



Silja Partanen

Projektinhallinnan kehittäminen Formula Student projektissa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Ajoneuvotekniikka

Insinöörityö

27.4.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Silja Partanen
Otsikko:	Projektinhallinnan kehittäminen Formula Student -projektissa
Sivumäärä:	30 sivua + 2 liitettä
Aika:	27.4.2023
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Ajoneuvotekniikka
Ammatillinen pääaine:	Ajoneuvosuunnittelu
Ohjaajat:	Yliopettaja Pekka Salonen

Insinööriyön tavoitteena oli kehittää Metropolia Motorsportin projektinhallintaa projektinhallintatyökalun ja riskienhallinnan osalta. Insinööriyö toteutettiin omien kokemusten ja muiden projektiin osallistuneiden, sekä projektien aikana kerätyn datan pohjalta.

Tässä insinööriyössä vertailtiin eri projektinhallintatyökaluja, tavoitteena löytää Metropolia Motorsport -projektille sopiva työkalu. Vertailu tehtiin Excel-taulukko-ohjelmalla. Projektinhallintatyökalut pisteytettiin ominaisuuksien perusteella ja ominaisuuksille annettiin pisteytyksessä eri painoarvoja sopivimman työkalun löytämiseksi juuri kyseiselle projektille.

Projektin riskianalyysia lähdettiin rakentamaan FMEA-metodilla, käyttäen hyödyksi muun muassa post mortem -analyysia, sekä työrakennemallia. Tuloksena saatiin FMEA projektinhallinnalle, ja valmis pohja projektin muiden osa-alueiden riskianalyysille.

Avainsanat: projektinhallinta, Formula Student, riskianalyysi

Abstract

Author: Silja Partanen
Title: Improving Project Management in a Formula Student Team
Number of Pages: 30 pages + 2 appendices
Date: 27 April 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Automotive Engineering
Professional Major: Automotive Design Engineering
Supervisors: Pekka Salonen, Senior Lecturer

The goal of this Bachelor's thesis was to improve project management in the Metropolia Motorsport Formula Student team. Development targets consisted of project management tools and risk analysis. The work is based on personal experiences and those of other students involved with the project, as well as data collected during the project. One of the goals was to find the best project management tool for Metropolia Motorsport and create a workspace for the project. The other goal was to decide on a method of risk analysis and to write a risk assessment and management plan for Metropolia Motorsport.

In order to find the most suitable project management tool for Metropolia Motorsport, a few tools were scrutinized. Tools that possessed the necessary features were further compared and given scores, using Excel. Different features were given coefficients to find the most suitable tool for the project in question. A method for risk analysis was chosen based on research, existing knowledge of students involved in the project and the feedback received from Formula Student competition judges.

ClickUp was found to be the most suitable project management tool and a workspace was created for Metropolia Motorsport using said tool. The FMEA method was used as a method of risk analysis for the project. A Postmortem analysis and work breakdown structure were also utilized. As a result, an FMEA for project management and a basis for the risk analysis of other subdivisions of the project were created.

Keywords: Project management, Risk analysis, Formula Student

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Lähtötilanne	1
2.1	Projektin tavoitteet	2
2.2	Organisaatio ja roolitus	3
2.3	Informaatiovirrat	5
2.4	Resurssit	7
2.5	Projektin vaiheet ja aikataulutus	7
2.6	Projektinhallintatyökalut	8
2.7	Kilpailuvaatimukset	8
2.8	Projektin riskien hallinta	9
3	Kehityskohteet	10
3.1	Projektinhallintatyökalut	10
3.1.1	Projektinhallintatyökalujen vertailu	10
3.1.2	Tuotetiedonhallinta	14
3.2	Riskienhallinta	15
3.2.1	Työrakennemalli	16
3.2.2	FMEA	17
4	Tulokset	26
4.1	Projektinhallintatyökalu	26
4.2	Riskianalyysi	29
5	Yhteenveto	30
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1: SAE J1739 arivointitaulukot	
	Liite 2: Projektinhallinta FMEA	

- CN: *Critical Number*. Kriittinen luku, jolla arvioidaan vikamoodin prioriteettia.
- FMEA: *Failure mode and effects analysis*. Prosessi, jossa tarkastellaan mahdollisimman yksityiskohtaisesti eri osien mahdollisia vikamoo-
deja, niiden syntyä, ja seurauksia.
- FSG: *Formula Student Germany*. Kansainvälinen kilpailu, jossa opiskeli-
jat suunnittelevat ja rakentavat formula kilpa-auton, ja kilpailevat
toisia tiimejä vastaan dynaamisissa ja staattisissa kilpailuosioissa.
- PDM: *Product Data Management*. Ohjelmistoympäristö, jolla hallitaan
keskitetysti projektin/yrityksen tuotteisiin liittyviä tiedostoja ja tietoa.
- RBS: *Risk Breakdown Structure*. Taulukko, joka esittää projektin riskit
vakavuuden, ja todennäköisyyden mukaan.
- RPN: *Risk Priority Number*. Numeerinen arvio prosessiin tai sen osiin
liittyvistä riskeistä.
- SAE: *Society of Automotive Engineers*. Maailmanlaajuinen järjestö insi-
nööreille ja teknisille asiantuntijoille ilmailun, sekä auto- ja hyöty-
ajoneuvoteollisuuden aloilla.
- WBS: *Work Breakdown Structure*. Hankkeen erittely visuaalisessa muo-
dossa.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää projektinhallintaa Metropolia Motorsport Formula Student -tiimissä. Formula Student on kansainvälinen insinööritaito kilpailu, jossa opiskelijatiimit suunnittelevat yksipaikkaisen formula tyyllisen kilpa-ajoneuvon ja kilpailevat muita tiimejä vastaan sekä radalla, että sen ulkopuolella.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään projektinhallinnan kehittämiseen projektinhallintatyökalujen osalta, sekä laaditaan projektille riskianalyysi. Työ toteutetaan omakohtaisten kokemusten, entisten projektiin osallistuneiden opiskelijoiden kanssa käytyjen keskustelujen, sekä Metropolia Motorsportin historian aikana kertyneen datan pohjalta. Riskianalyysin laatimisessa noudatetaan ajoneuvoteollisuudessa laajalti käytössä olevaa Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) -prosessia.

2 Lähtötilanne

Metropolia Motorsport on Metropolia ammattikorkeakoulussa, tutkimus-, kehitys- ja innovaatioprojektina toimiva, Formula Student -tiimi. Metropolia Motorsport on perustettu vuonna 2000, ja ensimmäisen kerran se osallistui kilpailuihin vuonna 2002. Tuolloin tiimin nimi oli Helsinki Polytechnic Formula Engineering Team, ja se oli yksityinen yhdistys. Ensimmäiset kilpa-autot olivat polttomoottoriautoja, kunnes vuonna 2013 valmistui tiimin ensimmäinen sähköinen kilpa-ajoneuvo. Metropolia Motorsportin kaikki ajoneuvot olivat takavetoisia, kunnes syksyllä 2019 kaudelle 2020 alettiin suunnitella nelivetoista kilpa-autoa. Koronapandemia vaikeutti Metropolia Motorsport tiimin toimintaan monella tapaa, eikä kansainvälisiä Formula Student -kilpailuja järjestetty vuonna 2020. Kesällä 2021 Metropolia Motorsport osallistui Sveitsin Formula Student -insinöörikilpailuun etänä, joissa se kilpaili vain staattisissa kilpailuosioissa. Kuvassa 1 on Metropolia Motorsportin ensimmäinen nelivetoinen Formula Student -kilpailuihin suunniteltu ajoneuvo.



Kuva 1. Metropolia Motorsportin ensimmäinen nelivetoinen Formula Student -luokan kilpa-ajoneuvo

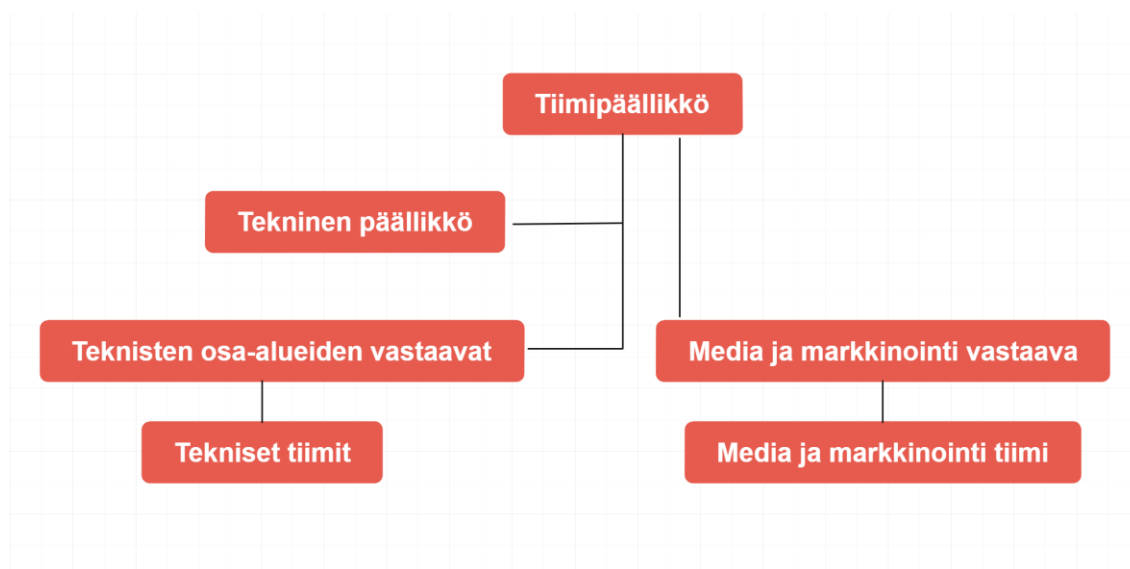
2.1 Projektin tavoitteet

Projektin tavoitteena on rakentaa vuosittain uusi Formula Student -luokan kilpa-auto ja osallistua kansainvälisiin Formula Student -insinöörakilpailuihin Euroopassa. Metropolia Motorsportin kilpa-ajoneuvot rakennetaan noudattamaan Formula student Germany:n sääntöjä. Säännöissä uusi ajoneuvo määritellään siten, että sen runko eroaa merkittävästi vanhan auton rungosta (Formula Student Rules 2022).

Vaikka projektin pääasiallinen tavoite on valmistaa kilpa-ajoneuvo ja osallistua kilpailuihin, on opiskelijoiden kannalta tärkeämpi tavoite kehittyä insinööreinä. Formula Student -kilpailut edistävät tätä tavoitetta, sillä kyse on kokonaisvaltaisesta insinöörikilpailusta, joissa noin 30 prosenttia kokonaispisteistä tulee kilpailun staattisista osuuksista. Projektissa opiskelijat kehittävät insinööritaitojaan muun muassa mekaanisen suunnittelun, mallinnuksen ja lujuuslaskennan saralla. Usein opiskelijat oppivat myös asioita oman tutkintosuuntauksensa ulkopuolelta, ja siten laajentavat omaa osaamistaan. Osallistuminen Formula Student -projektiin opettaa myös yhteistyö- ja johtamistaitoja, sekä toimimaan erilaisissa rooleissa projektiorganisaatiossa.

2.2 Organisaatio ja roolitus

Metropolia Motorsport on täysin opiskelijavetoinen projekti. Projektinhallinnasta vastaa siis opiskelijat, Metropolia Ammattikorkeakoulun henkilökunnan tuella. Tiimissä korkeimmat henkilöt ovat tiimipäällikkö, joka vastaa projektinhallinnasta, sekä tekninen päällikkö, joka puolestaan vastaa kilpa-auton teknisestä toteutuksesta. Heidän alaisuudessaan toimivat osa-aluevastaavat, jotka vastaavat muutaman henkilön muodostamista tiimeistä. Osa-alueita ovat sähkö, voimansiirto, jarrut, runko, alusta ja ohjaus, sekä aerodynamiikka. Lisäksi Metropolia Motorsportissa on ollut erikseen tiimi, joka on valmistanut kilpa-auton komposiittikomponentit muiden osa-alueiden tarpeisiin. Metropolia Motorsportin media- ja markkinointitiimi toimii teknisistä osa-alueista poiketen vain tiimipäällikön alaisuudessa. Kuvassa 2 on esitetty projektiorganisaation hierarkia.



Kuva 2. Metropolia Motorsportin organisaatiokaavio

Joka vuosi tiimi valitsee uuden tiimi- ja teknisen päällikön, sekä uudet osa-aluevastaavat. Tiimipäällikkö hoitaa ammattikorkeakoulun ja projektin välisiä suhteita, sekä vastaa resursseista. Teknisen päällikön vastuulla on antaa osa-aluevastaaville tarkemmat vaatimukset kilpa-auton ominaisuuksista, pitää huoli, että eri osa-alueet kommunikoivat keskenään, jotta ajoneuvosta tulee toimiva kokonaisuus, sekä varmistua siitä, että auto täyttää kilpailuvaatimukset. Osa-aluevastaavat jakavat yksittäisiä tehtäviä omalle tiimilleen, ja yhdessä teknisen päällikön kanssa varmistuvat oman osa-alueensa sääntömääräisyydestä. Todellisuudessa eri roolit sekoittuvat hieman keskenään, johtuen projektin vapaaehtoisuudesta ja usein resurssipulasta.

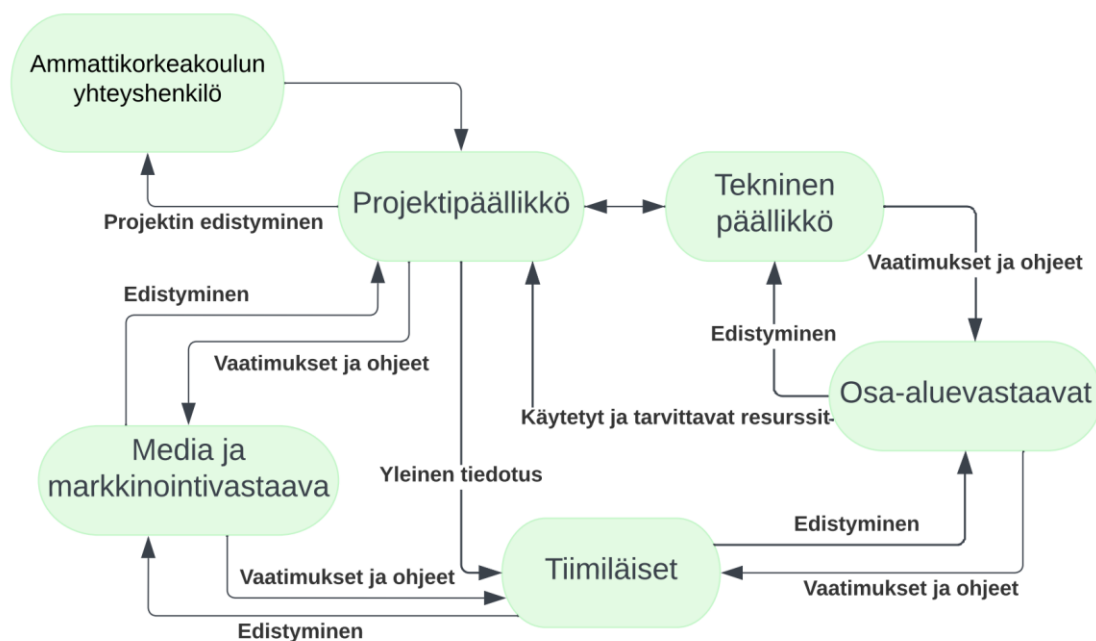
Vastuut yhteistyökumppanisuhdeiden ylläpitämisestä on jaettu tiimipäällikön, teknisen päällikön sekä osa-aluevastaavien kesken, ja usein yhteistyöstä vastaa sen osa-alueen vastuhenkilö, minkä toimintaan yhteistyö eniten liittyy. Esimerkiksi jos Metropolia Motorsport saa yhteistyöstä tuotteita, vastaa yhteistyöstä sen osa-alueen vastaava, mikä kyseisiä tuotteita käyttää, kun taas projektin saadessa yhteistyöstä rahaa, on tiimipäällikkö tai tekninen päällikkö siitä vastuussa. Media- ja markkinointivastaava varmistaa yhdessä tiimipäällikön kanssa, että projektin yhteistyökumppanit saavat sovitun näkyvyyden projektin

markkinointimateriaaleissa ja mediakanavilla. Muut osa-aluevastaavat auttavat tarvittaessa markkinointi- ja mediasisällön laatimisessa.

2.3 Informaatiovirrat

Metropolia Motorsportin käyttäessä Catia V5 -ohjelmistoa kilpa-ajoneuvon mallinnukseen, informaatio ei aina saavuttanut oikeita ihmisiä. Päivitettyjä malleja osista ei välttämättä tallennettu kokoonpanoon, joka satunnaisesti johti siihen, että osat eivät olleet yhteensopivia. Lisäksi osien mallinnuksia ja päivitettyjä malleja tallennettiin henkilökohtaisiin kansioihin, eivätkä ne siten olleet muiden saatavilla. Yhteensopivuusongelmat saatettiin huomata vasta kokoonpanovaiheessa, kun osat oli jo valmistettu. Muun muassa tämän vuoksi tiimi aikoi kaudelle 2022 vaihtaa mallinnusohjelmaa Siemensin NX-ohjelmaan, sillä se mahdollistaa myös TeamCenterin käytön. TeamCenter on Siemensin tuotetiedonhallintajärjestelmä, jolla voidaan esimerkiksi hallita tuotteen eri versioita, ja hyväksyttää niitä ylemmillä tahoilla.

Metropolia Motorsportissa informaatio kulkee pääosin suullisesti. Informaation jakamiseen käytetään myös viestimisovelluksia kuten WhatsAppia ja Microsoft Teamsia. Lisäksi informaatio kulkee muun muassa kokousmuistioiden kautta. Viikoittaisissa kokouksissa tiimipäällikkö käy läpi yhteisiä asioita, ja osa-aluevastaavat kertovat koko muulle tiimille oman osa-alueensa edistymisestä. Pääosin tiimissä on pyritty siihen, että informaatio kulkee tiimin jäsenten ja projekti- ja teknisen päällikön välillä osa-aluevastaavien kautta, lukuun ottamatta henkilöstöasioita. Projektipäällikkö jakaa informaatiota Metropolia Ammattikorkeakoulun yhteyshenkilölle muun muassa projektin etenemisestä ja vastavuo- roisesti yhteyshenkilö jakaa projektipäällikölle informaatiota esimerkiksi koulun tarjoamiin resursseihin liittyen. Kuvassa 3 on esitetty hyvin yksinkertaistettu informaatiovirtakaavio, josta nähdään, miten tieto kulkee Metropolia Motorsportin organisaatiossa.



Kuva 3. Yksinkertaistettu kaavio Metropolia Motorsportin informaatiovirroista

Kuvassa 3 tiimiläisillä tarkoitetaan kaikkia projektiin osallistuvia henkilöitä, jotka eivät kuulu muihin kaaviossa esiintyviin ryhmiin. Kaavioon on pyritty avaamaan hieman informaation laatua, mutta luonnollisesti projektissa kulkee paljon erilaista informaatiota eri osapuolten välillä. Kaaviossa vaatimuksilla ja ohjeilla tarkoitetaan niitä tehtäviä, mitä tulee saada tehdyksi, millä aikataululla, ja sitä, millä tavalla ne tulee tai olisi hyvä tehdä. Edistymisellä tarkoitetaan sitä, miten jaetut tehtävät edistyvät ja mitä mahdollisia ongelmia on tullut esiin. Kuten kaavios- ta nähdään, osa-aluevastaavat raportoivat tekniselle päällikölle osa-alueidensa edistymisestä, mutta projektipäällikölle rahallisiin, materialistisiin tai henkilöre- sursseihin liittyvät asiat. Projektipäällikön ja teknisen päällikön välistä informaatiovirtaa ei ole kaavion selvennetty, mutta se kattaa hyvin paljon erilaista tietoa ja on luonteeltaan jatkuvaa. Sen tavoitteena on pitää molemmat ajan tasalla kaikista projektiin liittyvistä asioista. Vaikka kaaviossa yleinen tiedotus on kuvattu vain projektipäällikön ja tiimiläisten välillä, jakaa projektipäällikkö yleisen informaation koko projektille.

2.4 Resurssit

Pääosin projekti on Metropolia Ammattikorkeakoulun rahoittama, mutta projektilla on myös yhteistyökumppaneita, joilta projekti saa sekä rahallista tukea, että materiaaleja, osia, sekä palveluja. Suurimmaksi osaksi kilpa-auto valmistetaan Metropolia AMK:n tiloissa, Myyrmäen kampuksella.

Projektissa työskentelevät ovat pääosin Metropolia Ammattikorkeakoulun ajoneuvo- ja konetekniikan insinööriopiskelijoita. Lisäksi projektissa on muutamia opiskelijoita myös muilta aloilta, kuten sähkö- ja automaatiotekniikasta. Projektissa on ollut mukana myös esimerkiksi kulttuurintuotannon, kemiantekniikan, sekä liiketalouden opiskelijoita. Projektissa on vuosittain mukana noin 50 opiskelijaa, joista noin 20 työskentelee aktiivisesti projektin parissa. Keskimäärin opiskelijat ovat projektissa 2–3 vuotta. Kesäksi projektin henkilöstöresurssit supistuvat, kun monet opiskelijoista menevät kesätöihin. Projektissa työskentelyä ei makseta, mutta työharjoittelun suorittaminen on mahdollista ainakin ajoneuvo- ja konetekniikan opiskelijoille, jolloin opiskelijat voivat nostaa opintotukea myös kesäkuukausilta. Osaksi tämä mahdollistaa projektin jatkumisen kesän ajan. Työharjoittelun lisäksi kesän aikana työskentelyn noin kymmenelle opiskelijalle on mahdollistanut Henry Ford Säätiöltä saatu apuraha.

2.5 Projektin vaiheet ja aikataulutus

Projektin voi jakaa karkeasti neljään vaiheeseen: suunnittelu, valmistus, testaus, sekä kilpailut. Suunnittelu- ja valmistusvaihe ajoittuvat lukuvuoteen siten, että syyslukukausi on varattu suunnittelulle, ja kevätlukukausi valmistukselle. Testaus- ja kilpailuvaiheet ajoittuvat pääosin kesälle. Yksittäisiä osia testataan jo valmistusvaiheen aikana, ja valmiin kilpa-ajoneuvon testaus pyritään aloittamaan mahdollisimman aikaisin keväällä, jotta ehditään tehdä tarpeelliset säädöt ajoneuvon suorituskyvyn optimoimiseksi ennen kilpailukautta. Suuri osa kilpailuista ajoittuu heinä- ja elokuulle mutta ensimmäiset Euroopassa järjestetyt kilpailut ovat kuitenkin yleensä jo kesäkuun puolivälissä. Projektin kilpailuaikataulu

riippuu kuitenkin siitä, mihin kilpailuihin tiimi on tammikuisin järjestettävien pääsykokeiden perusteella saanut paikan.

Kauden alussa tiimipäällikkö ja tekninen päällikkö laativat yhdessä aikataulun, joka vastaa projektin tavoitteita. Kauden alussa on tärkeää arvioida, onko projektin tavoitteet sellaiset, että ne voidaan realistisesti toteuttaa yhden vuoden aikana vai täytyisikö esimerkiksi suunnitteluun varata aikaa koko vuosi, jolloin myös valmistukseen ja testaamiseen jäisi enemmän aikaa.

2.6 Projektinhallintatyökalut

Metropolia Motorsportilla on ollut käytössään useita työkaluja projektinhallintaan. Projekti on käyttänyt sekä Microsoft Excel- että Google Sheets - taulukkolaskentaohjelmia. Muutamilla osa-alueilla on ollut käytössään Trello tehtävien jakamiseen. Kaudella 2021 Metropolia Motorsport siirtyi käyttämään Microsoft Teams -ohjelmistoa, osittain etätyöskentelyn mahdollistamiseksi, mutta myös projektinhallinnan keskittämiseksi yhteen ohjelmistoon. Microsoft Teams mahdollisti taulukoiden jakamisen kaikille helposti, tiedostojen samanlaisen muokkauksen, tehtävien jakamisen ja hallinnan, sekä etäpalaverien pitämisen. CAD-mallit sekä tekniset piirustukset on tallennettu Metropolia Ammattikorkeakoulun verkkolevylle ja kaudesta 2020 lähtien suunnittelumateriaalia on kerätty Metropolia Ammattikorkeakoulun Confluence-wikiin, johon projektille on luotu oma "wikialue" eli työtila, joka on rajattu siten, että vain projektiin osallistuvilla opiskelijoilla on siihen käyttöoikeus.

2.7 Kilpailuvaatimukset

Formula Student -insinöörakilpailun osat on jaettu kahteen kategoriaan: staattisiin ja dynaamisiin tapahtumiin. Dynaamiset tapahtumat ovat kiihdytys, skidpad, autocross ja kestävyysajo. Kestävyysajon aikana arvioidaan myös kilpaajoneuvon suorituskyky. Auton on läpäistävä katsastus, jotta sillä voi osallistua dynaamisiin tapahtumiin. Katsastuksen läpäisy edellyttää, että ajoneuvo on sääntöjen mukainen. Kilpailut Euroopassa noudattavat pääsääntöisesti saksala-

laisen kilpailun Formula Student Germany:n sääntöjä, jotka perustuvat maailmanlaajuisen yhdistyksen SAE Internationalin ohjelman, Formula SAE:n, laatiin sääntöihin ja ohjeisiin. Ennen kilpailuja on kilpailujärjestäjille toimitettava useita ajoneuvon suunnitteluun ja valmistukseen liittyviä dokumentteja, jotka järjestäjien tulee hyväksyä, jotta kilpailuun voi osallistua.

Kilpailujen staattisissa osioissa arvioidaan opiskelijoiden ymmärrystä ajoneuvon valmistuksesta ja kustannuksista, sekä insinöörisuunnittelun periaatteista. Opiskelijoiden tulisi muun muassa ymmärtää massatuotannon ja prototyypin valmistuksen eroavaisuudet, mitä päästöjä ja ympäristövaikutuksia ajoneuvon valmistukseen liittyy, sekä osata perustella päätökset jonkin osan ostamisesta tai sen valmistuksen ulkoistamisesta sen sijaan, että osa olisi valmistettu itse. Staattisiin kilpailuosioihin kuuluu myös liiketoimintasuunnitelman esittely, millä arvioidaan opiskelijoiden kykyä luoda toimiva ja tuottava liikeidea kilpa-ajoneuvon ympärille.

2.8 Projektin riskien hallinta

Metropolia Motorsport ei ole tehnyt kunnollista riskianalyysia ja riskienhallintasuunnitelmaa siitä huolimatta, että sama projekti käytännössä toistuu vuosittain, ja vuodesta toiseen tiimillä on samankaltaisia ongelmia. Projektissa on tehty lähinnä jälkipuintiin perustuvaa riskienhallintaa, eli kauden päätteeksi on mietitty mikä kaikki meni vikaan ja miten samankaltaiset ongelmat voidaan tulevilla kaudella välttää. Vajavainen dokumentointi on kuitenkin johtanut helposti siihen, että onnistuneesti vältetyt ongelmat ovat seuraavalla kaudella toistuneet, koska niitä ei ole osattu varoa. Tiimi on kuitenkin tehnyt kilpailuja varten FMEA:n kaltaisen riskianalyysin.

3 Kehityskohteet

3.1 Projektinhallintatyökalut

Vaikka tiimillä on käytössään Microsoft Teams projektinhallinnan työkaluna, ja se on ollut jokseenkin toimiva, koettiin eri työkalujen vertailun olevan tarpeellista, sillä kyseisessä ohjelmistossa on muutamia ominaisuuksia, jotka eivät toimi halutulla tavalla tai vastaa projektin vaatimuksia. Esimerkiksi Teams puhelinaliikenne toimii huonosti, tehtävät ovat erillisessä sovelluksessa, joka täytyy ladata applikaatioon, ja työtilaan tallennettujen Word- ja Excel-tiedostojen tarkasteluun täytyy puhelimeen olla ladattuna näihin tarkoitettut erilliset sovellukset. Microsoft Teamsissa ei myöskään ole automatisoitua budjetointityökalua, millä sen laatiminen ja seuraaminen olisi helppoa. Projektin budjetti laadittiin Microsoft Excelillä ja sitä pystyivät muokkaamaan kaikki. Se, että budjetti täytyi erikseen hakea tiedostoista, johti siihen, että usein käytetty budjetti jäi päivittämättä.

Projektinhallintatyökalujen vertailua varten määritettiin arviointikriteerit. Lisäksi pohdittiin mitkä ominaisuudet ovat välttämättömiä, ja millä ominaisuuksilla on suurin painoarvo. Vertailu tehtiin Excel-taulukon avulla. Aluksi vertailtiin useiden ohjelmien ominaisuuksia, ja lopuksi tarkasteltiin tarkemmin työkaluja, jotka vertailun perusteella olivat lupaavimpia.

3.1.1 Projektinhallintatyökalujen vertailu

Projektin luonteen takia projektinhallintatyökalujen tulee olla helppokäyttöisiä. Tiukan aikataulun vuoksi uusilta tiimiläisiltä ei saa kulua liikaa aikaa uuden ohjelmiston omaksumiseen. Lisäksi projektin taloudelliset resurssit ovat hyvin rajalliset, minkä vuoksi ohjelmiston olisi hyvä olla edullinen, tai jo Metropolia Ammattikorkeakoululta saatavilla oleva. Projektinhallintatyökalussa olisi hyvä olla ominaisuus jakaa erilaisia rooleja. Kaikkien projektiin osallistuvien tulisi pystyä tarkastelemaan aikataulua ja tehtäviä, mutta vain tiettyjen henkilöiden tulisi pystyä tekemään muutoksia niihin. Yhdellä työkalulla pitäisi pystyä laatimaan sekä aikataulu että budjetti, sekä niiden seurannan tulisi olla helppoa. Projektinhallin-

tatyökaluja on markkinoilla lukuisia, minkä takia tässä työssä vertailtiin 9 eri ohjelmistoa jotka Softia.fi-verkkosivuston mukaan parantavat tuottavuutta ja jotka ovat hyvin toimivia. Nämä projektinhallintatyökalut ovat:

- Monday
- ClickUp
- Asana
- Jira
- Basecamp
- Hive
- Teamwork
- Trello
- Wrike. (Projektinhallintatyökalu – 9 suosittua vaihtoehtoa esittelyssä.)

Projektinhallintatyökalujen vertailu aloitettiin tutkimalla, minkälaisia ominaisuuksia eri ohjelmistoista löytyy. Tarpeellisia ominaisuuksia katsottiin olevan neljä. Ne olivat budjetin laatiminen ja sen seuraaminen, aikataulutus ja sen seuraaminen, tehtävien jakaminen tietyille henkilöille, sekä erilaisten roolien antaminen työtilassa. Lisäksi työkalun haluttiin olevan sellainen, josta on tehty puhelinapplikaatio. Taulukossa 1 on esitetty projektinhallintatyökalut, sekä ominaisuudet.

Taulukko 1. Projektinhallintatyökalujen vertailu

Työkalu	Ominaisuudet				
	Budjetointi	Aikataulutus	Tehtävien jako	Roolit	puhelinsovellus
Microsoft Teams		x	x	x	x
Trello	x	x	x	x	x
MS Project	x	x	x	x	
Monday	x	x	x	x	x
ClickUp	x	x	x	x	x
Asana		x	x		x
Jira		x	x	x	x
Basecamp		x	x	x	x
Hive		x	x	x	
Teamwork	x	x	x	x	x
Wrike		x	x	x	x

Taulukkoon on merkitty rasti ominaisuuden kohdalle, jos se tarkasteltavasta ohjelmistosta löytyi. Vihreällä maalatut rivit osoittavat ne projektinhallintatyökalut, joista kaikki halutut ominaisuudet löytyvät.

Näitä työkaluja, joista halutut ominaisuudet löytyivät, vertailtiin tarkemmin. Ohjelmistoista vertailtiin

- budjetointia
- aikataulutusta
- tehtävien jakoa
- roolitusta
- puhelinsovellusta
- helppokäyttöisyyttä
- tallennustilan määrää.

Budjetoinnin osalta tarkasteltiin, kuinka yksinkertaista budjetin laatiminen kyseisellä projektinhallintatyökalulla on, ja kuinka yksityiskohtaisen siitä saa. Lisäksi otettiin huomioon, miten budjetin seuranta onnistuu. Aikataulutuksessa oleellista oli, kuinka helppoa se oli, sekä miten aikataulua voi tarkastella ja miten aikataulussa pysymisen seuraaminen onnistuu. Tehtävien jaon kannalta oli tärkeää, että tehtävät voi osoittaa tarvittaessa useammalle henkilölle. Roolituksen osalta

arvioitiin, kuinka monta erilaista roolia ohjelmistossa on mahdollista jakaa, ja voiko näitä rooleja ja niiden oikeuksia muokata. Helppokäyttöisyyttä arvioitiin sekä tietokonesovelluksesta, että mobiilisovelluksesta. Lisäksi mobiilisovellusta arvioitiin sen perusteella, miten samanlainen käyttökokemus siinä oli verrattuna tietokonesovellukseen, ja löytyikö siitä kaikki oleelliset ominaisuudet. Tallennustilan arviointiin vaikutti kokonaistallennustilan määrän lisäksi yksittäisten tiedostojen sallittu maksimikoko.

Työkalut pisteytettiin arvosanoilla 1–4, sen perusteella, miten ne vertautuivat toisiinsa. Vertailun paras sai arvosanan 4 ja huonoin 1. Hinnan kohdalla työkalu sai arvosanan 4, jos Metropolia Motorsportin ei tarvitse erikseen maksaa työkaluista, vaikka se ei olisikaan ilmainen. Jotkut ominaisuudet olivat eri työkaluissa lähes identtisiä ja siten ne saivat saman arvosanan. Arvosana määräytyi ominaisuuden paremmuuden perusteella, eli tilanteessa, jossa kaksi tai kolme työkalua olivat samanarvoisia, pyrittiin muiden arvosana suhteuttamaan niihin: paljon huonompi sai useamman numeron pienemmän arvosanan, kun taas vain vähän heikompi sai yhtä numeroa huonomman arvosanan.

Kaikista työkaluista vertailtiin halvinta mahdollista Metropolia Motorsport -tiimille sopivaa vaihtoehtoa. Metropolia Motorsport tarvitsee työkalun, jota vähintään noin 50 henkilöä voi tarkastella ja noin 12 henkilöä muokata. Esimerkiksi Monday on yksittäiselle käyttäjälle ilmainen, mutta työtilaan on mahdollista lisätä vain kaksi henkilöä, joten vertailuun otettiin Monday Basic -kuukausitilausohjelma, jonka hinta on 8 €/hlö/kk.

Ominaisuuksille määritettiin painoarvot, jotta varmistuttiin siitä, että vertailusta saatiin Metropolia Motorsportin tarkoituksiin paras työkalu. Esimerkiksi hinta on merkittävä tekijä valittaessa Metropolia Motorsportille projektinhallintatyökalua, kun taas budjetin laatiminen ja seuraaminen onnistuu myös muilla työkaluilla, kuten Excelillä, joten sen painoarvo määritettiin pienemmäksi. Hinnan lisäksi korkein painoarvo 1 määritettiin aikataulutukselle, tehtävien jaolle sekä helppokäyttöisyydelle. Kaikkein pienin painoarvo 0,5 määritettiin tallennustilalle, sillä Metropolia Motorsportilla on käytössään tallennustilaa monilla eri alustoilla. Pu-

helinsovelluksen painoarvoksi määritettiin 0,9, budjetoinnin 0,8, ja roolituksen 0,7. Taulukossa 2 on esitetty työkalujen ominaisuudet, painoarvot ja pisteet.

Taulukko 2. Työkalujen tarkempi vertailu ja pisteytys

		Projektinhallintatyökalut			
Ominaisuudet	Painoarvot	Trello	Monday	ClickUp	Teamwork
Budjetointi	0,8	1	4	2	3
Aikataulutus	1	3	4	4	4
Tehtävien jako	1	4	4	4	4
Roolit	0,7	3	1	2	4
Puhelinsovellus	0,9	3	2	4	1
Hinta	1	3	2	4	1
Helppokäyttöisyys	1	1	4	3	2
Tallennustila	0,5	3	2	1	4
Kokonaispisteet		18,1	20,7	22,1	19,1

Taulukosta nähdään, että korkeimmat kokonaispisteet vertailussa sai ClickUp. ClickUp oli paras neljässä kategoriassa, ja heikoin yhdessä.

3.1.2 Tuotetiedonhallinta

Tuotetiedonhallintajärjestelmä, englanniksi Product Data Management (PDM), on tapa hallita tuotteeseen liittyvää tietoa. Nykyään käytetään termiä Product Lifecycle Management (PLM), joka kattaa koko tuotteen elinkaaren suunnitelmasta lopullisen tuotteen hävittämiseen. PLM-järjestelmä parantaa tuottavuutta, johtaa laadukkaampiin tuotteisiin ja tekee yhteistyön saumattomammaksi. PLM-järjestelmät auttavat myös vähentämään ympäristövaikutuksia tuotteen elinkaaren aikana.

Tuotteen elinkaaren tiedonhallintaan on kehitetty lukuisia PLM-ohjelmistoja, joilla voidaan hallita tuotteen teknisiä tiedostoja, CAD-malleja, komponenttilistoja ynnä muita valmistukseen ja kehitykseen liittyviä tiedostoja. PLM-ohjelmistot mahdollistavat myös helpon versiohallinnan, ja niillä voidaan hallita materiaaleja, olemassa olevia varastoja, tietokantoja, sekä tuotteen markkinointia ja jake-
lua. (Bere Paul 2018.)

Metropolia Motorsport voisi hyötyä PLM-järjestelmän käytöstä muun muassa selkeyttämällä informaatiovirtoja ja mahdollistamalla helpon datan keruun. Varsinaiset hyödyt jäisivät todennäköisesti pieniksi, sillä projektin ei tarvitse kasvattaa tuottoa, eikä tuotteen, eli Metropolia Motorsportin rakentaman kilpa-
ajoneuvon, elinkaari ole kovin mittava. Suurin hyöty projektille PLM-ohjelmiston käytöstä olisi parantunut yhteistyö eri osa-alueiden välillä. Pelkästään jonkin ohjelmiston käyttöönotto ei sitä kuitenkaan takaa, vaan ohjelmistoa täytyisi osata myös käyttää tarkoituksenmukaisesti. Monille opiskelijoille PLM-järjestelmän käytön harjoittelu olisi varmasti hyödyllistä työelämän kannalta, mutta järjestelmän käyttöönoton, sekä uusien opiskelijoiden perehdyttäminen sen käyttöön todettiin kuitenkin olevan niin työlästä, että sen tuottamat hyödyt eivät riitä kattamaan haittoja.

3.2 Riskienhallinta

Projektin riskienhallintaan on monia eri metodeja. Tällaisia ovat esimerkiksi

- aivoriihi
- haastattelu
- Delphi-metodi
- risk breakdown structure (RBS)
- syy ja seuraus kalanruoto diagrammi
- tarkistuslistat
- Hankkeen ositus katsaus
- toimialan ”parhaat käytännöt” katsaus
- FMEA

- post mortem -analyysi
- juurisyyanalyysi
- kyselyt.

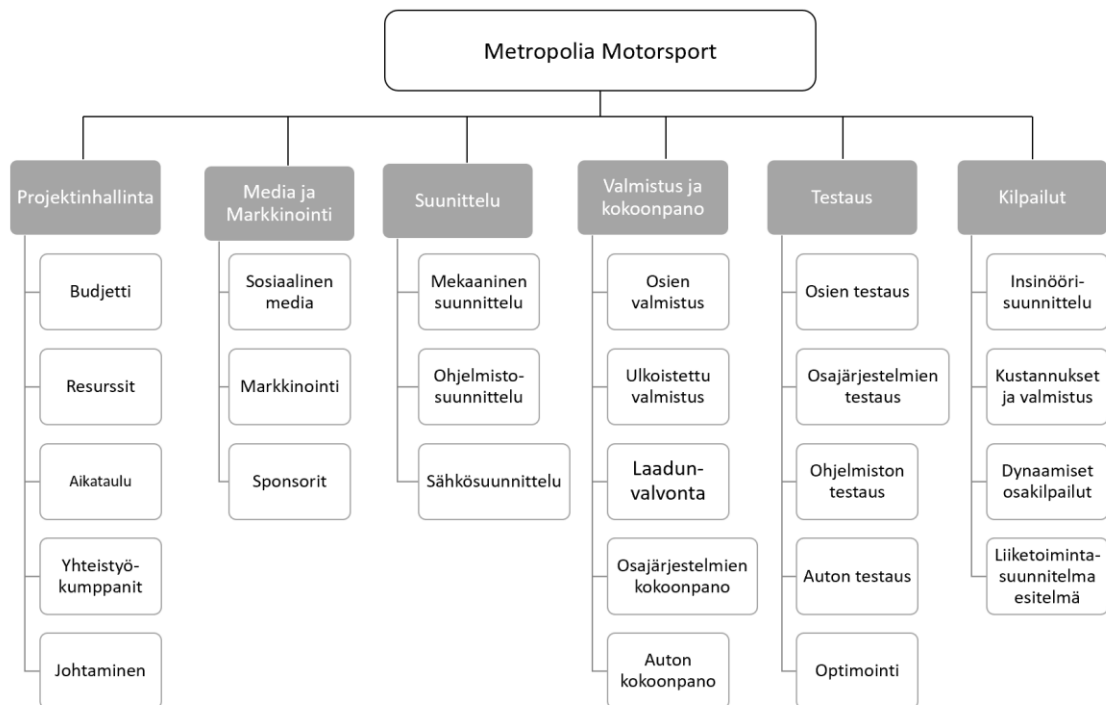
Usein projektin riskienhallintaan käytetään useampia tapoja yhdessä. (Stamatis D.H 2019: 54.) Metropolia Motorsport ei ole kaupallinen yritys, eikä sen tavoite ole tuottaa rahaa, ja siksi sen riskienhallinta-analyysillä ei ole niin suurta merkitystä projektin jatkuvuuden kannalta. Koska yksi projektin tavoitteista on kuitenkin valmistaa insinööriopiskelijoita työelämään ja toisaalta pärjätä hyvin Formula Student -kilpailuissa, katsottiin tärkeäksi luoda pohja yksityiskohtaiselle riskianalyysille. Riskianalyysia luodessa käytettiin monia eri metodeja, ja vaikka FMEA on työläämpi kuin monet muista metodeista, ja hyvin samankaltainen kuin RBS, päätettiin riskianalyysi tehdä FMEA-metodia käyttäen. Syitä tähän oli muun muassa se, että FMEA on laajalti käytössä ajoneuvoteollisuudessa, mitä alaa myös projekti edustaa, sekä FMEA-metodin tuttuus ajoneuvo- ja konetekniikan opiskelijoille Metropolia Ammattikorkeakoulun opinnoista.

Riskianalyysia varten laadittiin ensin hankkeen ositus, englanniksi Work Breakdown Structure (WBS) tai toiselta nimeltään työrakennemalli. Sen pohjalta riskianalyysiä lähdettiin kehittämään vuoden 2021 kilpailuja varten tehdyn analyysin perusteella. Lisäksi apuna käytettiin post mortem -analyysia, eli pohdittiin mikä Metropolia Motorsportin aikaisemmillä kausilla on mennyt vikaan ja miten se voidaan tulevaisuudessa välttää.

3.2.1 Työrakennemalli

Työrakennemalli on hyvä työkalu esimerkiksi projektin kustannuksien arvioimiseen sekä riskienhallinnan suunnitteluun. Lisäksi työrakennemallin avulla on helppo jaotella projektin osaluetteloita ja työkuvia loogisiin kokonaisuuksiin. Työrakennemalli kuvataan usein rakennepuuna, jossa ensimmäisellä tasolla on itse projekti ja seuraavalla tasolla projektin eri osakokonaisuudet. Osakokonaisuuksien tulisi olla mahdollisimman riippumattomia toisistaan. Tasot jatkuvat aina edellistä pienempiin osakokonaisuuksiin ja tehtäviin, kunnes viimeisellä

tasolla on yksittäiset päivittäiset tehtävät. (Lock Dennis 2013: 176.) Kuvan 4 työrakennemallissa on kolme ensimmäistä tasoa.



Kuva 4. Metropolia Motorsport projektin työrakennemallin kolme ensimmäistä tasoa

Työrakennemallissa on omina osakokonaisuuksinaan projektinhallinnan, sekä median ja markkinoinnin lisäksi projektin eri vaiheet: suunnittelu-, valmistus ja kokoonpano- ja testausvaihe, sekä kilpailut.

3.2.2 FMEA

FMEA on alun perin Yhdysvaltain asevoimien kehittämä systeemi. Myöhemmin muun muassa NASA otti FMEA:n käyttöön avaruusohjelmassaan Apollossa, ja ajoneuvoteollisuuteen sen toi Ford Motor Company, kun heidän Pinto-nimisessä automallissa ilmeni vakavia turvallisuusriskejä kolaritilanteissa. Yhdysvaltalainen autoalan standardisointijärjestö Society of Automotive Engineers (SAE) on julkaissut standardin, joka ohjaa FMEA:n laatimista, mutta FMEA on otettu käyttöön monilla muillakin teollisuuden aloilla. (Carlson Carl S. 2012.)

Tyypillisesti FMEA:ssa tunnistetuista vikamoodeista arvioidaan vakavuus, sen ilmaantumistodennäköisyys ja sen havaitsemisen mahdollisuus. Kaikille näille annetaan jokin arvo yhdestä kymmeneen, joiden tulona saadaan riskille jokin prioriteetti-arvo, englanniksi risk priority number (RPN). (Bissonette Mike 2016.) Mikäli riskien havaitsemisen luokitus on vaikea määrittää, voidaan riskien arvioinnissa käyttää myös kriittistä arvoa (CN). CN-luku lasketaan siis vain vakavuuden ja ilmaantuvuustodennäköisyyden tulona. RPN- ja CN-luvun lisäksi voidaan käyttää SOD-arvoa, joka tulee englanninkielisistä sanoista severity, occurrence ja detection. SOD-arvo eroaa RPN-luvusta siten, että vakavuuden, ilmaantuvuustodennäköisyyden ja havaitsemisen mahdollisuus arvioidaan asteikolla nolasta yhdeksään ja lopullinen SOD-arvo lasketaan kertomalla vakavuuden arvo sadalla ja lisäämällä siihen kymmenkertainen ilmaantuvuustodennäköisyys, sekä havaitsemisen mahdollisuuden arvo (Hartwell John 2022). SOD-arvo painottaa siis eniten riskin vakavuutta, ja havaitsemisen mahdollisuudella on pienin vaikutus.

RPN-luvun heikkous riskien prioriteetin määrittämisessä on se, että kaksi riskiä voivat saada saman arvon, vaikka ne eivät ole yhtä kriittisiä. Näissä tapauksissa korkeamman prioriteetin riski on se, jonka vakavuus ja ilmaantuvuusluku on korkeampi. Tässä suhteessa SOD-arvo on parempi indikaattori vikamoodin kriittisyydestä, vaikka RPN onkin yleisemmin käytetty. (Hartwell John 2022.)

Riskienhallinnallisiin toimiin on muutama lähestymistapa. RPN-luvulle voidaan määrittää raja arvo, jonka ylittävät vikamoodit vaativat toimenpiteitä. Toinen tapa on aloittaa korkeimman RPN-luvun saadusta vikamoodista, ja parantaa toimintaa tämän toiminnon osalta, siirtyen aina seuraavaan, kunnes päästään määritettyyn tavoitteeseen. Vikamoodien priorisoinnissa voidaan käyttää myös erilaisia matriiseja. (Hartwell John 2022.)

Kuvassa 5 on esitetty matriisi, jota käytettäessä RPN-luvun lisäksi otetaan huomioon vikamoodin vakavuus. Tällöin ei tule ongelmia saman RPN-luvun saaneiden vikamoodien priorisoinnissa.

Vakavuus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	RPN x100
10	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
9	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
8	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
7	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
6	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	
5	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	
4	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	
3	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red	Red	
2	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	
1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green	

Kuva 5. RPN-luvun lisäksi vakavuuden huomioon ottava riskimatriisi (Hartwell John 2022)

Matriisin pystyivillä on vikamoodin vakavuusarvo ja vaakarivillä vikamoodin RPN-luvun sadasosa Matriisissa vihreä tarkoittaa, että vikamoodi ei vaadi toimenpiteitä ja vastaavasti punainen väri kertoo, että tulisi tehdä toimenpiteitä riskin hallitsemiseksi.

Mikäli riskejä arvioidaan vain CN-luvun mukaan, voitaisiin käyttää kuvan 6 mukaista matriisiä, jossa vain vikamoodin vakavuudella ja ilmaantuvuudella on merkitystä.

Vakavuus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ilmaantuvuus
10	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
9	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
8	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
7	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
6	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
5	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	
4	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	
3	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	
2	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	
1	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	

Kuva 6. Vakavuuden ja ilmaantuvuuden arvoihin perustuva riskimatriisi (Hartwell John 2022)

Kuten kuvan 5 matriisissa, myös kuvan 6 matriisissa vihreä tarkoittaa, että vikamoodi ei vaadi toimenpiteitä, kun taas punaiselle sijoittuvat vikamoodit vaativat. Kuvan 6 matriisissa lisäksi ilmaantuva keltainen tarkoittaa, että vikamoodille voidaan harkinnanvaraisesti tehdä toimenpiteitä. (Hartwell John 2022.)

Kaudella 2021 laaditussa riskianalyysissä ei arvioitu vikamoodien havaitsemista, mutta Formula Student -kilpailujen tuomarien antaman palautteen perusteella se haluttiin arvioida uutta FMEA:ta laatiessa. Siten prioriteettia voidaan arvioida joko RPN-luvun tai SOD-arvon perusteella.

Vikamoodien seurausten vakavuuden, niiden ilmaantumisen ja havaitsemisen arvioinneissa käytettiin SAE:n standardin J1739 mukaisia luokitteluja. Standardissa on erikseen määritelty Design FMEA ja Process FMEA. Kumpikaan ei kuitenkaan suoraan sovellu projektinhallinnan riskien arviointiin, minkä vuoksi standardin mukaisen prosessi FMEA:n arviointitaulukoiden perusteella laadittiin soveltuvat taulukot. Alkuperäiset englanninkieliset taulukot ovat liitteessä 1. Taulukossa 3 on esitetty kriteerit vakavuuden arvioimiseen.

Taulukko 3. Vikamoodin vakavuuden arviointi

Vaikutus	Kriteeri: Vaikutuksen vakavuus	Arvo
Vaarallinen ilman varoitusta	Voi vaarantaa prosessin/toiminnon. Todella korkea vakavuus arvo, kun virhe johtaa vaaratilanteeseen ja/tai lakien ja säädösten noudattamatta jättämiseen. Virhe tapahtuu ilman varoitusta.	10
Vaarallinen varoituksella	Voi vaarantaa prosessin/toiminnon. Todella korkea vakavuus arvo, kun virhe johtaa vaaratilanteeseen ja/tai lakien ja säädösten noudattamatta jättämiseen. Virhe tapahtuu varoituksella.	9
Todella korkea	Aiheuttaa merkittävän häiriön prosessissa/toiminnossa. Koko prosessi/toiminto täytyy aloittaa alusta/tehdä uudestaan. Asiakas on hyvin tyytymätön.	8
Korkea	Aiheuttaa vähäisen häiriön prosessissa/toiminnossa. Osa prosessista/toiminnosta täytyy aloittaa alusta/tehdä uudestaan. Asiakas on tyytymätön.	7
Kohtalainen	Aiheuttaa vähäisen häiriön prosessissa/toiminnossa. Osa prosessista/toiminnosta täytyy aloittaa alusta/tehdä uudestaan. Asiakas on hieman tyytymätön.	6
Alhainen	Aiheuttaa vähäisen häiriön prosessissa/toiminnossa. Koko prosessi/toiminto täytyy muokata/suunnitella uudelleen. Asiakas on hieman tyytymätön.	5
Todella alhainen	Aiheuttaa vähäisen häiriön prosessissa/toiminnossa. Osaa prosessista/toiminnosta täytyy muokata/suunnitella uudelleen. Asiakas huomaa virheen	4
Vähäinen	Aiheuttaa vähäisen häiriön prosessissa/toiminnossa. Osaa prosessista/toiminnosta täytyy muokata/suunnitella uudelleen. Asiakas saattaa huomaa virheen	3

Todella vähäinen	Aiheuttaa vähäisen häiriön prosessissa/toiminnossa. Osaa prosessista/toiminnosta täytyy muokata/suunnitella uudelleen. Asiakas ei huomaa virhettä	2
Mitätön	Ei vaikutusta	1

Taulukon mukaisesti korkeimman arvon vakavuudesta, saa riskit, jotka toteutuessaan aiheuttavat merkittävää vahinkoa prosessille tai toiminnolle vaarantaen sen. Korkeimman arvon saa myös sellaiset virheet, jotka aiheuttavat vaaratilanteen tai jotka johtavat lakien tai säädösten rikkomiseen. Metropolia Motorsportin tapauksessa vakavin seuraamus olisi projektin lakkauttaminen Metropolia Ammattikorkeakoulun toimesta, mutta eri toimintojen kohdalla voidaan ajatella myös kyseisen toiminnon epäonnistuminen. Lakien ja säännösten voidaan ajatella tarkoittavan Suomen lakien ja säädösten lisäksi ammattikorkeakoulun antamia määräyksiä ja Formula Student -kilpailujen sääntöjä. Kaikista pienimmän arvon saa sellaiset riskit, jotka eivät aiheuta seurauksia. SAE-standardin mukaisesti, jos vikamoodi voi aiheuttaa eriasteisia seurauksia, kirjataan ylös vakavimman mukainen arvo (SAE J1739). Koska Metropolia Motorsportilla ei ole varsinaisesti asiakkaita, voidaan taulukossa mainitun asiakkaan ymmärtää tarkoittavan toiminnosta riippuen joko Metropolia Ammattikorkeakoulua tai projektin yhteistyökumppaneita.

Ilmaantuvuuden arvo määräytyy sen mukaan, kuinka todennäköisesti tietyn virheen ennustetaan tapahtuvan. Ilmaantuvuuden määrittämiseksi olisi paras käyttää olemassa olevaa dataa aiemmista projekteista tai prosesseista, mutta Metropolia Motorsportin historiassa tällaista dataa ei ole kerätty järjestelmällisesti. Taulukossa 4 on esitetty mitä arvoja eri todennäköisyydellä ilmaantuville vikamodeille annetaan.

Taulukko 4. Vikamoodin ilmaantuvuuden todennäköisyys

Virheen todennäköisyys	Mahdolliset virheen todennäköisyydet	Arvo
Todella korkea: virhe on lähes mahdoton välttää	$\geq 1/2$	10
	1/3	9
Korkea: Yleisesti yhdistetty samankaltaisiin projekteihin, jotka ovat usein epäonnistuneet	1/8	8
	1/20	7
Kohtalainen: Yleisesti liitetty projekteihin, joissa on tapahtunut ajoittaisia virheitä, mutta ei suuressa mittakaavassa	1/80	6
	1/400	5
	1/2000	4
Alhainen: Yksittäisiä virheitä ilmennyt samantapaisissa projekteissa	1/15000	3
Vähäinen: Vain yksittäisiä virheitä ilmennyt samanlaisissa projekteissa	1/150000	2
Vähäinen: Virhe on epätodennäköinen. Samanlaisissa projekteissa ei ole ilmennyt virhettä	$\leq 1/1500000$	1

Ilmaantuvuuden korkeimman arvon saa vikamoodit, joiden toteutuminen on lähes väistämätöntä, ja pienimmän ne, joiden toteutuminen on epätodennäköistä. Tällaisina vikamoodeina voidaan pitää sellaisia, joita ei ole tiedettävästi tapahtunut samanlaisissa prosesseissa.

Taulukossa 5 on esitetty kriteerit havaitsemisarvojen määrittämiselle.

Taulukko 5. Vikamoodin havaitseminen

Havaitseminen	Kriteeri: Todennäköisyys havaita virhe	Arvo
Lähes mahdoton	Ei tunnettuja tapoja havaita virhe	10
Todella vähäinen	Todella vähäinen todennäköisyys havaita virhe nykyisillä keinoilla.	9
Vähäinen	Vähäinen todennäköisyys havaita virhe nykyisillä keinoilla.	8
Todella alhainen	Todella alhainen todennäköisyys havaita virhe nykyisillä keinoilla.	7
Alhainen	Alhainen todennäköisyys havaita virhe nykyisillä keinoilla.	6
Kohtalainen	Kohtalainen todennäköisyys havaita virhe nykyisillä keinoilla.	5
Kohtalaisen korkea	Kohtalaisen korkea todennäköisyys havaita virhe nykyisillä keinoilla.	4
Korkea	Korkea todennäköisyys havaita virhe nykyisillä keinoilla.	3
Todella korkea	Todella korkea todennäköisyys havaita virhe nykyisillä keinoilla.	2
Lähes varma	Nykyisillä keinoilla virhe havaitaan lähes varmasti. Luotettavia keinoja havaita virhe samankaltaisissa prosesseissa/toiminnoissa tunnetaan.	1

Suurimman havaitsemisarvon saa sellaiset vikamoodit, joita on mahdoton havaita, ja pienimmän sellaiset, jotka lähes varmasti havaitaan nykyisillä prosesseilla. Havaitsemisarvot projektinhallintaan liittyville riskeille ovat vaikea määrittää, koska projektinhallintaan ei voi soveltaa samanlaista laadunvalvontaa kuin esimerkiksi osien tuotantoon. Havaitsemisarvojen määrittämisessä arvioitiin kuinka ennustettavissa eri riskien toteutuminen olisi, tai kuinka pian ongelman havaitsemisen jälkeen se aiheuttaisi seurauksia ja siten myös sitä, ehdittäisiinkö vielä tehdä toimenpiteitä, jotta vikamoodi ei toteutuisi.

Vikamoodit jaoteltiin työrakennemallin mukaisesti eri osakokonaisuuksiin liittyviksi. Jokaiseen vikamoodiin liittyen kirjattiin ylös edellä mainittujen arvojen lisäksi vikamoodin vaikutus projektiin toteutuessaan, sen mahdollinen aiheuttaja, minkälaisia keinoja projektissa on ollut käytössä näiden vikamoodien ehkäisemiseksi ja minkälaisia toimia voitaisiin vielä tehdä. Lopuksi vikamoodeille laskettiin RPN-luku.

Vikamoodien tunnistaminen aloitettiin miettimällä, mitä toimintoja projektissa on, tai mitä tulee saada aikaiseksi. Esimerkiksi budjetoinnin osalta, projektilla tulee olla riittävä budjetti, joka koostuu ammattikorkeakoulun tuesta sekä sponsoreista. Siitä päästään vikamoodeihin, joita on muun muassa sponsoreiden, tai Metropolia Ammattikorkeakoulun vetäytyminen projektin rahallisesta tukemisesta.

Koska vikamoodit liitettiin projektin toimintoihin tai saavutettaviin asioihin, osa vikamoodeista toistuu taulukossa. Toiminnan mukaan lajittelu kuitenkin mahdollistaa sen, että voidaan keskittyä vikamoodeihin, jotka liittyvät tärkeimpiin toimintoihin, vaikka niiden RPN-luku olisi pienempi kuin jonkin toisen vikamoodin. Vikamoodin vakavuutta on arvioitu aina kyseisen toiminnan kannalta, ei välttämättä koko projektin. Esimerkiksi budjetin riittämättömyys kilpailuihin osallistumiseksi on vakavaa kilpailuihin osallistumisen kannalta, mutta ei koko projektin kannalta, sillä se on lopulta vain pieni osa projektia. Kilpailuihin osallistuminen ei takaa sponsoreita, eikä projektin jatkumista muullakaan tapaa, vaikka se onkin joillekin opiskelijoille merkittävä motivaation lähde projektiin osallistumiselle. Monet vikamoodit ovat yhteydessä projektiin osallistuvien opiskelijoiden moti-

vaation, osaamiseen tai taloudelliseen tilanteeseen, mikä tekee näiden ilmaantumisen todennäköisyyden arvioinnin erittäin vaikeaksi. Lisäksi kausien 2020 ja 2021 aikana vallinnut koronaviruspandemia vaikeuttaa arviointia, sillä näiden kausien tapahtumia ei suoraan voi käyttää hyväksi arvioinnissa poikkeuksellisuutensa vuoksi.

4 Tulokset

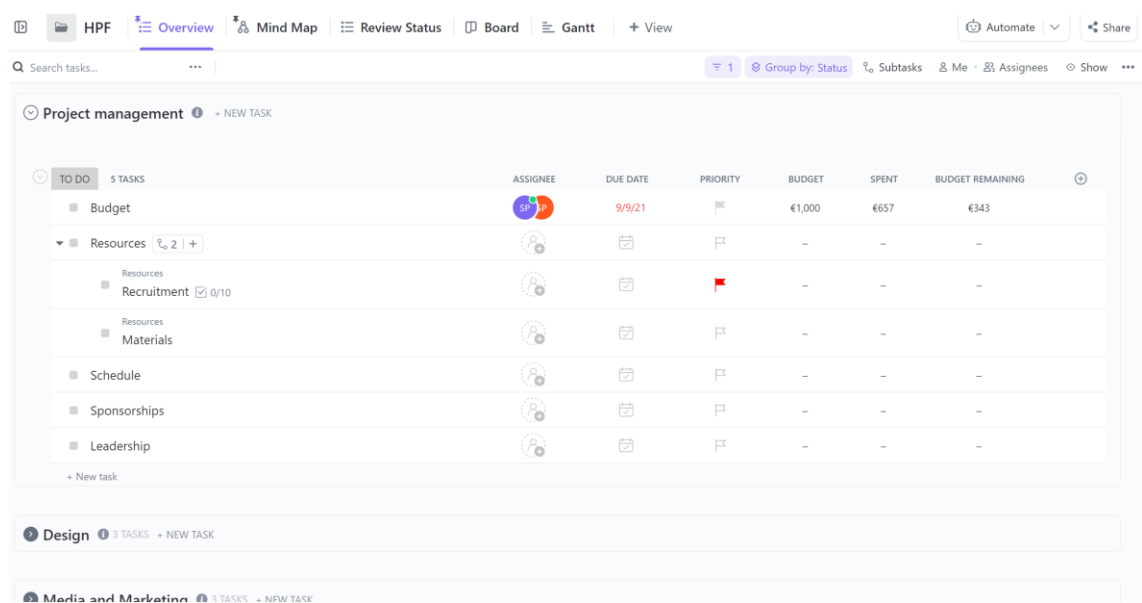
4.1 Projektinhallintatyökalu

Metropolia Motorsportin tarpeisiin parhaaksi projektinhallintatyökaluksi todettiin ClickUp. ClickUp:iin tehtiin valmis sivupohja, jota tulevat projektit voivat käyttää. Koska projektissa on mukana kansainvälisiä opiskelijoita, tehtiin pohja englanninkieliseksi. Pohjan suunnittelussa pyrittiin siihen, että se olisi mahdollisimman yksinkertainen käyttää, mutta antaisi kaiken tarvittavan ja projektinhallinnan kannalta oleellisen informaation.

Pohjan rakentaminen aloitettiin luomalla työtila, johon luotiin projektikansio. Projektikansioon tehtiin lista WBS-mallin mukaisista osakokonaisuuksista, joihin lisättiin tehtäviä. Osaan tehtävistä lisättiin alitehtäviä eri osa-alueille esimerkiksi. Näihin alitehtäviin voi tehdä listoja kaikista yksittäisistä tehtävistä, josta myös tehtiin esimerkki. Tehtäviin ja alitehtäviin lisättiin sarakkeet, joihin voi täyttää kyseiseen tehtävään suunnitellun ja käytetyn budjetin, sekä kolumni, joka laskee vielä käytettävissä olevan budjetin automaattisesti näiden pohjalta. Näin rakennetulla pohjalla budjettia ei voi laatia kovin tarkasti, sillä listan nimikkeisiin ei voi lisätä budjettia. Toisaalta projektin puitteissa ei useinkaan ole tarvetta, tai edes mahdollisuuksia, budjetoida niin tarkasti. Pohjan olisi voinut rakentaa myös niin sanotusti yhtä tasoa ylemmäs, siten että työtilaan olisi luotu kansiot WBS-mallin mukaisista osakokonaisuuksista. Tämä koettiin kuitenkin sekavammaksi, kun halutaan tarkastella ohjelmassa koko projektia. Lisäksi pohja mahdollistaa nyt uuden projektin alkaessa, kansion tekemisen kyseiselle vuodelle niin että edellisen vuoden tiedot säilyvät helposti tarkasteltavissa. Se taas mahdollistaa esimerkiksi myöhässä valmistuneiden tehtävien tarkastelun ja

huomioon ottamisen projektin aikataulua laatiessa. ClickUp:ssa on myös mahdollista seurata tehtäviin kulutettua aikaa, mikä auttaa etenkin valmistusvaiheessa arvioimaan työmääriä.

ClickUp-ohjelma mahdollistaa eri tehtävien välisten riippuvuuksien määrittämisen ja ohjelman avulla on helppo tehdä ajatuskartta tai GANTT-kaavio, joko koko projektista, tai pienemmästä osakokonaisuudesta. Lisäksi voi valita monista eri tavoista, miten tehtäviä haluaa tarkastella, esimerkiksi päivämäärän, statuksen tai vastuuhenkilön mukaan. Kuvassa 7 näkyy pohjan perusnäky.

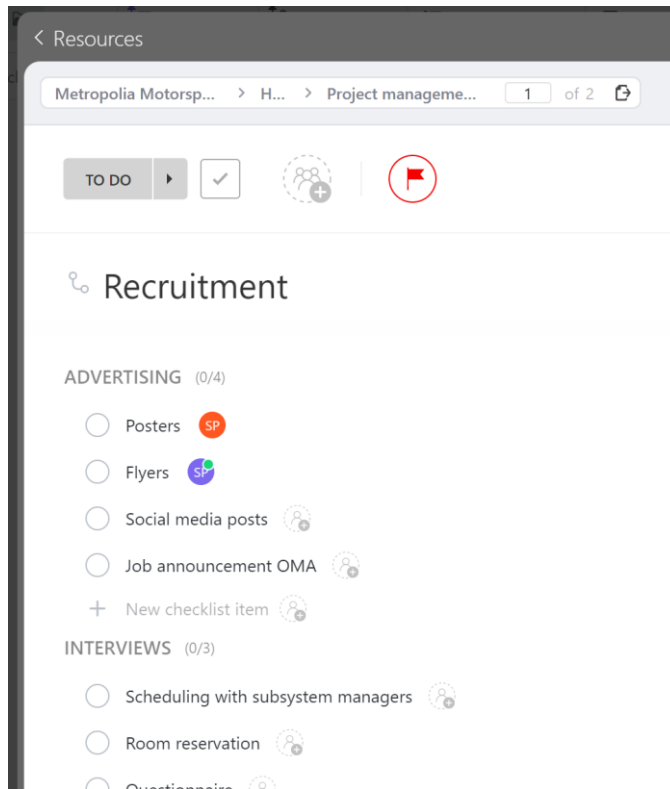


Kuva 7. Perusnäky Metropolia Motorportsille ClickUp -projektinhallintatyökaluun laaditusta pohjasta

Kuvassa 7 vasemmalla ylhäällä näkyy kansion nimi ja sen vieressä erilaisia näkymiä, mitä voi tarkastella. Alla näkyy osakokonaisuudet, jotka voi pienentää tai laajentaa, riippuen siitä mitä haluaa tarkastella. Projektinhallinnan toisen tehtävän, resurssien, alla näkyy alitehtäviä, joista ensimmäiseen on esimerkkinä luotu tarkistuslistoja. Tästä näkymästä nähdään suoraan, kuinka monta kohtaa tarkastuslistoissa on yhteensä ja kuinka monta on merkitty valmiiksi, kuvan alitehtävissä niitä on 10, joista yhtäkään ei ole merkitty tehdyksi. Tässä näkymässä nähdään myös, jos alitehtävä on osoitettu yhdelle tai useammalle henkilölle, tehtävän valmistumisen määräpäivä, minkälainen prioriteetti tehtävälle on ase-

tettu sekä tehtävään osoitettu budjetti, mitä siitä on käytetty, ja paljonko on vielä jäljellä.

Kuvassa 8 on esitetty näkymä, kun avaa jonkin alitehtävän. Kuvassa on resursien alitehtävä ”recruitment”, eli rekrytointi.



Kuva 8. Avattu tehtävänäkymä

Kuvassa nähdään, kuinka alitehtävään voi lisätä useita erinimisiä tarkistuslistoja, joiden kohdat voidaan edelleen osoittaa yhdelle henkilölle. Näkymän yläreunassa näkyy myös tehtävän status, joka kuvassa on ”to do”. Statuksen voi asettaa myös olevan ”in progress” eli työnalla, ”ready” eli valmis tai ”complete”. Tällaiset voivat siis merkitä tehtävän tehdyksi, ja osa-aluevastaava, tekninen päällikkö, tai projektipäällikkö voi merkitä tehtävän loppuunsaatetuksi tarkastettuaan työn.

ClickUp-pohja kokoaa kaikki projektinhallinnalliset asiat yhdelle alustalle ja helpottaa siten tiimin toimintaa. Viestintäkanavana se ei kuitenkaan toimi, eikä suu-

rien datamäärien tallentamiseen. Metropolia Motorsportin käyttäessä Microsoft Teamsia kaudella 2021 tärkeän informaation viestintään, huomattiin että perinteisemmät viestisovellukset kuten WhastApp, ovat parempia, sillä tieto saavuttaa luotettavammin ja nopeammin ne henkilöt, kenelle se on tarkoitettu. Tallennustilana Metropolia Motorsportin Confluence-Wiki toimii erinomaisesti suunnitelmamateriaalin keräämiseen. Sinne on mahdollista kerätä useiden vuosien dokumentaatiota, johon uudet tiimiläiset voivat tutustua suunnitellessaan uutta ajoneuvoa ja uusia osia. Lisäksi sinne on tallennettu vuoden 2021 Sveitsin Formula Student -etäkilpailuista tuomareilta saatu palaute, ja jatkossa tuomareiden palaute yhdessä tuomareille esitetyn materiaalin kanssa olisi hyvä tallentaa samalla tavalla, jotta mahdollisimman monet projektiin osallistuvat opiskelijat voivat oppia ammattilaisten palautteesta, ja siten parantaa kilpailutuloksia.

4.2 Riskianalyysi

Tässä opinnäytetyössä laadittu FMEA projektinhallinnalle toimii pohjana Metropolia Motorsport projektin tuleville kausille. Kaikille projektin osille laadittiin pohja, jota Metropolia Motorsport voi käyttää laatiessaan projektin eri vaiheille ja osa-alueille FMEA:n. Laadittu FMEA on hyvä alku riskienhallinnalle, mutta projektin tulee tarkentaa ja laajentaa FMEA:ta myös projektinhallinnan osalta tarpeen vaatiessa. FMEA:n laatiminen on hyvin työläs prosessi ja koska monet vikamoodeille annetut arvot ovat arvioita ja pitkälti mielipide asia, olisi parasta, jos projekti muodostaisi riskienhallintaan keskittyvän tiimin, joka kävisi läpi laaditun FMEA:n, tekisi mahdolliset muutokset, ja määrittäisi ehkäisevät toimenpiteet ja vastuuhenkilöt. Tällaisen tiimin tulisi koostua korkeintaan kolmesta tai neljästä henkilöstä, sillä liian suuri tiimi voi johtaa siihen, että yhteisymmärrykseen ei päästä.

FMEA prosessiin kuuluu, että riskien vakavuus, ilmaantuvuus ja havaitseminen arvioidaan uudelleen, kun ehkäisevät toimet on tehty. Tälle on erillinen kohta FMEA pohjassa, ja se jää projektille tehtäväksi. Riskien priorisoimiseen päätettiin olla käyttämättä matriisia, sillä sen ei katsottu olevan tarpeellista, sillä vikamoodeja on suhteessa vähän, ja vikamoodien seuraamukset vähäisiä. Sen si-

jaan riskienhallinnalliset toimet katsottiin järkevimmäksi aloittaa korkeimman RPN-luvun saaneesta vikamoodista. Mikäli kahdella tai useammalla vikamoodilla on yhtä suuri RPN-luku, on vikamoodien vakavuusarvo helppo tarkistaa, ja priorisoida siten korkeimman vakavuusarvon vikamoodi. Projektinhallinnan osalta laadittu riskianalyysi löytyy liitteestä 2.

5 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli kehittää Formula Student -tiimin, Metropolia Motorsportin, projektinhallintaa projektinhallintatyökalujen sekä riskianalyysin osalta. Projektinhallintatyökaluja vertailtiin Excel-taulukon avulla, ja arvioitavat ominaisuudet pisteytettiin ja niille määritettiin painoarvot soveltuvimman työkalun löytämiseksi. Vertailun perusteella Metropolia Motorsportin suositellaan ot-tavan käyttöön ClickUp-projektinhallintatyökalu, johon laadittiin projektille val-miiksi pohja, jota projekti voi tulevaisuudessa käyttää ja muokata vastaamaan muuttuvia tarpeitaan. Lisäksi projektille aloitettiin laatimaan riskianalyysia FMEA-metodilla. Projektin työrakennemallin mukaisille osakokonaisuuksille laa-dittiin FMEA-pohjat Exceliin. Riskianalyysi laadittiin projektille projektinhallinnan osalta, ja projektin suositellaan muodostavan pieni ryhmä, joka tarkastaisi ja täydentäisi laaditun riskianalyysin, laatisi riskianalyysin myös muille projektin osakokonaisuuksille ja määrittäisi tarvittavat riskinhallinnalliset toimet.

Lähteet

Bere, Paul. 2018. Product Lifecycle Management : Terminology and Applications. E-kirja. IntechOpen

Bissonette, Mike. 2016. Project Risk Management: A Practical Implementation Approach. E-kirja. Project Management Institute, Inc.

Carlson, Carl S. 2012. Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes Using Failure Mode and Effects Analysis. E-kirja. John Wiley & Sons, Inc.

Formula Student Rules 2022. Formula Student Germany.

Hartwell, John. 2022. FMEA RPN – Risk Priority Number. How to Calculate and Evaluate? Verkkoaineisto. iQAsystem. < <https://www.iqasystem.com/news/risk-priority-number/> >. Luettu 11.12.2022

Lock, Dennis. 2013. Project Management. E-kirja. Gower.

Noukka, Laura. 2017. Projektien riskienhallinta. Verkkoaineisto. Riskiblogi. < <https://riskiblogi.fi/?p=595> >. Luettu 20.11.2022

Projektinhallintatyökalu – 9 suosittua vaihtoehtoa esittelyssä. Verkkoaineisto. Softia.fi. < <https://softia.fi/projektinhallinta/projektinhallintatyokalut-esittely/> >. Luettu 28.6.2022

Stamatis, D.H. 2019. Risk Management Using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). E-kirja. Quality Press.

SAE J1739. Potential Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Including Design FMEA, Supplemental FMEA-MSR, and Process FMEA. 2021. SAE International

SAE J1739 arviointitaulukot

Effect	Criteria: Severity of effect	Ranking
Hazardous without warning	May endanger machine or assembly operator. Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompliance with government regulation. Failure will occur without warning.	10
Hazardous with warning	May endanger machine or assembly operator. Very high severity ranking when a potential failure mode affects safe vehicle operation and/or involves noncompliance with government regulation. Failure will occur with warning.	9
Very high	Major disruption to production line. 100 % of product may have to be scrapped. Vehicle /item inoperable, loss of primary function. Customer very dissatisfied.	8
High	Minor disruption to production line. Product may have to be sorted and a portion (less than 100 %) scrapped. Vehicle operable, but a reduced level of performance. Customer dissatisfied.	7
Moderate	Minor disruption to production line. A portion (less than 100 %) of the product may have to be scrapped (no sorting). Vehicle/item operable, but some comfort/convenience item(s) inoperable. Customer experiences discomfort	6
Low	Minor disruption to production line. 100 % of product may have to be reworked. Vehicle/item operable, but some comfort/convenience item(s) operable at reduced level of performance. Customer experiences some dissatisfaction.	5
Very low	Minor disruption to product line. The product may have to be sorted and a portion (less than 100 %) reworked. Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by most customers.	4
Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100 %) of the product may have to be worked on-line but out-of-station. Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by average customers.	3
Very Minor	Minor disruption to production line. A portion (less than 100 %) of the product may have to be worked on-line but in-station. Fit & Finish/Squeak & Rattle item does not conform. Defect noticed by discriminating customers.	2
None	No effect.	1

Probability of Failure	Possible Failure Rates	Cpk	Ranking
Very High: Failure is almost inevitable	≥ 1 in 2	< 0.33	10
	1 in 3	≥ 0.33	9
High: Generally associated with processes similar to previous processes that have often failed	1 in 8	≥ 0.51	8
	1 in 20	≥ 0.67	7
Moderate: Generally associated with processes which have experienced occasional failures, but not in major proportions	1 in 80	≥ 0.83	6
	1 in 400	≥ 1.00	5
	1 in 2000	≥ 1.17	4
Low: Isolated failures associated with similar processes	1 in 15000	≥ 1.33	3
Very Low: Only isolated failures associated with almost identical processes	1 in 150000	≥ 1.50	2
Remote: Failure is unlikely. No failures ever associated with almost identical processes	≤ 1 in 1500000	≥ 1.67	1

Detection	Criteria: Likelihood of Existence of a Defect will be Detected by Process Controls Before Next or Subsequent Process, or Before Part or Component Leaves the Manufacturing or Assembly Location	Ranking
Almost Impossible	No known control(s) available to detect failure mode	10
Very Remote	Very remote likelihood current control(s) will detect failure mode	9
Remote	Remote likelihood current control(s) will detect failure mode	8
Very Low	Very low likelihood current control(s) will detect failure mode	7
Low	Low likelihood current control(s) will detect failure mode	6
Moderate	Moderate likelihood current control(s) will detect failure mode	5
Moderately High	Moderately high current control(s) will detect failure mode	4
High	High likelihood current control(s) will detect failure mode	3
Very High	Very high likelihood current control(s) will detect failure mode	2
Almost Certain	Current control(s) almost certain to detect the failure mode. Reliable detection controls are known with similar processes.	1

