

Joona Virtanen

Sähköasentajien työmaadokumentointi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

01.09.2016

Tekijä Otsikko	Joona Virtanen Sähköasentajien työmaadokumentointi
Sivumäärä Aika	53 sivua + 11 liitettä 01.09.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Kehityspäällikkö Juha Peltonen Lehtori Vesa Sippola
<p>Insinööriyössä kartoitettiin sähköasentajien työmaadokumentoinnin tämänhetkistä tilannetta sekä määriteltiin ja toteutettiin sähköasentajien työmaadokumentit sähköiseen muotoon. Määrittely ja toteutustyö kohdistettiin dokumentteihin, joista kärkimiehen tulee luoda kirjallinen dokumentti. Selvitystyön tarve perustui Caverion Suomi Oy:n hankkeeseen, jossa kärkimiehet saavat tabletit työmaille ja M-files Oy:n tarjoama EDMS, Electronic Document Management System eli sähköinen dokumentointijärjestelmä otetaan käyttöön.</p> <p>Selvitys tehtiin Caverionilla työskentelevien projekti- ja kehityshenkilöiden sekä referenssi-työmaiden kärkimiesten ja rakennuttajien työnjohdon haastattelujen perusteella. Työssä tutkittiin myös yleisesti sähköisen työmaadokumentoinnin, BIM-mallinnuksen, Building Information Modeling eli tietomallinnuksen ja mobiililaitteiden tuomia mahdollisuuksia työmaalla. Selvityksessä havaittiin, että sähköistä ja mobiilia työmaadokumentointia tukevia sovelluksia on laajalti markkinoilla, mutta järjestelmistä ei ole otettu kaikkea hyötyä irti. Monella rakennuttajalla tämä on vielä kokeiluvaiheessa, muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta.</p> <p>Referenssi-työmaiden haastattelujen perusteella sähköinen työmaadokumentointi ja tabletit otetaan positiivisesti vastaan. Kärkimiehillä on ollut hyvin vaihtelevasti tietotekniikkaa käytössään työmaalla. Tämä asetti tiettyjä haasteita dokumenttien suunnittelemiseen, luomiseen ja erityisesti ohjeistuksen tekemiseen. Työn tuloksena syntyi sähköasentajille tarpeelliset työmaadokumentit sähköisessä muodossa. Dokumentteihin luotiin ohjeistus: tiedostojen lataamisesta EDMS-järjestelmästä, lomakkeiden täyttämisestä ja järjestelmään tallentamisesta. Hankkeen seuraavassa vaiheessa työmaadokumentit ladataan EDMS-järjestelmään ja jalkautetaan pilottityömaille.</p>	
Avainsanat	EDMS, M-files, työmaadokumentointi

Author Title	Joona Virtanen Electricians' Construction Site Documentation
Number of Pages Date	53 pages + 11 appendices 01 September 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical engineering
Specialisation option	Electric power engineering
Instructors	Juha Peltonen, Development Manager Vesa Sippola, Senior Lecturer
<p>This thesis concerns the status of electricians' construction site documentation. Electricians' construction site documents were defined and implemented into electronic form. Definition and implementation were targeted to the documents, which site foremen have to document in writing. Need for the survey was based on Caverion Suomi Oy's project, in which electricians' site foremen get tablets to construction sites and electronic document management system (EDMS) offered by M-files Oy, will be introduced.</p> <p>A survey was made by interviewing project and development persons working for Caverion and reference construction site supervisors of work and site foremen. A research on benefits of electronic document management, building information model (BIM) and possibilities of mobile devices at the construction site was also made. In the research it was found that support for electronic documentation and mobile applications are widely offered, but construction organizations do not take full benefits from the systems. Except for a few organizations, construction organizations electronic documentation systems are still in development stage.</p> <p>On the basis of the reference worksite interviews, it seems that electronic documentation and tablets are taken very positively. The site foremen have had information technology at use at the construction sites in a varied way. This set some challenges for creating and designing documents, especially the guidelines. As the result, necessary construction site documents were created in electronic form for electricians. For documents, guidelines for downloading files from the EDMS, filling out a form and saving to the EDMS were also created. The next step in the project is that the documents are uploaded to EDMS and implemented on pilot construction sites.</p>	
Keywords	EDMS, M-Files, Construction site documentation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Caverion Suomi Oy	2
3	Sähköinen dokumentointi	4
3.1	Asiakirjajärjestelmä	4
3.2	Mobiiliratkaisut rakennustuotannossa	6
3.3	BIM-mallinnus	7
3.4	Tulevaisuuden näkymät	9
4	Työmaadokumentointi	10
4.1	Tarveanalysointi	10
4.2	Dokumenttien kartoittaminen	12
4.3	Dokumentinhallinta EDMS-järjestelmässä	14
4.4	Ohjeistuksen suunnitteleminen	15
5	Työmaadokumenttien määrittelemine	15
5.1	Työmaapäiväkirja ja -aikataulu	16
5.2	Asennustyö, lisätyö ja tarkastukset	17
5.3	Hankinnat	21
5.4	Työturvallisuus	25
5.5	Palaverimuistiot	27
6	Työmaadokumenttien toteutus	28
6.1	Ohjeistaminen	28
6.2	Työmaapäiväkirja ja -aikataulu	30
6.3	Asennustyö, lisätyö ja tarkastukset	35
6.4	Hankinnat	41
6.5	Työturvallisuus	43
6.6	Palaverimuistiot	46
7	Työmaadokumenttien käyttöönotto kentällä	47
8	Yhteenveto	48
8.1	Katsaus insinööriyöhön	48

Liitteet

Liite 1. Sähköasentajien työmaadokumenttien pääjako (poistettu)

Liite 2. Microsoft Project -mallipohja: Caverion, toimistorakennus, sähkö (poistettu)

Liite 3. Työmääräin / tunti-ilmoitus (poistettu)

Liite 4. Viime hetken riskien arviointikortti (poistettu)

Liite 5. Kalenteri Excel-mallipohja (poistettu)

Liite 6. Lomakalenteri Excel-mallipohja (poistettu)

Liite 7. Työn valmiuslomake Excel-mallipohja (poistettu)

Liite 8. Lisätyölomake Excel-mallipohja (poistettu)

Liite 9. Työmaan henkilökohtainen perehdytys (poistettu)

Liite 10. Työmaan henkilökohtainen perehdytyskoe (poistettu)

Liite 11. Työmaan turvallisuus sekä perehdyttämismateriaali (poistettu)

Lyhenteet ja termit

BIM	Building Information Model. Rakennuksen tietomalli eli rakennuksen digitaalinen malli [4]
BIS	Business Information System. Liiketoiminnan tietojärjestelmä, jolla ei asiakirjahallinnan toiminnallisuuksia. [1, s. 27]
EDMS	Electronic Document Management System. Sähköinen dokumentinhallintajärjestelmä [1, s. 27]
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivi [7]
ERMS	Electronic Records Management System. Sähköinen asiakirjahallinnan tietojärjestelmä [1, s. 27]
MAKRO	Makro on pieni tietokoneohjelma tai toisin sanoen ohjelmointikoodin pätkä, mikä tekee halutut toiminnot tietyllä komenolla. Makrolla voidaan automatisoida käyttäjän suorittama rutiinitoimenpide.
METATIETO	Kuvailutieto, jolla dokumentin sisältö määritellään yksiselitteisesti. [1, s. 102]
MOBIILI	Mobiililla tarkoitetaan liikuteltavaa tai langatonta laitetta/järjestelmää, mobiililla voidaan myös viitata tiedonsiirron langattomuuteen.
KÄRKIMIES	Kärkimies johtaa asennustyötä, työskentele osana asentajatiimiä ja toimii työnjohdon ja asentajien linkkinä.
LÄMMITYSTARVELUKU	Lämmitystarveluku eli astepäiväluku, kuvaa rakennusten lämmitysenergian tarvetta. [8]

POSITIONUMERO	Positionumerolla tarkoitetaan suunnitteluvaiheessa määriteltyä tyyppinumeroa. Positionumeron avulla voidaan määritellä, että tietty numero tarkoittaa tiettyä valaisinta tai kojetta, joka on määritelty erikseen koje- tai valaisinluettelossa.
PUNAKYNÄ	Punakynällä tarkoitetaan suunnittelupiirustuksiin tehtyjä tarkempiirustuksia toteutuneista asennuksista ja suunnitelma- muutoksista.
REVISIO	Dokumentin versiomerkitä, voidaan käyttää numeroita, kirjaimia tai niiden yhdistelmiä.
SAP	Systems, Applications, Products in Data Processing. Toiminnanohjausjärjestelmä eli yrityksen käyttöön tarkoitettu tietojärjestelmä, joka mahdollistaa logistiikan, raportoinnin, kirjanpidon, talouden ja myynnin hallinnan yhdellä integroidulla sovelluksella. [11]
ST-KORTTI	Sähkötietokortit ovat Sähkötieto ry:n julkaisemia sähkötekniikkaan liittyviä ohjeistuksia, oppaita ja lomakkeita, joissa on viitattu sähköalan standardeihin ja lakeihin. [26]
Sähkötieto ry	Sähkötieto ry on Suomessa toimivien suunnittelu-, urakointi-, tarkastus-, kunnossapito- ja rakennuttajapiirien yhteistyöelin. [26]
TABLETTI	Kannettavaa tietokonetta pienikokoisempi taulutietokone, jossa on kosketusnäyttö ja sitä ohjataan sormenpäällä tai siihen tarkoitettulla kynällä.
TR	Talonrakennus
TR-MITTAUS	Lakisääteinen talonrakennustyömaan viikoittainen kunnossapito ja turvallisuustarkastus [16]
UKL-TUNNIT	Urakkaan kuulumattomat lisätyötunnit

1 Johdanto

Insinööriyössä tehdään sähköasentajien työmaadokumentoinnin tarveanalyysi, määritellään ja toteutetaan työmaadokumentit sekä selvitetään tietotekniikan tuomia uusia mahdollisuuksia työmaadokumentointiin liittyen. Työ on osa Caverion Suomi Oy:n kehityshanketta, jossa M-Files Oy:n tarjoama EDMS-järjestelmä, Electronic Document System eli sähköinen dokumentinhallintajärjestelmä otetaan käyttöön. Hankkeen tuloksena työmaiden kärke miehet saavat käyttöönsä tabletin eli taulutietokoneen ja työmaadokumentit siirretään EDMS-järjestelmään, kun aikaisemmin kyseiset dokumentit ovat sijainneet tietokoneen verkkolevyllä tai ne ovat olleet käsin kirjoitettuja. ”Enää ei tuskailta tietojen löytymättömyyttä, vaan suurin ongelma on löytää oikeaa, varmaa ja ajantasaisista täsmätietoa [1, s. 47].” Työn tavoitteena on määrittellä sähköasentajien työmaadokumentit ja tehdä selkeä ohjeistus dokumenttien lataamiseen ja täyttämiseen tablet-tietokoneilla. Työssä perehdytään myös yleisesti sähköiseen työmaadokumentointiin, BIM-mallinnukseen, Building Information Modeling eli tietomallinnukseen ja mobiililaitteiden tuomiin mahdollisuuksiin työmaalla.

Insinööriyö on tehty kesällä 2016 toimeksiantona Caverion Suomi Oy:lle. Se on talotekniikka-alan yritys, joka muodostui vuonna 2013 kun kiinteistötekniiset ja teollisuuden palvelut irtautuivat YIT-konsernista [2]. Caverion suunnittelee ja toteuttaa sekä ylläpitää teknisiä ratkaisuja kiinteistöille ja teollisuudelle [3]. Selvitystyö tehdään Caverionilla työskentelevien projekti- ja kehityshenkilöiden sekä referenssityömaiden kärke miesten ja rakennuttajien työnjohdon haastattelujen perusteella. Projekti aloitettiin työmaadokumentoinnin tarveanalyysillä, tämän jälkeen määriteltiin dokumentit haastattelujen perusteella ja lopuksi dokumentit toteutettiin ohjeistuksineen määrittelyjen mukaan. Hankkeen seuraavassa vaiheessa työmaadokumentit ladataan EDMS-järjestelmään ja jalkautetaan pilottityömaille.

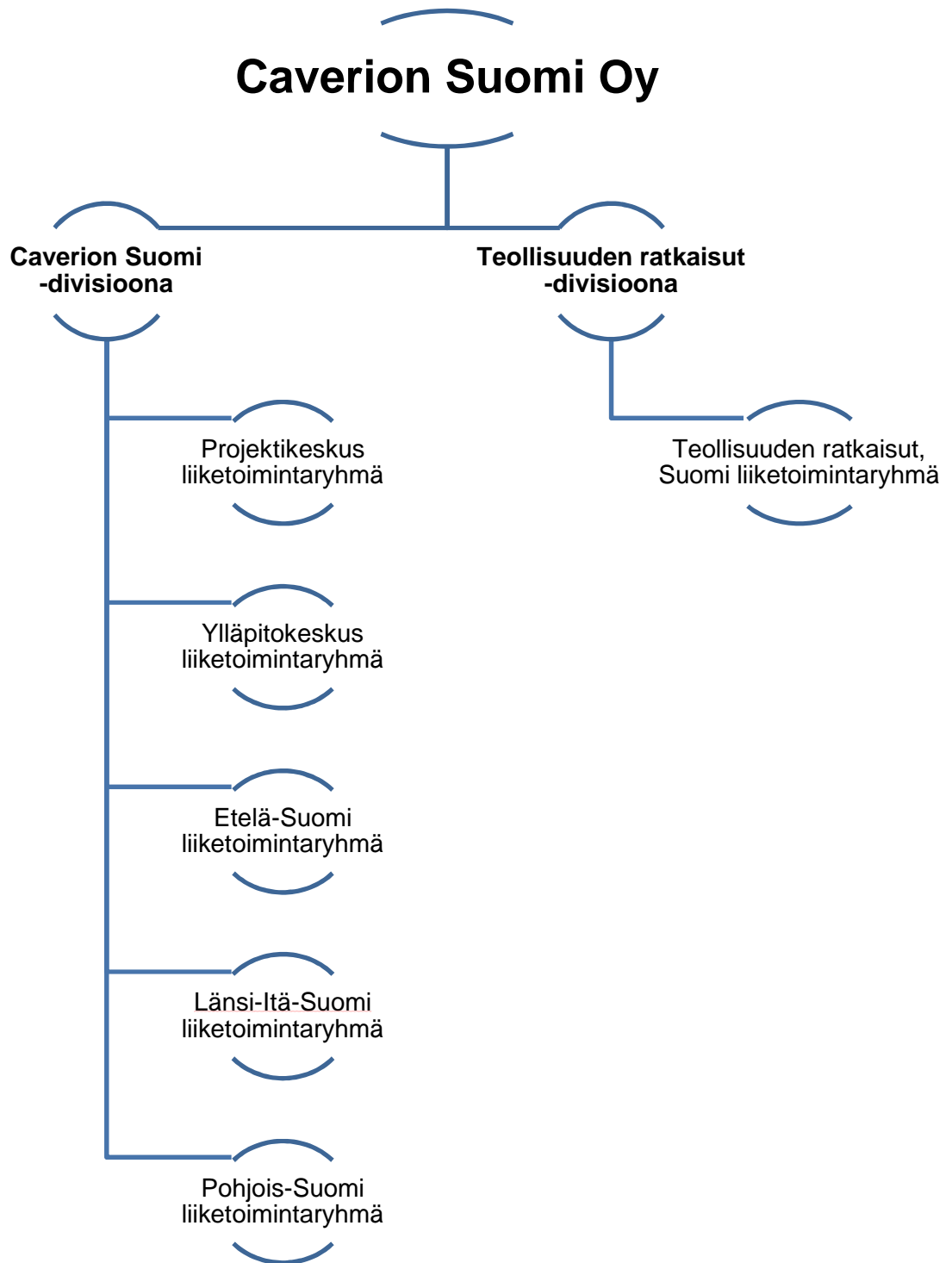
Sähköinen dokumentointi ja dokumentoinnin hallinta ovat suuri edistysaskel rakennus- ja talotekniikka-alalla. Tietotekniikka on ollut jo vuosia käytössä, mutta tietoteknisten sovellusten kehittyessä sitä voidaan hyödyntää yhä monipuolisemmin. Sähköiseen dokumentointiin liittyen myös BIM-mallinnus, Building Information Modeling eli rakennuksen digitaalinen tietomalli on entistä enemmän käytössä [4]. Tulevaisuudessa dokumentointi tapahtuu pääasiassa elektronisesti, mutta näin suurta muutosta ei tapahdu hetkessä, vaan se vaatii vielä suunnittelua ja testaamista kenttäolosuhteissa.

2 Caverion Suomi Oy

Caverion Suomi Oy:n toimialoja ovat kiinteistötekniikka ja teollisuuden palvelut. Yritys kuuluu Caverion-konserniin, joka toimii Pohjoismaissa, Saksassa, Itävallassa, Tšekissä, Puolassa, Romaniassa, Baltian maissa sekä Venäjällä. Henkilöstöä on kaiken kaikkiaan noin 18 000. Asiakkaita ovat julkinen sektori, teollisuus, kiinteistösijoittajat ja kiinteistökehittäjät, kiinteistöjen käyttäjät ja rakennusliikkeet. Suomessa työskentelee noin 4600 henkilöä, lähes 40 toimipaikassa. Liikevaihto Suomessa oli 547 miljoonaa euroa vuonna 2015.

Caverion suunnittelee ja toteuttaa hyvin erilaisia projekteja, kohteita ovat olleet esimerkiksi Kaivomestarin koulu, urheilu- ja uimahalli sekä Suomen vilkkaimman valtatie, Kehä 1 Mestartunneli -projektin LVIS-järjestelmä, telematiikka ja automaatio [5]. Projektinjohdon ja suunnittelun lisäksi yrityksen palvelualoihin kuuluvat myös palveluiden johtaminen, tekninen huolto ja kunnossapito. Kuvassa 1 esitetään yrityksen organisaattiorakenne. [3; 6]

Energiatehokkuus on nyt paljon esillä, Rakennusteollisuus- verkkosivun artikkelissa ”Rakennusten energiatehokkuutta ohjaavat direktiivit” on määritelty rakennusten energiatehokkuusdirektiivi EPBD, Energy Performance of Buildings Directive. Siinä edellytetään, että ”kaikkien julkisten rakennusten on oltava 31.12.2018 jälkeen lähes nolla-energiarakennuksia” [7]. Vuoden 2020 päättyessä määräys kattaa kaikki uudet rakennukset, ei vain julkisia rakennuksia.” Caverion tarjoaa asiantuntijapalveluita liittyen energiatietoihin, energiakatselmuksiin ja energiamittauksiin. Kohteen energiankulutus voidaan laskea niin tarkasti, että tilaajalle voidaan antaa lupaus energiankulutuksen ylärajasta. Tässä on huomioitu myös lämpötilanvaihtelut, ne korjataan lämmitystarveluvuilla eli astepäiväluvulla. [8]



Kuva 1. Caverion Suomi Oy:n organisaattiorakenne. [3]

3 Sähköinen dokumentointi

Sähköinen dokumentointi on laaja käsite ja sen määrittelemisen yleisesti käytössä olevilla lyhenteillä aiheuttaa sekaannuksia. Lyhenteitä ovat esimerkiksi BIS, ERMS ja EDMS. BIS, Business Information System, tarkoittaa liiketoiminnan tietojärjestelmää, jolla ei ole asiakirjahallinnan toiminnallisuuksia. ERMS, Electronic Records Management Systems, on sähköinen asiakirjahallinnan tietojärjestelmä. EDMS, Electronic Document Management System on sähköinen dokumentinhallintajärjestelmä. Liikearkistoyhdistys ry:n 2009 julkaisemassa kirjassa: ”Vuodesta sataan: sähköisten asiakirjojen hallinta ja säilyttäminen” on kirjoitettu:

Asiakirja-, arkisto- ja it-yhteisöillä on eriäviä käsityksiä tiedonhallinnan alueen tietojärjestelmistä. Sekaannusta aiheuttavat epäselvyydet ja päällekkäisyydet muun muassa dokumentti- ja asiakirjakäsitteissä sekä dokumenttienhallinnan ja asiakirjahallinnan järjestelmissä ja näiden suhteissa organisaation toiminnan operatiivisiin tietojärjestelmiin. [1, s. 27]

3.1 Asiakirjajärjestelmä

Asiakirjajärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jonka avulla tieto otetaan talteen, käsitellään ja mahdollistetaan sen käyttö ja saatavuus, tiedon koko elinkaaren ajan. Yrityksen asiakirjajärjestelmän suunnittelu vaatii monien osatekijöiden ja osapuolien huomiota ottamista. Tärkeimpänä tekijänä järjestelmää suunniteltaessa on järjestelmän integroiminen yrityksen prosesseihin. Asiakirjajärjestelmän tulee vastata yrityksen tarpeita.

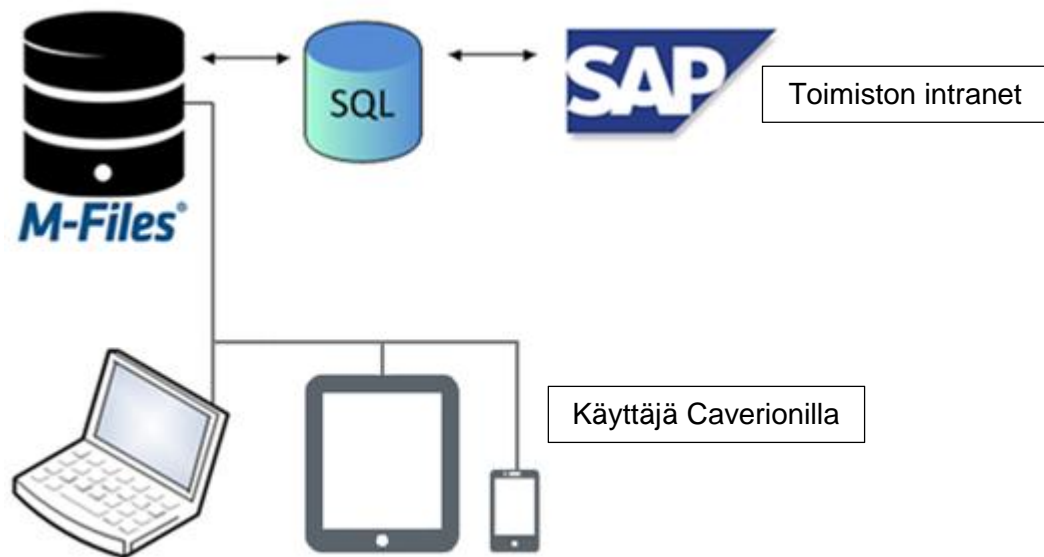
Asiakirjahallintajärjestelmän suunnitteluprosessi voidaan aloittaa tekemällä tarveanalyysi, tässä on selvitettävä työntekijöiden odotukset, tarpeet ja ratkaisuvaihtoehdot. Seuraavaksi tehdään asiakirjatiedon arviointi. Tämä koostuu asiakirjojen määrittelemisestä, käyttötarpeen kartoittamisesta ja asiakirjahallinnan prosessien määrittelystä. Tämän jälkeen tulee selvittää asiakirjojen laatimiseen ja hallintaan liittyvät toiminta- ja valvontakäytännöt sekä tietoturvallisuusasiat. Lopuksi tehdään toimintaperiaatteiden ja toimintatapojen dokumentointi ja koulutusohjelma. Järjestelmän käyttöönoton jälkeen on tehtävä jatkuvaa arviointia ja auditointeja. [1, s. 9–10; 9]

EDMS-järjestelmä

Elektronisella dokumentinhallinnalla tarkoitetaan erilaisten dokumenttien hallintaa, laatimista ja muuttamista tietokoneella tai mobiililaitteella. Ne eivät yleensä sisällä asiakirjahallinnan toimintoja. EDMS-järjestelmällä yritys ja sen työntekijät voivat luoda dokumentteja tai siirtää paperilla olevaa tietoa digitaaliseen muotoon. Dokumentit voivat sisältää valokuvia, videota, ääntä ja tekstiä. EDMS antaa mahdollisuuden käsitellä valtavia tietomääriä. Tiedostonhallinta on esimerkiksi M-Filesin tarjoamassa järjestelmässä toteutettu metatietojärjestelmällä, jolla tarkoitetaan tietoa tiedosta. Metatieto on yksiselitteistä ja määrittävää tietoa dokumentin sisällöstä. Tämän avulla voidaan rakentaa yksityiskohtainen hakujärjestelmä, jonka avulla jokainen käyttäjä voi luoda omanlaisen tiedostorakenteen ja näkymän. [1, s. 28; 10]

M-Files dokumentinhallinta

M-Files Oy:n tarjoama EDMS-järjestelmä on pilvipalvelu, joka käsittää dokumentin- ja asiakirjahallinnan. Järjestelmän tiedot sijaitsevat asiakasyrityksen hallinnoimilla palvelimilla. Projektissa mukana olevat pääsevät tietoihin käsiksi internet-yhteydellä tai tiedostoja voi ladata etukäteen ja tarkastella ilman verkkoyhteyttä. Käyttöliittymä on integroitu Windows-käyttöjärjestelmään ja -sovelluksiin, kuten Microsoft Office. Dokumentteja voidaan hallinnoida myös sovellusten kautta ja tallentaa suoraan EDMS-järjestelmään. EDMS voidaan liittää myös yrityksen muihin sähköisiin järjestelmiin kuten SAP-ohjelmistoon, Systems, Applications, Products in Data Processing eli yrityksen käyttöön tarkoitettuun tietojärjestelmään [11]. Kuvassa 2 on havainnollistettu EDMS-järjestelmäarkkitehtuuria. Dokumentointijärjestelmässä on myös versionhallinta, joten useamman käyttäjän muokkaukset voidaan hallita. Verkkoyhteys järjestelmään on suojattu ja dokumentit voidaan määrittellä käyttäjäryhmittäin, jolloin käyttöoikeudet voidaan määrittellä yksityiskohtaisesti.



Kuva 2. M-Files järjestelmäarkkitehtuuri. [12]

EDMS-järjestelmällä voidaan vähentää sähköpostin tallennustilan kuormitusta. Dokumentteja ei tarvitse liittää sähköpostiviestiin suoraan, vaan linkki M-Files-järjestelmässä sijaitsevaan dokumenttiin riittää. Käyttöoikeudet voidaan määrittellä niin, että ulkopuolinen taho pääsee tarkastelemaan tiettyä dokumenttia. Dokumentteihin voidaan liittää ilmoituskäytäntöjä, jolloin järjestelmä lähettää kohdehenkilön sähköpostiin ilmoituksen hänelle osoitetusta tehtävästä tai dokumentin muutoksesta. [13]

3.2 Mobiiliratkaisut rakennustuotannossa

Ohjelmistokehittäjät ovat huomanneet markkinaraon rakentamiseen liittyvissä mobiili-sovelluksissa ja palveluntarjoajia on jo useita. Yleisesti käytettyjä sovelluksia ovat esimerkiksi MDO, Kotopro ja Congrid. Kaikille sovelluksille on yhteistä se, että käyttäjät voivat yhteisesti ladata, jakaa ja muokata työmaadokumentteja. Käyttöliittymät vaihtelevat, mutta toimintaperiaate on kaikissa järjestelmissä sama.

Tilaaaja voi edellyttää urakoitsijalta tai rakennuttajalta erilaisia vaatimuksia dokumentoinnin suhteen. Kotopron artikkelissa "NCC Viitakruununtie" selostetaan, kuinka NCC:n rakennuttamassa rivitalokohteessa Helsingin Mellunmäessä tilaaja edellytti, että: "kaikki työmaalla tehdyt betonielementit kuvataan ja liitetään projektin dokumenttaatioon". Elementtitehdas oli perehdytetty käyttämään Kotoprota ja elementit kuvattiin jo tehtaalla, josta kuva siirtyi Kotopro-dokumentointijärjestelmään. [14]

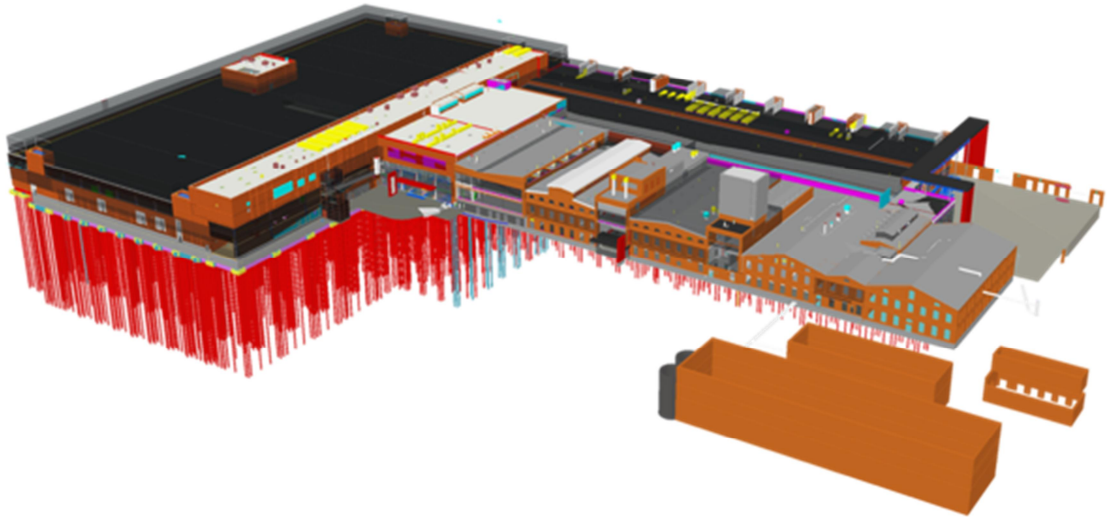
Tunnetut rakennuttajat, kuten YIT, NCC, SRV ja Lemminkäinen, käyttävät muun muassa Congrid-sovellusta. Järjestelmään on integroitu TR-mittaus, virheet ja puutteet -työkalu, laaduntarkastustyökalu ja dokumenttipankki. TR-mittaus tarkoittaa talonrakennusalan lakisääteistä työolosuhdemittausta. Projektin aikana kerätystä tiedosta voidaan luoda diagrammeja ja kaaviokuvia. YIT Rakennus Oy:n työmaalla Dixi vaiheet 2 & 3 työskentelevä työnjohtaja Paula Tuukkanen kertoi, että: ”Congrid -sovellus on käytössä vain TR-mittausten osalta. Virheet ja puutteet -työkalun käyttöönotto on vielä kokeiluvaiheessa, mutta se on tarkoitus ottaa käyttöön tulevaisuudessa” [15; 16].

Valokuvausmahdollisuus älypuhelimilla ja tableteilla on mullistanut rakentamisen arkea. Tarkasteltavasta kohteesta voidaan ottaa valokuva, ja se on heti kaikkien projektissa mukana olevien nähtävissä. Tämän lisäksi valokuvausmahdollisuus on lähes poikkeuksetta integroitu sähköiseen työmaadokumentointijärjestelmään. Valokuvaa ei tarvitse jälkikäteen ladata tietokoneelle ja lähettää sähköpostitse eteenpäin, näin voidaan säästää huomattavasti työaikaa ja vaivaa. [14; 17; 18; 19]

3.3 BIM-mallinnus

BIM-mallinnuksella tarkoitetaan rakennuksen digitaalista mallia. Tietomalli on todellisuutta vastaava, se sisältää rakennuksen geometrian ja tiedot. Mallinnusta käytetään suunnittelun ja toteutuksen tukena. Kaikki rakennuksia esittävät visuaaliset mallit eivät ole tietomalleja. Mallit, jotka sisältävät vain visuaalisen tiedon, ilman tarkkaa korko- ja geometriamäärittelyä, eivät ole tietomalleja.

Tietomallinnus on hyvin työlästä ja aikaa vievää, se vaatii tietokoneelta ja ohjelmistolta paljon. Visuaalisista malleista, joissa ei ole tarkkaa korkotietoa ja geometriaa, ei saada rakentamista ja suunnittelua tukevaa tietoa. Näitä voidaan käyttää vain arkkitehtuuriseen tilojen hahmottamiseen. Rakennuttajien ja urakoitsijoiden tulisi ottaa huomioon tämä, kun BIM-mallinnuksen käyttöönottoa pohditaan. Kuvassa 3 on havainnollistettu tietomallinnusta.



Kuva 3. BIM-malli Porin kauppakeskus Puuvillasta. [20]

Huolellisesti tehdyllä tietomallilla voidaan viedä rakennuksen suunnittelu- ja toteutusprosessi huomattavasti pidemmälle kuin perinteisiä piirustuksia käyttämällä. Suunnitteluvaiheessa voidaan pureutua täsmällisesti rakennesuunnitteluun ja eri järjestelmien yhtymäkohdista aiheutuvat ongelmat voidaan ratkaista suunnittelun alkuvaiheessa. Esimerkiksi Skanskalla on käytössä Solibri Model Checker -sovellus, jonka avulla voidaan varmistaa muun muassa taloteknisten asennusten risteämäkohdat. Toteutusvaiheessa asennukset voidaan tehdä tietomallin pohjalta, kun malli on suunniteltu huolellisesti. Tietomalli ei palvele ainoastaan suunnittelu- ja toteutusvaiheessa, sitä voidaan hyödyntää rakennuksen koko elinkaaren ajan, myös kunnossapidossa. [4; 20; 21; 22]

YIT Rakennus Oy:llä työskentelevä kehitysinsinööri Juha Suominen kertoi tietomallinnuksen hyödyntämisestä työmaalla:

”Tietomallinnus on tarkoitus jalkauttaa työmaakäyttöön lähitulevaisuudessa. Tämän vuoden aikana koulutetaan henkilöstöä niin, että jokaisella työmaalla voidaan jollain tasolla hyödyntää tietomallia, painottuen niihin projekteihin, joissa on laadukkaita malleja käytössä. Käyttölaitte on tietokone; tabletti ja älypuhelin ovat vielä koekäytössä. Käytännössä mallin ja toteutuksen kanssa tulee aina ristiriitoja, mutta huolellisella suunnittelulla ja mallintamisella voidaan huomattavasti parantaa rakentamisen laatua ja nopeuttaa toteutusta.” [23]

Haastattelin myös Skanska Oy:llä työskentelevää kehitysjohtaja Ilkka Romoa, liittyen BIM-mallinnuksen käyttöön työmaalla. Skanskalla tietomallinnus on jo jalkautettu työmaakäyttöön, käyttölaitteena on pääasiassa tabletti. Tabletteja on vaihtelevasti Skanskan omalla ja aliurakoitsijoiden työnjohdolla sekä nokkamiehillä ja asentajilla. Skanskalla on ollut hyvin positiivisia kokemuksia tietomallinnuksen käytöstä työmaalla. [22]

3.4 Tulevaisuuden näkymät

Tarveanalyysin tekeminen muun muassa referenssityömaalla Helsingissä Aleksis Kiven Katu 19B:n, asuntokohde Kissankidassa osoitti, että sähköinen työmaadokumentointi otetaan positiivisesti vastaan ja se mahdollistaa täysin uusia työskentelymenetelmiä. Sähköasentaja, kärkimies Jere Kinanen kertoi toiveistaan: ”Asukasmuutokset ja punakynät sähköisesti tablettiin, valaisinluettelo digitaalisessa muodossa ja positionumeroiden linkittäminen suoraan valaisimen tuotekorttiin”.

Caverion Suomi Oy:llä sähköinen työmaadokumentointi otetaan askel askeleelta käyttöön, eikä kaikkea uutta sysätä kerralla työmaalle. Punakynien eli tarkekuvien, joihin piirretään mahdolliset muutokset, digitalisointi on tulevaisuutta, se vaatii vielä huolellista suunnittelua ja testaamista kenttäolosuhteissa. Ohjelmistokehittäjät tarjoavat tällä hetkellä sovelluksia, joilla tasokuvien tuominen mobiililaitteeseen onnistuu, mutta muutosten tekeminen näihin kuviin mobiilisti on vielä Caverionilla kehitysvaiheessa. Sähköisen työmaadokumentoinnin tuominen perinteisen paperilla tapahtuvan dokumentoinnin rinnalle voi aiheuttaa ongelmatilanteita. Osa merkinnöistä voi olla paperisilla piirustuksilla ja osa digitaalisessa muodossa tabletilla. Mielestäni kaikkien punakynien tulisi olla samassa järjestelmässä, oli se sitten M-Filesin tarjoama EDMS-järjestelmä tai perinteinen paperikansio, jossa piirustuksia säilytetään. [17; 24]

BIM-mallinnuksen hyödyntäminen tulee todennäköisesti yleistymään talotekniikkalalla, nyt se on toiminut lähinnä suunnittelijoiden, arkkitehtien ja rakennuttajien apuvälineenä. YIT Rakennus Oy:llä työskentelevä kehitysinsinööri Juha Suominen kertoi tietomallinnuksen tulevaisuuden näkymistä: ”Suunnittelu tulee jatkossa tapahtumaan yhä enemmän tietomallipohjaisesti, käytännöt kehittyvät ja mallinnustarkkuus ja -laatu paranevat.” Tietomallin täydellinen käyttöönotto talotekniikka-asennuksissa vaatisi useammalle asentajalle henkilökohtaisen mobiililaitteen. Mallinnuksen toteutuskustannukset ovat olleet myös esteenä sen laajemmalle käytölle. Ohjelmisto-osaajia on rajallinen määrä ja tietotekniikan resurssivaatimukset ovat suuret verrattuna perinteisen tasokuvan tarkasteluun. [23]

4 Työmaadokumentointi

4.1 Tarveanalysointi

Tarveanalysointi eli kärkimiesten työmaadokumentointiin liittyvien tarpeiden määrittely, aloitettiin työmaadokumentointikokouksessa Caverion Suomi Oy:n sähköasentajien Antti Heikkisen ja Petri Rosenbergin sekä kehitysyksikön johtaja Juha Peltosen kanssa. Kartoitimme EDMS-järjestelmän yleisiä odotuksia, tarpeita ja dokumentointiin liittyviä ratkaisuvaihtoehtoja. Antti Heikkinen esitteli hänellä käytössään työmaalla olleita sähköisiä työmaadokumentteja:

- Tarviketilauslista
- Tulevat työt
- Työmääräin / tunti-ilmoitus -lomake
- Lisätyölomake
- Tuntiseuranta
- Työmaapäiväkirja
- Työvaiheseuranta

Yhteenvedona dokumenteista päädyttiin siihen, että kärkimies tarvitsee tablettiin työmaapäiväkirjan, lisätyölomakkeen sekä projektinjohdon ja kärkimiehen välisen työnvalmiuslomakkeen. Työmaapäiväkirjaan sisällytetään laaja dokumenttikokoelma referenssityömaiden haastattelujen tarveanalyysin perusteella. Dokumenttien lisäksi Caverionilla perustettiin työryhmä, joka määritteli tarpeelliset ST-kortiston eli sähkötietokortiston lomakkeet, minkä jälkeen ne vietiin Caverionin lomakepohjalle. Sähkötietokortisto on eräänlainen ammattitietolähde. Kortistossa on lomakkeita ja pöytäkirjamalleja, jotka helpottavat sähköasennuksiin liittyvää dokumentointia ja tarkastuksia. Lomakkeiden lisäksi kortistossa on ohjeita, jotka opastavat standardien ja määräysten mukaisiin ratkaisuihin ja toimintatapoihin. Kärkimiehellä on oltava pääsy myös tarvittaviin palaverimuistioihin ja työturvallisuusmateriaaleihin.

Työmaadokumentointikokouksen alkutietojen pohjalta otin yhteyttä kahteen sähköpuolen asunnot -yksikön kärkimieheen ja kolmeen liike- ja toimitilat -yksikön kärkimieheen ja tiedustelin kiinnostusta haastatteluun. Haastateltavat olivat pääosin hyvin kiinnostuneita mahdollisuudesta vaikuttaa sähköiseen työmaadokumentointiin. Kahden kärkimiehen kanssa sovimme, että en tule haastattelemaan heitä. Toisella oli kova kiire, koska urakka oli loppuvaiheessa ja toinen ei ollut kiinnostunut ottamaan kantaa asiaan.

Haastattelin Helsingissä sijaitsevilla asuntorakennustyömailla Kissankidassa ja Jakomäentie 6:ssa, Caverion Suomi Oy:n kahta sähköasentajien kärkimiestä. He kertoivat työmaadokumentoinnin tämänhetkisestä tilanteesta ja toiveistaan tulevaisuuden kannalta. Kissankidassa, kärkimies Jere Kinasella oli käytössään kannettava tietokone. Kinanen oli saanut positiivista palautetta erityisesti itse tekemästään oman työn tarkastusdokumentista, jota hän on täyttänyt säännöllisesti ja lähettänyt työviikon päätteeksi perjantaisin projektinjohdolle ja rakennuttajalle. Hänellä oli käytössään myös lisätyödokumentti, joka koostui kolmesta Excel-tiedostosta: rakennuttajalta laskutettavat lisätyöt, asukasmuutokset ja Caverionin urakkaan kuulumattomat lisätyöt. Jakomäentie 6:ssa kärkimiehellä Ari Sakolla ei ole ollut käytössään kannettavaa tietokonetta, hän tekee kaikki merkinnät paperille ja tarvittaessa skannaa ne ja lähettää projektinjohdolle. Molemmat kärkimiehet olivat tyytyväisiä tämänhetkiseen tilanteeseen, mutta toivoivat tabletin helpottavan työmaa-arkea.

Liike- ja toimitilapuolen referenssityömaana oli Dixi vaiheet 2 & 3. Se on hanke, jossa laajennetaan kauppakeskusta Vantaan Tikkurilan asemalla. Haastattelin sähköasentajien kärkimiestä Mika Perttula ja sähköasentaja Jukka Moilasta, joka on myös toiminut kärkimiehenä aikaisemmillä työmailla. Perttulalla on ollut käytössään kannettava tietokone, jossa hänellä on ollut urakkalaskentaohjelma asentajien työtuntien ja urakan seuranta varten, muut muistiinpanot hän on tehnyt muistivihkoon tai paperille.

Referenssityömaiden haastattelujen perusteella tabletissa tulisi olla työmaapäiväkirja ja lisätyölomake -sovellus. Projektinjohdon ja kärkimiehen välinen työnvalmiuslomake ei herättänyt positiivisia ajatuksia, se koettiin projektinjohdon tehtäväksi. Kärkimiehet toivoivat enemmän sosiaalista kanssakäymistä projektinjohdon kanssa. Asuntopuolella toivottiin myös asukasmuutosten tuomista tablettiin. Lomakkeiden lisäksi tarpeelliseksi koettiin pääsy projektipankkiin, sisäisen verkon Compass-verkkosivustolle, pikaviestintämahdollisuus, turvallisuushavaintosovellus ja työturvallisuuskirjasto.

Caverion Suomi Oy:n Helsingin kehitysryhmän kehityspäällikkö Juha Peltonen kertoi, että hänellä on ollut pidemmän aikaa ajatuksena, että kaikki asennusohjeet tulisi olla koottuna yhteen paikkaan ja ne tulisi arkistoida. Peltonen piti tärkeänä myös materiaalihankintojen ohjeistusdokumenttia, koska työmaasta riippuen kärkimiehet tilaavat itse tarvikkeet ja laitteet työmaalle. [24; 25; 27; 28; 29]

4.2 Dokumenttien kartoittaminen

Sähköasentajien työmaadokumenttien sisällön kartoittaminen tehtiin kärkimiesten haastattelujen ja kehitysyksikön päällikön, Juha Peltosen kokemuksen perusteella. Dokumenttien tarkoituksena on helpottaa kärkimiehen arkea työmaalla, eikä tuoda lisää töitä. Caverionilla tablettien työmaakäyttö on rajoittunut ainoastaan BIM-mallinnuksen testaamiseen, joten tarveanalysoinnille ei ole ollut muuta pohjaa kuin referenssityömaiden haastattelut ja työmaadokumentointipalaveri.

Työmaapäiväkirja

Työmaapäiväkirjan tulee sisältää kalenteri kuukausi- tai viikkonäkymällä, jossa on vähintään kahden viikon näkymä eteenpäin. Kalenterin ulkoasuksi toivottiin seinäkalenteri-tyyppistä näkymää. Kalenterissa tulee olla muistutustoiminto, jolloin kyseisen päivän tehtävät näkyvät tabletin lukitusnäytöllä ja ne voi tarkastaa aamulla vaivattomasti. Kalenteriin tulee kirjata tärkeät päivät rakennuksen kannalta sekä merkittävät tavarantoimitukset. Kalenterin lisäksi työmaapäiväkirjaan tulisi sisällyttää seuraavat dokumentit:

- Lomakalenteri
- Työmaa-aikataulu
- Tuntiseuranta
- Ongelmat ja selvitettävät asiat
- Työmaamuistio ja UKL-tunnit eli urakkaan kuulumattomat lisätyötunnit
- Tehtävälista
- Alakattojen reiät eli muistio alakattoon kiinnitettävien taloteknisten järjestelmien rei'istä
- Valaisimien tuotekortit
- Tarviketilauslista
- Tavarantoimitusmuistio
- Työmaan henkilökohtainen perehdytys
- Turvavarttimateriaali
- Viime hetken riskienarviointi
- Työmaan turvallisuus- sekä työmaahan tutustuttamismateriaali
- Aloituspäivämuistio ja viikkopalaveri kärkimiehen kanssa

Lisätyölomake

Lisätyölomakeeseen sijaan tulee luoda lisätyö-sovellus, joka listaa automaattisesti tilatut lisätyöt ja lisätyön valitsemalla avautuu ikkuna, jossa on mahdollista liittää kuva sekä kirjoittaa työseloste, käytetyt työtunnit ja tarvikkeet. Tämän jälkeen lisätyö menee automaattisesti hyväksyttäväksi ja hinnoiteltavaksi projektinjohdolle ja sieltä eteenpäin laskutettavalle taholle.

Työn valmius- ja oman työn tarkastuslomake

Projektinjohdon ja kärkimiehen välistä työnvalmiuslomaketta pidettiin hyvin työläänä. Järjestelmässä tulisi olla kuitenkin valmius tällaisen lomakkeen täyttämistä varten, mikäli kärkimies ja projektinjohto sopivat, että käyttävät työmaalla kyseistä lomaketta valmiusasteen seurantaan.

Työn valmiuslomakkeen lisäksi järjestelmässä tulee olla oman työn tarkastus - tyyppinen lomake, johon kärkimies voi omin sanoin kirjoittaa tiivistetysti sen hetkisen työnvalmiuden ja mahdollisten ongelmakohtien työtilanteen. Tässä pitää olla mahdollisuus esittää lomake myös muille osapuolille, kuten rakennuttajalle tai muille urakoitsijoille.

Asennusohjeet ja niiden arkistointi sekä materiaalihankintojen ohjeistus

Asennusohjedokumenttiin tulee listata sähköjärjestelmät pääkohdittain ja jokaiseen niistä kyseiseen järjestelmään liittyvät asennusohjeet. Asennusohjeissa tulee olla myös määrittely, milloin ohje on päivitetty ja onko se ajan tasalla. Ohjeet tulee myös arkistoida niin, että ne löytyvät vuosittain eriteltyinä.

Materiaalihankintojen ohjeistuksessa tulee myös listata sähköjärjestelmät pääkohdittain, mutta vain ne, joihin liittyviä hankintoja kärkimies mahdollisesti tekee. Ohjeistukseen tulee sisällyttää myös Caverion Suomi Oy:n yleisen hankintapolitiikan ohjeistus hankinnoista sekä Caverionin sisäisestä kuukausittain julkaistavasta hankintainfosta tulee kerätä asentajille oleellinen tieto ja päivittää dokumenttiin. [29]

4.3 Dokumentinhallinta EDMS-järjestelmässä

EDMS-järjestelmään uutta dokumenttia vietäessä on aina määriteltävä metatiedot, koska järjestelmässä ei ole perinteistä kansiorakennetta. Metatieto määrittelee, minkälaisessa näkymässä kyseinen dokumentti näkyy. Järjestelmään on luotava käyttäjänäkymät, joiden mukaan M-Files näyttää dokumentit, joiden metatiedot vastaavat näkymän määrittelyä. Metatietojen määrittelemisen aloitetaan valitsemalla dokumentin luokka, esimerkiksi ”asentaja työmaadokumentit”. Tämän jälkeen avautuu valikko, jossa määritellään tarkemmin, mikä dokumentti on kyseessä. Esimerkiksi ”kohde dokumentti”. Seuraavaksi avautuu näkymä, josta käyttäjä voi valita valmiin pohjan tai tyhjän pohjan, jossa määritellään dokumentin tiedostomuoto. Lopuksi käyttäjä valitsee esimerkiksi Microsoft Word Document (.docx) -tiedostomuodon, jolloin avautuu varsinainen metatietonäkymä, jossa määritellään tarkemmat tiedot, kuten otsikko, projekti ja yhteistyömuoto. Tämän jälkeen dokumentin voi tallentaa järjestelmään. On hyvin tärkeää, että jokainen käyttäjä täyttää metatiedot huolellisesti, koska muuten dokumenttia ei löydy kaikista halutuista näkymistä.

M-Filesissä tulee ottaa huomioon erilaisten käyttäjien, kuten työnjohdon, kehityksen, suunnittelun ja asentajien tarpeet. Jokaiselle käyttäjäryhmälle tulee luoda tiedostonäkymä, joka vastaa käyttäjän perustarpeita. Näkymät tulee toteuttaa niin, että vain käyttäjälle hyödylliset ja tärkeät dokumentit näkyvät.

Dokumenttien reaaliaikainen yhteiskäyttö edellyttää, että dokumentit on varattava muokkaukseen ja palautettava muokkauksesta, jotta useamman käyttäjän samanaikaisista muutoksista ei synny ongelmia. Useampi käyttäjä voi tarkastella dokumenttia samanaikaisesti, mutta ei muokata. Järjestelmässä on myös revisiotoiminto, jonka avulla käyttäjä voi katsoa lomakkeiden viimeisimmän muokkauspäivämäärän ja sen tekijän. Tiedostoja voidaan myös palauttaa aikaisempaan revisioon.

4.4 Ohjeistuksen suunnitteleminen

Tabletit työmaille

Ohjeistusta suunniteltaessa on otettava huomioon, että henkilöstön atk-osaaminen on hyvin vaihtelevalla tasolla. Työmaille ei ole aikaisemmin edellytetty sähköistä dokumentointia ja osa kärkimiehistä on tehnyt muistiinpanot koko työuransa ajan paperille. Ohjeistuksen tulisikin lähteä liikkeelle tabletin käyttöohjeesta, sillä ei voida olettaa, että jokainen osaa käyttää tablettia, vaikka se voi olla monelle itsestäänselvyys. M-Filesin sovelluskehittäjät ovat panostaneet järjestelmän käyttäjäystävälliseen käyttöliittymään ja se on optimoitu mobiililaitteille ja tietokoneille erikseen.

Caverionin kehityshankkeeseen on kuulunut tabletin ominaisuuksien määrittelemineen, ohjeistus tulisi rakentaa näiden ominaisuuksien mukaan. Tabletissa on paljon ominaisuuksia, joita moni loppukäyttäjä ei tarvitse.

Dokumentinhallintajärjestelmä

Dokumentinhallintajärjestelmän ohjeistuksen on oltava selkeä ja yksiselitteinen. Mikäli ohjeistus on puutteellista tai sitä ei ole ollenkaan, henkilöstön suhtautuminen uuteen järjestelmään saattaa olla hyvin negatiivinen, eikä siitä saada haluttua hyötyä. Ohjeistuksella on tarkoitus luoda ohjenuora uudelle toimintatavalle sekä välttää dokumenttien päällekkäisyyksiä ja epäselvyyksiä tietojen olemassaolosta. [1, s. 25]

5 Työmaadokumenttien määrittelemineen

Sähköasentajien työmaadokumenttien tarveanalyysin ja kartoittamisen jälkeen aloitettiin lomakkeiden suunnitteleminen. Lomakkeiden tulee olla helposti täytettäviä ja selkeitä, ne eivät saa sisältää monimutkaisia makro-toimintoja eli automatisoituja käyttäjän suorittamia rutiinitoimenpiteitä, jotka voivat aiheuttaa toiminnallisia ongelmia. Lomakkeiden tulee muodostaa yhtenäinen kokonaisuus, ja ulkoasun suunnittelussa tulee ottaa huomioon Caverion Suomi Oy:n yleisesti käytössä olevat Office-ohjelmiston asiakirjamallit ja niiden grafiikka ja asettelu.

Työmaapäiväkirjan dokumenttikokoelmasta tuli niin laaja, että päiväkirjan dokumenttikokoelmaa karsittiin ja työmaadokumentit jaoteltiin päälajeittain. Liitteessä 1 on havainnollistettu lopullista dokumenttikokoelmaa:

- Työmaapäiväkirja ja –aikataulu
- Asennustyö, lisätyö ja tarkastukset
- Hankinnat
- Työturvallisuus
- Palaverimuistiot

5.1 Työmaapäiväkirja ja -aikataulu

Työmaan tiedonkulku on varmistettava pitämällä työmaapäiväkirjaa. Päiväkirja on hyvin laaja käsite, se kootaan urakkasopimuksen ehtojen mukaan ja räätälöidään työmaa-kohtaisesti. [31] Työmailla ei ole aikaisemmin ollut yhtenäistä ohjeistusta tai mallipohjaa kärkimiehen ylläpitämälle työmaapäiväkirjalle. He ovat parhaaksi näkemällään tavalla tehneet muistiinpanoja vihkoon, kalenteriin tai tietokoneella.

Kalenteri toteutetaan kuukausinäkyksellä. Tavarantoimitusaikataulun ja talotekniikan kannalta tärkeiden rakennusvaiheiden päivämäärien kirjaamista varten on luotava erillinen ohjeistus. Kalenterin tueksi luodaan dokumenttikokoelma: lomakalenteri, työmaa-aikataulu, tuntiseuranta, ongelmat ja selvitettävät asiat sekä työmaamuistio ja UKL-tunnit.

Lomakalenterin kriteereinä ovat selkeä käytettävyys ja havainnollistava graafinen esitys lomapäivistä. Lomakalenterin tarkoituksena on helpottaa kärkimiehen ja projektinjohdon resurssienhallintaa. Työmaa-aikataulu sisältää kohteen yleisaikataulun ja työvaiheikataulun, sen tarkoituksena on varmistaa projektin toteutus tehtyjen suunnitelmien mukaisesti ja määritellyn ajan puitteissa. Tuntiseurantalomakkeen avulla kärkimies ja projektinjohto voivat seurata asentajien tuntimääriä ja sitä kautta urakan etenemistä ja resursseja. Ongelmat ja selvitettävät asiat -lomakkeessa tulee olla yksinkertaisesti päivämäärä, selvitettävä asia ja kuittaus sekä selvitys, kun epäselvyys on ratkaistu. Työmaamuistio ja UKL-tunnit -dokumenttiin kirjataan työmaalla sovittuja asioita sekä asentajien urakkaan kuulumattomat lisätyötunnit, ja ne tulee voida myös kuitata dokumentissa. [32]

5.2 Asennustyö, lisätyö ja tarkastukset

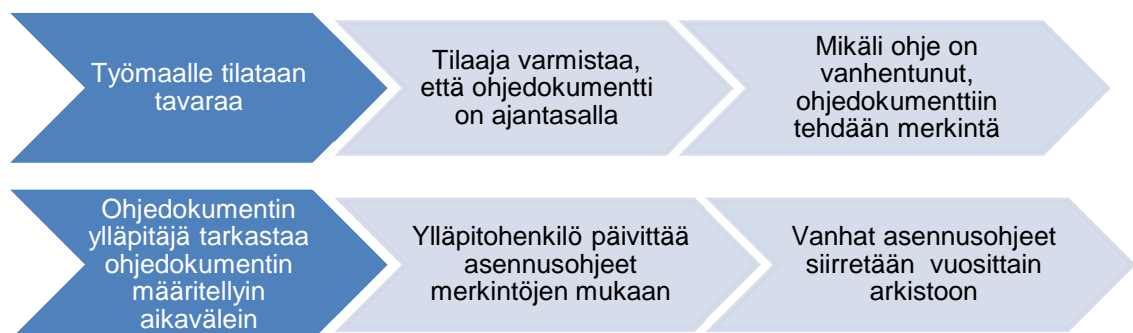
Asennustyö, lisätyö ja tarkastukset -dokumenttikokoelmaan sisällytettiin asennusohjeet, tehtävälista, työnvalmius, lisätyö, oman työn tarkastus, alakattojen reiät, st-kortiston lomakkeet ja valaisimien tuotekortit dokumentit.

Asennusohjeet

Asennusohjedokumentin ensisijaisena tarkoituksena on ylläpitää asennuslaatua sekä lisätä asentajien turvallisuutta asennustöissä. Ohjeiden arkistointi palvelee koko projektin elinkaaren ajan. Takuuajana havaittujen ongelmatilanteiden ratkaiseminen on huomattavasti helpompaa, mikäli asennusohjeet löytyvät Caverionin omasta elektronisesta arkistosta.

Ohjedokumentissa tulee olla jaoteltuna asennuskohteet ja järjestelmät, jokaiseen näistä listataan kyseiseen kohteeseen tai järjestelmään liittyvät ohjeet. Ohjeiden tulee olla erillisinä dokumentteina. Ohjeistusdokumenttiin listataan vain ohjeiden linkit ja näiden vieressä tulee olla päivämäärä, koska kyseinen ohje on päivitetty. Tämän lisäksi on oltava yhteisesti käytössä oleva merkintätapa, jolla asennusohje merkitään, kun havaitaan, että se ei ole enää ajan tasalla. Asentajien käytössä olleet asennusohjeet ovat aikaisemmin olleet tuotteiden mukana toimitetut ohjeet.

Ohjedokumentin lisäksi tulee luoda arkistointidokumentti, johon on kerätty kaikki käytössä olleet ohjedokumentit. Ohje- ja arkistointidokumenttien ylläpidon tulisi tapahtua prosessikaavion 1 mukaan. Dokumenttien tulee olla yhteisesti käytössä kaikilla työmaille, jotta kaikilla on käytössä samat asennusohjeet ja ylläpidolliset resurssit kevenevät.



Prosessikaavio 1. Asennusohjeiden ja -arkiston ylläpitoprosessi.

Tehtävälista

Kärkimiehen on jaettava asentajille työtehtävät työmaalla ja pohdittava, miten resursseja käytetään. Tehtävälistan on tarkoitus toimia kärkimiehen muistiona, kun hän jakaa tulevia töitä. Kärkimies kirjaa tehtävälistaan tulevat työtehtävät ja määrittelee, kuka tekee ja mitä. Dokumenttiin tulee voida kirjata myös työn aloitus- ja lopetuspäivä, jotta dokumenttia voidaan käyttää myös päiväkirjana.

Työn valmiusaste

Projektin aikainen jatkuva työn valmiuden seuraaminen on välttämätöntä projektin aikataulun ja talotekniikan eri osa-alueiden, kuten sähkön työvaiheiden yhteen sovittamisen kannalta. Kärkimieheltä ei vaadita kirjallista selvitystä työn valmiusasteesta, mutta projektinjohdon tulee esittää urakoitsijakokouksessa työvaiheilmoitus viikoittain. Työnvalmiuslomakkeella voidaan myös helpottaa urakkalaskuttamista, joka on lähes poikkeuksetta jaettu maksueriin. Maksuerien laskuttaminen perustuu urakoitsijasopimuksessa määriteltyyn työn valmiusasteeseen työvaiheittain ja talotekniikan osa-alueittain.

Työmaakäytäntö on ollut vaihteleva, esimerkiksi Caverion Suomi Oy:n sähköpuolen kärkimies Antti Heikkinen on tehnyt Excel-taulukkolaskentaohjelmalla hyvin yksinkertaisen työnvalmiuspohjan, johon hän on merkannut itselleen muistiin työnvalmiusasteen prosenttiyksikköinä. Yleisimmin käytössä ollut toimintatapa on ollut niin, että projektinjohto selvittää työnvalmiuden soittamalla tai käymällä itse työmaalla paikan päällä tarkastamassa tilanteen ja keskustelemassa siitä kärkimiehen kanssa. Referenssityömaiden haastattelujen perusteella kärkimiehet pitivät työnvalmiuslomaketta työllistävänä ja he kokivat, että siitä aiheutuu enemmän työtä kuin varsinaista hyötyä. Keskusteltuani työmaadokumentointiprojektista vastaavan Caverionin Suomi Oy:n Helsingin kehityspäällikkö Juha Peltosen kanssa päätimme, että työnvalmiuslomake on tarpeellinen ja sen käyttämisestä sovitaan työmaakohtaisesti.

Työnvalmiuslomakkeen tulisi olla sovellettavissa usean erityyppisen työmaan tarpeisiin, lomakkeen rungon tulisi perustua liitteen 2 mallipohjaan. Microsoft Project -mallipohjaan on koottu pääpiirteittäin toimistorakennuksen työvaiheet, kerrokset ja lohkot. Lomake viedään Excel-muotoon ja sitä muokataan niin, että se soveltuu käyttötarkoitukseen. [24; 25; 27; 28; 29]

Lisätyö

Projektissa tehdään usein suunnitelmista poikkeavia töitä, joita kutsutaan lisä- tai muutostöiksi. Lisätyö on urakoitsijan työsuoritus, joka ei kuulu urakoitsijasopimuksen mukaisiin töihin. Lisätyöstä tehdään aina kirjallinen tilaus, jossa määritellään hinta, suoritus-aika ja vaikutus urakka-aikaan. Lisätyö hyväksytetään kirjallisesti ja laskutetaan. Muutostyövelvollisuuksista on säädetty poikkeus rakennusurakan yleisissä sopimusehdoissa YSE 1998 43 §:n 3. momenttiin viitaten: ”pienistä ja kiireellisistä muutoksista voi ilman kirjallista sopimusta antaa määräyksen tilaajan 59 §:n 4. momentissa mainitulla tavalla asianmukaisesti valtuuttama henkilö” [33]. Muutostyöllä tarkoitetaan sopimuksen mukaisten suunnitelmien muutosta ja siitä aiheutuvaa urakoitsijan työsuorituksen muutosta.

Työmaakäytäntö vaihtelee työmaakohtaisesti, esimerkiksi Vantaa kauppakeskus Dixin 2 & 3 -vaiheen sähköurakan aikana on toimittu niin, että kärkimies saa lisätyötilauksen, hän suorittaa työn itse tai antaa sen toiselle asentajalle tehtäväksi ja täyttää liitteen 3 työmääräimen. Kyseinen lomake ei sovellu lisätyön työsuorituksen kuittaamiseen, koska lomakkeessa on paljon ylimääräisiä sarakkeita tähän käyttötarkoitukseen. [34; 35]

M-Files-järjestelmään tulee luoda lisätyösovellus tai lomake, joka on tarkoitettu vain lisätyösuorituksen kuittaamiseen. Lisätyölomaketta on tarkoitus täyttää tulevaisuudessa tabletilla ja lomake tulee optimoida mobiilikäyttöliittymän mukaan. Esitiedoissa tulee olla työ-/tilausnumero, kohde ja työn tilaaja. Lomakkeessa tulee olla myös ennalta määritelty paikka mahdolliselle valokuvalle, suoritettujen työselite, käytetyt työtunnit asentajakohtaisesti ja listaus käytetyistä tarvikkeista. Lomakkeessa tulee olla myös automaattinen yksilöintinumero sekä lisätöiden yhteenvetojärjestelmä.

Oman työn tarkastus

Oman työn tarkastuslomakkeen tarkoituksena on helpottaa työmaan asennuspuutteiden seuranta ja sitä kautta parantaa työn laatua. Yhtenäisellä lomakkeella puutteiden seuranta voidaan toteuttaa järjestelmällisesti, eikä epäselvyyksiä pääse syntymään, kun kärkimies kuittaa suoritettujen puutteiden tehdyksi: esimerkiksi omilla nimikirjaimillaan ja päivämäärämerkinnällä. Oman työn tarkastuslomakkeen tulee olla helposti täytettävissä tabletilla, samalla kun asentaja kiertää tarkastuskohdetta. Tarkastuskohteen kuit-

taus ja mahdollisten puutteiden havainnointi tulisi tapahtua rastittamalla ruutu. Mahdollisille havainnoille ja lisätiedoille on oltava myös oma kenttä.

Alakattojen reiät

Dokumentin tarkoituksena on toimia alakattojen reikämuistiona: minkäkokoisia reikiä alakattoon tuleviin järjestelmiin ja laitteisiin on tehtävä. Kärkimies kirjaa dokumenttiin järjestelmän, laitteen, position ja reiän koon. Jos järjestelmiin tulee laitelisäyksiä, dokumentista voidaan tarkastaa, minkä kokoinen reikä kyseiselle laitteelle on tehtävä.

ST-kortiston lomakkeet

Sähkökortiston lomakepohjissa on usein liitteenä lomakkeen täyttämisohje ja yleistä tietoa aiheeseen liittyvistä määräyksistä ja standardeista. Ohjeistukset ovat muutamia sivuja pitkiä ja lomaketta koskevaa aihealuetta on käsitelty yleisesti. Caverionin mallipohjan mukaiseksi vietyjen lomakkeiden liitteeksi ei lisätty kortiston valmista ohjetta. Lomakepohjiin tulee tehdä selkeä, enintään yhden sivun mittainen ohje, joka on projektihenkilön tai asentajan tukena, kun lomaketta täytetään.

Haastattelin Caverion Suomi Oy:n liike- ja toimitilat -yksikössä työskentelevää projektipäällikkö Samuli Ojalaa. Kysyin, minkälaista ohjeistusta hän toivoo lomakkeisiin. Samuli Ojala vastasi, että ”lomakkeisiin liittyvät ST-kortiston ohjeistuskortit voisivat olla linkitettyinä lomakkeeseen” [34]. ST-kortiston lomakkeiden täyttämisohjeistuksen tulee olla niin perusteellinen, että tulevaisuudessa myös asentajat voivat täyttää lomakkeen tarvittaessa.

Valaisimien tuotekortit

Valaisimien tuotekorttien on tarkoitus toimia asentajien tukena, kun valaisimia asennetaan. Tuotekortista voidaan tarkastaa esimerkiksi asennustapa ja tarvittavien reikien koot. Valaisimien tuotekortit toteutetaan ohjeistuksella, josta selviää, mistä kyseiset tuotekortit löytyvät, tähän ei tehdä erillistä lomaketta. [29]

5.3 Hankinnat

Hankinnat-dokumenttikokoelmaan sisällytettiin materiaalin hankintaohjeet, tarviketilauslista ja tavarantoimitusmuistio. Työmaan aloituspalaverissa määriteltyjen vastuurajojen mukaan, kärkimies saattaa tehdä suurimman osan tai kaikki tavarantilaukset. Työnjohdotekee lähes poikkeuksetta valaisimiin, keskuksiin ja suurempiin hankintoihin liittyvät tilaukset.

Materiaalin hankintaohjeet

Hankintaohjeiden tavoitteena on helpottaa kärkimiesten hankintoja ja vähentää yleisesti tunnettuja hankinnoissa tapahtuvia virheitä ja riskejä. Virheellisistä materiaalihankinnoista voi syntyä tapauksesta riippuen suuriakin kuluja. Caverionin projektikeskuksen projektipäällikkö Jaakko Kaunisto mainitsi haastattelussa tärkeänä huomiona, että ”turvajärjestelmien kaapeleita tilatessa on varmistettava turvajärjestelmän toimittajalta vaatimuksenmukainen kaapeli” [31]. Mikäli väärentyyppinen kaapeli tilataan, asennetaan ja mahdollisesti kytketään, syntyy kuluja, kun kaapelin pätkät menevät hävikkiin ja kaapelointi on tehtävä uudestaan. Asennuskustannukset joudutaan maksamaan kahteen kertaan, ja kaapelin purku aiheuttaa myös lisäkustannuksia. Pahimmassa tapauksessa aikataulu viivästyy huomattavasti ja rakennuttajan asettamat sakkokriteerit täyttyvät, jolloin urakoitsija joutuu maksamaan sopimusehdoissa määritellyn rahallisen korvauksen.

Caverion konsernissa on käytössä kaikille liiketoiminnoille yhteinen HANKA-kanta eli hankintakanta. Kannassa on muun muassa tuoteryhmäkohtaiset osto-ohjeet. Kaikilla toimihenkilöillä on oletusarvoisesti oikeudet kyseiseen kantaan, mutta kärkimiehillä ei ole pääsyä sinne. Suuret hankinnat tehdään hankintatoimen ohjeistuksen mukaan ja hankintarajan ylittyessä, erikseen määritelty ostaja tekee hankinnan. Työmaan suunnitelma-asiakirjoissa on myös usein esitetty vaatimuksia hankintojen suhteen, mutta määritykset voivat olla hyvin karkeita, jolloin on varmistettava, että kyseinen laite, järjestelmä tai materiaali täyttää vaaditut kriteerit. Työmaasopimukseen kuuluu myös laitehyväksyntä-osio, sen tarkoituksena on varmistaa, että urakoitsijan valitsemat järjestelmät ja laitteet täyttävät suunnitelma-asiakirjojen mukaiset vaatimukset.

Hankintaohjeiden tulee olla tavararyhmittäin jaoteltuna ja hankintoja, joissa on erityisen suuri riski, on korostettava. Ohjeistuksen tulee olla lyhyt ja ytimekäs. Sähkötietokortiston ohjekortteja tulee myös hyödyntää ohjeistusta tehdessä. Caverionin projektikeskuksen projektipäällikkö Jussi Kitusuo painotti haastattelussa, että palonkestävistä asennuksista olisi hyvä olla kattava ohjeistus, ohjeistuksen tulee perustua ST-kortiston ohjekortteihin. Jaakko Kaunisto oli Kitusuo kanssa samaa mieltä: ”palonkestävissä asennuksissa on paljon riskitekijöitä ja hankinnoissa on oltava erityisen tarkka”. [36; 37]

Sähkötieto ry:n julkaisemassa ohjekortissa ST 51.06 ”Palonkestävä johtojärjestelmä palon aikana toimiviksi tarkoitetuille järjestelmille”, kohdassa 3.1.4 ”Palonkestävät kaapelit”, on kirjoitettu: ”Esimerkiksi n. 900 celsiusasteen palolämpötilassa kuparijohtimisen kaapelin johdinresistanssi kasvaa noin viisinkertaiseksi normaaliin käyttölämpötilaan nähden.” Palon aikana toimivan järjestelmän kaapeleita tilatessa on varmistettava, että ne ovat riittävän paksuja toimimaan myös palon aikana, mikäli näin on määritelty. Resistanssin kasvu viisinkertaiseksi vaikuttaa hyvin oleellisesti johtimien vaadittavaan paksuuteen. [38]

Esimerkiksi 4 kW:n tehoinen oikosulkumoottori kytketään 230/400 V:n jännitteiseen verkkoon 3 x 2,5 mm² ja 20 metriä pitkällä kuparijohtimella, oletetaan tehokertoimeksi $\cos \varphi = 0,80$.

Kaapelin jännitehäviö saadaan laskemalla moottorin kuormitusvirta kaavalla

$$I = \frac{P}{(\sqrt{3} * U * \cos \varphi)} = \frac{4000 \text{ W}}{(\sqrt{3} * 400 \text{ V} * 0,80)} = 7,22 \text{ A}$$

jossa I on kuormitusvirta
P on nimellisteho
U on nimellisjännite
 $\cos \varphi$ on tehokerroin.

Sijoitetaan kuormitusvirta kaavaan, niin saadaan jännitehäviöksi

$$\Delta U = I * s * \sqrt{3} * (r * \cos \varphi \pm z * \sin \varphi)$$

$$\begin{aligned} \Delta U &= 7,22 \text{ A} * 0,020 \text{ km} * \sqrt{3} * \left(\frac{7,1 \text{ } \Omega \text{ km}}{\text{km}} * 0,8 + 0,1 \frac{0,8 \text{ } \Omega \text{ km}}{\text{km}} * 0,6 \right) \\ &= 1,54 \text{ V} \end{aligned}$$

jossa ΔU on jännitehäviö
 I on kuormitusvirta
 s on johtimen pituus
 r on resistanssi
 z on impedanssi
 φ on jännitteen ja virran välinen vaihekulma.

Kaapelin jännitteenalenemaa voidaan havainnollistaa laskemalla suhteellinen jännitteenalenema kaavalla

$$\Delta u = \frac{U_1}{U_2} \left(\frac{1,54 \text{ V}}{400 \text{ V}} \right) * 100 \% = 0,4 \%$$

jossa Δu on suhteellinen jännitteenalenema
 U_1 on jännitteenalenema
 U_2 on pääjännite.

Palotilanteessa resistanssi kasvaa viisinkertaiseksi, jolloin jännitteenalenema on

$$\Delta U(\text{palotilanne}) = I * s * \sqrt{3} * (5r * \cos \varphi \pm z * \sin \varphi)$$

$$\begin{aligned} \Delta U(\text{palotilanne}) &= 7,22 \text{ A} * 0,020 \text{ km} * \sqrt{3} \\ &* \left(\frac{5 * 7,1 \text{ } \Omega \text{ km}}{\text{km}} * 0,8 + 0,1 \frac{0,8 \text{ } \Omega \text{ km}}{\text{km}} * 0,6 \right) = 7,22 \text{ V} \end{aligned}$$

Suhteellinen jännitteenalenema palotilanteessa on

$$\Delta u = \left(\frac{7,22 \text{ V}}{400 \text{ V}} \right) * 100 \% = 1,93 \%$$

SFS 6000 suosittelee, ettei jännitteenalenema liittymispisteen ja minkään kuormituspisteen välillä pitäisi olla suurempi kuin taulukon 1 arvot verrattuna asennuksen nimellisiin jännitteeseen [39]. Kyseisessä esimerkissä oikosulkumoottorin jännitteenalenema on sallituissa rajoissa myös palotilanteessa. Lämpötilan noustessa johtimen resistanssi kasvaa, ja viisinkertainen resistanssin kasvaminen vaikuttaa hyvinkin paljon jännitteenalenemaan [40].

Taulukko 1. SFS 6000 taulukko G.52.1 jännitteenalenema. [39, s. 262]

Asennuksen tyyppi	Valaistus %	Muu käyttö %
A - Pienjänniteasennus, joka on syötetty suoraan yleisestä jakeluverkosta	3	5
B - Pienjänniteasennus, joka on syötetty yksityisestä teholähteestä*	6	8
<p>* Suositellaan, että niin pitkälle kuin mahdollista ryhmäjohtojen jännitteenalenema ei ylitä asennustyyppille A annettuja arvoja.</p> <p>Kun asennuksen pääjohdot ovat pitempiä kuin 100 m, näitä jännitteenalenemia voidaan kasvattaa 0,005 % johdon 100 m ylittävän pituuden metriä kohti. Ilman tätä lisäystä se ei saa olla suurempi kuin 0,5 %.</p> <p>Jännitteenalenema määritellään sähkölaitteen tehontarpeen mukaan käyttäen soveltuvin osin tasoituskertoimia, tai käyttäen piirien suunniteltuja virtoja.</p>		

Tarviketilauslista

Tarviketilauslistaa on tarkoitus käyttää muistiona, kun kärkimies tilaa tarvikkeita ja laitteita työmaalle. Lomakkeeseen tulee voida kirjata päiväys, tilauspaikka, tuotteen nimi, sähkönumero, määrä, yksikkö ja ruudukko, johon voidaan merkata rastilla, kun tuote on tilattu. Kärkimies voi täyttää dokumentin ja osoittaa sen henkilölle, joka tilaa tavarat työmaalle, mikäli hän ei itse tilaa niitä.

Tavarantoimitusmuistio

Dokumentin on tarkoitus toimia työnjohdon ja kärkimiehen välisenä tavarantoimitusmuistiona, josta kärkimies voi tarkastaa, milloin esimerkiksi valaisimet on tilattu ja milloin niiden tulisi olla työmaalla.

Dokumenttiin tulee luoda 3 erillistä välilehteä, joihin tulee kirjata seuraavat asiat:

Tavarantoimitusmuistio

- Toimittaja, tilatut tavarat, tilauspäivämäärä, arvioitu toimituspäivämäärä, vastaanottopäivämäärä, vastaanottaja, varastointipaikka ja muut huomiot.

Valaisintoimitusmuistio

- Toimittaja, positio, määrä, valaisin, asennuspaikka, tilauspäivämäärä, arvioitu toimituspäivämäärä, vastaanottopäivämäärä, vastaanottaja, varastointipaikka ja muut huomiot.

Keskustoimitusmuistio

- Numero, keskus, asennuspaikka, tilauspäivämäärä, tilauspäivämäärä, arvioitu toimituspäivämäärä, vastaanottopäivämäärä, vastaanottaja, varastointipaikka, haalaus suunnitelman tilanne ja muut huomiot.

5.4 Työturvallisuus

Caverionilla työturvallisuus on hyvin suurella roolilla ja työtehtävät suoritetaan aina työturvallisuus etusijalla. Sähköasentajilla on oltava aina voimassa hätäensiapu- ja SFS 6002 -sähkötyöturvallisuuskoulutus. Caverionilla on käytössä ennakoi.fi - verkkosivusto; jonka mukaan ”työturvallisuus tehdään ennakoivalla turvallisuustyöllä” [41]. Verkkosivustolla on valmiita turvallisuuteen liittyviä lomakkeita:

- Riskien arviointi: ”Ammattilaisen työn aloitusrutiini: mitä olen tekemässä ja mihin se vaikuttaa.”
- Turvallisuushavainto: ”Vaikutuskanava oman ja kaverin turvallisuuden parantamiseen.”
- Turvallisuuskeskustelu: ”Esimiehen tekemä keskusteleva havainnointikierron työkohteessa.”
- Turvallisuustuokio: ”Esimiehen alustama vartin tai kahvikupin mittainen keskustelu turvallisuudesta”. [41]

Työturvallisuusdokumenttikokoelmaan sisällytetään: viime hetken riskien arviointi, työmaan henkilökohtainen perehdytysdokumentti, turvavarttimateriaali ja työmaan turvallisuus sekä perehdyttämismateriaali.

Viime hetken riskien arviointi

Viime hetken riskien arviointi tulisi saada joka-aamuiseksi rutiiniksi käskynjaon yhteydessä, riskien arvioinnin voi tehdä myös ennakoi.fi -verkkosivustolla, mutta mikäli internetyhteys ei ole käytettävissä, Caverionilla on ollut käytössä myös paperinen viime hetken riskienarviointikortti (ks. liite 7). Arviointi on voitava tehdä tablettiin ladattavalla dokumentilla. Arviointia tulisi tehdä myös päivän aikana, erityisesti mikäli työvaihe vaihtuu. [42] Dokumentissa tulee olla arvioitava työ, työntekijä, päivämäärä ja tarkistettavat asiat. Tarkistettavat asiat tulee voida kuitata rastilla ”kunnossa” tai ”ei kunnossa”. Tar-

kistettävien asioiden tulee olla yleispäteviä moneen eri työvaiheeseen ja lomakkeen tulee olla vaivaton täyttää, jotta sen käyttämiseen ei ole suurta kynnystä.

Työmaan henkilökohtainen perehdytys

Työntekijät on aina perehdytettävä uudelle työmaalle. Rakennuttaja järjestää urakoitsijan työntekijöille säännöllisin ajoin perehdytyksen. Perehdytys suoritetaan, kun työntekijät tulevat ensimmäistä kertaa työmaalle. Perehdytyksessä käydään läpi työmaan toimintatavat ja turvallisuuteen liittyvät asiat sekä annetaan kulkulupa työmaalle. Caverionilla on tämän lisäksi työmaan henkilökohtainen perehdytys. Työnjohto perehdyttää kärkimiehen, jonka jälkeen kärkimies perehdyttää uudet asentajat. Caverionin perehdytyslomake tulee viedä tabletilla helposti täytettävään muotoon. Sisällön tulee olla sama kuin Caverionilla aikaisemmin käytössä olleessa dokumentissa.

Perehdytyksessä kerrotut asiat tulee olla myös ymmärretty, perehdytysdokumentin lisäksi tulee luoda nopeasti suoritettava perehdytyskoe, joka varmistaa tämän ja jättää EDMS-järjestelmään jäljen, että perehdytys on suoritettu hyväksytysti. [42]

Turvavartti

Turvavartti on henkilöstölle suunnattu turvallisuustiedote, se koostuu ajankohtaisista työympäristö- ja turvallisuusasioista. Dokumenttiin on kasattu edellisen kuukauden tapaturma-, työviri- ja vahinkoraportteja. Tiedote julkaistaan kerran kuukaudessa ja jaetaan sähköpostitse esimiehille sekä työsuojeluvaltuutetuille ja he toimittavat sen myös työmaille. Turvavarttimateriaali tulisi ladata M-files-järjestelmään kuukausittain, tällöin kärkimiehet voivat itse tulostaa materiaalin asentajille.

Työmaan turvallisuus- sekä työmaahan tutustuttamismateriaali

Aina kun uusi työmaa aloitetaan, sinne viedään ”keltainen mappi” eli työmaan turvallisuus- sekä työmaahan tutustuttamismateriaali. Kansiossa on laaja dokumenttikokoelma: yrityksen toimintavoista, työturvallisuus ja -terveysohjeita sekä asennuksiin liittyviä ohjeistuksia, esimerkiksi asbestiin liittyvästä työskentelystä. Kansion sisältö tulee viedä M-files-järjestelmään, aikaisemmin materiaali on ollut saatavilla vain paperisessa muodossa kansiossa.

5.5 Palaverimuistiot

Kärkimiehellä on oltava käytettävissään tarpeelliset palaverimuistiot, joita ovat työmaan aloituspalaverimuistio ja viikkopalaveri kärkimiehen kanssa eli kärkimiehen ja projektiesimiehen välinen palaveri.

Aloituspalaverimuistio

Työmaata aloitettaessa pidetään kaksi aloituspalaveria, toinen projektihenkilöiden kanssa ja toinen asentajien kanssa. Asentajien kanssa pidettävässä palaverissa käydään läpi seuraavat asiat:

- Työmaan tiedot ja projektin yleisinfo
- Työmaaorganisaatio ja -organisointi
- Sopimusasiakirjat ja niiden sisältö
- Kustannusarvio ja tavoite
- Aikataulut ja välitavoitteet
- Suunnittelu
- Materiaalitoiminnot
- Projektin seuranta ja laskutuskäytäntö
- Työ- ja ympäristösuojelu
- Riskit
- Tiedotus ja viestintä
- TES [43]

Viikkopalaveri kärkimiehen kanssa

Projektipäällikön tai projektinhoitajan tulee pitää viikoittain palaveri kärkimiehen kanssa. Kun palaveria pidetään ensimmäistä kertaa uudella työmaalla, käydään läpi palaverin tarkoitus eli ”suunniteltujen tehtävien toteutuminen edellisellä viikolla, seuraavan viikon tavoitteet ja todetut poikkeamat sekä sovitaan niille toimenpiteet ja vastuuhenkilöt” [44].

Viikkopalaveri koostuu käytännössä seuraavista aihepiireistä:

- Työmaapalaverin tarkoitus ensimmäisellä kerralla
- Työturvallisuus
- Aikataulu
- Tehdyt ja tulevat tarkastukset
- Henkilöstö
- Lisä- ja muutostyöt
- Punakynäsarjat
- Materiaalit, toimitukset ja hyväksynät

- Laskutuskelpoiset maksuerät
- Tehtäväläistä edellisten perusteella [44]

6 Työmaadokumenttien toteutus

Työmaadokumentit toteutettiin pääosin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla. Dokumenttien toteutuksessa on panostettu yksinkertaisuuteen, käytettävyyteen ja luotettavaan toiminnallisuuteen. Dokumenttien toteutuksen lähtökohtana oli se, että kärkimiehet eivät saa kokea uusien dokumenttien jalkauttamista työkuormaa lisäävänä taakkana.

Työmaadokumenttien visuaalinen ilme on hyvin pelkistetty ja värimaailma koostuu mustavalkoisesta ja harmaasta. Ainoastaan lomakalenterissa ja asennusohjeistuksessa käytettiin värejä paremman havainnollistamisen vuoksi. Työmaadokumenttien mustavalkoisen grafiikan etuja ovat hyvä tulostusjälki työmaalla todennäköisesti olevilla laser-mustavalkotulostimilla ja selkeä luettavuus.

6.1 Ohjeistaminen

Tabletit työmaille

Tablettien ohjeistamista ei toteutettu, koska tabletin määrittelemisen oli Caverionin informaatioteknologiaosaston vastuulla, eikä laitetta määritelty insinööriyöni aikana. Tabletille ei voida tehdä yleispätevää ohjeistusta, mikäli laitteen käyttöjärjestelmää ei ole tiedossa. Kärkimiehille tulee järjestää tablettien käyttökoulutus, erityisesti henkilöille, jotka ovat tehneet muistiinpanonsa aina paperille.

Dokumentinhallintajärjestelmä

Työmaadokumenttien ohjeistus toteutettiin osittain dokumentteihin sisällytetyillä ohjeistuksilla. Tämän lisäksi luotiin erillinen ohjeistusdokumentti, siihen on koottu kaikki kärkimiehellä käytössä olevat dokumentit, tätä on havainnollistettu taulukossa 2.

Taulukko 2. Sähköasentajien työmaadokumentit.

Työmaapäiväkirja ja -aikataulu	<ul style="list-style-type: none"> • Outlook -kalenteri • Lomakalenteri • Työmaa-aikataulu • Tuntiseuranta • Ongelmat ja selvitettävät asiat • Työmaamuistio ja UKL-tunnit
Asennustyö, lisätyö ja tarkastukset	<ul style="list-style-type: none"> • Asennusohjeet • Tehtävälista • Työn valmius • Lisätyö • Oman työn tarkastus • Alakattojen reiät • ST-kortiston lomakkeet • Valaisimien tuotekortit
Hankinnat	<ul style="list-style-type: none"> • Materiaalin hankintaohjeet • Tarviketilauslista • Tavarantoimitusmuistio
Työturvallisuus	<ul style="list-style-type: none"> • Viime hetken riskien arviointi • Työmaan henkilökohtainen perehdytys • Turvavartti • Työmaan turvallisuus sekä työmaahan tutustuttamismappi
Palaverimuistiot	<ul style="list-style-type: none"> • Aloituspalaverimuistio • Viikkopalaveri kärkimiehen kanssa

Ohjeistusdokumentin taulukon tummansiniset laatikot toimivat linkkeinä kyseisiin ohjeisiin. Painamalla linkkiä käyttäjälle aukeaa päälajiin kuuluvien dokumenttien täyttöohjeet, selostus, mitä kyseiset dokumentit pitävät sisällään ja milloin kyseistä dokumenttia tulee käyttää. Kuvassa 4 on havainnollistettu ohjeistusdokumenttia.

Caverion		Ohje	2 (10)
		1.9.2016	Sisäinen
1	Työmaapäiväkirja ja aikataulu		Palaa etusivulle
1.1	Outlook-kalenteri		
	Tabletissa on työmaakohtainen Outlook-sähköpostisovellukseen integroitu kalenteri, jota karkimies ja projektihenkilö käyttävät.		
	Kalenteriin tulee kirjata seuraavat asiat:		
	<i>Merkittävät tavarantoimitukset</i>		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Merkittäviä tavarantiloja tehdessä: kalenteriin kirjataan sovittu toimituspäivämäärä ja mitä on tilattu. 2. Tavaraa vastaanottaessa: kalenteriin kirjataan vastaanottopäivän kohdalle, kuka on vastaanottanut tavarat. 		
	<i>Tärkeät päivät rakennusvaiheiden kannalta</i>		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Projektihenkilö ja karkimies kirjaavat kalenteriin tärkeät päivämäärät rakennusvaiheiden kannalta. Esimerkiksi: "Lattiavalu, 2 kerros, lohko 5". 		

Kuva 4. Työmaadokumenttien ohjeistus.

6.2 Työmaapäiväkirja ja -aikataulu

Työmaakalenteri

Työmaakalenteri toteutettiin aluksi Excelin valmiilla kalenteripohjalla (ks. liite 5). Las-kentataulukon on luotu seinäkalenterityyppinen näkymä ja jokainen kuukausi on omalla välilehdellä. Jokaisen päivän kohdalla on pieni kirjoitustila, johon voidaan tehdä muistiinpanoja. Tätä kalenteria ei kuitenkaan käytetty, koska tabletin sähköpostisovelluksessa Outlookissa, kalenteri on integroitu sähköpostiin ja se on optimoitu toimimaan tabletin käyttöliittymällä. Outlookin kalenteriin voi myös luoda muistutuksia, mikä oli työmaakalenterin yksi tärkeistä kriteereistä.

Kalenteriin kirjattavat asiat, tavarantoimitus ja tärkeät päivämäärät rakennusvaiheiden kannalta ohjeistettiin työmaadokumenttien ohjeistusdokumentissa seuraavasti:

Merkittävät tavarantoimitukset

- Merkittäviä tavarantilauksia tehdessä: kalenteriin kirjataan sovittu toimituspäivämäärä ja mitä on tilattu.
- Tavaraa vastaanottaessa: kalenteriin kirjataan vastaanottopäivän kohdalle, kuka on vastaanottanut tavarat.

Tärkeät päivät rakennusvaiheiden kannalta

- Projektihenkilö ja kärkimies kirjaavat kalenteriin tärkeät päivämäärät rakennusvaiheiden kannalta. Esimerkiksi: "Lattiavalu, 2 kerros, lohko 5".

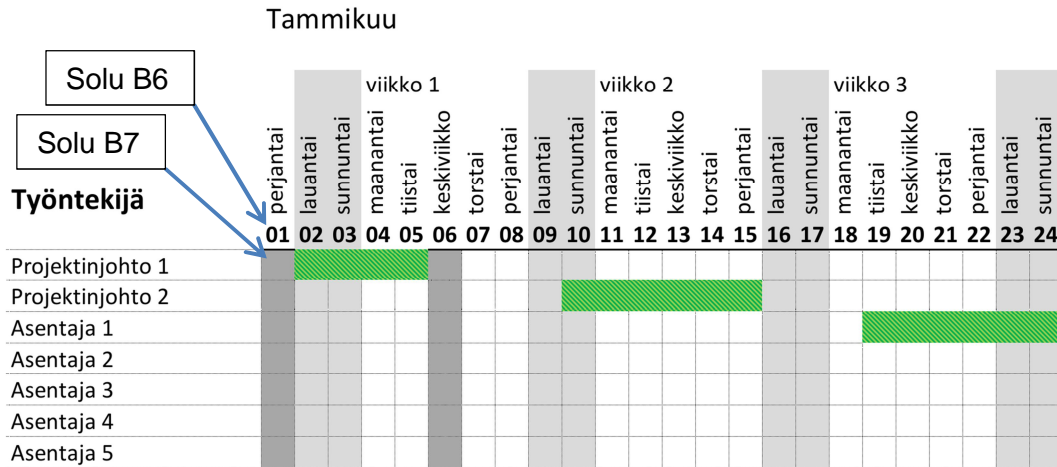
Lomakalenteri

Lomakalenteri toteutettiin Excelillä. Ensimmäiselle välilehdelle määritellään työntekijöiden nimet: nimen oikealla puolella on loman alkamis- ja päättymispäivä. Lomakausia voi olla useita, lomakkeeseen on mahdollisuus kirjata kolme lomakautta työntekijää kohti. Toiselle välilehdelle on tehty graafinen esitys työntekijöiden lomapäivistä, tämä välilehti kerää tiedon ensimmäiseltä välilehdeltä. Liitteessä 6 on esitetty lomakalenteri kokonaisuudessaan.

Kalenterin graafista esitystä on havainnollistettu kuvassa 5. Dokumentti on toteutettu niin, että päivämäärät on listattu vaakariville, alkaen solusta B7. Päivämäärät on listattu tammikuun ensimmäisestä päivästä joulukuun viimeiseen päivään ja solun näkymä on aseteltu niin, että vain päivämäärän päivännumero näkyy. Päivämäärärivin alla jokaisella työntekijällä on oma vaakarivi, johon muodostuu vihreistä ruuduista graafinen esitys loma-ajasta.

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi	Lomakalenteri 2016
-----------------------------	--------------------



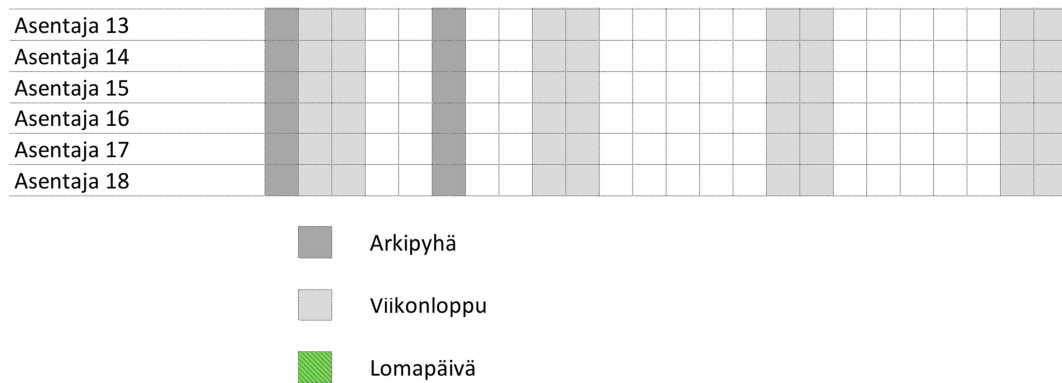
Kuva 5. Lomakalenterin graafinen esitys.

Työntekijöistä ja päivämääristä muodostuneeseen taulukkoon on tehty funktiossa 1 esitetty ehtolause. Funktio on kirjoitettu soluun B7 ja se on monistettu lomataulukon graafisen esityksen alueelle, jossa lomapäivät esitetään vihreillä ruuduilla. Ehtolauseessa on viitattu ensimmäiselle välilehdelle, johon työntekijöiden nimet ja lomakaudet syötetään. Ehtolauseen ensimmäisellä rivillä tarkastellaan, osuuko lomakauden 1 aikaväli solun yläpuolella olevaan päivämäärään, toisella rivillä tarkastellaan lomakautta 2 ja kolmannella lomakautta 3. Funktio tulostaa arvon 1, mikäli ehto on tosi, eli lomakausi sisältää yläpuolella olevan päivämäärän tai arvon 0, mikäli ehto ei täyty. Excelin ehdolliseen muotoiluun on aseteltu ehto graafisen esityksen alueelle, mikäli solussa on arvo 1, se maalataan vihreäksi, mikäli 0, ei maalata. Ehtolauseen sisältävien solujen muotoiluksi on asteltu: ";";", jolloin ehtolause ei näy tekstinä solussa.

$$\begin{aligned}
 &= JOS(TAI(JA(B\$6 >= Lomataulukko!\$B4; B\$6 < \\
 &= Lomataulukko!\$C4); JA(B\$6 > \\
 &= Lomataulukko!\$D3; B\$6 < \\
 &= Lomataulukko!\$E3); JA(B\$6 > \\
 &= Lomataulukko!\$F3; B\$6 <= Lomataulukko!\$G3)); 1; 0)
 \end{aligned}$$

Funktio 1. Lomakalenterin graafisen esityksen ehtolause. [45]

Graafisen esityksen selkeyttämiseksi, viikonlopuille osuvat päivät on maalattu vaalean harmaalla ja arkipyhät tumman harmaalla, tätä on havainnollistettu kuvassa 6. Solujen täyttöväreiden selitteet on kirjattu lomataulukon alle. Arkipyhät, päivämäärät ja viikonpäivät on päivitettävä käsin, kun vuosi vaihtuu.



Kuva 6. Lomakalenterin graafinen esitys.

Työmaa-aikataulu

Kärkimiehillä on oltava pääsy työmaan yleis- ja työvaihe aikatauluun. Projektinjohto tarkastaa aikataulujen kattavuuden sekä oikeellisuuden määrävälein ja päivitettyt versiot ladataan EDMS-järjestelmän asentajadokumentteihin. [32]

Tuntiseuranta

Tuntiseurantadokumentin luomista varten Caverionilla perustettiin työryhmä, joka määritteli ja toteutti dokumentin. Tuntiseuranta toteutettiin niin, että asentaja voi valita haluaako hän täyttää tuntilapun perinteisesti paperilla tai sähköisesti esimerkiksi tabletilla. Dokumenttia ei ole esitetty insinööriyössä, koska se sisältää Caverion Suomi Oy:n sisäistä tietoa. [46]

Ongelmat ja selvittävät asiat -lomake

Ongelmat ja selvittävät asiat -lomake kuvassa 7, toteutettiin Excel-tilukkolaskentaohjelmalla. Ensimmäiseen sarakkeeseen kirjataan päivämäärä, toiseen selvittävä asia ja kolmanteen ratkaisu sekä kuittaus.

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi		Ongelmat ja selvittävät asiat
Päivämäärä	Asia	Vastaus (Kuitannut)

Kuva 7. Ongelmat ja selvittävät asiat.

Lomaketta on tarkoitus käyttää niin, että kun kärkimiehelle tulee epäselvä asia työmaalla, hän kirjaa sen lomakkeeseen ja projektinjohto selvitettyään asian kirjoittaa vastauksen ja kuittaa sen. M-files-järjestelmän tehtävänosoitustoimintoa on tarkoitus hyödyntää tulevaisuudessa kyseisessä lomakkeessa, niin että kun kärkimies kirjaa uuden selvittävän asian, siitä lähtee sähköpostitse ilmoitus projektinjohtolle.

Työmaamuistio ja UKL-tunnit

Työmaamuistio ja UKL-tunnit kuvassa 8, toteutettiin Excelillä. Dokumentissa on kaksi välilehteä *UKL-tunnit* ja *työmaamuistio*. UKL-tunnit välilehdelle kirjataan urakkaan kuulumattomat lisätyöt: päiväys, työn suorittaja, työmäärä ja selvitys työstä. Työnjohto voi kuitata tehdyt työtunnit dokumentin kuitaussarakkeeseen. Työmaamuistioon kirjataan työmaalla sovittuja tärkeitä asioita, välilehdellä on sarakkeet: päiväys ja muistiinpano.

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi		Työmaamuistio
Päiväys	Muistiinpano	

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi				UKL-tunnit
Päiväys	Työn suorittaja	Työmäärä (h)	Selvitys työstä	Kuitaus

Kuva 8. Työmaamuistio ja UKL-tunnit.

6.3 Asennustyö, lisätyö ja tarkastukset

Asennusohjeet ja niiden arkistointi

Asennusohjedokumentti kuvassa 9, toteutettiin Excelillä. Asennusohjeet on eritelty asennuskohteittain ja asennuskohteet on määritelty Caverion Suomi Oy:n projektikeskuksen luovutusmateriaalien kansiorakenteen mukaan. Jokaiseen asennuskohteeseen kootaan siihen liittyvät asennusohjeet. Asennusohjeet ovat linkkejä erillisiin ohjetiedostoihin ja jokaisen linkin viereisessä solussa on päiväys, milloin asennusohje on päivitetty. Ohjeistuksen ajantasaisuuden seurannan helpottamiseksi päivämäärille on määritetty myös värikoodit: punainen tarkoittaa, että asennusohje on vanhentunut, keltainen tarkoittaa ajantasaista ohjetta ja vihreä, että asennusohje on juuri päivitetty.

Asennusohjedokumentin välilehdille on luotu jokaiselle vuodelle oma välilehti. Tarkoituksena on, että edellisen vuoden ohjedokumentit siirtyvät arkistoon kun välilehteä vaihdetaan kuluvalle vuodelle.

Caverion

2016 (SÄHKÖ)		Asennusohjeet	
Asennuskohde	Ohjeet	Päivitety	Asennuskohde
Johtokanavat ja -listat	Järjestelmä 1 - asennusohje	1.1.2015	yli 1kV voimakaapelit
	Järjestelmä 2 - asennusohje	1.1.2016	
	Järjestelmä 3 - asennusohje	20.3.2016	
	Järjestelmä 4 - asennusohje	30.6.2016	
	Järjestelmä 5 - asennusohje	21.4.2016	
Kaapelihyllyt	Järjestelmä 1 - asennusohje	1.1.2015	Lämmityskaapelit
	Järjestelmä 2 - asennusohje	1.1.2016	

Kuva 9. Asennusohjeet dokumentti.

Tehtävälista

Tehtävälista kuvassa 10, toteutettiin Excelillä. Dokumenttiin kirjataan työn aloitus- ja lopetuspäivä, työtehtävä, suorituspaikka, työn suorittajan nimi ja rastilla "suoritettu", kun työ on tehty.

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi		Tehtävälista			
Työ aloitettu (pvm)	Työ valmis (pvm)	Työtehtävä	Suorituspaikka	Työn suorittajan nimi	Tila
					<input type="checkbox"/> Suoritettu

Kuva 10. Tehtävälista.

Työnvalmiuslomake

Työnvalmiuslomake kuvassa 11, toteutettiin viemällä liitteen 2 Caverionin sisäinen Microsoft Project mallipohja Excel-muotoon. Sisältöä karsittiin hieman, jotta työnvalmiuslomake olisi havainnollinen ja helppokäyttöinen. Tarkat kohdemääritykset, kuten neuvotteluhuone, käytävä ja kuilu poistettiin kokonaan, jotta lomake olisi mahdollisimman pienitoinen täyttää ja ottaa käyttöön uudella työmaalla. Asennuskohteen sijainti on määriteltä vain kerroksittain, koska kerroksia on huomattavasti helpompi muokata kuin yksityiskohtaisia sijaintitietoja.

Asennuskohteista on tehty pääjako ja niihin alakohdat, alakohtiin syötetään työn valmiusaste prosenttiyksikköinä 0 – 100 %. Lomake toteutettiin aluksi niin, että taulukko summaa erikseen jokaisen kerroksen pääjakoon määritellyn asennuskohteen valmiusasteen. Summatoiminto laskee alakohtien valmiuden ja valmius jaetaan alakohtien lukumäärällä. Toimintoa ei kuitenkaan voitu toteuttaa, koska alakohtien painoarvo voi vaihdella, eikä todellista pääkohdan valmiusastetta saada laskettua. Summaustoiminnossa ei otettu myöskään huomioon sitä, että esimerkiksi muuntamoasennukset ovat usein vain yhdessä kerroksessa ja näin ollen muiden kerrosten muuntamoasennusten valmiusaste on 0 %. Summatoiminto olisi voitu toteuttaa niin, että työn valmiuslomakkeeseen syötetään tarjouslaskentavaiheessa lasketut työtunnit ja työmaalla toteutuneet työtunnit. Lomakkeen työllistävä vaikutus olisi kuitenkin kasvanut, joten lomake toteu-

tettiin ilman summatoimintoa. Liitteessä 7 on esitetty työn valmiuslomake kokonaisuudessaan.

Caverion

Työn valmiuslomake	1. krs	2. krs	3. krs	4. krs	5. krs	6. krs
Kirjoita tähän työmaan nimi						
Johtotiet						
Kaapelihyllyt ja valaisinripustuskiskot						
Pystyhylyt						
Johtokanavat						
Lattiarasiat						
Alastulopylväät						

Kuva 11. Työn valmiuslomake.

Lisätyölomake

Lisätyölomakkeesta tehtiin luonnos Excelissä (ks. liite 8). Tämän jälkeen olin yhteydessä M-Files Oy:n ohjelmistotoimittajan järjestelmäasiantuntijaan Risto Kovaseen, jolle kerroin, että lomake tulisi yhdistää M-Filesin valokuvaustoimintoon seuraavasti. Asentaja ottaa työmaalla valokuvan, määrittelee kuvan tyypiksi ”lisätyö”, jonka jälkeen järjestelmä kysyy, kenelle lisätyö osoitetaan ja mikä on kohde. Seuraavaksi määritellään työn selite, aikatyö ja tarvikkeet. Lopuksi järjestelmä tekee automaattisen numeroinnin lomakkeisiin ja yhteenvedon kaikista saman kohteen lisätöistä. [47] Kovanen kertoi, että lomake ”voidaan toteuttaa niin, että valokuvan metatietoihin määritellään edellä mainitut tiedot, mutta tämä täytyy hyväksyttää myös muiden maiden Caverion toimipisteillä” [48]. Metatietojen hyväksymisprosessi ei edennyt insinööriyöni aikana, joten lisätyölomake toteutettiin liitteessä 8 havainnollistetuilla dokumenteilla, *lisätyölomake ilman kuvaa* ja *lisätyölomake kuvalla*. Lisätyölomakkeiden yhteenvedo toteutettiin M-files-järjestelmän metatietojen avulla.

Kärkimies voi valita tarpeen mukaan, käyttääkö lisätyöpohjaa kuvan kanssa vai ilman kuvaa. Dokumentin alkutietoihin määritellään työ-/tilausnumero, kohde, työn tilaajan nimi ja yritys. Tämän jälkeen määritellään suoritettu työ, aikatyö ja tarvikkeet. Lopuksi työn suorittajan hyväksyntä ja päiväys sekä asiakkaan tai esimiehen hyväksyntä ja päiväys. Dokumenttiin luotiin myös makrotoimintoja, helpottamaan dokumentin käyttämistä. Makrotoiminnot eivät tulostu lisätyölomakkeeseen, kun se tulostetaan. Caverio-

nin kehitysyksikössä työskentelevä, kehitysassistentti Tommi Aittanen, teki ohjeistukseni mukaan seuraavat makrotoiminnot lisätyödokumenttiin:

- *Tyhjennä dokumentti*, toiminto palauttaa dokumentin alkutilanteeseen
- *Tulosta*, toiminto avaa tulostusikkunan
- + / -, toiminnolla voidaan valita lisätyön numero
- *Lisää kuva*, käyttäjä voi valita haluamansa kuvan ja makrotoiminto rajaa sen automaattisesti dokumenttiin sopivaksi
- *Suurena ja pienennä*, toiminto suurentaa tai pienentää tekstikenttää kohdassa, ”suoritettu työ”.
- *Lisää rivi ja poista tyhjät*, toiminto lisää tai poistaa tyhjät rivit kohdista ”aikatyö” ja ”tarvikkeet”

Oman työn tarkastuslomake

Oman työn tarkastuslomake kuvassa 12, toteutettiin Excelillä. Aluksi kirjataan oman työn tarkastuksen suorittavan henkilön nimi, päiväys ja kohteen työnumero. Tämän jälkeen aloitetaan varsinaisen lomakkeen täyttäminen, sitä mukaa kun kohdetta kierretään. Ensimmäiseen sarakkeeseen kirjataan tarkastuskohde, minkä jälkeen laitetaan rasti ruutuun ”tarkastettu”, kun kyseinen kohde on tarkastettu. Mikäli puutteita ei havaittu, merkitään myös kohta ”ei puutteita” rastilla. Mahdolliset puutteet ja muut huomautukset kirjataan seuraavassa sarakkeessa varattuun soluun.

Oman työn tarkastuksen jälkeen havaitut puutteet korjataan ja kuitataan viimeiseen sarakkeeseen. Tähän tulee korjausajankohdan päiväys ja korjauksen suorittaneen asentajan nimikirjaimet.

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi		Oman työn tarkastus	
Tarkastaja:	<input type="text"/>		
Tarkastus pvm:	<input type="text"/>		
Työnumero:	<input type="text"/>		
Tarkastuskohde	Havaitut puutteet ja huomautukset		Korjattu (kuitaus)
	<input type="checkbox"/> Tarkastettu	<input type="checkbox"/> Ei puutteita	

Kuva 12. Oman työn tarkastuslomake.

Alakattojen reiät

Alakattojen reiät -dokumentti kuvassa 12, toteutettiin Excelillä. Dokumenttiin kirjataan alakattoon asennettavien järjestelmien ja laitteiden nimet sekä positio ja tarvittavan reiän koko.

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi			Alakattojen reiät
Järjestelmä	Laite	Positio	Reiän koko (mm)

Kuva 13. Alakattojen reiät.

ST-kortiston lomakkeet ja ohjeistus

ST-kortiston lomakkeiden täyttämisoheeseen lähtökohtana oli, että asentajat täyttävät lomakkeita itsenäisesti tulevaisuudessa. Ohjeistus tehtiin jokaiseen Caverionin työryhmän määrittelemään lomakkeeseen. Ohjeistusta ei kuitenkaan tehty ainoastaan sähköasentajien lomakkeentäyttämistä ajatellen, osa lomakkeista on sellaisia, että sähköasentajat eivät täytä niitä itse missään tilanteessa.

Ohjeistus tehtiin listaamalla lomakkeiden nimet Word-tekstinkäsittelyohjelmaan, jonka jälkeen ne jaoteltiin pääkohdittain. Jokaisen lomakkeen nimen alle kirjattiin lomakkeisiin sisältyvät alaotsikot, jonka jälkeen otsikoiden alle tehtiin täyttämisohe. Ohjeistuksessa on viitattu standardeihin sekä ST-kortiston ohjeistuksiin ja viittauksista on tehty linkki kyseiseen dokumenttiin. Ohjeistusta tehdessä tukena on käytetty ST-kortiston lomakkeiden liitteenä olevia ohjeita ja Caverionin projektipäälliköiden kokemusta ja tietotaitoa.

Kuvassa 14 on esimerkki ST-kortiston lomakkeesta. Lomake on tarkoitettu poistumis-hälytys- ja turvajärjestelmän kaiutinlinjojen impedanssi- ja maavuotomittauksen pöytäkirjaksi.

4. MITTAUSTULOKSET				
Kaiutinlinja	Imp. Z (Ω)	Kuorma W / 100V	Maavuoto Rel (Ω)	Lisättävää / huomioita

Kuva 14. ST-kortiston lomake Caverionin lomakepohjalla, ST 631.52, kohta 4. Mittaustulokset.

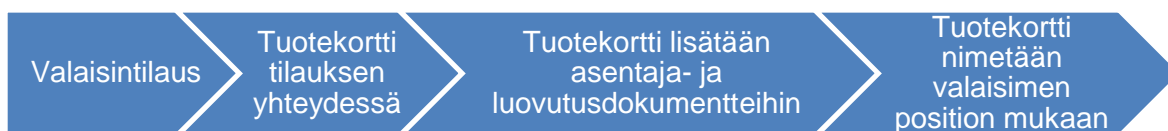
Pöytäkirjan täyttöohjetta on havainnollistettu kuvassa 15. Ohjeistuksessa on eritelty jokainen täytettävä kenttä: kaiutinlinja, impedanssi, kuorma, maavuoto ja lisättävää/huomioita. Alakohtiin on kirjoitettu kyseiseen kenttään liittyvä täyttöohje.

<p>4. Mittaustulokset Kaiutinlinjan numero/tunniste kirjataan.</p> <p><i>Impedanssi ja maavuoto</i> mittaukset tulee suorittaa 1 kHz:n signaalia käyttäen hätätilakäytössä (pakkosyöttötila), ellei toisin määrätä.</p> <p><i>Kuormaksi</i> kirjataan laskennallinen arvo</p> $Z = \frac{U^2}{P}$ <p>jossa, Z on kuorma U on vahvistinta syöttävä nimellisjännite P on vahvistimen perässä olevien kaiuttimien yhteenlaskettu nimellisteho</p> <p>Esimerkiksi, jos vahvistinta syötetään 100 V jännitteellä ja vahvistimen antama nimellisteho on 120 W. Sijoitetaan lukuarvot kaavaan, niin saadaan kuormaksi</p> $Z = \frac{U^2}{P} = \frac{(100 \text{ V})^2}{120 \text{ W}} = 83,33 \text{ } \Omega$ <p>Mittauksissa ilmenneet mahdolliset puutteet ja muut huomiot kirjataan myös.</p>

Kuva 15. ST-kortiston ohje, ST 631.52, kohta 4. Mittaustulokset.

Valaisimien tuotekortit

Valaisinluettelon tuotekorttien ylläpitoprosessi M-files-järjestelmässä ohjeistettiin prosessikaaviossa 2 esitettyllä toimintatavalla. Valaisinluettelon valaisimien tuotekorttien positiokohtaista linkitystä ei toteutettu suoraan valaisinluetteloon, koska valaisinluettelot ovat kohteesta ja suunnittelijasta riippuen erilaisia. Valaisinluetteloon tulee myös lähes poikkeuksetta muutoksia, joten tuotekorttien linkkien ylläpitäminen vaatisi paljon resursseja, varsinaiseen hyötyyn nähden.



Prosessikaavio 2. Valaisinluettelon tuotekorttien ylläpitoprosessi.

6.4 Hankinnat

Materiaalihankintojen ohjeistus

Materiaalin hankintaohjeet kuvassa 16, toteutettiin Excelillä, ohjeistus on jaoteltu pääkohdittain: palonkestävät asennukset, johtotiet, kaapelit, keskuskeskukset ja valaisimet. Pääkohtien alle on listattu yleisimpiä riskejä, joita hankintoja tehdessä esiintyy. Jokaiseen pääkohtaan on tehty sarake ”muut ohjeet”, jossa on listattu linkkejä ST-kortiston ohjedokumentteihin ja valmistajan tuoteluetteloihin, joista voi hakea yksityiskohtaisempaa tietoa.

Hankintaohjeet tulisi päivittää aina kun Caverionin sisäinen kuukausikirje ”hankintainfo” julkaistaan tai jos havaitaan, että tietyissä hankinnoissa syntyy jatkuvasti virheitä tai epäselvyyksiä. Hankintaohjeiden ylläpitoa varten on määriteltävä vastuuhenkilöt.

Caverion

2016 (SÄHKÖ)	Materiaalihankintojen ohjeistus	
	Palonkestävät asennukset	Johtotiet
Kaapelit (palosuojastaso)	Mitä palosuojastasoa kaapeleilta vaaditaan: riittääkö, että kaapeli on itsestään sammuva (EN60332-1) vai pitääkö sen olla nippuna itsestään sammuva (EN 60332-3)? (Prysmian Group, asiakaslehti 1/2014)	Johtokanavat Johtokanavissa on otettava huomioon mahdolliset lisäykset ja laajennukset, onko johtokanava riittävän suuri?

Kuva 16. Materiaalihankintojen ohjeistusdokumentti.

Tarviketilauslista

Tarviketilauslista kuvassa 17, toteutettiin Excelillä, dokumentti toimii muistilistana. Työmaalle tavaraa tilattaessa kirjataan päiväys, tilauspaikka, tuotteen nimi, sähkönumero, määrä, yksikkö ja merkitään rasti ruutuun ”tilattu”, kun kyseinen tavara on tilattu.

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi			Tarviketilaukset			
Päiväys	Tilauspaikka	Tuotteen nimi	Sähkönumero	Määrä	Yksikkö	Tila
						<input type="checkbox"/> Tilattu

Kuva 17. Tarviketilauslista.

Tavarantoimitusmuistio

Tavarantoimitusmuistio kuvassa 18, toteutettiin Excelillä, dokumenttia on tarkoitus käyttää Outlook-kalenterin rinnalla. Dokumentissa on kolme välilehteä: *tavarantoimitus*, *valaisintoimitus* ja *keskustoimitus*.

Tavarantoimitus-välilehdelle kirjataan tavaraa tilatessa toimittaja, tilatut tavarat, tilauspäivä ja arvioitu toimituspäivä. Tavaraa vastaanotettaessa kirjataan vastaanottopäivä, vastaanottaja, varastointipaikka ja muut huomiot.

Valaisintoimitus-välilehdelle kirjataan tavaraa tilatessa toimittaja, positio, määrä, valaisin, asennuspaikka, tilauspäivä ja arvioitu toimituspäivä. Valaisimia vastaanotettaessa kirjataan vastaanottopäivä, vastaanottaja, varastointipaikka ja muut huomiot.

Keskustoimitus-välilehdelle kirjataan keskuksia tilatessa juokseva numero, keskus, asennuspaikka, tilauspäivä ja arvioitu toimituspäivä. Keskuksia vastaanotettaessa kirjataan vastaanottopäivä, vastaanottaja, varastointipaikka, haalaus suunnitelman tilanne ja muut huomiot.

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi		Tavarantoimitusmuistio					
Toimittaja	Tilatut tavarat	Tilattu (pvm)	Toimitus (arvioitu pvm)	Vastaanotettu (pvm)	Vastaanottaja	Varastointipaikka	Muut huomiot

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi				Valaisintoimitusmuistio						
Toimittaja	Pos	Määrä (kpl)	Valaisin	Asennuspaikka	Tilattu (pvm)	Toimitus (arvioitu pvm)	Vastaanotettu (pvm)	Vastaanottaja	Varastointipaikka	Muut huomiot

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi		Keskustoimitusmuistio				Kirjoita tähän keskustoimittaja			
Nro	Keskus	Asennuspaikka	Tilattu (pvm)	Toimitus (arvioitu pvm)	Vastaanotettu (pvm)	Vastaanottaja	Varastointipaikka	Haalaus-suunnitelma	Muut huomiot
								<input type="checkbox"/> OK	

Kuva 18. Tavarantoimitusmuistio.

6.5 Työturvallisuus

Viime hetken riskien arviointi

Viime hetken riskien arviointilomake, kuvassa 19 toteutettiin siirtämällä liitteen 4, Caverionin paperisen riskienarviointikortin asiat Excelliin. Lomakkeen alkutietoihin määritellään työmaan nimi, arvioitava työ, työntekijän nimi ja päivämäärä. Lomakkeeseen on listattu tarkastettavat asiat ja niiden vieressä on valintanapit ”ei kunnossa” ja ”kunnossa”. Jokaiseen kenttään merkitään toinen vaihtoehtoista, mikäli asia ei koske suoritettavaa työtä, merkitään ”kunnossa”.

Caverion

Kirjoita tähän työmaan nimi	Viime hetken riskien arviointi
------------------------------------	---------------------------------------

Arvioitava työ:	<input type="text"/>
Tekijä:	<input type="text"/>
Päivämäärä:	<input type="text"/>

Tarkistettava asia		
Ovatko työohjeet riittävät, tarvitaanko työhön työ lupa?	<input type="radio"/> Ei kunnossa	<input type="radio"/> Kunnossa
Oikeat ja riittävät henkilökohtaiset suojaimet? Asiakkaan/tilaajan erityisvaatimukset suojaimista?	<input type="radio"/> Ei kunnossa	<input type="radio"/> Kunnossa

Kuva 19. Viime hetken riskien arviointilomake.

Työmaan henkilökohtainen perehdytys

Caverionin valmis mallipohja työmaan henkilökohtaisesta perehdyttämisestä vietiin Excel-pohjalle. Dokumenttia on havainnollistettu liitteessä 9. Dokumenttiin kirjataan työmaan tiedot, työntekijän tiedot, voimassa olevat koulutukset ja työntekijälle selvitetävät asiat.

Perehdytyskoe toteutettiin Excelillä, dokumentissa on kolme välilehteä, *kysymykset*, *vastaukset* ja *tulokset*. Dokumentin toimintaa on havainnollistettu liitteessä 10. Perehdytyskoetta käyttöön otettaessa *kysymykset*-välilehdelle määritellään työmaan nimi, kysymykset ja pieni ohjeistus jokaiseen kysymykseen, miten niihin tulee vastata. *Vastaukset*-välilehdelle määritellään oikeat vastaukset ja kokeen hyväksymisraja. Lopuksi piilotetaan *vastaukset* ja *tulokset*-välilehdet sekä suojataan *kysymykset*-välilehden ”lukitut” solut salasanalla. *Kysymykset*-välilehden soluista on määritelty lukituiksi kaikki muut, paitsi vastaus- ja henkilötietojen syöttämiskentät. Lopuksi suojataan työkirjan rakenne salasanalla, koe on tämän jälkeen valmis suoritettavaksi.

Asentajan tehdessä koetta, hän näkee vain *kysymykset*-välilehden, asentaja kirjoittaa päivämäärän ja oman nimensä, jonka jälkeen hän vastaa kysymyksiin ohjeistuksen mukaan. Lopuksi koe tallennetaan EDMS-järjestelmään. Kärkimies tarkastaa kokeen avaamalla lukituksen omalla salasanallaan ja kokeen tulokset näkyvät *tulokset*-välilehdellä.

Työmaan perehdytyskoe, tulokset	
Koe suoritettu: 0. tammikuuta 1900 Kokeen suorittajan nimi: 0 Työmaan nimi: Kirjoita tähän työmaan nimi	
Kysymyksiä yhteensä: 1 Oikeita vastauksia yhteensä 1 Kokeen tulos: <input type="text" value="100 %"/> Koe on <u>Hyväksytty</u>	
Testikysymys	Oikein
	↓
	↓
	↓

B11:B30

Kuva 20. Työmaan perehdytyskoe, tulokset.

Tulokset-välilehdellä, kuvassa 20 on kokeen kaikki toiminnallisuus eli funktiot. Kyseinen välilehti tulostaa kokeen suorituspäivän, kokeen suorittajan nimen ja työmaan nimen *kysymykset*-välilehdeltä. Seuraavaksi lomake laskee funktiolla 2, montako kysymystä kokeessa on. Funktio laskee *kysymykset*-välilehden rivillä "A" solujen lukumäärän joissa on tekstiä. Rivillä "A" on muuta tekstiä 4 solussa, joten funktion lopussa on erotuslasku "-4".

$$= \text{LASKE.A}(\text{Kysymykset!A:A}) - 4$$

Funktio 2. Kysymyslaskuri

Seuraavaksi lasketaan oikeiden vastausten määrä funktiolla 3. Funktio summaa *tulokset* välilehden solujen B11:B30 solut, joissa on teksti "Oikein".

$$= \text{LASKE.JOS}(B11:B30; "Oikein")$$

Funktio 3. Vastauslaskuri

Soluihin B11:B30 on kirjoitettu funktio 4, funktiossa on ehtolause, joka vertaa *kysymykset* ja *vastaukset* välilehden vastauksia. Mikäli tekstit ovat samat, funktio tulostaa arvon "oikein", mikäli väärin, tulostuu arvo "väärin". Taulukon ehdolliseen muotoiluun on aseteltu ehto, että solu ja teksti maalataan punaiseksi, jos solussa on teksti "väärin" ja vihreäksi, jos solussa on teksti "oikein".

$$= JOS(Kysymykset!B7 <> ; JOS(Kysymykset!B7$$

$$= Vastaukset!A6; "Oikein" ; "Väärin");)$$

Funktio 4. Tarkastustoiminto

Oikeiden vastausten lukumäärän alapuolella on kokeen tulos prosenttiyksikköinä. Tässä funktio jakaa oikeat vastaukset kaikkien kysymysten lukumäärällä. Tämän vieressä on teksti "koe on hylätty" tai "koe on hyväksytty". Tämä tarkastaa *vastaukset* välilehdeltä kokeen läpäisyrajan ja vertaa onko se suurempi kuin kokeen tulos. Toiminto on toteutettu funktiolla 5.

$$= JOS(B9 > Vastaukset!O3; "Hyväksytty"; "Hylätty")$$

Funktio 5. Arvosanatoiminto

Turvavartti

Projektihenkilöiden tulee ladata turvavarttimateriaali kuukausittain EDMS-järjestelmään ja dokumentti on määriteltävä myös asentajadokumentiksi, jotta kärkimiehellä on tarkastelu oikeus dokumenttiin.

Työmaan turvallisuus- sekä työmaahan tutustuttamismappi

Työmaan turvallisuus- sekä työmaahan tutustuttamismapista tehdään aina paperinen versio, joka viedään työmaalle. Liitteessä 11 on havainnollistettu kansion sisältöä sisällysluettelolla. Ennen kuin paperikansio viedään työmaalle, se tulee skannata ja ladata EDMS-järjestelmään. Asentajille on annettava myös tähän dokumenttiin tarkastelu oikeudet.

6.6 Palaverimuistiot

Projektihenkilö lataa asentajien kanssa pidetyn aloituspalaverimuistion sekä viikkopalaveri kärkimiehen kanssa -muistion EDMS-järjestelmään. Palaverimuistioden metatietoihin määritellään, että ne kuuluvat myös asentajadokumentteihin, jotta kärkimiehellä on tarkastelu oikeus kyseisiin dokumentteihin.

7 Työmaadokumenttien käyttöönotto kentällä

Hankkeen seuraavassa vaiheessa työmaadokumentit ladataan M-files-järjestelmän mallipohjapalvelimelle ja työmaadokumenttien käyttöönotto toteutetaan portaittain. Aluksi dokumentointijärjestelmä jalkautetaan Caverion Suomi Oy:n Helsingin liiketoimintayksikön pilottityömaille ja kärkimiehet saavat tabletin työmaalle. Dokumentointijärjestelmän toiminnallisuudesta ja dokumenteista kerätään palautetta, minkä jälkeen järjestelmää kehitetään toiveiden mukaan. Lopuksi M-filesin tarjoama EDMS-järjestelmä jalkautetaan koko Caverion Suomi Oy:lle.

Tulevaisuudessa Excel-taulukkolaskentaohjelmalla toteutetut lomakkeet viedään älykädille lomakepohjille, niin että järjestelmä tekee automaattisesti dokumenteista halutun yhteenvedon. Caverionilla on käytetty auditoinnin apuvälineenä, Helsingissä ja Lontoossa toimivan Plan Brothersin tarjoamaa audits.io -järjestelmää. Se on internetse-lainpohjainen räätälöity dokumentointipalvelu. Järjestelmään voidaan luoda älykkäitä dokumentteja, jotka tekevät automaattisesti halutun raportin ja tilastoinnin. Älykkäiden lomakkeiden avulla voidaan helpottaa myös dokumenttien täyttämistä tableteilla. Järjestelmään voidaan luoda esimerkiksi kyselylomakkeita, jotka täytetään valitsemalla oikea vaihtoehto ennalta määritellyistä vaihtoehdoista. Valitseminen tapahtuu painamalla nappia tai valitsemalla alasettovalikosta. Tällä voidaan vähentää kirjoitustarvetta tabletin haastavalla kosketusnäppäimistöllä. [49]

8 Yhteenveto

8.1 Katsaus insinööriyöhön

Tässä insinööriyössä kartoitettiin Caverion Suomi Oy:llä työskentelevien sähköasentajien työmaadokumentoinnin nykytilannetta, määriteltiin ja toteutettiin sähköasentajien työmaadokumentit sähköiseen muotoon. Sähköasentajien työmaadokumentit oli määriteltävä perinpohjaisesti ja ohjeistus oli toteutettava käyttäjälähtöisesti, koska Caverionilla otetaan käyttöön sähköinen asiakirjahallintajärjestelmä. Järjestelmän automatisoitujen käytäntöjen ja tehokkaan hyödyntämisen varmistamiseksi, kaikkien dokumenttien on oltava sähköisessä järjestelmässä. Työn tuloksena M-filesin tarjoamaan järjestelmään vietiin laaja dokumenttikokoelma, joka sisältää valmiita lomakepohjia ja tarpeellisia dokumentteja kärkimiehille.

Tarpeellisten dokumenttien määrittelemisen osoittautui haastavaksi tehtäväksi. Kärkimiehet eivät tienneet itsekään täysin, mitä dokumentteja he tarvitsevat. He toivoivat myös, että työmailla olisi aina tulostin käytettävissä, mikäli siirrytään sähköiseen dokumentointiin. Käytännössä sähköinen asiakirjahallinta ja sähköiset työvälineet, kuten tietokoneet, tablettitietokoneet ja älypuhelimet, eivät tarkoita paperittomia toimintatapoja. Päinvastoin paperinkulutus on nykypäivänä lisääntynyt, kun kaikki tieto on digitaalisessa muodossa.

Järjestelmän käyttöönotto edellyttää, että loppukäyttäjille suunnitellaan ja toteutetaan kattavat koulutusohjelmat. Koulutusohjelmat on suunniteltava käyttäjien osaamisen perusteella, osalle henkilöstöä on järjestettävä sähköisten työvälineiden peruskoulutus, kun osalle riittää uuden järjestelmän käyttökoulutus. Käyttöönoton lisäksi on ylläpidettävä myös käytettävyyttä, se edellyttää jatkuvaa arviointia ja auditointeja. Kiinteistötekniikan alalla kilpailu on kovaa, kaikki haluavat olla alansa parhaita. Sähköinen asiakirjahallintajärjestelmä tukee erityisesti ammattitaitoista ja laatutietoista toimintakulttuuria. [1, s. 13–14; 9]

8.2 Pohdintaa

Keskusteltuani Caverion Suomi Oy:n hankekehityksikössä työskentelevän hankekehityspäällikkö Teemu Liehun kanssa totesin, että sähköasentajien työmaadokumenttien siirtäminen tableteille eli mobiileille käyttölaitteille on laaja ja työmaadokumentointia erittäin paljon tehostava projekti, jossa tarpeiden määrittämisen tulisi tapahtua järjestelmän ominaisuuksien mukaan. Teemu Liehu antoi käytännön esimerkin tästä:

Lääkäriasemalla työskentelevältä hoitajalta kysytään: ”Mitä työvälineitä hän tarvitsee työpisteeseensä?” Hoitaja vastaa: ”Näytön, tietokoneen, näppäimistön ja hiiren sekä perinteiset toimistolaitteet ja –tarvikkeet, kuten tulostin ja nitoja.” Kyseiseen sairaalaan ollaan suunnittelemassa elektronista tiedonhallintajärjestelmää, joka toteutetaan täysin mobiileilla käyttölaitteilla, hoitaja ei enää tarvitse työssään tietokonetta, tulostinta tai paperia. [50]

Työmaadokumentoinnin tarpeiden kartoittaminen tulisi aloittaa pohtimalla, minkälaisen työkalujen käytön uusi järjestelmä mahdollistaa. Tarpeiden määrittämisen tulisi tapahtua uuden järjestelmän ominaisuuksien mukaan. Elektronisesta dokumentinhallinnasta ei saada kaikkea hyötyä irti, mikäli paperilaput siirretään suoraan digitaaliseen muotoon. Dokumentin- tai asiakirjahallintajärjestelmää suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon koko hankkeen elinkaari. Dokumenttien metatiedot tulisi määrittellä koko dokumentin elinkaari huomioon ottaen. Aluksi se voi olla suunnitteludokumentti, sen jälkeen toteutusvaiheen dokumentti, ja lopuksi se siirtyy ylläpitoon liittyviin dokumentteihin. Tämän kaiken tulisi tapahtua automaattisesti, esimerkiksi määriteltujen päivämäärien mukaan. [50]

Lähteet

- 1 Valtonen Marjo Rita, Roos Carl-Magnus, Palonen Osmo, Toivonen Ritva, Järn Sari, Vuorela Vesa. 2009. Vuodesta sataan: Sähköisten asiakirjojen hallinta ja säilyttäminen. Helsinki: Liikearkistoyhdistys ry.
- 2 YIT jakautuminen. Verkkodokumentti. http://www.yit.fi/yit_fi/Tietoa_YITsta/sijoittajat/jakautuminen. Luettu 31.05.2016.
- 3 Caverion Suomi –esittely. Ppt, suomeksi. Päivitetty 23.03.2016. Caverion Suomi Oy:n sisäinen verkkodokumentti. Luettu 01.06.2016.
- 4 Tekla. Tietoa meistä. Verkkodokumentti. <http://www.tekla.com/fi/tietoa-meist%C3%A4/mit%C3%A4-bim>. Luettu 01.06.2016.
- 5 Caverion. Referenssit. Verkkodokumentti. <http://www.caverion.fi/referenssit>. Luettu 2.6.2016.
- 6 Peltonen, Juha. 2016. Kehityspäällikkö, myynti-, markkinointi- ja kehitysyksikkö, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Keskustelu 31.05.2016.
- 7 Rakennusteollisuus. Tietoa alasta. Ilmasto ympäristö ja energia. Ilmasto ja energiapolitiikka. Energiatehokkuus suunnitteluvaiheessa. Verkkodokumentti. <https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Ilmasto-ja-energiapolitiikka/Energiatehokkuus-suunnitteluvaiheessa/>. Luettu 06.06.2016.
- 8 Ilmatieteenlaitos. Palvelut ja tuotteet. Rakentaminen ja kiinteistöhuolto. Lämmitystarveluvut. Verkkodokumentti. <http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>. Luettu 29.07.2016.
- 9 Kennedy, Jay & Schauder, Cheryl. 1998. Records Management, A guide to corporate record keeping. Longman: Melbourne.
- 10 EDM (Electronic Document Management). Verkkodokumentti. <http://searchsqlserver.techtarget.com/definition/EDM>. Luettu 02.06.2016.
- 11 Kysy.fi. Helsingin kaupunginkirjasto. Kysymys. Mitä tarkoittaa SAP mahdollisimman lyhyesti selitettynä?. Verkkodokumentti. <http://www.kysy.fi/kysymys/mita-tarkoittaa-sap-mahdollisimman-lyhyesti-selitettyna>. Luettu 22.06.2016.
- 12 Training Material – Projects Vault QA – FI – Koko paketti. M-Files. Caverion Suomi Oy:n sisäinen verkkodokumentti. Luettu 09.06.2016.

- 13 M-Files dokumentinhallinta. Verkkodokumentti. <http://www.storageit.fi/ratkaisut/M-Files/dokumentinhallinta>. Luettu 02.06.2016.
- 14 Kotopro. Artikkelit. NCC Viitakruununtie. Verkkodokumentti. <http://www.kotopro.fi/artikkelit/ncc-viitakruununtie/>. Luettu 03.06.2016.
- 15 Tuukkanen, Paula. 2016. Työnjohtaja, Dixi 2&3, YIT Rakennus Oy, Vantaa. Keskustelu 08.06.2016.
- 16 Työsuojelu.fi. Työsuojeluhallinnon verkkopalvelu. Työsuojelu työpaikalla. Työolosuhdemittarit. TR-mittari. <http://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/tyoolosuohdemittari/tr-mittari->. Luettu 22.06.2016.
- 17 Rakennuslehti. Blogit. Sähköinen työmaadokumentointi mullistaa rakentamisen. <http://www.rakennuslehti.fi/blogit/sahkoinen-tyomaadokumentointi-mullistaa-rakentamisen/>. Luettu 03.06.2016.
- 18 Kotopro. Verkkodokumentti. <http://www.kotopro.fi/toimialat/sahkourakoitsija/>. Luettu 03.06.2016.
- 19 MDO. Verkkodokumentti. <http://web.mdo.fi/>. Luettu 03.06.2016.
- 20 Tekla. Referenssit. Kauppakeskus Puuvilla. Verkkodokumentti. <http://www.tekla.com/fi/referenssit/kauppakeskus-puuvilla>. Luettu 03.06.2016.
- 21 MagiCAD. Valitse BIM -sovellus, johon voit luottaa myös tulevaisuudessa. Verkkodokumentti. <http://www.magicad.com/fi/content/valitse-bim-sovellus-johon-voit-luottaa-myos-tulevaisuudessa>. Luettu 03.06.2016.
- 22 Romo, Ilkka. 2016. Kehitysjohdaja, kehitystoiminta ja tietomallintaminen, Skanska Oy. Sähköpostikeskustelu 09.08.2016.
- 23 Suominen, Juha. 2016. Kehitysinsinööri, YIT Rakennus Oy, Helsinki. Sähköpostikeskustelu 09.08.2016.
- 24 Kinanen Jere. 2016. Sähköasentaja, asunnot, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Kokous 06.06.2016.
- 25 Peltonen Juha, Heikkinen Antti ja Rosenberg Petri. 2016. Työmaadokumentointipalaveri, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Kokous 23.05.2016.
- 26 ST. Verkkodokumentti. <http://www.sahkotieto.fi/>. Luettu 22.06.2016.
- 27 Sakko, Ari. 2016. Sähköasentaja, asunnot, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Kokous 07.06.2016.

- 28 Perttula Mika ja Moilanen Jukka. 2016. Sähköasentaja, liike- ja toimitilat, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Kokous 08.06.2016.
- 29 Peltonen, Juha. 2016. Kehityspäällikkö, myynti-, markkinointi- ja kehitysyksikkö, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Kokous 14.06.2016.
- 30 Ojala, Samuli. 2016. Projektipäällikkö, liike- ja toimitilat, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Keskustelu 05.07.2016.
- 31 Kaunisto, Jaakko. 2016. Projektipäällikkö, liike ja toimitilat, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Keskustelu 01.06.2016.
- 32 TH, LL, SM, AV, JP, JO, SM. 2014. Projektikäsikirja, versio 011. Caverion Suomi Oy:n sisäinen opas.
- 33 Rakennusurakan yleiset sopimusehdot - YSE 1998. RT 16 – 10660. Julkaistu 01.03.1998.
- 34 Ojala, Samuli. 2016. Projektipäällikkö, liike- ja toimitilat, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Keskustelu 09.06.2016.
- 35 Muona, Tero. 2016. Projektipäällikkö, liike- ja toimitilat, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Keskustelu 09.06.2016.
- 36 Kitusuo, Jussi. 2016. Projektipäällikkö, liike- ja toimitilat, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Keskustelu 03.06.2016.
- 37 Kaunisto, Jaakko. 2016. Projektipäällikkö, liike- ja toimitilat, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Keskustelu 16.06.2016.
- 38 Sähkötieto ry. 2015. ST-kortisto. Palonkestävä johtojärjestelmä palon aikana toimiviksi tarkoitetuille järjestelmille. ST 51.06.
- 39 SFS-käsikirja 600-1. Sähköasennukset. Osa 1:SFS 6000 Pienjänniteasennukset. 2012. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 40 Hovatta Tauno, Härkönen Pentti, Kauppi Veijo, Koivisto Pekka, Tiainen Esa. 2010. ST-käsikirja Nro 30. Sähkötekniisiä taulukoita. Espoo: Sähkötieto ry.
- 41 Ennakoi.fi. Verkkodokumentti. <http://www.ennakoi.fi>. Luettu 21.07.2016.
- 42 Rautsala, Vesa. 2016. Sähköasentaja, terveys ja turvallisuus, Caverion Suomi Oy, Turku. Sähköpostikeskustelu 23.06.2016.

- 43 Aloituspalaverimuistio. 2016. Caverion Suomi Oy:n sisäinen dokumentti. Luettu 21.07.2016.
- 44 Työmaaviikkopalaverimuistio. 2016. Caverion Suomi Oy:n sisäinen dokumentti. Luettu 21.07.2016.
- 45 Aittanen, Tommi. 2016. Kehittämisisassistentti, kehitys, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Keskustelu 15.05.2016.
- 46 Peltonen, Juha. 2016. Kehityspäällikkö, myynti-, markkinointi- ja kehitysyksikkö, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Sähköpostikeskustelu 26.07.2016.
- 47 Kovanen, Risto. 2016. Järjestelmäasiantuntija, M-files Oy, Helsinki. Puhelinkeskustelu 15.06.2016.
- 48 Kovanen, Risto. 2016. Järjestelmäasiantuntija, M-files Oy, Helsinki. Puhelinkeskustelu 21.06.2016.
- 49 Peltonen, Juha. 2016. Kehityspäällikkö, myynti-, markkinointi- ja kehitysyksikkö, Caverion Suomi Oy, Helsinki. Kokous 29.07.2016.
- 50 Liehu, Teemu. 2016. Hankekehityspäällikkö, hankekehitysyksikkö, Caverion Suomi Oy, Jyväskylä. Puhelinkeskustelu 15.06.2016.

Sähköasentajien työmaadokumenttien pääjako (poistettu)

Microsoft Project -mallipohja: Caverion, toimistorakennus, sähkö (poistettu)

Työmääräin / tunti-ilmoitus (poistettu)

Viime hetken riskien arviointikortti (poistettu)

Kalenteri Excel-mallipohja (poistettu)

Lomakalenteri Excel-mallipohja (poistettu)

Lomataulukko (poistettu)

Lomakalenteri (poistettu)

Työn valmiuslomake Excel-mallipohja (poistettu)

Lisätyölomake Excel-mallipohja (poistettu)

Mallipohja lisätyösovelluksesta (poistettu)

Lisätyölomake ilman kuvaa (poistettu)

Lisätyölomake kuvalla (poistettu)

Työmaan henkilökohtainen perehdytys (poistettu)

Työmaan turvallisuus sekä perehdyttämismateriaali (poistettu)

Työmaan henkilökohtainen perehdytyskoe (poistettu)