

Suunnittelijan ohjeet

Entop Oy

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), Konetekniikka

Syksy 2020

Rasmus Hopeamaa

Tiivistelmä

Tekijä(t) Hopeamaa Rasmus	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 24	Valmistumisaika Syksy 2020
Työn nimi Suunnittelijan ohjeet Entop Oy		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Ohjaavan opettajan nimi, titteli ja organisaatio Ari Vesikko, lehtori, Konetekniikka, LAB-ammattikorkeakoulu		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Arto Rissanen, hallituksen puheenjohtaja, Entop Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin Entop Oy:lle auttamaan yrityksen mekaniikkasuunnittelijoita heidän työssään. Yritykselle tehdyssä työssä keskityttiin mekaniikkasuunnitteluun liittyvien tarvittavien ohjeistuksien ja tietojen keräämiseen. Kerätyt ohjeistukset ja tiedot haluttiin koota samaan paikkaan, josta niihin olisi helppo pääsy. Työssä on myös huomioitu tärkeimpiä asioita, joita mekaniikkasuunnittelijan on otettava huomioon suunnittellessaan asiakasprojektia.</p> <p>Työhön kerättiin ohjeistuksia ja tietoa pääsääntöisesti Entop Oy:n tarjoamista aineistoista. Aineistoja oli todella paljon, jonka vuoksi niistä kerättiin vain hyödyllisimmät ja tärkeimmät asiat. Työssä otettiin myös huomioon uusien mekaniikkasuunnittelijoiden osaamisesta ja tietämys. Työssä käydään myös läpi mekaniikkasuunnittelun merkitys ja miten sitä voidaan toteuttaa onnistuneesti.</p> <p>Työ tehtiin Microsoftin OneNote muistikirjasovellukseen käsikirjaa muistuttavaksi materiaalipankiksi. Suunnittelijan ohjeista pystytään tämän ansioista helposti etsimään tarvittavia tietoja mekaniikkasuunnitteluun liittyen, joko hakusanoja käyttämällä tai selaamalla pystyriiviin listattuja otsikoita.</p>		
Asiasanat mekaniikka, suunnittelu, ohje, avaintekijät		

Abstract

Author(s) Hopeamaa Rasmus	Type of Publication Thesis, UAS	Published Autumn 2020
	Number of Pages 24	
Title of Publication Designers Manual Entop Oy		
Name of Degree Bachelor of Engineering (UAS)		
Name, title and organization of the supervising teacher Ari Vesikko, senior lecturer, Machine technology, LAB University of Applied Sciences		
Name, title and organization of the client Arto Rissanen, Chairman of the Board, Entop Oy		
Abstract <p>This thesis was made for Entop Oy to help the company's mechanical designers in their work. The work that was made for the company focused on gathering the necessary instructions and information related to mechanical design. The aim was to put all the gathered instructions and information in the same place where they would be easily accessible. The work also takes into account the most important things that a mechanical designer must take into account when planning a customer project.</p> <p>The information collected in the work was from the materials and design guidelines provided by Entop Oy. There was a lot of materials which is why only the most useful and important instructions and information were collected from them. The work also took into account the skills and knowledge of the new mechanical designers. The work also reviews the importance of mechanical design and how it can be successfully implemented.</p> <p>The work was done in the Microsoft OneNote notebook application as a manual-like material bank. Thanks to this it is easy to find the necessary information from the Designers manual related to mechanical design, either by using keywords or by scrolling through the titles listed in the vertical row.</p>		
Keywords mechanical, instructions, designing, key factors		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Yritys	2
2.1	Entop Oy	2
2.2	Tuotteet ja palvelut	2
2.2.1	ENTOP suunnitteluautomaatti	3
2.2.2	ENTOP safety.....	3
2.2.3	ENTOP hoitotasot.....	3
2.2.4	ENTOP projektit.....	3
3	Suunnittelijan ohjeet	4
3.1	Suunnittelijan ohjeet yleisesti.....	4
3.2	Suunnittelijan ohjeiden tarve.....	5
3.2.1	Katalogien digitalisoiminen	5
3.2.2	Tuotteiden hankinnan valinta	6
3.3	Suunnittelijan ohjeiden toteutus	7
3.4	Suunnittelijan ohjeiden sisältö.....	9
3.4.1	Materiaali- ja komponenttiedot	9
3.4.2	Laskentaohjeet ja -kaavat.....	11
4	Mekaniikkasuunnittelu.....	15
4.1	Mekaniikkasuunnittelu yleisesti.....	15
4.2	Mekaniikkasuunnittelu tietokoneavusteisesti.....	15
4.3	Mekaniikkasuunnittelun lähtökohdat	16
5	Entopin avaintekijöitä onnistuneeseen mekaniikkasuunnitteluun	17
5.1	Mekaniikkasuunnittelun koulutusaiheet.....	17
5.2	Turvallisuus	17
5.3	Laatu ja tarkkuus	17
5.4	Käytettävyys	19
5.5	Asennettavuus ja huollettavuus	20
5.6	Kustannustehokkuus ja valmistettavuus	20
5.7	Kestävyys ja toimivuus	21
6	Suunnittelijan ohjeet tulevaisuudessa	22
7	Yhteenveto	23
	Lähteet	24

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda Suunnittelijan ohjeet. Ohjeet luotiin Entop Oy:lle helpotamaan sekä nopeuttamaan yrityksen mekaniikkasuunnittelijoiden työtä. Työn tarkoituksena oli tutkia yrityksen käyttämiä suunnitteluohjeistuksia sekä materiaali- ja komponenttietoja ja sijoittaa niistä tärkeimmät asiat Suunnittelijan ohjeisiin. Suunnittelijan ohjeiden piti olla myös vapaasti muokattavissa. Muokattavuuden ansiosta tulevaisuudessa sen sisältöä pystyttäisiin helposti päivittämään, mikäli Suunnittelijan ohjeiden sisältämä tieto ajan myötä vanhenisi tai muuttuisi.

Näiden kriteerien myötä päädyttiin luomaan Suunnittelijan ohjeet Microsoft OneNote muistikirjasovellukseen. OneNoten todettiin olevan todella helppokäyttöinen ja sillä olevan hyvät muokkausominaisuudet. Ohjeet pystyttiin myös jakamaan helposti yrityksen käyttämässä Microsoft Teams -sovelluksessa kaikkien työntekijöiden kesken.

Suunnittelijan ohjeiden sisällöstä tuli hyvin laaja. Se tulee myös jatkuvasti kasvamaan ja muuttumaan toimintatapojen, tietojen ja ohjeistuksien päivittyessä. Tämän takia opinnäytetyöraportin asioita rajataan niin, että pystytään käsittelemään aiheita, jotka liittyvät Suunnittelijan ohjeiden käyttötarkoitukseen sekä sen sisältöön.

Opinnäytetyöraportissa käydään läpi mekaniikkasuunnittelu yleisellä tasolla ja miten yritys toteuttaa sitä onnistuneesti. Opinnäytetyöraportin sisältämät aiheet ja asiat on kirjoitettu Entopille tehdyn Suunnittelijan ohjeiden sisällöstä. Opinnäytetyöraportin lähteinä on käytetty Entopin aineistoja sekä heidän koulutusmateriaalejansa. Suunnittelijan ohjeita on tehty myös omien kokemusten ja näkemysten perusteella mekaniikkasuunnittelun osalta.

Lopputuloksena saatiin käsitys Suunnittelijan ohjeiden sisällöstä ja tarkoituksesta sekä miten pystytään toteuttamaan onnistunutta mekaniikkasuunnittelua.

2 Yritys

2.1 Entop Oy

Entop Oy on vuonna 1988 perustettu insinööritoimisto, jonka palveluihin luottavat globaalia liiketoimintaa harrastavat suuret suomalaiset projektitoimittajat ja tuotantolaitokset. Riveissämme on 35 oman alansa ammattilaista valmiina auttamaan yritystäsi menestymään.

Olemme keränneet mittavan kokemuksen mekaanisen puunjalostus-, metalli- ja prosessiteollisuuden mekaniikka- ja automaatio suunnittelusta sekä projektinhallinnasta. Tuotteemme parantavat asiakkaittemme toiminnallista tehokkuutta ja kannattavuutta luoden yliverstaista kilpailukykyä kansainvälisillä markkinoilla.

Yhteistyö on pärjäämisen elinehto, joka vaatii meiltä kaikilta aikaa, avoimuutta, rehellisyyttä ja positiivista tulevaisuuden visiointia. Olemmekin metallialan johtavan yhteistyöverkoston S.E.C Subcontracting Excellence Clusterin toiminnassa mukana.

Toimistomme sijaitsevat Lahdessa, Tampereella ja Helsingissä, mutta toimimme valtakunnallisesti. (Entop Oy 2020e.)

2.2 Tuotteet ja palvelut

Entop Oy tarjoaa laajan valikoiman erilaisia tuotteita ja palveluita, joita tuottaa yli 35 ammattilaista yrityksessä. Entop Oy on kerännyt paljon kokemusta monelta eri teollisuudenalalta, minkä ansiosta yritys pystyy ottamaan vastaan erilaisia haasteita sekä tekemään tarvittavia ratkaisuja. Entop Oy pyrkii aina tehostamaan asiakkaansa tuotantoa.

Entop Oy:n tuotteiden lisäksi yrityksellä on kattavat palvelut asiakkaalle, joita ovat:

- Layout-suunnittelu
- Mekaniikkasuunnittelu
- Tekniset analyysit
- Asennus ja käyttöönotto
- Valmistuttaminen
- Koulutus ja konsultointi

(Entop Oy 2020.)

2.2.1 ENTOP suunnitteluautomaatti

Entopin tarjoama suunnitteluautomaatti luo ratkaisuja lyhyempiin läpimenoaikoihin toimitusprosesseissa ja se toteutetaan automatisoimalla projektin vaatimia asiakaskohtaisia suunnittelutöitä. Tällä tavoin voidaan lyhentää suunnitteluun käytettävää aikaa jopa 80 %. Entopin tarjoamia suunnitteluautomaatteja ovat tarjous-, layout- sekä mekaniikkasuunnitteluautomaatti. (Entop Oy 2020d.)

2.2.2 ENTOP Safety

Safety tarjoaa asiakkaalle päivitettyt turvallisuustasot koneille sekä tuotantolinjoille. Turvallisuustasot tulevat vastaamaan voimassa olevia vaatimuksia, jotka kartoitetaan yhdessä asiakkaan kanssa. Kohteesta tehdään tämän jälkeen riskiarvioinnit, suunnitelmat sekä ehdotukset, jolloin se saadaan sopimaan tämänhetkisiin SFS-standardeihin. Entop luo suunnitelmat ja osallistuu asennusvalvontaan sekä käyttöönottoon. Uusitun turvajärjestelmän koulutukset ja ohjeistukset myös tarjotaan asiakkaalle. (Entop Oy 2020c.)

2.2.3 ENTOP hoitotasot

Hoitotasot suunnitellaan ja piirretään 3D-suunnitteluautomaattien avulla. Entopin vakioiden ratkaisujen ansioista näiden suunnittelu on nopeaa. Entopin hoitotasot lujuustarkastetaan ja testataan aina. Sen lisäksi ne ovat kustannustehokkaita kuljettaa asiakkaalle. Hoitotasojen valmistuksesta huolehtii Tesni Oü, joka on Entopin yhteistyökumppani Tallinnassa. (Entop Oy 2020a.)

2.2.4 ENTOP projektit

Projektit ovat asiakkaille suunnattu kokonaisvaltainen palvelu. Palvelu tarjoaa projektin ideoinnista, esiselvityksestä ja suunnittelusta aina valmistuksen hankintaan ja käyttöönottoon asti. Asiakas voi myös halutessaan saada valmistuksen valvontaa, asennusvalvontaa, koulutuksia sekä linjastojen ja laitteistojen ylläpitoa. Projektit pyrkivät minimoimaan täten asiakkaan omien resurssien käytön. (Entop Oy 2020b.)

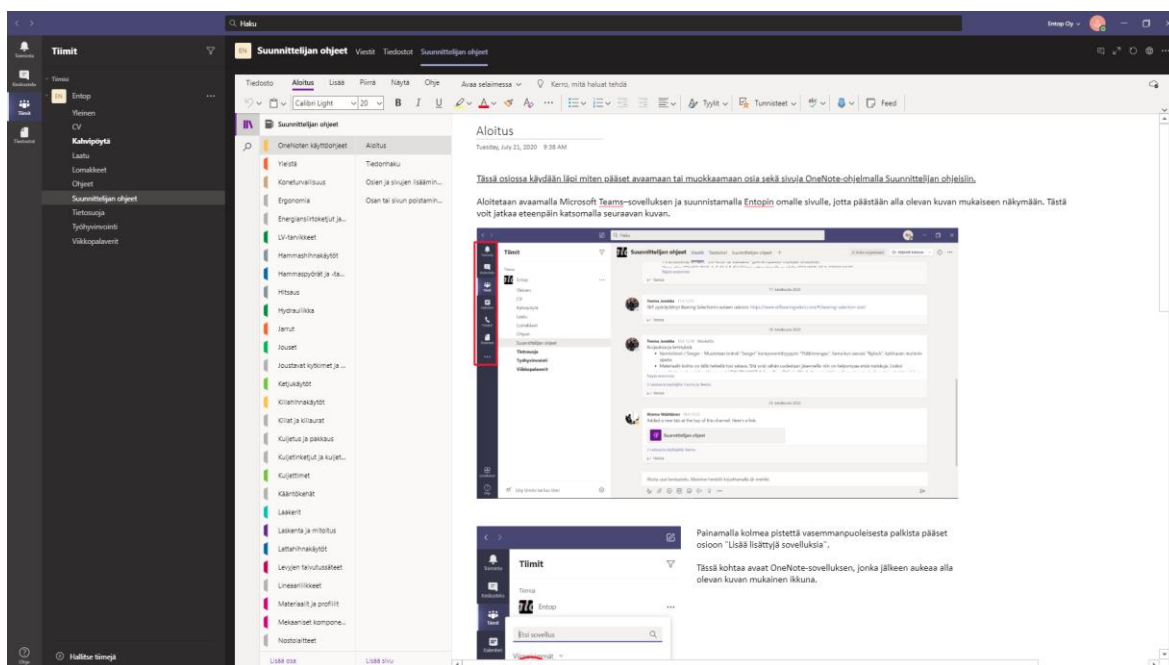
3 Suunnittelijan ohjeet

3.1 Suunnittelijan ohjeet yleisesti

Suunnittelijan ohjeet (kuva 1) on käsikirjan tyyppinen materiaalipankki, johon on kerätty paljon ohjeistuksia sekä materiaali- ja komponenttietoja. Suurin osa Suunnittelijan ohjeiden sisällöstä saatiin yrityksen käyttämistä aineistoista ja tiedoista. Näistä on kerätty kaikkein hyödyllisimmät asiat ja listattu ne Suunnittelijan ohjeisiin.

Suunnittelijan ohjeisiin on myös sisällytetty todella paljon linkkejä verkkosivuille. Linkit on kerätty eri maahantuojiin ja valmistajien verkkosivuilta. Linkkien tarkoituksena on ohjata mekaniikkasuunnittelijoita käyttämään oikeita materiaaleja, komponentteja sekä laitteita. Käyttämällä oikeita tuotteita voidaan säästää resursseja ja tehdä suunnittelutyöstä laadukkaampaa.

Suunnittelijan ohjeista voidaan etsiä tarvittavia materiaaleja, komponentteja ja laitteita käyttämällä hakusanoja tai selaamalla osia läpi. Osat jakautuvat sivuihin mikä myös helpottaa tiedonhakua, sillä niiden sisältöä pystytään jakamaan laajemmin. Koska työ on tehty OneNote muistikirjasovellukseen voidaan sen sisältöäkin päivittää vaivattomasti, mikäli sille on tarvetta tulevaisuudessa.



Kuva 1. Suunnittelijan ohjeet aloitusnäkyä OneNote muistikirjasovelluksessa.

3.2 Suunnittelijan ohjeiden tarve

Tarve Suunnittelijan ohjeille johtui monesta eri syystä, joita Entop Oy:n toimihenkilöt olivat havainneet. Havainnot liittyivät pääosin uransa alkuvaiheessa oleviin mekaniikkasuunnittelijoihin, joiden tietämys yrityksen toimintatavoista sekä materiaali- ja komponenttiedoista mekaniikkasuunnittelun osalta ei ole välttämättä ajan tasalla.

Hyvänä ohjeena on se, että mekaniikkasuunnittelijan olisi hyvä havainnoida ympäristöään ja miettiä mahdollisia kehityskohteita. Mekaniikkasuunnittelijan tulisi myös aina pyrkiä kehittämään itseään ja omaa tietämystään suunnittelun osalta, eikä vain odottaa seuraavaa asiakasprojektia.

3.2.1 Katalogien digitalisoiminen

Yksi syy Suunnittelijan ohjeiden tarpeelle oli se, että Entop Oy tahtoi digitalisoida heidän käyttämien katalogien tietoja. Katalogien tietojen digitalisoimisen tarkoituksena olisi nopeuttaa mekaniikkasuunnittelijoiden tiedonhakua. Entop oli haalinut ajan saatossa todella paljon katalogeja eri maahantuojiilta ja valmistajilta, joista mekaniikkasuunnittelija pystyi käsin etsimään tarvittavia materiaaleja, komponentteja ja laitteita. Tapa kuitenkin todettiin vanhanaikaiseksi ja hitaaksi. Ongelmana oli myös se, että joidenkin katalogien valmistajat ja maahantuoijat olivat lopettaneet yritystoimintansa tai fuusioituneet. Tämän takia oli osittain hankalaa löytää joidenkin yritysten verkkosivuja tai muuta tietoa heidän tuotteistaan. Näiden tilalle jouduttiin etsimään uusia, yhä toiminnassa olevia, yrityksiä ja heidän verkkosivujaan.

Katalogien digitalisoiminen aloitettiin aluksi Entopin kanssa käymällä läpi heidän suosimien maahantuojiin ja valmistajien tuottamat katalogit. Koska katalogeja oli todella paljon, valittiin niistä vain tärkeimmät ja joiden yritystoiminta oli vielä aktiivisena. Näistä valituista katalogeista sisältöä alettiin ottamaan talteen. Tietojen talteenotto toteutettiin siten, että käytiin valituista katalogeista yksi kerrallaan etsimässä kyseisen valmistajan tai maahantuojan verkkosivut. Verkkosivuilta etsittiin tämän jälkeen haluttuja tuotteita ja teknisiä tietoja, joiden linkit kopioitiin talteen. Linkit haluttiin Entopin suosimille ja yleisimmin käytettäville materiaaleille, komponenteille sekä laitteille.

Tämän avulla saatiin aikaan todella laaja valikoima erilaisia materiaaleja, komponentteja ja laitteita. Linkkien keräämisen ansiosta mekaniikkasuunnittelija pystyy tekemään nopeampaa tiedonhakua, joka voidaan suorittaa aina työpisteellä.

Mikäli Suunnittelijan ohjeista puuttuu tarvittavia tietoja, voidaan niitä vielä etsiä katalogeista ja halutessa lisätä ohjeisiin. Mikäli katalogeista ei löydy tarvittavia tietoja, on hyvä turvautua internetiin. Internetistä löytyy kuitenkin nykypäivänä suurin osa tarvittavista tiedoista.



Kuva 2. Entop Oy:n katalogeja.

3.2.2 Tuotteiden hankinnan valinta

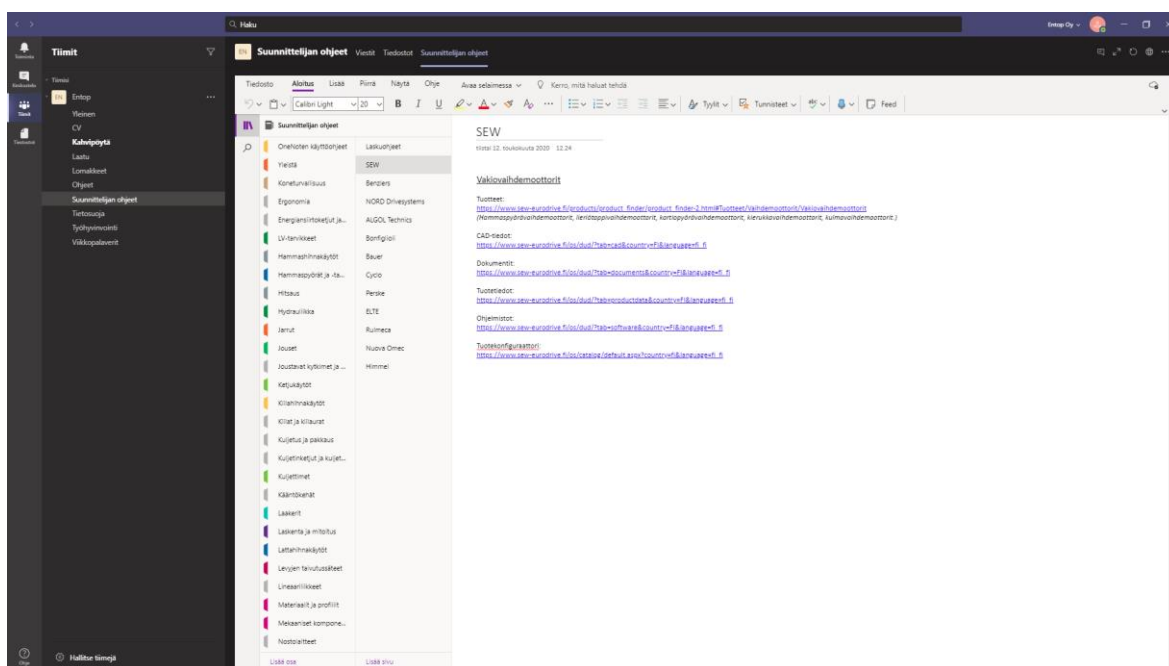
Toinen syy Suunnittelijan ohjeiden tarpeelle oli havainto siitä, ettei uusi mekaniikkasuunnittelija välttämättä tiennyt mistä hänen kannattaisi hankkia tarvittavia materiaaleja, komponentteja tai laitteita. Kun mekaniikkasuunnittelija aloittaa asiakasprojektin suunnittelun on hänen myös osattava valita sille tarvittavat materiaalit, komponentit tai laitteet, riippuen työn kohteesta ja laadusta.

Tuotteiden hankintaan vaikuttaa myös monta muuta tekijää. Yksi vaikuttavin tekijä on hankittavan tuotteen hinta. Hinnat vaihtelevat yleensä jonkin verran tuotteiden välillä. Kun verrataan eri maahantuojien ja valmistajien välisiä hintoja, voidaan huomata suuriakin eroja. Tämän takia Suunnittelijan ohjeisiin on listattu useita eri lähteitä, joiden avulla voidaan verrata hankittavien tuotteiden hintoja.

Useamman eri vaihtoehdon avulla voidaan helposti verrata tarvittavien tuotteiden hintoja keskenään. Näin pystytään myös ohjaamaan uutta mekaniikkasuunnittelijaa oikeaan suuntaan. Suositeltaville tuotteille on lisätty tarvittavat linkit, joista pystytään suoraan hankkimaan haluttua tuotetta tai tutkimaan sen teknisiä ominaisuuksia.

Esimerkiksi, jos suunniteltavana asiakasprojektina on jonkinlainen tuotantolinjasto ja siihen tarvitaan vaihdemoottori ja vaihteet (kuva 3), voidaan niiden eri valmistajia ja maahantuojia etsiä Suunnittelijan ohjeista alla olevaa polkua pitkin:

Tiimit > Suunnittelijan ohjeet > Vaihdemoottorit ja vaihteet



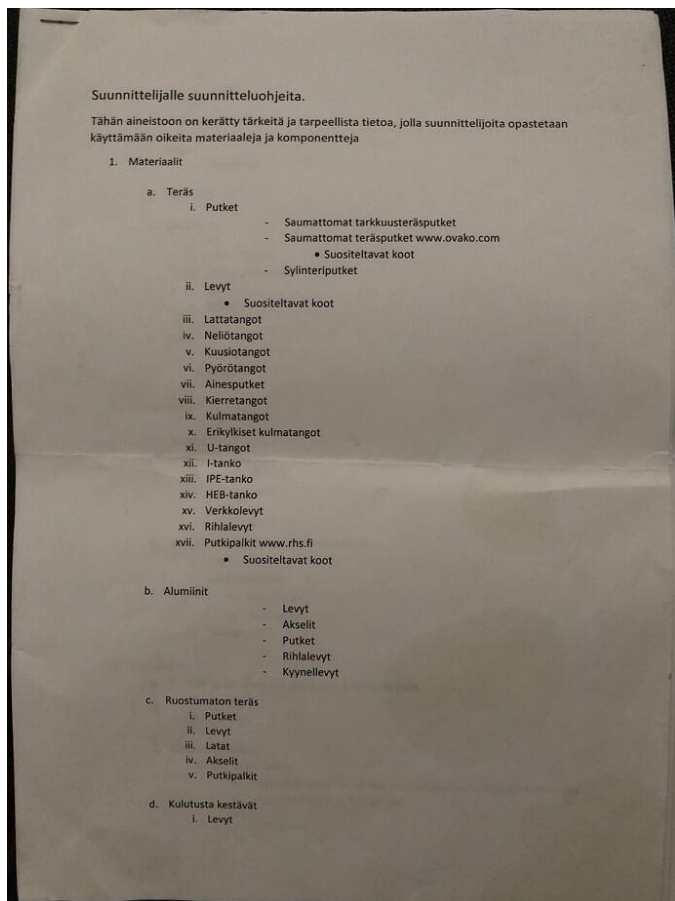
Kuva 3. Polku vaihdemoottorit ja vaihteet osioon.

3.3 Suunnittelijan ohjeiden toteutus

Suunnittelijan ohjeet sai alkunsa keväällä 2020 Entop Oy:n yritystiltoissa Lahden toimipisteellä. Yritys esitteli heidän tarjoamansa opinnäytetyön ja idean. Työ esiteltiin niin, että saatiin käsitys siitä minkälaisesta työstä olisi kyse ja mihin käyttötarkoitukseen se tulisi yritykselle. Työstä käytiin myös läpi sen olennaiset tavoitteet, joiden avulla pystyttiin aloittamaan työn suunnittelua.

Kun opinnäytetyön käyttötarkoitus sekä sen kriteerit oli ymmärretty ja käyty läpi, pystyttiin aloittamaan opinnäytetyön tekeminen. Työn tekeminen aloitettiin kartoittamalla asioita, joita siihen haluttiin sisällyttää. Sisältöä kartoitettiin aluksi yleisellä tasolla. Samalla pohdittiin uuden mekaniikkasuunnittelijan näkökulmasta niitä asioita, jotka olisivat mahdollisimman hyödyllisiä asiakasprojektin suunnittelun kannalta.

Sisältöä lähdettiin rakentamaan Entopin tarjoamista aineistoista ja ohjeistuksista, joiden avulla luotiin aluksi niin sanottu raakaversio (kuva 4). Raakaversioon listattiin työhön lisätävien tietojen pää- ja sivuotsikoita, joilla pystyttiin havainnollistamaan työn sisältöä ja rakennetta.



Kuva 4. Raakaversio sivu 1.

Pää- ja sivuotsikoiden avulla saatiin hyvä hahmotelma siitä, miltä työn rakenne tulisi näyttämään. Ongelmana oli enää se, mihin sovellukseen Suunnittelijan ohjeet tehtäisiin, jotta siitä saataisiin mahdollisimman käyttäjäystävällinen. Muutaman vaihtoehdon myötä päädyttiin Microsoftin OneNote-muistikirjasovellukseen sen helpon käytettävyyden ja muokkausominaisuuksien vuoksi. OneNote pystyttiin myös jakamaan helposti kaikkien työntekijöiden kesken.

OneNoten käyttöönoton myötä aloitettiin Suunnittelijan ohjeiden sisällön lisääminen sovellukseen. Aluksi sovellukseen lisättiin raakaversioon kerättyjä pää- ja sivuotsikoita, joiden myötä saatiin pohja ohjeille. OneNotessa pää- ja sivuotsikot ovat eri nimityksillä. Pääotsikko on nimeltään ”Osa” ja sivuotsikko nimeltään ”Sivu”.

Microsoft OneNote

Microsoft OneNote on muistiinpanojen, tutkimuksien, suunnitelmien sekä tietojen säilytykseen luotu muistiinpanosovellus. OneNotea voidaan hallita kotona, töissä tai koulussa, sillä se on digitaalinen sovellus. Tämän ansiosta sitä pystytään käyttämään melkein millä tahansa tietokoneella, puhelimella tai mobiililaitteella.

OneNote tallentaa myös kaikki muistikirjat verkkoon, jonka ansiosta niihin päästään aina helposti käsiksi millä tahansa laitteella. Muistikirjat voi jakaa helposti muiden ihmisten kanssa kutsun avulla. Jokainen kutsuttu henkilö voi vapaasti muokata jaettua muistikirjaa, mikä helpottaa yhteistyötä esimerkiksi projekteissa. (Support.microsoft.com 2020.)

3.4 Suunnittelijan ohjeiden sisältö

Kuten aikaisemmin mainittiin, Suunnittelijan ohjeiden sisältöä rakennettiin pääsääntöisesti Entop Oy:n tarjoamista aineistoista ja ohjeistuksista. Aineistot ja ohjeistukset olivat osa yrityksen mekaniikkasuunnittelua ja siihen liittyvää suunnitteluprosessia. Suunnittelijan ohjeiden sisällön osat koostuivat suunnitteluohjeistuksista, materiaali- ja komponenttitiedoista sekä laskentaohjeista ja -kaavoista. Kaikki työhön lisätty sisältö oli tarkkaan mietitty ja kategorisoitu yrityksen haluamalla tavalla.

Opinnäytetyöraportti sisältää esimerkkejä Suunnittelijan ohjeiden materiaali- ja komponenttitiedoista sekä laskentaohjeista- ja kaavoista. Esimerkkien sisältöä käydään läpi vain yleisellä tasolla, koska niiden laajuus on todella suuri ja sisältö lähinnä linkkejä sekä teknistä tietoa.

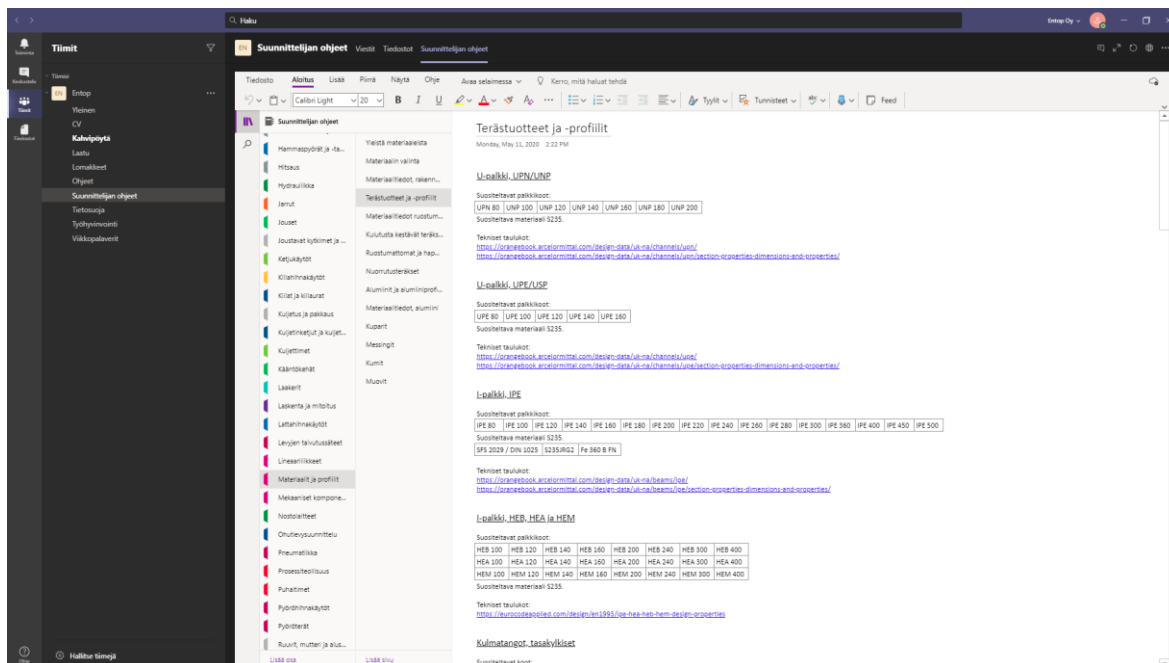
3.4.1 Materiaali- ja komponenttitiedot

Suunnittelijan ohjeisiin lisättävien ohjeistuksien sekä materiaali- ja komponenttitietojen määrä oli todella suuri. Tämä johtui siitä, että mekaniikkasuunnittelussa erilaisia käytettäviä materiaaleja, komponentteja ja laitteita on todella paljon. Myös tuotteita ja tietoja saattoi olla useita samoja, mutta eri valmistajilta ja maahantuojilta. Pällekkäisyyksiä pyrittiin kuitenkin välttämään aina kun siihen pystyttiin.

Materiaalitiedot

Materiaalitiedot kerättiin osioon Materiaalit ja profiilit, jonka sisältö koostui pääsääntöisesti teräs-, alumiini-, kupari-, messinki-, kumi-, ja muovituotteista sekä profiileista. Tuotteille on etsitty tarvittavat linkit ja tiedot, joista niitä voidaan hankkia tai niiden materiaalien teknisiä ominaisuuksia tutkia. Osioon on myös sisällytetty ohjeistuksia materiaalin valintaan liittyvistä tekijöistä.

Esimerkkinä tutkitaan Terästuotteet- ja profiilit -sivua, mistä voidaan nähdä sen sisältöä. Sisällöstä voidaan havaita, että sinne on kerätty erilaisia teräsprofileja. Teräsprofileista on kerrottu niiden suositeltavat koot sekä materiaali. Teräsprofileille on myös lisätty tekniset taulukot, joista voidaan tutkia niiden mittoja ja teknisiä ominaisuuksia.



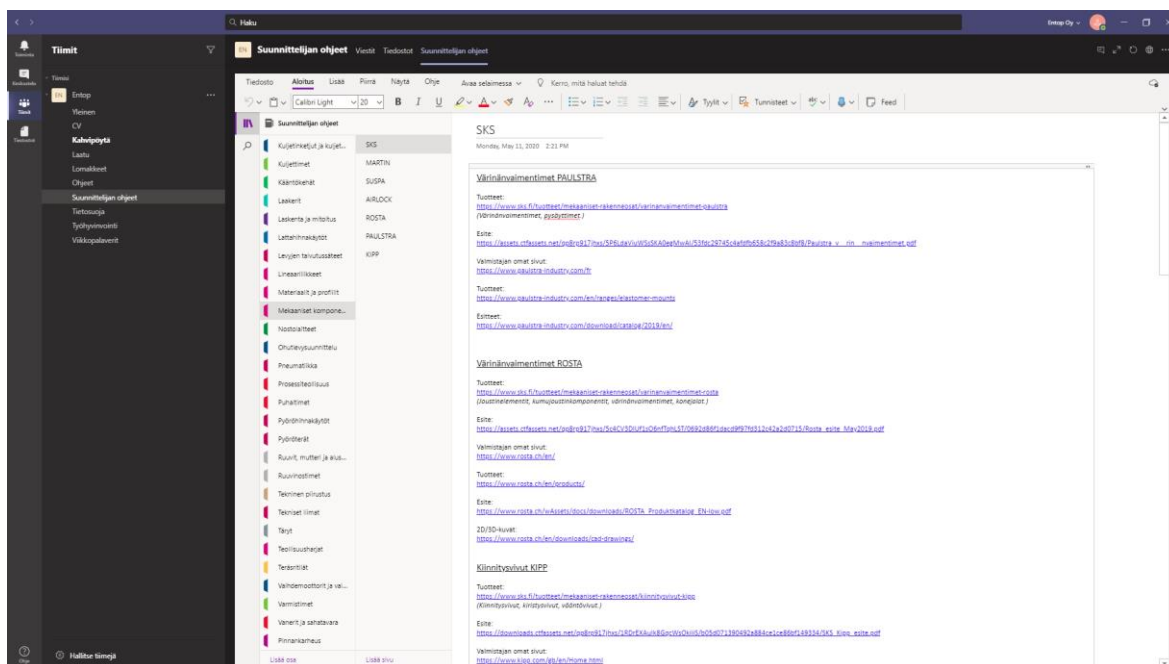
Kuva 5. Terästuotteet ja -profiilit.

Komponenttitiedot

Komponenttitiedot eivät koostuneet vain muutamista komponenteista. Komponentteja oli todella paljon, minkä vuoksi niille on eniten osia Suunnittelijan ohjeissa. Komponenttitiedot jaettiin kahdella eri tavalla. Yleisin tapa oli listata komponentit ja niiden tiedot maahantuojien ja valmistajien perusteella. Toinen tapa oli eritellä komponentit useampiin kategorioihin ja erikseen lisätä niille maahantuojat ja valmistajat. Loppujen lopuksi komponenttitiedot kerättiin pääsääntöisesti samalla tavalla kuin materiaalitiedot.

Esimerkkinä tutkitaan tässä tapauksessa Mekaaniset komponentit -osaa. Osasta on valittu maahantuojana toimiva SKS ja tarkastellaan sen sisältöä. Sisällöstä voidaan havaita, että tuotteille on kerätty linkkejä joista voidaan:

- Tilata haluttu tuote.
- Tutkia esitteistä sen teknisiä ominaisuuksia.
- Tutkia tuotteen valmistajan omia verkkosivuja ja muita tuotteita.
- Tutkia ja ladata 2/3D-kuvia mikäli ne ovat saatavilla.



Kuva 6. Mekaaniset komponentit.

3.4.2 Laskentaohjeet ja -kaavat

Laskentaohjeet ja -kaavat tuotiin Suunnittelijan ohjeisiin siksi, että ne haluttiin tuoda helposti saataville. Niistä myös löytyy hyviä esimerkkejä, jotka ovat avuksi mekaniikkasuunnittelijalle laskutoimituksia tehdessä.

Mikäli mekaniikkasuunnittelija joutuu tekemään laskutoimituksia suunnitellessaan asiakasprojektiä, voi hän joutua hakemaan apua konepiirustuskirjoista tai kaavastoista. Konepiirustuskirjoista löytyy yleensä kaikki tarvittavat laskukaavat, joita yleisesti käytetään laskettaessa esimerkiksi lujuuksia. Tämän takia Entopilta löytyy konetekniseen laskemiseen tarvittavia kirjoja sekä ohjeistuksia, joita mekaniikkasuunnittelija pystyy käyttämään tarvittaessa.

Entopilla on myös valmiiksi tehtyjä Excel-kaavoja, joihin pystytään laittamaan tarvittavia lukuja. Niiden avulla kaava laskee esimerkiksi pultin murtolujuuden. Tiettyjä laskutoimituksia pystytään myös tekemään yrityksen käytössä olevalla AutoCAD-sovelluksen sisäänrakennetulla laskurilla. Sillä voidaan laskea esimerkiksi palkin taipumia.

Tässä kohtaa tarkastellaan muutamia erilaisia laskentaohjeita ja -kaavoja, joita Suunnittelijan ohjeet pitävät sisällään.

Hydrauliikan ja pneumatiikan laskentaohjelmat

Hydrauliikan ja pneumatiikan laskentaohjelmat ovat pääosin kerätty niiden laskutoimituksiin erikoistuneiden yritysten verkkosivuilta. Tämä johtui osin siitä, että kyseisiä laskutoimituksia ei varsinaisesti paljon tehdä Entopilla.

Suunnittelijan ohjeisiin valituilta verkkosivuilta löytyy virtuaaliset laskentaohjelmat, joiden avulla pystytään laskemaan tai mitoittamaan tarvittaessa:

- Pumpun mitoitus
- Sylinterin mitoitus
- Sähköteho
- Virtausnopeus
- Ilmankulutus.

Palkin taipuma

Palkin taipumia lasketaan aina niitä käyttäessä. On tärkeää tietää kestäkö palkki tietynlaisesta kuormituksesta, joka saattaa vaikuttaa sen kantavuuteen. Palkin taipumalle luotiin omat Excel-kaavat, joiden avulla pystytään helposti ja nopeasti laskemaan taipumia ilman erillistä ohjelmaa.

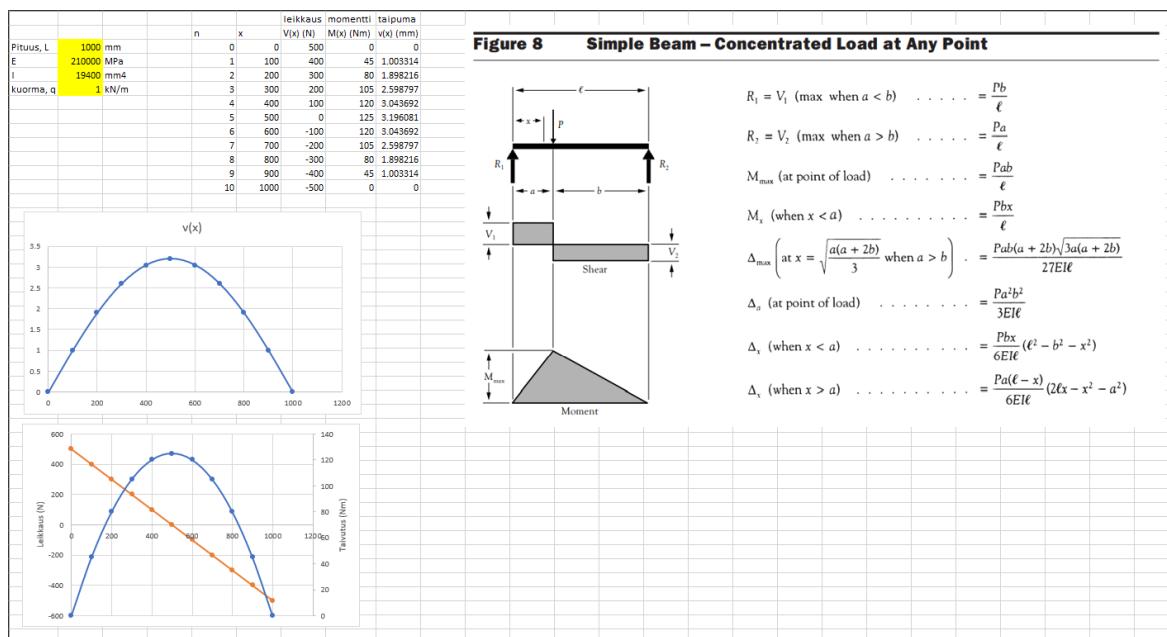
Excel-kaavoilla voidaan tehdä seuraavanlaisia laskutoimituksia:

- Niveluetulle palkille, jossa voima kohdistuu keskelle.
- Ulokepalkille, jossa voima kohdistuu halutulle matkalle.
- Ulokepalkille, jossa voima kohdistuu haluttuun kohtaan.

Esimerkkinä voidaan käyttää niveluetun palkin Excel-kaavaa, jossa havainnoidaan palkin taipuma tasaisesti. Kaavaan sijoitetaan keltaisella merkittyihin kohtiin oleellisia tietoja, joiden avulla pystytään tarkasti laskemaan palkin taipuma.

Keltaisella merkittyjen kohtien oleelliset tiedot:

- Pituus L , palkin kokonaispituus.
- E , kimmokerroin.
- I , neliömomentti.
- q , palkkiin kohdistuva kuorma.



Kuva 7. Nivelletun palkin Excel-kaava.

Kuvassa esimerkkinä on laskettu:

IPE 200 (I-palkki, puolileveä), kuumavalssattu. SFS-EN 10034 (SFS-2028).

Merkityt oleelliset tiedot:

- Pituus L, 1000 mm.
- E, kimmokerroin 210GPa > 210000MPa (teräs).
- I, neliömomentti $19,4 \times 10^6 \text{ mm}^4 > 19400 \text{ mm}^4$ (Tekniikan taulukkokirja s. 185).
- q, kuorma 1kN/m.

Laskukaavan avulla pysytään havainnoimaan, että palkkiin kohdistuessa 1kN/m kuorma, palkki taipuu tasaisesti reunoista keskelle. Suurin taipuma tapahtuu keskellä, joka on pyöreästi ~3,2 mm.

Pulttien esijännitys

Pulttien merkitys mekaniikkasuunnittelussa on oleellista, kun lähdetään suunnittelemaan esimerkiksi teräspalkeista valmistettavia rakenteita. Teräspalkkirakenteissa käytetään yleensä aina pultteja liitoskohtien kiinnityksessä. Mikäli teräspalkkirakenteille tahdotaan laskea kuormia, on hyvä käyttää suunnitteluohjelmistoa, jossa on valmiiksi sisäänrakennettu laskin.

Koska kyseessä oli tässä tapauksessa vain pultit, haluttiin niille luoda oma Excel-kaava. Kaavalla pystytään tutkimaan erilaisia jännityksiä ja voimia ilman, joita pulteille kohdistuu

4 Mekaniikkasuunnittelu

4.1 Mekaniikkasuunnittelu yleisesti

Mekaniikkasuunnittelu on yleisesti teknisten ongelmien ratkaisemista. Ongelmat voivat liittyä esimerkiksi teknisen laitteen toiminnallisuuteen, tuotettavuuteen sekä käytettävyyteen. Mekaniikkasuunnittelulla voidaan lähteä tekemään erilaisia mekaanisia osia, komponentteja, tuotteita sekä järjestelmiä. Mekaniikkasuunnittelun piiriin kuuluu myös esimerkiksi erilaisten kone-elementtien, kuten akselien, laakereiden, kytkinten, hammaspyörien ja kiinnittimien mallintaminen. Kun lähdetään suunnittelemaan esimerkiksi jotakin laitetta, kuuluu sen suunnitteluprosessiin useita erilaisia kriteerejä. Ensisijaiset kriteerit tuotteelle ovat sen toiminnot, turvallisuus, luotettavuus, valmistettavuus, paino, koko, kuluminen, huolto sekä vastuu. (Finite Element Analysis Applications Chapter 8, 2020.)

Mekaniikkasuunnittelulla siis pystytään ratkaisemaan teknisiä ongelmia, jotka voivat liittyä muun muassa laitteen kaikenkattavaan toiminnallisuuteen, tuotettavuuteen sekä käytettävyyteen. Mekaniikkasuunnittelija pyrkii aina omilla ideoillaan ja osaamisellaan parantaa esimerkiksi teknistä laitetta, jotta siitä tulisi mahdollisimman hyödyllinen sitä käyttävälle tai tarvitsevalle henkilölle tai yritykselle. Parantamalla kyseistä teknistä laitetta voidaan jopa sen avulla nostattaa yrityksen tuotannon tehokkuutta huomattavasti.

4.2 Mekaniikkasuunnittelu tietokoneavusteisesti

Mekaniikkasuunnittelua tehdään nykyään pääsääntöisesti tietokoneella käytettävillä 3D-ohjelmistoilla. 3D-ohjelmistoilla voidaan luoda kätevästi 3D-kuvia, joista pystytään tutkimaan mallinnettavia tuotteita paljon tarkemmin. Tämä on nykyään paljon suositumpi tapa kuin entinen 2D-kuvien piirtäminen. 2D-kuvista ei nähdä mallinnettavaa kappaletta niin sanotusti valmiina, jonka vuoksi useimmat eivät halua käyttää niitä ainoana mallinnuksena.

Nykypäivänä pystytään myös mallintamaan todella suuria kokoonpanoja. Tämä onnistuu siksi, koska tietokoneet ovat todella paljon tehokkaampia kuin ennen vanhaan. Suurien ja monimutkaisten kokoonpanojen mallintamisen hyötynä on se, että voidaan tutkia niiden kokonaisuutta ilman sen valmistamista. 3D-ohjelmistot myös sisältävät valmiit piirustusohjelmat, piirustusmerkinnät ja muut tarvittavat symbolit, joita tarvitaan piirustusten tekemiseen. Nämä saadaan ohjelmistoihin valmiiksi lisätystä standardeista. Mikäli standardit muuttuvat tai vanhenevat, voidaan joutua niitä päivittämään. Tämä saattaa usein olla maksullista. 3D-ohjelmistoihin on myös mahdollista saada paljon erilaisia päivityspaketteja ja valmiiksi mallinnettuja komponentteja tai kokoonpanoja. Nämä voidaan lisätä ohjelmiston kirjastoon, josta niitä voidaan hakea ja käyttää tarvittaessa.

4.3 Mekaniikkasuunnittelun lähtökohdat

Kun puhutaan mekaniikkasuunnittelusta ja miten sitä lähdetään toteuttamaan, voidaan puhua kolmesta erilaisesta lähtökohdasta. Nämä lähtökohdat ovat yleisimpiä, joista lähdetään suunnittelemaan tuotetta, jota voidaan kutsua myös malliksi.

Lähtökohdat:

- Halutaan suunnitella täysin uusi ”tuote”.
- Halutaan kehittää jo olemassa olevaa ”tuotetta”.
- Halutaan suunnitella jo olemassa olevista komponenteista uusia ”tuotteita”.

Lähtiessä suunnittelemaan täysin uutta tuotetta voidaan tätä pitää kaikkein vaikeimpana. Tämä johtuu siitä, että kyseisestä tuotteesta ei aluksi tiedetä tarpeeksi, jotta se voitaisiin tehdä nopeassa ajassa. Uuden tuotteen suunnitteluun kuluu yritykseltä eniten aikaa ja se myös yleensä maksaa enemmän. Uusien tuotteiden suunnittelut yleensä toteutetaan yrityksen tuotekehitysosastolla, mikäli sellainen on.

Kun taas halutaan kehittää jo olemassa olevaa tuotetta, voidaan se yleensä tehdä helpommin. Tuotteen kehittäminen ei vaadi niin paljon resursseja tai aikaa yritykseltä. Tämä johtuu siitä, että kun lähdetään kehittämään jotakin tuotetta, on siitä tiedossa jo kaikki tarpeellinen. Joten tuotteesta tiedetään mitä siinä halutaan muuttaa. Tämän avulla pystytään kehittämistyötä tehdä paljon jouhevammin.

Viimeisenä lähtökohtana on kaikkein yleisin suunnittelutapa. Lähdetään suunnittelemaan olemassa olevista komponenteista uutta tuotetta. Tapa on myös yleensä kaikista helpoin näistä kolmesta. Tämä johtuu siitä, että kaikki komponentit, joita käytetään uudessa tuotteessa ovat joko täysin valmiita tai hienosäätöä vailla.

Mekaniikkasuunnittelua voidaan siis tarvita, kun halutaan kehittää kohteen käyttötarkoitusta tai parantaa nykyistä käyttömenetelmää. Mekaniikkasuunnittelun kohteena voi olla esimerkiksi täysin uusi tuote tai jo olemassa oleva, joka halutaan tehdä mahdollisimman yksinkertaiseksi ja helppokäyttöiseksi.

5 Entopin avaintekijöitä onnistuneeseen mekaniikkasuunnitteluun

5.1 Mekaniikkasuunnittelun koulutusaiheet

Tässä osioissa käydään läpi Entop Oy:n käyttämiä koulutusaiheita liittyen onnistuneeseen mekaniikkasuunnitteluun. Aihealueet on otettu Entopin Suunnittelijakoulutuksen materiaaleista, joita yritys käyttää kouluttaessaan uusia mekaniikkasuunnittelijoita. Koulutusaiheet ovat osa yrityksen onnistunutta mekaniikkasuunnittelua ja niiden tarkoitus on selventää suunniteltavan asiakasprojektin edellyttämiä kriteereitä.

Koulutusaiheista käydään asiat läpi vain tiivistetysti, eikä niihin perehdytä syvällisemmin. Syy tähän johtuu siitä, ettei tarkoituksena ole kouluttaa lukijaa vaan antaa yleinen käsitys siitä, miten Entopilla voidaan toteuttaa onnistunutta mekaniikkasuunnittelua.

5.2 Turvallisuus

Turvallisuudella tarkoitetaan koneturvallisuutta ja siihen perustuvia standardeja. Entopilla on omistuksessa kaikki tarvittavat koneturvallisuuden standardit, jotka ovat oleellisia suunnittelussa. Koneturvallisuuteen liittyviä standardeja ja niiden asioita koulutetaan kaikille yrityksen mekaniikkasuunnittelijoille. Entopin voimassa olevat standardit ovat myös jaettu työntekijöiden käyttöön, mikäli niitä tarvitaan lukea. Suunniteltavat tuotteet tehdään kuitenkin aina standardien määrittämällä ehdoilla. (Entop 2020f.)

5.3 Laatu ja tarkkuus

Laatu

Entopin laatukoulutukseen liittyy useita tekijöitä, joiden avulla voidaan suunnitella laadukkaita tuotteita. Laadukkaaseen tuotteen suunnitteluun vaikuttavat oikeat suunnittelutavat. Niiden avulla pystytään toteuttamaan laadukkaan asiakasprojektin vaatimusten täyttymisen. Kun lähdetään suunnittelemaan tuotetta, on laadun merkityksellä iso rooli. Laatuun liittyy monta tekijää, joita Entop on laatinut koulutusaiheinaan. (Entop 2020f.)

Kriteerinä voi olla esimerkiksi työympäristö, missä suunniteltavaa tuotetta tullaan käyttämään. Jos tuote tulee ulkokäyttöön on hyvä valita sen mukaan materiaalit ja komponentit. Jos otetaan huomioon Suomen ilmasto, on hyvä huomioida vuodenaajat ja niiden aiheuttamat ongelmat tietyillä materiaaleilla ja komponenteilla. (Entop 2020f.)

Tuote tulee myös aina tehdä piirustusten mukaisesti. On tärkeää käyttää piirustuksissa annettuja mitoituksia ja suunnitella tuote niiden mukaan. Mitat voivat vaikuttaa komponenttien ja laitteiden sopivuuteen tai tuotteen toimivuuteen. (Entop 2020f.)

Huono laatu

Huonolla laadulla tarkoitetaan sitä, että suunniteltavaa tuotetta ei ole saatu tehtyä tarpeeksi tehokkaasti. Tuotetta ei olla tehty tehokkaasti, jos sitä ei ole saatu valmiiksi viimeistään määräaikaan mennessä. Tuotteen suunnitteluun ja valmistukseen on siis mennyt liian paljon aikaa. Laaduttomassa tuotteessa on myös paljon virheitä ja niitä joudutaan tämän vuoksi korjaamaan. Virheinä voivat olla esimerkiksi piirustusten mittavirheet. Mikäli tuotteen piirustuksissa on paljon mittavirheitä, voidaan se valmistaa tällöin väärin tai väärän koiseksi. (Entop 2020f.)

Tuote on myös laadultaan huono, kun siinä on käytetty liian halpoja materiaaleja ja komponentteja. Materiaalit eivät välttämättä sovellu tuotteen käyttötarkoitukseen ja komponentit hajoavat jatkuvasti. Nämä voivat vaikuttaa myös kriittisesti tuotteen toimivuuteen, joka saattaa lakata nopeasti. (Entop 2020f.)

Hyvä laatu

Hyvällä laadulla tarkoitetaan sitä, kun suunniteltava tuote saadaan tehtyä tehokkaasti. Tuote on tehty tehokkaasti, kun se on saatu valmiiksi viimeistään määräaikaan mennessä. Se on myös laadultaan hyvä, kun virheiden määrä on todella pieni. Virheitä voi ilmaantua piirustuksissa, jonka takia niitä pitää tarkistaa useampaan otteeseen. (Entop 2020f.)

Laatuun voidaan myös vaikuttaa käyttämällä edullisia laitteita, joita voidaan tarvita tuotteen valmistamiseen. On myös hyvä käyttää edullisia materiaaleja ja komponentteja, jotka ovat silti laadukkaita. (Entop 2020f.)

Ylilaatu

Ylilaadulla tarkoitetaan sitä, kun suunniteltavaan tuotteeseen on käytetty liikaa aikaa. Aikaa kuluu suunnitteluvaiheessa, jos tuotetta jatkuvasti korjataan tai hienosäädetään liian tarkasti. Tuote pyritään aina tekemään mahdollisimman yksinkertaisesti käyttämättä liikaa aikaa pikkutarkkoihin asioihin. Jos tuotteesta tehdään liian hyvä vaatii se myös paljon kalliita materiaaleja ja komponentteja. Tällöin tuotteesta voi tulla liian kallis asiakkaalle tai suunnittelijalle. (Entop 2020f.)

Lokikirja

Lokikirja on Entopin yksi tärkein osa tehtäessä asiakasprojektia. Lokikirja on sitä varten, että siihen voidaan kirjata ylös kaikki asiakkaan kanssa käyty kommunikaatio. Kommunikaatioon liittyy yleensä tärkeitä tekijöitä asiakasprojektin suhteen, jotka vaikuttavat sen suunnitteluun. Tämän takia kaikki kommunikaatio asiakasprojektista kirjataan ylös, jotta voidaan varmistaa asiakasprojektin laatu asiakkaan vaatimien kriteerien perusteella.

Kirjaamisen avulla pystytään myös ennaltaehkäisemään mahdollisia epäselvyyksiä tai ongelmia. Lokikirjaan kirjatut kommunikaatiot ovat myös aikajärjestyksessä, jonka avulla voidaan helpottaa niiden läpikäyntiä. (Entop 2020f.)

Muistiot

Muistiot ovat yksi osa laadun varmistamista, kun lähdetään suunnittelemaan tuotetta. Muistioon merkitään aina asiakkaan kanssa kasvotusten käytyt asiat. Tämän avulla voidaan aina varmistaa, että tuote etenee sovitulla tavalla ja tarvittaessa tarkastella jälkeinpäin sovitut asioita. Merkittävät asiat ovat erikseen määritelty Entopin luomassa laatuohjeistuksessa. (Entop 2020f.)

Mekaniikkasuunnittelijan tehtävänä on aina merkitä muistioon Entopin määrittelemät asiat:

- Asiakkaan vastaanottaminen: jos ei ole erikseen sovittu, Entopin työntekijät tekevät palaverista aina muistion, joka lähetetään asiakkaalle hyväksyttäväksi.
- Asiakaskäynnit: jokaisesta käynnistä tehdään muistio, joka lähetetään asiakkaalle hyväksyttäväksi.
- Asiakaspalautteen käsittely: selvitystyö siitä, mitä on tapahtunut ja miksi, kirjataan muistioon.

(Entop 2020f.)

Tarkkuus

Tarkkuudella tarkoitetaan sitä, että tuote on suunniteltu ja valmistettu sille määritettyjen mittojen tai toleranssien sisällä. Määritetyt mitat ja toleranssit merkitään aina tuotteen mukana tuleviin piirustuksiin. Piirustusten pohjalta valmistettavan tuotteen tarkkuudet pitää aina saavuttaa. Tämä voi johtua siitä, että tuote pitää mahtua tietylle alueelle. Toinen syy voi olla tuotteen toimintaan liittyvät tekijät, joiden perusteena on oikean kokoiset komponentit tai laitteet. Väärän kokoisia komponentteja tai laitteita ei välttämättä voida asentaa, mikäli niiden mitat ovat vääriä. (Entop 2020f.)

5.4 Käytettävyys

Tuotteen käytettävyyttä pyritään aina suunnittelemaan niin, että se olisi mahdollisimman helppokäyttöinen asiakkaalle. Käytettävyyteen voidaan vaikuttaa suunnittelemalla tuote ergonomiseksi. Ergonomisuudella pyritään välttämään turhaa fyysistä kuormitusta tuotetta käyttävälle henkilölle. (Entop 2020f.)

Tämä voidaan toteuttaa suunnitteleamalla esimerkiksi tuotteen käyttämiseen tarvittavien painikkeiden sijainnit niin, että ne ovat helposti käytettävissä ja lähekkäin. Tällä voidaan estää esimerkiksi pitkän tuotteen operoimista eri päädyistä. Kun tuotteen käyttämiseen tarvittavat kytkimet ja painikkeet sijoitetaan samaan paikkaan, voidaan tällä vähentää ylimääräistä kulkemista niiden sijaintien välillä. (Entop 2020f.)

5.5 Asennettavuus ja huollettavuus

Asennettavuus

Asennettavuuden kannalta tuotetta lähdetään aina suunnittelemaan niin, että se on mahdollisimman helppo asentaa sille annettujen ohjeistuksien mukaisesti. Tuotteen ohjeistukset tehdään myös helposti luettaviksi. Ohjeista pystytään näkemään tarkasti asennukseen liittyvät ohjeistukset ja tavat, miten tuote ja sen osat pystytään asentamaan. (Entop 2020f.)

Asennettavuuteen voi vaikuttaa muun muassa tuotteen osien kiinnitykseen tarvittavien pulttien paikat. Tämä pyritään aina suunnittelemaan niin, että pulttien paikat ovat näkyvillä ja niihin saadaan pultit asennettua helposti. (Entop 2020f.)

Huollettavuus

Huollettavuuden kannalta tuotetta taas lähdetään suunnittelemaan aina niin, että se on helposti huollettava. Tämä voidaan varmistaa niin, että tuotteen huoltokohteet suunnitellaan helposti näkyviin. Tuotteen kuluvien osien kannalta on parasta, että ne ovat hyvin vaihdettavissa. Tämän avulla huoltotoimenpiteet voidaan tehdä nopeammin ja ilman suurempia purkutöitä. (Entop 2020f.)

5.6 Kustannustehokkuus ja valmistettavuus

Kustannustehokkuus

Kustannustehokkuudella tarkoitetaan sitä, että tuotteen tekeminen on kannattavaa kaikille osapuolille. Tuote tehdään edulliseksi ostajalle ja kannattavaksi suunnittelijalle. Kannattavuuteen vaikuttaa esimerkiksi budjetissa pysyminen. Jokaiselle tuotteelle on määritetty tietty budjetti, jonka sisään pitää mahtua kaikki tuotteen suunnitteluun ja valmistukseen liittyvät kustannukset. (Entop 2020f.)

Budjetissa pysymällä voidaan tuotteita tehdä kustannustehokkaasti. Budjettiin myös vaikuttaa käytettävät osat. Mitä enemmän osia käytetään, sitä kalliimmaksi sen tekeminen tulee. Suunnittelijan kannattaa aina suunnitella tuotteet niin, että niissä käytettäisiin mahdollisimman vähän osia. Tällä pystytään säästämään kustannuksia ja pysymään budjetissa.

Kustannustehokkuuteen vaikuttaa myös tuotteen tekemiseen menevä aika. Suunnitteluun ei kannata käyttää liikaa aikaa, sillä tärkeintä on tehdä tuote ajallaan valmiiksi. Kun tuote on ajallaan valmis ei tähän synny enempää kuluja, joka myös vaikuttaa budjettiin. Tuote kannattaa tehdä niin, että siinä käytetään mahdollisimman vähä osia. (Entop 2020f.)

Valmistettavuus

Valmistettavuudella tarkoitetaan sitä, että tuote pystytään tekemään helposti. Helposti valmistettavaan tuotteeseen vaikuttaa sen hinta. Hintaan määräytyy tuotteen valmistettavuuden tarvittavat toimenpiteet. Tuote pyritään aina suunnittelemaan niin, että pystytään välttämään esimerkiksi turhia koneistuksia. Tuotteessa käytettävien materiaalien koneistukset voivat viedä paljon aikaa, joka taas maksaa paljon. (Entop 2020f.)

Yksi hyvä suunnittelutapa millä pystytään välttämään ylimääräisiä kustannuksia on suunnitella materiaalit kantattaviksi. Kanttaamalla esimerkiksi teräslevyä voidaan se saada suoraan muotoon yhdestä kappaleesta. Tällä pystytään säästämään kustannuksia, jos hitsataisiin useampi kappale muotoon. Mekaniikkasuunnittelijan tulee pyrkiä aina suunnittelemaan tuotteet niin, että ne olisivat mahdollisimman helposti valmistettavia. Tällä pystytään säästämään valmistuskustannuksista ja valmistamaan tuotteita edullisemmin. (Entop 2020f.)

5.7 Kestävyys ja toimivuus

Kestävyys

Kestävyydellä tarkoitetaan suunniteltavan tuotteen käyttöikä. Tuote suunnitellaan aina niin, että sen käyttöikä on vähintään takuunmukainen. Tuote pyritään kuitenkin aina suunnittelemaan niin, että sen käyttöikä kestää takuuaikaa pidempään. Kestoikään voidaan vaikuttaa käyttämällä tuotteessa esimerkiksi laadukkaita osia. Laadukkaat osat yleensä kestävät kulutusta pidempään, eikä niitä tarvitse uusia aina lyhyen ajan kuluttua. Tämän takia mekaniikkasuunnittelijan pitää aina käyttää laadukkaita osia, joilla pystytään edesauttamaan tuotteen kestoikää huomattavasti. (Entop 2020f.)

Toimivuus

Toimivuudella tarkoitetaan sitä, että tuote toimii suunnitellulla tavalla. Toisin sanoen tuote suunnitellaan niin, että se toimii juuri sillä tavalla kuin se on asiakkaalle myyty. Asiakkaan kanssa on voitu sopia tiettyjä ominaisuuksia mitä tuotteen halutaan omaavan. Tuotteeseen suunnitellut ominaisuudet pitää täten toimia asiakkaan haluamalla tavalla viimeistään tuotteen luovutusvaiheessa. Mikäli tuotteelle laaditut ominaisuudet eivät toimi halutulla tavalla, on suunnittelija niistä vastuussa. Viat korjataan aina mahdollisimman pian. (Entop 2020f.)

6 Suunnittelijan ohjeiden tulevaisuudessa

Opinnäytetyönä tehty Suunnittelijan ohjeet otetaan käyttöön yrityksen mekaniikkasuunnittelijoiden kesken. Mekaniikkasuunnittelijat löytävät Suunnittelijan ohjeiden avulla tarvitsemaansa ohjeistuksia ja tietoja. Sen sisältöön voidaan lisätä puuttuvia ohjeistuksia ja tietoja yrityksen hallussa olevista aineistoista.

Tulevaisuudessa Suunnittelijan ohjeiden sisältöä voidaan myös päivittää helposti, sillä se on pilvipalvelussa toimiva materiaalipankki. Mikäli sen sisältämät ohjeistukset tai tiedot vanhenevat tai poistuvat käytöstä voidaan ne uusia. Sisältöä voi uusia kuka tahansa yrityksessä työskentelevä henkilö, sillä se on jaettu kaikkien työntekijöiden kesken.

Uskon, että Suunnittelijan ohjeet kasvamaa sisällöltään todella suureksi tulevaisuudessa. Suunnittelijan ohjeet tulee sisältämään muutaman vuoden päästä niin paljon ohjeistuksia ja tietoa, että sieltä voidaan löytää kaikki mitä mekaniikkasuunnitteluun tarvitaan.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyönä onnistuttiin luomaan Suunnittelijan ohjeet yritykselle. Suunnittelijan ohjeiden tarkoituksena oli nopeuttaa yrityksen mekaniikkasuunnittelijoiden tiedonhakua. Opinnäytetyö sisältää tarvittavia ohjeistuksia ja tietoja, joita käytetään mekaniikkasuunnittelussa. Ohjeistuksien ja tietojen avulla pystytään opastamaan mekaniikkasuunnittelijoita valitsemaan oikeanlaisia materiaaleja ja komponentteja, joiden käyttöä suositellaan. Suurin osa Suunnittelijan ohjeisiin kerätyistä ohjeistuksista ja tiedoista saatiin yrityksen tarjoamista aineistoista.

Opinnäytetyöraportissa käytiin läpi Suunnittelijan ohjeiden tavoitteet ja miten ne pystyttiin toteuttamaan. Raportissa myös huomioitiin ongelmia ja niiden ratkaisuja, jonka takia Suunnittelijan ohjeille oli tarvetta yrityksessä. Raportissa käytiin myös läpi Suunnittelijan ohjeiden sisältöä tiivistetysti tasolla, koska sen sisällöstä tuli todella suuri.

Opinnäytetyö painottui mekaniikkasuunnitteluun, jonka takia opinnäytetyöraportissa käytiin läpi, mitä mekaniikkasuunnittelu tarkoittaa nykypäivänä ja milloin sitä tarvitaan. Raportissa käytiin myös läpi yrityksen koulutusaiheet, jotka ovat yrityksen mukaan avaintekijöitä onnistuneeseen mekaniikkasuunnitteluun. Yritys käyttää koulutusaiheita aina kouluttaessaan uusia mekaniikkasuunnittelijoita. Koulutusaiheet käytiin läpi tiivistetysti, jotta voitiin antaa selkeä kuva lukijalle siitä, miten voidaan toteuttaa onnistunutta mekaniikkasuunnittelua.

Lähteet

Entop Oy 2020. Tuotteet ja palvelut [viitattu 10.9.2020]. Saatavissa:

<https://www.entop.fi/tuotteet-ja-palvelut/>

Entop Oy 2020a. Tuotteet ja palvelut. ENTOP hoitotasot [viitattu 12.9.2020]. Saatavissa:

<https://www.entop.fi/tuotteet-ja-palvelut/entop-hoitotasot/>

Entop Oy 2020b. Tuotteet ja palvelut. ENTOP projektit [viitattu 12.9.2020]. Saatavissa:

<https://www.entop.fi/tuotteet-ja-palvelut/entop-projektit/>

Entop Oy 2020c. Tuotteet ja palvelut. ENTOP Safety [viitattu 12.9.2020]. Saatavissa:

<https://www.entop.fi/tuotteet-ja-palvelut/entop-safety/>

Entop Oy 2020d. Tuotteet ja palvelut. ENTOP suunnitteluautomaatti [viitattu 12.9.2020].

Saatavissa: <https://www.entop.fi/tuotteet-ja-palvelut/entop-suunnitteluautomaatti/>

Entop Oy 2020e. Yritys [viitattu 9.9.2020]. Saatavissa: <https://www.entop.fi/yritys/>

Entop Oy 2020f. Suunnittelijankoulutus. Avaintekijöitä onnistuneeseen mekaniikkasuunnitteluun. PowerPoint. [viitattu 26.11.2020].

Microsoft 2020. OneNoten esittely [viitattu 7.10.2020]. Saatavissa:

<https://support.microsoft.com/fi-fi/office/onenoten-esittely-38be036d-5b5a-49ad-83be-292fe53ad7b3>

Valtanen, E. 2002. Tekniikan taulukkokirja. Jyväskylä: Genesis-Kirjat [viitattu 20.11.2020].

Zhuming, B. 2018. Finite Element Analysis Applications: A Systematic and Practical Approach. Academic Press [viitattu 7.9.2020].