

Tatyana Ivanova

TALOTEKNIIKKAHORMIEN SUUNNITTELURESURSSIEN KAPASITEETINHALLINTA

Opinnäytetyö

Tekniikan ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Projekti- ja myyntijohtamisen koulutus (ylempi amk)

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Tutkintonimike

Tekijä/Tekijät

Työn nimi

Toimeksiantaja

Vuosi

Sivut

Työn ohjaaja(t)

[Insinööri \(ylempi AMK\)](#)

Tatyana Ivanova

Talotekniikkahormien suunnitteluresurssien kapasiteetinhallinta

Parma Oy

Lokakuu 2020

44 sivua

Matti Koivisto, Pasi Salmela

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä työn resursoinnin ja tehokkuuden arviointiin. Varsinaisessa kehityshankkeessa perehdyttiin työn toimeksiantajan Parman talotekniikkahormien parametreihin ja selvitettiin, mitkä niistä kuvaavat parhaiten tarvittavien suunnitteluresurssien määrää. Lisäksi tavoitteena oli kehittää näiden tietojen pohjalta resurssienhallintaohjelmaa.

Tämä työ on yhden tapauksen tapaustutkimus, ja se toteutettiin lineaarisena tutkimustyönä. Teoreettisessa viitekehyksessä perehdyttiin työvoimavaarahlintaan ja resursointiin sekä tutkittiin, miten mallintamista voidaan hyödyntää organisaation toimintojen kehittämisessä. Kehittämishankkeen aineisto oli projektienhallintajärjestelmässä olevaa numeerista dataa, joka perustui kahteenkymmeneen neljään projektiin. Tekniikkahormien parametrien tutkimisessa sovellettiin määrällistä eli kvantitatiivista tutkimusmenetelmää jossa saatuja tuloksia analysoitiin ja esitettiin numeerisesti keskiarvoina.

Opinnäytetyössä saavutettiin toimeksiantajan asettamat tavoitteet. Työssä kehitetty malli ei anna tarkkaa ennustetta tarvittaville resursseille. Siihen vaikuttavat seikat on analysoitu, ja päällimmäiseksi syyksi nousi suhteellisen pieni lähtötietojen määrä. Tämä työ on kuitenkin hyvä pohja mallin kehittämiseksi.

Tästä opinnäytetyöstä on tehty kaksi versiota liikesalaisuuksien säilyttämiseksi. Täydellinen versio on tehty toimeksiantajalle. Julkaistavassa versiossa olevat luvut eivät ole todellisia lukuja.

Asiasanat: työteho, resursointi, mallintaminen, betonielementit

Degree	Master of Engineering
Author (authors)	Tatyana Ivanova
Thesis title	Technical duct elements design resource management
Commissioned by	Parma Oy
Time	October 2020
Pages	44 pages
Supervisor	Matti Koivisto, Pasi Salmela

ABSTRACT

The purpose of this thesis was to get acquainted with the evaluation of work resourcing and efficiency. The actual work had to study the parameters of Parma's technical duct elements and find out which ones best describe the number of design resources needed and develop a resource management program. In addition, the goal was to develop a resource management program based on this information.

This work was a case study of one case and it was carried out as linear research work. The theoretical framework focused on workforce risk management and resourcing, and examined how modeling can be utilized in the development of organizational functions. The material for the actual work was numerical data in a project management system based on twenty-four projects. In the study of the parameters of the technical duct elements, a quantitative research method was applied, in which the obtained results were analyzed and presented as numerical means.

The thesis reached its initial goals. The model developed in the work does not give an accurate forecast of the required resources. The factors affecting it were been analyzed and the main reason was the relatively small amount of input data. However, this work is a good basis for testing and developing the model.

Two versions of this thesis were made to protect trade secrets. The complete version was made for the client and the figures in the published version are not actual figures.

Keywords: work efficiency, resourcing, modeling, concrete elements

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	TYÖVOIMAVAROJEN HALLINTA JA TYÖNOHJAUS	6
2.1	Työvoimavarojen hallinta	6
2.2	Työnohjaus ja sen eri muodot.....	12
2.3	Resursointi.....	15
2.4	Suorituskyvyn mittaaminen	16
3	MALLINTAMINEN ORGANISAATION TOIMINTOJEN KEHITTAMISESSÄ.....	18
3.1	Liiketoimintaprosessien mallintaminen	19
3.2	Työprosessien mallintaminen	22
4	TOIMEKSIANTAJAN, TUTKIMUKSEN KOHTEEN JA MENETELMIEN ESITTELY...24	
4.1	Alan johtava betonirakentamisen asiantuntija.....	24
4.2	Parman tekniikkahormit ja niiden suunnittelu.....	25
4.3	Työn tavoitteet ja menetelmät.....	27
5	AINEISTOKERUU JA MALLIN KEHITTÄMINEN.....	28
6	TULOSTEN ANALYSOINTI JA MALLIN TESTAUS	39
7	YHTEENVETO	42
	LÄHTEET.....	43

1 JOHDANTO

Rakennusala on hyvin riippuvainen talouden suhdanteista, ja tämä heijastuu myös rakennustuoteteollisuuden tuotannon volyymeihin. Betonirakenteisia rakennustuotteita valmistavan yrityksen tuotannon määrää saattaa vaihdella vuoden sisällä huomattavasti mikä tuo haasteita resurssien hallintaan. Joten toimivalla työnohjauksella ja resurssienhallinnalla on iso merkitys yrityksen tehokkaassa toiminnassa.

Tämän opinnäytetyön tilaaja ja kohde on Parma Oy:n tekniikkahormien suunnitteluyksikkö. Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä työn resursoinnin ja tehokkuuden arviointiin aikaisempien tutkimusten avulla sekä soveltaa näitä tietoja käytännössä. Varsinaisen kehityshankkeen päätarkoituksena on luoda työkalu tekniikkahormielementtien suunnitteluosaston resurssien hallintaan. Työkalut avulla on tarkoitus laskea jokaisen suunnitteluosastoon tulevan tilauksen eli kohteen suunnitteluresurssitarvetta sekä hallinnoida suunnitteluosaston työkuormaa. Työn aikana selvitetään myös, mitkä talotekniikkaelementtien parametreista kuvaavat parhaiten tarvittavan suunnitteluresurssin määrän.

Työn tutkimusstrategiana on yhden tapauksen tapaustutkimus, ja se toteutetaan lineaarisena tutkimustyönä, joka sisältää seuraavat vaiheet: tavoitteiden alustava määrittely, teoreettisen viitekehiksen rakentaminen, tavoitteen täsmennys, aineistonkeruu, mallin kehittäminen ja testaaminen sekä tulosten analysointi. Työn keskeinen aineistonkeruumenetelmä on toimeksiantajan olemassa olevan projektidatan jalostaminen työn kannalta käyttökelpoiseksi informaatioksi. Mallin kehittäminen perustuu koneoppimiseen ja sen tarjoamien mahdollisuuksien hyödyntämiseen. Koska projektidata sisältää toimeksiantajan liikesalaisuuksia, työstä tehty kaksi versiota: julkinen ja toimeksiantajalle luovutettava. Julkisessa versiossa esitetyt data ja teholut eivät ole todellisia.

Työ aloitetaan tekemällä kirjallisuuskatsaus, jonka avulla luodaan teoreettinen viitekehys. Luvussa 2 perehdytään työn kannalta keskeisiin käsitteisiin kuten työvoimavarojen hallinta, työnohjaus ja resursointi sekä tutkitaan olemassa olevat suorituskäytännön mittaamisen työkaluja. Luvussa 3 tarkastellaan puoles-

taan mallintamista ja sen tarjoaman mahdollisuuksia organisaatioiden toimintojen kehittämisessä. Sen jälkeen luvussa 4 esitetään toimeksiantajan ja työn tavoitteet ja rajaukset sekä käytössä olevat menetelmät. Luvussa 5 kerrotaan aineistonkeruusta ja mallin kehittämisestä. Seuraavassa luvussa analysoidaan työn tulokset ja viimeisessä luvussa on työn yhteenveto.

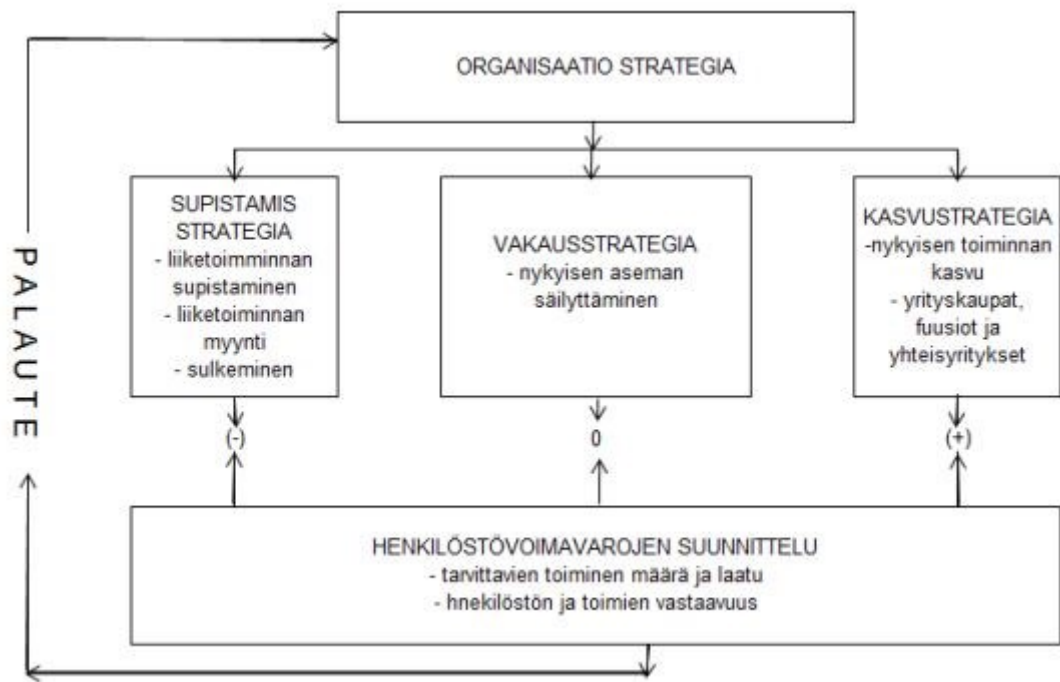
2 TYÖVOIMAVAROJEN HALLINTA JA TYÖNOHJAUS

”Henkilöstö on organisaation tärkein voimavara” sen on monissa henkilöstöjohtamiseen liittyvissä puheissa ja artikkeleissa käytetty fraasi. Mutta todellisuudessa monissa organisaatioissa edelleen käytetään liian vähän resursseja ja huomiota henkilöstön hankintaan, hyödyntämiseen, säilyttämiseen ja kehittämiseen. Monissa tutkimuksissa on jo todettu, että henkilöstön määrällä, rakenteella ja tasolla eli käyttömahdollisuudella on suora vaikutus organisaation toimintatavoitteiden saavuttamiseen. (Lehtonen 1994, 9 – 13.)

2.1 Työvoimavarojen hallinta

Menestyvä yritys käyttää tehokkaasti kaikkia käytössään olevia resurssejaan – myös henkilöstöä. Kauhasen (2012) mukaan ”henkilöstövoimavarojen johtamisella tarkoitetaan organisaation ihmisjärjestelmän hankintaa, motivointia, ylläpitoa, kehittämistä ja palkitsemista”. Henkilöstöjohtamisen tavoitteet ovat hyvin selkeät: houkutella organisaatioon henkilöitä, jotka täyttävät hakukriteerit, pitää työntekijät organisaatiossa motivoimalla, kannustamisella ja antamalla heille edellytykset hyviin työsuorituksiin, palkitseminen hyvistä suorituksista, ylläpitäminen ja kehittäminen työntekijöiden työkyvyt ja taidot. (Kauhanen 2012, 17–19.)

Ennen henkilöstön palkkaamista kannatta laatia henkilöstösuunnitelma, koska organisaation tehokkuus ja menestys ovat riippuvaisia siitä, että oikeat henkilöt ovat oikeissa tehtävissä oikeaan aikaan oikealla palkkatasolla. Henkilöstösuunnitelman laadinta kannatta aloittaa organisaation toimintastrategiasta, joka määrittelee organisaation liiketoiminnan luonteen ja laajuuden ottaen huomioon toimintaympäristön aiheuttamat uhkat ja mahdollisuudet. Kuva 1 esittää organisaation strategian ja henkilöstösuunnittelun yhteyttä. (Kauhanen 2012, 63–64.)



Kuva 1. Organisaation strategia ja henkilöstösuunnittelu (Kauhanen 2010, 63)

Henkilöstöhankinta kattaa kaikki toimenpiteet, joiden avulla organisaatioon hankitaan sen tarvitsema henkilöstö. Se jaetaan yleisesti sisäiseen ja ulkoiseen hankintaan. Sisäisessä hankinnassa jo työsuhteessa oleva henkilö nimitetään avoinna olevaan työtehtävään organisaation sisällä. Ulkoisessa hankinnassa nimitetään henkilö organisaation ulkopuolelta. Sekä sisäisellä että ulkoisella hankintatavalla on sekä hyviä että huonoja puolia. Sisäisen rekrytoinnin etuina ovat esimerkiksi parempi kykyjen arviointi, hyvä suoriutumismotivaatio, valintaprosessin nopeus ja luotettavuus ja lyhyempi perehdyttämisvaihe. Lisäksi valittu tuntee ja organisaation. Haittoina ovat muun muassa valitsematta jääneiden mieliala, taistelu uramahdollisuuksista, rekrytointiketjun synty, ei tule uusia ideoita ja järjestelmästä voi tulla jäykkä. Ulkoisen palkkauksen etuja ovat esimerkiksi seuraavat: organisaatioon saadaan uusia näkemyksiä ja kokemuksia, mahdollisesti edullisempaa kuin työtehtävään kouluttaminen, mahdollisesti tuo mukanaan osaamista toimialan muista yrityksistä. Haitat ovat muun muassa isommat kustannukset, pidempi perehdyttäminen, aiheuttaa motivaation laskua talon sisäisille ehdokkaille, tuo mukanaan edellisen työpaikan asenteita. (Kauhanen 2012, 69–73)(Viitala 2007, 106–111.)

Monet tutkimukset osoittavat, että motivoitunut työntekijä on selkeästi tuottavampi. Työmotivaatio vaikuttaa hänen työhyvinvointiin, jaksamiseen ja suori-

tumiseen. Motivoitunut työntekijä on oma-aloitteinen ja vastuullinen, hänen työn jälki on laadukkaampi. Joten henkilöstön työmotivaatiolla on suora yhteys organisaation taloudelliseen tulokseen. Työmotivaation parantamiseen on monta keinoa. Merkittävimmät niistä ovat vahva työhön sitoutuminen ja hallinnan tunne. Ne antavat voimavaroja ja saavat näkemään eteen tulevat haasteet positiivisessa valossa. Työntekijän on myös tärkeä nähdä ja kokea oma rooli työn kokonaisuudessa. (Rumpu 2019.)

Työmotivaation voidaan jakaa ulkoisen ja sisäisen motivaatioon. Ulkoisessa motivaatiossa työmotivaatio on riippuvainen ulkoisesta ympäristöstä, silloin motivaatioon vaikuttaa joku muu kuin työntekijä itse. Ne ovat muun muassa johtaminen, työyhteisö ja työn ominaispiirteet. Ulkoiset motivaattorit ovat esimerkiksi palkka, kannustus, työympäristö, rangaistukset ja osallistumismahdollisuudet. Ulkoiset palkkiot välittävät organisaatio ja sen edustajat. Ulkoisessa motivaatiossa työhön sitoutumisen aste on yleensä alhainen koska motivaatio ei ole silloin sisäistä. Ulkoinen motivaatio vaikuttaa työntekijöiden hyvinvointiin koska silloin hän joutuu pakottamaan itsensä suorittamaan tehtävät, mikä on yleensä henkisesti rasittavaa. Sisäisessä motivaatiossa henkilö yleensä hakeutuu tekemään asioita, jotka häntä kiinnostavat ja joista hän saa iloa ja nautintoa. (Liukonen ym. 2002, 113–113.)

Sisäiset motivaattorit ovat esimerkiksi työn tarkoitus, vapaus tehdä työtä, kehittyminen ja työyhteisöön kuuluminen. Sisäinen motivaatio jakautuu vielä kahdeksi eri muodoksi, sisäsyntyiseksi motivaatioksi ja sisäistetyksi motivaatioksi. Sisäsyntyinen motivaatio näistä kahdesta vahvempi koska silloin tekeminen on itsessään nautinnollista, mutta se on yleensä näistä kahdesta lyhytaikaisempi. Sisäistetty motivaatio on taas pidempiaikaista, koska se yleensä kytkeytyy henkilölle tärkeisiin päämääriin ja arvoihin ja sen takia tekeminen tuntuu arvokkailta. (Railosalo 2017, 4-5.)

Henkilöstön tiheä vaihtuvuus käy organisaatioille kalliiksi, koska se vaikuttaa organisaatioon eri tavoin. On tutkittu, että yhden työntekijän lähtö voi maksaa yritykselle jopa kymmeniä tuhansia euroja. Ennen kaikkia se kuormita henkilöstöosastoa, joka joutuu tekemään paljon työtä uuden työntekijän löytämisen eteen. Sen lisäksi se vaikuttaa kilpailukykyyn, asiakaskokemukseen ja yrityk-

sen imagoon. Tämän takia henkilöstön sitouttaminen on tärkeä tehtävä organisaatiossa. (Digiterveys 2020.)

Viitala (2007) mukaan ”Sitoutumisella tarkoitetaan henkilön psykologista suhdetta siihen organisaation, jossa hän on töissä”. Sitoutunut henkilö näkee organisaatio positiivisessa valossa ja pysyy yrityksen palveluksessa. On hyvin tärkeä huolehtia työntekijöiden hyvinvoinnista ja sitoutumisesta, koska se vaikuttaa organisaation liikevaihtoon. Silloin kun henkilöt ovat tyytyväisiä työhönsä, työoloihinsa ja työympäristöönsä sekä kokevat työnsä merkitykselliseksi kokonaisprosessiin nähden, heitä ohjaa ei pelkkä palkkaa, vain tahto tehdä kaikkeensa koko organisaation eteen. Henkilöstön sitouttamisen keinot ovat hyvin yksinkertaisia, mutta ne vaativat suunnitelmallista toimintaa. Tärkeimmät ovat arvostaminen, avoimuus, luottamus ja kunnioitus. Tärkeä on molemminpuolinen vuorovaikutus, se että osapuolet pystyvät keskustelemaan avoimesti asioista ja tuntevat tulevansa kuulluksi. (WorkPower 2018.)

Silloin kun työntekijä ei tunne luottamusta yrityksen johtoon ja taloudelliseen tilanteeseen, hän ei sitoudu yritykseen. Tärkeä on myös se, että henkilön omat arvot kohtaavat yrityksen arvot ja johtamiskulttuurin. Jos ne eivät ole samansuuntaisia tai jos ne ovat epäselviä tai piilossa olevia, työntekijä mitä todennäköisimmin ei sisäistä yrityksen toimintaperiaatteita eikä tule sitoutumaan kovin pitkäjänteisesti. (WorkPower 2018.)

Organisaatiositoutuminen voidaan jakaa taulukon 1 mukaisesti kolmeen osaan: tunneperäiseen sitoutumiseen, jatkuvuussitoutumiseen ja normatiiviseen sitoutumiseen. Tunneperäisesti sitoutunut tuntee halua kuulua organisaatioon, jatkuvuussitoutunut kokee organisaatiosta lähtemistä koituvan kustannuksia eikä halua menettää saavutettuja etuja ja normatiivisesti sitoutunut kokee velvollisuudentuntoa organisaatiota kohtaan. (Leiviskä 2011, 120–121.)

Taulukko 1. Sitoutumisen komponentit ja vaikutukset (Leiviskä 2011)

ORGANISAATIO-SITOUTUMISEN OSAT	TUNNEPERÄINEN KIINTYMYS	JATKUVUUS-PERÄINEN SITOUTUMINEN	NORMATIIVINEN SITOUTUMINEN
PERUSAJATUS	Tunteeseen perustuva halu kuulua organisaatioon ja usko sen toimintatapoihin ja päämääriin.	Organisaatiosta lähteminen aiheuttaa kustannuksia, henkilö ei halua menettää jo saavutettuja etuja.	Moraalis-eettiset syyt, velvollisuudentunto organisaatiota kohtaan.
AJATTELUTAPA	"Oma halu"	"Pakko"	"Velvollisuus"
VAIKUTUS	Osallistumisen mahdollisuus, organisaation arvojen tunnustaminen, identiteetin rakentaminen suhteessa organisaatioon.	Havainnot sijoittamansa panoksen häviämisestä, ei muita vaihtoehtoja kuin tämä organisaatio.	Sisäistää organisaation normit sosiaalistumisen kautta, saa etuja, jotka saa tuntemaan tarvetta suorittaa vastapalveluksia tai hyväksymään psykologisen sopimuksen ehdot.
KÄYTTÄYTYMIS-MALLI	Työntekijät motivoituvat antamaan enemmän organisaation hyväksi. Vähentää henkilöstön vaihtuvuutta ja poissaoloja sekä parantaa suorituksia ja työntekijän alustaitoja.	Työntekijät eivät anna organisaatiolle enempää kuin on tarpeen työpaikan säilyttämiseksi.	Työntekijät haluavat antaa panoksensa organisaation hyväksi. Suhde organisaatioon ja muihin ihmisiin voi jäädä heikommaksi.

Tunneperäinen sitoutuminen vahvistuu silloin, kun työntekijällä on mahdollisuus osallistua, selvittää yrityksen arvot ja muodostaa identiteettiä suhteessa yritykseen. Jatkuvuussitoutuminen syntyy silloin, kun työntekijä huomaa sitä, että hän voi menettää organisaatioon sijoitetut resurssit tai kokee, että hänellä ei ole muita vaihtoehtoja kuin jäädä nykyiseen organisaatioon. Normatiivinen sitoutuminen syntyy silloin, kuin työntekijä kokee jäävänsä organisaatiolle velkaa esimerkiksi silloin kun hän saa organisaatiolta jotain etuja. Organisaation kannalta kannatta huolehtia työntekijöiden tunneperäisestä sitoutumisesta, koska tällä tavalla sitoutunut työntekijä motivoitu antamaan enemmän yrityksen eteen. (Leiviskä 2011, 122.)

Tunneperästä sitoutumista vahvistavat työn merkityksellisyyden kokemus ja työyhteisön henkisyys esimerkiksi työntekijöiden yhteen kuluvuuden tunne.

Tärkeää on, että henkilö voi työssä käyttää omia taitojaan ja kykyjään, ja myös se, että hän näkee yhteyden oman työn ja organisaation tavoitteiden välillä. Myös esimiehellä on iso rooli työntekijöiden sitoutumisessa. Esimiehen palautteella, kehuilla ja huomionosoituksilla on enemmän arvoa kuin rahalla. Henkisesti positiivinen työympäristö muodostaa organisaatiosta myönteisiä käsityksiä. Työtyytyväisyyden, henkisen hyvinvoinnin ja yrityksen sitoutumisen ansiosta työntekijä pystyy sopeutumaan paremmin tuleviin muutoksiin. (Leiviskä 2011, 122–124.) Kuvaan 2 on koottu keskeisiä työhön sitoutumiseen vaikuttavia tekijöitä.



Kuva 2. Työhön sitoutumiseen vaikuttavia tekijöitä (Leiviskä 2011, 124)

Sitoutunut ja osaava työvoima on organisaation merkittävä resurssi, menestymisen voima sekä keino onnistua markkinakilpiluissa. Kehittyminen ja oppiminen tukevat positiivisesti molempien osapuolien työelämää. Yleensä organisaation virallinen henkilöstöpolitiikka määrittelee osaamisen kehittämisen linjaukset ja tavoitteet. Valitettavasti ne harvoin toteutuvat käytännössä sellaiseen, kun eettiset arvot kohtaavat taloudellisia arvoja. (Toivanen ym. 2012.)

Osaaminen on moniulotteinen käsite. Kun puhutaan yksilön osaamisesta se voi tarkoittaa esimerkiksi henkilön kykyä suoriutua tehtävästä, henkilön tietoja, taitoja, kokemuksia, kontakteja, asennetta, henkilökohtaisia ominaisuuksia, asiantuntijuutta ja ammattitaitoa. Organisaation osaaminen taas muodostuu kulttuurista, prosesseista, käytännöistä ja järjestelmistä, joiden avulla henkilöiden osaaminen muutetaan organisaation osaamiseksi. Tämän lisäksi osaaminen voidaan jakaa operationaalisen ja strategisen osaamiseen. Operationaalinen osaaminen liittyy suoraan työhön, sen kehittämällä varmistetaan työtehtävien tehokas ja taloudellinen suorittaminen. Strateginen osaaminen tarkoittaa uusien taitojen hankkimista, ja nämä taidot voidaan siirtää uusiin tehtäviin tai uusiin työpaikkoihin. (Tainio-Keinonen 2019.)

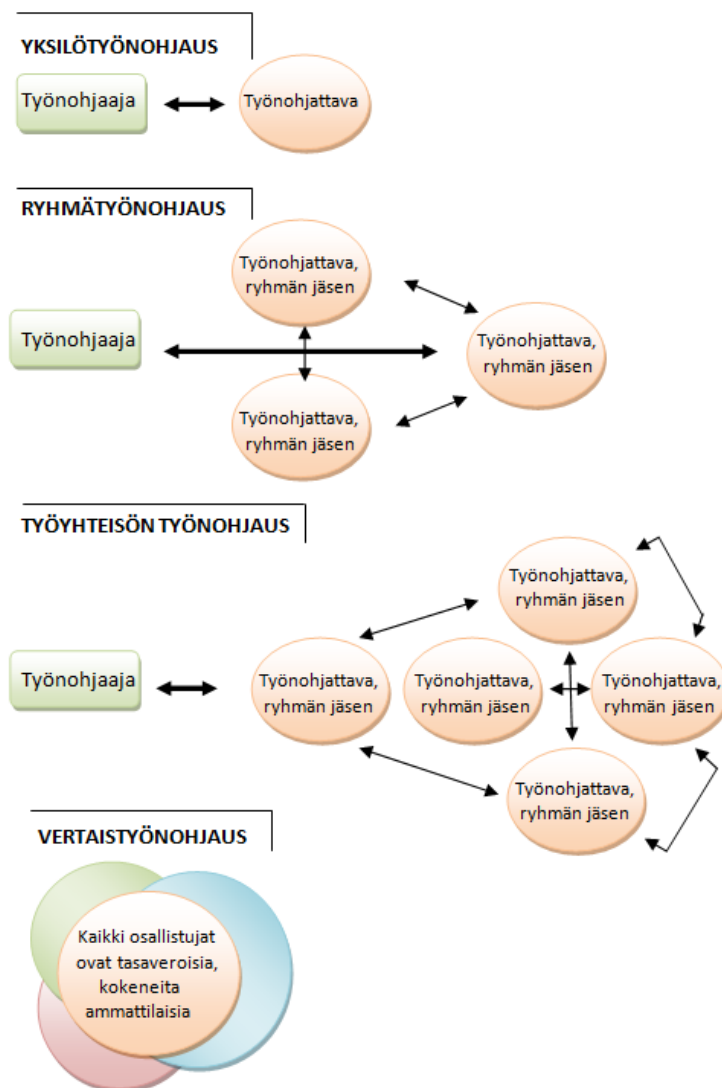
Johdolla on iso rooli osaamisen kehittämisessä, koska se rakentaa organisaation toimintatavat yhdessä henkilöstön kanssa, sekä varmistaa niiden toteutumista. Henkilöiden kehittymistä ja oppimista tukevat muun muassa vastuualueiden ja tehtävien jakaminen kehittymistä tukevalla tavalla, tiimityö ja ryhmässä työskentely. Työntekijöiden osaamisen kehittämistä voi tehdä eri kanavien kautta. Esimerkiksi tiimin ja työyhteisön avulla kuten perehdyttämällä, vuorovaikutuksellisella työskentelytavalla, konsultoinnilla, tehtävien sisäisellä kehittämisellä, työnopastuksella ja työnohjauksella tai työnkuvan muuttamalla kuten työkierrolla, projekteissa oppimisella, kehitysryhmiin osallistumisella, sijaisuudella ja varajärjestelmällä. Toisaalta kannattaa korostaa sitä, että yksilön kehittämisen keskiössä on hänen oma toimintansa. Itseohjautuvuus ja aktiivisuus määrittävät sen, millä tavalla jokainen omaa osaamistaan kehittää. (Tainio-Keinonen 2019.)

2.2 Työnohjaus ja sen eri muodot

Työelämän haasteet, muutokset, epävarmuudet, kiire ja stressi koko ajan lisäävät tarvetta työnohjaukselle. Suomessa organisaatioiden ja työyhteisöjen toiminnassa työnohjausta on käytetty jo vuosikymmenten ajan. Toisaalta edelleen tutkimuksissa ja kirjallisuudessa se määritellään eri tavoin, koska työnohjausta on koko ajan kehitetty saman aikaan monilla eri ammattialoilla toisista riippumattomasti. Työnohjauksen tavoitteena on tukea työntekijöiden työssä jaksamista, antaa työkaluja ammatilliseen kasvuun, itse johtamiseen sekä

työn ja työyhteisöön kehittämiseen. Työnohjaus toteutetaan sekä organisaation että työntekijöiden etujen mukaan. Työnohjauksen onnistumisen lähtökohdat ovat toimiva vuorovaikutus ja luottamus työnohjaajan ja työnohjausryhmän välissä. (Kallasvuo ym. 2019. 10–16, 34.)

Työnohjausta on mahdollista toteuttaa erilaisina työnohjausmuotoina, näitä ovat esimerkiksi kuvassa 3 esitettynä yksilö-, ryhmä- ja työyhteisöohjauksena sekä vertaistyöohjauksena.



Kuva 3. Työohjauksen toteutusmuotoja (Kallasvuo ym. 2019, 17)

Niin kuin nimestä voi päätteellä yksilötyönohjaus käydään työnohjattavaan ja työnohjaajaan kahdenkeskeisinä työnohjaussessioina. Yksilötyönohjausta käytetään silloin kun työntekijä haluaa kehittää hänelle tärkeää ja juuri hänen työtänsä koskevia asioita. Yksilötyöohjauksessa on helpompi keskustella

avoimesti ongelmista, mutta on vaikea saada käsitystä ja kokonaiskuvaa työryhmän tai koko työyhteisöön tilanteesta. Työnohjausprosessi voi kestää vuodesta kolmeen vuoteen. Työnohjaussessioita pidetään yleensä kerran kolmessa viikossa noin kaksitoista kerta vuodessa. (Kallasvuo ym. 2019, 18.)

Ryhmätyöohjaukseen osallistuu organisaation sisältä tai eri organisaatioiden jäsenistä koottu ryhmä, yleensä kolmesta kahdeksaan henkilöä. Ryhmätyönohjauksen työvälineenä toimii ammatillinen vuorovaikutusprosessi, varsinkin silloin kun ohjattavat ovat samalta ammattialalta mutta eri organisaatioista. Sisältönä voi olla esimerkiksi asiakassuhteiden tarkastelua, ryhmädynamiikan analysointia tai omien työtapojen käsittelyä ja jakamista muiden kanssa. Ryhmätyönohjaus on luottamuksellista ja kaikki ryhmän jäsenet ovat velvollisia pitämään salassa ryhmässä käsitellyt asiat. Ryhmänohjausprosessi kestää yhdestä kolmeen vuotta ja tapaamisia on yleensä kolmen – neljän viikon välein. On toivottavaa, että osallistujat olisivat samat koko prosessin läpi. (Kallasvuo ym. 2019, 18.)

Työyhteisön työnohjaus tapahtuu myös ryhmässä, mutta siihen osallistuvat nimenomaan saman organisaation jäsenet. Työyhteisön työnohjauksessa on tarkoitus nosta esiin asioita, joista on ehkä normaalisti vaikea puhua mutta jotka vaikuttavat työyhteisön toimivuuteen ja yhteistyöhön. Yleensä keskustellaan myös sellaisista työyhteisön toimivuuteen vaikuttavista tekijöistä kuin työn tavoitteiden selkeys, työnjaon toimivuus, ristiriitojen selvittäminen, tukipalvelut, johtajuuden toimivuus, tiedotuksien sujuvuus. Työyhteisön työnohjaus kestää kahdesta kolmeen vuoteen ja tapaamisia on kolmen – neljän viikon välein, myös tässäkin työnohjauksen muodossa on suositeltava, että kaikki ryhmän jäsenet ja lisäksi esimiehet ovat läsnä jokaisella kokoontumiskerralla. Esimiehen läsnäolo on pakollinen, koska työnohjauksen tavoitteiden saavuttamisen kannalta on erittäin tärkeä, että esimiehet kuulevat työntekijöiden ajatuksia, odotuksia ja kokemuksia työstä. On myös tärkeää, että työntekijät kuulevat esimiesten näkökulmia asioihin. (Kallasvuo ym. 2019, 19, 36–37.)

Vertaistyöohjaus tapahtuu myös ryhmässä, mutta ilman varsinaista työnohjaajaa vaan ryhmän jäsenet toimivat toisensa työnohjaajina. Vertaisryhmän jäsenillä pitää olla vahva oman alan osaamista, ammattitaitoa, luottamusta, avoi-

muutta ja selkeä käsitys siitä mitä varten ryhmä kokoontuu ja mitkä ovat tavoitteet. (Kallasvuo ym. 2019, 20.)

On olemassa muitakin työnohjauksen muotoja, joita ei ole esitetty kuvassa 3. Tällaisia ovat esimerkiksi johdon työnohjaus, jossa esimies tai esimiesryhmä voi saada tukea, uusia kokemuksia ja näkemyksiä sekä palautetta oman työhön tai työyhteisön ongelmiin. Kriisitilanteen työnohjausta tarvitaan silloin kun organisaatio on kokenut joku äkillinen, ennalta-arvaamaton tapahtuma kuten esimerkiksi tapaturma tai vakava väkivalta. (Kallasvuo ym. 2019, 20–21.)

2.3 Resursointi

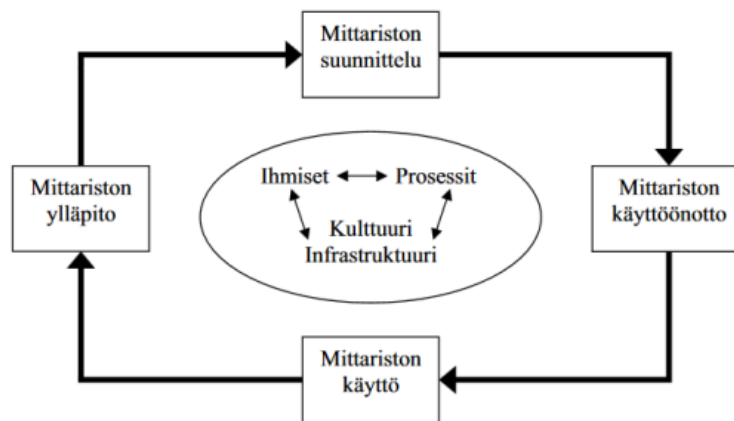
Resurssien tehokas käyttö on jokaisen organisaation yksi tärkeimmistä menestystekijöistä. Resursseilla tarkoitetaan sekä aineellista että aineetonta sisäistä tai ulkoista pääomaa, jolla organisaatio toteuttaa toimintansa. Aineelliset resurssit ovat esimerkiksi tiloja, laitteita, materiaaleja sekä rahaa. Aineettomat resurssit voidaan jakaa inhimilliseen pääomaan, rakennepääomaan sekä suhdepääomaan. Inhimillinen pääoma ovat henkilöstön osaaminen, tiedot, taidot, organisaation johtokyky. Rakennepääomaa ovat esimerkiksi liiketoimintaprosessit, brändi jne. Suhdepääomaa ovat asiakkaat, kontaktit, verkostot ym. (Kasve 2017.)

Organisaation tehokkaan toiminnan kannalta on ensisijaisesti tärkeä tietää millä tavalla resursseja käytetään jo senkin takia, että niiden käyttö aina aiheuttaa organisaatiolle kustannuksia. Tämä koskee erityisesti projektiorganisaatioita. Helpoiten on suunnitella aineellisten resurssien käyttöä koska niiden tehokkuus ja saatavuus on mahdollista laskea ja ennustaa, haastavinta on suunnitella aineettomien resurssien käyttö. (Kasve 2017.)

Projektiorganisaatioissa resurssisuunnittelun tavoitteet ovat esimerkiksi resurssikustannusten optimointi, resurssien saatavuuden varmistaminen aikataulun mukaiseksi, tärkeimpien resurssien käytön optimointi sekä johtotason kokonaishallinta. (Pelin 2020, 141.)

2.4 Suorituskyvyn mittaaminen

“Suorituskyvyn mittaamisella (engl. performance measurement) tarkoitetaan prosessia, jonka tarkoituksena on selvittää tai määrittää tunnuslukuja käyttäen jonkin liiketoiminnallisen tekijän tila. Prosessissa tunnistetaan tavoitteiden kannalta keskeisiä menestystekijöitä, mitataan niitä ja käytetään mittareista saatavaa informaatiota organisaation kehittämisen apuna” (Lönnqvist ym. 2006, 11). Suorituskyvyn mittaaminen on kauan tunnettu johtamis- ja ohjaustyökalu, joka on kehittynyt vuosien varrella. Alun perin sitä käytettiin lähinnä perinteisissä tuotanto- ja palveluorganisaatioissa, mutta viime vuosina on huomattu sen hyödyt myös asiantuntijaorganisaatioissa. (Lönnqvist ym. 2006, 11.)



Kuva 4. Suorituskyvyn mittaamisen päävaiheet (Lönnqvist ym. 2006, 12)

Kuvassa 4 on esitetty asiantuntijaorganisaation näkökulmasta neljä tärkeintä suorituskyvyn mittaamisen vaihetta. Ensimmäinen vaihe on mittariston suunnittelu, jossa valitaan, mitä mitataan ja minkälaisilla mittareilla. Seuraavassa mittariston käyttöönottovaiheella mittarit otetaan käytäntöön, yleensä se vaatii tietojärjestelmien päivittämistä sekä henkilöstön kouluttamista. Seuraavassa käyttövaiheessa mittarin hyödynnetään organisaation johtamisessa ja kehittämisessä. Viimeisessä ylläpitovaiheessa mittareita päivitetään, tämä vaihe on välttämätön koska menestymisen pyrkivä organisaatio kehittyy ja muuttuu koko ajan jolloin sen tavoitteet myös muuttuvat. Päivityksen jälkeen alkaa uusi sykli. (Lönnqvist ym. 2006, 11–12.)

Tuotanto- ja palveluorganisaatioiden suorituskyky on usein helpompi mitata kuin asiantuntijaorganisaatioiden suorituskyky koska tuotteet ovat aina melko samanlaisia, tuotteiden valmistusaika on lyhyt ja valmistukseen tarvittavat re-

surssit ovat määrällisiä. Asiantuntijaorganisaatioissa sen sijaan tehdään tietointensiivistä työtä, kuten esimerkiksi erilaisia projekteja ja suunnitelmia, jotka voi kestää muutamasta tunnista jopa vuosiin. Asiantuntijatyössä käytettävät resurssit ovat tietokoneet, ohjelmistot sekä aineettomat resurssit kuten työntekijöiden ajatustyö ja suhdeverkko. Usein lopputyön laatua on vaikea määrittää. Näiden seikkojen takia asiantuntijaorganisaatioissa suorituskyvyn mittaaminen on koettu lähes mahdottomaksi. (Lönnqvist ym. 2006, 49–51.)

Asiantuntijaorganisaatioissa kannattaa keskittyä henkilöstön osaamisen jatkuvaan kehittämiseen, suhdeverkkojen luomiseen sekä tiedonkulkuun parantamiseen organisaatiossa sisällä, koska nämä ovat näiden organisaatioiden tärkeitä menestystekijöitä ja ne vaikuttavat suoraan organisaation suorituskyvyn. Aineetonta pääomaa on vaikea mitata, koska sitä ei voi fyysisesti hahmottaa. Erilaisia prosesseja, joiden avulla aineetonta pääomaa kehitetään, on yleensä helpompi mitata kuin aineettomien resurssien määrää. (Lönnqvist ym. 2006, 51–52.)

Kun halutaan mitata osaamista, on ensin määriteltävä mistä asiasta oikeasti puhutaan ja sen jälkeen kun mitattavat asian ovat valittu ja määriteltä, niille suunnitellaan mittarit. Useimmiten aineettomia menestystekijöitä mitataan subjektiivisilla mittareilla. Esimerkiksi työn laatua voidaan mitata asiakkaiden palautekyselyillä tai reklamaatioiden määrällä. Yleensä objektiivisia mittareiden tuloksia voidaan pitää luotettavina, koska ne perustuvat konkreettisiin tapahtumiin kuten reklamaatiot, kyselyt, palautteet ja muut vastaavat. Toisaalta objektiivisten mittareiden käyttämisen huono puoli on se, että ne kuvaavat mitattavaa kohdetta hyvin kapealla alueella. Asiaa voidaan parantaa ottamalla käyttöön useampia objektiivisia mittareita. (Lönnqvist ym. 2006, 11–12.)

Seuraavassa on muutama mittariesimerkki, joita voi käyttää asiantuntijaorganisaatioiden menestystekijöiden mittaamiseen. Tuotoksen laatua kuvaavat useat seikat kuten tuotteen tai palvelun laatu, tarjousten onnistuneisuus, asiakastyytyväisyys, konsultin työn laatu ja tulosten laatu. Tuotteen tai palvelun laatua voidaan mitata esimerkiksi asiakkaille lähetettävällä kyselylomakkeella, jonka avulla selvitetään sellaisia kriteerejä kuten tuotteen tai palvelun tekninen toimivuus, saatavuus ja innovatiivisuus. Kyselyiden pohjalta muodostetaan indeksi kaikkien vastauksien keskiarvona. Tarjousten onnistuneisuutta voi-

daan mitata tehtyjen tarjouksien ja toteutuneiden tarjouksien suhdeluvulla. Asiakastyytyväisyyttä voidaan mitata monilla eri mittareilla. Yleisin tapa on asiakkaille lähetetyt kyselyt, joiden pohjalta on mahdollista laskea erilaiset tunnusluvut, kuten esimerkiksi tyytyväisten ja muiden asiakkaiden suhdeluku. (Lönnqvist ym. 2006, 59–60.)

Ajanhallintaa ja ajankäytön tehokkuutta kuvaavat esimerkiksi tekijät, kuten nopea projektin käynnistäminen, ajankäytön hallinta projekteissa, aikataulujen pitävyys sekä työnjaon toimivuus. Projektin käynnistämiseen käytetty aika on helppointa mitata laskemalla se aika, joka on mennyt projektipäällikön nimeämisestä projektin käynnistymiseen. Siinä on kuitenkin hyvä eritellä käytetty kalenteriaika ja varsinaisesti suunnittelun käytetty aika. Ajankäyttöhallinnalle projekteissa voidaan määritellä erilaisia mittareita kuten esimerkiksi aikataulussa pysyminen tai aikataulun mukaan valmistuvien projektien ja kaikkien projektien suhdeluku. Suunnitelmien toteutumista voidaan mitata vertaamalla toteutuneita työtunteja suunniteltuihin tunteihin. (Lönnqvist ym. 2006, 61–62.)

Tieto ja osaaminen käsittää esimerkiksi koulutukset, osaamisen kehittymisen, henkilöstön osaamispääoman. Koulutuksen mittareita voivat olla esimerkiksi tietyn ajanjakson koulutusmenot henkilöä kohden, koulutusinvestoinnit, koulutuspäivien määrä työntekijää kohden ja koulutuksen osallistuneiden työntekijöiden ja koko henkilöstön suhdeluku. Osaamisen kehittymisen mittari voi olla esimerkiksi vuoden aikana suoritettut opinnot ja kurssit. Henkilöstön osaamispääoma voidaan mitata muun muassa korkeakoulutettujen henkilöiden osuudella kaikista työntekijöistä. Organisaation suorituskyvyn kannalta on myös tärkeä mitata osaamispääoman pysyvyyttä ja vaihtuvuutta. Vaihtuvuuden mittareita ovat esimerkiksi lähteneiden ja palkattujen työntekijöiden suhdeluku, vakituisten työntekijöiden keskimääräinen aika organisaatiossa vuosina, yli viisi vuotta töissä olleiden avainhenkilöiden ja kaikkien avainhenkilöiden suhdeluku. (Lönnqvist ym. 2006, 62–63.)

3 MALLINTAMINEN ORGANISAATION TOIMINTOJEN KEHITTÄMISESSÄ

Leppänen (2000) kuvaa mallintamista seuraavasti. ”Mallintaminen on yleiskäsite, jota on käytetty kuvaamaan maailman tai ihmisen toiminnan jäsentämistä

jonkin (sovitun) käsitejärjestelmän mukaisesti. Mallintamisella pyritään yleensä jonkin järjestelmän olennaisten piirteiden pelkistämiseen tarkasteltavan kysymyksen näkökulmasta”. Organisaatioissa varsinkin tuotanto-organisaatioissa erilaisia mallia on käytetty jo vuosien ajan kuten esimerkiksi tekniset piirustukset, lujuuslaskelmat, tuotantoprosessien ja organisaation rakennetta kuvaavat kaaviot. Viime vuosina mallintamista on alettu käyttää myös organisaatioiden liiketoiminnan kehittämisessä. (Leppänen 2000, 9.) Vaikka mallinnusta voidaan soveltaa monin tavoin liiketoiminnan kehittämiseen, keskistyn seuraavaksi tarkastelemaan mallinnusta liiketoimintaprosessien ja työprosessien näkökulmista.

3.1 Liiketoimintaprosessien mallintaminen

Liiketoimintaprosessit ovat ryhmä loogisesti toiseensa liittyviä tehtäviä, joiden avulla saavutetaan ennalta päätetty liiketoimintatavoite. Jokaisella organisaatiolla on omat liiketoimintaprosessinsa, jotka ovat esimerkiksi tilaus-toimitusprosessi, laskutus-, ostoprosessit. Tärkein motiivi liiketoimintaprosessien mallintamiselle on organisaation liiketoimintaprosessien ymmärtäminen kokonaisuudessa sekä kommunikointi. Mallintamisen avulla on mahdollista luoda perusta monenlaisille hankkeille. (Savolainen ym. 1997, 25–26; Tieturi s.a.)

Yleisin mallintamisongelma on se, että mallintamisryhmän jäsenet eivät kuvaa mallintamisen nykytilaa samalla tavalla. Jotkut saattavat kuvata sitä niin kuin se on todellisuudessa, toisen niin kuin sen pitäisi olla ja kolmannet saattavat kuvata tulevaa tilaa. Helpoin ratkaisu tähän on jakaa mallintaminen eri vaiheisiin: visiomalli, nykymalli, kypsytetty malli, tavoitemalli ja deltamalli. Visiomalli esittää organisaation joitakin avainasioita ja toimintaa vuosien kuluttua. Visiomalli kannatta esittää niin, että koko henkilöstö ymmärtää sen koska kun se ymmärretään riittävän hyvin, siihen sitoudutaan paremmin. Se voi esittää esimerkiksi liikeidean, tuoteryhmiä tai markkinointitapoja. Visio auttaa myös ymmärtämään, miten pitää toimia, jotta saavutetaan päämäärää. Visiomalli ikään kuin asettaa rajat koko mallintamisprosessille, tässä vaiheessa ei ole tarkoitus määrittää tarkkaat toimintaohjeet vaan lähinnä projektin tavoite. (Savolainen ym. 1997, 26–28.)

Nykymalli kuvaa karkeasti nimenomaan nykytilaa, sillä on kaksi tärkeä tehtävä: mallin avulla opitaan kuvaamaan todellisuutta sekä kuvamaan nykytilaa ongelmineen. Nykymallin tekeminen vaatii paljon viestintää, koska organisaation liiketoimintaprosesseihin osallistuvat eri osastojen henkilöt ja jokaisella on hyvät tiedot vain omasta piiristä, joten mallinnuksen kielen on oltava mahdollisimman yksikäsitteinen, jotta kuvatut asiat ymmärretään samalla tavalla ja kaikilla on sama kokonaiskuva. Nykymallissa sovitaan ja hyväksytään mallinnuskieli, mallin osien nimet ja rajat, osien muodostavat kokonaisuudet ja niiden nimet. (Savolainen ym. 1997, 29–32.)

Nykymallin ja tavoitemallin väliin kannatta varata kypsyttelyjakso, silloin on tarkoitus pohtia, analysoida, käsitellä ja ideoida nykymallin rakentamisen aikana syntyneet liiketoimintaprosessit. Tämä kommunikaatiovaihe on hyvin tärkeä, ja sitä kannattaa ylläpitää ja vahvistaa esimerkiksi saannollisilla ideointipalavereilla. Jakson aikana ei kannatta keskittyä pelkästään sisäisen ajatusprosessiin vaan hakea ideoita ja kokemuksia myös organisaation ulkopuolelta. Jakson lopussa kerätään ratkaisuvaihtoehdot ja -ideat. (Savolainen ym. 1997, 32–33.)

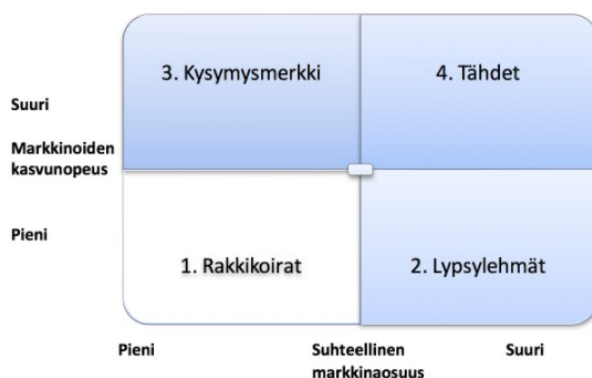
Tavoitemalli on koko mallinnusprosessin tärkein vaihe. Tässä vaiheessa parannetaan nykymalli kuvaamalla tulevaa tilaa tarkemmin sekä käydään systemaattisesti läpi kaikki kerätyt ongelmat ja ideat. Nykymallin ulkopuolelta hankittujen huipputason ratkaisujen, ideoiden, ongelma-analyysien ja visiomallin avulla luodaan tavoitemallille erilaiset vaihtoehdot. Tulevaan tilaan ideoimiseen kannatta ottaa ainakin ajoittain mukaan organisaation eri osastojen avainhenkilöt sekä projektin pahimmat vastustajat. Ideoimiseen kannattaa valita sellaiset menetelmät, joiden avulla osallistujat sitoudutaan prosessiin. Nykytilan malli ei saa olla liian abstrakti eikä liian konkreettinen, mutta joko ryhmällä ei ole yhtenäistä käsitystä siitä mitä malli tarkoittaa tai myöhemmässä vaiheessa on vaikea tehdä muutoksia. Mallin pitää olla myös käyttökelpoinen, jotta simulaatiolla on mahdollista testata sen toimintaa eri tilanteissa. (Savolainen ym. 1997, 33–34.)

Deltamallia voi kutsua myös toimenpidesuunnitelmaksi tai projektisuunnitelmaksi ja se kuvaa polun visiomallista tavoitemalliin. Tässä vaiheessa on tehtävä päätökset siitä, mitä toimenpiteitä ja projekteja toteutetaan, missä vai-

heessa ja missä järjestyksessä. Koska muutoksen hallinta on organisaatioille aina haastava ja moninainen asia, muutosta kannatta tarkastella mallin avulla monilta eri näkökulmilta, jotta kaikki mahdolliset seikat eivät jää huomaamatta. Kannatta ottaa käyttöön myös erilaiset mittarit, joiden avulla seurata projektin muutosprojektien etenemistä ja suunnitelmissa pysymistä. (Savolainen ym. 1997, 34–35.)

On olemassa erilaisia mallinnustyökaluja ja menetelmiä. Seuraavaksi kuvataan muutama niistä. Strategiamallinnuksen avulla voidaan kuvata organisaation joku alue hyvin kapeasta näkökulmasta, esimerkiksi tuotevalikoima tai asiakaskunta. Strategiamalli on kätevä työkalu ideoiden visualisoinnissa, markkinoinnissa ja kommunikoinnissa. Se sopii esimerkiksi hyvin visiomallinnusvaiheeseen. Tyypilliset kuvaustavat ovat esimerkiksi erilaiset koordinaattit, matriisit ja nelikenttäanalyysit. (Savolainen ym. 1997, 39–52.)

Kuvassa 5 on esitetty esimerkkinä strategiamallista klassinen Boston Consulting Groupin kehittämä nelikenttäanalyysi yrityksen eri liiketoiminta-alueiden kehittämiseen. Sen avulla yritykset voivat päättää, miten sen tulisi priorisoida eri toimintojaan kasvun ja markkinaosuuden perusteella. (Henderson 1970).



Kuva 5. BCG-matriisi (Henderson 1970)

Yritysmallinnuksessa kuvataan organisaatioiden liiketoimintaprosessit. Tässä työkalussa joko koko organisaatio tai osa sitä kuvataan kokonaisuutena sovitulla tarkkuudella. Valittu kokonaisuus jaetaan osiin ja erityisesti niiden rajapinnat kuvataan esimerkiksi laatukäsikirjojen vuokaavioilla, seinätekniikan lävistäjämatriiseilla tai prosessikaavioilla. Se sopii hyvin nykymallinnus- ja tavoitemallinnusvaiheisiin. Tietomallinnusta käytetään yleensä tietokoneohjelmisto-

jen suunnitteluun. Käsiteltävä alue kuvataan kohteina ja niiden välisinä suhteina, esimerkiksi asiakkaiden tilauskanta. Lisäksi sitä voi käyttää ainoastaan yritysmallinnukseen. Ohjelmiston mallinnus on teknisiltä tarpeilta hyvin lähellä yritysmallinnusta. Taloudellinen mallinnus ja simulointi menetelmän avulla laaditaan malleja talousosaston tuottamista tunnusluvuista ja pyritään mallintamaan erilaiset mitä- jos -vaihtoehdot. Tyypilliset työkalut ovat erilaiset taulukkolaskentaohjelmat. Prosessien mallinnus ja simulointi-menetelmässä tietokoneohjelmien avulla mallinnetaan ja simuloidaan organisaatioiden erilaiset prosessit, tuloksena voi olla esimerkiksi näyttävä animaatio tai simulointitulokset graafinen esitys. Niitä käytetään yleensä jonkun hankkeen markkinoinnissa ja hyväksymisessä. (Savolainen ym. 1997, 39–52.)

3.2 Työprosessien mallintaminen

Työprosessien mallintamisessa kuvataan työprosessien tavoitteet, kohteet, raaka-aineet ja tarvikkeet, tuotantovälineet, työmenetelmät sekä ihmisten toiminta. On tärkeää, että työprosessien mallintamiseen osallistuvat samanaikaisesti samassa työprosessissa työskentelevät ryhmät esimerkiksi työprosessin eri työvuororyhmät. Näin pystytään varmistamaan, että hiljainen tieto muuttuu julkilausutuksi tiedoksi ja sitä voidaan hyödyntää työprosessien kehittämisessä. (Leppänen 2000, 9–10.)

Ennen työprosessien mallintamista listataan kysymykset, joiden pohjalta työprosessit käsitellään ja mallinnetaan. On tyypillistä, että nämä kysymykset muuttuvat työn kuluessa, koska on vaikea etukäteen huomioida kaikkien työprosessien kriittisiä ominaisuuksia. Mallintamisessa kannattaa hyödyntää kaikki materiaalit, jotka auttavat ymmärtämään työprosessia ja sen kehitystarpeita. Esimerkiksi videointi yksittäisten työntekijöiden sekä ryhmien toimintatavoista ja häiriöistä, mahdolliset organisaation sisäiset ilmapiiritutkimukset, tehokkuusmittari sekä muut mahdolliset mittarit ja niiden tulokset. (Leppänen 2000, 10–11.)

Työprosessien kehittäjällä on tärkeä rooli koko mallintamis- ja kehittämisprosessissa. Hän on ennen kaikkea kehitysprosessin jäsentäjä, hän tuntee projektin tavoitteet, luo ja uudistaa niitä muiden osallistujien kanssa. Hänen tehtäviinsä kuuluu muun muassa prosessien etenemisen arvioiminen tavoitteisiin

nähdessä sekä huolehtiminen prosessien pysymisestä oikeassa suunnassa. Sen lisäksi hänellä on muitakin tehtäviä. Kehittäjä pohtii, minkälaisia syventäviä kysymyksiä otetaan käyttöön kussakin mallissa, kerää ja valmistaa tarvittavat materiaalit, tekee keskustelujen jälkeen yhteenvetoja, huolehtii ryhmän toiminnan jäsentämisestä. Joten kehittäjällä on oltava perustiedot sekä työprosesseista, joita kehitetään, että ihmisten toiminnasta. (Leppänen 2000, 12.)

On olemassa monia työprosesseihin kehittämiseen soveltuvia mallintamisjärjestelmiä. Vaikka niillä kaikilla on erilainen tarkoitus, mallintamisohjelmien perusrakenne on kuitenkin kaikilla samanlainen (kuva 5). Tässä on muuta malliesimerkki: tuotemalli, raaka-ainemalli, prosessimalli, konemalli, ihminen-kone-rajapinnan analysointi, toimintatavat työn kriittisissä ydinvaiheissa, yhteistyötilanteiden mallintaminen. Tuotemallin tavoitteina voi olla esimerkiksi lisätä ymmärrystä organisaation toiminnasta, tuotteiden sijoittaminen maailmanmarkkinoilla ja suhteessa kilpailijoihin, parantaa käsitystä siitä, miksi tietyt laatu-kriteerit ovat keskeisimpiä joidenkin tuotteen kohdalla kuin toisten. Raaka-ainemallin mahdolliset tavoitteet voivat olla esimerkiksi havainnoida raaka-aineiden ominaisuuksien vaikutusta tuotteen laatuun tai prosessiin tai tutkia raaka-aineiden työturvallisuutta ja ympäristövaikutusta. Prosessimallin avulla voidaan esimerkiksi yksinkertaistaa suurten ja monimutkaisten prosessien perusta. Konemalli kehitetään lähtökohtaisesti tuotanto- ja työprosessin toimivuuteen parantamiseksi. (Leppänen 2000, 14–39.)



Kuva 6. Mallintamisprosessin kulku (Leppänen 2000, 13)

4 TOIMEKSIANTAJAN, TUTKIMUKSEN KOHTEEN JA MENETELMIEN ESITTELY

Tässä luvussa esitellään työn tilaaja, Parma Oy, sekä kuvataan tutkittava tuoteryhmä, Parman tekniikkahormi, lisäksi esitetään työn tavoitteet, rajaukset ja käytössä olevat menetelmät.

4.1 Alan johtava betonirakentamisen asiantuntija

Parma Oy on Suomen suurin betonielementtien valmistaja, se kehittää ja toimittaa betoni- ja yhdistelmäateriaalipohjaisia tuotteita ja ratkaisuja asuin-, toimitila- ja infrarakentamiseen. Parman asiantuntijat palvelevat suunnittelusta toimituksiin ja asennuksista työmaapalaveriinkin saakka. (Consolis Parma 2021.)

Nyky-Parma sai muotonsa vuonna 1993, mutta yhtiön juuret ovat syvällä suomalaisessa teollisuudessa. Parman historia alkaa yli sata vuotta sitten Lohjan Kalkkitehtaan ja Paraisten Kalkin toimintojen myötä. Näiden kahden elementtitoimintojen yhdistämisestä vuonna 1992 syntyi Partek Betonila Oy. Vuonna 1997 Partek Betonila ja Puolimatka yhdistettiin Parma Betonilaksi ja vuodesta 2003 yhtiö oli nimitetty Parma Oy:ksi. Nykyään Parma Oy kuuluu kansainväliseen Consolis-konserniin. (Parma 2021.)

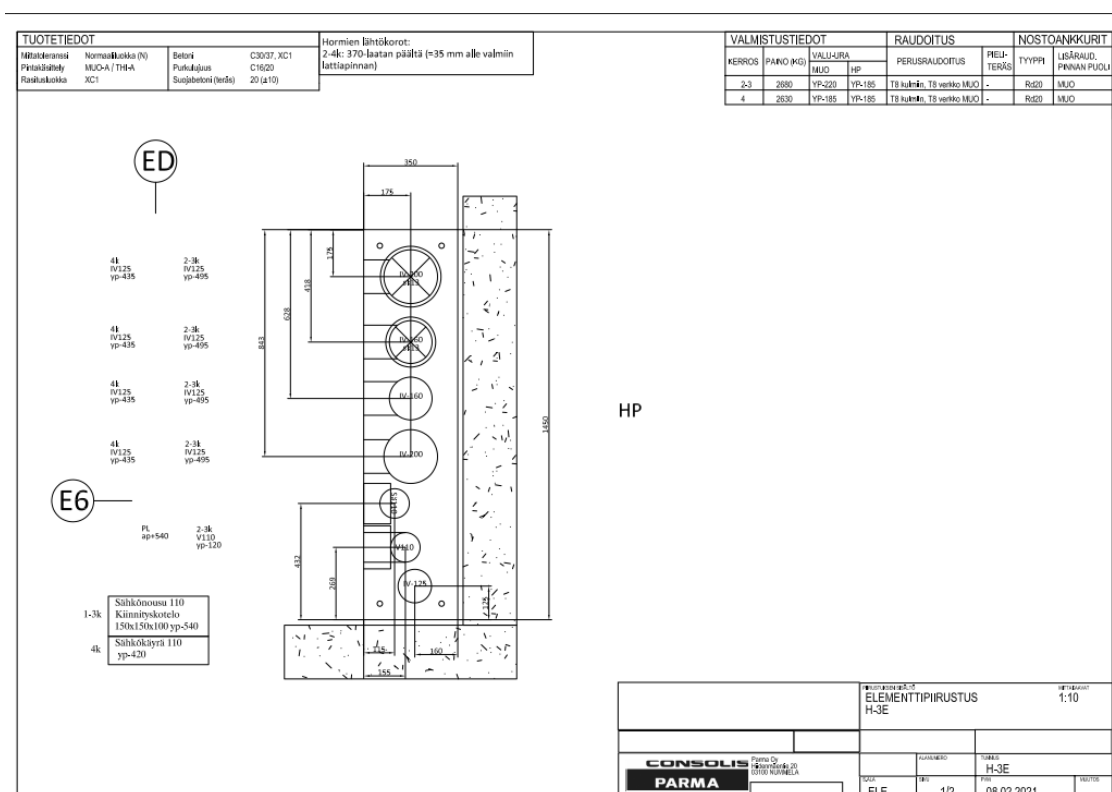
4.2 Parman tekniikkahormit ja niiden suunnittelu

Koska käytössäni ei ollut kirjallisia lähteitä Parman tekniikkahormeista, tässä luvussa tuotu kuvaus perustuu minun omaan kokemukseeni. Olen työskennellyt tekniikkahormien suunnittelijana ja kehittäjänä useamman vuoden eri yrityksissä, joten uskon, että minulla on tarpeeksi tietoa tästä tuotteesta. Parma on aloittanut tekniikkahormien suunnittelun ja valmistuksen noin kaksi vuotta sitten. Kuvassa 7 esitetyt tekniikkahormit ovat betonirakenteisia elementtejä, joihin on integroitu talontekniikka, kuten ilmanvaihtokanavat, viemäriputket, nousuputket sähkö- ja tietoliikennekaapeleita varten, vesi- ja lämpöjohdot haaroituksineen integroitu valmiiksi tehtaalla. Hormit räätälöidään ja suunnitellaan kohdekohtaisesti. Tekniikkahormia voidaan käyttää sekä uudisrakentamisessa että korjausrakentamisessa. Tekniikkahormeilla on paljon etuja verrattuna paikallarakennettaviin talotekniikkakoteloihin. Ne vievät huomattavasti vähemmän asuntojen pinta-alaa, niitä on nopea ja helppo asentaa eli niiden käyttäminen lyhentää työmaa-aikaa. Lisäksi työmaajätettä syntyy huomattavasti vähemmän, ja hormit ovat tehty hyvissä oloissa.



Kuva 7. Parman tekniikkahormit (Tähtinen 2020)

Kun projektin tarvittavat lähtötiedot ovat kerätty, alkaa tekniikkahormien suunnitteluprosessi. Jokaisesta hormilinjasta piirretään oma kuva, joka sisältää päätykuvan, linjakuvan sekä valmistuksen liittyvät taulukot. Päätykuvaan piirretään kaikki tekniikkahormiin tulevat kanavat, putket, haarat, varaukset, koje-
rasiat ja muut osat, niiden mitat, sijainti sekä asennuskorot. Linjakuvaan laite-
taan hormilinjan lähtökorko, hormien pituudet sekä merkataan hormien osat
niihin kerroksiin joihin ne tulevat. Valmistuksen liittyvät taulukot sisältää seu-
raava informaatiota: valmistustiedot, raudoitustiedot, nostoankkurit sekä tuote-
tiedot. Koko suunnitteluprosessin aikana tekniikkahormien suunnittelija tekee
tiivistä yhteistyötä muiden suunnittelijoiden ja tilaajan kanssa. Kuvissa 8 ja 9
on esitetty tyyppilisiä tekniikkahormien piirustuksia.



Kuva 8. Tekniikkahormien piirustus osa 1 (Parma 2021)

niin kuin ovat. Tämä yleinen periaate esitetään numeraalisesti esimerkiksi jakaumina, keskiarvoina ja keskihajontana. (Vilkkä 2021, 66–67.)

5 AINEISTOKERUU JA MALLIN KEHITTÄMINEN

Mallin kehittäminen alkaa tyypillisesti data-aineiston keruulla. Toimeksiantaja luvalla olen valinnut yrityksen projektikannasta kaikki tekniikkahormiprojektit kahdelta viime vuodelta joista oli saatavilla tarvittavat tiedot: elementtien kappalemäärät, elementtien neliömäärä, projektin suunnitteluhinnat sekä projektien suunnittelutunnit. Niitä oli yhteensä 24 kappaletta. Koska projektikohtaiset tiedot ovat luottamuksellisia, tässä opinnäytetyön julkisessa versiossa esitetyt luvut eivät ole todellisia arvoja. Fiktiivisten lukuarvojen käyttö mahdollistaa kuitenkin tutkimusprosessin kuvaamisen vaarantamatta yrityksen liikesalaisuuksia.

Mallin kehittämisen alkuvaiheessa minulla oli ajatuksena ja tavoitteena tutkia seuraavien projektiparametrien vaikutusta tarvittavien suunnitteluresurssien määrään laskemiseen: elementtien kappalemäärä, projektin yhteinen neliömäärä, suhde neliömäärä/kappalemäärä sekä suunnittelun hinta. Kuvassa 10 on esitetty tutkimuksessa olevien projektien kerätty data, joka edellä kuvatusta syystä johtuen ei sisällä todellisia arvoja.

Kun tarvittava data-aineisto oli kerätty ja tavoitteet hahmotettu, aloin pohtia ja tutkia mikä data-analytiikkaohjelma sopisi tähän tehtävään. Tarkoitus oli valita itselle tuttu, mahdollisimman yksinkertainen ja helppokäyttöinen ohjelma joka vastaa tehtävän tarpeita. Pohdiskelun jälkeen valitsin kaksi ohjelmaa: Microsoft Excelin ja Microsoft Azure Machine Learning Studion.

LÄHTÖTIEDOT					
Projektin numero	kpl	m2	m2/kpl	suunnittelun hinta	työtunnit
1	163	758	4,65	8114	96
2	205	523	2,55	6618	228
3	65	273	4,20	2068	41
4	242	652	2,69	6919	247
5	38	34	0,89	476	16
6	45	90	2,00	1399	36
7	43	119	2,77	1241	38
8	52	115	2,21	1418	30
9	75	126	1,68	2016	46
10	207	401	1,94	4790	96
11	89	152	1,71	2143	69
12	67	144	2,15	1890	28
13	211	212	1,00	2305	56
14	68	152	2,24	1967	44
15	67	110	1,64	1533	27
16	7	5	0,71	117	4
17	265	776	2,93	9751	236
18	72	256	3,56	2296	55
19	76	217	2,86	3675	36
20	234	534	2,28	7594	87
21	54	217	4,02	2659	31
22	155	580	3,74	7128	102
23	64	155	2,42	3083	103
24	270	1196	4,43	18630	159

Kuva 10. Data-aineisto

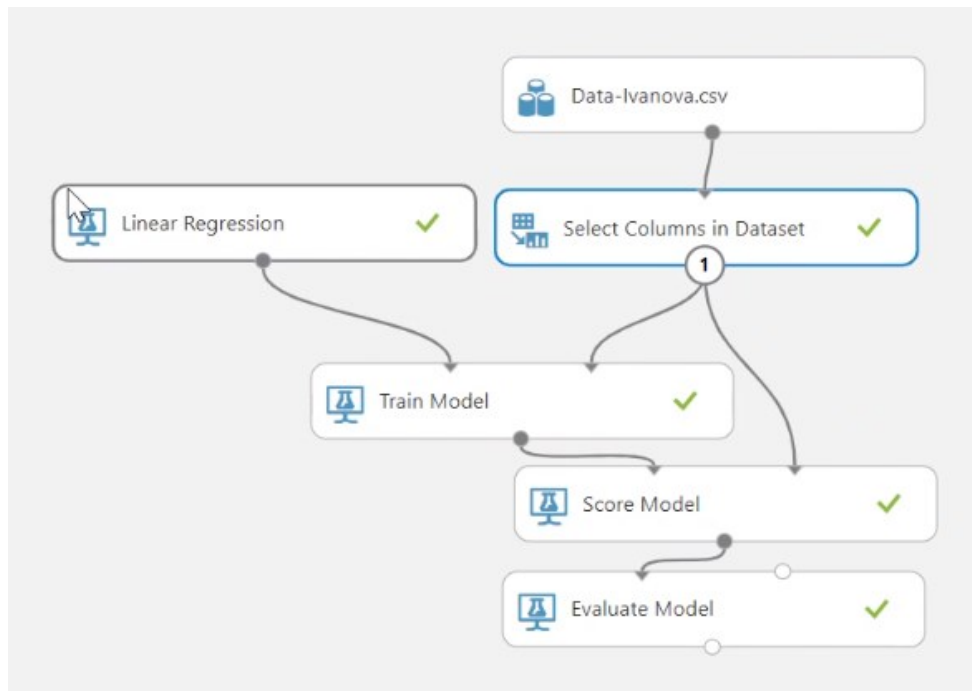
Microsoft Excel on hyvin monipuolinen tietojenkäsittely- ja tietojen laskenta-työkalu joka sisältää monia erilaisia tietojenkäsittelyyn, laskentaan, analysointiin sekä graafiseen esittämiseen liittyviä toimintoja. Ohjelma helpottaa ja nopeuttaa tietojen käsittelyä. Microsoft Azure on Microsoftin julkinen pilvipalvelu- alusta joka tarjoaa laajan valikoiman pilvipalveluita kuten esimerkiksi lasken- taan, analytiikkaan, tallentamiseen ja verkottamiseen liittyvät palvelut. Kone- oppimisen (Machine Learning) avulla ohjelmistosovellukset voivat täsmälli- semmin ennustaa tuloksia, ilman että niitä olisi erikseen ohjelmoitu. Koneop- pimisen lähtökohtana on rakentaa algoritmeja, jotka voivat vastaanottaa syöt- tötietoja ja käyttää tilastollista analyysia tuotoksen ennustamiseen samalla kun päivittävät tuotoksia uusien tietojen tullessa saataville. (Altitudetvm s.a; Khe- miri 2019.)

Ohjelmien valitsemisen ja niiden ominaisuuksien tutkimisen jälkeen tein johto- päätöksen, että mallintamisessa ja analysoinnissa keskityn ainoastaan projek- tien kahteen parametriin, neliöt ja kappalemäärät, koska kahdessa muissa parametreissa on jo otettu mukaan nämä kaksi tekijä ja näin ne eivät antaa

lisäarvoa mallille eivätkä sinänsä auta analysoimaan olemassa oleva dataa. Aluksi olen lähtenyt analysoimaan, kumpi parametreista, neliöt vai kappalemäärä, antaa tarkemman arvion tarvittaville työtunneille. Tässä analysoinnissa olen käyttänyt lineaarista regressiomallia. Lineaarisen regressiomallin avulla voidaan mallintaa kahden määrällisen muuttujan riippuvuutta. Kahden muuttujan riippuvuutta kuvaava malli on lauseke, jonka avulla voidaan ennustaa toisen muuttujan arvoa ensimmäisen muuttujan arvon perusteella. Lauseke on $y = bx + c$ jossa minun tapauksessa y on ennuste, b on kappalemäärä tai neliöt, x on kerroin ja c on vakiotermi (bias).

Mallia varten olen muuttanut olemassa olevan datan csv-muotoon. Sen jälkeen Microsoft Azure Learning Studio -ohjelmassa olen rakentanut mallin jonka avulla olen laskenut tarvittavat parametrit. Malli on esitetty kuvassa 11.

Ensin olen laskenut kertoimen b ja c-vakiotermin käyttäen ainoastaan kappalemääriä ennustamaan tarvittavia työtunteja. Kuvassa 12 on esitetty mallissa saadut arvot ($b = 0,69$ ja $c = -1,4$). Sitten saman mallin avulla olen laskenut, mitkä ovat tämän mallin ennustamat tarvittavat työtunnit. Laskelman tulos on esitetty kuvassa 13, jossa Scored Labels on mallin ennustamat työtunnit. Tämän lisäksi olen myös tarkistanut, kuinka hyvä kehittämäni malli on. Evaluate Model -työkalun avulla olen laskenut, mikä on tämän mallin keskimääräinen virhe (engl. Mean Absolute Error) sekä mallin hyvyyskerroin (engl. Coefficient of Determination), joka on hyvillä malleilla lineaarisessa regressiossa kuluu olla luokka 0,7 tai enemmän. Tulokset ovat esitetty kuvassa 14, jossa keskimääräinen virhe on 27 tuntia ja mallin hyvyyskerroin on 0,66. Näiden perusteella olen tehnyt johtopäätöksen, että rakentamani malli on melko luotettava ja sen tuloksia voidaan käyttää tässä tehtävässä.






Kuva 11. Microsoft Azure Learning Studio malli

Feature Weights

Feature	Weight
Bias	-1.35276
kpl	0.685768

Kuva 12. Microsoft Azure Learning Studio mallissa lasketut kertoimet

kpl	tunnit	Scored Labels
		
163	96	110.427488
205	228	139.229761
65	41	43.222183
242	247	164.603193
38	16	24.706435
45	36	29.506814
43	38	28.135278
52	30	34.307193
75	46	50.079867
207	96	140.601298
89	69	59.680625
67	28	44.59372
211	56	143.344372
68	44	45.279488
67	27	44.59372
7	4	3.447614
265	236	180.375867
72	55	48.022562
76	36	50.765635
234	87	159.117046
54	31	35.67873
155	102	104.941341
64	103	42.536414
270	159	183.804709

Kuva 13. Microsoft Azure Learning Studion mallin ennustettavat tunnit.

Metrics

Mean Absolute Error	26.705212
Root Mean Squared Error	39.941746
Relative Absolute Error	0.502785
Relative Squared Error	0.338362
Coefficient of Determination	0.661638

Kuva 14. Microsoft Azure Learning Studion mallin arvot

Mallista laskettuja arvoja käyttäen olen rakentanut Microsoft Excel- ohjelmaan laskentataulukon, jossa olen laskenut, miten tämä lineaarinen regressiomalli ennustaa tarvittavien suunnittelutuntien määrä ja minkälainen on virheprosent-

ti verrattuna todellisiin työtunteihin. Tässä laskennassa keskimääräinen virheprosentti on 35 %. Laskentataulukko on esitetty kuvassa 15.

LASKENNASSA PELKKÄ KPL				
kpl-kerroin	bias	ENNUSTE	VIRHE	VIRHE %
0,69	-1,4			
112	-1,4	111	15	16 %
141	-1,4	140	88	39 %
45	-1,4	43	2	6 %
167	-1,4	166	81	33 %
26	-1,4	25	9	55 %
31	-1,4	30	6	18 %
30	-1,4	28	10	26 %
36	-1,4	34	4	15 %
52	-1,4	50	4	9 %
143	-1,4	141	45	47 %
61	-1,4	60	9	13 %
46	-1,4	45	17	60 %
146	-1,4	144	88	157 %
47	-1,4	46	2	3 %
46	-1,4	45	18	66 %
5	-1,4	3	1	14 %
183	-1,4	181	55	23 %
50	-1,4	48	7	12 %
52	-1,4	51	15	42 %
161	-1,4	160	73	84 %
37	-1,4	36	5	16 %
107	-1,4	106	4	3 %
44	-1,4	43	60	58 %
186	-1,4	185	26	16 %
	KESKIVIRHE		27	35 %

Kuva 15. Laskentataulukko, kappalemäärät

Tämän jälkeen olen tehnyt samat laskelmat, mutta olen ennustanut työtunteja neliömäärien avulla. Tällä kerta sain seuraavat arvot: $b = 0,18$ ja $c = 21$ ja mallin keskimääräinen tuntivirhe on 31 tuntia ja hyvyyskerroin on 0,57. Olen samalla tavalla näiden arvojen perusteella rakentanut Excel-taulukkon, jonka avulla olen laskenut tämän mallin virheprosentin. Tässä tapauksessa se oli 56 %, kuten kuvasta 16 voidaan havaita.

LASKENNASSA PELKKÄ M2				
M2-KERROIN	bias	ENNUSTE	VIRHE	VIRHE%
0,18	21			
136	21	157	61	64 %
94	21	115	113	50 %
49	21	70	29	71 %
117	21	138	109	44 %
6	21	27	11	70 %
16	21	37	1	3 %
21	21	42	4	12 %
21	21	42	12	39 %
23	21	44	2	5 %
72	21	93	3	3 %
27	21	48	21	30 %
26	21	47	19	68 %
38	21	59	3	6 %
27	21	48	4	10 %
20	21	41	14	51 %
1	21	22	18	448 %
140	21	161	75	32 %
46	21	67	12	22 %
39	21	60	24	67 %
96	21	117	30	35 %
39	21	60	29	94 %
104	21	125	23	23 %
28	21	49	54	53 %
215	21	236	77	49 %
	KESKIVIRHE		31	56 %




Kuva 16. Laskentataulukko neliömäärät

Näiden tuloksien perusteella totesin, että kappalemääriä käyttämällä saadaan tarkempi arvio tarvitseville suunnitteluresursseille. Tässä vaiheessa minulla heräsi kiinnostus laskea, minkälainen ennustustarkkuus tulee, jos käytetään molempia parametreja yhdessä. Lähdin rakentamaan mallia tällekin vaihtoehdolle, periaate on sama kuin edellisissäkin malleissa sillä erolla, että tässä tapauksessa lineaarisen regressio lauseke on $y = b_1x_1 + b_2x_2 + c$ eli mallin avulla olen laskenut kaksi kerrointa sekä vakiotermin. Tulokset ovat esitetty kuvassa 17. Sen jälkeen olen rakentanut vastaavan Excel-laskentataulukon, jossa olen laskenut näillä parametreilla ennusteen tarvittavalle tuntimäärälle ja vertasin tuloksia todellisiin tuntimenekkeihin. Taulukko on esitetty kuvassa 18.

LASKENNASSA SEKÄ KPL ETTÄ M2					
kpl-kerroin	m2-kerroin	bias	ENNUSTE	VIRHE	VIRHE-%
0,52	0,055	0,36			
84,76	41,69	0,36	127	31	32 %
106,6	28,765	0,36	136	92	40 %
33,8	15,015	0,36	49	8	20 %
125,84	35,86	0,36	162	85	34 %
19,76	1,87	0,36	22	6	37 %
23,4	4,95	0,36	29	7	20 %
22,36	6,545	0,36	29	9	23 %
27,04	6,325	0,36	34	4	12 %
39	6,93	0,36	46	0	1 %
107,64	22,055	0,36	130	34	35 %
46,28	8,36	0,36	55	14	20 %
34,84	7,92	0,36	43	15	54 %
109,72	11,66	0,36	122	66	117 %
35,36	8,36	0,36	44	0	0 %
34,84	6,05	0,36	41	14	53 %
3,64	0,275	0,36	4	0	7 %
137,8	42,68	0,36	181	55	23 %
37,44	14,08	0,36	52	3	6 %
39,52	11,935	0,36	52	16	44 %
121,68	29,37	0,36	151	64	74 %
28,08	11,935	0,36	40	9	30 %
80,6	31,9	0,36	113	11	11 %
33,28	8,525	0,36	42	61	59 %
140,4	65,78	0,36	207	48	30 %
		KESKIMÄÄRÄ	27,2	33 %	

Kuva 18. Excel-taulukko, neliöt ja kappalemäärät

Tämän jälkeen esitin mallin tulokset toimeksiantajalle, joka esitti toiveen, että edellä mainittujen parametrien lisäksi tarkistaisin, minkälainen tulos tulee, jos käyttää lähtötietona suunnittelun hintaa, joten rakensin vastaavan mallin tällekin vaihtoehdolle. Kuvassa 19 on esitetty Microsoft Azure -ohjelman laskentatulokset ja kuvassa 20 on esitetty Excel-taulukon laskentatulokset. Jos käyttää lähtötietona suunnittelun hintaa, keskimääräinen virhe on 34 ja keskimääräinen virheprosentti on 75 %.

		hinta	tunnit	Scored Labels			
							
		9015	106	140.658844			
		7354	253	120.843022			
		2298	46	60.524664			
		7688	274	124.827661			
		529	17	39.420396			
		1554	40	51.648703			
		1379	42	49.560943			
		1576	33	51.911164			
		2240	51	59.83272			
		5322	106	96.60115			
		2381	77	61.514858			
		2100	31	58.162513			
		2562	62	63.674198			
		2185	49	59.176567			
		1704	30	53.438211			
		130	4	34.660304			
		10834	262	162.359614			
		2552	61	63.554898			
		4084	40	81.831742			
		8438	97	133.775202			
		2954	34	68.35078			
		7921	113	127.607363			
		3425	114	73.969836			
		20700	176	280.061537			
Feature Weights						Metrics	
Feature	Weight						
Bias	33.1094					Mean Absolute Error	37.155609
hinta	0.0119301					Root Mean Squared Error	54.690245
						Relative Absolute Error	0.63087
						Relative Squared Error	0.514863
						Coefficient of Determination	0.485137

Kuva 19. Mallin tulokset, hinta

LASKENNASSA PELKKÄ HINTA				
€-KERROIN	bias	ENNUSTE	VIRHE	VIRHE%
0,012	29,9			
97,4	29,9	127,3	31,3	33 %
79,4	29,9	109,3	118,7	52 %
24,8	29,9	54,7	13,7	33 %
83,0	29,9	112,9	134,1	54 %
5,7	29,9	35,6	19,6	123 %
16,8	29,9	46,7	10,7	30 %
14,9	29,9	44,8	6,8	18 %
17,0	29,9	46,9	16,9	56 %
24,2	29,9	54,1	8,1	18 %
57,5	29,9	87,4	8,6	9 %
25,7	29,9	55,6	13,4	19 %
22,7	29,9	52,6	24,6	88 %
27,7	29,9	57,6	1,6	3 %
23,6	29,9	53,5	9,5	22 %
18,4	29,9	48,3	21,3	79 %
1,4	29,9	31,3	27,3	683 %
117,0	29,9	146,9	89,1	38 %
27,6	29,9	57,5	2,5	4 %
44,1	29,9	74,0	38,0	106 %
91,1	29,9	121,0	34,0	39 %
31,9	29,9	61,8	30,8	99 %
85,5	29,9	115,4	13,4	13 %
37,0	29,9	66,9	36,1	35 %
223,6	29,9	253,5	94,5	59 %
	KESKIVIRHE		33,5	71 %

Kuva 20. Excel-taulukko hinta

Jotta olisin varma näistä tuloksista, olen päättänyt kokeilla, millaisia arvoja saan jos käytän jotain muuta menetelmää kuin lineaarista regressiota mallin laskennassa. Laskin tulokset seuraavaksi neuroverkkojen avulla (engl. Neural Network Regression). Käytin laskennassa molempia arvoja: kappaleet ja ne-
liömäärät. Tämän mallin avulla laskettu keskimääräinen tuntivirhe oli 31 tuntia ja mallin hyvyyskerroin oli 0,6. Kuvassa 21 on esitetty tulokset. Näiden tulok-
sien perusteella tein johtopäätöksen, että minun alkuperäisen lineaariseen regressioon perustuvan mallin keskimääräinen virheprosentti ei johdu valitusta menetelmästä, koska käyttämällä toista menetelmää olen saanut melko sa-
manlaiset tulokset.

Metrics

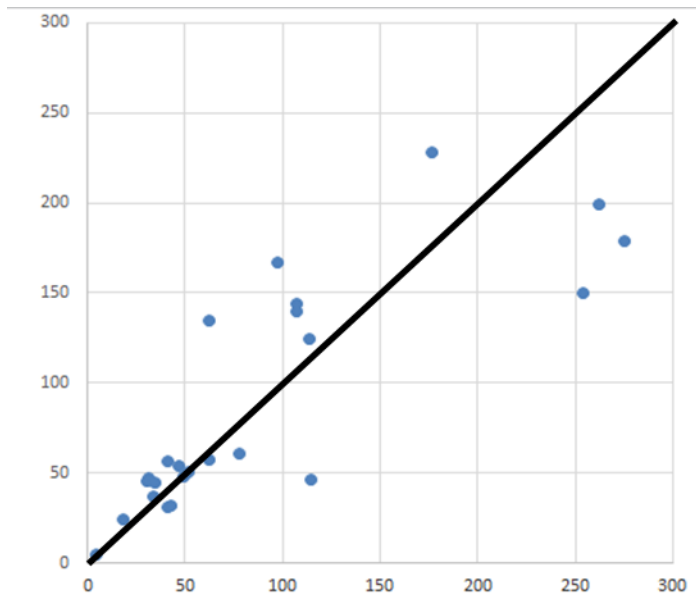
Mean Absolute Error	31.44499
Root Mean Squared Error	47.267119
Relative Absolute Error	0.533909
Relative Squared Error	0.384583
Coefficient of Determination	0.615417

Kuva 21. Neural Network regressiomallin tulokset

6 TULOSTEN ANALYSOINTI JA MALLIN TESTAUS

Näiden mallien tarkoitus on ollut arvioida, mikä talotekniikkahormien parametreista kannatta käyttää tulevien projektien tarvittavien suunnitteluresurssien laskennassa. Analysoimalla työn tulokset voidaan todeta, että kolme työssä esitetystä neljästä mallista on ollut melko hyvä (hyvyyskerroin suurempi kuin 0,6). Vastaavasti jos tarkastellaan mallien laatua keskimääräisen virheprosentin avulla, kaksi neljästä tutkimuksessa olleesta vaihtoehdosta erottui selkeästi muista. Nämä olivat malli, jossa on ollut laskennassa neliömäärät, kappaleet ja työtunnit, sekä malli, jossa on ollut kappalemäärät ja työtunnit. Näiden kahden mallin keskimääräinen virheprosentti on ollut 33 % ja 35 % mikä on parempi kuin muiden mallien tulos. Luonnollisesti työn toimeksiantajan kannalta olisi hyvä, jos tämä prosentti olisi matalampi.

Seuraavaksi vertailin ennustettujen ja todellisten työtuntien määriä projekteittain ja huomasin ison hajonnan projektien välillä. Jossain projekteissa todellisten ja ennustettavien tuntien määrä oli hyvin lähellä toisiaan, kun taas jossain ero oli merkittävä. Kuvassa 22 on esitetty diagrammi, jossa verrataan ennustettujen ja todellisten tuntien määrä silloin, kun lähtötietoina olivat neliömäärät ja kappaleet. Diagrammin avulla huomataan, että miten isompi projekti on, sitä suuremmaksi virhe eli poikkeama kuvassa mustalla esitetystä viivasta kasvaa.



Kuva 22. Diagrammi

Vastaus kysymykseen, miksi projektien välissä on näin iso hajonta, löytyy tutkimuksessa olevassa tuotteesta. Niin kuin aikaisemmin kirjoitin, talotekniikkahormit ovat räätälöity tuote. Projektin tarvittavien suunnitteluresurssien määrä riippuu hormien määrästä, niiden mitoista ja rakennuksen kerrosmäärästä. Koska hormit suunnitellaan hormilinja kerrallaan, niin esimerkiksi korkeiden rakennuksien hormimäärä voi olla samaa kuin matalassa rakennuksessa, mutta koska hormilinjojen määrä on korkeissa rakennuksissa pienempi, suunnittelu-aika on todennäköisesti lyhyempi. Lisäksi suunnittelu-aikaan vaikuttavat hormoneihin tulevien LVIS-osien määrä, projektin vaikeustaso sekä lähtötietojen laatu. Näistä syistä taloteknikkahormiprojektit on mahdotonta standardisoida ja eri projekteihin käytettyjen työtuntien määrien välissä ei ole selkeää logiikka. Uskon, että se osittain vaikuttaa mallien keskimääräisiin virheprosentteihin.

Tämän lisäksi mallin tulokseen löytyy muitakin vaikuttavia tekijöitä. Ensinnäkin mallia varten saatavilla oleva data oli melko pieni. Projekteja oli kaiken kaikkiaan 24 kappaletta. Jos niitä olisi enemmän uskon, että lopputuloskin olisi parempi. Tämän lisäksi aineistossa oli tiedot vain kahden suunnittelijan toteuttamista projekteista. Suunnittelijoiden yksilöllisten erojen poistamiseksi olisi tärkeää saada tietoja useampien suunnittelijoiden hankkeista.

Vielä yksi tekijä, joka vaikuttaa mallin lopputulokseen, on se, että Parma on aloittanut taloteknikkahormien valmistuksen vasta kaksi vuotta sitten, joten hormien valmistusprosessi ja suunnitteluprosessi ovat koko ajan kehittyneet ja

muuttuneet, mikä taas on vaikuttanut merkittävästi eri projekteihin käytettyjen työtuntien määrään.

Seuraavaksi olen lähtenyt koekäyttämään kehittämäni mallia tuleville projekteille. Olen listannut kaikki seuraavan kuukauden aikana suunnittelussa olevat projektit ja laskenut niille tarvittavat työtunnit minun kehittämäni Excel-taulukoiden avulla. Kuukauden loputtua keräsin projektikannasta näihin projekteihin käytetyt työtunnit ja vertasin niitä mallin ennustettaviin tunteihin. Kuvas-
sa 23 on esitetty lopputulos.

MALLIN TESTAUS					
LÄHTÖTIEDOT					
UUSI PROJE	kpl	m2		hinta	työtunnit
1	14	37		9066	28
2	61	309		56408	82
3	68	198		40774	54
4	50	167		34799	46

LASKENNASSA SEKÄ KPL ETTÄ M2					
kpl-kerroin	m2-kerroin	bias	ENNUSTE	VIRHE	VIRHE-%
7,3	2,0	0,36	10	18	65 %
31,7	17,0	0,36	49	33	40 %
35,4	10,9	0,36	47	7	14 %
26,0	9,2	0,36	36	10	23 %
KESKIVARVO					37 %

LASKENNASSA PELKKÄ KPL				
kpl-kerroin	bias	ENNUSTE	VIRHE	VIRHE-%
10	-1,4	8	20	71 %
42	-1,4	41	41	50 %
47	-1,4	46	8	16 %
35	-1,4	33	13	28 %
KESKIVARVO				42 %

LASKENNASSA PELKKÄ HINTA				
€-KERROIN	bias	ENNUSTE	VIRHE	VIRHE-%
107,9	29,9	137,8	109,8	392 %
671,3	29,9	701,2	619,2	755 %
485,2	29,9	515,1	461,1	854 %
414,1	29,9	444,0	398,0	865 %
KESKIVARVO				720 %

LASKENNASSA PELKKÄ M2				
M2-KERROIN	bias	ENNUSTE	VIRHE	VIRHE-%
7	21	28	0	1 %
56	21	77	5	7 %
36	21	57	3	5 %
30	21	51	5	11 %
KESKIVARVO				6 %

Kuva 23. Testaamisen tulokset

Ennen tuloksien vertailua selvisi, että testausta varten listatuista projekteista kuukauden aikana valmistui vain neljä, joten testaamisen lähtötiedot jäivät odotettu pienemmäksi. Sen takia pitää todeta, että testaamisen tulokset eivät ole kovin luotettavia ja malli kannattaa testata uudestaan myöhemmin, kun lähtötietojen määrä on huomattavasti isompi.

Tämän analysoinnin ja testauksen perusteella tein sellainen johtopäätöksen, että minun mielestäni tulevien projektien tarvittavien suunnitteluresurssien suunnitteluun kannatta käyttää kahta eri mallia, joissa on mukana kaksi parametria: kappalemäärä ja neliömäärä. Vaikka ottamalla huomioon pelkkä kappalemäärät saatiin melko samanlainen lopputulos, uskon, että jos lähtötie-

doissa olevien projektien määrä olisi huomattavasti isompi, ero naiden kahden lopputuloksen välissä olisi isompi.

7 YHTEENVETO

Tämän oppinäytetyön tavoitteena oli perehtyä työn resursointiin ja tehokkuuteen vaikuttavien tekijöihin. Varsinaisen työn päätarkoituksena oli luoda työkalu Parman tekniikkahormien suunnitteluosaston resurssien hallintaan sekä selvittää mikä tämän tuotteen parametreista kuvaavat parhaiten tarvittavien suunnitteluresurssien määrän.

Työ aloitettiin tekemällä kattava kirjallisuuskatsaus, joka auttoi ymmärtämään, mitä kannatta ottaa huomioon työvoimavarojen hallinnassa ja resursoinnissa jos tavoitteena rakentaa tehokas ja menestyvä yritys. Lisäksi perehdyttiin siihen, miten mallintamista voidaan hyödyntää organisaation toimintojen kehittämisessä.

Mallin kehittämisessä hyödynnettiin koneoppimisen tarjoamia mahdollisuuksia. Aikaisemmista toteutuneista hankkeista kertyneiden tietojen avulla luotiin lineaariseen regressioon perustuvia matemaattisia malleja eri parametreilla. Tarkastelun perusteella päädyin tulokseen, jonka mukaan suunnitteluresurssien suunnitteluun kannatta käyttää kahta eri mallia. Ensimmäinen malli perustuu kappalemäärään ja toinen kappalemäärän ja neliömäärään yhdessä.

Tälle työlle toimeksiantajan määrittämät tavoitteet saavutettiin melkein täysin. Työn aikana analysoitiin tekniikkahormien erilaisten parametrien vaikutusta tarvittavien suunnitteluresurssien laskentaan. Tulokset ovat selkeät ja niitä pystytään hyödyntämään tulevaisuudessa. Työssä myös pohdittiin, minkälaiset tekijät vaikuttavat työn tuloksiin.

Tässä työssä kehitetty malli saatiin valmiiksi vain kuukausi ennen tämän oppinäytetyön valmistumista, joten mallin testausaika jäi hyvin lyhyeksi. Tulevaisuudessa on tarkoitus jatkaa tämän mallin testaamista ja kehittämistä yrityksen tarpeen mukaan. Lisäksi toteutuneista hankkeista saatava data todennäköisesti parantaa mallia, sillä tässä vaiheessa käytössä oli sangen pieni aineisto.

LÄHTEET

Altitudetvm s.a. Microsoft Excelin ymmärtäminen yhdessä Microsoft Excelin toimintojen ja historian kanssa. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://altitudetvm.com/fi/komputer/1407-pengertian-microsoft-excel-beserta-fungsi-dan-sejarah-microsoft-excel.html> [viitattu 3.4.2021].

Consolis Parma s.a. Tietoa Parmasta. WWW-dokumentti. Saatavissa:

<https://parma.fi/tietoa-parmasta/> [viitattu 21.3.2021].

Digiterveys. 2020. 5 henkilöstövaihtuvuuteen vaikuttavaa tekijää. Blogikirjoitus. Julkaistu 18.5.2020. Saatavissa:

<https://digiterveys.fi/blogi/blogikirjoitus/henkilostovaihtuvuus-vaikuttaminen-ehkaisy/> [viitattu 28.2.2021].

Kallasvuo, A.; Koski, A.; Kyrönseppä, U. & Kärkkäinen, M. 2019. Työyhteisön työnohjaus. 2. uudistettu painos. Helsinki: Unigrafia.

Kasve. 2017. 9+1 syytä tehdä laatua Osa 9. Resurssien tehokas hyödyntäminen. Blogi. Saatavissa: <https://www.kasve.fi/9-1-syyta-tehda-laatu-osa-9-resurssien-tehokas-hyodyntaminen/> [viitattu 28.2.2021].

Kauhanen, J. 2012. Henkilöstövoimavarojen johtaminen. 10.–11. painos. Helsinki: Talentum media.

Khemiri, A. 2019. Introduction to Microsoft Azure Machine Learning. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://medium.com/@ahmedkhemiri24/microsoft-azure-machine-learning-d148478e867c> [viitattu 3.4.2021].

Lehtonen, V. 1994. Henkilöstövoimavarojen hallinta ja sitä tukevat laskentajärjestelmät. Helsinki: Valtiohallinnon kehittämiskeskus - Painatuskeskus.

Leiviskä, E. 2011. Työ täynnä elämää, työn merkityksellisyyden seitsemän lähdettä. Tallinna: Tietosanoma Oy.

Leppänen, A. 2000. Työprosessien mallintaminen. Helsinki: Työterveyslaitos.

Liukonen, J.; Jaakkola, T. & Suvanto, A. 2002. Rahasta vai rakkaudesta työhön? Mikä meitä motivoi? Likes-työelämäpalvelut Oy.

Lönnqvist, A., Kujansivu, P. & Antikainen, R. 2006. Suorituskyvyn mittaaminen. Tunnusluvut asiantuntijaorganisaation johtamisvälineenä. 2. uudistettu painos. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Pelin, R. 2020. Projektihallinnan käsikirja. Kahdeksas painos. Projektijohtaminen Oy Risto Pelin.

Railosalo, J. 2017. Itseohjautuvuusteoria osana työntekijöiden sisäisen motivaation vahvistamista. Liiketalouden koulutusohjelma. Opinnäytetyö. PDF-dokumentti. Saatavissa:

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/138479/Railosalo_Jenina.pdf?sequence=1&isAllowed=y [viitattu 28.02.2021].

Rumpu, A. 2019. Voiko työntekijöiden motivaatioon vaikuttaa? Blogi. Julkaistu 2.7.2019. Saatavissa: <https://netvisor.fi/blog/voiko-tyontekijoiden-motivaatioon-vaikuttaa/> [viitattu 28.2.2021].

Savolainen, T.; Saaren-Seppälä, K. & Savolainen, S. 1997. Liiketoimintaprosessien luova virtaviivaistaminen. Tampere: Metalliteollisuuden Keskusliitto.

Tainio-Keinonen, K. 2019. Osaamisen kehittäminen – parhaat käytännöt ja tärkeimmät työkalut. Blogi. Julkaistu 28.10.2019. Saatavissa: <https://www.vuolearning.com/fi/blog/osaamisen-kehittaminen> [viitattu 27.2.2012].

Tieturi s.a. Liiketoimintaprosessien kehittäminen. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.tieturi.fi/koulutus/liiketoimintaprosessien-kehittaminen/> [viitattu 13.3.2021].

Toivanen, M.; Leppänen, A. & Kovalainen, A. 2012. Osaamisen kehittäminen työorganisaatiossa. Artikkel. Työelämän tutkimus – Arbetslivsforskning 10(1) Saatavissa: <https://journal.fi/tyoelamantutkimus/article/view/87295/46190> [viitattu 28.2.2021].

Tähtinen, J. 16.12.2020.

Viitala, R. 2007. Henkilöstöjohtaminen. Strateginen kilpailutekijä. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Vilka, H. 2021. Tutki ja kehittää. viides päivitetty painos. Helsinki: Otavan Kirjapaino Oy.

WorkPower. 2018. Kuinka pitää löydetyt timantit talossa. Blogi. Julkaistu 24.10.2018. Saatavissa: <https://www.workpower.fi/blogi/2018/10/24/kuinka-pitaa-loydetyt-timantit-talossa/> [viitattu 27.02.2021].