implementation: an empirical study. *Software Process Improvement and Practice* 11(2), 193-211.

- Näslund, T. & Löwgren, J. 1999. Usability inspection in contract-based systems development - A contextual assessment. *Journal of Systems and Software* 45(3), 233-240.
- Padberg, F. 2002. Empirical interval estimates for the defect content after an inspection. In W. Tracz, J. Magee & M. Young (Eds.) *Proceedings of the 24th International Conference on Software Engineering*, Orlando, Florida, May 19-25. New York: ACM Press, 58-68.
- Padberg F., Ragg T. & Schoknecht R. 2004. Using machine learning for estimating the defect content after an inspection. *IEEE Transactions on Software Engineering* 30(1), 17-28.
- Parnas, D.L. & Lawford, M. 2003. The role of inspection in software quality assurance. *IEEE Transactions on Software Engineering* 29(8), 674-676.
- Parnas, D.L. & Weiss, D.M. 1985. Active design reviews: principles and practices. In M. Lehman, H. Hünke & B. Boehm (Eds.) *Proceedings of the 10th International Conference on Software Engineering*, London, England, August 28 - 30. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 132-136.
- Parnas, D.L. & Weis, D.M. 1987. Active design reviews: Principles and practices. *Journal of Systems and Software* 7(4), 259-265.
- Paulk, M., Curtis, B., Averill, E., Bamberger, J., Kasse, T., Konrad, M., Perdue, J., Weber, C. & Withey, J. 1991. *Capability Maturity Model for Software*. CMU/SEI-91-TR-24. Pittsburgh: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- Perpich, J.M., Perry, D.E., Porter, A.A., Votta, L.G. & Wade, M.W. 1997. Anywhere, anytime code inspections: using the web to remove inspection bottlenecks in large-scale software development. In W. Richards Adrion (Eds.) *Proceedings of the 19th International Conference on Software Engineering*, Boston, Massachusetts, May 17-23. New York: ACM Press, 14-21.
- Perry, D.E., Porter, A., Wade, M.W., Votta, L.G. & Perpich, J. 2002. Reducing inspection interval in large-scale software development. *IEEE Transactions on Software Engineering* 28(7), 695-705.
- Petersson, H., Thelin, T., Runeson, P. & Wohlin, C. 2004. Capture-recapture in software inspections after 10 years research - theory, evaluation and application. *Journal of Systems and Software* 72(2), 249-264.
- Polack, F. 2001. A case study using lightweight formalism to review an information system specification. *Software: Practice and Experience* 31(8), 757-780.
- Porter, A.A. & Johnson, P.M. 1997. Assessing software review meetings: results of a comparative analysis of two experimental studies. *IEEE Transactions on Software Engineering* 23(3), 129-145.
- Porter, A., Siy, H., Mockus, A. & Votta, L. 1998. Understanding the sources of variation in software inspections. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology* 7(1), 41-79.
- Porter, A.A., Siy, H.P., Toman, C.A. & Votta, L.G. 1997a. An experiment to assess the cost-benefits of code inspections in large scale software development. *IEEE Transactions on Software Engineering* 23(6), 329-346.
- Porter, A.A., Siy, H.P. & Votta, L.G. 1996. A review of software inspections. *Advances in Computers* 42, 39-76.

- Porter, A. Siy, H. & Votta, L. 1997b. Understanding the effects of developer activities on inspection interval. In W. Richards Adrion (Eds.) Proceedings of the 19th International Conference on Software Engineering, Boston, Massachusetts, May 17-23. New York: ACM Press, 128-138.
- Porter, A. & Votta, L.G. 1994. An experiment to assess different defect detection methods for software requirements inspections. In B. Fadini, L. Osterweil & A. van Lamsweerde (Eds.) Proceedings of the 16th International Conference on Software Engineering, Sorrento, Italy, May 16-21. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 103-112.
- Porter, A. & Votta, L. 1997. What makes inspections work? *IEEE Software* 14(6), 99-102.
- Porter, A. & Votta, L. 1998. Comparing detection methods for software requirements inspections: a replication using professional subjects. *Empirical Software Engineering* 3(4), 355-379.
- Porter, A.A., Votta, L.G., Jr. & Basili, V.R. 1995. Comparing detection methods for software requirements inspections: a replicated experiment. *IEEE Transactions on Software Engineering* 21(6), 563-575.
- Pressman, R. 2005. *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (6. edition, international). Singapore: McGraw-Hill.
- Raz, T. & Yaung, A. 1997. Factors affecting design inspection effectiveness in software development. *Information and Software Technology* 39(4), 297-305.
- Regnell, B., Runeson, P., & Thelin, T. 2000. Are the perspectives really different? - Further experimentation on scenario-based reading of requirements. *Empirical Software Engineering* 5(4), 331-356.
- Rifkin, S. & Deimel, L. 1994. Applying program comprehension techniques to improve software inspections. In Proceedings of the 19th Annual NASA Software Engineering Workshop, Greenbelt, Maryland, 115-126.
- Roberts, T. Jr., Gibson, M., Fields, K. & Rainer, R. Jr. 1998. Factors that impact implementing a system development methodology. *IEEE Transactions on Software Engineering* 24(8), 640-649.
- Roper M., Wood M. & Miller J. 1997. An empirical evaluation of defect detection techniques. *Information and Software Technology* 39(11), 763-775.
- Runeson, P., Andersson, C., Thelin, T., Andrews, A. & Berling, T. 2006. What do we know about defect detection methods? *IEEE Software* 23(3), 82-90.
- Runeson, P. & Wohlin, C. 1998. An experimental evaluation of an experience-based capture-recapture method in software code inspections. *Empirical Software Engineering* 3(4), 381-406.
- Runge, B. 1982 The Inspection Method applied to small projects. In Proceedings of the 6th International Conference on Software Engineering, Tokyo, Japan, September 13-16. Los Alamitos: IEEE Computer Society, 416-417.
- Russell, G.W. 1991. Experience with inspection in ultra large-scale developments. *IEEE Software* 8(1), 25-31.
- Sabaliauskaite G., Kusumoto S. & Inoue K. 2004. Assessing defect detection performance of interacting teams in object-oriented design inspection. *Information and Software Technology* 46(13), 875-886.



- Sabaliauskaite, G., Matsukawa, F., Kusumoto S. & Inoue, K. 2003. Further investigations of reading techniques for object-oriented design inspection. *Information and Software Technology* 45(9), 571-585.
- Sandahl, K., Blomkvist, O., Karlsson, K., Krysanter, C., Lindvall, M. & Ohlson, N. 1998. An extended replication of an experiment for assessing methods for software requirements inspections. *Empirical Software Engineering* 3(4), 327-354.
- Sauer, C., Jeffery, D.R., Land, L. & Yetton, P. 2000. The effectiveness of software development technical reviews: a behaviorally motivated program of research. *IEEE Transactions on Software Engineering* 26(1), 1-14.
- Schneider, M., Martin, J. & Tsai, W. 1992. An experimental study of fault detection in user requirements documents. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology* 1(2), 188-204.
- Seaman, C. & Basili, V. 1997. An empirical study of communication in code inspections. In W. Richards Adrion (Eds.) *Proceedings of the 19th International Conference on Software Engineering*, Boston, Massachusetts, May 17-23. New York: ACM Press, 96-106.
- Seaman, C.B. & Basili, V.R. 1998. Communication and organization: an empirical study of discussion in inspection meetings. *IEEE Transactions on Software Engineering* 24(7), 559-572.
- SEI (Software Engineering Institute) 1996. IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement. CMU/SEI-96-HB-001. Pittsburgh: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.
- SEI (Software Engineering Institute) 2002. Capability Maturity Model Integration, Version 1.1. CMU/SEI-2002-TR-011. Pittsburgh: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. [viitattu: 16.3.2009] (URL: <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>)
- Shull, F., Lanubile, F. & Basili, V.R. 2000. Investigating reading techniques for object-oriented framework learning. *IEEE Transactions on Software Engineering* 26(11), 1101-1118.
- So, S., Cha, S., Shimeall, T. & Kwon, Y. 2002. An empirical evaluation of six methods to detect faults in software. *Software Testing, Verification and Reliability* 12(3), 155-171.
- Sommerville, I. 2007. *Software Engineering* (8. edition). Harlow: Addison-Wesley.
- Stein, M., Riedl, J., Harner, S. & Mashayekhi, V. 1997. A case study of distributed, asynchronous software inspection. In W. Richards Adrion (Eds.) *Proceedings of the 19th International Conference on Software Engineering*, Boston, Massachusetts, May 17-23. New York: ACM Press, 107-117.
- Stelzer, D. & Mellis, W. 1998. Success factors of organizational change in software process improvement. *Software Process - Improvement and Practice* 4(4), 227-250.
- Tervonen, I. 1996a. Support for quality-based design and inspection. *IEEE Software* 13(1), 44-54.
- Tervonen, I. 1996b. Consistent support for software designers and inspectors. *Software Quality Journal* 5(3), 221-229.

- Tervonen, I, Iisakka, J. & Harjumaa, L. 2001. Looking for inspection improvements through the base practices. In M. Lawford & D.L. Parnas (Eds.) Proceedings of the 1st Workshop on Inspection in Software Engineering, Paris, France, July 23. McMaster University, Canada, 145-152.
- Tervonen, I. & Oinas-Kukkonen, H. 1996. Reorganizing the inspection process: Problems encountered and resolved. *Software Process: Improvement and Practice* 2(2), 97-110.
- Thelin, T. 2004. Team-based fault content estimation in the software inspection process. In A. Finkelstein, J. Estublier & D. Rosenblum (Eds.) Proceedings of the 26th International Conference on Software Engineering, Edinburgh, Scotland, May 23-28. Washington: IEEE Computer Society, 263-272.
- Thelin, T., Petersson, H., Runeson, P. & Wohlin, C. 2004a. Applying sampling to improve software inspections. *Journal of Systems and Software* 73(2), 257-269.
- Thelin, T. & Runeson, P. 2000. Robust estimations of fault content with capture-recapture and detection profile estimators. *Journal of Systems and Software*, 52(2-3), 139-148.
- Thelin, T. & Runeson, P. 2002. Confidence intervals for capture-recapture estimations in software inspections. *Information and Software Technology* 44(12), 683-702.
- Thelin, T., Runeson, P. & Regnell, B. 2001. Usage-based reading - an experiment to guide reviewers with use cases. *Information and Software Technology* 43(15), 925-938.
- Thelin, T., Runeson, P. & Wohlin, C. 2003. An experimental comparison of usage-based and checklist-based reading. *IEEE Transactions on Software Engineering* 29(8), 687-704.
- Thelin, T., Runeson, P., Wohlin, C., Olsson, T. & Andersson, C. 2004b. Evaluation of usage-based reading - conclusions after three experiments. *Empirical Software Engineering* 9(1-2), 77-110.
- Traore, I. & Aredo, D.B. 2004. Enhancing structured review with model-based verification. *IEEE Transactions on Software Engineering* 30(11), 736-753.
- Tyran, C.K. & George, J.F. 2002. Improving software inspections with group process support. *Communications of the ACM* 45(9), 87-92.
- UKSMA (United Kingdom Software Metrics Association) 2002. Quality Standards Defect Measurement Manual Release 1.a. United Kingdom Software Metrics Association. (URL: <http://www.ukσμα.co.uk/>)
- Vander Wiel, S. & Votta, L. 1993. Assessing software designs using capture-recapture methods. *IEEE Transactions on Software Engineering* 19 (11), 1045-1054.
- Vitharana, P. & Ramamurthy, K. 2003. Computer-mediated group support, anonymity, and the software inspection process: an empirical investigation. *IEEE Transactions on Software Engineering* 29(2), 167-180.
- Votta, L. 1993. Does every inspection need a meeting? *ACM Software Engineering Notes* 18(5), 107-114.
- Walls, J., Widmeyer, G. & El Sawy, O. 1992. Building an information system design theory for vigilant EIS. *Information Systems Research* 3(1), 36-59.

- Weinberg, G.M. 1992. *Quality Software Management, Volume 1: Systems Thinking*, New York: Dorset House.
- Weinberg, G.M. & Freedman, D.P. 1984. Reviews, walkthroughs, and inspections. *IEEE Transactions on Software Engineering* 10(1), 68-72.
- Weller, E. 1993. Lessons from three years of inspection data. *IEEE Software* 10(5), 38-45.
- Wieggers, K. 1998. Seven deadly sins of software reviews. *Software Development* 6(3).
- Wieggers, K. 2002a. *Peer Reviews in Software: A Practical Guide*. Boston: Addison-Wesley.
- Wieggers, K. 2002b. Seven truths about peer reviews. *Cutter IT Journal* 15(7).
- Wohlin, C & Runeson, P. 1998. Defect content estimations from review data. In K. Torii, K. Futatsugi & R. Kemmerer (Eds.) *Proceedings of the 20th International Conference on Software Engineering*, Kyoto, Japan, April 19-25. Washington: IEEE Computer Society, 400-409.
- Xu, J. 2003. Making software timing properties easier to inspect and verify. *IEEE Software* 20(4), 34-41.
- Yin, Z., Dunsmore, A. & Miller, J. 2004. Self-assessment of performance in software inspection processes. *Information and Software Technology* 46(3), 185-194.
- Zhang, Z., Basili, V., Shneiderman, B. 1999. Perspective-based Usability Inspection: An Empirical Validation of Efficacy. *Empirical Software Engineering* 4(1), 43-69.
- Zheng, J., Williams, L., Nagappan, N., Snipes, W., Hudepohl, J.P. & Vouk, M.A. 2006. On the value of static analysis for fault detection in software. *IEEE Transactions on Software Engineering* 32(4), 240-253.

## LIITE 1 - KIRJALLISUUSANALYYSIN ARTIKKELEIDEN TÄYDELLINEN LUOKITTELU VIITTEINEEN

Tekninen näkökulma (71)	Lukutekniikat (24)	Basili ym. (1996), Berling ja Runeson (2003), Dunsmore ym. (2001, 2002 ja 2003), Fusaro ym. (1997), Hungerford ym. (2004), Höst ja Johansson (2000), Kelly ja Shepard (2004a), Laitenberger ja DeBaud (1997), Laitenberger ym. (2000 and 2001), Maldonado ym. (2006), Miller ym. (1998), Porter ym. (1995), Porter ja Votta (1994 ja 1998), Regnell ym. (2000), Sabaliauskaite ym. (2003), Sandahl ym. (1998), Thelin ym. (2001, 2003 ja 2004b), Zhang ym. (1999)
	Tehokkuus-tekijät (22)	Biffi ym. (2001), Biffi ja Halling (2003), Briand ym. (2004), Dunsmore (2000a), Ebert ym. (2001), Halling ja Biffi (2002), Johnson ja Tjahjono (1997 ja 1998), Kelly ja Shepard (2004b), Laitenberger ym. (2002), Land ym. (2000), Miller ja Yin (2004), Porter ym. (1997a, 1997b ja 1998), Porter ja Johnson (1997), Porter ja Votta (1997), Raz ja Yaung (1997), Sabaliauskaite ym. (2004), Sauer ym. (2000), Seaman ja Basili (1997 ja 1998)
	Prosessit (19)	Ackerman ym. (1989), d'Astous ym. (2001), Bias (1991), Bisant ja Lyle (1989), van Emden (1992), Fagan (1986), Gantner ja Barth (2003), Jackson ja Hoffman (1994), Knight ja Myers (1993), Kosman (1997), Kusumoto ym. (1998), Martin ja Tsai (1990), Parnas ja Weis (1985 ja 1987), Polack (2001), Runge (1982), Schneider ym. (1992), Thelin ym. (2004a), Weinberg ja Freedman (1984)
	Muut (6)	de Almeida ym. (2003), Chernak (1996), Dunsmore ym. (2000b), Macdonald ym. (1996), Tervonen (1996b), Traore ja Aredo (2004)
Johdon näkökulma (26)	Katselmointien merkitys organisaatiolle (14)	Basili ja Selby (1987), Bush (1990), Doolan (1992), Grady ja Van Slack (1994), Houdek ym. (2002), Maranzano ym. (2005), Müller (2004 ja 2005), Roper ym. (1997), Runeson ym. (2006), Russell (1991), So ym. (2002), Weller (1993), Zheng ym. (2006)
	Muut (12)	Barnard ja Price (1994), Briand ym. (1998), Chaar ym. (1993), Chatzigeorgiou ja Antoniadis (2003), Freimut ym. (2005), Hall ja Fenton (1996), Harjumaa (2005), Iisakka ja Tervonen (1998), Jacob ja Pillai (2003), Jalote ja Haragopal (1998), Kusumoto ym. (1996), Madachy (1996)
Muut aihealueet (50)	Virheiden määrän arviointi (23)	Biffi (2000 ja 2003), Biffi ja Grossmann (2001), Biffi ja Gutjahr (2002), Briand ym. (2000), Cockram (2001), Ebrahimi (1997), Eick ym. (1992), El Emam ym. (2000), El Emam ja Laitenberger (2001), Miller (1999 ja 2002), Padberg (2002), Padberg ym. (2004), Petersson ym. (2004), Runeson ja Wohlin (1998), Thelin (2004), Thelin ja Runeson (2000 ja 2002), Vander Wiel ja Votta (1993), Wohlin ym. (1995), Wohlin ja Runeson (1998), Yin ym. (2004)
	Työkalunäkökulma (16)	Anderson ym. (2003), van Genuchten ym. (2001), Johnson (1994), Lanubile ym. (2003), Macdonald ja Miller (1997, 1998 ja 1999), Mashayekhi ym. (1993), Miller ja Macdonald (2000), Perpich ym. (1997), Perry ym. (2002), Stein ym. (1997), Tervonen (1996a), Tervonen ja Oinas-Kukkonen (1996), Tyran ja George (2002), Vitharana ja Ramamurthy (2003)
	Kokonaisvaltainen (4)	Aurum ym. (2002), Ciolkowski ym. (2003), Johnson (1998), Laitenberger ja DeBaud (2000)
	Luokittelemat (7)	d'Astous ja Robillard (2000 ja 2002), Carver ym. (2006), Kazman ja Bass (2002), Kelly ym. (1992), Näslund ja Löwgren (1999), Xu (2003)

## LIITE 2 - HAASTATTELURUNKO

### Haastattelun alku

#### Yleiset tiedot haastattelusta ja haastateltavasta

- Aika
- Paikka
- Yritys
- Haastateltavan nimi
- Työtehtävät yrityksessä
- Kuinka pitkä työkokemus yrityksessä ja alalla yhteensä

#### Yleiset tiedot yrityksestä

- Yrityksen koko
- Yksikön koko
- Tavallinen projektin koko
- Onko laatujärjestelmän (ISO9001, CMM, SPICE) auditointia tehty?
- Tehdäänkö yksikössä pääasiassa tuotekehitystä vai asiakasprojekteja?

#### Johdantokysymykset

- Määrittele katselmointi (tarkoitus varmistaa, että puhutaan samasta asiasta)
- Anna arvosana asteikolla 1-5 (5 on paras) siitä, kuinka hyvin katselmoinnit toimivat omassa organisaatiossa.

### Haastattelun 1. vaihe - käytänteet

1. Kuinka säännöllisesti seuraavia dokumentteja katselmoidaan? Vastaa ainoastaan oman tietämyksesi pohjalta. Suorituksen täytyy täyttää ICM-tason 2 kriteerit eli katselmointien täytyy sisältää valmistautuminen ja raportointi. Selitys: 1 = ei koskaan, 2 = joskus, 3 = joka toinen kerta, 4 = usein, 5 = aina

Vaatusmäärittely	1	2	3	4	5
Arkkitehtuurit	1	2	3	4	5
Muut suunnitelmat	1	2	3	4	5
Pienet komponenttisuunnitelmat	1	2	3	4	5
Koodi (keskeiset pätkät)	1	2	3	4	5
Koodi (kaikki osat)	1	2	3	4	5
Testisuunnitelmat	1	2	3	4	5
Projektisuunnitelmat	1	2	3	4	5

Toteutetaanko säännöllisesti joissakin edellisissä kohdissa vapaamuotoisempaa katselmointia?

2. Mitä edellisen kohdan dokumentteja katselmoidaan asiakkaan kanssa ja kuinka usein?
3. Onko katselmointiprosessi määritelty? Mitä määrittely sisältää?
4. Toteutetaanko katselmoinnit aina samalla tavalla? Siis noudatetaanko prosessia?
5. Kuinka katselmointien suunnittelu toteutetaan?
  - a) Aikataulutus (kuka hoitaa ja milloin). Sisältyvätkö katselmoinnit projektisuunnitelmaan?
  - b) Kuinka hoidetaan osallistujien valinta? Ovatko osallistujat ja roolit päätetty etukäteen vai päätetäänkö osallistujat juuri ennen katselmointia?
6. Kuinka paljon valmistautumiseen käytetään aikaa? Antaako prosessimäärittely suositusten käytettävistä ajasta? Valvotaanko valmistautumista? Mitä tehdään, jos joku ei ole valmistautunut?
7. Miten palaveri toteutetaan? Kuka johtaa? Miten etenee? Järjestetäänkö palaveria vai organisoidaanko katselmointi esimerkiksi sähköpostilla?
8. Mitä katselmoinnista raportoidaan? Miten tieto käsitellään (esim. tekstidokumentti tai erillinen sovellus)?
9. Kuinka korjauksien seuranta toteutetaan? Ohjeistetaanko prosessissa vai päätetäänkö tapauskohtaisesti? Järjestetäänkö usein uusi katselmointikierrös?
10. Järjestetäänkö katselmointikoulutusta? Mitä koulutus sisältää?
11. Millaista katselmointimateriaalia on olemassa (tarkistuslistat, skenaariot ym.)? Onko materiaalia kehitetty kokemuksen perusteella? Onko materiaalia mukautettu eri rooleille?
12. Kuinka katselmointidataa kerätään? Seurataanko katselmointien todellista toteutumista datan avulla? Kuka seuraa ja miten? Käykö joku joskus läpi dataa kehittämismielessä?
13. Onko katselmointeihin selkeästi varatut resurssit työsuunnitelmassa?
14. Onko olemassa organisaation yhteinen politiikka katselmointien toteuttamisesta? Siis määritelläänkö jossain esimerkiksi, mitä tuotoksia projektissa pitäisi katselmoida?
15. Onko organisaatiossa määritelty selkeästi vastuuhenkilö, joka on vastuussa katselmointien toteutumisesta, valvonnasta ja kehittämisestä?

## Haastattelun toinen vaihe - katselmointien ongelmat

- Mitä ongelmia katselmointien toimivuudessa on? Miksi ne eivät toimi ihanteellisella tavalla? Missä asioissa katselmointien tulisi toimia paremmin?

Kuinka tutuilta seuraavat ongelmat vaikuttavat omassa organisaatiossasi? Vastaa oman kokemuksesi pohjalta asteikolla 1-5 (1 = ei tuttu, 5 = erittäin tuttu). Mikä vastaa sinun kokemustasi parhaiten?

1. Aikataulu saattaa viivästyä katselmointia odotellessa.
2. Katselmointikokouksissa löydetään vain vähän uusia virheitä, vaikka ne vievät paljon aikaa.

3. Tukimateriaali (tarkistuslistat ym.) on huonoa.
4. Osallistuja ei ymmärrä katselmointiprosessia ja omaa rooliaan siinä.
5. Kritisoidaan tekijää eikä tuotosta
6. Katselmoinnit on huonosti suunniteltu.
7. Palaverissa keskitytään epäolennaisiin asioihin, kuten ratkaisemaan ongelmia.
8. Osallistajat ovat huonosti valmistautuneita.
9. Katselmointeihin osallistuu väärinä ihmisiä.
10. Roolien määrittäminen puuttuu.
11. Huonolaatuinen tuotos vie turhaan katselmoijien aikaa.
12. Työntekijöillä on huono asenne.
13. Katselmoinnissa on liikaa materiaalia kerralla.
14. Katselmointeihin ei ole selkeästi varattu resursseja yksilöllisiin työsuunnitelmiin.