

Sulautettujen järjestelmien

# ketterän käsikirjan lisäosa

Könnölä, Suomi, Rantala,  
Isomäki, Mäkilä & Lehtonen

*Ketteryys*   
*avaruusteollisuudessa*

---

Taitto: Mika Koskelainen

Kuvitus: Tuomas Mäkilä

ISBN: 978-951-29-6283-9 (Sähköinen julkaisu)

**Sulautettujen järjestelmien ketterän  
käsikirjan lisäosa:**

# **Ketteryys avaruusteollisuudessa**

**Kaisa Könnölä, Samuli Suomi, Ville Rantala,  
Minna Isomäki, Tuomas Mäkilä ja Teijo Lehtonen**

**Turun yliopisto**

**TEKES**

## Esipuhe

Sulautettujen järjestelmien ketterä käsikirja julkaistiin syyskuussa 2014 AgiES-projektin lopputuloksena. Ketterien menetelmien hyödyntämistä sulautettujen järjestelmien suunnittelussa kehittäneen projektin työtä jatkettiin AgiSpacES (Agile Development Methods for Embedded Systems in Space Industry) -projektissa. Projektin keskeisimpänä tavoitteena oli saattaa ketterien ja iteratiivisten tuotekehitysmenetelmien käytöstä saatavat hyödyt avaruustekniikkaa kehittävien yritysten käyttöön. Avaruusteollisuuden standardit ja vaatimukset asettavat rajoituksia käytettäville menetelmille, minkä johdosta tunnetut menetelmät eivät sellaisenaan välttämättä sovi käytettäväksi.

Seuraavat sivut tiivistävät AgiSpacES-projektin tulokset ja täydentävät aikaisemmin julkaistun Sulautettujen järjestelmien ketterän käsikirjan kattamaan myös avaruusteollisuuden erityispiirteet. Sivuilla esitellään teollisuudenalan mukanaan tuomat haasteet ja niihin löydetyt ratkaisut, sekä esitellään projektissa toteutetut tapaustutkimukset osana yhteistyöyritysten tuotekehitysprojekteja. Nämä sivut on kirjoitettu sekä opastamaan alalla toimivia yrityksiä suoraan esitettyjen esimerkkien kautta että myös herättämään ajatuksia ja rohkaisemaan omien tuotekehitysprosessien kehittämiseksi. Pienetkin askeleet vieraisiin suuntiin saattavat johtaa merkittäviin muutoksiin.

Lokakuussa 2015

Ville Rantala

## Sisällys

### Ketterä kehitys avaruusteollisuudessa

<b>AgiSpacES – tapaustutkimuksia ketteryydestä avaruusteollisuudessa</b>	<b>6</b>
<b>Avaruusteollisuuden erityishaasteet ketteryyden toteuttamiselle</b>	<b>8</b>
<b>Ketterien käytäntöjen mahdollisuudet ja hyödyt avaruusteollisuudessa</b>	<b>10</b>

### Yritysesimerkit

<b>Aboa Space Research</b>	<b>14</b>
<b>Harp Technologies</b>	<b>16</b>
<b>RUAG Space Finland</b>	<b>18</b>

# **Ketterä kehitys avaruusteollisuudessa**

Ketterä kehitys avaruusteollisuudessa

# AgiSpacES – tapaustutkimuksia ketteryydestä avaruusteollisuudessa

**AgiSpacES -projektissa tutkittiin miten ketteryys soveltuu sulautettujen järjestelmien kehittämiseen avaruusteollisuudessa. Tutkimuskohteina oli kolme yritystä ja tavoitteena löytää ketteryydestä vastauksia avaruusteollisuuden erityishaasteisiin, kuten standardoinnin ja ketteryyden yhteensovittamiseen sekä turvallisuuskriittiseen työskentely-ympäristöön.**

Vaikka sulautettujen järjestelmien kehittämisen avaruusteollisuudessa on periaatteiltaan samanlaista kuin muussa teollisuudessa, avaruusteollisuudessa laitteiden luotettavuusvaatimukset korostuvat. Avaruudessa olevia laitteita ei pystytä korjaamaan, tai korjaaminen on vaikeaa, joten laitteen tulee olla ehdottoman luotettava. Erityisesti Euroopan avaruusjärjestön (European Space Agency, ESA) hankkeissa yhden tuotteen, esimerkiksi satelliitin, tekemiseen osallistuu tyypillisesti suuri määrä tekijöitä ympäri Eurooppaa. Näitä tarpeita varten ESA on kehittänyt omat standardinsa, jotta voitaisiin varmistua kaikkien tekijöiden toimivan samalla tavalla tehden luotettavia tuotteita.

Laatuvaatimusten ja standardien kautta työskentelytavoille on olemassa rajoitteita. Projektit

**AgiSpacES - Agile Development Methods for Embedded Systems in Space Industry**

<http://embedded.utu.fi/agispaces>

Tekesin rahoittama hanke 2014–2015

Yhteistyöyritykset: RUAG Space Finland, AL Safety Design, Aboa Space Research, Harp Technologies, Kovilta.

Muut kumppanit: Turku Science Park, Turku Agile Group

ovat tyypillisesti suunnitelmalähtöisiä. Tähän osaltaan ohjaa jo standardien määrittelyä työn jakaminen erilaisiin vaiheisiin, joista alussa keskitytään vaatimukseen ja määritelmiin ja toteutus tehdään vasta, kun vaatimukset ovat täysin selvillä. Toisaalta tämänkaltaiseen työskentelytapaan ohjaa myös sulautettujen järjestelmien laitesuunnittelu, sekä moniportainen alihankkijaketju. Dokumentaatio on yleensä tarkasti määritelty, erityisesti se osa, jonka alihankintaketjun ensimmäinen porras vaatii. Alihankintaketjun viimeisellä portaalla saattaa vaadittu dokumentaatio näyttäytyä erilaisena, jos ylempi porras vastaa jo sen formaaliudesta. Erityisenä vaatimuksena on komponenttien avaruuskelpoisuus, joka rajoittaa käytettävien

komponenttien määrää: osien pitää olla todistetusti luotettavia, jolloin uusimpia tekniikoita-kaan ei välttämättä kyetä käyttämään.

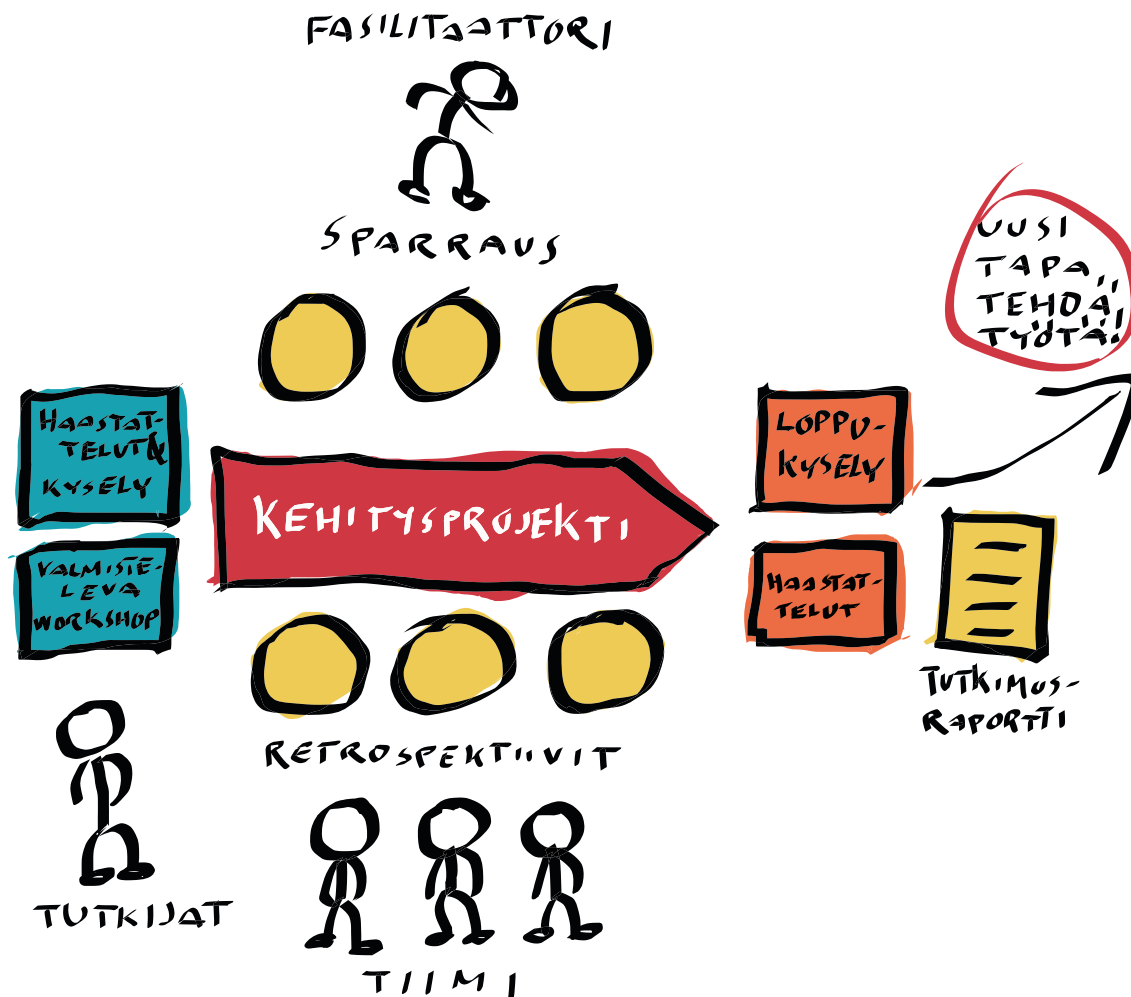
Avaruusteollisuuden projekteja on olemassa erityyppisiä. Laitteprojekteissa rakennetaan konkreettinen laite ja erityisesti näissä projekteissa standardit ovat suuressa roolissa määrittellen mm. komponenttivalintoja ja liitäntöjä sekä vaadittua dokumentaatiota. Toisaalta esiselvitystyyppisissä projekteissa on vapautta enemmän, koska lopputuloksena ei tehdä fyysistä tuotetta.

## Ketteryyden käyttöönottoprojekti

Suomessa avaruusteollisuuteen keskittyneet yritykset ovat pieniä ja korkeintaan keskisuuria. Näistä yrityksistä kolmessa (RUAG Space Finland, Aboa Space Research, Harp Technologies) tutkittiin työskentelymenetelmien kehittämistä hankkeen aikana.

Tutkimusprosessi oli kolmeosainen. Ensin tutkittiin nykyisiä käytäntöjä sekä niiden haasteita kyselyin ja haastatteluin.

Haasteisiin vastaamiseksi tutkijaryhmä kasasi toimenpide-ehdotuksina ketteriä käytäntöjä kirjallisuuden ja aiempien tapaustutkimusten pohjalta. Käytäntöjä muokattiin sekä johdon että suunnittelijoiden kanssa paremmin yritykseen soveltuviksi ennen käyttöönottoa päivittäiseen työskentelyyn. Yritykset ja tutkijaryhmä tiedostivat, ettei ketteriä käytäntöjä voisi sellaisenaan ottaa yhtäkkiä mukaan nykyiseen toimintaan, joten käytäntöjen valinnoissa pyrittiin sopivan ensiaskeleen löytämiseen ketterämpää toimintaa kohti. Kun ketteriä menetelmiä pilotoitiin kolmen mukana olevan yrityksen kehitysprojektissa, tutkijaryhmä oli yrityksessä läsnä iteraatioiden välien katselmointi-, retrospektiivi- ja suunnittelupalavereissa keräten tietoa projektin etenemisestä. Tutkijaryhmä auttoi tarvittaessa käytäntöjen hyödyntämisessä ja antoi kehitysideoita pitäen kuitenkin vastuun ja päätäntävalan tiimillä koko projektin ajan. Projektin lopuksi tutkittiin kokemuksia työskentelykäytännöistä kyselyin ja haastatteluiden avulla.



### Lisätietoa:

Rantala V. ym: Guidelines for small embedded system companies aiming to enter the space industry

<http://embedded.utu.fi/space-industry-guide-for-smes/>

# Avaruusteollisuuden erityishaasteet ketteryyden toteuttamiselle

Avaruusteollisuuden erityispiirteet ovat monella tapaa haastavia ketteryyden kannalta. Jotta ketteryyttä voidaan ottaa käyttöön, nämä haasteet tulee ymmärtää ja vastata niihin.

## Raskaat prosessit

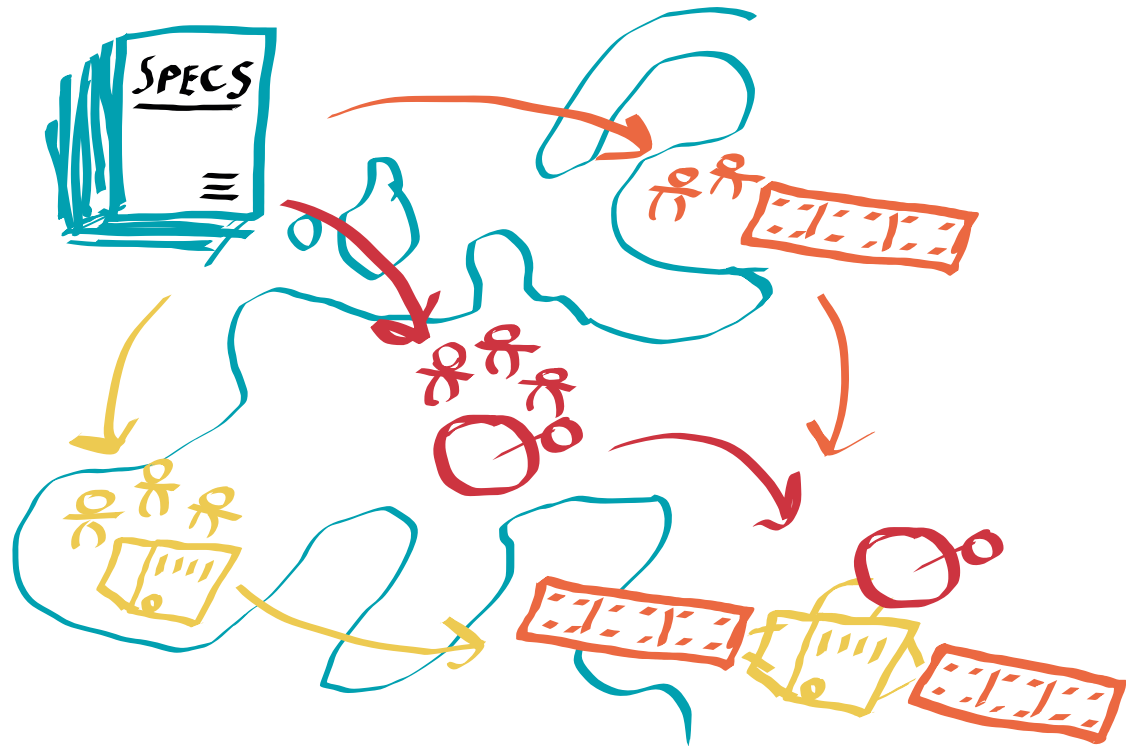
Avaruusprojektit, joissa toteutetaan avaruuteen lähtevää laitetta ovat erityisen turvallisuuskriittisiä. Näiden laitteiden tulee toimia tyypillisesti pitkään, laitteiden osia käynnistetään pidemmän ajan kuluttua sekä erityisesti laitteiden korjaaminen on usein jopa mahdollista.

Turvallisuuskriittisyys lisää laadunvarmistuksen tarvetta. Tähän tarpeeseen on ESA (European Space Agency) luonut ECSS-standardit. Monet standardien esittämät prosessit ovat melko raskaita ja saattavat haastaa ketteryyttä: esimerkiksi tietyn etapin (milestone) ohituksen jälkeen muutokset ovat haastavia tehdä ja vaativat raskaan prosessin läpikäymistä. Ketteryyden kannalta tämä on haaste, sillä ketteryydessä muutokset ovat tervetulleita myös projektin myöhemmissä vaiheissa.

## Komponenttien saatavuus

Tuotteiden varmuus- ja toimivuusvaatimukset asettavat ehtoja valituille laitteistokomponenteille. Uusinta tekniikkaa ei ole ehkä ehditty testata riittävän varmaksi, joten komponenttivalikoima on huomattavasti pienempi ja kalliimpi kuin kuluttajatuotteita suunniteltaessa.

Ketteryyden kannalta rajoitteena onkin usein komponenttien pitkät toimitusajat, minkä vuoksi suunnitelmat on lukittava jo varhaisessa vaiheessa. Toisaalta myös erilaisten ratkaisumallien kokeilu ja näin ollen myös parhaan ratkaisun löytäminen on rajoittunutta, koska kaikkea tekniikkaa ei ole käytettävissä tai sen käyttöönotto on liian kallista.





## Spesifikaatiot ennen toteutusta

Avaruuslaitetta suunniteltaessa projekteilla on tyypillisesti usea alihankkija. Näiden alihankkijoiden on määriteltävät jo tarjousvaiheessa suunnittelutyö melko pitkälle sekä määritellesään myös aliprojektin hinnan. Toisaalta myös standardit määrittelevät, että määrittelytyö tehdään ennen toteutusta.

Ketteryydessä kuitenkin pääpaino on tuotteessa itsessään suunnitelmien sijaan. Tämä on ristiriidassa sekä standardien että tyypillisen alihankintaprojektin kannalta.

## Dokumentaatiovaatimukset

Avaruusprojekteissa työnteko jaetaan tyypillisesti etappeihin, jotka päättyvät katselmointeihin. Kuhunkin etappiin on määritelty vaadittavat dokumentaatiot. Myös muuten vaadittava dokumentaatio on määritelty hyvinkin tarkasti standardeissa. Suurella vaaditun dokumentaation määrällä on haluttu varmistaa, että kaikki toimijat toimivat samalla tavalla.

Haasteena ketteryyden kannalta on, että suunnittelutyön sijaan keskitytään liikaa vaadittuun dokumentointiin ja sen tekemiseen. Tällöin työn etenemistä ei enää seurata laitteen etenemisen vaan dokumentaation kautta. Ketterässä toimintatavassa painopiste on aina tehtävässä tuotteessa raskaandokumentoinnin sijaan.

## Spesialisoituneet osaajat

Avaruudessa olevien laitteiden ympäristössä on monenlaisia haasteita verrattuna maanpäällisiin laitteisiin, kuten esimerkiksi lämpö- ja säteilyvaatimukset. Näiden vaatimusten toteuttaminen vaatii omanlaista ammattitaitoa. Usein tämä ammattitaito on kerätty työuran aikana omaan osaamiseen ja kiinnostukseen pohjautuen ja näin ollen suunnittelijoilla on omat työ- ja tehtäväalueensa. Itse suunnittelutyössä tätä spesifiä osaamista ei tarvita koko projektin ajan, joten on tyypillisesti osa suunnittelijoista on mukana projektissa vain osan ajasta.

Ketterässä projektitiimissä on yleensä oletuksena, että työtehtäviä voidaan jakaa kenelle tahansa tiimin jäsenelle. Oletuksena on myös se, että projektitiimi saa keskittyä täyspäiväisesti pelkästään yhteen projektiin ja käytännöt on suunniteltu tätä silmällä pitäen.

## Pitkät etappien välit

Vaikka standardeihin pohjautuvat etapit määrittävät tarkistuspisteitä projekteille, on näiden etappien välit tyypillisesti usean kuukauden mittaisia. Vaikka keskustelua asiakkaan kanssa käydään paljonkin tällä välin, on toteuttamisen tapa vapaa.

Ketterissä menetelmissä suositaan lyhyitä iteraatioita ja nopeita päätöksiä. Pitkät etappien välit eivät tarjoa samanlaista mahdollisuutta muuttaa suuntaa kuin lyhyet nopeat iteraatiot.

## Hajautunut kehitys

Avaruuslaitteen suunnittelussa on mukana usein useita yrityksiä siten, että jokainen vastaa omasta osuudestaan. Useimmiten vain yksi osa on kriittisellä polulla. Projekteissa tuleekin tyypillisesti pieniä taukoja tai hetkiä, jolloin projekti ei vie tiimin täyttä työpanosta. Tämä on johtanut siihen, että tyypillisesti samat henkilöt toteuttavat useaa projektia yhden projektin alkamisen ja loppumisen välillä. Toisaalta laiteprojektia toteuttaa tyypillisesti usea eri yritys ja etenkin ESan projekteissa nämä yritykset sijaitsevat usein eri puolilla Eurooppaa. Alihankkijalle asiakkaana on ylempi porras alihankintaketjussa, mutta asiakas on usein eri maassa. Näin ollen asiakas ei pysty olemaan läsnä projektin aikana, vaan keskustelu asiakkaan kanssa käydään tyypillisesti sähköpostin ja puhelimen välityksellä nimettyjen henkilöiden kautta.

Ketterä tiimi saa yleensä keskittyä koko projektin ajan vain yhteen projektiin tiiviisti projektin alusta loppuun saakka. Haasteeksi nousee siis hiljaisemmat hetket projekteissa. Tiivis asiakasyhteistyö on ketteryyden perusta. Monissa menetelmissä asiakas jopa istuu samoissa tiloissa ja on saatavilla tarkentamaan vaatimuksiaan koko ajan. Etäisyydet ja jäykät asiakasyhteistyön käytännöt ovat haasteena ketteryyttä avaruusteollisuuden tuotaessa.

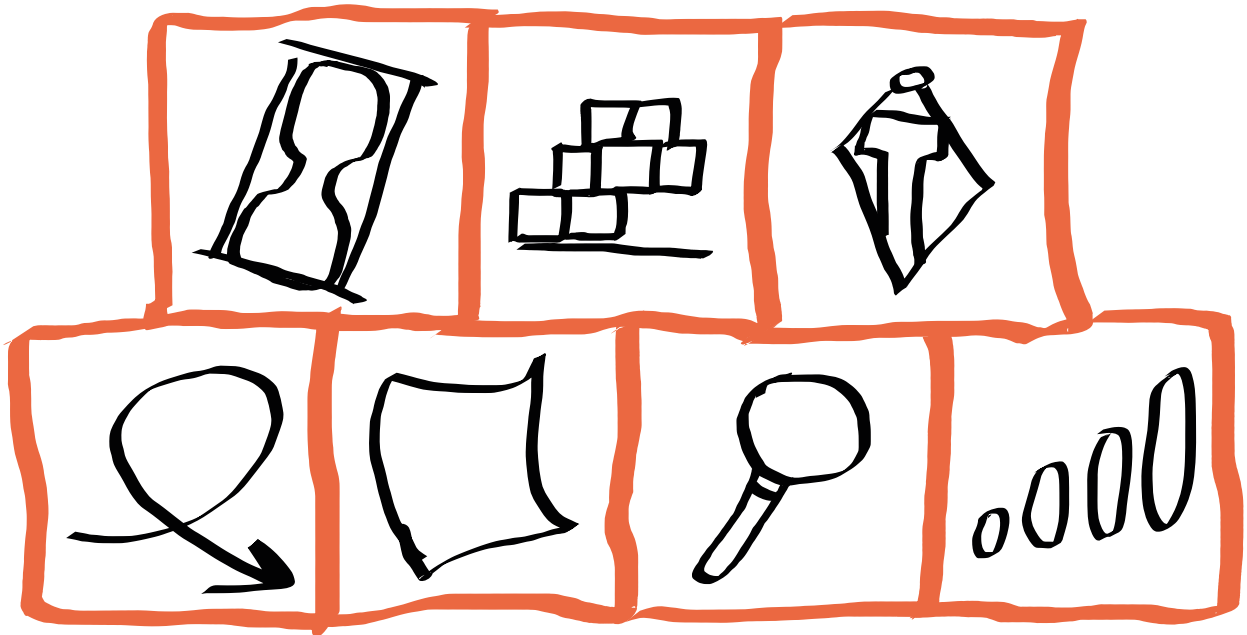
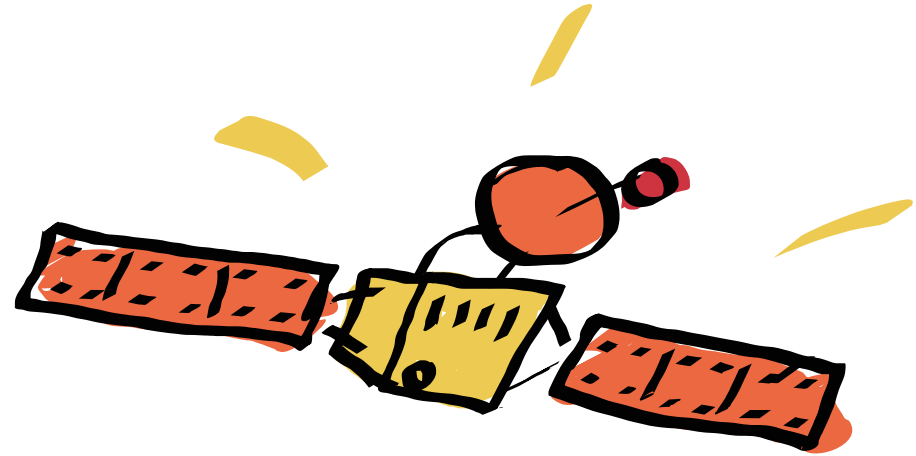
Ketterä kehitys avaruusteollisuudessa

# Ketterien käytäntöjen mahdollisuudet ja hyödyt avaruusteollisuudessa

Vaikka avaruusteollisuuden erityispiirteet aiheuttavat haasteita ketteryyden soveltamiselle, voidaan ketteristä käytännöistä löytää hyötyjä myös avaruusteollisuudessa. Iteratiivinen työskentelytapa itsessään ja käytäntöjen tuominen tiimin sisälle auttavat sujuvampaantönteeseen tiiminä.

Suurimpina haasteina voidaan nähdä standardien ja tarjousten määrittämä varhainen spesifikaation lukitseminen sekä laaja dokumentaatio. Pelkkä iteratiivisen työskentelytavan tuominen tiimien työkaluksi etappien välille ei pysty vaikuttamaan näihin haasteisiin. Vain muuttamalla koko alihankintaketjun toimintatapoja voitaisiin avaruusteollisuuteen tuoda joustavampaa ketteryyttä.

Standardit määrittelevät pääosin tiimin ulkopuolisia toimintoja. Tiimityön sujuvuuteen ja työn kuormittavuuteen voidaan kuitenkin puuttua ketterin käytännöin antamalla tiimille mahdollisuus organisoida työtään itse.



## Iteraatio

Iteratiivinen työskentelytapa tarjoaa ratkaisuja niin monen projektin yhtäaikaiseen hallintaan kuin pitkän projektin pilkkomiseen hallittavimpiin kokonaisuuksiin. Pitkiä prosessin määrittelemiä etappeja saadaan jaettava luontevasti lyhyemmän aikavälin tavoitteisiin. Projektin etenemisvauhti voidaan ottaa huomioon ja tarvittaessa jopa perua seuraava iteraatio ja keskittyä muihin projekteihin.

## Iteraation suunnittelu ja katselmointi

Iteraation sisältöä suunnitellaan yhdessä, jolloin töiden jako ja tavoitteet tulevat näkyvämmäksi. Tämä lisää ymmärrystä eri specialistien kesken. Toisaalta myös vaadittu dokumentaatio voidaan sisällyttää tehtäviin ja näin varmistua sen valmistumisesta tuotteen ohella välttämättä myöhemmin muistikuviin perustuvaa paluuta päätöksiin. Kun työtä ja työmäärää suunnitellaan yhdessä, on mahdollisuus ottaa huomioon resurssit ja tarve erityisosaamisesta kussakin kohdassa projektia. Yhteinen suunnittelu myös auttaa tiimiä ottamaan yhdessä vastuuta tuotteen etenemisestä, vaikka päävastuu olisi edelleen projektipäällikön harteilla.

Katselmoidessa projektin etenemistä ja tulevia tavoitteita, myös ne specialistit, joiden työpanosta ei juuri sillä hetkellä tarvita, voivat antaa oman palautteensa siitä, mitä heidän erityisosaamisalueeltaan tulisi ottaa huomioon. Näin kaikki, joiden tietotaitoa tuotteen toteut-

tamisessa tarvitaan, pääsevät vaikuttamaan tuotteen etenemiseen koko tuotekehityksen elinkaaren ajan. Toisaalta katselmoinnit voivat olla arvokkaita tilaisuuksia myös asiakkaan kannalta. Tällöin tiimi pääsee keskustelemaan asiakkaan kanssa vaatimuksista, sekä rajapinnoista ja toisaalta asiakas pääsee näkemään suunnittelun konkreettisen etenemisen.

## Tilannepalaverit

Tilannepalaverit auttavat töiden etenemisen näkyvyyteen ja siten eri alojen osaajien yhteistyöhön. Töitä voidaan aikatauluttaa suhteessa toisiinsa iteraation sisällä. Tilannepalaverit mahdollistavat myös tehtävien jakamisen iteraation sisällä - kaikkea ei tarvitse jakaa tiettyjen suunnittelijoiden vastuualueelle jo iteraation aluksi.

## Kehitysjonot ja tilannetaulut

Vaaditun dokumentaation määrä ja eteneminen saadaan konkretisoitua kehitysjonojen ja tilannetaulujen kautta. Tällöin dokumentaation määrä tulee näkyväksi ja sen tarpeellisuudesta voidaan keskustella avoimesti. Myös suunnittelijan työ ja sen eteneminen tulevat muiden tietoon mahdollistaen tiedonvaihdon ja palautteenannon, joka vie työtä eteenpäin. Vaatimukset ja vaatimusmuutokset tulee käsiteltyä koko tiimin kesken. Yhteinen työkalu voi auttaa myös monen projektin yhtäaikaiseen hallintaan. Näin nähdään rinnakkain eri projektien vaatimat resurssit.

## Tuoteomistaja

Perinteisesti asiakkaan kanssa tapahtuvassa kommunikaatiossa nimetyt edustajat ovat usein avainasemassa. Tuoteomistaja, joka hallinnoi tehtäväjonoa, huolehtii asiakaskommunikaation toteuttamisesta etenkin silloin, kun asiakas ei pysty olemaan läsnä palaverissa. Tuoteomistaja pystyy ottamaan huomioon sekä tiimin että asiakkaan palautteen hallitsemiseen tehtäväjonoa ja saamaan näin tuotteen etenemään mahdollisimman joustavasti.

## Retrospektiivi

Vaikka retrospektiivi ei suoranaisesti pureudu mihinkään avaruusteollisuuden haasteeseen, on erilaisissa ja eri tyyppisissä projekteissa tärkeää pystyä muokkaamaan prosessia juuri kyseiseen projektiin sopivaksi. Työkalujen käyttöä, palaverien aikataulutusta ja iteraation pituutta voi olla järkevää pohtia kunkin projektin kannalta erikseen sekä muokata tarvittaessa projektin aikana, vaikka perusrunko pidettäisiin samana. Tiimillä on mahdollisuus osallistua toiminnan kehittämiseen avoimesti.

### Lisätietoa ketteristä työskentelymalleista ja käytännöistä:

Lehtonen T. ym: Sulautettujen järjestelmien ketterä käsikirja.

<http://embedded.utu.fi/kasikirja>



**Yritysesimerkit**

# Aboa Space Research



ASRO (Aboa Space Research Oy) suunnittelee ja valmistaa luotettavia elektroniikkajärjestelmiä asiakkaiden R&D-projektien erilaisiin mittaus- ja tiedonkäsittelytarpeisiin. Työntekijät koostuvat muun muassa fysiikan, avaruustekniikan, elektroniikan ja säteilytunnistuksen osaajista. Asiakkaat toimivat tyypillisesti avaruussektorilla, mutta myös muilla teollisuuden haaroilla.

ASROlla ketteriä käytäntöjä otettiin käyttöön ESAn alihankintaprojektissa, jossa kehitettiin astronauttien dosimetrien lukulaitetta. Projektissa oli sekä ohjelmisto- että laitteistokehitystä. Projektitiimiin kuului yhteensä kuusi henkilöä, joista kolme täyspäiväistä ja kolme osa-aikaista. Henkilöistä projektipäällikkö toimi tuoteomistajana ja yksi suunnittelijoista fasilitoijana. Käytäntöjen kokeileminen aloitettiin lokakuussa 2014. Tutkijaryhmä seurasi toiminnan etenemistä huhtikuuhun 2015 saakka.

## Esiselvitysprosessi

Haastatteluihin osallistui erilaisissa työtehtävissä olevia sekä täysipäiväisiä että osa-aikaisia työntekijöitä. Kyselytutkimukseen osallistuivat yrityksen kaikki tapaustutkimuksessa mukana olleet suunnittelijat yrityksen toimitusjohtaja mukaan lukien. Esiselvityksen perusteella projektin toteuttaminen tiimin aktiivisena yhteistyönä koettiin haastavaksi. Uudelleenkäytettävyyttä ei koettu otettavan huomioon tarpeeksi hyvin. Haasteena oli myös projektien välinen priorisointi sekä tehtävien kierrättäminen suunnittelijalta toiselle.

## Pilotoidut käytännöt

**Iteratiivinen työskentely:** Priorisointia ja tiimin yhteistyötä parantamaan otettiin käyttöön kahden viikon iteraatiot. Syklisellä työskentelyllä sekä iteraatioiden välille ja sisälle sijoitetuilla palavereilla pyrittiin formalisoimaan tiimityötä tarjoamalla lyhyemmän aikavälin tavoitteita.

**Kehitysjono:** Kehitysjonon tarkoituksena oli tarjota kevyt tapa hallita tehtäviä ja seurata niiden etenemistä. Kehitysjono toteutettiin projektissa jo käytössä olevalla Redmine-työkalulla web-käyttöliittymän päähän, mikä mahdollisti myös etäkäytön. Redminessä tuotteen kehitysjonoon kuka tahansa pystyi lisäämään

tarvittavia tehtäviä. Lisäksi oli käytössä “agenda issues” -kategoria, johon listattiin tehtäviä seuraavaa iteraatiota varten. Yksittäisten iteraatioiden kehitysjonot toteutettiin vielä toisella, “current sprint” -nimisellä kategoriolla.

**Suunnittelupalaveri:** Suunnittelupalaverissa kaikki iteraatioon osaa ottavat suunnittelivat yhdessä, mitä iteraation aikana tehdään ja miten se saadaan pilkottua tehtäviksi. Ennen palaveria Redminen “agenda issue” -kategoriaan valmiiksi valituista tehtävistä valittiin resurssien mukaan sopiva määrä tehtäviä, pilkottiin ne tarvittaessa ja tarkistettiin tehtävien riippuvuussuhteet. Valitut tehtävät siirrettiin Redminessa “current sprint” -kategoriaan. Palaveriin oli myös mahdollista osallistua etänä pakottavan syyn niin vaatiessa.

**Tilannepalaveri:** Tilannepalavereissa jokainen tiimiläinen kävi lyhyesti läpi, mitä oli tehnyt, mitä aikoo tehdä ja mitä mahdollisia haasteita oli tullut vastaan. Tilannepalaverien jälkeen ongelmat, jotka eivät koskeneet koko tiimiä ratkottiin niitä koskevien kesken, näin säästäten muiden aikaa. Tuntityöntekijöille annettiin mahdollisuus osallistua palaveriin etänä Skypea välityksellä. Tilannepalavereja pidettiin keskiviikkoisin ja perjantaisin. Joka toinen perjantai pidettiin seuraavan iteraation suunnittelupalaveri.

**Katselmointipalaveri:** Katselmoinnissa tarkasteltiin, mitä oli saatu aikaiseksi iteraation aikana. Palaverissa käytiin läpi myös kesken-eräiset ja aloittamattomat tehtävät ja pohdittiin, miksi nämä eivät olleet valmistuneet. Keskustelun perusteella pyrittiin muodostamaan kuva kokonaisuudesta sekä korkean tason arvio siitä, mitä seuraavassa iteraatiossa tulisi tehdä. Myös muiden sidosryhmien edustajan oli mahdollista osallistua palaveriin ja yhdessä yksi projektiin liittyvä alihankkija olikin läsnä. Etänä osallistuminenkin oli mahdollista, vaikkei toivottua. Katselmoinnin kesto vaihteli tyypillisesti vajaasta tunnista puoleentoista tuntiin.

**Retrospektiivi:** Retrospektiivi pidettiin heti katselmoinnin jälkeen, ennen seuraavan iteraation suunnittelupalaveria. Palaverissa tarkasteltiin yhdessä tiimin työskentelytapoja ja kehitettiin sitovia parannuskeinoja. Retrospektiivien kesto vaihteli muutamasta minuutista puoleen tuntiin.

## Havainnot ja kokemukset

Pian tutkimusjakson jälkeen suoritettiin loppuhaastattelut ja loppukysely. Kyselyyn osallistivat pääasiassa samat ihmiset kuin alussakin. Haastatteluihin osallistui vain tuoteomistaja ja fasilitoija.

Iteratiivisen työskentelyn koettiin parantaneen kommunikaatiota ja tiimityötä. Suunnitteluratkaisuista keskusteltiin hieman paremmin kuin aiemmin ja suunnittelijoilla oli parempi kuva muiden tekemisistä. Vaikka moni koki työmää-

rän arvioinnin edelleen vaikeaksi, nähtiin tässä merkittävä muutos parempaan suuntaan alkutilanteesta. Iteratiivisessa työskentelyssä koettiin, että projektin eteneminen lyhyellä aikavälillä oli suunnitelmallisempaa, mutta kääntöpuolena kokonaisuuden ajattelu saattoi jäädä välillä taka-alalle.

Vaatimusten pilkkominen oli näkyvämpää tiimin sisällä. Standardien ja laadunvarmistuksen hallinnan osalta koettiin, että nykyisen kaltaisen prosessi voisi toimia myös esimerkiksi satelliittiprojektin vaatimusten kanssa. Tämä riippuu kuitenkin myös paljon päähankkijasta.

Työkalujen osalta nähtiin myös parannuksia. Tehtävien listaaminen Redmineen järjestelmällisemmin toi selkeyttä tekemiseen, vaikka kokonaiskuva koettiin haastavana – etenkin, mikäli pitäisi hallita useamman päällekkäisen projektin kehitysjojoja. Redmine koettiin myös auttavan väliaikaisena dokumentaationa ennen formaalin dokumentaation tuottamista.

Enemmistö tiimiläisistä koki, että projektista oli tiimille hyötyä. Sekä työkaluissa että palaverikäytännöissä koettiin edelleen olevan parantamiskohteita, mutta suurimman osan mielestä kokeiltuja käytäntöjä olisi hyödyllistä ottaa käyttöön tulevissakin projekteissa.

# Harp Technologies



Harp Technologies tarjoaa RF-, mikroaalto- sekä millimetriaaltoteknologioiden konsultointi- ja R&D-palveluita. Harp kehittää myös sulautettua elektroniikkaa sekä tekee mekaniikkasuunnittelua. Työntekijöillä on taustaa avaruusteknologian, tietoliikennetekniikan, kaukokartoituksen, puolustuksen ja turvallisuuden aloilta.

Ketteriä käytäntöjä kokeiltiin Harpilla asiakasprojektissa, jossa kehitettiin planeettalaskentujan tutkakorkeusmittarin insinöörimallia. Tiimin vastuulla oli laitteen lähetin-vastaanottoyksikkö sekä antennit. Projektin toteuttamiseen osallistui neljä henkilöä, joista yksi toimi projekti- ja testauspäällikkönä, yksi pääsuunnitteluinsinöörinä ja valmistuspäällikkönä sekä kaksi suunnittelijoina. Tarvittaessa oli mahdollista käyttää myös yhtä työntekijää neuvonan-

tajana. Käytäntöjä päästiin ottamaan käyttöön varsinaisessa projektissa toukokuussa 2015. Tutkijaryhmä seurasi käytäntöjen aktiivista kokeilemistä neljän iteraation ajan syyskuuhun 2015 saakka.

## Esiselvitysprosessi ja ketteryyden käyttöönotto

Harpilla alussa tehdyt haastattelut ja kyselytutkimus osoittivat, että tiimiläisillä on omat hyvin spesifiset työtehtävänsä ja jonkinlainen ymmärrys muiden työtehtävien sisällöistä. Ketterien käytäntöjen kokeilemisen tavoitteena oli säilyttää pienen yrityksen matala hierarkia yrityksen mahdollisesti kasvaessa. Tämän vuoksi pääpaino oli kokonaiskuvan ja työn edistymisen hahmottamisen parantamisessa, projektipäällikön työtaakan vähentämisessä ja vastuun jakamisessa tasaisemmin koko tiimille.

## Pilotoidut käytännöt

**Iteratiivinen työskentely:** Iteraatiot otettiin käyttöön tuomaan jaksotusta työskentelylle ja palaverille pidempien etappien sisälle. Iteraatioiden kestoksi sovittiin kolme viikkoa.

**Kehitysjono:** Kehitysjono toteutettiin Microsoft Projectin ja Excelin avulla. Tuotteen ke-

hitysajonon hallittiin Projectissa, perustuen aiempiin työpaketikuvauksiin. Käytännössä kuitenkin etapin kehitysajonon visualisoitiin PowerPointin avulla, jolla esitettiin kunkin iteraation työt korkeammalla tasolla. Nämä työt oli jo ajoitettu alustavaan projektin aikatauluun. Työt pilkottiin pienemmiksi tehtäviksi iteraation kehitysajonon, joka muodostettiin Exceliin. Jokaisesta tehtävästä esitettiin otsikon lisäksi vastuullinen sekä arvioitiin tehtävään menevä aika. Tehtäväajonon tarkoitus oli tarjota näkyvää myös muiden töihin kuin vain omaan työn alla olevaan tehtävään, kun taas kehitysajonon tarkoitus oli parantaa kokonaiskuvaa projektin etenemisestä.

**Suunnittelupalaveri:** Suunnittelupalaverissa käytettiin hyväksi projektipäällikön PowerPoint-kalvoja, joilla palautettiin mieleen iteraation isompaa kokonaiskuvaa. Iteraation töistä ja tavoitteista pilkottiin tehtävät, joita lisättiin, muokattiin ja poistettiin palaverissa käydyn keskustelun perusteella. Kukin työntekijä pyrki arvioimaan omiin tehtäviinsä kuluvaan aikaan, jolloin oli mahdollista ottaa huomioon se, kuinka paljon aikaa oli käytettävissä kullakin juuri tähän projektiin. Projektin aikana huomattiin hyödylliseksi lisätä jo valmiiksi myös sellaisia tehtäviä, joita ei vielä tässä iteraatiossa toteuteta, mutta joka pitää tehdä myöhemmin. Yhteisellä suunnittelupalaverilla pyrittiin



jakamaan vastuuta projektipäälliköltä tiimille ja näin kehittämään yritykselle uutta yhteistä käytäntöä.

**Viikoittainen projektipalaveri:** Viikoittaisissa projektipalaverissa käytiin läpi, mitä kukin oli tehnyt, mitä aikoi tehdä ja mitä haasteita oli tullut vastaan. Palaverit toimivat sekä muistuttajana työtehtävistä, että haasteiden ilmituomisen paikkoina. Haasteita ratkottiin palaverien jälkeen niiden kesken, joita ne koskivat.

**Katselmointipalaveri:** Jokaisen iteraation päätteeksi, ennen seuraavan iteraation suunnittelupalaveria pidettiin katselmointipalaveri, jossa tarkasteltiin miten sovitut tehtävät olivat edenneet tehtäväjonoa hyödyntäen. Iteraation tavoitetta tarkasteltiin lisäksi projektipäällikön esityskalvoja hyödyntäen. Näin saatiin visualisointia projektin etenemisen myös suhteessa alkuperäiseen suunnitelmaan.

**Retrospektiivi:** Retrospektiivissä tiimin työskentelykäytäntöjä tarkasteltiin ja pyrittiin muuttamaan. Käytännössä kuitenkin retrospektiivit ohitettiin usein vain muutamalla lauseella.

## Havainnot ja kokemukset

Loppukysely suoritettiin viimeisen seurantaiteeraation aikana ja siihen vastasi koko pilottiprojektitiimi. Heti iteraation katselmoinnin jälkeen suoritettiin myös haastattelut. Haastatteluihin osallistuivat tuoteomistaja ja kaksi tiimin suunnittelijoista.

Koska kaikilla tiimiläisillä on samankaltainen tausta, huomattiin projektin aikana erittäin hyödylliseksi tehtävien suunnittelu ja katselmointi yhdessä. Järjestelmällinen tehtävien läpikäynti edesauttoi teknistä keskustelua, joka puolestaan toi uusia näkökulmia ja ideoita suunnitteluratkaisuihin. Tiimi koki myös nyt vaikuttavansa enemmän itse työtehtäviinsä ja suunnittelevansa työtään paremmin yhdessä.

Suurimpina haasteina koettiin useassa projektissa työskentely yhtä aikaa, sekä projektin hidas eteneminen odottaessa vastauksia asiakkaalta. Kuitenkin palaverien säännöllisyys auttoi pysymään projektissa mukana hiljaisempinakin hetkinä. Avaruusprojektin pitkien etappien jakaminen lyhyempiin iteraatioihin koettiin toimivana käytäntönä ja sopivaksi iteraation pituudeksi arveltiin 3-4 viikkoa. Etenkin samankaltaisissa projekteissa haluttaisiin käyttää iteraatiota, kehitysjojoja ja palavereja, ja retrospektiiviinkin kunnollista toteuttamista pidettiin kokeilemisen arvoisena.

# RUAG Space Finland

Together  
ahead. **RUAG**

RUAG Space Finland on johtava avaruusalan yritys Suomessa. Sen tärkeimmät tuotealueet ovat signaalinkäsittelylaitteet, liitäntä- ja ohjauselektroniikka, tehonlähde- ja tehonjakeluelektroniikka sekä korkean suorituskyvyn prosessointi. Yksikkö vastaa laitteiden suunnittelusta, tuotekehityksestä, valmistuksesta ja testauksesta.

RUAGilla AgiSpacES-hankkeeseen osallistuivat pääasiassa kahden eri projektin tiimit, joissa toisessa oli kuusi ja toisessa yhdeksän työntekijää. Projektit limittyivät ajallisesti päällekkäin ja osa suunnittelijoista oli samoja, tehden työtä osa-aikaisesti useampaan eri projektiin. Molempiin tiimeihin kuului myös projektipäällikkö ja fasilitoija, joista fasilitoija ei ollut päivittäisessä suunnittelutyössä mukana. Ensimmäiseksi käynnistynyt projekti oli sisäinen tuotekehitysprojekti, jossa kehitettiin satelliitin aurinkopaneelin kääntömoottorin oh-

jauselektroniikkaa, kun taas toinen oli ESAn alihankintaprojekti, jossa kehitettiin tehonlähdetä kaukokarkoitussatelliittien kuvansiirtoon. Ensimmäisessä projektissa ketteriä käytäntöjä alettiin ottamaan käyttöön syyskuussa 2014 ja helmikuussa 2015 projekti siirtyi vähäisemmälle prioriteetille. Toisessa projektissa käytäntöjä alettiin kokeilemaan marraskuussa 2014 ja tutkijaryhmä seurasi toimintaa toukokuuhun 2015 saakka.

## Esiselvitys

Esiselvityksen haastatteluihin ja kyselyihin osallistui johtoa, spesialisteja ja suunnittelijoita. Esiselvityksen perusteella töiden suunnittelu ja toteutus tiiminä ei ollut tarpeeksi läpinäkyvää – suunnittelu tapahtui pitkälti yksilötyönä, joka katselmoitiin vasta työn valmistuttua. Vastuu aikatauluista ja kokonaisuudesta kasautui paljolti projektipäällikön harteille. Haasteina oli myös tiedon kulkeminen projekteissa osa-aikaisesti työskenteleviltä täyspäiväisille, yhteistyörajapintojen hallinta suunnittelijoiden, tuotannon, testauksen ja asiakkaan välillä sekä raskas muutostenhallintaprosessi.

## Pilotoidut käytännöt

**Iteratiivinen työskentely:** Iteraatiot otettiin käyttöön vähentämään esiselvityksessä huomattua työstressin lisääntymistä välietappien loppua kohti sekä työtehtävien priorisoinnin ja työmäärän arvioinnin haastavuutta. Iteraatioiden kestoksi muodostui kaksi viikkoa, vaikkakin sopivasta kestosta keskusteltiin useasti projektien edetessä. Vaikka iteraation pituus säilytettiin samana koko projektin ajan, muutama iteraatio peruttiin johtuen lomista tai siitä, että projektissa oli hiljaisempia aikoja. Joissakin tapauksissa jatkettiin iteraatiota käytännössä samalla tehtävälistauksella, koska muut projektit olivat vieneet aikaa tai koska tässä projektissa oli hiljaisempi hetki.

**Kehitysjono:** Työtehtävien priorisoinnin ja arvioinnin parantamiseksi iteraatioiden ohien otettiin käyttöön kehitysjonokäytäntö. Tuotteen kehitysjono muodostettiin MS Projectin projektikuvauksesta generoituun Excelliin ja siitä iteraation kehitysjono fyysiselle tilannetaululle. Kehitysjonokäytäntö nähtiin tarpeelliseksi, vaikka tehtävät olivat projektikuvauksessa jo valmiiksi pilkottuja pienempiin osiin.

**Tilannetaulu:** Iteraation kehitysjonoa hallittiin fyysisellä tilannetaululla. Tuotteen kehitysjonon tehtävistä osatehtävät saatiin suoraan tu-

lostettua fyysisiksi lapuiksi. Alun perin lappuja siirreltiin työn etenemisen perusteella “tehtävä”, “suorituksessa”, “valmis” ja “jumissa” -sarakkeihin. Noin puolivälissä projektia tilannetaulu muokattiin kuvaamaan päivittäistä työtä koko iteraation ajalle – taululla oli allekkain tiimien jäsenet ja jokainen sarake kuvasi yhtä iteraation päivää. Lapun asento (suorassa, vinossa ja ylösalaisin) kertoi tehtävän suoritustasteen. Muutoksella parannettiin kokonaiskuvaa sekä etenkin useampaa projektia tekevien työntekijöiden tehtävien aikataulutusta.

**Suunnittelupalaveri:** Jokainen iteraatio aloitettiin suunnittelupalaverilla, jossa tuotteen kehitysjonosta valitut osatehtävät käytiin läpi ja aseteltiin tilannetaululle. Kukin suunnittelija oli vastuussa oman osa-alueensa työtehtävistä ja kävi läpi oman osa-alueensa osatehtävät. Palaverissa pyrittiin varmistamaan tehtävien priorisointi ja tehtävien riippuvuuksien huomiointi sekä saamaan jokaiselle suunnittelijalle sopiva työmäärä iteraatiolle. Suunnittelupalaverit pidettiin projektikohtaisesti ja niiden kesto oli tyypillisesti vajaan tunnin.

**Tilannepalaveri:** Tilannepalaverin ideana oli pitää lyhyitä tarkastuspisteitä iteraation sisällä, jossa jokainen suunnittelija kertoo mitä on tehnyt edellisen tilanne- tai suunnittelupalaverin jälkeen. Alun perin tilannepalavereja pidettiin keskiviikkoisin sekä joka toinen maanantai. Myöhemmin tilannepalaverit muutettiin yhteiseksi keskiviikon kahvitauoiksi, jossa pyrittiin keskustelemaan työasioista tilannetaulun luona.

**Katselmointipalaveri:** Iteraation päätteeksi, ennen retrospektiiviä ja seuraavan iteraation suunnittelupalaveria, pidettiin katselmointipalaveri. Tässä palaverissa käytiin läpi se, miten kuluneen iteraation tavoitteet oli saavutettu. Katselmoinnissa oli pääasiassa mukana projektissa työskenteleviä tiimiläisiä. Projektin loppupuolella myös tuotannon puolelta osallistui henkilö katselmointi- ja suunnittelupalaveriin. Hankkeen edetessä katselmointipalaverin kesto vaihteli viidestä minuutista 40 minuuttiin.

**Retrospektiivi:** Retrospektiivin ideana oli käydä läpi itse työskentelytapoja ja pyrkiä parantamaan niitä. Retrospektiivi antoi myös tutkijaryhmälle tilaisuuden antaa ideoita käytäntöjen toimivuuden edistämiseksi. Muutaman iteraation jälkeen retrospektiivi pidettiin pääosin molemmille projekteille yhteisenä, koska menetelmää haluttiin kehittää yrityksen sisäisenä projektikohtaisuuden sijaan. Retrospektiivin kesto vaihteli 20 minuutista 70 minuuttiin.

## Havainnot ja kokemukset

Myös loppuhaastatteluihin osallistui erilaisissa työtehtävissä olevia henkilöitä ja loppukyselyyn vastasi pääasiassa samat henkilöt kuin alussakin.

Käytäntöjen nähtiin parantaneen erityisesti kommunikaatiota. Haastatteluissa ja kyselyssä todettiin, että palaverien määrä oli selkeästi kasvanut, mutta toisaalta myös tiedonkulku oli parantunut: tiimin jäsenet tiesivät paremmin mitä muut olivat tekemässä. Kommunikaati-

tion parantuminen heijastui suoraan muihin asioihin, kuten dokumentaatioon: vaadittu dokumentaatio ja sen edistyminen oli paljon näkyvämpää taulukäytäntöjen ansiosta. Alun jälkeen retrospektiivistä ei koettu olevan enää yhtä paljon hyötyä ja tämä koski osittain myös tilannepalavereja.

Kehitysjonokäytännöt paransivat jonkin verran kokonaiskuvaa, vaikkakin työn etenemisen visualisointiin kaipailtiin edelleen jotain parempaa. Haasteena oli MS Projectin, Excelin ja fyysisen taulun yhteensovittaminen sujuisi automaattisesti niin, että tehtävien riippuvuudet toisistaan olisivat jollain selkeällä tavalla näkyvissä, eikä tähän löydetty valmiita työkaluja. Avaruusteollisuuden tiukkojen standardien ja vaatimusten hallinnan suhteen ei projekteissa törmätty merkittäviin ongelmiin, joskin projektit olivat suhteellisen pieniä ja vaatimukset kevyempiä kuin monissa muissa yrityksen projekteissa.

Kokonaisuutena yrityksessä koettiin, että AgiSpacES-projektin tavoitteet saavutettiin ja saatujen kokemusten perusteella työtapojen kehittäminen jatkossa on paljon helpompaa. Seuraavana askeleena on etsiä keinoja hyödyntää käytäntöjä tulevaisuudessa isommissa asiakasprojekteissa.

**Ketteryys avaruusteollisuudessa** valottaa ketterien menetelmien käyttöä avaruusteollisuuden hankkeissa. Ennalta määritellyt spesifikaatiot, tiukat laatuvaatimukset ja hajautettu järjestelmäkehitys luovat haasteita ketteryyden hyödyntämiseen perinteisillä tavoilla. Julkaisussa kerrotaan esimerkkien kautta, miten ketteryyttä voidaan onnistuneesti hyödyntää tällaisissa hankkeissa.

Tämä julkaisu on lisäosa **Sulautettujen järjestelmien ketterälle käsikirjalle**. Käsikirja kertoo, mitä ketterät menetelmät ovat ja miten niitä sovelletaan sulautettuja järjestelmiä rakennettaessa. Julkaisu täydentää alkuperäistä käsikirjaa.



Turun yliopisto  
University of Turku



Technology  
Research  
Center

**Teakes**

