

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Rakennustekniikan koulutusohjelma

Anna Meriläinen

TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMINEN TERÄSRAKENTEIDEN
LIITOSSUUNNITTELUSSA – MASTERCONNECTIONIN
KÄYTETTÄVYYS

Opinnäytetyö
Toukokuu 2019



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2019
Rakennustekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600

Tekijä
Anna Meriläinen

Nimeke
Tekoällyn hyödyntäminen teräsrakenteiden liitossuunnittelussa – MasterConnectionin käytettävyys

Toimeksiantaja
Sweco Rakennetekniikka Oy

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia tekoälyä hyödyntävän, Tekla Structures -mallinnusohjelmassa toimivan liitosmallinnustyökalun MasterConnectionin käytettävyyttä sekä edesauttaa työkalun käyttöönottoa Sweco Rakennetekniikka Oy:n Tampereen teräsrakenneosastolla. Tutkimuksen kohderyhmänä olivat osaston työntekijät. Käytettävyyden tutkimus rajattiin koskemaan käytettävyyden osa-alueista käyttäjien subjektiivista tyytyväisyyttä ja tutkimusmenetelmänä käytettiin vapaan läpikäynnin menetelmää. Aineisto kerättiin verkkokyselyn avulla.

Tutkimuksen toteuttamiseksi osallistujille luotiin testausympäristö muokkaamalla jo valmistunutta kattilalaitosmallia, jossa käyttäjät pääsivät itsenäisesti ohjeistuksen tukemana testaamaan työkalua. Testauksen suoritettuaan osallistujat vastasivat verkkokyselyyn, jonka tarkoituksena oli selvittää käyttäjien mielipiteitä työkalun toiminnasta ja mahdollistamista hyödyistä sekä heidän suhtautumisestaan työkaluun ja sen käyttöönottoon.

Tutkimuksen ja kyselyn osallistumisprosentti oli 45 %, eli lähes puolet osaston työntekijöistä osallistui testaukseen. Tuloksista kävi ilmi, että osallistujien tyytyväisyys ja suhtautuminen MasterConnectioniin oli pääosin positiivinen, vaikka työkalun toiminta ei vielä täysin vastannut käyttäjien tarpeita ja odotuksia. Tärkeimpänä käyttöönottoa edesauttavana tekijänä käyttäjät pitivät työkalun hyödyllisyyttä detaljisuunnittelun osalta.

Kieli
suomi

Sivuja 37
Liitteet 2
Liitesivumäärä 3

Asiasanat

tekoäly, koneoppiminen, teräsrakenteiden liitossuunnittelu, käytettävyys



THESIS
May 2019
Degree Programme in Construction Engineering

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author
Anna Meriläinen

Title
Exploitation of Artificial Intelligence in Steel Connection Design – Usability of Master-Connection

Commissioned by
Sweco Structures Ltd

Abstract

MasterConnection is a toolkit developed for detailing steel connections by utilizing the techniques of artificial intelligence. The aim of this thesis was to examine the usability of MasterConnection, and to further its commissioning in the steel structures department of Sweco Structures Ltd in Tampere. The target group of the study consisted of the department's designers. The examination of the toolkit's usability focused on the users' subjective satisfaction and it was evaluated by using the method of informal walkthrough. Data for this study was collected by a web-based survey.

The users tested the toolkit independently according to instructions. The testing environment was a model of the boiler unit modified from the already designed building. After testing the toolkit the users answered the survey. The aim of the survey was to detect the users' opinions about the function and benefits of the toolkit and their attitude towards the toolkit and the commissioning of it.

The participation rate was 45 per cent. It was discovered that the satisfaction and the attitude towards the toolkit was mainly positive even though the function of the toolkit did not totally meet all the needs and expectations the users had. In the users' opinion, the most important factor to further the commissioning was the usefulness of the toolkit for detailing steel connections.

Language

Finnish

Pages 37

Appendices 2

Pages of Appendices 3

Keywords

artificial intelligence, machine learning, steel connection design, usability

Sisältö

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Johdanto | 5 |
| 2 | Tekoäly | 6 |
| 2.1 | Koneoppiminen | 7 |
| 2.1.1 | Ohjattu koneoppiminen | 8 |
| 2.1.2 | Ohjaamaton koneoppiminen | 9 |
| 2.1.3 | Vahvistusoppiminen | 9 |
| 3 | Tekoälyn hyödyntäminen rakennesuunnittelussa | 10 |
| 3.1 | Perinteinen teräsrakenteiden liitossuunnittelu | 10 |
| 3.2 | Tekoälyavusteinen teräsrakenteiden liitossuunnittelu | 10 |
| 3.2.1 | MasterConnection | 10 |
| 3.2.2 | Aiemmat tutkimukset | 12 |
| 4 | Käytettävyys | 13 |
| 4.1 | Määritelmä | 13 |
| 4.2 | Käytettävyyden arviointimenetelmät | 15 |
| 4.2.1 | Asiantuntija-arviot | 15 |
| 4.2.2 | Empiiriset käyttäjätestit | 16 |
| 4.3 | Käytettävyyden merkitys | 18 |
| 5 | Tutkimuksen toteutus | 18 |
| 5.1 | Tutkimustehtävä ja -menetelmä | 18 |
| 5.2 | Tutkimuksen kulku | 20 |
| 5.3 | Aineiston hankinta | 21 |
| 6 | Tulokset | 22 |
| 6.1 | Taustatiedot | 23 |
| 6.2 | Työkalun käytettävyys ja hyödyt | 25 |
| 6.3 | Suhtautuminen työkaluun ja sen käyttöönottoon | 28 |
| 6.4 | Testaustilanne ja muita huomioita | 30 |
| 7 | Pohdinta | 32 |
| 7.1 | Luotettavuus | 33 |
| 7.2 | Tulosten hyödynnettävyys ja jatkotutkimusehdotukset | 34 |
| | Lähteet | 36 |

Liitteet

| | |
|---------|--------------|
| Liite 1 | Saateviesti |
| Liite 2 | Kyselylomake |

1 Johdanto

Tekoälyä käytetään ja sovelletaan jo monilla aloilla, mutta rakennusalalla tekoälyn tarjoamia hyötyjä ollaan vasta valjastamassa. Tämä johtuu pääosin siitä, että tekoälyn tarvitseman ja käyttökelpoisen datan kerääntyminen on vasta hiljattain alkanut alalla. (Farinha 2018.) Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Tekla Structures -mallinnusohjelmassa toimivan, vastikään kehitetyn tekoälypohjaisen liitosmallinnustyökalun MasterConnectionin käytettävyyttä sekä edesauttaa sen käyttöönottoa teräsrakennesuunnittelussa. Työn toimeksiantajana toimi Sweco Rakennetekniikka Oy, jossa kyseinen työkalu on kehitetty.

Työkalu hyödyntää tekoälyn osa-alueista sekä ohjatun että ohjaamattoman koneoppimisen menetelmiä. Se tunnistaa Tekla-mallista osien väliset liitosalueet sekä liitokset ja pystyy automaattisesti lisäämään tunnistetun liitoksen vastaavaan liitoskohtaan. Työkalun mahdollistamalla liitossuunnittelun automatisoinnilla tavoitellaan muun muassa mallinnustyön laadun paranemista sekä detajisuunnitteluun kuuluvien rutiininomaisten tehtävien vähenemistä ja siten kyseiseen suunnitteluvaiheeseen kuluvan ajan lyhenemistä.

Työkalun käytettävyyttä tutkittiin käyttäjien subjektiivisen tyytyväisyyden osalta ja kohderyhmänä olivat Swecon Tampereen teräsrakennesaston työntekijät. Tutkimusmenetelmänä käytettiin vapaan läpikäynnin menetelmää, jossa työntekijät saivat itse tutustua työkalun käyttöön kirjallisen ohjeistuksen tukemana. Testauksen mahdollistamiseksi käyttäjille luotiin testausympäristö jo valmistuneesta mutta testausilanteeseen muokatusta kattilalaitosmallista. Testauksen jälkeen työntekijät vastasivat kyselyyn, josta muodostui opinnäytetyön aineisto. Tavoitteena oli saada selville työntekijöiden mielipiteitä työkalun käytöstä ja toiminnasta sekä työkalun mahdollistamista hyödyistä käyttäjien näkökulmasta. Lisäksi tavoitteena oli selvittää työntekijöiden suhtautuminen uuteen työkaluun ja sen käyttöönottoon.

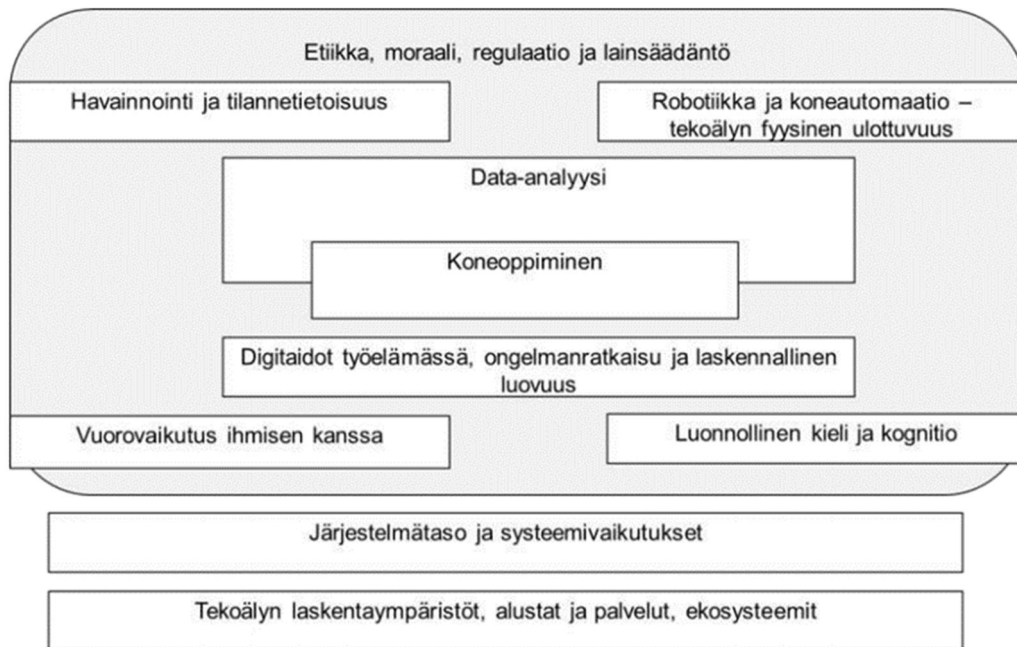
2 Tekoäly

Tekoälylle ei ole olemassa tarkkaa määritelmää. Se ei ole yksi teknologia, vaan siihen liittyy useita erilaisia menetelmiä, teknologioita, sovelluksia ja tutkimussuuntia. Alueena tekoäly elää jatkuvasti, joten tarkan määritelmän sijaan antoisampi tapa voikin olla kuvata ja ymmärtää tekoälyä siihen liittyvien ominaisuuksien avulla. Näitä ominaisuuksia ovat muun muassa autonomisuus ja adaptiivisuus. Autonomisuudella tarkoitetaan koneen tai sovelluksen kykyä suorittaa tehtäviä ilman käyttäjän jatkuvaa ohjausta monimutkaisessakin ympäristössä. Adaptiivisuus taas tarkoittaa kykyä parantaa suoritusta kokemuksesta oppimalla. (Elements of AI 2019.) Lisäksi yhtenä tekoälyn ominaisuutena voidaan pitää suorituskkyä, jonka avulla tarkastellaan tekoälyn kykyä suorittaa tehtäviä verrattuna ihmiseen (Ailisto, Heikkilä, Helaakoski, Neuvonen & Seppälä 2018, 40).

Tekoälyä hyödyntävien toimintojen takana on erilaisia matematiikkaan pohjautuvia oppimismenetelmiä ja algoritmeja (Lehto, Neittaanmäki, Nyrhinen, Ojalainen, Pölönen, Rautiainen, Ruohonen, Tuominen, Vähäkainu, Äyrämö, Äyrämö 2018, 3). Tekoälyä on tutkittu jo 1950-luvulta lähtien, mutta vasta viime vuosina tekoäly on kehittynyt voimakkaasti. Tämä ei niinkään liity uusien, tehokkaiden algoritmien kehittymiseen, vaan kehityksen ovat mahdollistaneet tietokoneiden laskentakapasiteetin nopea kasvaminen sekä tekoälyn opettamiseen tarvittavan opetusdatan määrän valtava lisääntyminen ja aiempaa helpompi saatavuus. (VTT 2017, 2.) Nykyiset tekoälyalgoritmit eivät vielä pysty tuottamaan sellaista tietoa, jota niiden opettamiseen käytettävässä datassa ei ole, joten tekoälyn toimivuuden laatu ja kattavuus ovat pitkälti opetusdatasta riippuvaisia (Lehto ym. 2018, 3).

Tekoälyn kenttä on laaja ja sen jäsentelyperiaatteita on useita, jotka eivät kuitenkaan poissulje vaan täydentävät toisiaan. Aihetta voidaan tarkastella ja jaotella esimerkiksi tekoälyn kehitysasteiden, tutkimuksen koulukuntien tai tekoälyteknologioiden ja menetelmien mukaan. Ailisto ym. (2018, 7) jaottelevat julkaisussaan

Tekoälyn kokonaiskuva ja osaamiskartoitus tekoälyn kymmeneen osaan osaamisalueiden perusteella (kuva 1). Näistä koneoppiminen on tällä hetkellä hallitsevin.



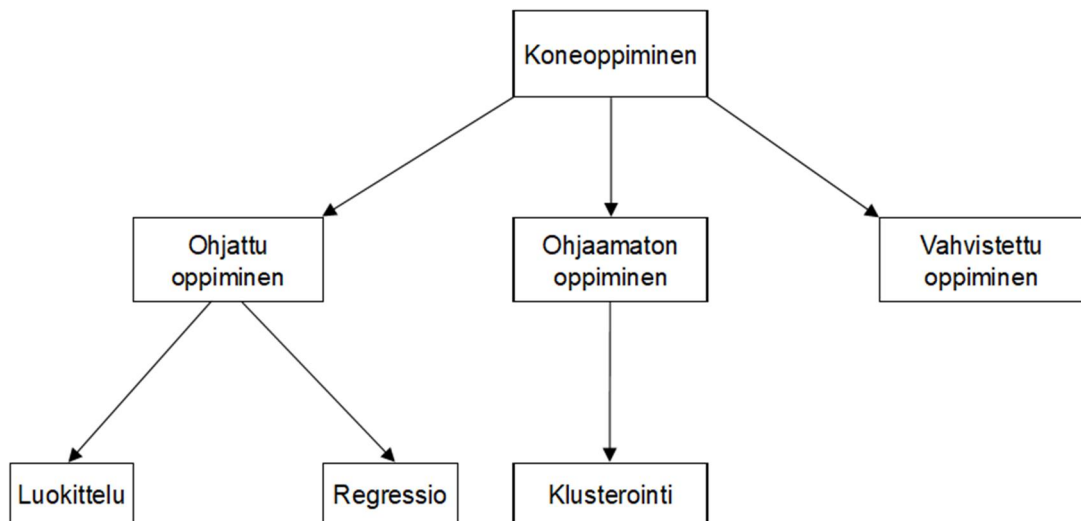
Kuva 1. Tekoälyn jaottelu osaamisalueiden perusteella (Ailisto, Neuvonen, Nyman, Halén & Seppälä 2019, 7).

2.1 Koneoppiminen

Koneoppiminen on yksi tekoälyn osa-alueista, jonka avulla tekoälysovelluksista saadaan adaptiivisia (Elements of AI 2019). Koneoppimisen menetelmät ovat hyödyllisiä tapauksissa, joissa ongelman tai tilanteen luonne on jatkuvasti muuttuva ja oppivuus on siten välttämätöntä, tai jos ongelman kuvaaminen käsin määritetyin säännöin on liian monimutkaista (Ailisto ym. 2018, 46).

Koneoppimisen menetelmät voidaan jakaa oppimisesta saaman palautteen perusteella ohjattuun koneoppimiseen, ohjaamattomaan koneoppimiseen ja vahvistusoppimiseen (kuva 2). Rajanteko oppimistyylien välillä ei kuitenkaan aina ole selkeää, ja ohjatun ja ohjaamattoman oppimisen välimaastossa olevasta oppimistyylistä voidaan käyttää nimitystä puoliohjattu oppiminen. (Russell & Norvig

2010, 694–695.) Jokaisen oppimistyylin alle kuuluu useita algoritmeja, ja ratkaisuun ongelmaan sopivimman algoritmin valintaan vaikuttavat oppimistyylin lisäksi käytettävissä olevan datan ominaisuudet, algoritmin oppimisnopeus, opetuksessa tarvittava tallennustila ja halutun ratkaisun tehokkuus ja yleistettävyyys (Lehto ym. 2018, 14).



Kuva 2. Koneoppimisen osa-alueet (mukaillen Tuominen 2017).

2.1.1 Ohjattu koneoppiminen

Ohjatussa koneoppimisessa periaatteena on kertoa algoritmille opetusvaiheessa opetusdatan esimerkkien oikea tulos, luokka tai suureen arvo, ja tavoitteena on, että opetusvaiheen jälkeen algoritmi pystyy itsenäisesti tekemään samankaltaiselle, tuntemattomalle aineistolle vastaavaa luokittelua tai ennustamista opetusdatan perusteella (Ailisto ym. 2018, 15; Lehto ym. 2018, 13). Nimitys ohjattu koneoppiminen tulee siitä, että jonkun on aluksi toimittava ohjaajana ja kerrottava opetusesimerkkien oikeat vastaukset. Ohjatun oppimisen yleisimmät menetelmät ovat luokittelu ja regressio.

Yksinkertaisimmillaan luokittelu voi olla binääristä, jolloin vaihtoehtoisia luokkia on kaksi. Useampaan luokkaan jaottelu vaatii monimutkaisemman algoritmin, ja tästä esimerkkinä voi olla laatuluokan määrittäminen sahatavarakappaleelle sen oksaisuuden perusteella. Luokitteluun voidaan käyttää muun muassa k-NN-algoritmia

(k-Nearest Neighbor), diskriminanttianalyysia ja päätöspuita. (Lehto ym. 2018, 14.)

Halutun vastauksen ollessa esimerkiksi lukuarvo tietyn luokan sijaan, kyse on regressiosta. Tätä voidaan hyödyntää esimerkiksi ennustaessa myyntiin tulevien asuntojen hintaa toteutuneiden asuntokauppojen perusteella. Aiemmat kaupat toimivat opetusdatana, jossa muuttujina voi esimerkiksi olla asunnon hinta, neliömäärä, rakennusvuosi ja kuntoluokka. (Elements of AI 2019.) Regressiomenetelmiä ovat muun muassa lineaariregressio ja neuroverkot (MathWorks 2019).

2.1.2 Ohjaamaton koneoppiminen

Ohjaamattomassa koneoppimisessä algoritmi pyrkii itse tunnistamaan opetusdatasta riippuvuuksia, suhteita ja samankaltaisuuksia, ja etsimään niiden perusteella datasta jonkinlaista rakennetta tai luokkaa. Yleisin ohjaamattoman oppimisen menetelmä on klusterointi, jossa tavoitteena on ryhmitellä syötteet niin, että jokaisella yksittäisellä syötteellä on enemmän yhteistä ryhmänsä jäsenten kanssa kuin toisten ryhmien jäsenten kanssa. (Lehto ym. 2018, 13.) Klusterointialgoritmeja ovat muun muassa k-means-algoritmi ja hierarkkinen klusterointi (MathWorks 2019).

2.1.3 Vahvistusoppiminen

Vahvistetun oppimisen menetelmässä periaatteena on, että kone tai tekoälyagentti saa ympäristöltä positiivista tai negatiivista palautetta toiminnastaan. Kone tekee siten valintoja aiempien palkittujen vaihtoehtojen ja tuntemattomien vaihtoehtojen välillä oppien toimimaan niin, että positiivisen palautteen määrä kasvaa ja haluttu toiminta vahvistuu. Vahvistusoppimista hyödynnetään muun muassa itseajavissa autoissa ja robotiikassa. (Lehto ym. 2018, 13-14.)

3 Tekoälyn hyödyntäminen rakennesuunnittelussa

3.1 Perinteinen teräsrakenteiden liitossuunnittelu

Teräsrakenteisten teollisuusrakennusten suunnittelusta detaljointi vie ajallisesti merkittävän osan suunnittelusta. Esimerkiksi pienen voimalaitoksen suunnitteluun menee tyypillisesti noin 4000 tuntia, josta 1000 tuntia menee perussuunnitteluun, 2000 tuntia detaljoihin ja 1000 tuntia piirustuksiin. Toisin sanoen 50 % ajasta menee liitosten suunnitteluun. (AEC Business 2018.)

Perinteisesti Swecon Tampereen teräsrakennosastolla teräsrakenteiden liitosmallinnus tapahtuu joko toteuttamalla liitos yksittäisistä komponenteista tai käyttämällä valmiita makroja. Edellisellä tavalla tehtynä suunnittelija lisää ja muokkaa kaikki liitokseen kuuluvat levyt, hitsit, pultit ja aukot ”käsien”. Makron avulla liitos on mahdollista toteuttaa osoittamalla liitokseen kuuluvat osat, esimerkiksi palkki ja pilari, jolloin osien välille mallintuu liitostyyppiin kuuluvat, edellä mainitut yksittäiset osat ja detaljoinnit valmiiksi. Suunnittelija joutuu usein kuitenkin muokkaamaan makron asetuksia ja attribuutteja ennen ja jälkeen liitoksen lisäämiseen. Makron ominaisuudet ovat kopioitavissa, jolloin samanlaisen liitoksen pystyy lisäämään vastaavanlaiseen kohtaan, mutta molemmilla perinteisillä tavoilla tehtyinä liitoksia pystyy lisäämään kuitenkin vain yksittäisiin kohtiin kerralla.

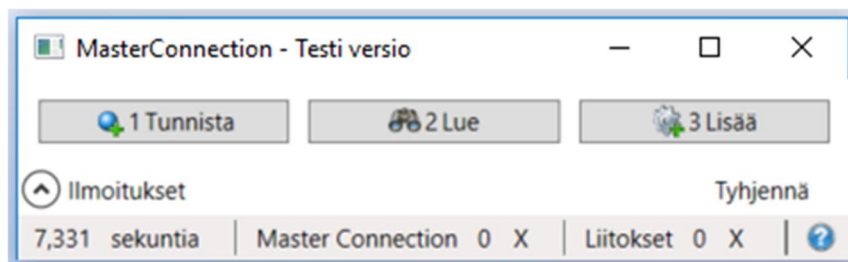
3.2 Tekoälyavusteinen teräsrakenteiden liitossuunnittelu

3.2.1 MasterConnection

MasterConnection on kehitteillä oleva, Tekla Structures -ohjelmassa toimiva tekoälypohjainen liitosmallinnustyökalu, jonka avulla on mahdollista automatisoida ja sen myötä nopeuttaa teräsrakenteiden liitossuunnittelua. Se hyödyntää sekä ohjaamattoman että ohjatun koneoppimisen menetelmiä. Opetusdatanaan työkalu käyttää aiemmin mallinnettuja liitoksia.

Työkalu tunnistaa liitosalueet ja liitokset osien ominaisuuksien, kuten profiilien, sekä osien välisen geometrian perusteella (Helminen, Tuori, Laasonen & Farinha 2018). Ohjaamattoman koneoppimisen menetelmistä työkalu hyödyntää klusterointia, jonka avulla saatu opetusdata ryhmitellään. Jokainen uniikki liitos muodostaa oman ryhmänsä ja ainoastaan täysin samanlaiset liitokset päätyvät samaan ryhmään. Näin ollen suurin osa ryhmistä sisältää aluksi vain yhden liitoksen, ennen kuin liitoksia lisätään tietokantaan työkalun avulla. Ryhmittelyn jälkeen työkalu käyttää ohjatun koneoppimisen menetelmistä luokittelua ja tarkemmin k-NN-algoritmia etsiäkseen liitosryhmistä sopivan liitoksen valittuun liitoskohtaan. (Helminen 2019.) Tällä hetkellä oletusasetuksilla työkalu hyväksyy ainoastaan täysin identtisiä liitoksia.

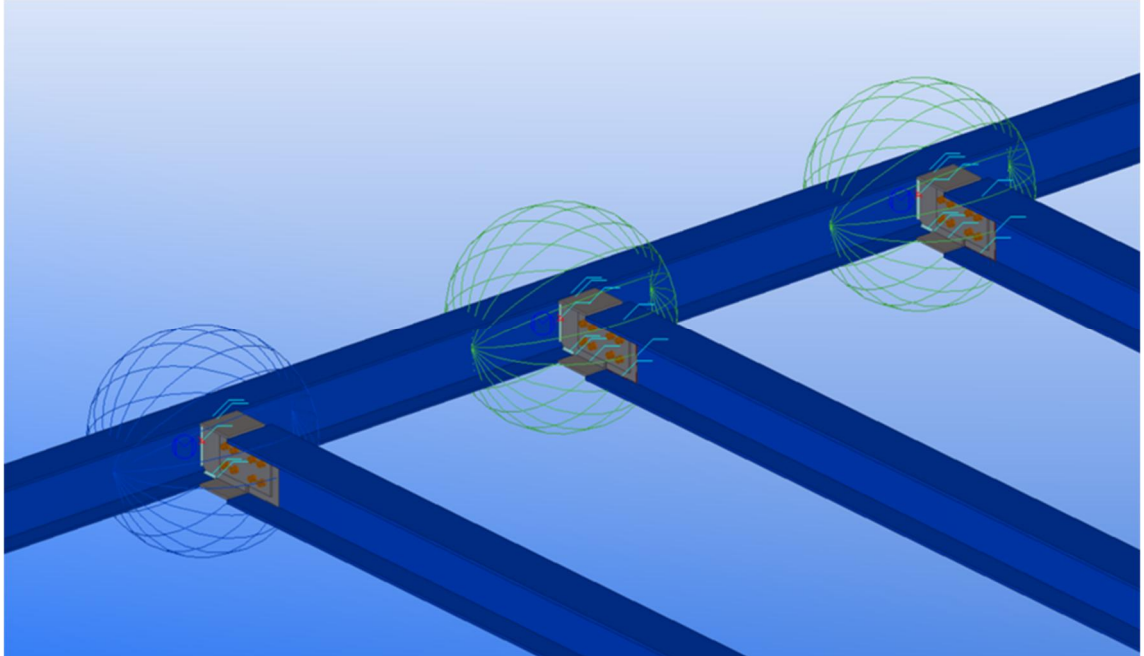
Opetusdata voi koostua valmiista liitostietokannasta, joka on luettu esimerkiksi aiemmin mallinnetuista kohteista, tai käyttäjän itse luomasta tietokannasta. Liitostietokannan kokoaminen MasterConnectionilla käyttäjän toimesta tapahtuu ensin joko mallintamalla liitos itse tai etsimällä mallista jo valmiita liitoksia, jonka jälkeen osien välinen liitos tunnistetaan. Käyttäjä valitsee osat, joiden välillä liitos on ja painaa ”Tunnista” (kuva 3), jolloin liitosalueen ympärille muodostuu harmaa alue merkiksi siitä, että liitos on tunnistettu. Tämän jälkeen käyttäjä lukee liitoksen tietokantaan painamalla ”Lue”, jolloin alueen harmaa väri vaihtuu siniseksi.



Kuva 3. MasterConnectionin käyttöliittymä.

Kun käyttäjä haluaa lisätä liitoksia osien välille, on tässäkin vaiheessa osat ja niiden välinen liitosalue ensin tunnistettava. Tunnistuksen jälkeen käyttäjä painaa ”Lisää”, jolloin alueen ympärillä olevan harmaan alueen väri muuttuu joko vihreäksi, keltaiseksi tai punaiseksi. Vihreä väri kuvaa, että kyseiseen kohtaan on löytynyt liitostietokannasta täysin sopiva liitos ja se on automaattisesti mallinnettu osien välille (kuva 4). Keltainen tarkoittaa, että kyseiseen kohtaan on löytynyt

useampi kuin yksi sopiva liitos. Tässä tapauksessa kohtaan mallintuu automaattisesti se sopiva liitos, joka ensimmäiseksi on luettu liitostietokantaan. Punainen väri tarkoittaa, ettei tietokannasta ole löytynyt kohtaan sopivaa liitosta.



Kuva 4. Sininen väri tarkoittaa, että liitos on luettu ja vihreä sitä, että sopiva liitos on löydetty ja mallinnettu.

Liitoksien tunnistaminen, lukeminen tai lisääminen onnistuu useammasta kohdasta tai kohtaan yhtä aikaa valitsemalla kaikki halutut osat. Työkalun mahdollistamat edut verrattuna perinteiseen mallintamiseen liittyvät juuri useamman liitoksen yhtäaikaiseen ja automaattiseen mallintamiseen. Parhaimmassa tapauksessa suunnittelijan tehtäväksi jää mahdollisesti vain liitoksien tarkistus.

3.2.2 Aiemmat tutkimukset

Työkalua ei ole aiemmin testautettu lopullisilla käyttäjillä, mutta työkalun hyödyntämää menetelmää on tutkittu KIRA-digin (2018) hankkeessa Rakennuksen toteutusvaihtoehtojen tuottaminen modernin tekoälyn menetelmillä. Hankkeessa tuotetussa julkaisussa Automated Generation of Steel Connections of BIM by Machine Learning (Helminen ym. 2018) esitellään testaus, jossa työkalun käyttö-

män menetelmän tuomia mahdollisuuksia ja toimivuutta tutkittiin kolmentoista teollisuusrakennuksen mallin avulla. Keskimäärin näissä malleissa oli 4277 liitosta. Kymmenestä näistä malleista, joissa yhteensä oli 45 027 liitosta, kerättiin opetusdata. Opetusdataa hyödyntäen kolmeen liitoksista tyhjäan malliin lisättiin työkalun avulla liitokset ja tutkittiin, kuinka paljon täysin sopivia, mahdollisesti sopivia tai ei ollenkaan sopivia liitoksia malleihin löytyi. Tuloksista kävi ilmi, että sopivien liitosten määrä vaihteli mallien välillä. Yhteen malliin löytyi parhaimmillaan 18 % täysin sopivia liitoksia ja toiseen parhaimmillaan yli 70 % mahdollisesti sopivia liitoksia.

Julkaisussa todetaan, että koneoppimisen menetelmien käyttäminen ei välttämättä tee tietomallien detaljoinnista tehokkaampaa. Jos automaattisesti mallinnettujen liitosten laatu ei ole riittävä, suunnittelijan täytyy manuaalisesti muokata liitos sopivaksi. Liitoksen parantamiseen käytettävä aika määrää sen, nopeuttaako uusi menetelmä liitosdetaljointia verrattuna perinteiseen mallintamiseen, ja tällä hetkellä vain suunnittelija itse voi arvioida kuinka paljon aikaa voidaan säästää työkalua käyttämällä. Tämä arviointi voidaan vahvistaa tutkimalla työkalun käytettävyyttä. (Helminen ym. 2018.)

4 Käytettävyys

4.1 Määritelmä

Käytettävyydelle on useita määritelmiä ja käsitettä voi jaotella eri tavoin. Kaksi eniten käytettyä määritelmää ovat standardin ISO 9241-11 mukainen, kolmen attribuutin määritelmä sekä Jakob Nielsenin viiden laatukomponentin mukainen määritelmä.

Standardissa ISO 9241-11 (SFS-EN ISO 9241-11 2018, 6) käytettävyys määritellään tuottavuuden (engl. effectiveness), tehokkuuden (engl. efficiency) ja miellyttävyyden (engl. satisfaction) kautta, ja näiden ominaisuuksien avulla voidaan arvioida, kuinka tuote sopii aiottuun tehtävään aiotulla käyttäjällä. Tuottavuus ilmentää sitä, missä määrin ja kuinka tarkasti käyttäjä voi tuotteen avulla saavuttaa

vähään aikaan käyttänyt tuotetta ja mitata aikaa, joka häneltä kuluu jonkin tyyppilisen tehtävän suorittamiseen. Toinen tapa on suorittaa heti ensimmäisen testaustilanteen jälkeen muistitesti, jossa käyttäjää pyydetään kertomaan eri komentojen nimet tai selittämään niiden toiminnot. (Nielsen 1993, 31-32.)

Virheettömyys tarkoittaa sitä, että käyttäjän tulisi tehdä tuotetta käyttäessään mahdollisimman vähän virheitä, ja jos virheitä tapahtuu, tulisi niiden olla korjattavissa. Virheellä tarkoitetaan toimintaa, jolla ei saavuteta haluttua lopputulosta, ja niiden määrää voidaan tutkia muita käytettävyyssattribuutteja tutkittaessa. (Nielsen 1993, 32-33.)

Tyytyväisyydellä tarkoitetaan käyttäjän subjektiivista kokemusta tuotteen käytöstä. Käyttäjän tulisi pitää tuotteesta ja sen käytön tulisi olla mielekästä. Subjektiivista tyytyväisyyttä voidaan tutkia haastattelun tai kyselyn avulla. (Nielsen 1993, 33-37.)

4.2 Käytettävyyden arviointimenetelmät

Tuotteen käytettävyyden ominaisuuksia voidaan arvioida ja tutkia monilla eri menetelmillä, ja nämä menetelmät voidaan luokitella lukuisilla eri tavoilla. Riihiahon (2000a, 7) mukaan yleisin tapa on jakaa menetelmät ilman käyttäjiä tapahtuvaan asiantuntija-arvioihin ja empiirisiin käyttäjätestauksiin. Sopivan tai tarkoituksenmukaisen käytettävyyden arviointimenetelmän valintaan vaikuttavat useat tekijät, kuten esimerkiksi arvioinnin tavoite, tuotteen tai järjestelmän tyyppi, käyttäjien monipuolisuus, tuotteen tai sen prototyypin toimivuus sekä käytettävissä olevat resurssit (Riihiahon 2000a, 101).

4.2.1 Asiantuntija-arviot

Asiantuntija-arvioihin perustuvia arviointimenetelmiä ovat muun muassa heuristinen arviointi ja kognitiivinen läpikäynti. Heuristisessa arvioinnissa tuotteen suunnittelijat tai käytettävyyssasial ja sovellusalueen hallitsevat asiantuntijat käyvät läpi

tuotteen toiminnan ja kommentoivat sitä yleisten käytettävyyssperiaatteiden, sääntöjen tai ohjeistuslistojen eli heuristiikkojen kautta. Menetelmä soveltuu hyvin tuotekehitysvaiheen alkupuolelle. (Riihiaho 2000a, 30-31.)

Kognitiivisessa läpikäynnissä tuotteen suunnittelija arvioi tuotteen käytettävyyttä ilman loppukäyttäjiä ja menetelmän tavoitteena on mallintaa kohderyhmän käyttäjän ajatuksia ja toimintaa hänen käyttäessä tuotetta ensimmäistä kertaa. Menetelmä keskittyykin vain yhteen käytettävyyden osa-alueeseen, opittavuuteen, ja se soveltuu käytettävyyden arviointimenetelmänä kehitysprosessin alkuvaiheessa. (Ranne 2005, 125.)

4.2.2 Empiiriset käyttäjätestit

Empiirisen käyttäjätestauksen menetelmiä ovat muun muassa käytettävyyss-testaus, ryhmäläpikäynti, visuaalinen läpikäynti, tilannesidonnainen läpikäynti ja vapaa läpikäynti. Termejä käyttäjätestaus ja käytettävyyss-testaus käytetään joissakin lähteissä synonyymeina, vaikkakin yleisesti käyttäjätestauksella tarkoitetaan niitä käytettävyyden arviointimenetelmiä, joihin käyttäjät osallistuvat, ja käytettävyyss-testaus on vain yksi tällainen käyttäjätestauksen menetelmä (Riihiaho 2000a, 7).

Käytettävyyss-testauksella pyritään saamaan tietoa tuotteen käytettävyydestä mahdollisimman aitoja käyttötilanteita muistuttavissa testitilanteissa tarkkailemalla oikeisiin käyttäjäryhmiin kuuluvien testikäyttäjien toimintaa ja käyttäytymistä. Käytettävyyss-testaus sopii menetelmäksi esimerkiksi testatessa uuden tuotteen käytettävyyttä ennen käyttöönottoa tai parannettaessa jo olemassa olevaa tuotetta. Testitilanteessa käyttäjä suorittaa todellisia käyttötilanteita vastaavia tehtäviä ja tilanteesta kerätään aineistoa esimerkiksi tekemällä muistiinpanoja käyttäjän toiminnasta tai videoimalla tilanne. Yleensä käytettävyyss-testin suorittaa muutamasta kymmeneen käyttäjään ja testaustilanteessa on paikalla kerrallaan vain yksi testikäyttäjä ja yhdestä kolmeen tarkkailijaa. (Koskinen 2005, 187-189.)

Ryhmäläpikäynti soveltuu tuotekehityksen alkuvaiheen käytettävyyden arviointiin. Läpikäyntiin osallistuvat testikäyttäjät, suunnittelijat ja testin ohjaajat. Kukin heistä ottaa käyttäjän roolin ja pyrkii ratkaisemaan annetut tehtävät ensin yksin, jonka jälkeen tehtävistä ja ongelmista keskustellaan. Menetelmän vahvuus on eri osapuolten käymä keskustelu, suunnittelija voi ehdottaa tuotteeseen muutoksia ja käyttäjät voivat heti antaa palautetta ehdotuksista. (Riihiaho 2000a, 25.)

Visuaalisessa läpikäynnissä yhdistyy käytettävyydestaus ja ääneen ajattelun metodi. Läpikäynti sijoitetaan yleensä testitilanteen alkuun, ennen varsinaisten testitehtävien antoa. Osallistujaa pyydetään kertomaan mitä toimintoja hän näkee esimerkiksi käyttöliittymässä ja minkä hän ajattelee olevan niiden funktio. Visuaalisen läpikäynnin tarkoitus on kerätä tietoa siitä, mitä käyttäjä huomaa tuotteesta, kuinka hän ymmärtää visuaaliset viestit ja mitä termejä hän käyttää kuvaaillessaan tuotetta ja sen toimintaa. (Riihiaho 2000a, 83.)

Tilannesidonnaista läpikäyntiä hyödynnetään etenkin tilanteissa, joissa ääneen ajattelu tai työn keskeyttäminen eivät ole mahdollista. Menetelmässä tuotteen käytettävyyttä tutkitaan todellisessa käyttöympäristössä ja -tilanteessa. Testitilanne ei ole kontrolloitu eikä tehtäviä ole laadittu etukäteen. Käytettävyydsasiantuntijat seuraavat käyttäjän työtä ja esittävät kysymyksiä käyttäjälle tuotteesta ja heidän työskentelystään sopivana hetkenä tai työnteon päätyttyä. (Riihiaho 2000b.)

Vapaan läpikäynnin menetelmässä ajatuksena on, että käyttäjä kokeilee testattavaa tuotetta rauhassa ja ilman ennalta määrättyjä tehtäviä. Testin ohjaaja voi auttaa käyttäjää, mutta ei puutu muuten testauksen kulkuun. Vapaan läpikäynnin vahvuutena on se, että käyttäjä voi löytää oman ja juuri hänelle sopivan tavan käyttää tuotetta. Menetelmä kuitenkin vaatii jo pitkälle viedyn tai lähes valmiin tuotteen. (Sinkkonen, Kuoppala, Parkkinen & Vastamäki 2006, 287.)

4.3 Käytettävyyden merkitys

Tuotteen huono käytettävyys voi olla riski tuotteen hyväksymiselle. Huonosta käytettävyydestä voi seurata se, ettei käyttäjä omaksu tuotetta käyttöönsä tai käyttäjältä jää sen ominaisuuksia hyödyntämättä. Lisäksi käyttäjän tekemien virheiden määrä lisääntyy ja häneltä voi kuluu tehtäviensä tekemiseen tuotteen avulla tarpeettoman paljon aikaa. (Wiio 2004, 33-34, 37.) Huonon käytettävyyden vaikutukset voivat näkyä yrityksen sisällä muun muassa lisäkoulutuksen ja -tuen tarpeena tai työn tuottavuuden alentumisena. Nämä tekijät voivat taas vaikuttaa yrityksen kilpailukykyyn ja kannattavuuteen. (Wiio 2004, 33-34.) Kuitenkin huonoksi todettu ominaisuus aiheuttaa kustannuksia vasta käyttöönoton tai markkinoinnin aloittamisen jälkeen, joten tuotteen suunnittelun alkuvaiheessa huonoksi todettu ja toiseen vaihdettu ominaisuus ei ehdi koitua vielä kalliiksi (Sinkkonen ym. 2002, 20).

Tuotteen hyvällä käytettävyydellä voidaan olettaa olevan vastakkaisia vaikutuksia: käyttäjä tekee tuotteen avulla vähemmän virheitä kuin tavallisesti ja hän säästää tehtävissään merkittävästi aikaa. Yritystasolla työn tuottavuus kasvaa ja sen myötä yrityksen kilpailukyky ja kannattavuus paranevat.

5 Tutkimuksen toteutus

5.1 Tutkimustehtävä ja -menetelmä

Opinnäytetyön tehtävänä oli tutkia MasterConnection-liitosmallinnustyökalun käytettävyyttä sekä edesauttaa työkalun käyttöönottoa osaksi detaljisuunnittelua Swecon Tampereen teräsrakennelosastolla. Tutkimuksen kohderyhmänä oli koko osaston henkilökunta, lukuun ottamatta pilottitestauksen suorittanutta työntekijää, eli 22 henkilöä.

Tässä opinnäytetyössä käytettävyyden tutkimus rajattiin koskemaan Nielsenin määrittelemistä käytettävyyden osa-alueista käyttäjien subjektiivista tyytyväi-

syyttä. Rajaukseen vaikutti työkalun kehitysaste, jonka takia muiden käytettävyyden ominaisuuksien, kuten opittavuuden, tehokkuuden ja virheettömyyden, tutkimiseen tai mittaamiseen olisi liittynyt liikaa epävarmuustekijöitä. Lisäksi muistettavuus ei käyttöönoton edistämisen näkökulmasta ollut tässä opinnäytetyössä merkittävässä osassa.

Subjektivistä tyytyväisyyttä tutkittiin vapaan läpikäynnin menetelmällä, joka valittiin sen toteutuskelpoisuuden takia. Asiantuntija-arvioista heuristinen arviointi tapahtuu tuotteen suunnittelijan tai asiantuntijan toimesta tuotekehityksen alkupuolella ja kognitiivinen läpikäynti tehdään ilman käyttäjiä, jolloin kumpikaan menetelmistä ei olisi palvellut tämän opinnäytetyön tavoitetta. Empiirisistä käyttäjätesteistä vapaan läpikäynnin menetelmä oli muihin verrattuna toteutuskelpoisin ja työn tavoitetta tukevin. Esimerkiksi käytettävyydestä olisi ollut mahdollista saada hyödyllistä tietoa MasterConnectionin käytettävyydestä, mutta testausjärjestelyn toteutus olisi vaatinut enemmän resursseja. Ryhmäläpikäynti olisi heuristisen arvioinnin tapaan soveltunut tuotekehityksen alkuvaiheeseen, ja visuaalisen läpikäynnin avulla oltaisiin saatu tietoa lähinnä MasterConnectionin käyttöliittymän toimivuudesta. Tilannesidonnainen läpikäynti olisi ollut mahdollinen toteuttaa, mutta siinä testin ohjaajan läsnäolo olisi saattanut vaikuttaa testausolosuhteeseen. Vapaan läpikäynnin menetelmä mahdollisti sen, että mahdollisimman moni työntekijöistä pystyi tutustumaan työkalun käyttöön, jota pidettiin tärkeänä työkalun käyttöönoton edistämiseksi. Lisäksi menetelmän avulla työntekijät pystyivät suorittamaan testauksen juuri heille sopivana hetkenä.

Tutkimuksen aineisto kerättiin verkkokyselyn avulla, johon käyttäjät vastasivat testauksen suoritettuaan. Siitä, onko kysely käytettävyyden arviointiin soveltuva menetelmä vai ainoastaan tiedonkeruumenetelmä, on eriäviä mielipiteitä. Nielsenin (1993, 209) mukaan kysely itsessään ei ole käytettävyydetutkimuksen näkökulmasta menetelmä koko käytettävyyden arviointiin, mutta se on metodi tutkittaessa käytettävyyden osa-alueista subjektiivista tyytyväisyyttä. Vanhalan (2005, 20) mukaan tuotteen objektiivisia ominaisuuksia tutkittaessa muut menetelmät ovat luotettavampia, mutta joskus esimerkiksi vaikutelma tehokkuudesta on var-

sinaista tehokkuutta tärkeämpi. Tällöin kiinnostuksen kohteena ovat jälleen käyttäjän tuntemukset ja subjektiivinen kokemus, jolloin kyselyn avulla voidaan selvittää osittain myös tuotteen muita ominaisuuksia.

5.2 Tutkimuksen kulku

Ennen varsinaista tutkimusta yksi osaston työntekijöistä suoritti pilottitestauksen, minkä tarkoituksena oli varmistaa testijärjestelyn toimivuus sekä ohjeiden ja kyselyn ymmärrettävyys. Pilottitestauksessa esille tulleiden muutosehdotusten läpikäynnin jälkeen pyyntö osallistua työkalun testaukseen lähetettiin osaston kaikille työntekijöille sähköpostilla. Viestin saateosiossa (liite 1) pohjustettiin opinnäytetyön aihetta ja tutkimuksen tarkoitusta sekä esiteltiin lyhyesti Master-Connection-työkalu. Viestin liitteenä oli varsinainen ohje testauksen suorittamiseen, jossa ohjeistettiin työkalun asennus työntekijän omalle koneelle, kerrottiin tarkemmin työkalun toiminnan taustasta sekä selostettiin työkalun käyttö.

Työkalun testaamisen mahdollistamiseksi työntekijöille luotiin testausympäristö jo valmistuneesta kattilalaitosmallista poistamalla sen yhdestä lohkoista kaikki detaljoinnit, muun mallin jäädessä täysin detaljoiduksi. Tässä kyseisessä lohkossa työntekijöitä ohjeistettiin testaamaan työkalua. Testausilanteessa ei käytetty valmiita liitostietokantoja, vaan työntekijöitä neuvottiin luomaan liitostietokantaa joko itse mallintamistaan liitoksista tai lukemalla liitoksia muualta mallista. Valmiit liitostietokannat jätettiin testauksesta pois, koska tällä hetkellä käyttäjän ei ole vielä visuaalisesti mahdollista nähdä, millaisia liitoksia tietokanta sisältää eikä käyttäjällä ole mahdollisuutta muokata liitostietokantaa.

Ohjeistuksessa esiteltiin lisäksi eri tapoja, joilla työkalun toimintaa voi kokeilla, kuten esimerkiksi liitosten lisäämistä muutamaan kohtaan tai koko lohkon kerralla. Muuten testaajille annettiin melko vapaat kädet työkalun tutustumiseen. Opinnäytetyöntekijä oli läsnä toimistolla ja valmiina vastaamaan käyttäjien kysymyksiin koskien työkalua ja testausta.

Pyyntö osallistua testaukseen ja vastata kyselyyn lähetettiin työntekijöille 21.3.2019 ja aikaa osallistumiseen oli viisi arkipäivää eli 27.3. saakka. Viimeisenä päivänä lähetettiin muistutusviesti ja samalla osallistumisaikaa pidennettiin kahdella päivällä 29.3. saakka.

5.3 Aineiston hankinta

Aineisto koskien käyttäjien subjektiivista tyytyväisyyttä kerättiin standardoidulla verkkokyselyllä (liite 2) Webropol-kyselytutkimustyökalun avulla. Standardoituus tarkoittaa kysymysten kysymistä kaikilta vastaajilta täysin samalla tavalla (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2007, 188). Verkkokyselyn etuina ovat nopeus sekä aineiston vaivaton saanti ja analysoitavuus. Tutkijan tai haastattelijan läsnäolo tai olemus ei myöskään vaikuta vastauksiin. Ongelmaksi voi kuitenkin muodostua vastaajakato, jonka suuruus voi riippua vastaajajoukosta ja tutkimuksen aihepiiristä. Lisäksi vastaajien suhtautuminen kyselyyn voi vaikuttaa kyselyn tuloksiin. Ei ole mahdollista varmistua siitä, ovatko vastaajat pyrkineet vastaamaan huolellisesti ja rehellisesti kysymyksiin. (Hirsjärvi ym. 2007, 190-191.)

Kyselyssä käytettiin monivalintakysymyksiä, skaaloihin perustuvia kysymystyypppejä sekä muutamaa avointa kysymystä. Skaaloihin perustuvia kysymystyypppejä ovat muun muassa Likert-asteikolla ja semanttisella differentiaali -asteikolla esitetyt kysymykset. Edellinen tarkoittaa kysymyksen koostumista väittämistä, joiden arviointi tapahtuu 5- tai 7-portaisella asteikolla. Asteikon suurin ja pienin arvo tarkoittavat vastakkaista mielipidettä, kuten esimerkiksi ”täysin samaa mieltä” ja ”täysin eri mieltä”. Myös semanttinen differentiaali -asteikko voi perustua 5- tai 7-portaiseen asteikkoon, mutta siinä väittämät koostuvat toisilleen vastakkaisista adjektiiveista. (Vanhala 2005, 25-26.) Monivalintakysymykset tai skaaloihin perustuvat kysymystyyppit mahdollistavat vastausten vertailun ja tuottavat vähemmän kirjavia vastauksia. Lisäksi vastaajan näkökulmasta tämän tyyppiseen kysymykseen on helpompi vastata, koska se auttaa vastaajaa tunnistamaan asian sen sijaan, että hänen täytyisi muistaa se. Avoimet kysymykset taas sallivat vastaajien ilmaista itseään omin sanoin eivätkä ehdota vastauksia. Ne osoittavat mikä on tärkeää tai keskeistä vastaajien ajattelussa ja lisäksi ne saattavat antaa

näkökulmia, joita kyselyn laatija ei ole osannut etukäteen ajatella. (Hirsjärvi ym. 2007, 194-196.)

Onnistuneen kyselylomakkeen laadinnassa on tärkeää kysymysten selvyys ja epämääräisiä sanoja, kuten ”usein” tai ”tavallisesti”, tulisi välttää. Spesifeihin kysymyksiin liittyy vähemmän tulkinnanvaraa kuin yleisiin kysymyksiin. Kysymysten tulisi olla lyhyitä ja yhdessä kysymyksessä tulisi kysyä vain yhtä asiaa kerralla. Myös vaihtoehdon ”ei mielipidettä” tai ”en osaa sanoa” tarjoaminen on tärkeää, jotta vastaajaa ilman kantaa ei pakoteta valitsemaan hänelle väärää vaihtoehtoa. Monivalintavaihtoehtojen käyttäminen skaaloihin perustuvien ”samaa mieltä/eri mieltä” -väitteiden sijaan on suositeltavaa. Jälkimmäisen kohdalla vastaamiseen voi vaikuttaa ns. sosiaalinen suotavuus, jolloin vastaaja saattaa vastata tavalla, jonka hän arvelee olevan yleisesti suotava vastaus. Kysymysten järjestykseen liittyen perusohjeena pidetään, että yleisimmät ja helpoimmin vastattavat kysymykset sijoitetaan lomakkeen alkuun, lisäksi kysymysten määrään ja sanavalintoihin tulee kiinnittää huomiota. (Hirsjärvi ym. 2007, 197-198.)

Opinnäytetyöhön liittyvä kysely pyrittiin kokoamaan edellä mainittujen periaatteiden mukaisesti. Kyselyn alussa kartoitettiin vastaajien työkokemusta ja -tehtäviä sekä aiempaa tietämystä MasterConnection-työkalusta. Sen jälkeen kysymykset kohdistuivat mielipiteisiin ja suhtautumiseen työkalun käytöstä. Kysymykset pyrittiin saamaan monivalintakysymyksiksi ja asioista kysyttiin avoimella kysymyksellä vain niissä kohdissa, joissa se nähtiin välttämättömäksi. Tällä pyrittiin vähentämään vastaamatta jättämistä. Kaksi kysymystä oli skaalaan perustuvia monivalintakysymyksen sijaan. Niissä kartoitettiin käyttäjän mielipiteeseen eikä tosiasioihin liittyviä seikkoja, joten kysymystyyppin koettiin soveltuvan kohtaan ja sillä haettuun tavoitteeseen hyvin.

6 Tulokset

Tutkimuksen kohdejoukko oli kooltaan 22 henkilöä, joista 10 henkilöä osallistui testaukseen ja vastasi kyselyyn. Näin ollen osallistumisprosentti oli noin 45 %.

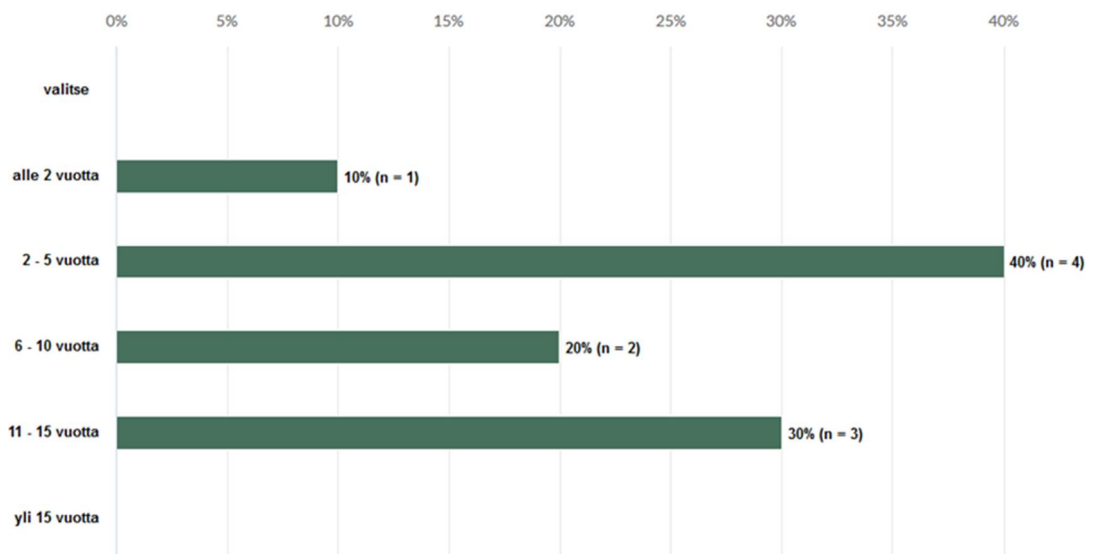
Tuloksissa ensimmäisenä on esitetty taustatiedot, joissa kartoitettiin vastaajien työkokemusta ja -tehtäviä sekä vastaajien aiempaa tietämystä MasterConnecti-onista. Lisäksi tässä kohtaa tuodaan esille myös vastaukset koskien testaukseen käytetystä ajasta. Näiden jälkeen tuloksissa esitellään käyttäjien näkemyksiä työkalun käytettävyydestä ja mahdollistamista hyödyistä, jonka jälkeen käydään läpi tulokset käyttäjien yleisestä suhtautumisesta työkaluun ja sen käyttöönottoon. Lopuksi esitellään käyttäjien vastaukset liittyen testaustilanteeseen sekä muita vastaajien tekemiä huomioita ja kommentteja.

6.1 Taustatiedot

Kyselyn kahdessa ensimmäisessä kysymyksessä (kuvat 5 ja 6) kysyttiin taustaa vastaajan työkokemuksesta sekä tämänhetkisen työtehtävän sisällöstä detaljoi-tisuunnittelun osalta. Puolella vastaajista oli työkokemusta teräsrakenteiden suunnittelusta viisi vuotta tai alle, alle kaksi vuotta teräsrakenteiden suunnittelun parissa työskennelleitä oli vain yksi vastaajista. Puolella vastaajista kokemusta oli kuusi vuotta tai yli, mutta kenelläkään työkokemusta ei ollut yli 15 vuotta. Kaik-kien vastaajien työtehtävät sisälsivät ainakin jonkin verran detaljisuunnittelua, 90 prosentilla vastaajista työtehtävät sisälsivät paljon detaljisuunnittelua.

1. Kuinka kauan olet työskennellyt teräsrakenteiden suunnittelijana?

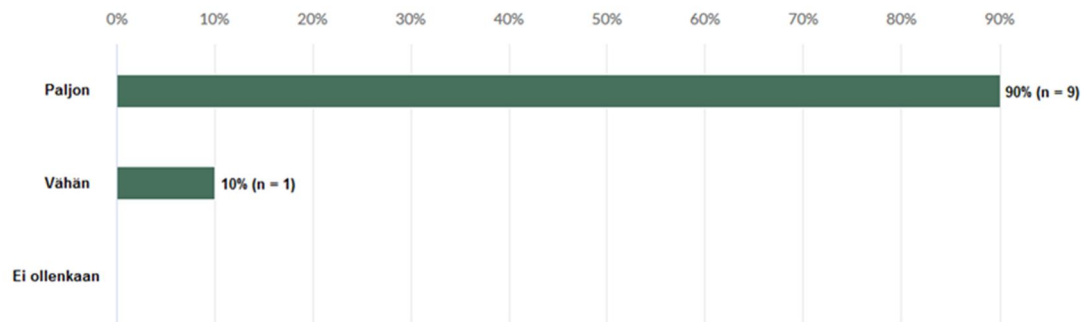
Vastaajien määrä: 10



Kuva 5. Vastaajien työkokemus teräsrakenteiden suunnittelusta.

2. Sisältyykö työsi detaljisuunnittelua

Vastaajien määrä: 10

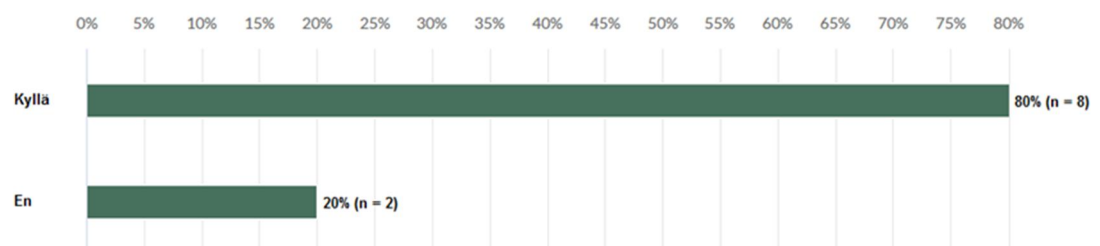


Kuva 6. Detaljisuunnittelun osuus vastaajien työtehtävissä.

Seuraavaksi kysyttiin, olivatko vastaajat aiemmin kuulleet MasterConnectionista (kuva 7) tai jo käyttäneetkin sitä (kuva 8). Suurin osa eli 80 % vastaajista oli kuulunut MasterConnectionista ennen osallistumistaan testaukseen ja vain 20 % vastaajista ilmoitti, ettei ollut kuullut työkalusta aiemmin. Kukaan vastaajista ei ollut kokeillut MasterConnectionia ennen kyseistä testaustilannetta, tosin yksi vastaajista jätti vastaamatta kysymykseen. Kysymyksen asettelun perusteella voidaan toisaalta olettaa, ettei myöskään kyseinen vastaaja ollut kokeillut työkalua aiemmin.

3. Olitko kuullut MasterConnectionista ennen osallistumistasi tähän testaukseen?

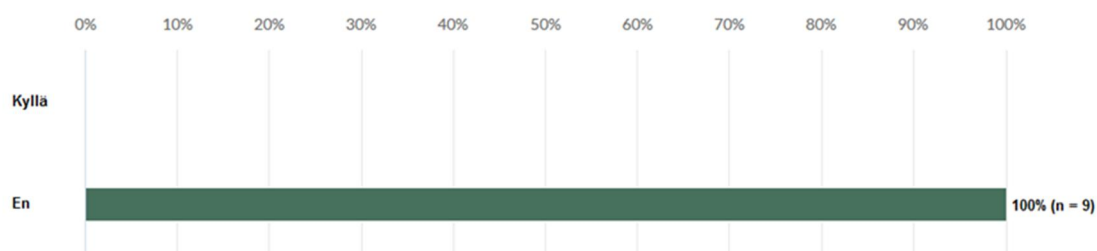
Vastaajien määrä: 10



Kuva 7. Vastaajien aiempi tietämys työkalusta.

4. Jos vastasit edelliseen kysymykseen "kyllä", niin olitko jo kokeillut työkalua ennen osallistumistasi tähän testaukseen?

Vastaajien määrä: 9

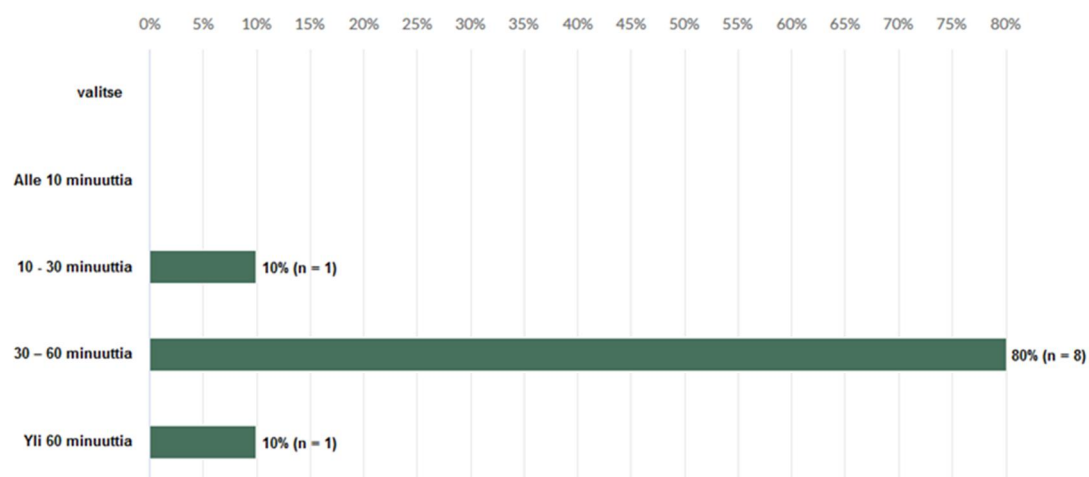


Kuva 8. Vastaajien aiempi työkalun käyttö.

Suurin osa (80 %) vastaajista ilmoitti, että käytti testaustilanteessa työkalun testaamiseen 30–60 minuuttia (kuva 9). Yksi vastaajista käytti 10–30 minuuttia ja yksi yli tunnin.

5. Kuinka paljon aikaa käytit työkalun testaamiseen tässä testaustilanteessa?

Vastaajien määrä: 10



Kuva 9. Työkalun testaamiseen käytetty aika.

6.2 Työkalun käytettävyys ja hyödyt

Seuraavalla kysymyksellä (kuva 10) selvitettiin vastaajien mielipiteitä työkalusta käyttökokemuksen perusteella. Kokonaisuudessaan kysymyksen vastaukset painottuivat enemmän positiivisen kuin negatiivisen mielipiteen puolelle.

Kysymys on semanttiseen differentiaali -asteikkoon perustuva ja se on laadittu 5-portaisen asteikon mukaan, jossa 1 vastaa väittämän toista ääripäätä ja 5 toista

ääripäätä. Pienemmän ääripään vastaukset kuvaavat positiivista mielipidettä ja suuremman ääripään vastaukset negatiivista. Tuloksia analysoidessa asteikon voi jakaa vielä 3-portaiseksi, jossa vaihtoehdot 1–2 tarkoittavat positiivista, vaihtoehto 3 neutraalia ja vaihtoehdot 4–5 negatiivista mielipidettä. Mitä pienempi vastauskohdan keskiarvo on, sitä positiivisempi kanta kyseiseen väittämään vastaajilla kokonaisuudessaan on.

Kysymyksen tuloksista käy ilmi, että vastaajien mielestä työkalu oli helppokäyttöinen ja helposti opittava. 80 % vastaajista koki, että työkalu on mielekäs käyttää. Käytännöllisyyden osalta vastaukset jakoutuivat melko tasaisesti molempiin ääripäihin, 40 % oli sitä mieltä, että työkalu on käytännöllinen ja 40 % sitä mieltä, että se on epäkäytännöllinen. Myös kysyttäessä työkalun liitossuunnittelua nopeuttavasta tai hidastavasta vaikutuksesta vastauksia sijoittui molempiin laitoihin. Kuitenkin 40 % vastaajista koki työkalun vaikutuksen liitossuunnittelua nopeuttavana ja 20 % hidastavana, 40 % vastaajista valitsi kohdassa neutraalin kannan.

6. Mielestäni työkalu on

Vastaajien määrä: 10

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | Yhteensä | Keskiarvo |
|-------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|----------|------------------------------|-----------|-------------|
| Helppokäyttöinen | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | Vaikeakäyttöinen | 10 | 1,3 |
| | 70% | 30% | 0% | 0% | 0% | | | |
| Käytännöllinen | 2 | 2 | 2 | 4 | 0 | Epäkäytännöllinen | 10 | 2,8 |
| | 20% | 20% | 20% | 40% | 0% | | | |
| Liitossuunnittelua nopeuttava | 1 | 3 | 4 | 1 | 1 | Liitossuunnittelua hidastava | 10 | 2,8 |
| | 10% | 30% | 40% | 10% | 10% | | | |
| Helposti opittava | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | Vaikeasti opittava | 10 | 1,2 |
| | 80% | 20% | 0% | 0% | 0% | | | |
| Mielekäs käyttää | 2 | 6 | 0 | 2 | 0 | Turhauttava käyttää | 10 | 2,2 |
| | 20% | 60% | 0% | 20% | 0% | | | |
| Yhteensä | 20 | 16 | 6 | 7 | 1 | | 50 | 2,06 |

Kuva 10. Vastaajien mielipiteet työkalusta käyttökokemuksen perusteella.

Käyttäjien näkemyksiä työkalun mahdollisista hyödyistä kartoitettiin Likert-asteikolla toteutetulla kysymyksellä (kuva 11), jossa vaihtoehto ”täysin samaa mieltä” vastaa arvoa 1 ja ”täysin eri mieltä” vastaa arvoa 5. Kysymyksen väittämät on muotoiltu niin, että mitä pienempi vastausten keskiarvo on, sitä lähempänä positiivista mielipidettä vastaajien vastaukset ovat. Kokonaisuudessaan tuloksista käy ilmi, että vastaajat antoivat enemmän positiivispainotteisia kuin negatiivispainotteisia vastauksia eli työkalun tuomat hyödyt nähdään tai tiedostetaan.

Ainoastaan väittämän ”Työkalu soveltuu hyvin erilaisiin liitoskohtiin” kanssa vastaajat olivat enemmän eri kuin samaa mieltä.

Vastaajista 70 % oli osittain samaa mieltä väittämien kanssa, että työkalu vähentää detaljisuunnittelusta rutiininomaisia vaiheita. Suurin osa (70 %) oli myös täysin tai osittain samaa mieltä, että sen avulla on mahdollista vähentää mallinnusvirheitä. 60 % oli osittain samaa mieltä siitä, että työkalulla on työntekoa tehostava vaikutus. Kysyttäessä sitä, soveltuuko työkalu erilaisiin liitoskohtiin, yksi osallistujista jätti vastaamatta. Kysymykseen vastanneista suurin osa eli yli 50 % ei ollut samaa eikä eri mieltä väittämästä, vastausten keskiarvon painottuessa kuitenkin lähemmäksi arvoa ”täysin eri mieltä”. Suurin osa vastaajista eli 60 % oli osittain samaa mieltä sen väittämän kanssa, että työkalun ehdottomat liitosvaihtoehdot olivat kyseisiin liitoskohtiin sopivia. Puolet vastaajista oli täysin tai osittain sitä mieltä, että työkalun hyödyt tulivat esille jo vähäiselläkin käytön harjoittelulla.

7. Arvioi annetulla asteikolla, missä määrin olet samaa mieltä tai eri mieltä väittämien kanssa

Vastaajien määrä: 10

| | Täysin samaa mieltä | Osittain samaa mieltä | En samaa eikä eri mieltä | Osittain eri mieltä | Täysin eri mieltä | Yhteensä | Keskiarvo |
|--|---------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|-------------------|-----------|-------------|
| Työkalu vähentää detaljisuunnittelusta rutiininomaisia vaiheita | 0 | 7 | 2 | 1 | 0 | 10 | 2,4 |
| | 0% | 70% | 20% | 10% | 0% | | |
| Työkalun avulla on mahdollista vähentää mallinnusvirheitä | 3 | 4 | 1 | 2 | 0 | 10 | 2,2 |
| | 30% | 40% | 10% | 20% | 0% | | |
| Työkalu tehostaa työntekoani | 0 | 6 | 1 | 3 | 0 | 10 | 2,7 |
| | 0% | 60% | 10% | 30% | 0% | | |
| Työkalu soveltuu hyvin erilaisiin liitoskohtiin | 0 | 2 | 5 | 0 | 2 | 9 | 3,22 |
| | 0% | 22,22% | 55,56% | 0% | 22,22% | | |
| Työkalun ehdottomat liitosvaihtoehdot olivat kyseisiin liitoskohtiin sopivia | 0 | 6 | 3 | 1 | 0 | 10 | 2,5 |
| | 0% | 60% | 30% | 10% | 0% | | |
| Työkalun hyödyt tulivat esille jo vähäiselläkin käytön harjoittelulla | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 | 10 | 2,7 |
| | 10% | 40% | 30% | 10% | 10% | | |
| Yhteensä | 4 | 29 | 15 | 8 | 3 | 59 | 2,61 |

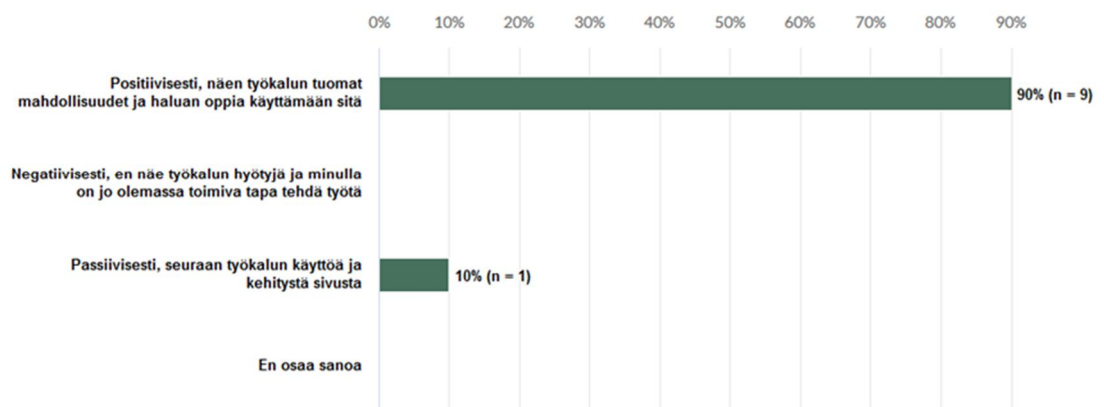
Kuva 11. Vastaajien näkemykset työkalun tuomista hyödyistä.

6.3 Suhtautuminen työkaluun ja sen käyttöönottoon

Kysyttäessä käyttäjän suhtautumisesta uuteen työkaluun (kuva 12), selvä enemmistö vastaajista (90 %) vastasi suhtautuvansa työkaluun positiivisesti ja näkevänsä työkalun tuomat mahdollisuudet. Yksikään vastaajista ei suhtautunut negatiivisesti työkaluun. Yksi vastaajista vastasi suhtautuvansa työkaluun passiivisesti ja seuraavansa työkalun käyttöä ja kehitystä sivusta.

8. Kuinka suhtaudut uuteen työkaluun?

Vastaajien määrä: 10

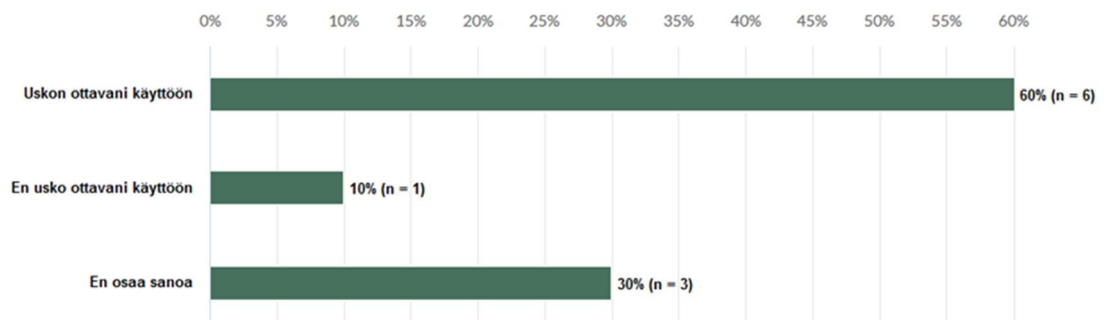


Kuva 12. Vastaajien suhtautuminen työkaluun.

Kysyttäessä, uskoko työntekijä ottavansa työkalun käyttöön osaksi työntekoa, suurin osa vastaajista (60 %) vastasi tässäkin kohdassa myönteisesti eli ”Uskon ottavani käyttöön” (kuva 13). Vastaajista yksi ilmoitti, ettei usko ottavansa työkalua osaksi työntekoaan, ja loput 30 % vastaajista oli sitä mieltä, ettei osaa sanoa.

9. Uskotko ottavasi työkalun käyttöön osaksi työntekoasi?

Vastaajien määrä: 10



Kuva 13. Vastaajien suhtautuminen työkalun käyttöönottoon.

Avoimena kysymyksenä kysyttiin, onko työkalussa vastaajan mielestä jotakin kehitettävää, ja jos on, niin mitä. Kysymykseen vastasi seitsemän henkilöä. Useammasta vastauksesta tuli ilmi, että työkalu tunnisti liitoksia vaihtelevasti ja liitoksen toteuttaminen saattoi epäonnistua ns. helpoissakin ja yksinkertaisimmissakin liitoksissa. ”Punaista palloa” tuli useamman vastaajan mukaan eniten, eli liitostietokannasta ei löytynyt kohtaan sopivaa liitosta. Yhdessä vastauksessa tuotiin esille, että liitoksen lisääminen yksittäisiin kohtiin onnistui, mutta valittaessa useampi samanlainen liitoskohta työkalu ei osannutkaan luoda liitoksia.

Kehitysehdotuksena pidettiin jouston lisäämistä profiilien tunnistukseen niin, ettei osien tarvitsisi olla täysin identtisiä. Lisäksi muutamassa vastauksessa esitettiin huomioita työkalun tunnistaman liitosalueen laajuudesta. Tähän parannusehdotuksina pidettiin sitä, että työkalu tunnistaisi liitosalueeksi vain osat, jotka on valittu eikä muita osia liitosalueen eli ”pallon” sisältä, ja vastaavasti että liitosalueen toleranssia pääsisi säätämään. Liitostietokantaan liittyen yhdessä vastauksessa kysyttiin, olisiko mahdollista ladata valmiita tietokantoja, jotta jokaisen ei tarvitsisi luoda omaa tietokantaa alusta alkaen. Eräs vastaajista mietti ”pallojen” eri värien hyötyä, jos mahdollisia muita sopivia liitoksia ei pysty selaamaan. Vastaavaan asiaan liittyen toisessa vastauksessa tuotiin esille, että olisi hyvä, jos saisi itse valita, mikä liitos työkalun ehdottamista vaihtoehtoista osien välille mallintuisi.

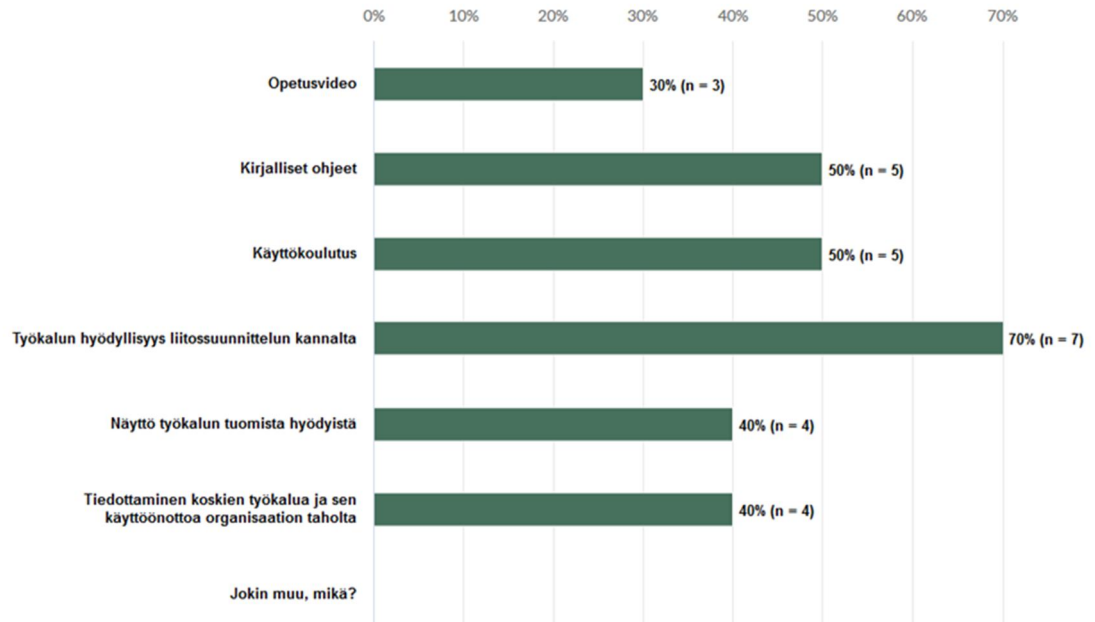
Seuraavan kysymyksen (kuva 14) tarkoitus oli työkalun käyttöönoton edesauttamiseksi selvittää myös käyttäjien mielipiteitä käyttöönottoon vaikuttavista tekijöistä. Vastaajia pyydettiin valitsemaan esitetyistä vaihtoehtoista kolme heidän mielestään tärkeintä edesauttavaa tekijää, lisäksi vastaajilla oli mahdollisuus avoimen kysymyksen kautta tuoda esille jokin tekijä, jota ei ollut mainittu annetuissa vaihtoehtoissa. Valittuja vastauksia tuli yhteensä 28, eli kaksi valintaa jäi puuttumaan.

Vastaajista 70 % mielestä tärkeä käyttöönottoa edistävä tekijä oli työkalun hyödyllisyys liitossuunnittelun kannalta. Lisäksi puolet vastaajista piti kirjallisia ohjeita tai käyttökoulutusta tärkeänä käyttöönoton edesauttamiseksi. Kolmanneksi eni-

ten vastauksia saivat tekijät ”Näyttö työkalun tuomista hyödyistä” sekä ”Tiedottaminen koskien työkalua ja sen käyttöönottoa organisaation taholta”. Vastaajista kolme piti opetusvideota edesauttavana tekijänä.

11. Mikä mielestäsi edesauttaisi työkalun käyttöönottoa työntekijöiden keskuudessa? Valitse kolme tärkeintä.

Vastaajien määrä: 10, valittujen vastausten lukumäärä: 28



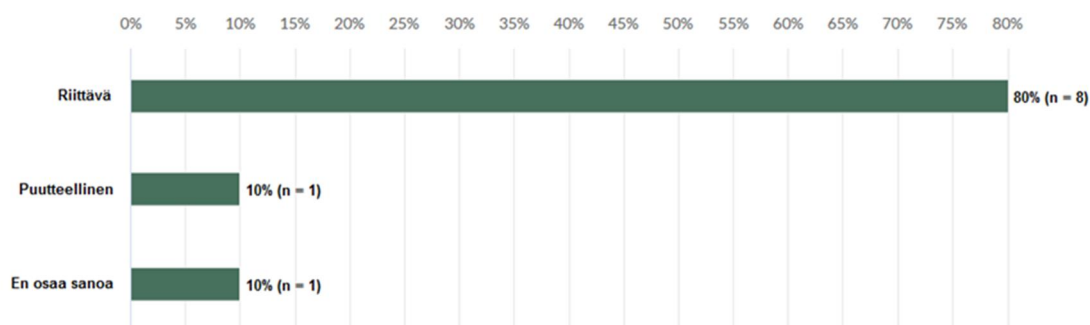
Kuva 14. Tärkeimmät työkalun käyttöönottoa edistävät tekijät vastaajien näkökulmasta.

6.4 Testaustilanne ja muita huomioita

Myös testaukseen annetusta, opinnäytetyöntekijän laatimasta ohjeistuksesta kysyttiin käyttäjien mielipidettä (kuva 15). Suurin osa vastaajista (80 %) oli sitä mieltä, että annettu ohjeistus oli riittävä. Yksi vastasi ohjeistuksen olevan puutteellinen ja yksi vastaajista ei osannut sanoa.

12. Oliko testaukseen annettu ohjeistus mielestäsi

Vastaajien määrä: 10



Kuva 15. Ohjeistuksen kattavuus.

Viimeisenä kysymyksenä käyttäjiltä kysyttiin avoimella kysymyksellä muita työkalun käyttöön tai testaustilanteeseen liittyviä kommentteja tai huomioita. Kysymykseen vastasi kuusi henkilöä.

Työkalun toiminta sai sekä positiivista että negatiivista palautetta. Useammassa vastauksessa tuli esille, että vastaaja näkee työkalun suuren kehityspotentialin. Erään vastaajan mielestä työkalusta tulee olemaan valtava hyöty detaljoinnissa, jos se saadaan toimimaan niin, että sen avulla samanlaiset liitokset pystytään lisäämään osien välille ”nappia painamalla”. Toisaalta useammasta vastauksesta kävi ilmi, ettei työkalun tuoma ajallinen hyöty ole vielä näkyvissä ja että työkalu vaatii vielä jalostamista.

Testaustilanteeseen ja erityisesti ohjeistukseen liittyen toivottiin tarkennusta siitä, täytyykö liitosten olla täysin identtisiä ja onko esimerkiksi profiilien koolla tällä hetkellä merkitystä. Lisäksi yhdessä vastauksessa tuli esille, että yksityiskohtaisempi ohje olisi ollut tarpeen. Toinen vastaaja ilmaisi, että käyttökoulutus tai opetusvideo, jossa kerrottaisiin tai näytettäisiin erilaisten liitosten lisäämisestä, voisi olla hyödyllinen.

7 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia tekoälypohjaisen liitosmallinnustyökalun MasterConnectionin käytettävyyttä subjektiivisen tyytyväisyyden osalta sekä edesauttaa työkalun käyttöönottoa yrityksessä. Tutkimukseen osallistuneista suurimmalla osalla oli työkokemusta teräsrakenteiden suunnittelusta ainakin kaksi vuotta. Lisäksi lähes kaikkien vastaajien työ sisälsi paljon detaljisuunnittelua, joten voidaan olettaa, että tutkimukseen osallistuneilla oli kattava tietämys siitä, kuinka teräsrakenteiden liitosdetaljointia perinteisesti tehdään ja kuinka se on sillä tekniikalla nopeinta toteuttaa. Lähes kaikki vastaajat olivat kuulleet MasterConnectionista, mutta kukaan ei ollut sitä aiemmin kokeillut. Näin ollen kyselyyn vastattiin pääosin noin 30–60 minuutin käyttökokemuksen perusteella.

Moni vastaajista toi esille etenkin avoimissa kysymyksissä, ettei saanut työkalua toimimaan haluamallaan tavallaan ja ettei työkalu antanut sopivia liitosehdotuksia. Toisen kysymyksen vastausten mukaan työkalu oli kuitenkin helppokäyttöinen ja helposti opittava. Lisäksi ohjeistus työkalun käyttöön oli vastaajien mielestä riittävä, joskin yksityiskohtaisempi ohje tai opetusvideo olisi saattanut helpottaa käyttöä. Toimimattomuuteen saattoi vaikuttaa työkalun kehitysaste tai sen tarvitseman opetusdatan eli liitostietokannan suppea koko testaustilanteessa. Vaikka työkalun tavalliselle käyttäjälle ei näy, mitkä algoritmit toimivat työkalun taustalla ja kuinka ne mahdollistavat työkalun toiminnan, koneoppimisen menetelmät vaativat käyttäjältä työkalun opettamista ja paljon opetusdataa. Etenkin avoimien kysymysten vastauksissa tästä kysyttiin ja tämä tiedostettiin, mutta testaustilanteeseen ei pystytty vielä tarjoamaan laajempaa tai valmista tietokantaa. Myös testausaika voi vaikuttaa käyttäjien kokemuksiin. Vaikkakin puolet vastaajista oli täysin tai osittain samaa mieltä siitä, että työkalun hyödyt tulivat esille jo vähäiselläkin käytön harjoittelulla, pidemmällä harjoitteluajalla sekä toistoa lisäämällä työkalun oikeanlainen toiminta saattaisi tulla selvemmin esille.

Kyselyn tuloksista kävi ilmi, että vaikka työkalu ei kaikilta osin vielä täyttänytkaan käyttäjien tarpeita ja tavoitteita, oli tyytyväisyys ja suhtautuminen työkaluun myönteinen. Sen potentiaali ja hyödyt nähdään sekä ymmärretään, mitä työkalun

avulla on mahdollista saavuttaa. Suurin osa tutkimukseen osallistuneista olisi halukkaita ottamaan työkalun käyttöönsä.

Tuloksissa on toisaalta ristiriitaisuutta juuri siinä, että vaikka etenkin avoimien kysymysten vastausten mukaan työkalu ei testaustilanteessa täyttänyt käyttäjien kaikkia tavoitteita, suhtautuminen oli pääosin positiivinen. Käyttäjien vastaukset voivat todellisen testaustilanteesta saaman kokemuksen sijaan perustua mielikuvaan ja odotuksiin, joita heillä työkalun hyötyjen suhteen mahdollisesti on. Mutta kuten aiemmin mainittiin, Vanhalan (2005, 20) mukaan esimerkiksi vaikutelma tehokkuudesta voi olla varsinaista tehokkuutta tärkeämpää.

Työkalun käyttöönottoon liittyen vastaajien mielestä tärkein tekijä käyttöönoton edistämiseksi olisi työkalun hyödyllisyys liitosdetaljoinnin kannalta. Kunhan työkalun kehitysaste on siinä vaiheessa, että sen avulla on mahdollista toteuttaa se mitä käyttäjät siltä odottavat, oletettavasti otetaan se myös käyttöön. Tärkeitä myötävaikuttavia tekijöitä työkalun käyttöönottoon olivat käyttäjien mielestä myös näyttö työkalun hyödyistä sekä käyttökoulutus tai kirjalliset ohjeet. Tämän työn toisen tavoitteen eli käyttöönoton edistämisen osalta osaston työntekijät ovat opinnäytetyön myötä saaneet tiedon kyseisestä työkalusta ja sen käyttämästä menetelmästä sekä heillä on nyt käytössään kirjalliset ohjeet työkalun käyttöön.

Opinnäytetyössä onnistuttiin selvittämään käyttäjien subjektiivista tyytyväisyyttä ja suhtautumista MasterConnectioniin. Lisäksi tulosten perusteella on mahdollista saada suuntaa antavaa tietoa myös muista työkalun käytettävyyden osaluista. Opinnäytetyön mahdollinen edesauttava vaikutus työkalun käyttöönottoon voidaan todeta vasta jälkikäteen.

7.1 Luotettavuus

Tutkimuksen osallistumisprosentti oli 45 % eli lähes puolet osaston työntekijöistä osallistui. Otos on varsin hyvä ottaen huomioon, että kyselyyn vastaamisen lisäksi työntekijöiden oli opeteltava työkalun käyttö ja kokeiltava sitä. Testausjärjestelyjen toimivuus sekä kyselyn ymmärrettävyys testattiin ennen varsinaista

testaustilannetta, jotta välttyttäisiin virhetilanteilta testauksessa ja väärinymmärryksiltä kyselyn kysymyksissä.

Vapaan läpikäynnin menetelmä ja aineiston kerääminen kyselyllä mahdollistivat sen, että jokainen osallistuja sai testata työkalua hänelle sopivalla hetkellä, mutta toisaalta testauksen järjestäjä ei seurannut testauksen suorittamista. Näin ollen järjestäjän läsnäolo ei vaikuttanut testaustilanteeseen tai kyselyn tuloksiin, mutta myöskään varmistusta siitä, kuinka huolellisesti osallistujat perehtyivät työkaluun ja vastasivat kyselyyn, ei voida saada. Kysymyksiin kuitenkin vastattiin kattavasti, vaikka kysymyksiä ei oltu asetettu pakollisiksi vastata. Lähes kaikkiin kysymyksiin tuli vastaus jokaiselta osallistujalta ja yli puolet vastaajista antoi vastauksen myös avoimiin kysymyksiin.

Käytettävyyden tutkiminen esimerkiksi käytettävyydestestauksen myötä olisi tarjonnut sen, että testin suorittaminen olisi ollut ohjatumpaa ja testitehtävät tarkempia, ja siten jokaiselle käyttäjälle olisi tullut lähes samanlainen käyttökokemus työkalun toiminnasta. Tällöin myös tulokset olisivat olleet luotettavampia. Erillisen testaustilanteen järjestäminen olisi kuitenkin opinnäytetyön laajuus huomioiden ollut haastavaa toteuttaa jokaiselle työntekijälle erikseen. Vapaan läpikäynnin menetelmän avulla jokaiselle osaston työntekijälle tarjoutui mahdollisuus tutustua työkaluun, jota pidettiin testauksessa tärkeänä.

7.2 Tulosten hyödynnettävyys ja jatkotutkimusehdotukset

Tästä opinnäytetyöstä saaduista tuloksista toimeksiantaja saa tietoa sekä työkalun käytettävyydestä että työntekijöiden suhtautumisesta työntekoa muuttavaan työkaluun. Tekoäly tulee hiljalleen osaksi myös rakennesuunnittelua, ja kyselyyn vastanneet näkevät tämän muutoksen potentiaalin ja vaikutuksen omaan työhön. Hyvän käytettävyyden yhdistäminen menetelmän mahdollistamaan tehokkuuteen on etuna yrityksen kilpailukyvyille. Lisäksi työstä saatuja tuloksia ja työntekijöiden mielipiteitä voidaan hyödyntää työkalun kehittämisessä.

Jatkotutkimusehdotuksena voisi olla MasterConnectionin kehittyessä sen käytävyyden muiden osa-alueiden, kuten tehokkuuden, tarkempi tutkiminen. Tällöin saataisiin täsmällisempää ja vertailukelpoisempaa näyttöä työkalun hyödyistä, mikä siten myös edesauttaisi työkalun käyttöönottoa. Käyttöönoton lisääntymisen jälkeen aikasäästöä voisi tutkia myös pidemmällä aikavälillä vertaamalla perinteisellä menetelmällä tehtyjä detaljointitunteja tekoälyavusteiseen liitossuunniteluun kuluneisiin tunteihin.

Lähteet

- AEC Business. 2018. Sweco Boosts Construction Productivity and Quality with AI. <https://aec-business.com/sweco-boosts-construction-productivity-and-quality-with-ai/>. 21.3.2019.
- Ailisto, H., Heikkilä, E., Helaakoski, H., Neuvonen, A. & Seppälä, T. 2018. Tekoälyn kokonaiskuva ja osaamiskartoitus. Valtioneuvoston kanslia. <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160925/46-2018-Tekoalyn%20kokonaiskuva.pdf>. 5.2.2019.
- Ailisto, H., Neuvonen, A., Nyman, H., Halén, M. & Seppälä, T. 2019. Tekoälyn kokonaiskuva ja kansallinen osaamiskartoitus – loppuraportti. Valtioneuvoston kanslia. <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161282/4-2019-Tekoalyn%20kokonaiskuva.pdf>. 11.4.2019.
- Elements of AI. 2019. Tekoälyn perusteet -verkkokurssi. Reaktor & Helsingin yliopisto. <https://course.elementsofai.com/fi/>. 16.4.2019.
- Farinha, R. 2018. Tekoäly on tullut rakentamisen suunnitteluun. Sweco. <https://blogs.sweco.fi/digitalisaatio/tekoaly-on-tullut-rakentamisen-suunnitteluun/>. 12.2.2019.
- Helminen, J. 2019. MasterConnection-kysymys. joonas.helminen@sweco.fi. 15.4.2019.
- Helminen, J., Tuori, J., Laasonen, M. & Farinha, R. 2018. Automated Generation of Steel Connections of BIM by Machine Learning. <http://programme.exordo.com/icccb2018/delegates/presentation/282/>. 21.3.2019.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita. Helsinki: Tammi.
- KIRA-digi. Loppuraportti. 2018. http://www.kiradigi.fi/media/hankemateriaali/loppuraportit/sweco_buildingai_loppuraportti.pdf. 13.5.2019.
- Koskinen, J. 2005. Käytettävyydestä. Teoksessa Ovaska S., Aula, A. & Majaranta, P. Käytettävyydestä tutkimuksen menetelmät. Tampere: Tampereen yliopisto, 187-207.
- Lehto, M., Neittaanmäki, P., Nyrhinen, R., Ojalainen, A., Pölönen, I., Rautiainen, I., Ruohonen, T., Tuominen, H., Vähäkainu, P., Äyrämö, S. & Äyrämö, S. 2018. Tekoälyn perusteita ja sovelluksia. <https://helituominen.files.wordpress.com/2018/09/kirja1809.pdf>. 5.2.2019.
- MathWorks. 2019. What is Machine Learning? <https://se.mathworks.com/discovery/machine-learning.html>. 7.2.2019.
- Nielsen, J. 1993. Usability Engineering. Academic Press.
- Ranne, S. 2005. Kognitiivinen läpikäynti. Teoksessa Ovaska S., Aula, A. & Majaranta, P. Käytettävyydestä tutkimuksen menetelmät. Tampere: Tampereen yliopisto, 125-139.
- Riihiaho, S. 2000a. Experiences with Usability Evaluation Methods. Teknillinen korkeakoulu. Tietotekniikan osasto. Lisensiaattityö. <http://citeeex.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.25.4512&rep=rep1&type=pdf>. 7.3.2019.
- Riihiaho, S. 2000b. Käytettävyydestä tutkimuksen muunnelmia. Teoksessa Pantzar, E. Informaatio, tieto ja yhteiskunta. Suomen Akatemian Tiedon tutkimusohjelman raportteja, 4/2000. Tampere: Tampereen yliopisto, 223-230.

- Russell, S. & Norvig, P. 2010. Artificial Intelligence – A Modern Approach. Prentice Hall.
- SFS-EN ISO 9241-11. 2018. Ergonomics of human-system interaction. Part 11: Usability: Definitions and concepts (ISO 9241-11:2018). Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
- Sinkkonen, I., Kuoppala, H., Parkkinen, J. & Vastamäki R. 2006. Käytettävyyden psykologia. Helsinki: Edita Publishing Oy.
- Tuominen, H. 2017. Johdatus tekoälyn taustalla olevaan matematiikkaan. <https://helituominen.files.wordpress.com/2017/11/luento1.pdf>. 16.4.2019.
- Vanhala, T. 2005. Kyselylomakkeet käytettävyytutkimuksessa. Teoksessa Ovaska S., Aula, A. & Majaranta, P. Käytettävyytutkimuksen menetelmät. Tampere: Tampereen yliopisto 17-35.
- VTT. 2017. Tuottoa ja tehokkuutta Suomeen tekoälyllä. <https://www.vtt.fi/inf/pdf/policybrief/2017/PB1-2017.pdf>. 5.2.2019.
- Wiio, A. 2004. Käyttäjätavallisen sovelluksen suunnittelu. Helsinki: Edita Publishing Oy.

Saateviesti

Hei!

Teen tällä hetkellä opinnäytetyötä, jossa tutkin tekoälypohjaisen liitosmallinnus-työkalun MasterConnectionin käytettävyyttä. Työkalu tunnistaa Tekla-mallista osien väliset liitokset ja pystyy automaattisesti mallintamaan tunnistettuja liitoksia vastaavanlaisiin liitoskohtiin. Opinnäytetyöni tavoite on edesauttaa työkalun käyttöönottoa osaston työntekijöiden keskuudessa ja jalkauttaa sen käyttö osaksi detaljisuunnittelua.

Pyytäisinkin teitä osallistumaan opinnäytetyöhöni testaamalla työkalua ja vastaamalla sen jälkeen kyselyyn.

Testaus ja kyselyyn vastaaminen on mahdollista tehdä teille sopivana hetkenä 21.-27.3. välisenä aikana.

Tarkemmat ohjeet ovat liitteenä. Jos jotain ongelmia tai kysymyksiä ilmenee, niin ottakaa yhteyttä!

Osallistumisenne ja mielipiteenne ovat arvokkaita opinnäytetyöni onnistumisen kannalta.

Iso kiitos jo etukäteen!

Anna

Kyselylomake

MasterConnection – kysely

Aluksi kysytään taustaa työkokemuksestasi ja -tehtävistäsi. Sen jälkeen kysymykset koskevat työkalua ja sen käytettävyyttä.

Valitse jokaisen kysymyksen kohdalla vaihtoehto, joka vastaa parhaiten mielipidettäsi tai näkemystäsi. Muutamassa kohdassa voit kirjoittaa vastauksesi sille varattuun tilaan.

1. Kuinka kauan olet työskennellyt teräsrakenteiden suunnittelijana?

2. Sisältääkö työsi detailjointisuunnittelua

- Paljon
 Vähän
 Ei ollenkaan

3. Olitko kuullut MasterConnectionista ennen osallistumistasi tähän testaukseen?

- Kyllä
 En

4. Jos vastasit edelliseen kysymykseen "kyllä", niin olitko jo kokeillut työkalua ennen osallistumistasi tähän testaukseen?

- Kyllä
 En

5. Kuinka paljon aikaa käytit työkalun testaamiseen tässä testaustilanteessa?

6. Mielestäni työkalu on

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|
| Helppokäyttöinen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Vaikeakäyttöinen |
| Käytännöllinen | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Epäkäytännöllinen |
| Liitossuunnittelua nopeuttava | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Liitossuunnittelua hidastava |
| Helposti opittava | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Vaikeasti opittava |
| Mielekäs käyttää | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Turhauttava käyttää |

7. Arvioi annetulla asteikolla, missä määrin olet samaa mieltä tai eri mieltä väittämien kanssa

| | Täysin samaa mieltä | Osittain samaa mieltä | En samaa enkä eri mieltä | Osittain eri mieltä | Täysin eri mieltä |
|--|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Työkalu vähentää detailjisuunnittelusta rutiininomaisia vaiheita | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Työkalun avulla on mahdollista vähentää mallinnusvirheitä | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Työkalu tehostaa työntekoani | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Työkalu soveltuu hyvin erilaisiin liitoskohtiin | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Työkalun ehdottamat liitosvaihtoehdot olivat kyseisiin liitoskohtiin sopivia | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Työkalun hyödyt tulivat esille jo vähäiselläkin käytön harjoittelulla | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

8. Kuinka suhtaudut uuteen työkaluun?

- Positiivisesti, näen työkalun tuomat mahdollisuudet ja haluan oppia käyttämään sitä
 Negatiivisesti, en näe työkalun hyötyjä ja minulla on jo olemassa toimiva tapa tehdä työtä
 Passiivisesti, seuraan työkalun käyttöä ja kehitystä sivusta
 En osaa sanoa

Kyselylomake

9. Uskotko ottavasi työkalun käyttöön osaksi työntekoasi?

- Uskon ottavani käyttöön
 En usko ottavani käyttöön
 En osaa sanoa

10. Onko työkalussa mielestäsi jotakin kehitettävää? Jos on, niin mitä?

11. Mikä mielestäsi edesauttaisi työkalun käyttöönottoa työntekijöiden keskuudessa? Valitse kolme tärkeintä.

- Opetusvideo
 Kirjalliset ohjeet
 Käyttökoulutus
 Työkalun hyödyllisyys liitossuunnittelun kannalta
 Näyttö työkalun tuomista hyödyistä
 Tiedottaminen koskien työkalua ja sen käyttöönottoa organisaation taholta
 Jokin muu, mikä?

12. Oliko testaukseen annettu ohjeistus mielestäsi

- Riittävä
 Puutteellinen
 En osaa sanoa

13. Tuleeko mieleesi muita työkalun käyttöön tai testaustilanteeseen liittyviä huomioita tai kommentteja?