

## DIGITALISAATIO PÄÄLLYSTYSALALLA

Päällysteiden työmaavalvonnan digitaaliset tiedonkeruumenetelmät

Muhonen Aki

Opinnäytetyö  
Tekniikka ja liikenne  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

2019

Tekniikka ja liikenne  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Aki Muhonen	<b>Vuosi</b>	2019
<b>Ohjaaja</b>	Janne Poikajärvi		
<b>Toimeksiantaja</b>	Ramboll CM Oy		
<b>Työn nimi</b>	Digitalisaatio päällystysalalla		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	34		

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella nykyisiä ja tulevia digitalisaation tuomia ratkaisuja ja hyötyjä päällystysalalla sekä vertailla nykyisiä järjestelmiä ja tulevaisuuden muutoksia. Tarkoituksena oli löytää myös erilaisia toimintoja, mihin voisi tuoda digitaalisia työkaluja tai palveluita ja pohtia erilaisia ratkaisuja ja miten niistä saadaan paras hyöty ja säästö.

Tarkoituksena oli pohtia ja miettiä erilaisia ratkaisuja eri työvaiheisiin ja niiden nykyisiin menetelmiin. Apuna pohdinnassa käytettiin esimerkiksi talonrakennusalan nykyisiä käytössä olevia digitalisia toimintoja. Lisäksi digitalisaatiota edistäviä hankkeita ja niiden tuomia ratkaisuja verrattiin nykyisiin järjestelmiin ja työmenetelmiin. Jyrien pilottihankkeesta sai verrattua hyviä ideoita, mitä digitalisaatio pystyy tuomaan alalle.

Tulokset tässä opinnäytetyössä olivat pohtivia, ja tarkoitus oli löytää ennemminkin mahdollisia ratkaisuja kuin konkreettisia tutkimuksellisia tuloksia. Painopisteenä tässä työssä oli nykyisten järjestelmien, työmenetelmien ja valvonnan vertailu tutkimustiedon avulla mahdollisiin tulevaisuuden ratkaisuihin digitalisaation avulla.

**Avainsanat**                      Infra, päällystysala, valvonta, digitalisaatio, digitaaliset työkalut ja järjestelmät

Communication and Transport  
Civil Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Aki Muhonen	<b>Year</b>	2019
<b>Supervisor</b>	Janne Poikajärvi		
<b>Commissioned by</b>	Ramboll CM Oy		
<b>Subject of thesis</b>	Digitalisation in the Covering Industry		
<b>Number of pages</b>	34		

---

The aim of the thesis was to examine the current and future solutions and benefits of digitalisation in the covering industry and to compare the existing systems and their future changes. The purpose was also to find a variety of functions where digital tools or services could be implemented, and to consider different solutions and optimisations. Different solutions and how to best benefit from them were also discussed.

The methods were designed to consider and discuss the different solutions for different work stages and their current methods. For example, the digital procedures in the house building were utilized. In addition, projects promoting digitalization and their solutions were compared to the existing systems and working methods. The pilot project for rollers was compared to the good ideas that digitalisation can bring to the industry.

The results of this thesis were reflective and attempts at finding possible solutions rather than being research results themselves. The priority was to compare the existing systems, working methods and supervision based on research data to the potential future solutions.

Key words

infrastructure, covering industry, supervise, digitalisation, digital tools and systems

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 MITÄ PÄÄLLYSTE ON .....	7
3 PÄÄLLYSTYSTYÖMAA .....	10
3.1 Lähtötilanne .....	10
3.2 Toteutus .....	10
4 VALVONTA .....	12
4.1 Valvonta yleisesti .....	12
4.2 Työvaihekohtainen valvonta .....	12
4.3 Turvallisuuteen liittyvä valvonta .....	15
5 DIGITALISAATIO .....	17
5.1 Digitalisaatio yksinkertaisuudessaan .....	17
5.2 Digitalisaatio rakennusosalalla .....	18
5.3 Digitalisaatio mukaan elinkaareen .....	20
5.4 Digitalisaatio päällystysalalla .....	22
5.4.1 Nykyiset tiedonkeruumenetelmät .....	22
5.4.2 Päällystysalan tuotekehitys .....	23
5.4.3 Tiedonkeruuta tarkasteleva pilottihanke .....	24
5.4.4 Tiedonkeruu digitaalisesti työmaavalvonnassa .....	25
6 JÄRJESTELMÄT .....	28
6.1 Nykyiset käytössä olevat järjestelmät .....	28
6.2 Järjestelmien yhtenäistäminen tulevaisuudessa .....	29
7 POHDINTA .....	32
LÄHTEET .....	33

## KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

BIM	Building Information Model
Drone	Unmanned aerial vehicle – Miehittämätön ilma-alus
KIRA-digi (KIRA-digi 2019).	Vauhtia kiinteistö- ja rakentamisalan digitalisaatioon
PANK ry	Päällystealan Neuvottelukunta (PANK ry 2017, 2)
VR-lasit	Virtuaalitodellisuuslasit

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe valikoitui viimekesän töistä ja työpaikalta. Aihe on itsessään todella mielenkiintoinen. Tällä hetkellä on paljon uutisia siitä, miten talonrakennuspuolelle on tuotu digitaalisia toimintoja ja työkaluja. Infrapuoolella digitaaliset toiminnot ovat vielä vähäisempiä ja varsinkin päällystystöissä. Tulevaisuudessa varmasti digitalisaatio kehittyy myös edellä mainituissa aloissa, joten aihe on tällä hetkellä hyvin ajankohtainen. On hyvä pohtia ja kehitellä digitaalisia toimintoja jo nyt, koska se vie aikaa, kunnes ne oikeasti otetaan käyttöön tai trendi yleistyy.

Lähtökohtana on se, että kaikki materiaali on digitaalisena, jotta sitä voidaan hyödyntää myös valvonnassa. Yhden osa-alueen digitaalinen tarkastelu on vaikeaa, jos kaikki tiedot ja asiat eivät ole merkattu samaan paikkaan. Muutokset ja päivitykset niin työvaiheisiin, suunnitelmiin tai urakointiin pitää merkata ylös. Silloin jokainen osapuoli tietää samat asiat mitä muutkin. Jotta pystyttäisiin käyttämään digitaalisia työkaluja apuna valvonnassa, pitää koko prosessi olla digitaalinen tai muuten katoaa hyöty vain yhden osa-alueen digitaalisten tiedonkeruu menetelmien käytöstä tai tarkastelusta.

Projektin tai urakan tiedot ja asiakirjat pitää olla sähköisessä muodossa. Nykypäivänä ne ovatkin lähes kaikki sähköisinä, mutta ongelma tuntuu olevan yhteisen järjestelmän puute. Tietoja on hajautettu useampaan eri järjestelmään, mikä tekee projektin tarkastelun haastavaksi, jos pitää käydä etsimässä tietoja useammasta eri paikasta. Järjestelmän pitäisi olla avoin kaikille osapuolille. Tilaajan, urakoitsijan ja valvojan pitäisi pystyä lisäämään tai kommentoimaan asiaa järjestelmässä, jossa tieto tulee kaikille samaan aikaan ja kaikki pysyvät ajan tasalla esimerkiksi mahdollisista muutoksista.

Tämän opinnäytetyö tarkoituksena on pohtia ja selvittää erilaisia digitaalisia tiedonkeruumenetelmiä valvonnan osalta. Työ käy läpi suppeasti koko prosessin, jotta lukija saa yleiskuvan koko systeemistä. Työ tarkastelee tälle hetkellä käytettäviä järjestelmiä ja toimintatapoja. Lisäksi on tarkoitus pohtia eri asioiden tärkeyttä ja miten digitalisaatio kehittäisi valvontaa tai päällystysalaa lähtökohtaisesti.

## 2 MITÄ PÄÄLLYSTE ON

Päällysteellä tarkoitetaan yleensä asfalttia. Asfalttipäällyste on levitetty ja tiivistetty tai valettu asfalttimassa. Asfalttimassa koostuu kiviaineksesta, sideaineesta ja lisäaineista tietyn suunnitelman mukaan valmistetusta seoksesta. Eli yksinkertaisuudessaan asfaltti on kiviaineksen, bitumisen sideaineen ja lisäaineiden seos. (PANK ry 2017, 10.)

Asfaltin teko lähtee liikkeelle asfalttiasemalta. Ne voidaan jakaa Suomessa kahteen pääryhmään, annosasemiin ja jatkuvatoimisiin asfalttiasemiin. Suurin osa asemista on annosasemia. Käyttötarkoituksen mukaan ja työmaan sijainnin ja koon perusteella tehdään päätös, käytetäänkö kiinteää vai siirrettävää asfalttiasemaa. (PANK ry 2018a, 1.)

Perinteisessä annosasfalttiasemassa kiviaineslajikkeet syötetään valmistusohjeen mukaisessa suhteessa kuivausrumpuun, jossa kiviaines kuumennetaan valittuun lämpötilaan. Tämän jälkeen kuumat kiviainekset välivarastoidaan niille tarkoitettuihin silloihin. Silloista punnitaan oikea määrä kutakin lajiketta valmistusohjeen eli reseptin mukaisesti. Ne siirtyvät sekoittimeen mihin lisätään yleensä lisä- täytejauhe ja pölynpoistosta talteen otettu syklonipöly. Sekoittimeen lisätään myös kuuma sideaine eli bitumi. Massa sekoittuu sekoittimessa tarvittavan ajan, joka on tietokoneohjattu. Valmis asfalttimassa voidaan välivarastoida massasilloihin tai se voidaan pudottaa suoraan massa-auton lavalle, joka lähtee kuljetta- maan sitä työmaalle. (PANK ry 2018a, 1.)

Asfalttimassan kuljetus työmaalle tapahtuu kuorma-autoilla, puoliperävaunuilla tai kasettiyhdistelmillä. Tarkoituksena on saada siirrettyä valmista massaa levityspaikalle niin, että levitys ei pääse keskeytymään ja tämä vaati koko ketjulta oikeanlaisen suoritustehon. Lisäksi kuljetuskaluston pitää olla tarkoitettu asfalttimassan kuljetukseen. Se tarkoittaa sitä, että kuorma-autojen lavat ovat pyöreäpohjaisia tai lavankantit ovat vähintään pyöristetyt. Tällä estetään massan lajittuminen. Asfalttimassa ei saa myöskään viilentyä alle sovittujen rajojen. Sen takia asfalttikuljetusautoissa on yleensä lämpöeristäväpressu päällä, jotta lämpötila ei pääsisi putoamaan. Uudemmissa kalustoissa on myös eristettyjä lavoja

lämpötilan ylläpitämiseksi kuljetuksen ja mahdollisen odotuksen varalle. Massa-autoissa on myös muita vaadittuja ominaisuuksia tai sääntöjä, mitä pitää noudattaa, mutta tähän asiaan palataan myöhemmin valvonnan osalta. (PANK ry 2018b, 1–3.)

*”Levityskohteen esitöitä ovat sitomattoman ja sidotun alustan tekeminen ja viimeistely päällystämisen edellyttämään valmiustasoon”* (PANK ry 2018c, 1). Suurin osa ELY-keskuksen kohteista on asfalttipinnoitteen kulutuskerroksen uusiminen. Vanha kulutuskerros voidaan jyrsiä pois, jolloin uusimassa vedetään pohjakerroksen päälle. Vaihtoehtoisesti on myös kohteita, jossa rem-työmenetelmällä jyrsitään pois pintaa, johon sekoitetaan uutta massaa ja siitä muodostuu kokonaisuutena uusi päällystepinta. On myös kohteita, jossa sorateitä päällystetään. Niiden pintakerros pitää olla tiivistetty ja valmiina levitystä varten. Oletetusti kaikki muut vaiheet on myös tehty valmiiksi suunnitelmien ja sääntöjen mukaan.

Yleensä pinnoitustyö pyritään tekemään kuivalla kelillä, koska vesisade yleensä haittaa valmiin tuotteen vaatimuksia. Pienellä vesisateella on myös mahdollista päällystää, kunhan sen tekee oikein. Useammissa tapauksissa levitetään liima-kerros tiehen ennen uuden päällysteen levittämistä. Liimausvaiheeseen liittyy monta oleellista tekniikkaa, mitkä pitää tehdä oikein ja mitä myös valvoja seuraa. Lyhyesti tärkeimpinä asioina ovat alustan puhtaus ja kuivuus ja liiman pitää ke-  
retä hieman kovettumaan ennen kuin siihen levitetään uusi massa.

Asfalttimassan saavuttua työmaalle, se levitetään levittimillä. Levittimet voidaan jakaa kahteen pääluokkaan etenemistavan mukaan, joko pyörä- tai telakoneisiin. Telakoneet ovat yleensä raskaampia kuin pyöräkoneet, joten niiden etu tulee raskaissa ja vaativissa päällystyskohteissa. Tosin niiden vähänkään pitempiin siirtoihin tarvitaan lavettikuljetusta. (PANK ry 2018d, 1.)

*”Levitin koostuu kahdesta eri yksiköstä, jotka ovat traktori ja palkki”* (PANK ry 2018d, 1). Palkki on traktoriosan takana sijaitseva laite, joka levittää ja esitiivistää uuden massan. Traktoriosassa sijaitsee kaikki ohjauslaitteet ja sen etuosassa on suppilo mihin vastaan otetaan työmaalle saapuva massa. (PANK ry 2018d, 1–2.)



Levitin on tärkeässä roolissa uuden päällysteen teossa. Sillä pystytään tekemään tarvittavia kallistuksia tiehen, jos tienpinnassa ennen levitystä niitä ei ole tarpeeksi. Levittimen kuljetinhihna ja kierukat jakavat massan tasaisesti ennen esitiivistystä, niiden pitää toimia oikein, jotta lajittumia ei pääse syntymään. Levittimellä päätetään kaistan leveys tai saumakohdat ja ne ovat kriittisiä päällysteen pysyvyyden ja toiminnan kannalta tulevaisuutta varten ajatellen. Vaikeita kohtia voivat olla katukivetykset ja varsinkin jos ne ovat kaarevia, joten levittimellä ei pysty kaikkea tekemään. Sitä varten on vielä erikseen lapio- ja kolaushenkilöstöä, jotka viimeistelevät haastavat kohdat ennen jyräystä, joka tekee viimeisen tiivistyksen ja vaiheen päällystämisen.

Jyräysvaihe eli tiivistys on uuden asfaltin teon viimeinen vaihe. Jokaiseen työhön pitää valita oikeat laitteet ja koneet. Jyriä on todella paljon erilaisia. Suurin vaikutus tulee jyrän painosta, nopeudesta ja täryominaisuuksista. Pienemmällä jyrällä voisi hoitaa isomman jyrän työn, mutta ylityskertojen määrä lisääntyisi, joten se ei ole kannattavaa. Jyrissä on myös erilaisia alustoja, etu ja taka-akseli voivat olla pyörillä tai valssilla kulkevia. Löytyy myös sekoituksia ja erikokoisia valsseja. Yleensä valtioneilla käytetään valssijyriä tiivistystyöhön. Niistä löytyy valsseista myös tärytys ominaisuus. Tällaisten jyrien tiivistysvaikutus perustuu jyrän massaan ja täryyn. (PANK ry 2018e, 4–7.)

Oikeaoppisessa jyräyksessä on iso vaikutus lopulliseen tiiveyteen ja siihen vaikuttaa myös paljon muitakin eri asioita. Lyhyesti massan lämpötila, jonka perusteella suoritetaan esijyräys, tiivistysjyräys ja jälkijyräys. Ne pitää tehdä jyräyskaavion mukaisesti ja vielä noudattaen oikeaa ajonopeutta, joka takaa riittävän tiivistymisen.

### 3 PÄÄLLYSTYSTYÖMAA

#### 3.1 Lähtötilanne

Kohteen asfalttimassa suunnitellaan toiminnallisesti tai kokemusperäisesti. Suunnittelutapa valitaan käyttötarkoituksen mukaan, mihin massaa valmistetaan. Vähemmän vaativat kohteet kuten esimerkiksi vähäliikenteiset tiet ja kadut suunnitellaan yleensä kokemusperäisesti. Suuri liikenteiset tiet ja kadut sekä valta- ja moottoritiet vaativat tarkempaa suunnittelua eli toiminnallisen suunnittelun tekoa. Niissä perehdytään ja määritetään tarkemmin tilavuussuhteet niin kiviaineksen rakeisuuden kuin sen tyhjätilan sekä täyttöasteen ominaisuudet. Myös vedenkestävyys, nastarengaskulumiskestävyys ja deformaatiokestävyydet otetaan huomioon. (PANK ry 2017, 30.)

Tilaaaja vastaa suunnitelmista tai mahdollisesti käyttää apuna eri suunnittelijoita toteutettavasta hankkeesta. Tämän jälkeen urakka kilpailutetaan tarjouskilpailulla eri urakoitsijoiden kesken, joista valikoituu voittaja ja urakoitsija hankkeelle. Urakoitsijalla voi olla myös aliurakoitsijoita. Tilaaajan edustajana on useasti valvoja tai valvojia, jotka tilaajaa päättää. Tässä opinnäytetyössä perehdytään lähinnä valtionomistamiin teihin, eli niistä vastaa ELY-keskus. *”ELY-keskuksen tehtävänä on huolehtia maanteiden kunnosta siten, että toimivat ja turvalliset kuljetukset ovat mahdollisia koko maassa kaikkina vuorokauden aikoina”* (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2019).

#### 3.2 Toteutus

ELY-keskus tilaa maanteiden hoidon urakoitsijoilta. Ne valitaan kilpailuttamalla ja hoitourakoiden pituus on yleensä viisi- tai seitsemänvuotisia. Teiden uudelleen päällystäminen tai suuret tienparannustoimenpiteet, kuten rungon parantaminen ja vahvistaminen eivät kuulu hoitourakkaan. Kyseiset työt kilpailutetaan erikseen. ELY-keskus seuraa tiestön kuntoa ja tilaa. Toimenpiteet kohdistetaan kiireellisempiin kohteisiin, missä korjaustarve on suurimmillaan. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2019.)

Toteutusvaiheessa kaikkien osapuolten pitäisi tehdä yhteistyötä, jotta saadaan työ tehtyä niin kuin se on suunniteltu. Ennen kuin itse työ alkaa, pitäisi olla laadittu joku yhteinen järjestelmä, missä hankkeesta on koottu kaikki dokumentit yhteen paikkaan, jotta voidaan alkaa käyttämään digitalisia työkaluja tai toimintoja. Näille tiedoille ja dokumenteille on olemassa ja käytössä jo järjestelmiä, mistä löytyvät useiden eri kohteiden tiedot. Jokaiselle kohteelle ja sen urakalle luodaan myös työmaakansio, joka on jo käytössä sähköisesti.

Urakoitsijalla on varmasti omia järjestelmiä, esimerkiksi työvuoroille, työkoneille tai omaisuudenhallintaan. Kyseiset tiedot eivät varsinaisesti kiinnosta tilaajaa tai valvojaa, mutta yleisaikataulu ja päiväkohtainen aikataulu ovat asioita, mitkä ovat edellä mainituille tärkeitä. Työn toteutuksesta ja suorituksesta tehdään jonkin näköistä työmaapäiväkirjaa, joka löytyy todennäköisesti urakoitsijan omista järjestelmistä, mutta se on todella tärkeä myös muille osapuolille. Sieltä pitäisi löytyä myös poikkeamaraportit tai mahdolliset muutokset suunnitelmissa.

## 4 VALVONTA

### 4.1 Valvonta yleisesti

Valvojalla pitää olla selkeä käsitys halutun työn lopputuloksesta, joten valvojan on perehdyttävä hyvin urakka-asiakirjoihin. Valvontatyö on suunniteltava tehokkaaksi ja taloudelliseksi. Havainnoista ilmoittaminen urakoitsijalle ajoissa on todella tärkeä valvojan tehtävä, mahdollisten virheiden minimoimiseksi ja ennaltaehkäisemisen kannalta. Valvonnan rooli on tarkkailla työn toteutusta, laatua ja turvallisuutta. Valvoja raportoi tilaajalle, miten työmaa edistyy ja onko kaikki asiat kunnossa. Valvoja ilmoittaa mahdollisista puutteista tai ongelmista ja myös siitä, jos kaikki on kunnossa niin kuin pitää. (Rakennustietosäätiö 2013.)

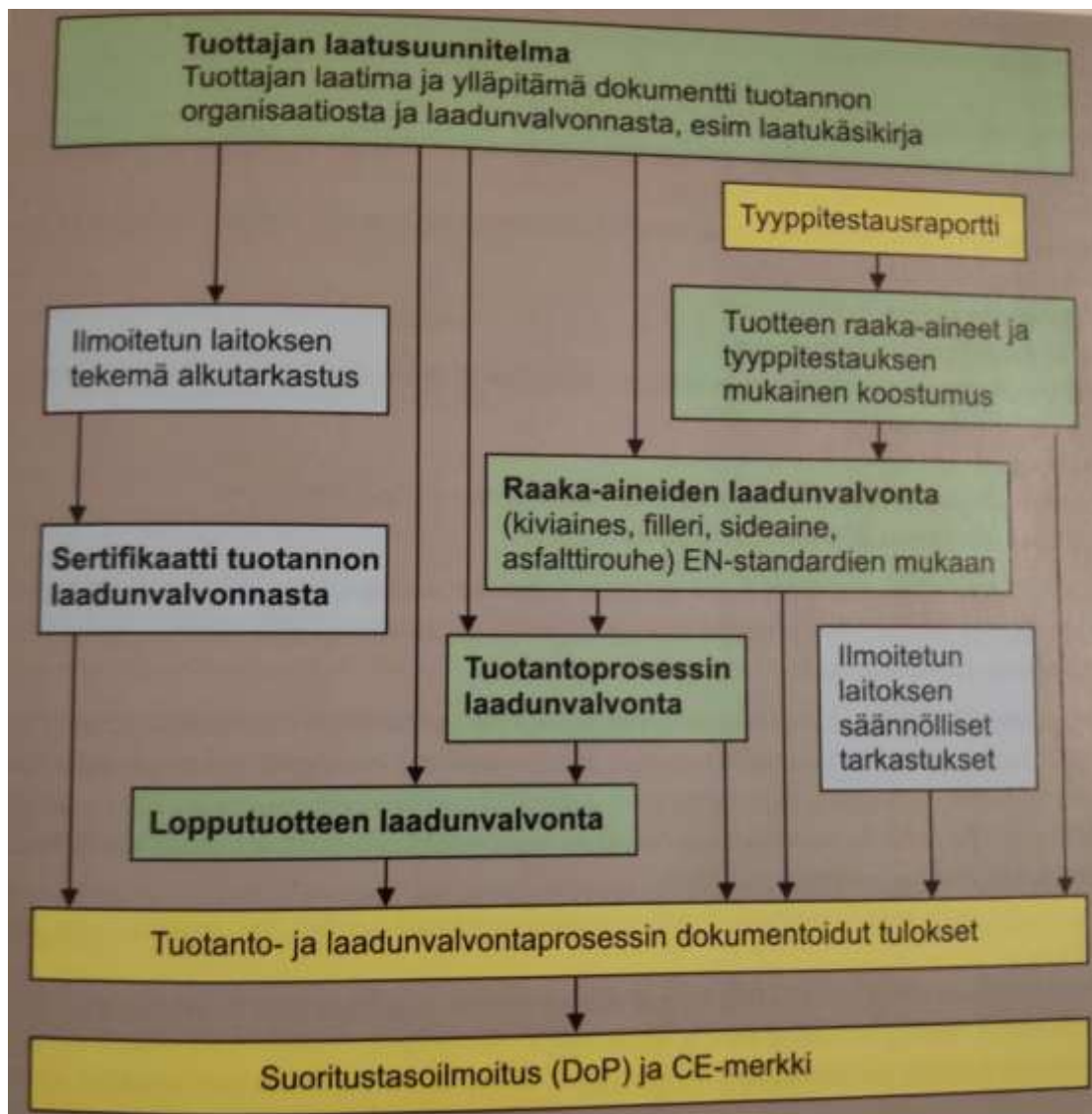
Yleensä valvoja täyttää jokaisesta työmaakäynnistä valvontalistaa. Silloin työmaakäynnistä jää tietoa kirjallisesti. Puutteita tai havaintoja yleensä täydennetään kuvien kera. Näistä kootaan dokumentti, jossa on kaikki tiedot valvontakäynnistä ja sen tapahtumista. Rambollilla on tällä hetkellä valvontalista, jota kehitellään sähköiseksi osaksi muita olemassa olevia järjestelmiä, jotta kokonaisuus saataisiin tulevaisuudessa osaksi yhteistä digitalisaatiota.

Valvonta lähtee liikkeelle asfalttimassan teosta. Jotta tiedetään, että mitä pitää valvoa, pitää sopimusasiakirjoissa laatia vaatimukset. *”Asfaltin raaka-aineiden, asfalttimassojen ja päällysteiden vaatimukset asetetaan valitsemalla kohteessa tarvittavat ominaisuudet Asfalttinormeista”* (PANK ry 2017, 16). Vaatimukset asetetaan sen mukaan mitä valmiille päällysteelle kohteessa edellytetään. Päällysteestä halutaan mahdollisimman pitkäikäinen, mutta sitä ei tietenkään haluta yli-imitoitaa, jotta hinta ei nouse liian isoksi. Suurin vaikutus päällysteelle ja sen kulumiselle tulee liikennemääristä ja varsinkin raskaista-ajoneuvoista.

### 4.2 Työvaihekohtainen valvonta

*”Valvoja antaa valtuuksiensa puitteissa urakoitsijalle sopimusasiakirjojen selväntämistä koskevia ja työ suoritukseen liittyviä ohjeita, joita urakoitsijan tulee noudattaa”* (Rakennustietosäätiö 2013). Ohjeet, luvat tai määräykset pitää antaa kir-

jallisesti tai ainakin merkitä ne työmaakansioon, jotta mahdolliset ohjeet tai muutokset jäävät voimaan ja myöhempien selvitysten tai riitojen takia ne ovat merkattu johonkin ylös. Valvoja antaa työtä koskevat huomautukset yleensä suoraan työnjohdolle. Valvojan tehtävä ei ole johtaa työmaata urakoitsijan puolesta. Tarkoituksena on, että valvoja käyttää valtuuksiaan viivytyksettä virheellisen työn estämiseksi. Lisäksi valvojan on pidettävä tilaaja tietoisena työmaan edistymisestä ja muista tapahtumista, jotka ovat merkityksellisiä työmaan ja työn kannalta. (Rakennustietosäätiö 2013.)



Kuvio 1. Asfalttimassan tuotannonaikainen laadunvalvonta (PANK ry 2017, 31)

Päällystystyömaan valvonta on muutakin kuin vain työmaavalvontakäynti. Kuten yllä olevassa kuviossa on esitetty, valvontaan kuuluu myös tuotantoaikaista laadunvalvontaa. Raaka-aineet pitää olla EN-standardien mukaisia ja tyyppihyväksyttyjä. Oikeanlainen massa ja sen valmistusprosessi vaikuttaa suuresti lopulliseen laatuun ja tulokseen. Urakoitsijan edustaja, valvoja tai työtä tekevät henkilöt eivät pysty varmuudella toteamaan tai huomaamaan, onko asfalttimassan valmistus onnistunut täysin oikein. Tästä syystä johtuen välillä asfalttimassasta otetaan laboratoriota varten testi tuloksia, jotta voidaan todeta massan täyttävän laatu ja reseptin vaativat määräykset. Valvojien pitää myös välillä käydä asfaltti-asemilla tarkastamassa massan valmistusprosessia. Samalla tutkitaan ja tarkastetaan, että CE-merkinnät ovat kunnossa ja asfalttiaseman vaakojen kalibrointitodistukset ovat kunnossa. Yllä oleva kuva havainnollistaa asfalttimassan tuotantoaikaista laadunvalvontaa ja CE-merkinnän saamista (PANK ry 2017, 31).

Asfalttimassa saapuu työmaalle massa-autoilla. Niiden merkinnät sekä varoitus- ja huomiovarusteiden pitää olla kunnossa. Lähes poikkeuksetta tietä ei pystytä ikinä täysin sulkemaan muulta liikenteeltä tai tien käyttäjiltä, joten kaikkien tienkäyttäjien ja työntekijöidenkin kannalta pitää varmistua laitteiden toiminnasta ja turvallisuudesta. Massa-autoille on säädöksiä, millä pyritään parhaimpaan mahdolliseen lopputulokseen valmiin asfaltin kannalta. Valvoja tarkastaa, että massa-autot ovat määräysten mukaisia. Lajittumia halutaan välttää, joten normaalin sora-auton lavalla ei voi kuljettaa asfalttimassaa. Lämpöeristyksen pitää olla riittävä, jotta massan lämpötila ei pääse putoamaan liikaa, ennen sen käsittelyä levittimellä.

Levitin vastaan ottaa asfalttimassan ja levittää sen tien pintaan esitiivistäen sen ennen jyräystä. Ennen levitystä pitää kuitenkin varmistua, että alusta mille massa levitetään, on kunnossa. Laattapäällystyksessä vanha kulutuskerros on jyräytetty pois ja sen tilalle levitetään uusikerros. Alusta pitää olla harjattu puhtaaksi pölystä ja irtokivistä. Sen jälkeen siihen levitetään liimakerros, jotta uusiasfaltti varmasti pysyy vanhan päällä. Liimauksessa valvojan pitää tarkastaa yllä mainitsemat asiat, lisäksi varmistaa, että liima ehtii hieman kovettua ennen kuin siihen levitetään uusimassa. Vaihtoehtoisesti seuraavaksi yleisin tapa on rem-menetelmä.

Silloin vanhaa kulutuskerrosta kuumennetaan grilliautoilla riittävän korkeaan lämpötilaan, jotta se sekoittuu hyvin uuden massan kanssa. Kyseisessä menetelmässä valvojan pitää varmistaa, että lämpötila kuumennuksessa on riittävä.

Levityksessä on myös muita asioita, mitkä valvoja tarkastaa. Esimerkiksi levittimen asetukset, millä hienosäädetään valmiin tien kallistuskulma. Levittimenpe-  
rän kierukat pitää olla riittävän pitkät ja lähellä reunaa, jotta lajittumia ei pääse tapahtumaan myöskään tässä työvaiheessa. Varsinaisessa tiivistyksessä eli jyräyksessä yliajokerrat ajoitettuna massan lämpötilaan ovat kriittisiä. Ensimmäi-  
nen yliajokerran pitäisi tapahtua mahdollisimman nopeasti ja lähellä levitintä sitä  
mukaan, kun uutta massaa levitetään. Loppujyräyksessä taas päinvastaisesti  
massan pitää antaa jäähtyä tarpeeksi, ennen kuin suoritetaan viimeinen jyräys.  
Tämä kaikki pitäisi vielä suorittaa oikeaoppisesti jyräyskaaviota noudattaen.

#### 4.3 Turvallisuuteen liittyvä valvonta

*”Työmaan turvallisuuden valvonnan tarkoituksena on varmistaa, että työstä ei aiheudu vaaraa työntekijöille eikä ulkopuolisille, ja että vahinkojen estämisestä on huolehdittu”* (Rakennustietosäätiö 2013). Työmaalle pitää nimittää turvallisuus-  
koordinaattori, useasti kyseistä virkaa hoitaa valvoja. Valvoja valvoo, että jokai-  
nen työmaalla liikkuva työntekijä käyttää henkilökohtaisia suojarusteita. Lain  
mukaan jokaisella työntekijällä pitää olla myös näkyvillä oleva yksilöivä henkilö-  
tunniste. Lisäksi turvallisuuden valvontaan liittyy ympäristön valvonta. Siihen liit-  
tyy työmaan ja sen ympäristön yleisen turvallisuuden seuranta. Valvotaan palo-  
turvallisuutta ja vahingonteon estämiseen liittyviä toimia. (Rakennustietosäätiö  
2013.)

Työmenetelmät eivät saa aiheuttaa ympäristölle vahinkoja. Asfaltti mitä ei tiivistetä tien pintaan, luokitellaan ongelmajätteeksi. Joskus asfalttimassaan sekoittuu  
hieman isompia kiviä, jotka aiheuttavat monesti lajittumia. Ne huomataan yleensä  
heti levittimen jälkeen, kun uuteen päällysteeseen tulee epäkohta. Lajittunut  
kohta tai liian suuret kivet pyritään poistamaan heti. Lajittunut kohta lapioidaan  
pois ja siihen lisätään uutta massaa ennen jyrän ylitystä. Ylimääräiset massat

voidaan varastoida väliaikaisesti tien sivuun, mutta ne pitää kerätä sieltä pois ennen työmaan valmistumista.

Asfaltointityö on luokiteltu lainsäädännössä vaaralliseksi työksi, koska se tehdään yleensä liikennealueella. Onnettomuuksia sattuu nykyään onneksi todella harvoin, mutta ne voivat olla seuraamuksiltaan erittäin vakavia. Tiellä työskennellessä vaarat eivät kosketa pelkästään työntekijöitä, huomioon pitää ottaa myös muut tien käyttäjät. Molemmat osapuolet aiheuttavat vaaraa ja riskejä toisilleen. Jotta vaaroja ja riskejä pystytään minimoimaan, laaditaan jokaiselle päällystystyömaalle erikseen liikenteenohjaussuunnitelma. (PANK ry 2018f, 10–11.)

Liikenteenohjaussuunnitelmassa on merkittynä kaikki työmaan erityisjärjestelyt liikenteen osalta. Siitä löytyy liikenteenohjaajan, sulkuaitojen, kaistojenjakajakarttioiden ja liikennemerkkien sijainnit ja mitä ne ovat. Valvojan pitää tarkastaa, että työmaalla kaikki liikenteenohjaussuunnitelman merkinnät ovat toteutettuna myös itse työmaalla. Oikein toteutettu liikenteenohjaus vähentää huomattavasti onnettomuusriskiä. Sillä silloin muut tienkäyttäjät tietävät, miten työmaalla pitää ajaa ja mitä nopeuksia noudattaa. Vaikka kaikki liikennemerkkit on laitettu oikein, ei siitä huolimatta kaikki noudata niitä. Tästä johtuen työntekijöiden pitää aina seurata muuta liikennettä työtä tehdessään. Viime vuosina saattoauto on yleistynyt asfaltityömailla, sen avulla pystytään varmistamaan, että muut autoilijat noudattavat nopeusrajoituksia ja seuraavat autoletkaa oikein.



## 5 DIGITALISAATIO

### 5.1 Digitalisaatio yksinkertaisuudessaan

Digitalisaatio tai digitalisoituminen voi olla vaikea asia ymmärtää, sillä sen voi käsitellä monella eri tavalla. Siihen ei ole yhtä ja ainutta oikeaa ja helppoa vastausta. Yksinkertaisuudessaan kyse on digitaalisen tietotekniikan yleistyminen eri asioissa tai toiminnoissa (Wikipedia 2019). Kyse on siis tiedon virtaamisesta eri laitteiden tai osapuolien välillä sähköisesti (Heilä 2018, 6). Tiedon siirtymiseen voi käyttää esimerkiksi internet-, Bluetooth-, radio- ja satelliittiyhteyksiä. Eri laitteet voivat kommunikoida keskenään käyttäen jotain yllämainitsevista vaihtoehdoista.

Yleensä tieto kootaan kuitenkin johonkin yhteiseen paikkaan, kuten internetin pilvipalveluihin tai ohjelmistoon, jossa kaikki halutut osapuolet pääsevät käsiksi haluttuun tietoon tai dataan. Nykypäivänä lähes kaikilta löytyy matkapuhelin, missä on jatkuvasti toimiva internetyhteys. Se nopeuttaa ja tekee asioita helpommaksi, sillä tieto on saatavilla helposti ja nopeasti aina kun sitä tarvitsee.

Digitalisaatio lähtee liikkeelle siitä, kun esimerkiksi asiakirjat ja suunnitelmat ovat sähköisessä muodossa. Niiden tietojen pohjalta luodaan suunnitelmia tai tietomalleja. Digitalisaation avulla voidaan esimerkiksi helposti lähettää ja vastaanottaa sekä muokata jo olemassa olevia suunnitelmia. Digitalisaation paras hyöty tulee prosessin automatisoimisesta ja tehostamisesta (Heilä 2018, 7).

Nykypäivänä digitalisaatioon halutaan kaikki mahdollinen tieto ja data sähköisenä. Työkoneiden ja anturoiden data sekä asiakirjojen halutaan löytyvän samasta paikasta tai yhteisestä järjestelmästä. Esimerkiksi rakennusosalalla on nykyään käytössä paljon erilaisia digitaalisia työkaluja, kuten matkapuhelimeen ladattavia sovelluksia, vaikka turvallisuuden tai työvaiheiden seurantaan. Projektit missä on käytössä erilaisia sähköisiä tiedonkeruumenetelmiä, niistä katoaa hyöty, jos kaikki materiaali ei ole sähköisenä.

Hyvänä esimerkkinä voidaan käyttää jotain listaa vaikkapa työvaiheiden tarkasteluun tai valvontaan. Kyseinen lista on tehty tietokoneella sähköiseksi, minkä

jälkeen se tulostetaan paperille ja joku täyttää sen työmaalla. Tämän jälkeen kyseinen henkilö toimittaa listan toiselle henkilölle paperisena. Hän voi vaihtoehtoisesti itse täydentää sen takaisin sähköiseen muotoon tietokoneella, ennen kuin lähettää sen seuraavalle osapuolelle. Digitalisaation tarkoituksena on välttää turhaa työtä sekä nopeuttaa ja yksinkertaistaa sitä, koska tunnetun sanonnan mukaan aika on rahaa. Vaihtoehtoisesti listan luonut henkilö täydentää sitä tietokoneella, tabletilla tai puhelimella suoraan työmaalla. Sen jälkeen henkilö lähettää listan suoraan sähköisenä seuraavalle osapuolelle. Kyseisessä tilanteessa välteetään turha tulostustyö ja uudelleen täyttäminen. Työvaihe nopeutuu ja yksinkertaistuu, kun se hoidetaan alun perin suoraan sähköisesti.

## 5.2 Digitalisaatio rakennusalaalla

Rakennusala on siirtymässä kovaa vauhtia kohti digitalisaatiota. Perinteisiä ongelmia on jo onnistuttu ratkomaan älykkään teknologian avulla, kuten aikataulusta ja tavarantoimitusten odottelua on saatu vähennettyä. Työmaiden toiminta tehostuu älykkäiden teknologioiden avulla. Päätöksenteko helpottuu ja nopeutuu, mikä tuo selvää säästöä. Digitalisaation liittyy oleellisesti kaikki mahdollinen, missä sitä voidaan hyödyntää, kuten rakennuskoneissa ja -laitteissa. Laitevuokraus voidaan hoitaa kokonaan sähköisesti ja samalla liittää niihin älykästä teknologiaa. Sen avulla voidaan seurata koneiden käyttöä ja suunnitella niille reaaliaikaisesti mahdollisia huoltoja. Sen avulla turhat laitehuollot tai odotusaika vähentyy. On myös tehty ja toteutettu pilottihanke, missä työkalujen sijaintia työmaalla jäljitettiin Bluetooth-teknologian avulla. Asia voi kuulostaa pieneltä ja turhalta, mutta testitulosten mukaan asia tehosti työskentelyä. (Hauhio 2018, 2.)

Rakentaminen digitalisoituu, mutta mikä konkreettisesti tulee muuttumaan työmaalla ajansaatossa, on vielä iso kysymys vailla vastausta. Lisätty todellisuus, mallintaminen ja tekoäly muuttavat rakennustyömaan arkea, mutta kehitystyötä tarvitaan vielä todella paljon. Robotit tai työntekijän älylaseihin tuleva tieto eivät ole kuitenkaan ensimmäinen digitalisaation päämäärä. Lisäksi tekoälyyn liittyvät digitaaliset toiminnot vaativat todella kattavasti kaiken tiedon digitaalisena. Tulevaisuudessa olisi mahdollista säästää paljon aikaa ja resursseja. Esimerkiksi jos

asukas ilmoittaisi rikkinäisestä ilmastointilaitteesta ja ilmastointilaite pystyisi kommunikoimaan asentajalle, mikä osa laitteessa on rikki, jotta asentajan tullessa paikalle, hänellä on oikeat työkalut ja vaihto-osat mukana. (Mölsä 2018b, 14.)

KIRA-digi-hankkeessa on kehitetty ideoita, jotka ovat jo käytössä tai voisivat tulla pian käyttöön. Tietomallinnus on avainasemassa tässä tapauksessa. Työntekijät käyttävät vielä paljon paperisia piirustuksia, mutta vaihtoehtoisesti kuvat tai tietomallit voisi löytyä suoraan älypuhelimesta tai tabletista. Tulevaisuudessa työntekijän pitäisi osata tulkita BIM-mallia ja katsoa siitä esimerkiksi porattavien reikien paikat. Siitä voisi löytyä myös oikea työjärjestys, joka vähentää virheitä ja nopeuttaa tekemistä. (Mölsä 2018b, 14.)

Rakennusajan puolittuminen voisi olla mahdollista jo nyt digitalisaation avulla. Rakennusallalle halutaan siis uutta ja tehokkaampaa toimintamallia. Rakennusallalle suunnitellaan alan yhteistä visioita vuodelle 2030, hanketta kutsutaan nimellä Visio 2030. Sen tavoitteena on myös lisätä rakennusalan luotettavuutta ja läpinäkyvyyttä uudistamalla johtamiskäytäntöjä. Lisäksi halutaan ottaa käyttöön uusia digitaalisia työkaluja ja prosessiopeja Visio 2030 hanketta lähdettiin suunnittelemaan, koska nykyistä tilannetta rakennusallalla on moitittu heikosta laadun ja tuottavuuden kehityksestä. (Törmänen 2018.)

Hankkeessa on todettu, että jopa 70 prosenttia työntekijän ajasta saattaa mennä hukkaan edellisten työvaiheiden takia. Siihen liittyy huono suunnittelu ja aikataulutus. Lisäksi materiaalin odotteluun ja asioiden selvittelyyn voi kulua huomattomasti paljon aikaa. Tuomalla kyseisiin asioihin erilaisia digitaalisia työkaluja ja niitä kehittämällä pystytään parantamaan suunnittelua, rakentamista ja luotettavuutta. Kaikki edellä mainitut heijastuvat suoraan lopputulokseen, jonka pitäisi olla laadukas. Lisäksi työmaan olisi tarkoitus valmistua ajallaan ja budjetissa. (Tiusanen 2018.)

### 5.3 Digitalisaatio mukaan elinkaareen

Rakennusala kehittyä tällä hetkellä enemmän kuin koskaan aiemmin. Mobiiliteknologia, lisätty todellisuus, mallinnukset ja dronet avaavat tällä hetkellä paljon uusia mahdollisuuksia tilaajille, urakoitsijoille ja valvojille. Yksinään mikään edellä mainitsemista asioista ei edistä rakennusalaa, jos niitä ei pystytä hyödyntämään tai yhdistelemään. (Puro 2017.)

Jotta uudet teknologiat saadaan käyttöön ja mukaan digitalisaation kehitykseen, niiden pitää antaa konkreettisia näyttöjä säästöistä, työn tehostamisesta ja luoda parempaa palvelua. Teknologiaa pitää kokeilla ja testata, jotta siitä saa tulevaisuudessa kaikki hyödyt irti. Ohjelmistoala on pystynyt tekemään hyvää työtä eri toimialojen kehittämisessä eri ohjelmistojen avulla. Rakennusalalla on paljon käytössä erilaisia ohjelmistoja, jotka kehittävät liiketoimintamalleja. (Puro 2017.)

Digitalisaatio pitää saada mukaan koko elinkaaren kestävään toimintaan. Esimerkiksi Kone valmisti aikoinaan vain hissejä, mutta nykyään se tarjoaa huoltoa ja ylläpitää hissejä niiden koko elinkaaren ajan. Tämä tarkoittaa asiakkaalle parempaa palvelua ja luo uudenlaisia mahdollisuuksia. Talopuolella on varmasti enemmän erilaisia mahdollisuuksia toteuttaa kyseistä mahdollisuutta, mutta uskon vahvasti, että sitä pystytään hyödyntämään jollain tavalla myös infrapuolella. (Puro 2017.)

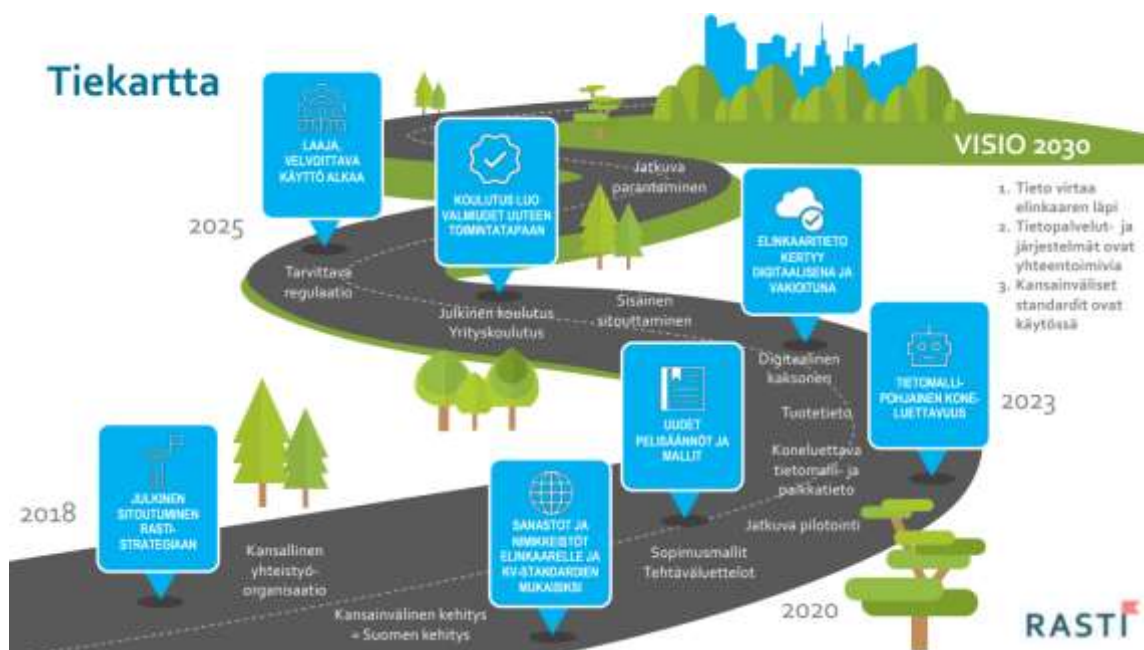
*”Jokainen osapuoli arkkitehdista rakennesuunnittelijaan ja rakennusmestariin riikastaa dataa prosessin edetessä”* (Puro 2017). Tietomallia käytetään monesti alkuvaiheessa suunnitteluun ja mallintamiseen. Se pitää saada käyttöön koko elinkaareen. Esimerkiksi jos maantiehen oikaistaan mutka parantamaan liikenneturvallisuutta, on helpompaa päivittää jo olemassa olevaa tietomallia kuin luoda kokonaan uusi. Sen avulla pystyy rakentamaan, valvomaan ja markkinoimaan lopputuotetta paremmin. (Puro 2017.)

Tieto pitäisi saada virtaamaan elinkaareen, mutta siinä on paljon haasteita. On olemassa noin 150 kappaletta erilaisia rakennetun ympäristön tiedonhallinnan

standardia, joista osa on päällekkäisiä. Standardit ovat niin kotimaisia kuin kansainvälisiä. Prosessien automatisointi ei onnistu, koska tiedon koneluettavuus on heikkoa. Lisäksi tiedonsiirrossa on paljon käsityötä ja tulkintaa. Ihmiset tulkitsevat asioita hieman eri tavalla. Käsityön seurauksena voi syntyä virheitä ja lisäksi se on tehotonta. Samaa tietoa joudutaan luomaan uudestaan, jos tieto ei virtaa eri osapuolten välillä. (Rasti-hanke 2019, 3–9.)

Tietoa on paljon sähköisenä, mutta sitä joudutaan monesti tuottamaan manuaalisesti. Vähitellen siitä siirrytään hybridivaiheeseen, jossa tietoa saadaan koneluettavaksi. Mitä lähemmäs automaattista digitaalista tiedonhallintaa mennään, sitä enemmän hyötyä saadaan digitalisaatiosta. Alustojen ja formaatin pitää olla yhteensopivia, jotta tietoa voidaan käsitellä. Tämä vaihe vaatii uusia standardeja, sovelluksien ja alustojen kehittämistä sekä mahdollisia lakimuutoksia. (Rasti hanke 2019, 7–12.)

Visio 2030, johon siirrytään vähitellen tulevaisuudessa, vaatii rakennetun ympäristön yhteisiä kansainvälisiä standardeja. Pitää pystyä tuottamaan yhteensopivia digitaalisia palveluita ja järjestelmiä. Tiedon pitää virrata esteettä eri osapuolten välillä elinkaareissa. Kuviossa 2 on havainnointia, miten Visio 2030 siirrytään vaiheittain. (Rasti-hanke 2019, 12–21.)



Kuvio 2. Visio 2030 hankkeen tiekartta (Rasti-hanke 2019, 19)

Hyötyjä ovat rakentamisen tuottavuuden ja laadun parantuminen, kun tieto on siellä missä pitää ja koneluettavaa. Resursseja pystytään käyttämään tehokkaammin. Esimerkiksi voidaan eliminoida logistisia ongelmia ja tarpeettomia työvaiheita. Palvelutaso nousee ja käyttäjät ovat tyytyväisiä, kun tieto on osapuolten käytössä tai on mahdollisuuksia löytää tietoa avoimista tietovarannoista. (Rastihanke 2019, 13.)

## 5.4 Digitalisaatio päällystysalalla

### 5.4.1 Nykyiset tiedonkeruumenetelmät

Päällystyössä tai sen valvonnassa ei ole vielä tällä hetkellä käytössä digitaalisia tiedonkeruumenetelmiä kuin aivan nimeksi. Niitä testataan, kehitetään ja pilotoidaan, jotta myös päällystyö ja siihen liittyvät osapuolet pääsevät siirtymään kohti digitalisaatiota. Käytössä on yksittäisiä digitaalisia ominaisuuksia, tietoja löytyy sähköisenä. Varsinaisia työsuorituksia ja niiden datan kerääminen on vielä hyvin alkeellista. Ilman yhteistä järjestelmää niiden tietojen hyödyntäminen ja mahdollinen keskenään kommunikointi ei onnistu. Se tarkoittaa sitä, että päällystysalalla ei voida saada digitalisaation hyviä puolia esille, ainakaan vielä.

Mahdollinen syy digitalisaation puutteelle päällystysalalla on sen vanhanaikaisuus ja itse työmenetelmät. Päällystystekniikka on pysynyt lähes samana siitä asti, kun päällysteitä on tehty. Infrapuolet on tullut paljon uusia digitaalisia toimintoja sekä mallinnusta. Uusia tiehankkeita voidaan tarkastella tietyissä kohteissa jo etukäteen, ennen kuin tietä on aloitettu edes tekemään. VR-lasitekniikkaan yhdistetty tietomalli antaa hyvän ja realistisen kuvan siitä, minkälainen uusi tie tulee olemaan. Päällysteen uusiminen ei varsinaisesti tarvitse kyseistä tekniikkaa, koska tie on jo olemassa, siihen uusitaan vain päällysteen kulutuskerros. Se ei silti tarkoita sitä, etteikö muita digitaalisia toimintoja tai työkaluja voisi tuoda päällystämiseen.

#### 5.4.2 Päälystysalan tuotekehitys

*”Isoin päälystystoimija YIT kritisoi alan tuotekehitystä”* (Häkkinen 2018, 4). YIT:n päälystyssegmentin johtaja Vuorenmaa Heikin mukaan Suomessa on liian vähäistä päälysteiden tuotekehitystä. Yhteisiä tuotekehityshankkeita tarvittaisiin, jotta pystyttäisiin päälystämään enemmän ja edullisemmin. Apu saattaisi löytyä, jos julkinen puoli osallistuisi enemmän tuotekehitykseen. Hänen mielestään kehitystä jarruttaa asfalttinormit ja hankintakäytännöt. Liian tiukat reunaehdot eivät kehitä innovaatioiden syntymistä. Hieman mahdollisuuksia tuotekehitykselle on tuonut monivuotiset palvelusopimukset, varsinkin kun kriteerinä on ollut laatu. (Häkkinen 2018, 4.)

Tanskassa tie- ja katuverkkojen kunto on tärkeämmässä roolissa kuin päälystysmäärät. Ruotsissa on kehitelty ja otettu käyttöön matalalämpöasfalttia. Se valmistetaan samalla tavalla kuin normaali asfaltti, paitsi lämpötilat massalle ovat jopa kymmeniä celsiusasteita pienemmät. Hiljaisen asfaltin hankintamenettely kehitettiin aikanaan siten, että tuotekehitys oli mahdollista. Tosin nykyään hiljaista asfalttia käytetään lähinnä Helsingin kaupungissa. Espoossa testataan hulevesiasfalttia, joten innovaatioita ja kehitysideoita on olemassa. Hyviä esimerkkejä löytyy myös muista maista Suomen pilottihankkeiden lisäksi. (Häkkinen 2018, 4.)

Eniten kehitystä tuntuu jarruttavan tällä hetkellä valtion rahoitus tiehankkeisiin ja sen kunnossapitoon. Suomessa korjausvelka valtion väylillä jatkaa kasvuaan. Lisärahoitusta tarvittaisiin huomattavasti, jotta saataisiin nykyinen korjausvelka kiinni. Pelkästään liikenneinfran rahoituksen määrä pitäisi olla noin 2,3 miljardia euroa vuodessa, kun se tällä hetkellä on noin 1,45 miljardia euroa. Pelkästään perusväylän ylläpitoon pitäisi investoida lähemmäs 1,3 miljardia euroa. Rahan puute ja vähäiset hankkeiden määrät eivät ainakaan kehitä digitalisaatiota päälystys- tai infra-alalla. (Kuittinen 2019, 10.)

Liikenneviraston eli nykyisen Väyläviraston painopiste on kehittää päälystysprosessin digitaalisuutta. Viraston päälystystöiden hankinnan asiantuntija Katri Eskolan mukaan tuotekehitys ei ole yhtä synkässä valossa kuin Vuorenmaan Heikin

mukaan. Väylävirastolla on käynnissä digitalisaatiohanke, joka on kolme vuotinen. Se koskee päällysteiden suunnittelua ja toteutusta. Eskolan mukaan sen tuloksena saadaan tehostettua päällystystoimintaa. Liikenneviraston teettämä tutkimus elinkaari tehokkaasta tienpäällystyksestä valmistui Aalto-yliopistossa. Joten vaikuttaa siltä, että digitalisaatio on todella tulossa mukaan päällysalalle muutaman vuoden sisään. (Häkkinen 2018, 4–5.)

Tuotekehityskulttuuri on selvästi muuttunut päällystysalalla. Aikaisemmin tuote kehityshankkeita rahoitettiin yhdessä eri päällystetoimijoiden kanssa Jämsän Heikin mukaan Infra ry:stä. ”–Tuotekehitykselle ei luoda edellytyksiä silloin, kun kilpailuttamis- ja valintaperusteena on hinta” (Häkkinen 2018). Nykyään Väylävirasto on kiinnostunut myös päällystämisen CO<sub>2</sub>-kokonaispäästöistä ja hiilijalanjäljestä. Lisäksi on ollut pilottihanke muun muassa jyrien päällysteen tiivistymistiedon keräämiseksi. (Häkkinen 2018, 4–5.)

#### 5.4.3 Tiedonkeruuta tarkasteleva pilottihanke

Kesällä 2018 heinä- ja elokuun välisenä aikana toteutettiin huolellisesti suunniteltu päällystyskoetie. Kohde oli maantie 140 Orimattilassa. Yhdeksän päivän aikana testattiin uusia mahdollisuuksia teknologiassa asfaltin tiivistystyön seurantaan, raportointiin ja laadun varmistamiseen, osana digitalisaatiota. ”Asfaltin riittävä ja tasalaatuinen tiiviys on sen kestävyysden tärkeä laatumittari” (Eskola 2018). Perinteisesti on jälkikäteen todennettu asfaltin riittävä tiiveys poranäytteillä laboratoriossa. Porausreiät ovat valittu tietyistä kohdista uudesta pinnoitteesta pitkällä päällystyskohteella. Niiden perusteella on aikaisemmin arvioitu koko kohteen onnistumista. Tämän takia Väylävirasto tutkii nyt erilaisia vaihtoehtoja, jotta saataisiin riittävä varmuus koko asfaltin tiiveydestä. (Eskola 2018.)

Kohteessa järjestettiin siis kokeilu jyrille, johon kutsuttiin osallistujiksi eri yrityksiä, jotka ovat kehittäneet automaattisesti tapahtuvaa mittausta niille. Kyseinen teknologia on ollut käytössä jo jonkin aikaa tiiveyden seurannassa, mutta lähinnä sitomattomien kerrosten tiiveydelle. Asfaltin tiiveysasteen seuranta tuo haasteita, koska oikeanlainen tiiveysasteen saavuttaminen riippuu myös tiivistyslämpötilasta. (Eskola 2018.)



Digihanke osoittaa, että mahdollisuuksia digitalisaation kehitykselle on myös päällystyspuolella. Tampereen yliopistolla tutkitaan ja verrataan jyrien dataa poranäytteisiin. Tavoite on selvästi arvioida, voidaanko jyristä kerätä tietoa päällysteen laadun toteamiseen työtä tehdessä. Eri yritykset toivat omaa mittausteknologiaa edustavan jyränsä kohteelle sovittuna päivänä. Jokainen testi ei onnistunut halutulla tavalla ja dataa ei saatu talteen. Siirryttäessä kohti digitalisaatiota isompi kysymys lieneekin se, että miten jyrien tuottamaa dataa voidaan hyödyntää fiksimusti, jotta se ei ole vain irrallista dataa siinä missä muutkin? Testissä käytettiin jyrien teknologioiden lisäksi myös maatutkaa, lämpökameraa ja poranäytteitä. Tietojen arviointi ja tulkinta vie oman aikansa, mutta tulevaisuus näyttää, saadaanko se osaksi päällystysalaa. (Eskola 2018.)

#### 5.4.4 Tiedonkeruu digitaalisesti työmaavalvonnassa

Työmaavalvonta saattaa helpottua tai painopiste valvottavissa asioissa muuttuu, varsinkin jos riittävä tiiveys pystyttäisiin varmistamaan suoraan jyrien datasta. Päällystystyössä on käytössä Autori-ohjelmisto, johon levitin syöttää tarkkaa tietoa uuden päällysteen massasta, leveydestä ja paksuudesta. Autori-ohjelmisto on riippuvainen GPS-paikannuksesta, se liittyy oleellisesti tierekisteriin. Tierekisteriin pitäisi saada lisättyä myös jyrien tuottama data. Lisäksi kaikkien eri vaiheiden data pitäisi olla yhteensopivaa ja tietokone luettavaa. Sillä pystytään minimoimaan ihmisten tekemien tulkintojen vaikutuksia, jotka voivat olla virheellisiä tai ainakin ne ovat monesti hieman erilaisia.

Professori Punkki Jounin mukaan betonia voidaan hienosäätää työmaalla, jotta voidaan hallita mahdollisten odotusten aiheuttamat muutokset, jotka liittyvät oleellisesti suoraan tuotteen laatuun. Jatkuvatoiminen mittaaminen automaattisesti on teknologiaa, joka on jo käytössä joillakin aloilla. Automaattisen mittaamisen hyödyt parantavat tuotteen laatua, sekä sen kustannustehokkuutta. Jokaisesta annoksesta saadaan mittaustuloksia, joita voidaan hyödyntää monipuolisesti. (Mannila 2018, 9.) Betonipuolella mietitään kyseisen teknologian saamista käyttöön, omasta mielestäni sitä pystyisi hyödyntämään jollain tavalla massa-autojen asfaltin lämpötilan ja laadun seurannassa.

Työmaiden laadunvalvonta tuntuu paisuvan, se pitäisi saada järkevöityä. Dokumenttien on vaadittu olevan paperikansiossa. Tarkoitus on päästä eroon niistä ja saada kaikki dokumentit lähtökohtaisesti suoraan sähköisiksi, jotta paperikansioista päästään eroon. *”Tuotannossa olisi mahdollista hyödyntää yhä enenevässä määrin dokumentaation sähköistämistä sekä erilaisia digitalisoituja apuvälineitä, mutta tällä hetkellä ne ovat pitkälti vain työmaalla tapahtuvan havainnoinnin apuvälineitä”* (Mölsä 2018a, 15). Paperisista muistilapuista on siirrytty lähinnä digitaalisiin muistilappuihin. Lähtökohtaisesti tämänkaltaisista ajatustavoista pitäisi ehdottomasti päästä eroon. (Mölsä 2018a, 15.)

Firan kehitysjohtajan Alhavan Oton mukaan rakennusvaiheessa menetetään valtavasti dataa, jota voitaisiin hyödyntää rakennusvaiheessa. Hänen esimerkkinsä mukaan betonin kuivumisen hallinnassa ihminen menee työmaalle mittarin kanssa ja tekee havaintonsa paperille. Esitys on yleensä kertakäyttöinen kyseisestä tiedosta. Data on lisäksi pistemäistä ja keräämisen isoin kulu on raportointityö. (Huusko 2019, 9.)

Päällystystyömaalla valvoja seuraa päällysteen lämpötilaa, koska se on kriittinen tekijä lopputuotteen laadun kannalta. Lämpötiloja otetaan ylös ja merkitään valvontalistaan. Vaihtoehtoisesti lämpömittari voisi lähettää tiedon sähköisesti suoraan valvontalistaan, jonka pitäisi olla myös sähköisenä. Siihen voitaisiin lisätä mahdollinen data myös levittimestä ja jyristä. GPS-koordinaattien avulla data pystytään sitomaan tarkasti kyseiseen kohtaan. Mahdollisen laatupoikkeaman kohdalla olisi tällöin helpompi selvittää, onko ongelma johtunut esimerkiksi liian myöhäisestä tiivistämisvaiheesta vai onko massan lämpötila ollut liian alhainen, ennen kuin se on saapunut työmaalle.

Yleensä päällystystyömaan valvoja toimii myös turvallisuuskoordinaattorina ja hänen tehtävänsä kuuluu työmaan yleinen sekä työntekijöiden ja muiden tienkäyttäjien turvallisuus. Turvallisuuden valvonta pitäisi ehdottomasti olla mukana valvontalistaa. Mikäli tulevaisuudessa valvontalistaan saadaan mukaan työkoneiden, massa-autojen ja valvojan tuottama data, se toisi alaa huomattavasti eteenpäin. Digitalisaatiota kohti siirryttäessä kaikki pitäisi saada samojen standardien alle ja yhteiseen järjestelmään. Kuvat, kommentit, puutteet ja oikeat suoritukset

pitää pystyä sitomaan GPS-koordinaattien avulla kohteessa tarkasti. Jälkikäteen ei pitäisi tulla epäselvyyksiä, kun pystytään todentamaan onnistuneet tai epäonnistuneet työvaiheet tai suoritukset. Ennen kuin kyseiseen vaiheeseen päästään, se vaatii paljon kokeiluja ja testauksia. Päälystysalalla on suuria potentiaalisia mahdollisuuksia siirtyä kohti digitalisaatiota, vaikka itse työmenetelmät eivät ole varsinaisesti aikojen saatossa muuttunetkaan.

Infrapuolella käytetään paljon erilaisia pistedataan liittyviä kameroita hyödyksi. Esimerkiksi ratapuolella junan keulaan yhdistetään kamera, joka tuottaa pistepilveä radan varrella olevista puista. Tällöin voidaan tarkastella, missä kohtaa kunnossapidon pitää karsia oksia, jotta ongelmia ei pääse syntymään. Ilmakuvausta esimerkiksi droneilla käytetään hyödyksi alueiden hahmottamiseksi ja virtuaalisen todellisuuden lähtöaineeksi. Kyseisiä ominaisuuksia pystyisi tuomaan myös päälystysalalle. Uuden asfaltin teko vaatii kuitenkin lähitarkastelua, joten valvoja ei voi tulevaisuudessakaan olla konttorissa ja lentää dronella työmaa-alueella tarkastellen laatua.

Työkoneiden tuottama data voisi olla riittävä todentamaan asfaltin laadun, joten dronen avulla pystyisi tarkastamaan silloin vain turvallisuuteen liittyviä puutteita, kuten esimerkiksi henkilökohtaisten suojarusteiden käyttöä ja liikenteenohjaussuunnitelman oikeellisuutta. Valvojan rooli on kuitenkin havainnoista ilmoittaminen urakoitsijalle ajoissa mahdollisten virheiden minimoimiseksi ja ennaltaehkäisemisen kannalta, joten kaikkia työsuorituksia ei voi viedä suoraan etätehtäviksi. Paikalla tarvitaan fyysisesti valvojaa, joka pystyy kommunikoimaan urakoitsijan kanssa. Kohti digitalisaatiota siirryttäessä pitääkin löytää tasapaino digitaalisista työkaluista ja palveluista.

## 6 JÄRJESTELMÄT

### 6.1 Nykyiset käytössä olevat järjestelmät

Jokaisesta päällystystyömaan kohteesta on paljon asiakirjoja ja tietoa, kuten missä tahansa muustakin projektista. Näitä tietoja ja asiakirjoja varten pitää olla järjestelmiä, johon tiedot ja asiakirjat syötetään digitaalisena, jotta ne on kaikkien niitä tarvitsevien osapuolten saatavilla. Nykyään ongelma on liian monta erillistä järjestelmää tai ohjelmistoa. Niissä on tiedot hajautettuna tai linkitettynä liian moneen eri järjestelmään.

ELY-keskuksen päällystystyömaista luodaan jokaista päällystystyömaata varten työmaakansio järjestelmään, jota kutsutaan portaaliksi. Sinne haetaan tiedot muun muassa YHA-järjestelmästä, mikä kattaa tiedot alku- ja loppupaalusta. Eli se kertoo kohteen tarkan sijainnin tieverkostossa. Siellä on myös tieto, kuka urakoitsija on saanut kohteen hoidettavakseen. Lisäksi tarkemmat tiedot mistä hoitourakasta on kyse. Ne jaetaan maakuntien mukaan. Yllä mainituista järjestelmistä tulee tiedot sen jälkeen Harja-järjestelmään. Harja järjestelmä on hoidon ajantasainen raportointijärjestelmä alusta. Se on tarkoitettu kunnossapitoa, toimenpide-, kustannus-, turvallisuusseurantaa ja laskun maksamista varten. Järjestelmän heikko kohta on siinä, että sinne pystyy syöttämään tietoja käsin työvaiheista riveittäin ja yksitellen. Tiedot tallennetaan ja ne siirtyvät YHA-järjestelmään. (Himmi 2019.)

ELY-keskuksella ja Liikennevirastolla, joka tunnetaan nykyään nimellä Väylävirasto, on käytössä Sampo-järjestelmä. Kyseiseen järjestelmään ilmoitetaan, kun kohde on valmis. Ilmoituksen jälkeen Harja-järjestelmä sulkeutuu ja poistuu käytöstä kyseisen kohteen osalta. Siitä on tullut ongelmia, kun on jälkikäteen tehty takuukorjauksia tai yritetty tarkastella kohdetta, joka on valmistunut esimerkiksi muutama vuosi sitten. (Himmi 2019.)

Yhteisen järjestelmän ja digitalisaation kannalta tässä kohtaa on jo yksi iso heikko kohta. Tiedot on hajautettu liian monen eri järjestelmän kesken ja tiedot siirtyvät järjestelmistä toisiin. Tilanne voisi olla yksinkertaisempi ja kaikki olisivat yhdessä

järjestelmässä tai korkeintaan kahdessa tai kolmessa eri järjestelmässä, sillä tässä ei ollut edes kaikki mahdolliset ohjelmistot tai järjestelmät. Niitä on olemassa ja käytössä vielä useampia. Nämä ovat niistä oleellisimmat. (Himmi 2019.)

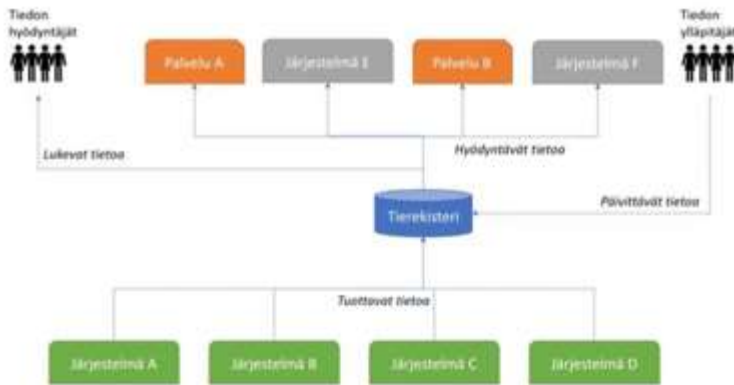
Digitalisaation kannalta ajatellen, kun joskus siirrytään käyttämään sen tuomia palveluita, työkaluja ja ratkaisuja, pitää edellä mainittujen asioiden olla kunnossa. Järjestelmän pitää pysyä aktiivisena paljon pidempään, jotta kohteen tarkastelu onnistuu yksityiskohtaisesti vielä vuosien jälkeen sen valmistuttua. Tarkoituksena on kerätä tietoa ja dataa vanhoista urakoista seuraavia varten, jotta mahdolliset ongelmat ja jo löydetty ratkaisut voidaan hyödyntää myös seuraavalla kerralla.

## 6.2 Järjestelmien yhtenäistäminen tulevaisuudessa

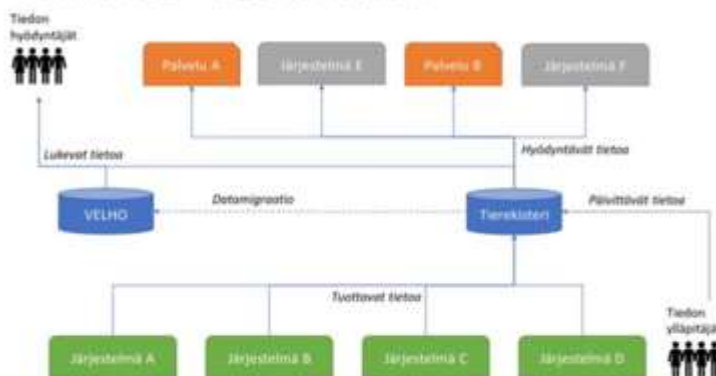
Vanha tierekisteri korvataan tulevaisuudessa tiestötietojärjestelmällä. Tierekisteri on tuttu järjestelmä suunnittelijoille, urakoitsijoille ja konsulteille. Uusi tiestötietojärjestelmä mahdollistaa uusia tapoja tiedon keruulle, laajempaa tietosisältöä ja niiden tietojen paremman hyödyntämisen. Väylän kehittämispäällikkö Kallio-laakso Jaanan mukaan: *”Kun teiden suunnittelussa tilaaja, suunnittelija, konsultti tai Väylän tai ELY-keskuksen virkailija tarvitsee tietoa tietyn valtatie maapohjasta tai liito-oravien levinneisyydestä alueella, tietoa kyllä löytyy. Mutta se on koottava useasta eri lähteestä ja voi olla taltioituna paperille, muistitikulle tai sähköisiin tiedostoihin pitkien polkujen uumeniin”* (Väylä 2019a). Lisäksi tieto voi olla jäsennehtynä hyvin monella eri tavalla. Tieto voi olla muun muassa tekstiä, karttoja tai numeroita. Haaste hidastaa tiedon hakua ja se vie aikaa myös urakoitsijalta, kun rakennustyöt käynnistyvät. (Väylä 2019a.)

Väyliä koskeva tieto digitalisoituu kovaa vauhtia. Tietomallintaminen, koneohjaus ja toteumatietojen keräys lisääntyy. Lisäksi väylien kuntotietoja pystytään tuottamaan monipuolisemmin ja reaaliaikaisemmin. Tarvitaan kokonaisuus, millä hallita ja ymmärtää väylän koko elinkaari, jotta kehitys saadaan hyödynnettyä. Tätä varten on kehitetty Velho-allianssihanke, jossa nykyinen tierekisteri yhdistetään ja uudistetaan. Myös rata- ja vesiväylät tulevat mukaan tiestötietorekisteriin. Tarkoitus on liittää mukaan suunnittelu- ja toteumatietovarasto. Karttuva tieto kohdetta rakennettaessa on toteumatietoa. (Väylä 2019a.)

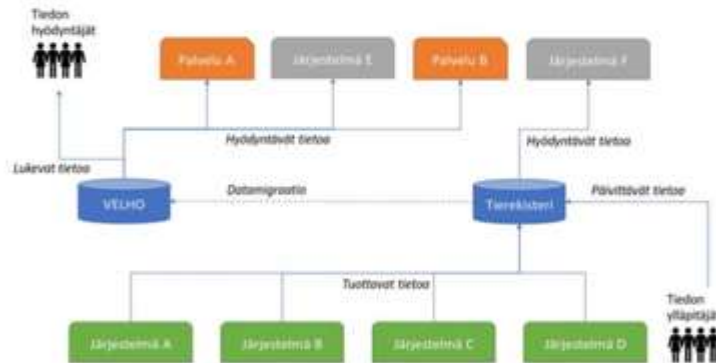
## NYKYTILANNE



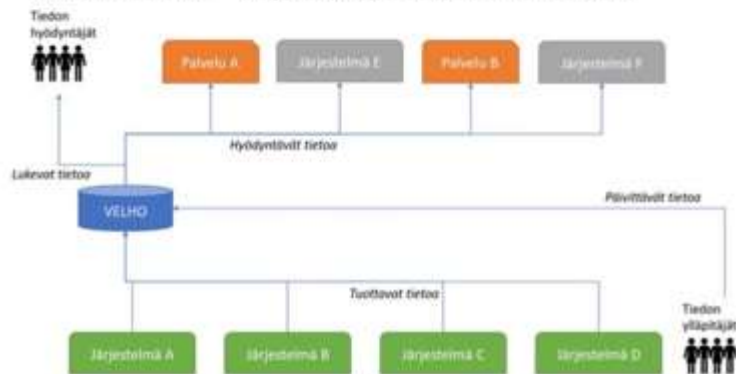
## Välitavoite 1 – VELHO mukaan



## Välitavoite 2 – VELHO:lle isompaa roolia



## TAVOITETILA – Kirjoitusoperaatiot VELHO:lle



Kuvio 3. Tierekisterin muutos Velhoksi (Väylä 2019b)

Tarkoitus on päästä irti tierekisteristä vaiheittain. Kuvio 3 näyttää eri siirtymävaiheet ja miten siitä lopulta luovutaan. Ensimmäisessä käyttöönotossa käyttäjäryhmäksi on rajattu Väylän ja ELY-keskusten hankeohjelmoinnin parissa työskentelevät. Asiantuntijat hanke-, tie- ja yleissuunnittelussa. Ensimmäisessä versiossa tavoite on palvella heidän tarpeitaan suunnitteluprosesseihin liittyen. Toisessa käyttöönotossa Velhoon on tarkoitus liittää mukaan teiden rakenne- ja mittaustietoja. Sisältöön kuuluu järjestelmätoiminnallisuudet, jotka tulevat olemaan tietojen katselua kartalla ja taulukoissa, lisäksi hakutoimintoja. Tavoite Velholle on se, että vuoden 2019 loppuun mennessä siellä olisi kaikki tierekisterin tietolajit tarkasteltavissa. Kehitystyö jatkuu vuodelle 2020. (Väylä 2019b.)

## 7 POHDINTA

Opinnäytetyö kokonaisuudessaan oli erittäin pohtiva. Digitalisaatiota päälystysalalla ja sen tuomia mahdollisuuksia sekä hyväksi käytettävyyttä tutkiskeltiin pohdivasti. Alalla ei ole vielä hirveästi käytössä digitaalisia työkaluja tai käytännön tekniikkaa, mutta niitä kehitellään ja tuodaan sitä mukaan alalle. Esimerkkejä käytin hyväksi yleisesti niin talonrakennus- kuin infra-alalta, missä niitä on käytössä tällä hetkellä hieman enemmän.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli herättää lukijassa erilaisia mielipiteitä ja alalla työskentelevälle erilaisia mahdollisuuksia. Työn teksti johdattelee alusta loppuun siten, että myös alan ulkopuolella työskentelevä tai siitä ei niin tietoinen lukija ymmärtää digitalisaation hyviä puolia ja päälystysalaa itsessään.

Väylän Velho hanke ja hallituksen KIRA-digi hanke todistavat sen, että digitalisaatio on tulossa kovaa vauhtia myös päälystysalalle. Kyseiset hankkeet tuovat alalle tiettyjä digitaalisia toimintoja, järjestelmiä ja työkaluja. Päälystysalalla on paljon potentiaalisia mahdollisuuksia digitalisaatiolle myös itse työmenetelmille ja valvonnan tiedonkeruulle. Pitää löytää hyvät ja käytännölliset vaihtoehdot ja yhdistellä niitä, jotta saadaan hyödyt ja säästöt esille.

Opinnäytetyön tekeminen kyseisestä aiheesta oli erittäin mielenkiintoista. Uutta tietoa tuli paljon ja vanhan tiedon tukemiselle paljon faktoja ja ajatuksia. Työn tekeminen osittain oli haastavaa, koska digitalisaatiosta on kyllä paljon tietoa ja kirjallisuutta, mutta sen hyödyntämisestä päälystysalalle vielä todella niukasti. Tästä syystä opinnäytetyön tarkoitus oli olla lähtökohtaisesti enemmän pohtiva kuin tutkimuspohjainen.

Opinnäytetyön hyödynnettävyys voisi olla tällä hetkellä digitaalisten toimintojen kehittämiseen ja innovaatioiden saamiseen palavereissa, missä pohditaan ja tutkitaan uusia digitaalisia mahdollisuuksia alalle. Uusia jatkotutkimuksia ja -kehityksen aiheita löytyy varmasti tulevaisuudessa, kun Velho- ja KIRA-digi-hankkeet ovat olleet käytössä jonkin aikaa.



## LÄHTEET

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2019. Kunnossapito. Viitattu 13.2.2019 <https://www.ely-keskus.fi/web/ely/kunnossapito2>.

Eskola, K. 2018. Jyrät ottivat mittaa maantiellä Orimattilassa – mutta eivät toisistaan vaan asfaltin tiiveydestä. Väylä 3.9.2018. Viitattu 30.3.2019 <https://vayla.fi/-/jyrat-ottivat-mittaa-maantiella-orimattilassa-mutta-eivat-toisistaan-vaan-asfaltin-tiiveydesta#.XJ-IUpj7RPa>.

Hauhio, T. 2018. Rakennusala ottaa vauhtia digiloikkaan. Rakennuslehti 34/2018, 2.

Heilä, S. 2018. Digitalisaatio edistää tiedon virtaamista. RIA 4/2018, 6.

Himmi, M. 2019. Ramboll CM Oy. Projektipäällikön haastattelu 22.1.2019.

Huusko, M. 2019. Firan Otto Alhava haluaa rakennustyömailta vuotaan datan talteen. Rakennuslehti 1/2019, 9.

Häkkinen, A. 2018. YIT:n Heikki Vuorenmaa: Päälystysalan tuotekehitys niukkaa. Rakennuslehti 26/2018, 4–5.

KIRA-digi 2019. Etusivu. Viitattu 4.4.2019 <http://www.kiradigi.fi/etusivu.html>.

Kuittinen, T. 2019. Suomen korjausvelka jatkaa kasvuaan ilman lisärahoitusta. Rakennuslehti 11/2019, 10.

Mannila, M. 2018. Tulevaisuuden betoni säätyy automaattisesti työmaan tarpeisiin. Rakennuslehti 34/2018, 9.

Mölsä, S. 2018a. Paperimapeista eroon ja työmaadokumentit digiksi ja pilveen. Rakennuslehti 17/2018, 15.

– 2018b. Rakentaminen digitalisoituu – mikä muuttuu työmaalla? Rakennuslehti 17/2018, 14.

PANK ry 2017. Asfalttinormit 2017. Helsinki: Premedia Helsinki Oy

PANK ry 2018a. Asfalttialan oppimateriaali (ASKO). Asfalttimassan valmistus. Viitattu 5.3.2019 <http://pank.fi/tekniset-vaatimukset/muut-julkaisut/opinnaytteet-ja-muut-selvitykset/asfalttialan-oppimateriaali-asko>.

– 2018b. Asfalttialan oppimateriaali (ASKO). Kuljetus. Viitattu 5.3.2019 <http://pank.fi/tekniset-vaatimukset/muut-julkaisut/opinnaytteet-ja-muut-selvitykset/asfalttialan-oppimateriaali-asko>.

– 2018c. Asfalttialan oppimateriaali (ASKO). Levityskohteen esi- ja jälkitöitä. Viitattu 5.3.2019 <http://pank.fi/tekniset-vaatimukset/muut-julkaisut/opinnaytteet-ja-muut-selvitykset/asfalttialan-oppimateriaali-asko>.

- 2018d. Asfalttialan oppimateriaali (ASKO). Levitys. Viitattu 5.3.2019 <http://pank.fi/tekniset-vaatimukset/muut-julkaisut/opinnaytteet-ja-muut-selvitykset/asfalttialan-oppimateriaali-asko>.
- 2018e. Asfalttialan oppimateriaali (ASKO). Tiivistys. Viitattu 6.3.2019 <http://pank.fi/tekniset-vaatimukset/muut-julkaisut/opinnaytteet-ja-muut-selvitykset/asfalttialan-oppimateriaali-asko>.
- 2018f. Asfalttialan oppimateriaali (ASKO). Turvallisuus ja ympäristö. Viitattu 18.3.2019 <http://pank.fi/tekniset-vaatimukset/muut-julkaisut/opinnaytteet-ja-muut-selvitykset/asfalttialan-oppimateriaali-asko>.

Puro, J. 2017. Ketterä kokeileminen auttaa hahmottamaan uusien teknologioiden hyötyjä omalle yritykselle. Ite wiki 8.8.2017. Viitattu 29.3.2019 <https://www.ite-wiki.fi/blog/2017/08/rakennusalan-digitalisaatio-on-uhka-ja-mahdollisuus-kuinka-kehittaa-kestavaa-kilpailuetua/>.

Rasti-hanke 2019. Power Point -aineisto Rakennetun ympäristön tiedonhallinnan standardisointi – Nykytilan kartoitus ja ehdotus toimenpiteistä. Viitattu 9.4.2019 [https://rastiprojekti.com/wp-content/uploads/2019/03/RASTI-esittely-fi\\_2019-02-06.pdf](https://rastiprojekti.com/wp-content/uploads/2019/03/RASTI-esittely-fi_2019-02-06.pdf).

RT 2013. Rakennustietosäätöön ohjetiedosto 16-11122. Maa- ja vesirakennustyön työmaavalvonnan tehtäväluettelo. Rakennustietosäätö.

Tiusanen, P. 2018. Visio 2030 -Konsortion tavoitteena on lisätä alan luotettavuutta ja läpinäkyvyyttä. Fira 8.6.2018. Viitattu 12.3.2019 <https://www.fira.fi/uutiset/digitalisaatio-tuo-rakennusosalalle-tuottavuutta-ja-laatua/>.

Törmänen, E. 2018. Digitalisaatio mahdollistaisi jo nyt rakennusajan puolittamisen - ”rakennusala on kärsinyt liian pitkään rikkinaisista puhelimista”. Tekniikka & Talous 6.6.2018. Viitattu 12.3.2019 <https://www.tekniikkatalous.fi/tekniikka/rakennus/digitalisaatio-mahdollistaisi-jo-nyt-rakennusajan-puolittamisen-rakennusala-on-karsinyt-liian-pitkaan-rikkinaisista-puhelimista-6728410>.

Väylä 2019a. Tiestötietojärjestelmä uudistuu korvaten vanhan tierekisterin. Viitattu 1.4.2019 <https://vayla.fi/-/tiestotietojarjestelma-uudistuu-korvaten-vanhan-tierekisterin#.XKIK9J7RPb>.

- 2019b. Tilannekuva (maaliskuu 2019). Viitattu 1.4.2019 <https://vayla.fi/hankkeet/digitalisaatiohanke/tieverkon-kunnonhallinta/velho-allianssi/tilannekuva#.XKIK7Zj7RPa>.

Wikipedia 2019. Digitalisaatio. Viitattu 14.3.2019 <https://fi.wikipedia.org/wiki/Digitalisaatio>.