



# **Iteratiiviset menetelmät**

Jarl-Erik Malmström

Aine  
Helsingin Yliopisto  
Tietojenkäsittelytieteen laitos

Helsinki, 8. maaliskuuta 2013

Tiedekunta — Fakultet — Faculty		Laitos — Institution — Department	
Matemaattis-luonnontieteellinen		Tietojenkäsittelytieteen laitos	
Tekijä — Författare — Author			
Jarl-Erik Malmström			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
Iteratiiviset menetelmät			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Tietojenkäsittelytiede			
Työn laji — Arbetets art — Level		Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages
Aine		8. maaliskuuta 2013	12
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
Tiivistelmä.			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
agile, ketterä, open source, avoin			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Additional information			

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Ohjelmistotuotantomenetelmät</b>	<b>4</b>
2.1	Vesiputousmalli . . . . .	4
2.2	Iteratiiviset menetelmät . . . . .	7
2.3	Ketterät kehitysmenetelmät . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Ohjelmistotuotannon ongelmat</b>	<b>10</b>
3.1	Ohjelmistotuotannon ominaispiirteet . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Ohjelmistotuotantomenetelmän valinta</b>	<b>12</b>
4.1	Ennustettavuus . . . . .	12
4.2	Muuttuva liiketoimintaympäristö . . . . .	12
4.3	Organisaation koko . . . . .	12
4.4	Kehittäjien taidot . . . . .	12
<b>5</b>	<b>Lähteet</b>	<b>12</b>

# 1 Johdanto

Tässä kirjoitelmassa tarkastelemme ohjelmistotuotannon iteratiivisia menetelmiä. Käymme läpi erilaisten ohjelmistotuotantomenetelmien historiaa, niiden lähestymistapaa ohjelmistotuotantoon ja menetelmien heikkouksia sekä vahvuuksia.

Käymme lyhyesti läpi erilaisia lähestymistapoja ohjelmistotuotantoon. Lisäksi tarkastelemme ohjelmistotuotantoprojektien erityispiirteitä ja ohjelmistotuotannon riskien tunnistamista, sekä miten nämä vaikuttavat menetelmän valintaan.

Ohjelmistotuotantoa voidaan pitää kaaottisena toimintana. Ohjelmakoodia usein kirjoitetaan ilman taustalla olevaa suunnitelmaa. Termi ”ohjelmoi ja korjaa” (”code and fix”) on kuvaava ilmaus tällaisesta prosessista. Tällainen menetelmä saattaa toimia jos tuotettava ohjelmisto on pieni, mutta järjestelmän kasvaessa on yhä vaikeampaa lisätä uusia toiminnallisuksia järjestelmään. Lisäksi virheiden korjaaminen vaikeutuu järjestelmän kasvaessa[3].

Menetelmät (methodologies) ovat tuoneet vaihtoehdoisen tavan ohjelmiston tuottamiseen. Menetelmät ovat tuoneet ohjelmistokehitykseen ennakoitavuutta ja tehokkuutta. Muista insinööritieteistä vaikutteita saaneet menetelmät ovat yksityiskohtaisia prosessikuvauksia, joissa painotetaan voimakkaasti suunnittelua[3].

Ohjelmistojen hankintasopimukset, erityisesti Yhdysvaltain hallituksen kanssa, rajoittivat ohjelmistotuotantoa. Yhdysvaltain hallituksen ja puolustusministeriön vaatimien menetelmien, ohjelmistojen tuottamiseksi, tuli koostua puhtaasti peräkkäisistä prosesseista. Suunnittelua ei voitu aloittaa ennen kuin ohjelmiston vaatimukset oli täydellisesti kirjattu. Ohjelmointia ei voitu aloittaa ennen suunnitelman tyhjentävää ja kriittistä tarkastelua. Yhdysvaltain hallituksen luomat standardit prosesseille aiheuttivat tulkinnan, että ohjelmistotuotannon menetelmän täytyy olla vaiheesta seuraavaan etenevä lineaarinen prosessi[2].

Winston Roycen ajatukset, artikkelissa ”Managing the Development of Large Software Systems”, loivat perustan vesiputousmallille (waterfall), menetelmän joka vastasi valtionhallinnon sopimusten vaatimuksiin. Monet pitivät virheellisesti Roycen artikkelia lineaarisen vesiputousmallin esikuvana. Roycen artikkelin iteratiivinen ja palautteenohjaama ohjelmistokehitys, jossa ohjelmisto toteutetaan kahdesti, on unohtunut useista menetelmän kuvauksista[5].

Menetelmät ovat olleet ohjelmistoja tuotettaessa käytössä pitkään. Nykyisin menetelmiä kritisoidaan byrokraattiksi. Menetelmien toteuttaminen ja seuraaminen vaatii paljon aikaa sekä työtä, ja tästä johtuen ohjelmistokehitysprosessi hidastuu[3].

Uusia menetelmiä on ilmaantunut haastajina paljon suunnittelua ja dokumentaatiota vaativille menetelmille. Näitä kutsutaan yleisesti ketteriksi

menetelmiksi (agile methods). Nämä uudet menetelmät ovat olleet reaktiota byrokraattisille ja raskaille menetelmille. Ketterät menetelmät pyrkivät kompromissiin, ”ohjelmoi ja korjaa”-menetelmän ja raskaan menetelmän väliltä, tarjoamalla riittävän prosessin haluttuun lopputulokseen pääsemiseksi[3].

Vaikka monet pitävät iteratiivisia ohjelmistotuotantomenetelmiä nykyaikaisina menetelminä, on niitä sovellettu ohjelmistokehityksessä 1950-luvulta lähtien[5].

Ohjelmistotuotannossa on kaksi perustavanlaatuaista vaihetta: analysointivaihe ja rakennusvaihe. Nämä kaksi vaihetta riittävät ohjelmiston toteuttamiseen, jos ohjelmisto on pieni ja tuotettavan ohjelmiston käyttäjät ovat itse toteuttajia[6].

Tällaisesta ohjelmistokehityksestä myös asiakkaat ovat valmiita maksamaan, sillä vaiheet pitävät sisällään aidosti luovaa työtä, joka suoraan edistää tuotettavan ohjelmiston käytettävyyttä[6].

Suuremman ohjelmistotuotantoprojektin täytöntöönpano vaatii lisäksi muita vaiheita, jotka eivät suoraan edistä tuotettavaa ohjelmistoa ja lisäksi kasvattavat ohjelmistotuotannon kustannuksia[6].

Ohjelmistotuotannon alkuaikoina käytetty ”ohjelmoi ja korjaa”-mallin sisältää kaksi vaihetta. Ohjelmoidaan ensin ja mietitään vaatimuksia, rakennetta sekä testausta myöhemmin. Mallilla oli useita heikkouksia. Usean korjausvaiheen jälkeen ohjelmakoodi oli niin vaikeasti rakennettu, että oli hyvin kallista muuttaa koodia. Tämä korosti tarvetta suunnitteluvaiheelle ennen ohjelmointia[1].

Usein hyvin suunniteltu ohjelmisto ei vastannut käyttäjien toiveita. Joten syntyi tarve vaatimusmäärittelylle ennen suunnitteluvaihetta[1].

Ohjelmistot olivat usein kalliita korjata, koska muutoksiin ja testaamiseen oli valmistauduttu huonosti. Tämä osoitti tarpeen eri vaiheiden tunnistamiselle, sekä tarpeen huomioida testaus ja ohjelmiston muuttuminen jo hyvin varhaisessa vaiheessa[1].

## 2 Ohjelmistotuotantomenetelmät

### 2.1 Vesiputousmalli

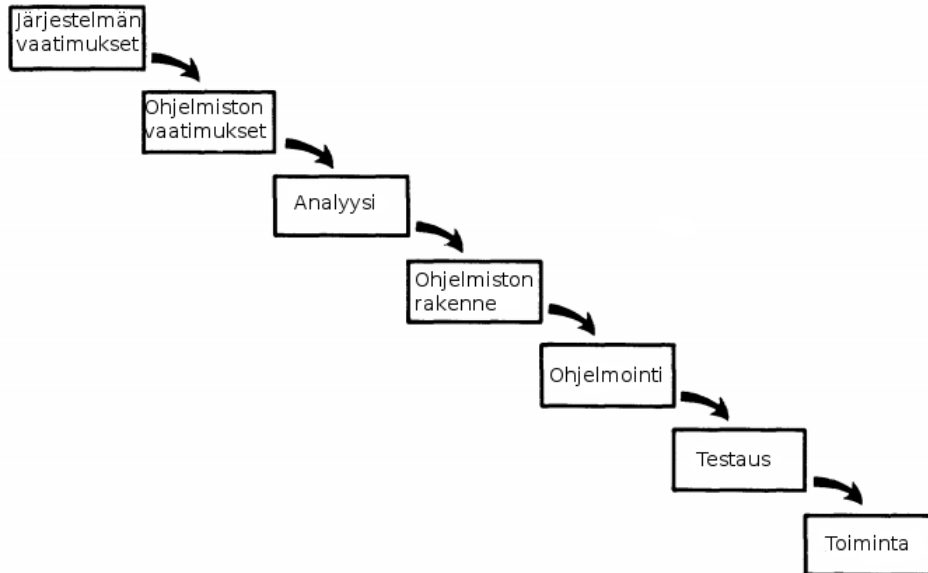
1970-luvulla vesiputousmalli vaikutti suuresti lineaarisiin ohjelmistotuotannon malleihin. Vesiputousmallin lähestymistapa auttoi poistamaan monia aiemmin ohjelmistotuotantoa vaivanneita ongelmia. Vesiputousmallista tuli perusta monille teollisuuden ja Yhdysvaltain hallituksen ohjelmistohankintojen standardeille[1].

Tarkemmin Winston W. Roycen malli sisältää seuraavat vaiheet: järjestelmä- ja ohjelmistovaatimusmäärittely, analyysi, ohjelmistonrakenteen suunnittelu, ohjelmointi, testaus ja ohjelmiston käyttäminen[6].

Perättäisten ohjelmistotuotantovaiheiden välillä on iteraatiota järjestelmän rakenteen tarkentuessa yksityiskohtaisemmaksi tuotannon edetessä. Iteraatioi-

den tarkoituksena on suunnitelman edetessä pitää muutosvauhti käsiteltävän kokoisena[6].

Kuva 1: Lineaarinen ohjelmistotuotantoprosessi



Kuvassa 1 on yleisin kuvaus lineaarisesta vesiputousmallista. Roycen kuvaama prosessi, tässä yksinkertaisessa muodossa, oli tarkoitettu vain suoraviivaisimmille projekteille. Royce oli iteratiivisten, inkrementaalisten ja kehityksellisten (evolutionary) menetelmien kannattaja. Artikkelissa “Managing the Development of Large Software Systems”, 1960-1970 lukujen Yhdysvaltain hallituksen sopimusten vaatimat rajoitteet huomioiden, Royce kuvaa ohjelmistotuotannon iteratiivista prosessia[5].

Royce huomio lineaarinen ohjelmistotuotantoprosessi sisältämän huomattavan riskin. Vasta testivaiheessa, menetelmän loppupuolella, saattaa tulla esille ilmiöitä, joita ei ollut mahdollista tarkalleen analysoida aikaisemmassa vaiheessa[6].

Ellei pieni muutos koodissa korjaa ohjelmistoa vastaamaan oletettua käytöstä, vaadittavat muutokset ohjelmiston rakenteeseen saattavat olla niin häiritseviä, että muutokset rikkovat ohjelmistolle asetettuja vaatimuksia. Tällöin joko vaatimuksia tai suunnitelmaa on muutettava. Tässä tapauksessa tuotantoprosessi on palannut alkuun ja kustannusten voidaan olettaa nousevan jopa 100%[6].

Ongelman korjaamiseksi vaatimusmäärittelyn jälkeen - ennen analyysia - on tehtävä alustava rakenteen suunnittelu. Näin ohjelmistosuunnittelija välttää talletamiseen tai aika- ja tilavaatimuksiin liittyvät virheet. Analyysin edetessä ohjelmistosuunnittelijan on välitettävä aika- ja tilavaatimukset sekä operatiiviset rajoitteet analyysin tekijälle[6].

Näin voidaan tunnistaa projektille varatut alimitoitettut kokonaisresurssit tai virheelliset operatiiviset vaatimukset aikaisessa vaiheessa. Vaatimukset ja alustava suunnitelma voidaan iteroida ennen lopullista suunnitelmaa, ohjelmointia ja testausvaihetta[6].

On laadittava ymmärrettävä, valaiseva ja ajantasainen dokumentti, jonka jokaisen työntekijän on sisäistettävä[6].

Vähintään yhden työntekijällä on oltava syvälinen ymmärrys koko järjestelmästä, mikä on osaltaan saavutettavissa dokumentin laadinnalla[6].

Ohjelmistotuotannon hyvin tärkeä sääntö on erittäin kattava dokumentointi. Ohjelmistosuunnittelijoiden on kommunikoitava rajapintojen(interface) suunnittelijoiden, ja johdon kanssa. Dokumentti antaa ymmärrettävän perustan rajapintojen suunnitteluun ja hallinnollisiin ratkaisuihin[6].

Kirjallinen kuvaus pakottaa ohjelmistosuunnittelijan yksiselitteiseen ratkaisuun ja tarjoaa konkreettisen todistuksen työn valmistumisesta[6].

Hyvän dokumentoinnin todellinen arvo ilmenee tuotannossa myöhemmin testausvaiheessa, ohjelmistoa käytettäessä sekä uudelleen suunniteltaessa[6].

Hyvän dokumentin avulla esimies voi keskittää henkilöstön ohjelmistossa ilmenneisiin virheisiin. Ilman hyvää dokumenttia, ainoastaan ohjelmistovirheen alkuperäinen tekijä kykenee analysoimaan kyseessä olevan virheen[6].

Dokumentti helpottaa ohjelmiston käyttöönottoa operatiivinen henkilöstön kanssa. Käyttöönotossa ilmenneiden mahdollisten ohjelmistovirheiden korjaamisessa selkeä dokumentti on välttämätön[6].

Dokumentoinnin jälkeen toinen ohjelmistoprojektin onnistumiseen vaikuttava tärkein tekijä on ohjelmiston alkuperäisyys. Jos kyseessä olevaa ohjelmistoa kehitetään ensimmäistä kertaa, on asiakkaalle toimitettava käyttöönotettava versio oltava toinen versio, mikäli kriittiset rakenteelliset ja operatiiviset vaatimukset on huomioitu[6].

Lyhyessä ajassa suhteessa varsinaiseen aikatauluun suunnitellaan ja rakennetaan prototyyppiversio ennen varsinaista rakennettavaa ohjelmistoa. Jos suunniteltu aikataulu on 30 kuukautta, niin pilottiversion aikataulu on esimerkiksi 10 kuukautta. Ensimmäinen versio tarjoaa aikaisen vaiheen simulaation varsinaisesta tuotteesta[6].

Testaus on projektin resursseja vaativin vaihe. Testausvaiheessa vallitsee suurin riski taloudellisesti ja ajallisesti. Loppuvaiheessa aikataulua on vähän varasuunnitelmia tai vaihtoehtoja. Alustava suunnitelma ennen analysointia ja ohjelmointia sekä prototyypin valmistaminen ovat ratkaisuja ongelmien löytämiseen ja ratkaisemiseen ennen varsinaiseen testivaiheeseen siirtymistä[6].

Testivaiheen tulee pääasiallisesti suorittaa siihen erikoistunut asiantuntija, joka ei välttämättä osallistunut varsinaiseen ohjelmointiin. Väite, että ohjelmistosuunnittelija on paras henkilö testaamaan suunnittelemansa ohjelmiston, koska ymmärtää aihealueen parhaiten, on merkki siitä että dokumentointi ei ole ollut riittävää[6].



Useimmat virheet ovat luonteeltaan ilmiselviä, jotka voidaan löytää visuaalisella tarkastelulla. Jokaisen analyysin ja ohjelmakoodin tulee tarkastaa toinen henkilö, joka ei osallistunut varsinaiseen työhön. Jokainen tietokoneohjelman looginen polku on testattava ainakin kerran[6].

Jostain syystä ohjelmiston suunnitelmaan ja aiottuun toimintaan sovelletaan laajaa tulkintaa, jopa aikasemman yhteisymmärryksen jälkeen. On tärkeää sitouttaa asiakas formaalilla tavalla mahdollisimman aikaisessa vaiheessa projektia, näin asiakkaan näkemys, harkinta ja sitoumus vahvistaa kehitystyötä[6].

## 2.2 Iteratiiviset menetelmät

Ketterät menetelmät (agile methods) ovat saavuttaneet suosiota ohjelmistotuotannossa. Usein iteraatiivisia, inkrementaalisia sekä kehityksellisiä (evolutionary) menetelmiä pidetään modernina ohjelmistokehityksenä, mikä on korvannut vesiputousmallin. Mutta näitä menetelmiä on käytetty vuosikymmeniä[5].

Monet ohjelmistotuotantoprojektit (esimerkiksi NASA:n Mercury- ja avaruussukkula-projektit) 1970- ja 1980-luvulla käyttivät iteraatiivisia ja inkrementaalisia menetelmiä. Menetelmillä oli eroavaisuuksia iteraatioiden pituuksissa ja aikarajoitteiden käytössä (time-box). Joillakin oli merkittävä suunnittelu- ja vaatimusmäärittelyvaihe (big design up-front), jota seurasi inkrementaalinen aikarajoitettu (time-box) kehitysvaihe. Toisilla oli enemmän kehityksellisempi ja palautteen ohjaama lähestymistapa[5].

Eroavaisuuksista huolimatta, kaikilla lähestymistavoilla oli yhteistä välttää, lineaarisesta yksi vaihe kerrallaan etenevää, dokumenttiperustaista menetelmää[5].

Lineaarisesti vaiheesta toiseen etenevän ohjelmistotuotantometelmä ei sovi erityisesti interaktiivisiin loppukäyttäjien sovelluksiin. Suunnitelmaperustaiset standardit pakottavat dokumentoimaan yksityiskohtaisesti heikosti ymmärretyt käyttöliittymien vaatimukset[1].

Tästä seurasi käyttökeltvottoman ohjelmakoodin suunnittelua ja toteutusta. Lineaarisen ohjelmistotuotantomenetelmän vaiheet olivat tällaisille projekteille selvästi väärässä järjestyksessä. Erityisesti joillekin ohjelmistoille ei ole tarvetta yksityiskohtaiselle dokumentaatiolle ennen toteutusta[1].

NASA:n käytti iteratiivista ja inkrementaalista (IID) ohjelmistotuotantometelmää Mercury-projektissa 1960-luvulla. Mercury-projekti toteutettiin puolen päivän iteraatioissa. Kehitystiimi sovelsi Extreme programming-menetelmän käytänteitä tekemällä testit ennen jokaista pientä inkrementaatiota[5].

IBM:n FSD-yksikkö (Federal System Division) käytti 1970-luvulla laajasti ja onnistuneesti iteratiivisia ja inkrementaalisia menetelmiä kriittisissä Yhdysvaltain puolustusministeriön avaruus- ja ilmailujärjestelmien kehityksessä[5].

Vuonna 1972 miljoonan koodirivin Trident-sukellusveneen komento- ja ohjausjärjestelmän kehityksessä FSD-osasto organisoï projektin neljään noin kuuden kuukauden iteraatioon. Projektissa oli merkittävä suunnittelu- ja määrittelyvaihe sekä iteraatiot olivat nykyisen ketterän kehityksen (agile methods) suosituksia pidempiä. Vaatimusmäärittely kuitenkin kehittyi palautteen ohjaamana. Iteratiivisella ja inkrementaalisella lähestymistavalla hallittiin monimutkaisuutta sekä riskejä suuren mittakaavan ohjelmistoprojektissa. Toimittajaa uhkasi myöhästymisestä 100 000\$ uhkasakko per päivä[5].

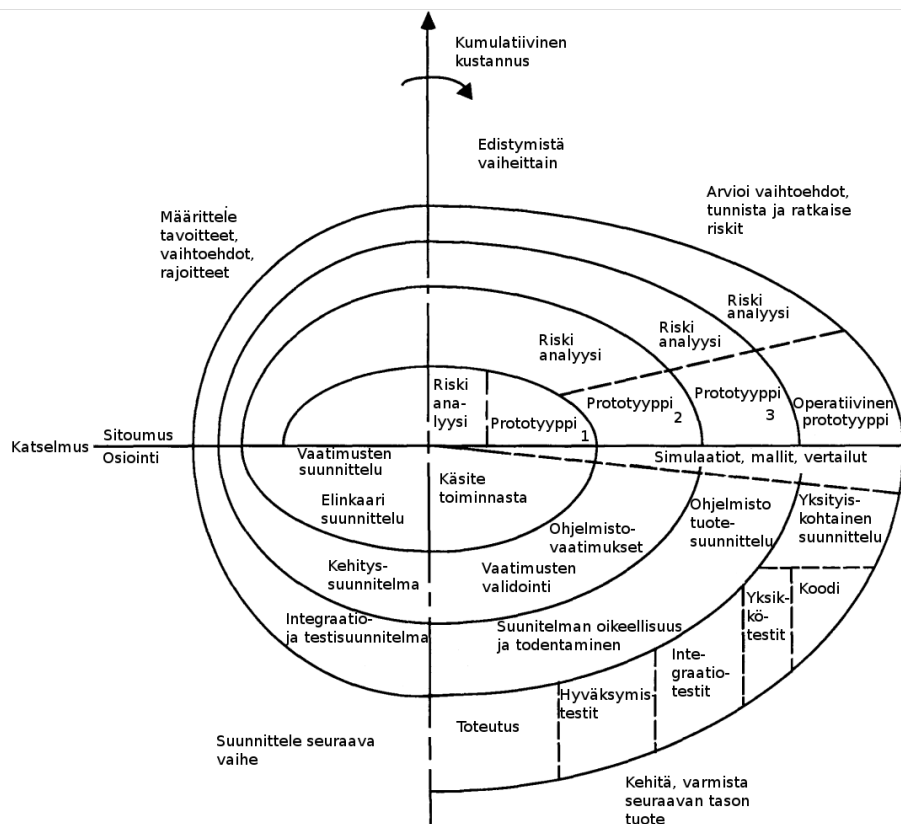
IBM:n FSD osasto kehitti Yhdysvaltain laivastolle suuren mittaluokan asejärjestelmän iteratiivisella ja inkrementaalisella menetelmällä. neljän vuoden, 200 henkilötyövuoden ja miljoonien ohjelmarivien projekti toteutettiin 45:ssä yhden kuukauden mittaisissa aikarajoitetuissa (time-boxed) iteraatioissa. Tämä oli ensimmäisiä ohjelmistoprojekteja, joka käytti nykyisten ketterien menetelmien suosittamia iteraatiojakson pituutta[5].

Toinen aikainen ja huomiota herättävä esimerkki iteratiivisen ja inkrementaalisen (IDD) ohjelmistotuotannon menetelmien käytöstä oli NASA:n avaruussukkulan ohjelmistojärjestelmä, minkä FSD-osasto rakensi vuosina 1977-1980. Osasto sovelsi IID:tä 17:ssä iteraatioissa 31:n kuukauden aikana, keskimäärin kahdeksan viikon iteraatioissa. Heidän motivaationaan välttää vesiputousmallia oli avaruussukkulaohjelmiston vaihtuvat vaatimukset ohjelmistokehityksen aikana[5].

Spiraalimalli on kehitetty vesiputousmallista saatujen useiden vuosien kokemusten perusteella. Malli kuvastaa taustalla olevaa käsitettä, että jokainen vaihe sisältää saman sarjan toimenpiteitä[1].

Jokainen vaihe aloitetaan tunnistamalla:

- laadittavien ohjelmisto-osien suorituskykyyn, toiminnallisuuteen sekä sopeutumiskykyyn liittyvät tavoitteet
- vaihtoehtoiset toteutustavat (ohjelmiston osto, ohjelmiston uudelleenkäyttö, vaihtoehtoiset ohjelmat)
- ohjelmiston eri vaihtoehdoille asettamien rajoitteet (rajapinnat, aikataulu, kustannukset)[1].



Seuraava askel on arvioida vaihtoehtoja suhteessa ohjelmiston tavoitteisiin ja rajoitteisiin. Usein tämä prosessi tunnistaa epävarmoja alueita, jotka ovat merkittäviä riskin lähteitä. Riskien löytyessä, seuraava askel pitää sisällään kustannustehokkaan strategian muotoilun riskien ratkaisemiseksi. Tähän voi liittyä prototyyppien valmistamista, simulointia, vertailuanalyysia, kyselylomakkeita, analyttistä mallinnusta, tai näiden yhdistelmiä sekä muita riskien ratkaisumenetelmiä[1].

Jos suorituskykyyn tai käyttöliittymään liittyvät riskit voimakkaasti haittavat ohjelman kehittämistä, seuraavassa vaiheessa kehityksellisesti (evolutionary), mahdollisimman vaivattomasti, määritellään ohjelmiston yleistä luonnetta, suunnitellaan seuraavan tason prototyyppiä ja kehitetään yksityiskohtaisempaa prototyyppiä riskien ratkaisemiseksi[1].

Spiraalimalli on jaoteltu vaiheisiin riskiperusteisesti. Tämä mahdollistaa mallin mukautumaan sopivasti yhdistelemällä erittelyä (specification), prototyyppien valmistusta, simulointia tai muita lähestymistapoja ohjelmiston suunnitteluun[1].

Riskinhallinta huomioiden voidaan määritellä kiinnitettävä aika ja työmäärä toiminnan suunnitteluun (planning), asetusten hallintaan (configuration management), laadun varmistukseen (quality assurance), muodolliseen todentamiseen (formal verification) ja testaukseen[1].

Spiraalimallin tärkeä ominaisuus on, että jokainen iteraatio päätetään katselmukseen tuotteeseen liittyvän henkilöstön tai organisaation kanssa[1].

## 2.3 Ketterät kehitysmenetelmät

# 3 Ohjelmistotuotannon ongelmat

## 3.1 Ohjelmistotuotannon ominaispiirteet

Onnistunut ohjelmistojärjestelmä vaatii erilaisten pyrkimysten koordinoitua ohjelmistokehityksen aikana. Ohjelmistojärjestelmien perustavanlaatuinen ominaisuus on niiden suuri koko. Yksilöiden tai pienten ryhmien on mahdollista luoda tai ymmärtää suuria ohjelmistoja yksityiskohtaisesti[4].

Suuret projektit onnistuvat useimmin jos projektia koordinoi henkilö, jolla on tietoa ohjelmiston toimialalta sekä ohjelmistolalta[4].

Tällainen ideaalitalanne on usein mahdotonta suurille ohjelmistojärjestelmille, joiden koko voi olla miljoonia tai kymmeniä miljoonia ohjelmarivejä sekä projektin kesto useita vuosia[4].

Suuren kokoluokan pyrkimykset johtavat erikoistumiseen ja työn jakamiseen. Organisaatiossa tämä johtaa toisistaan riippuvien tekijöiden jakamiseen osastoihin maantieteellisesti, organisatorisesti, sekä sosiaalisesti. Tämä vähentää mahdollisuuksia ja haluja oppia sekä jakaa tietoa etäisten työtovereiden kesken[4].

Ohjelmistotuotannon luontainen epävarmuus lisää koordinoitua ongelmaa. Toisin kuin teollinen valmistus, ohjelmistokehitys ei ole rutiininomainen toimi. Monet ohjelmistojärjestelmät ovat yksilöllisiä projekteja, ilman olemassa olevaa prototyyppiä, tai muokattavaa ohjelmistoa[4].

Lisäksi epävarmuus lisääntyy, koska ohjelmiston toimintaan liittyvät vaatimukset muuttuvat[4].

Muutoksia ohjelmiston vaatimuksiin esiintyy, koska ympäristö mihin ohjelmisto suunniteltiin muuttuu. Liiketoiminta, käyttäjien toiveet, tietokoneympäristö, ohjelmiston syötteet ja fyysinen maailma itsessään muuttuvat[4].

Muutostarpeiden ilmaantumisen todennäköisyys on suurin ohjelmistoa käytettäessä. Tällöin käyttäjät usein ymmärtävät ohjelmiston rajoitteet ja mahdollisuudet. Kun ohjelmistoa käytetään olosuhteissa, johon sitä ei ollut alunperin kuviteltu alkuperäistä suunnitelmaa tehtäessä, niin käyttäjät todennäköisesti vaativat uusia toiminnallisuuksia[4].

Ohjelmistokehitys on epävarmaa, koska vaatimukset ovat poikkeuksetta epätäydellisiä. Epätäydellisyys aiheutuu osittain rajallisista toimialan tiedoista ja ohjelmistoprojektin tyypillisestä työn jakamisesta. Liian vähällä, projektissa työskentelevillä ihmisillä, on riittävää tuntemusta toimialasta[4].

Tyypillisesti analyytikko vaihtelevalla toimialan tuntemuksella haastattelee asiakkaita ja käyttäjiä. Tämän jälkeen analyytikko kirjoittaa vaatimukset

ohjelmistoarkkitehdeille ja -suunnittelijoille. Tässä prosessissa merkityksellistä toimialatietoa poikkeuksetta katoaa[4].

Kaikkia käyttäjien tarpeita analyttikko ei löydä ja jotkin tarpeet jäävät kirjaamatta vaatimusmäärittelyyn. Suuri koordinoitongelma ohjelmistokehityksessä on, että ohjelmistoarkkitehtien ja -suunnittelijoiden päätöksentekoon tarvitsema tieto ei ole saatavilla käytettävissä olevissa dokumenteissa[4].

Suuri kokoluokka ja epävarmuus olisivat vähäisempiä ongelmia, jos ohjelmisto ei vaatisi sen osajärjestelmien täsmällistä integraatiota. Ohjelmistot pääasiallisesti ovat rakennettu useista osista, jotka on kytkettävä yhteen, jotta ohjelmisto toimisi oikein[4].

Käytännön kokemus ja organisaatio teoria osoittavat, että aikaisemmat ohjelmistotuotannon aikaansaannokset eivät ole onnistuneet ratkaisemaan suurien ohjelmistoprojektien koordinoitongelmia. Voidaan sanoa, että aikaisemmat ehdotetut korjaustoimenpiteet ovat lähestyneet ongelmaa seuraavasti:

- Tekniset työkalut, kuten tekstimuokkain (editor) tai korkean tason kielet
- Ohjelmiston jakaminen osiin (modularization) teknisesti, esimerkiksi olio-ohjelmoinnilla (object-oriented programming). Tai hallinnollisesti vaatimusmäärittelyn, ohjelmoinnin ja testaus toimintojen eriyttämisellä.
- Teknisillä formaaleilla menettelytavoilla, esimerkiksi versionhallinta, testisuunnitelma ja vaatimusmäärittelydokumentit[4].

ohjelmistotuotannon riskit

1. Henkilöstö vaje.
2. Epärealistinen aikataulu ja budjetti.
3. Väärien ohjelmiston toiminnallisuuksien kehitys.
4. Vääränlaisen käyttöliittymän kehitys.
5. Ohjelmiston ominaisuuksien parantelu vaatimusten täytyttyä.
6. Jatkuvasti vaihtuvat vaatimukset.
7. Puutteet ulkoisesti toimitetuissa ohjelmiston osissa.
8. Puutteet ulkoisesti suoritetuissa tehtävissä.
9. Puutteet reaaliaikaisuuden suorituskyvyssä.
10. Tietojenkäsittelytieteen valmiuksien ylikuormitus[1].

## 4 Ohjelmistotuotantomenetelmän valinta

### 4.1 Ennustettavuus

### 4.2 Muuttuva liiketoimintaympäristö

### 4.3 Organisaation koko

### 4.4 Kehittäjien taidot

## 5 Lähteet

- [1] Boehm, B. W.: *A spiral model of software development and enhancement*. Computer, 21:61–72, may 1988, ISSN 0018-9162.
- [2] Boehm, Barry: *A view of 20th and 21st century software engineering*. Teoksessa *Proceedings of the 28th international conference on Software engineering*, ICSE '06, sivut 12–29, New York, NY, USA, 2006. ACM, ISBN 1-59593-375-1. <http://doi.acm.org/10.1145/1134285.1134288>.
- [3] Fowler, Martin: *The new methodology*. Wuhan University Journal of Natural Sciences, 6:12–24, 2001. <http://dx.doi.org/10.1007/BF03160222>.
- [4] Kraut, Robert E. ja Lynn A. Streeter: *Coordination in software development*. Commun. ACM, 38:69–81, mar 1995, ISSN 0001-0782. <http://doi.acm.org/10.1145/203330.203345>.
- [5] Larman, C. ja V.R. Basili: *Iterative and incremental developments. a brief history*. Computer, 36(6):47–56, june 2003, ISSN 0018-9162.
- [6] Royce, Winston W: *Managing the development of large software systems*. Teoksessa *proceedings of IEEE WESCON*, nide 26. Los Angeles, 1970.