

Sähköisen kaivokortin käsittelyn kehittäminen

Case: Ruskon Betoni Etelä Oy

LAB-ammattikorkeakoulu

Tradenomi (YAMK)

2024

Joonas Mäkiranta

Tiivistelmä

Tekijä(t) Joonas Mäkiranta	Julkaisun laji Opinnäytetyö, YAMK Sivumäärä 69	Valmistumisaika 2024
Työn nimi Sähköisen kaivokortin käsittelyn kehittäminen Case: Ruskon Betoni Etelä Oy		
Tutkinto ja koulutusala Tradenomi (YAMK), liiketoiminnan digitaaliset ratkaisut		
Toimeksiantajaorganisaatio Ruskon Betoni Etelä Oy		
Tiivistelmä <p>Tuotantokuva, eli tuotannon kaivokortti, on rakennusohje tuotannolle kaivon räätä- löimiseksi sekä valmiin kaivon kasausohje asiakkaalle. Ruskon Betoni Etelä Oy:n tuo- tannon kaivokortit ovat Hollolan betonituotetehtaan perustamisesta lähtien kulkeneet tulostimelta läpi tuotannon paperiarkkeina. Kaivokortteja tulostetaan vuositasolla tu- hansia, ja yhtä monta kertaa tulosteita kuljetetaan lukuisten käsiparien kautta EK-kai- votuotantoprosessissa eri työpisteille, ja lopulta rahtikirjojen mukana asiakkaalle ja ar- kistoon. Tuotannon kaivokortin käsittelyn digitalisoinnilla halutaan parantaa prosessin varmuutta ja suunnitelmallisuutta, sekä kykyä reagoida muutoksiin nopeammin.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää suunnitelma käyttöliittymästä osaksi RB Forge- toiminnanohjausjärjestelmää, joka mahdollistaisi tuotannon kaivokortin käsittelyn EK- projektikaivojen tuotantoprosessissa vastaisuudessa täysin digitaalisesti. Suunnittelu- työssä hyödynnettiin työpajoja, henkilöstön haastatteluita sekä toimintatutkimuksen menetelmiä, minkä tuloksena tuotettiin kaikkien digitaalisen kaivokortin käsittelyn kan- nalta olennaisten näkymien visualisointi tarpeellisiksi todetuilta työpisteiltä. Toimintoja pyrittiin automatisoimaan mahdollisimman paljon.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena toimeksiantajaorganisaatiolle kehitettiin ratkaisu, jonka avulla paperisesta kaivokortista voidaan luopua ja digitaalisen kaivokortin käsittely läpi koko tuotantoprosessin on mahdollista. Ratkaisu sisälsi RB Forge -toiminnanoh- jausjärjestelmän digitaalista kaivokorttia käsittelevän osion käyttöliittymän visualisoin- nin, sekä työpisteiden ja laitteistotarpeiden kartoituksen.</p> <p>Digitaalisen tuotannon kaivokortin myötä EK-kaivojen tuotantoprosessi Hollolan beto- nituotetehtaalla muuttuu monin tavoin tehokkaammaksi, etenkin työnjohdon ja korttien hallinnan näkökulmasta. Digitaalisen kaivokortin tuomia uusia mahdollisuuksia voi tu- levaisuudessa hyödyntää laajemminkin, kuten esimerkiksi tuotantonäkymän jakami- seen asiakkaille kaivotilausten seuraamiseksi.</p>		
Asiasanat Betoniteollisuus, digitaaliset ratkaisut, kaivokortti, käyttöliittymä		

Abstract

Author(s) Joonas Mäkiranta	Type of Publication Master's thesis Number of Pages 69	Published 2024
Title of Publication Development of Electronic Manhole Drawing Processing Case: Ruskon Betoni Etelä Oy		
Degree, Field of Study Master's Degree Programme in Business administration (MBA), Digital Solutions in Business		
Organisation of the client Ruskon Betoni Etelä Oy		
Abstract <p>The production image, i.e. the production's manhole drawing, is a construction instruction for production to customize a manhole, as well as instructions for assembling the finished manhole for a customer. Ruskon Betoni Etelä Oy's manhole drawings have passed from printer through production as paper sheets since the foundation of Hollola concrete product factory. Thousands of manhole drawings are printed annually, and just as many times the printouts are transported through numerous pairs of hands in the EK-manhole production process to different workstations, and finally with bills of lading to a customer and to archive. By digitizing the processing of the manhole drawing, the company wants to improve certainty and planning of the process, as well as the ability to react to changes faster.</p> <p>The aim of the thesis was to develop a plan for a user interface as part of the RB Forge -operational control system, which would enable the processing of the production's manhole drawing in the production process of EK-project manholes in the future completely digitally. In the planning work, workshops, personnel interviews, and operational research methods were used, which resulted in the visualization of all views relevant to the processing of the digital manholes from the workstations found to be necessary. Efforts were made to automate operations as much as possible.</p> <p>As a result of the thesis, a solution was developed for the commissioning organization, with which the paper manhole drawing can be dispensed with and the processing of the digital manhole drawing throughout the entire production process is possible. The solution included the visualization of the user interface of the section dealing with digital manhole drawings in RB Forge -operational control system, as well as the mapping of workstations and hardware needs.</p> <p>With the digital production's manhole drawing, the production process of EK-manholes at Hollola's concrete product factory becomes more efficient in many ways, especially from the point of work management and manhole drawing -management. In the future, new opportunities brought by the digital manhole drawing can be used more widely, such as for example to project the production view to customers to track manhole orders.</p>		
Keywords concrete manufacturing industry, digitalization, manhole plan drawing, user interface		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Tutkimuksen tausta.....	2
2.1	Kohdeyritys	2
2.2	Opinnäytetyön tausta ja tavoite	3
2.3	Tutkimuskysymykset	4
2.4	Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne	5
2.5	Työn rajaukset.....	5
3	Digitalisaatio	7
3.1	Digitaalinen transformaatio	7
3.2	Digitaalisuus Suomen rakennustuoteteollisuudessa	8
3.3	Käyttöliittymä & UI-suunnittelu.....	10
3.4	Käyttäjäkokemus ja sen suunnittelu.....	12
3.5	Prototyypointi	12
4	EK-tuotteet ja kaivokortti	14
4.1	EK-tuotteet	14
4.2	Kaivokortti	18
5	Sähköisen kaivokortin kehittämisprosessi	23
5.1	Toimintatutkimus	23
5.2	Työpajat ja haastattelut	24
5.3	Palvelumuotoilu	28
5.4	Ruskon Betoni -konsernin digistrategia	29
5.5	RB Forge -toiminnanohjausjärjestelmä	31
5.6	Tuotannon kaivokorttien piirto ja projektikaivojen valmistus	32
5.7	Aineiston analysointi.....	38
6	Tutkimuksen toteutus.....	39
6.1	Automatisoitu tuotantopolku ja käyttöliittymään liitettävät työpisteet	39
6.2	Käyttöliittymän suunnittelu	50
6.2.1	Kirjautuminen	51
6.2.2	Työnjohdon hallintapaneeli	52
6.2.3	Timanttiporaus.....	53
6.2.4	Pohjavalujen pelti	55
6.2.5	Tasakansien valu.....	57
6.2.6	Laitekaivot	59
6.2.7	Kaivopuoli.....	61

6.2.8	Peco-robotti	63
6.2.9	Uudet muotit	64
7	Yhteenveto ja pohdinta	66
7.1	Tutkimuksen tulokset ja arviointi	66
7.2	Jatkokehitysideat	69
	Lähteet	71

Liite 1. Haastattelukysymykset Ruskon Betoni Etelä Oy:n Hollolan infratuotetehtaan suunnittelupäällikölle: Asiantuntijan näkemys rakennustuoteteollisuuden digitaalisuuden tilasta Suomessa.

Liite 2. RB Forge -toiminnanohjausjärjestelmän karkea rakenne.

Liite 3. Tuotannon sähköisen kaivokortin ennalta määritellyt polut kaaviomuodossa.

Liite 4. Tuotannon sähköisen kaivokortin ennalta määritellyt polut taulukkomuodossa.

Liite 5. Eri kaivotyyppien tyypilliset tuotantopolut.

Liite 6. Työnjohdon hallintapaneelin rautalankaluonnos.

Liite 7. Ison ja pienen timanttitoran näkymien rautalankaluonnos.

Liite 8. Pohjavalujen pelti -työpisteen näkymän rautalankaluonnos.

Liite 9. Tasakansien valu -työpisteen näkymän rautalankaluonnos.

Liite 10. Laitekaivojen näkymän rautalankaluonnos.

Liite 11. Kaivopuolen näkymän rautalankaluonnos.

Liite 12. Peco-robotti-työpisteen näkymän rautalankaluonnos.

Liite 13. Uudet muotit -työpisteen näkymän rautalankaluonnos.

TERMIT JA MÄÄRITELMÄT

EK ja EK-järjestelmä. Lyhenteellä *EK* viitataan esiasennettuun kiintotiivisteeseen, joka on olennainen osa kaikkia niitä *EK-järjestelmän* tuotteita, joiden muhvipää on liitettävissä toiseen EK-tuotteeseen. Esiasennettu kiintotiiviste on mukana tuotteen valuprosessissa. *EK-järjestelmä* koostuu EK-putkista, -kaivoista ja -soviteosista.

EK-projektikaivo. Nimitys kaivolle, joka räätälöidään tilaajan tarpeiden mukaisesti tuotantokuvan, eli kaivokortin mukaisesti.

EPDM. Tiivistelaatu (ethylene-propylene-diene-monomer), joka on EK-järjestelmän tuotteissa yleisin käytetty kumitiiviste.

EPS. Paisutettu polystyreenimuovi (expanded polystyrene), eli *styrox*.

HST. Lyhenne, jota käytetään hapon kestävästä teräksestä.

Kaivokortti. Suunnitelma- tai tuotantokuva, jota käytetään ohjeena kaivon valmistamisessa tai kasaamisessa.

Kourupohja. Kaivon valettava sisäpohjan muotoilu, jolla ohjataan kaivon läpi virtaava vesi kouruja pitkin tuloliittymistä poistoliittymään.

Liittymä. Kaivon liittyvä putkiyhde, joka voi olla olemassa oleva rakennettu linja tai suunniteltua uutta linjaa. Kaivon porattava liittymä voi olla tiivisteellinen tai tiivisteetön. Isot (> d1000 mm), tai muodoltaan muut, kuin pyöreät reiät, voidaan tehdä sahaamalla. *Tuloliittymä* tarkoittaa kaivon virtauksen ohjaavaa yhdettä, ja *poistoliittymä* kaivosta pois ohjattavan veden yhdettä.

NBR. Tiivistelaatu (nitrile-butadiene-rubber), jolla on hyvä kestävyys öljyä ja bensiiniä vastaan.

Raaka-aukko/-reikä/-poraus. Kaivonrenkaan kylkeen putken läpivientiä varten tehtävä aukko, jota ei tiivistetä tehtaalla.

RST. Lyhenne, jota käytetään ruostumattomasta teräksestä.

SBR. Tiivistelaatu (styrene-butadiene-rubber).

Sakkapesä. Kaivon poistoputken vesijuoksun alapuolelle jäävä tila, jonne irtain maa-aines vajoo. Sakkapesän tilavuus on tyyppillisesti, mutta ei aina, vähintään 300 litraa.

Satulakaivo. Rakennetun viemärin päälle laskettava kaivo, jonka alareuna on molemmin puolin rengasta avarrettu alas asti auki viemäriputken koon mukaisesti. Alimman kaivonrenkaan päälle asennetaan tarvittava määrä kaivo-osia suunniteltuun maanpinnan korkoon pääsemiseksi. **Putkifatula** on sen sijaan uuden viemäriputken osaksi rakennettava variaatio, jossa kaivonrenkas valetaan auki avarretun viemäriputken päälle, ja fatulaosa rakennetaan kaivo-osista suunniteltuun maanpinnan korkoon.

Sokea väli- tai pohjarengas. Nimitys, jota usein käytetään kaivonrenkaista ilman porauksia.

Sulkuluukku. Kaivon kiinteästi asennettava teräksinen luukku, joka voidaan tarvittaessa sulkea maanpinnalta käsin erilaisin vaihtoehtoisin ratkaisuin, ja näin katkaista veden virtaus kaivon, tai kaivosta pois.

Vesijuoksu. Korkeusasema, jolla ilmoitetaan viemäriputken sisäpuolen alapinnan taso.

Viettoviemäri. Viemäriputki, jossa neste virtaa gravitaation vaikutuksesta.

1 Johdanto

Ruskon Betoni Etelä Oy:n Hollolan infratuotetehtaalle ryhdyttiin suunnittelemaan täysin uutta toiminnanohjausjärjestelmää, RB-Forgea, loppuvuodesta 2020. Kolmen hengen suomalaisnorjalainen kehittäjätiimi sai ensimmäiseksi tehtäväkseen kehittää pätevän korvaajan jo olemassa olleelle, mutta heikosti suoriutuvalla järjestelmällä, jotta se voitaisiin poistaa käytöstä kokonaan. Lähtötilanteessa tärkeimpänä uutena ominaisuutena pidettiin tehokasta työkalua kaivokortin piirtämiseksi. Kyseinen työkalu ja osa järjestelmää on ollut yrityksen käytössä toukokuusta 2022 lähtien, ja sen avulla on piirretty jo tuhansia tuotannon kaivokortteja vuoden 2023 loppuun mennessä.

Tuotantoprosessin läpi aiemmin paperisina tulosteina kulkeneet tuotantokuvat, eli tuotannon kaivokortit halutaan lähitulevaisuudessa käsitellä täysin digitaalisesti. Tuotannon kaivokortin digitalisoinnilla pyritään saavuttamaan useita hyötyjä, jotka eivät ole prosessin nykytilassa mahdollisia, kuten esimerkiksi tuotannon kaivokorttien mukaan valmistettavien EK-kaivojen reaaliaikainen seuranta ja kyky reagoida muutoksiin välittömästi. Prosessi ei nyky muodossaan tue digitaalisen tuotannon kaivokortin läpivientiä. Tämän opinnäytetyön tarkoitus on paikantaa ja suunnitella keinot paperisesta kaivokortista luopumiseksi ja täysin digitaaliseen kaivokorttiin siirtymiseksi. RB Forge -toiminnanohjausjärjestelmän kehitystyö on edelleen käynnissä, ja järjestelmän tarjoamia mahdollisuuksia tullaan käyttämään hyväksi tuotannon kaivokortin digitalisoinnissa.

Digitaaliseen kaivokorttiin siirtymiseksi on tarkasteltava, mitä toimintoja kaivopuolen tuotantoprosessiin liittyy. Työvaiheiden tunnistamisen lisäksi arvioidaan keinoja, joilla paperisesta kaivokortista digitaaliseen siirtyminen ja uuden toimintatavan käyttöönotto tapahtuvat aiheuttaen mahdollisimman vähän ylimääräistä työtä. Prosessin itsensä kehittämisen lisäksi muutoksella pyritään mahdollisuuksien mukaan tuomaan helpotusta kaikkien prosessin osapuolten päivittäiseen työskentelyyn. Tämä opinnäytetyö hyödyntää toimintatutkimuksen elementtejä, ja esittelee haastatteluin hankittuja työntekijöiden ja työnjohdon mielipiteitä tuotannon kaivokortin digitaalisen siirtymän toteuttamiseksi, demonstroi digitaalisen kaivokortin ohjauksen edellyttämän käyttöliittymän visuaalisen ilmeen, sekä paikantaa ne työpisteet, joilla käyttöliittymää tullaan tarvitsemaan. Työssä ei oteta kantaa käyttöliittymän tekniseen toteutukseen, vaikka aiemmasta kehitystyöstä saatuja oppeja tullaankin hyödyntämään suunnittelutyössä käytännön toteutuksen helpottamiseksi. Työssä ei myöskään oteta kantaa rajapinnan muodostamiseen digitaalisen tuotannon kaivokortin ja asiakkaiden välille, mutta tämä tulee olemaan osa jatkokehityssuunnitelmia.

Opinnäytetyössä tehtyä tutkimusta alustetaan perehtymällä digitaaliseen transformatioon sekä suomalaisen rakennustuoteteollisuuden digitaalisuuden tilaan. Työn kannalta olennaisimpien käsitteiden joukkoon kuuluvat niin ikään käyttöliittymä ja käyttäjäkokemus, joiden tarkastelukulmaksi on valittu palvelumuotoilu. Esittelyvuoronsa saavat myös tutkimuksen primäärinä kohteena oleva tuotannon kaivokortti, sekä tuotannon kaivokortin perusteella räätälöitävät EK-tuotteet.

2 Tutkimuksen tausta

2.1 Kohdeyritys

Ruskon Betoni Oy on kotimainen, Oulussa vuonna 1983 toimintansa aloittanut perheyrittäjä. Yrityksen toiminta keskittyy valmisbetonin valmistamiseen sekä siihen liittyvien palveluiden tarjoamiseen. Yrityksen kasvu ja laajentuminen kohti Etelä-Suomea vuonna 1997 rakennetusta Tuusulan tehtaasta lähtien johti lopulta siihen, että Ruskon Betoni Etelä Oy (kuva 1) perustettiin osaksi konsernia kesällä 2019. Ruskon Betoni Etelä Oy:n vastuualue konsernissa sijoittuu maantieteellisesti Jyväskylän eteläpuolelle ja emoyhtiö Ruskon Betoni Oy vastaa pohjoisen Suomen liiketoiminnasta. (Ruskon Betoni Etelä Oy.) Ruskon Betoni Etelä Oy työllistää noin 100 henkilöä (Finder 2022), joista Hollolan tuotetehtaalla työskentelee noin 40 henkilöä (Hollola).



Kuva 1. Ruskon Betoni Etelä Oy -logo (Ruskon Betoni Etelä)

Valtaosa yrityksen betonitehtaista tuottaa ja toimittaa valmisbetonia kaikkeen rakentamiseen, kaiken kokoisille työmaille. Rakennusteollisuuden (2022) laatimassa listauksessa, Ruskon Betoni -konserni sijoittui 5. sijalle Suomen suurimpien betonialan toimijoiden joukossa vuonna 2021.

Opinnäytetyö tehdään Hollolan betonituotetehtaalle, (kuva 2) joka on osa Ruskon Betoni Etelä Oy:tä. Hollolan tuotetehdas, eli RB Infra, on Ruskon Betoni Etelän ainoa tuotetehdas, sekä yksi kolmesta tuotetehtaasta koko konsernissa, yhdessä Kokkolan JA-KO Betoni Oy:n ja Rovaniemellä sijaitsevan Napapiirin Betoni Oy:n kanssa. (RB Infra a.) Vuonna 2012 Hollolan Kukonkoivun teollisuusalueelle valmistuneen RB Infran markkina-alueena on koko Suomi, minkä lisäksi tuotteita on viety myös Tallinnaan (Hollola).



Kuva 2. Ruskon Betoni Etelä Oy Infra – Hollolan betonituotetehdas (Hollola)

RB Infran Hollolassa valmistamien tuotteiden merkittävin ryhmä ovat EK-järjestelmään kuuluvat EK-tuotteet. Pyöreiden betoniputkien ja -kaivonrenkaiden lisäksi tehtaalla valmistetaan kuutioelementtejä ja muita asiakkaiden tarpeiden mukaan räätälöitäviä betonituotteita.

2.2 Opinnäytetyön tausta ja tavoite

Hollolan betonituotetehdas on yli 10 vuoden olemassaolonsa aikana kasvanut ja kehittynyt merkittävästi. Kasvun myötä uusille digitaalisille ratkaisuille on sekä tehtaalla sisäisesti että asiakkaidenkin puolelta tullut yhä enenevässä määrin kysyntää. Eri tuotteiden ja tuotantomäärien kasvaessa sekä asiakkuuksien lisääntyessä tehokas toiminta vaatii tuekseen tehokkaat digitaaliset ratkaisut. Räätälöityjä kaivotuotteita toimitetaan tehtaalta vuositasolla tuhansia, kymmenillä erilaisilla suunnitelmilla, joista kaikista tehdään ennen tuotannon aloittamista vakioitu tuotantokuva, eli tuotannon kaivokortti.

Tätä, ja lukuisia muita tuotannon ja myynnin prosesseja varten ollaan kehittämässä uusia digitaalisia ratkaisuja, joiden jalkauttamisessa tullaan ensisijaisesti hyödyntämään moduulirakenteisesti varta vasten Hollolan infratuotetehtaalle rakennettavaa toiminnanohjausjärjestelmää, RB Forgea. Järjestelmän tavoite on parantaa työntekijöiden tehokkuutta tarjoamalla kehittyneemmät työkalut tarjouslaskennan, projektinhallinnan ja tuotannonohjauksen tueksi. Tulevaisuudessa asiakasta voidaan palvella paremmin lisäämällä muun muassa tuotantoprosessiin läpinäkyvyyttä.

Kaivotuotantoprosessin nykytilassa tuotannon kaivokortista on välttämätöntä tulostaa asiakkaiden toiveita vastaavien projektikaivonrenkaiden räätälöintiä varten paperinen kopio. Tuotannon kaivokortti luodaan RB Forge -järjestelmän avulla pian kaivotilauksen jälkeen, mutta järjestelmästä puuttuvat keinot, joilla kaivokortit voitaisiin viedä edelleen sähköisesti eteenpäin tuotantoprosessin läpi.

Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella Ruskon Betoni Etelä Oy:n Hollolan betonituotetehtaalle helppokäyttöinen käyttöliittymä kaivokortin hallintaan kaikille niille työpisteille, joilla paperinen

tuotannon kaivokortti on EK-projektikaivojen valmistusprosessin nykytilassa korvattava. Lisäksi tavoitteena on kehittää edellytykset sähköisen kaivokortin tarkastelulle valikoiduilla työpisteillä. Nykytilassa paperiseksi tulostettava, projektikaivojen valmistus- ja kasausohjeena käytettävä fyysinen tuotannon kaivokortti saadaan RB Forge -järjestelmää kehittämällä etenemään tuotannossa täysin digitaalisesti. Kaivokortin sähköistämällä tavoitellaan tuotantokuvan täsmällistä jäljitettävyyttä mistä tahansa tuotantovaiheesta, valmistumisaikojen parempaa ennakointia, mahdollisuutta nopeampaan reagointiin tuotannon pysäyttämiseksi esimerkiksi yllättävien suunnitelmamuutosten vuoksi, tehokkaampaa tiedonvaihtoa tehtaan ja asiakkaan välillä sekä vaivattomampaa arkistointia sähköiseen järjestelmään jo valmiiksi sähköisessä muodossa käsiteltävien tuotannon kaivokorttien ansiosta.

Tuotannon kaivokortin digitaalisen version käsittelyn edellyttämien toimenpiteiden määrittelyn lisäksi tässä opinnäytetyössä perehdytään ja etsitään ratkaisua tuotannon kaivokortin, ja siihen liittyvän projektikaivon automaattiseen ohjautumiseen tuotannossa. Tämä toteutetaan määrittelemällä, mille tuotantopolulle mikäkin kaivotyyppi kuuluu: minkä työpisteiden kautta projektikaivon on kuljettava, jotta lopputuote vastaa tuotannon kaivokorttia. Tuotantopolun määrittelemisellä pyritään parantamaan projektikaivojen tuotannon ennakointia, ja tätä kautta aikataulujen hallintaa. Tuotantopolut ovat prosessin nykytilassa näkymättömiä, ja ainoastaan prosessin hyvin tuntevat, kuten työnjohto, pystyvät määrittelemään tulevan tuotantopolun tuotannon kaivokortin perusteella.

Tarkasti määritelty tuotantopolku tekee prosessista näkyvän myös esimerkiksi asiakasrajapinnassa työskentelevälle projektivastaavalle. Prosessin näkyvyys ja seurattavuus mahdollistavat sen, että projektivastaava pystyy ilman erillistä tiedustelua työnjohdolta vastaamaan asiakkaan usein esittämään kysymykseen siitä, milloin mikäkin asiakkaan tilaamista projektikaivoista valmistuu ja on toimitettavissa työmaalle. Tuotantopolun ennakoinnilla ja näkyväksi tekemisellä voi lisäksi olla suotuisia vaikutuksia tehtaan sisäiseen logistiikkaan tuotesijoittelun muodossa.

2.3 Tutkimuskysymykset

Kaivokortin piirto tapahtuu Ruskon Betonin sisäisessä toiminnanohjausjärjestelmässä, mutta kortti on tulostettava paperiseen muotoon, jotta sitä voidaan käsitellä tuotanto- ja toimitusketjun myöhemmissä vaiheissa. Kehittämishankkeen keskeinen tavoite on suunnitella, miten toiminnanohjausjärjestelmää sekä toimintaa EK-kaivojen tuotantoprosessissa tulisi kehittää, jotta kaivokortti olisi saatavilla ja tehokkaasti käytettävissä sähköisesti kaikilla tarvittavilla työpisteillä. Luvussa 2.2 kuvattujen tavoitteiden sekä toimeksiantajayrityksen yksikönjohdon toiveiden pohjalta on muodostettu seuraavat kolme tutkimuskysymystä:

1. *Miten Hollolan tuotetehtaan RB Forge -toiminnanohjausjärjestelmän käyttöliittymää tulee kehittää, jotta tuotannon kaivokorttia on mahdollista käsitellä työpisteillä sähköisesti?*

2. *Mitä laitteistoa kaivokortin sähköinen käsittely työpisteillä edellyttää?*

3. *Mille työpisteille EK-kaivojen tuotantoprosessissa uutta ratkaisua edellytetään?*

Tutkimuskysymyksiin vastaamiseksi tulee paikantaa Hollolan tuotetehtaan projektikaivojen tuotantoprosessiin kuuluvat työpisteet, tunnistaa työpisteillä paperisen kaivokortin käyttöön liittyvät toimenpiteet, arvioida sähköisen käyttöliittymän ja päätelaitteen tarve sekä luoda käyttöliittymän työpistekohtaisista näkymistä toteutuskelpoinen suunnitelma. Digitaalisen tuotannon kaivokortin kehittäminen osaksi prosessia on yksinkertaisempaa ja onnistuneen lopputuloksen kannalta parempi RB Forge -järjestelmän kehityksen ollessa yhä kesken, kuin että valmiiksi saatuun tuotteeseen lähdettäisiin tekemään modifikaatioita (Stokke 2024).

2.4 Tutkimusmenetelmät ja työn rakenne

Tämän opinnäytetyön ensimmäiset luvut johdattelevat lukijan tutkimuksen taustoihin ja esittelevät case-yrityksen. Luvun 3 teoriatausta keskittyy digitalisaatioon: digitaaliseen transformaatioon ja sen ilmentymään rakennustuoteteollisuudessa. Lisäksi perehdytään käyttöliittymän, käyttäjäkokemuksen ja prototypoinnin käsitteisiin. Luku 4 jatkaa aiheen taustoittamista perehdyttämällä lukijan siihen, mitä EK-tuotteilla ja kaivokortilla tarkoitetaan.

Opinnäytetyön metodologiaosuudessa luvussa 5 kuvataan ja perustellaan tutkimuksessa käytetyt menetelmät. Palvelumuotoilu on valittu yhdeksi lähestymiskulmaksi tämän kehittämistyön tavoitteessa tehdä ratkaisusta mahdollisimman käyttäjälähtöinen. Teoriaosuuden aineisto koostuu kirjallisuudesta, artikkeleista sekä asiantuntijahaastattelusta. Tutkimuksessa hyödynnetään kvalitatiivisia, eli laadullisia tutkimusmenetelmiä, jotka ovat osallistuvaan toimintatutkimus-tutkimusstrategiaan pohjautuvat keinot, työpajatyöskentely sekä haastattelut. Opinnäytetyön luvussa 7 tehdään yhteenvedo tutkimuksen tuloksista ja arvioidaan sitä, kuinka hyvin työlle asetetut tavoitteet saavutettiin. Lisäksi esitetään jatkokehitysehdotukset.

2.5 Työn rajaukset

Opinnäytetyössä keskitytään tiiviisti Ruskon Betoni Etelä Oy:n Hollolan infratuotetehtaan projektikaivojen tuotantoprosessiin. Opinnäytetyössä tehtävää tutkimusta ei tehdä siten, että se olisi implementoitavissa sellaisenaan konsernin muiden tuotantotehtaiden käyttöön. Työn tuloksena tuotettava suunnitelma käyttöliittymästä sähköisen tuotannon kaivokortin hallitsemiseksi kattaa kaikki ne Hollolan infratuotetehtaan työpisteet, joilla projektikaivon valmistusta on mahdollista edistää. Oman räätälöidyn hallintanäkymän saavat kuitenkin vain sellaiset työpisteet, joille näkymä on välttämätön. Tällaisia työpisteitä kutsutaan tässä opinnäytetyössä *älyllisiksi*. Kaivotuotantoprosessiin liittyy myös sellaisia työpisteitä, joilla ei tarvita omaa näkymää osaksi käyttöliittymän rakennetta, ja näitä työpisteitä kutsutaan työssä *älyttömmiksi*.

Sähköinen kaivokortti, kuten perinteinenkin kaivokortti, ei toimi tuotantokuvana kaivoon liittyvien putkien valmistuksessa, vaan ainoastaan kaivokortille yksilöidyn kaivonosien ja liittymien valmistuksessa. Työssä tuotettava suunnitelma on rajattu alkamaan kaivotuotantoprosessin alusta, eli tilauksen muuttuessa projektiksi, ja päättymään valmiin projektikaivon siirtyessä projektikaivoalueelle väli-varastoon odottamaan toimitusta asiakkaalle.

Sähköisen kaivokortin mahdollisia rajapintoja konsernin käytössä oleviin tai suunniteltuihin muihin ohjelmistoihin ei käsitellä tässä työssä. RB Forge -järjestelmän asiakkaille näkyvä osa on myös rajattu ulos tässä työssä tehtävästä suunnitelmasta. Toisin sanoen suunniteltava käyttöliittymä tuotetaan ensisijaisesti järjestelmän sisäisiä käyttäjiä ajatellen. Suunniteltavan käyttöliittymän mahdollisia hyötyjä asiakkaille pohditaan kuitenkin opinnäytetyön luvussa 7.2. *Jatkokehitysideat.*

3 Digitalisaatio

3.1 Digitaalinen transformaatio

Digitaalisella transformaatiolla, eli muutoksella, tarkoitetaan teknologian avulla toteutettavaa prosessia, jonka tarkoitus on tuottaa arvoa yritykselle (Directors' Institute Finland 2021). Hon ja Zhang (2020) mukaan digitalisaatio ei ole pelkästään toimialojen mahdollisuus digitalisoitua: sillä voidaan vaikuttaa syvästi kaikkiin yhteiskunnan osa-alueisiin muun muassa murtamalla sosioekonomisia ja kulttuurisia esteitä. Nasiri ja Sore (2021) kirjoittavat, että digitaalinen muutos on monimutkainen ilmiö, joka vaatii huomioimaan erilaiset toisiaan täydentävät näkökulmat, kuten teknologia, strategia ja kyvykkyys. Yritykset investoivat mittavia summia digitaaliseen teknologiaan toimintansa sekä suorituskykynsä tehostamiseksi, ja parantaakseen asiakaskokemusta, minkä vaikutuksesta myös yritysten tulojen odotetaan kasvavan (Dunkle & Gurbaxani 2009, 210).

Digitaalinen muutos voi aiheuttaa vastustusta, esimerkiksi työntekijöissä, kun organisaatiossa otetaan käyttöön uutta teknologiaa, joka häiritsee totuttuja tapoja. Työntekijöiden hyväksyntää muutokselle voidaan edesauttaa varmistamalla, että uutta digitaalista teknologiaa implementoidaan sopu-soinnussa sen organisaatiokulttuurin kanssa, johon työntekijät ovat tottuneet. *Inertia* tarkoittaa totuttuihin tapoihin liittyvää estettä digitaaliselle muutokselle, missä vakiintuneet ja syvälle juurtuneet käytännöt, esimerkiksi tuotantoprosesseissa, jarruttavat kehitystä. (Vial 2019, 129–130.)

Muutoksen johtamisessa strategialähtöisyys on tärkeää: Digistrategia ei ole erillinen ja itsenäinen kokonaisuus, vaan sen tulee olla yhteydessä muihin yrityksen strategioihin (Matt ym. 2019). Digitaalisen muutoksen johtaminen on kiinteä osa muuta johtamista (Koivumäki ym. 2017).

Digitaalisen muutoksen johtamisen pääelementit ovat keinoja, joiden avulla organisaatiot navigoivat digitaalisen muutoksen läpi: Dunklen ja Gurbaxanin (2009, 211–213) mukaan nämä elementit ovat strateginen visio (*Strategic Vision*), innovaation kulttuuri (*Culture of Innovation*), osaaminen ja immateriaalioikeudet (*Know-how and Intellectual Property*), digitaalinen kyvykkyys (*Digital Capability*), investointien kohdentaminen strategiseen visioon (*Strategic Alignment*) ja digitaalisten teknologioiden käyttö (*Technology Assets*).

Digitaalisen liiketoiminnan strategian avulla yritysten on mahdollista vastata digitaalisen muutoksen haasteisiin ajattelutavan muutoksella, sekä iskostamalla digitaalisia teknologioita liiketoimintaansa (Nasiri & Sore 2021). Innovaation kulttuurilla tarkoitetaan yrityksen kykyä ja tahtoa tukea uusia ajattelutapoja, innovaatioita sekä muutosta (Dunkle & Gurbaxani 2019, 212). Historiallisesti esimerkiksi aiemmin köyhtynyt Belgia kykeni kirmään 1800-luvun teollisen vallankumouksen myötä kilpailukykyiseksi Englannin kanssa hyödyntämällä tehokkaasti brittiläisiä innovaatioita, ja luomalla innovatiivisen sääntely-ympäristön, kun taas hitaasti ulkomaalaisia innovaatioita omaksuneelle Espanjalle kävi pikemminkin päinvastoin ja maan tuottavuus heikkeni (Hon & Zhang 2020).

Yrityksellä on oltava tarvittavat immateriaalioikeudet ja riittävä osaaminen, jotta se pystyy kilpailemaan ja hyödyntämään digitaalisia teknologioita: tavoite on kyetä hyödyntämään enenevässä määrin ohjelmistoja yrityksen toimintojen, asiakkuuksien ja sidosryhmien hallintaan (Dunkle & Gurbaxani 2019, 212–213). Ohjelmistojen tehokas hyödyntäminen ja hallinta edellyttävät riittävää digitaalista kyvykkyyttä: Haasteina ovat rajattomat yhteydet sekä teknologioiden nopea kehittyminen. Kehitettävään kykyihin kuuluvat inhimilliset, yhteistyö-, innovaatio- ja tekniset valmiudet. (Nasiri & Sore 2021.)

Dunklen ja Gurbaxanin (2019, 213) mukaan yrityksen on varmistettava, että sen investoinnit ovat strategisen vision tukena, ja aloitteita tuetaan rahallisesti, vaikka onnistunut lopputulos ei olisikaan täysin varma. Kyse on taloudellisesta sitoutumisesta muutokseen, mikä saattaa tarkoittaa olemassa olevien tulovirtojen purkamista pidempiaikaisia hyötyjä tavoiteltaessa. Vial (2019, 122) esittää, että erilaisten digitaalisten teknologioiden, kuten analytiikka ja IoT-sovellusten käyttö mahdollistaa muutokset organisaatioiden eri arvonluontipoluilla, joilla puolestaan on organisaatioon sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Uusien arvovirtojen positiiviset vaikutukset liittyvät muun muassa toiminnan tehostumiseen, mutta varjopuolina ovat tietoturva- ja yksityisyydenloukkaukset. Strategisen vision onnistunut implementointi yrityksissä edellyttää luonnollisesti myös digitaalisten teknologioiden käyttöä (Dunkle & Gurbaxani 2019, 213–214).

3.2 Digitaalisuus Suomen rakennustuoteteollisuudessa

Rakennuslehden (2015) mukaan rakennustuoteteollisuuden digitalisoituminen on valitettavan hitasta. Hitauden syyksi todetaan rakennustuoteteollisuuden johtajien kokevan alan myynti- tai liiketoimintaprosessit liian yksilöllisiksi ja alan asiantuntijuutta vaativiksi, jotta prosesseja voitaisiin digitalisoida. Työ- ja elinkeinoministeriön Tekoäly 4.0 -ohjelmaa koskevassa tiedotteessa (2021) nostetaan esille visio kestävästä digitalisaatiosta suomalaisessa valmistavassa teollisuudessa vuonna 2030, mikä tarkoittaa ilmastonmuutosta hillitsevien ratkaisujen tuottamista sekä digiteknologioiden ja datavirtojen hyödyntämistä. Tällä tavoitellaan kansainvälistä kilpailuetua. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2021.)

Laaja-alaisesti mitattuna digitalisaatio on edennyt suomalaisessa yhteiskunnassa erinomaisesti, sillä Suomi on yksi EU:n digitalisaatiokehityksen edelläkävijöistä ja myös pitkäaikaisista johtajista. Digitalisaatiokehityksessä on merkittäviä toimialojen välisiä eroja. ICT-ala, liike-elämän palveluyritykset sekä kaupan ala panostavat digitaalisuuteen eniten, kun taas teollisuuden, logistiikan sekä rakentamisen toimialoilla digitaalisuuteen panostetaan merkittävästi vähemmän. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2021.)

Rakennusteollisuuden digitaalisuuden nykytilan arviointia varten tätä opinnäytetyötä varten haastateltiin Ruskon Betoni Etelä Oy:n Hollolan infratuotetehtaan suunnittelupäällikköä. Haastattelukysymykset ovat nähtävissä liitteessä 1. Ennen virkaansa Hollolan tuotetehtaan suunnittelupäällikkönä,

haastateltava on toiminut muun muassa elementtisuunnittelijana Parma Oy:lla, joka kuuluu kansainväliseen Consolis-konserniin. Consolis-konserni on *Euroopan suurin betoniteknikkaan perustuvien ratkaisujen tuottaja ja betonisten valmisosien valmistaja* (Parma Consolis).

Suomessa rakennustuoteteollisuuden digitalisoituminen ilmentyy muun muassa mahdollisuutena hyödyntää BIM (*Building Information Modeling*) -muotoisia lähtötietoja, eli rakennuksen tietomallia, mikä on rakennuksen ja rakennusprosessin koko elinkaaren sisältämien tietojen digitaalisesti koottu ja käsiteltävä kokonaisuus. BIM-lähtötiedot on mahdollista saada suoraan yrityksen omaan järjestelmään, mikäli kyseistä teknologiaa voidaan yrityksessä käsitellä. BIM-lähtötiedot mahdollistavat tuotantolaitteiston automatisoinnin pelkästään datan perusteella, eikä suunnittelijan tarvitse parhaimmassa tapauksessa siirtää, kuin dataa tuotantoon. (Suunnittelupäällikkö 2024.)

Rakennustuoteteollisuuden kohtaamia haasteita digitalisoitumisen aikana ovat esimerkiksi suunnitelmien ja lähtötietojen laatuun vaikuttavat tekijät, resurssit ja osaaminen. Oma haasteensa on myös toiminnanohjausjärjestelmien ja tietomallien välinen integraatio. Tiedonsiirrossa tapahtuvat odottamattomat virheet voivat aiheuttaa ongelmatilanteita, kuten tietojen katoamista. Rakennus- ja rakennustuoteteollinen ala ovat konservatiivisia, eli vanhoista totutuista tavoista pidetään usein tiukasti kiinni, mitä voidaan pitää lähtökohtaisesti suurimpana haasteena digitaaliselle kehitykselle. Digitalisaation päällimmäisimmät hyödyt lienevät siinä, että kun suunnitelmia alati revisoidaan, viimeisin tieto on aina saatavilla. Digitaalisilla ratkaisuilla voidaan varmistaa reaaliaikainen tiedonkulku hankkeiden eri osapuolten välillä, jolloin ihanneltilanteessa koko hankkeen mahdollistava verkosto on välittömästi ajan tasalla muutosten tapahduttua. Digitaalisten ratkaisuiden tukemana voidaan eliminoida inhimillisiä virheitä, mikä lisää yleisesti tehokkuutta niin suunnittelussa kuin tuotannossakin. (Suunnittelupäällikkö 2024.)

Digitalisaatio on muuttanut alan suunnittelu- ja valmistustyötä. Hollolan tuotetehtaan suunnittelupäällikön (2024) mukaan suunnittelutoimistoiden ohjelmistot ovat muuttumassa enenevässä määrin 2-ulotteisista, kuten CAD-pohjaiset viivanpiirtotyökalut 3-ulotteisiin, mikä lisää suunnitelmien visuaalisuutta merkittävästi. LVI-ala on käyttänyt työmailla menestyksekkäästi lisättyä todellisuutta asennustöiden apuna. Virtuaalilaseja hyväksikäyttäen voidaan tehdä esimerkiksi raudoitettarkastuksia, millä varmistutaan siitä, että suunnitelma ja toteuma kohtaavat. (Suunnittelupäällikkö 2024.)

Rakennuksen tietomallin hyödynnettävyys voi ulottua lähtötiedoista toimitukseen saakka. Rakennusta varten valmistetut elementit on esimerkiksi mahdollista hahmotella niitä kuljettavan auton lavalle, ja varmistua jo hyvissä ajoin ennen toimitusta, että kaikki suunnitellut elementit mahtuvat niille varattuun kuormaan. Työmaalla kuorman vastaanottajan on mahdollista nähdä tietomallista, missä järjestyksessä elementit saapuvat, ja suunnitella tämän tiedon valossa elementtien asemointi tai varastointi tulevia asennustöitä silmällä pitäen. Hankkeen tilaaja voi tietomallista nähdä reaaliaikaisesti

suunnittelun, tuotannon ja rakentamisen tilan, minkä lisäksi tietomallista voidaan tarkistaa sekkin, että hanketta varten toimitettavat tuotteet ovat varmasti oikeanlaisia. (Suunnittelupäällikkö 2024.)

Kyberturvallisuushkiin varautuminen on osa digitaalista kehitystä. Rakennustuoteteollisuudessa pätee asiassa varmasti sama perussääntö, kuin muillakin aloilla, arvelee Hollolan tuotetehtaan suunnittelupäällikkö (2024): Huolehditään siitä, ettei asiattomilla ole pääsyä yrityksen toiminnanohjausjärjestelmiin hyödyntämällä esimerkiksi 2-vaiheista tunnistautumista, tai muita vahvoja keinoja käyttäjän todentamiseksi.

Digitalisaation ympäristövaikutukset ilmenevät selkeimmin paperitulosteiden vähentymisenä. Tulostamisen tarve vähenee sitä mukaa, mitä enemmän tietoa voidaan välittää ja käsitellä hankkeissa digitaalisesti. Esimerkiksi Parma Oy:lla digitaaliset ratkaisut ovat muuttaneet paperitulosteiden kuukausittaisen menekin promilleen alkuperäisestä: 3000–4000 arkista 3–4 arkkiin. Kaikkien osapuolten kyky hyödyntää rakennuksen tietomallia prosessissa auttaa merkittävästi tavoitteessa minimoida hävikkiä, kun hanketta varten valmistettava tuote tehdään kerralla oikein, ja toimitetaan heti ensiyrittämällä oikeaan paikkaan. (Suunnittelupäällikkö 2024.)

Rakennustuoteteollisuudessa digitalisaatiolta toivotaan tuotannon täysautomatisaatiota ja käsityövaiheiden minimointia, mutta pyrkimystä hidastaa automatisoinnin suuret kustannukset. Hollolan tuotetehtaan suunnittelupäällikkö (2024) pitää tekoälyä suunnittelutyötä helpottavana tekijänä, ja uskoo siihen, että suunnittelija ja tekoäly tulevat tekemään tulevaisuudessa yhteistyötä.

3.3 Käyttöliittymä & UI-suunnittelu

Käyttöliittymä (*UI, User Interface*) on käyttöjärjestelmän, ohjelman tai laitteen osa, jonka kautta käyttäjä voi sekä syöttää että vastaanottaa tietoa. Käyttöliittymät voivat olla esimerkiksi merkkipohjaisia (*TUI, Text-based / Terminal User Interface*), graafisia (*GUI, Graphical User Interface*), elepohjaisia (*Gesture-Based Interface*) tai äänikäyttöisiä (*VUI, Voice User Interface*). Pohjimmiltaan kaikki, minkä kanssa käyttäjä on vuorovaikutuksessa esimerkiksi navigoidessaan sivulla tai ohjelmassa, on osa käyttöliittymää. Tästä syystä estetiikka on suuri osa minkä tahansa sivuston tai sovelluksen käyttöliittymäsuunnittelua. (Bogna 2021.)

Käytettäessä käyttöliittymästä termiä *NUI (Natural User Interface)*, eli luonnollinen käyttöliittymä, viitataan esimerkiksi älypuhelimien ja muiden vastaavien laitteiden hallintaan kosketuksella. Wigdor ja Wixon (2011, 10) täsmentävät, että luonnollinen ei *NUI:n* kontekstissa viittaa mihinkään orgaaniseen, vaan vapauden tunteeseen, jonka käyttäjä saa käyttöliittymää selatessa.

Käyttöliittymäsuunnittelulla (*UI Design*) tarkoitetaan prosessia, jossa suunnittelija rakentaa ohjelmistojen tai tietokoneistettujen laitteiden rajapintoja keskittyen niiden ulkonäköön tai tyyliin. Käyttöliittymäsuunnittelun tavoite on tuottaa käyttöliittymiä, jotka ovat valmistuessaan käyttäjänkin

näkökulmasta helppokäyttöisiä ja miellyttäviä. (Interaction Design Foundation 2016.) Malewiczin (2016) puhuu esteettisen käytettävyyden efektistä (*Aesthetic Usability Effect*): käyttöliittymä voi näyttää todella hyvältä, mutta sitä ei koeta automaattisesti helppokäyttöiseksi. Iso osa ihmisistä on ollut tekemisissä erilaisten käyttöliittymien kanssa jo 15–20 vuotta ja käyttöliittymien perusasioista, kuten kirjaudu sisään ja kirjaudu ulos -painikkeiden tyypillisestä sijainnista, on muodostunut selkeä käsitys. Käyttöliittymien perusasetelma ei jätä juurikaan tilaa luovuudelle, Malewicz (2016) jatkaa, mutta hänen mukaansa visuaalisuutta ei saa kuitenkaan koskaan unohtaa, sillä ihmiset ostavat asioita silmillään.

Käyttöliittymällä työskentelevän tavoitteena on suoriutua käsillä olevasta tehtävästä mahdollisimman helposti ja vaivattomasti. Kärjistäen voidaan sanoa, että käyttöliittymän itsessään tulisi olla näkymätön niin, ettei se herätä erityistä huomiota. Tätä tavoitetta voidaan edistää pyrkimällä ennustamaan käyttäjän tarpeita, jolloin lisätään käyttömukavuutta sujuvoittamalla tehtävien hoitoa, ja tarjoamalla käyttäjälle persoonallisempaa ja parempaa immersiota tarjoavaa käyttökokemusta. (Interaction Design Foundation 2016.)

Konkreettisen suunnittelutyön alkaessa, asettumalla käyttöliittymää käyttävän asemaan esimerkiksi käyttäjäpolun (*User Flow Diagram*) avulla, voidaan käyttökokemusta parantaa hankkimalla vastaukset kysymyksiin, kuten kuinka käyttäjä liikkuu sovelluksessa, onko käyttäjän polku intuitiivinen ja looginen, ja missä kohdissa käyttäjän toiminta ja kehittäjän suunnittelema polku eroavat toisistaan (Heikkilä ym. 2022). Käyttäjäpolkua voidaan kuvata esimerkiksi rautalankakuvilla ruutu ruudulta, mikä antaa tarkastelijalle nopeasti vähintäänkin karkean ymmärryksen siitä, kuinka käyttäjän on suunniteltu etenevän käyttöliittymässä kunkin painikkeen painamisen jälkeen, ja eri valintojen kautta seuraavaan näkymään tai toimintoon. Rautalankakuvat voivat olla sekä kynällä ja paperilla että tietokoneen suunnitteluohjelmalla hahmoteltuja, eikä niiden tarvitse sisältää visuaalisia yksityiskohtia. Visuaalisten yksityiskohtien puuttumisesta varhaisessa suunnitteluvaiheessa voi olla myös hyötyä, sillä yksinkertaistetussa rautalankakuvassa on tällöin helpompi keskittyä pelkästään sovelluksen toimintalogiikkaan (UX Academy Finland 2021).

Käyttäjäpolulla jokaisella navigoitavalla ruudulla on mietitty tarkoitus. On helppo uppoutua ruutu ruudulta -tyyliseen suunnitteluun, jolloin suunnittelusta saattaa unohtua sovelluksen laajempi rakenne. Ruudun näkymää suunniteltaessa suunnittelijan tulisi kysyä itseltään, mitä käyttäjä on tekemässä, kun hän näkee tämän. Mihin käyttäjä pyrkii? Mitä käyttäjä haluaa saavuttaa? Tämän jälkeen suunnittelijan tulisi miettiä, mitä informaatiota ruudulla tulisi esittää, ja miten esimerkiksi painikkeet tulisi järkevästi asettaa. Painikkeiden asettelua voidaan pohtia sen pohjalta, mitä käyttäjien arvioidaan kussakin näkymässä haluavan saavuttaa. Tässä ratkaisumallista voidaan käyttää sanontaa *Form follows function*, eli vapaasti suomentaen *muoto seuraa toimintoa*. (Dix 2016.)

3.4 Käyttäjäkokemus ja sen suunnittelu

ISO 9241-210 (*International Organization for Standardization*) (2010, Tieteen termipankki 2023 mukaan) määrittelee käyttäjäkokemuksen (*UX, User Experience*) käyttäjän tuntemuksiksi ja reaktioiksi tuotetta, järjestelmää tai palvelun käyttöä kohtaan: Käyttäjäkokemus on useiden tekijöiden, kuten tunteiden, uskomusten, mieltymysten, havaintojen, sekä fyysisten ja psykologisten reaktioiden summa, jotka yhdessä muodostavat käyttäjän kokemuksen ennen tuotteen tai palvelun käyttöä, sen aikana ja sen jälkeen.

Faranello (2016, 214–215) kirjoittaa hyvin suunnitellun käyttäjäkokemuksen (*UX design*) olevan kuin mikä tahansa luonnollinen, jokapäiväinen ja rutiininomainen toimi, jonka suorittaminen ei välttämättä herätä mitään erityisiä tunteita. Sen sijaan huonosti suunniteltu käyttäjäkokemus näkyy ja tuntuu: Totuttujen perusominaisuuksien puuttuessa tai muuttuessa toisenlaiseksi, aiemmin huomaamattomasti suoritetusta toiminnosta tulee ilmeistä, jolloin UX suunnittelun voidaan sanoa epäonnistuneen.

Faranello (2016) viittaa tekstissään siihen, että erinomaisia käyttöliittymiä on ollut olemassa jo niin pitkään, että olemme tottuneet tiettyihin perusasioihin. Esimerkkinä hän käyttää kahta eri merkkistä autoa, joiden ydintoiminnot ja perustehtävät paikasta A paikkaan B pääsemiseksi ovat molemmissa täysin samat. Autot voivat tarjota toisistaan poikkeavan ajokokemuksen matkan aikana, mutta autojen toimiessa tarkoitetulla tavalla kuljettajan tarve siirtyä haluamansa matka toteutuu. Mikäli autosta puuttuu esimerkiksi ratti, navigoimisesta tulee mahdotonta sillä tavoin, kuin autoa on totuttu ohjaamaan. Mikäli ohjaamiseen ensisijaisesti tarkoitettu ratti on korvattu jollain toisella menetelmällä, aiheuttaa tämäkin ainakin rattiin tottuneelle kuljettajalle potentiaalisesti hankaluuksia, koska kuljettajan on opeteltava uusi tapa ohjata autoa päämäärän saavuttamiseksi. (Faranello 2016, 216–217.)

Canziba (2018, 55) kuvailee UX-suunnittelun olevan fyysisten tai digitaalisten tuotteiden suunnittelua, jolla tuotteesta tehdään hyödyllinen, helppokäyttöinen ja käyttökokemukseltaan mahdollisimman miellyttävä. Canziba (2018, 56) käyttää esimerkkinä hyvästä UX-suunnittelusta applikaatiota, jonka käyttäjä avaa päivittäin, ja jonka käyttäjä kokee joka käyttökerralla tuottavan arvoa itselleen. Huono käyttäjäkokemus tekee applikaation käyttämisestä hankalaa, mikä tarkoittaa applikaation vaihtamista parempaan heti, kun sellainen on tarjolla. Canziban (2018, 57) mukaan kukaan ei halua tehdä yksinkertaisen asian hoitamisesta tarpeettoman hankalaa.

3.5 Prototyypointi

Prototyypiksi kutsutaan konkreettista mallia fyysisestä tai sähköisestä tuotteesta, palvelusta tai tilasta. Prototyyppi mahdollistaa kehitteillä olevan ratkaisun tarkastelun ja testaamisen ennen lopullisen tuotteen tai palvelun valmistumista, yksityiskohdista ja ominaisuuksista varmistumiseksi.

Käyttöliittymän prototyypillä voidaan testata esimerkiksi ohjelmiston tai verkkosivuston käytettävyyttä, toiminnallisuuksia ja ulkoasua. (Heikkilä ym. 2022, 60.)

Prototyyppiä testataan yhdessä tuotteen, palvelun tai tilan käyttäjien kanssa. Testaaminen prototyypillä on tärkeää, koska sen avulla voidaan selvittää, onko tuote aidosti asiakkaiden tarpeiden mukainen ja voidaanko se toteuttaa: tarkoituksena on asiakaskokemuksen ja palautteen kerääminen kehitteillä olevasta ratkaisuehdotuksesta. Palautteen saaminen prototyypistä voi auttaa korjaamaan virheitä ja ohjata ratkaisuehdotusta oikeaan suuntaan, mutta palaute voi johtaa myös siihen, että tiettyyn konseptiin kiinnytään liiaksi (Kershaw ym. 2011, Anderson ym. 2017 mukaan). Kehityssuunnan varmistuessa oikeaksi, ratkaisu voidaan viedä tuotantoon. Prototyypoinnin menetelmiä on olemassa useita, ja niistä on tärkeää valita se, joka sopii parhaiten kuhunkin käyttötarkoitukseen. (Alhonen ym. 2023.)

Prototyypin avulla on mahdollista ja toivottavaa saada uutta tietoa sekä oppia. Ennen prototyypin rakentamista, olisi hyvä pohtia vastauksia muun muassa siihen, mikä on asiakasymmärryksen mukaan pahin pullonkaula, ongelma tai haaste, mikä on idean keskeisin elementti, mistä prototyypimalla halutaan saada lisätietoa tai mikä ratkaisuehdotuksen viitekehysessä on se tärkein kysymys, johon prototyypistä haetaan vastausta. On tärkeää, että prototyyppi saadaan rakennettua helposti, jotta ideaa päästään testaamaan mahdollisimman nopeasti ja vaivattomasti. Ideaan ei tule kiintyä liikaa ennenaikaisesti. (Alhonen ym. 2023.)

Erilaisia menetelmiä ja työkaluja prototyypointia varten ovat muun muassa palvelunäyte, pahvimallinnus, kynä ja paperi ja kuvakäsikirjoitus, joista jokainen menetelmä soveltuu erinomaisesti tietyn tyyppisten tuotteiden tai palveluiden prototyypointiin. Esimerkiksi palvelunäytteen tapauksessa ratkaisuehdotusta testataan sen luonnollisessa ympäristössä sellaisilla henkilöillä, jotka todellisuudessa tulisivat ratkaisuehdotusta käyttämään. Tämä voi olla vaikkapa lasinalunen ravintolassa. Kynä ja paperi ovat usein erittäin helposti saatavilla olevia välineitä esimerkiksi mobiilisovelluksen, sivuston tai tietojärjestelmän visualisointia varten. Kynän ja paperin avulla voidaan luonnostella ensimmäisiä karkeita versioita siitä, miltä ratkaisuehdotus näyttää. Ensimmäiset luonnokset näytetään tämän jälkeen testihenkilöille, joilta kerätyn palautteen perusteella visualisointia voidaan jatkaa pidemmälle. Kynän ja paperin avulla tehtyjen luonnosten jälkeen ratkaisuehdotuksesta on mahdollista tehdä testattavaksi hyvinkin valmiin näköinen prototyyppi internetistä löytyvillä työkaluilla, kuten esimerkiksi Figma. (Alhonen ym. 2023.)

4 EK-tuotteet ja kaivokortti

4.1 EK-tuotteet

EK-tuotteilla käsitetään joukko esiasennetulla kiintotiivisteellä varustettuja, tehdasvalmisteisia betonuotteita, jotka yhdessä muodostavat EK-järjestelmän. EK-järjestelmä on kehitetty yhteistyössä betoniputkia valmistavien yritysten kanssa. Nykymuotoisiin tehdasasenteisiin kiintotiivisteisiin siirryttiin hiljalleen 1980-luvulla, mutta kumitiivisteiden käyttö betoniviemäreissä alkoi jo 1950-luvulla (Forsman ym. 2017, 120). EK-järjestelmään kuuluvat EK-putket, -kaivonrenkaat ja -soviteosat, ja niiden käyttökohteita ovat tyypillisesti hule- ja jätevesiviemärit. (Betoni.) Hollolan tuotetehtaalla EK-kaivonrenkaita valmistetaan merkittäviä määriä myös kaapelikaivoiksi. EK-putkia yhdistämällä voidaan rakentaa esimerkiksi kuvassa 3 näkyvä sprinklerisäiliö, jonka neljään riviin asetettujen putkien päädyt on valettu umpeen.



Kuva 3. DSV Logistics Center sprinklerisäiliö (kuva: RB Infra b).

EK-järjestelmän ominaisuuksiin kuuluvat muun muassa, että tehtaalla asennettu tiiviste pitää tuotteiden välisen sauman tiiviinä myös kuormituksen muuttuessa, liitos kestää sekä yli- että alipainetta, tiiviste on aina paikallaan ja varmasti oikean kokoinen ja oikein asennettu sekä se, että liitos on itse keskittyvä ja sopii näin erityisesti koneelliseen asennukseen (Forsman ym. 2017, 120). EK-tuotteille ominaista on myös renkaan urosponnin sijainti renkaan sisäreunalla. Markkinoilla on lisäksi toisen tyyppisiä betonirenkaita, kuten UL- ja LH-renkaat, joiden huullos ei ole yhteensopiva EK-järjestelmän renkaiden kanssa.

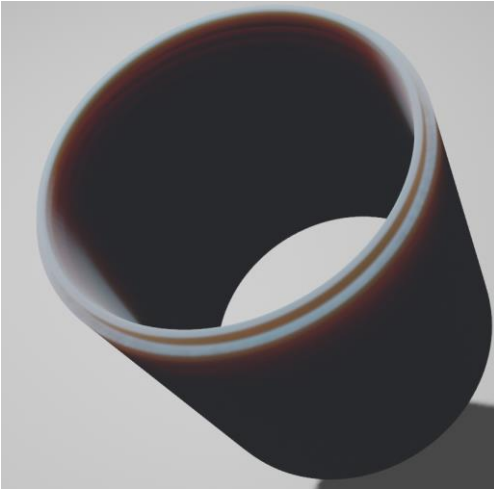
Työnjohtajan (2024) mukaan Hollolan tuotetehtaalla valmistetaan lähes yksinomaan raudoitettuja EK-tuotteita. Raudoitettut EK-putkituotteet ovat joko Br- (normaali raudoitus) tai Dr-luokkaa (vahva raudoitus), ja raudoitettut EK-kaivotuotteet joko Br- (kevyt raudoitus) tai Cr-luokkaa (normaali raudoitus) (Forsman ym. 2017, 117–119). Hollolan tuotetehtaalla valmistettavat EK-kaivotuotteet ovat kaikki Cr-luokkaa.

EK-järjestelmään kuuluvia EK-betonikaivoelementtejä on saatavissa kuudessa eri koossa. Betonituotteista ilmoitetaan sisähalkaisija. (Tuote- ja palveluhinnasto 2023.) Halkaisijavaihtoehdot, sekä kuhunkin halkaisijaan kuuluvat korkeudet, on esitetty taulukossa 1.

	Ø600 mm	Ø800 mm	Ø1000 mm	Ø1200 mm	Ø1500 mm	Ø2000 mm
250 mm		x	x			
500 mm	x	x	x	x	x	x
750 mm	x	x	x	x	x	x
1000 mm	x	x	x	x	x	x
1250 mm	x	x	x	x	x	x
1500 mm	x	x	x	x	x	x
1750 mm				x	x	x
2000 mm				x	x	x
2250 mm				x	x	x

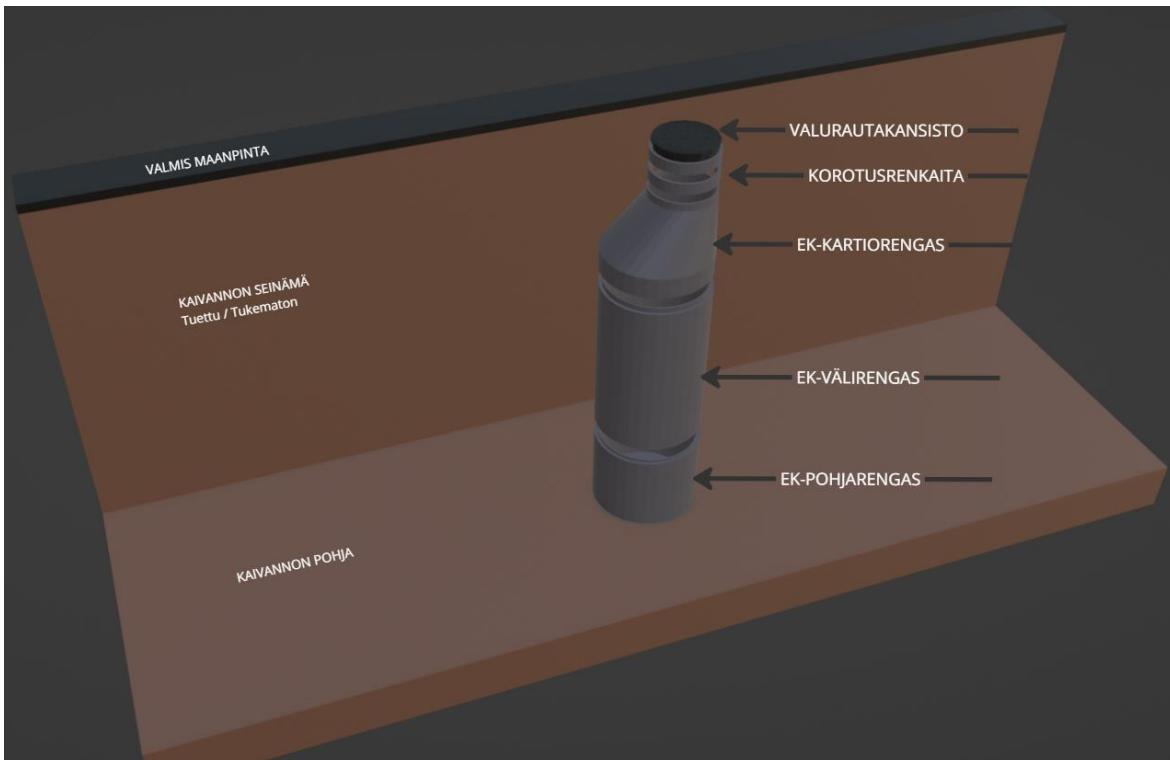
Taulukko 1. EK-kaivojen halkaisijat ja korkeudet Hollolan tuotetehtaalla vuodesta 2024 alkaen (Vedenpää 2023).

Kaivonrengaselementit valetaan sylinterin muotoisiksi renkaiksi, jotka ovat molemmista päistä auki (kuva 4). Mikäli renkaaseen halutaan pohja, se valetaan erikseen. Myös kaikki poraukset sekä muu räätälöinti tehdään vasta sen jälkeen, kun tuote on valun jälkeen kovettunut riittävästi. Tyypillisesti tuote on räätälöitävissä valua seuraavana päivänä. (Työnjohtaja 2024.)



Kuva 4. 3D-malli EK-kaivonrenkaasta (Kuva: Joonas Mäkiranta).

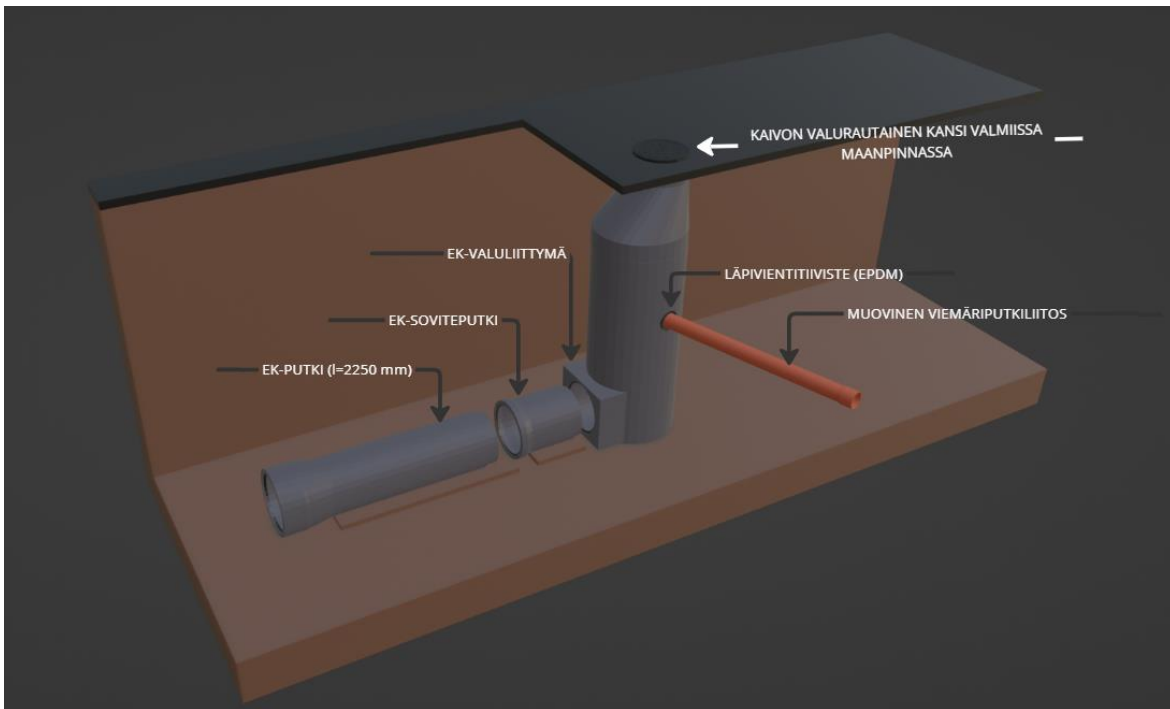
Työmaille tilattavien kaivojen korkeusvaatimukset vaihtelevat, mutta kaivoon kuuluvia osia suunniteltaessa peruseriaate on, että kaivon tulee yltää kaivannon pohjalta suunniteltuun maanpinnan tasoon, eli alimman kaivonrenkaan ja kaivannon pinnan kontaktipinnasta kaivon kanteen. EK-kaivot ovat moduulirakenteisia, eli renkaita on teoriassa mahdollista kasata päällekkäin sen verran, kuin edellä kuvaillun etenemän täyttämiseksi on tarve. Käytännössä valmistajilla on kuitenkin olemassa tuotteille vähimmäis- ja enimmäispeitesyvyyydet (Forsman ym. 2017, 36, 88, 91, 93 & 119). Toinen periaate etenemän suunnittelussa on rakentaa kaivo mahdollisimman monoliittiseksi, eli välttää tarpeettomien saumakohtien syntymistä käyttämällä tilanteen mukaan aina mahdollisimman korkeita renkaita. Kuvassa 5 on esitetty kaivannon poikkileikkaukseen sijoitetun betonikaivon yksi tyypillinen etenemä, sisältäen alhaalta ylöspäin pohjarenkaan, korkeutta lisäävän välirenkaan, halkaisijan suupistävän kartion, korkeuden tarkempaan säätöön korotusrenkaat sekä päällimmäiseksi valurautakansiston.



Kuva 5. Esimerkki EK-kaivon etenemästä. (Kuva: Joonas Mäkiranta)

Vakiotuotannossa olevat betoniset kaivo- ja putkiosat ovat normaaliolosuhteissa asennettavissa sellaisenaan, ja niiden käyttöikä on kansallisen soveltamisohjeen mukaan joko 50 tai 100 vuotta (Betoni b). Mikäli rakennettavan kohteen olosuhteet ovat betonille erittäin aggressiiviset (jäteveden $\text{pH} \leq 4,0$), on betonin pinta suojattava pinnoittamalla, esimerkiksi polyurea- tai polyuretaanipinnoitteella, tavoitteikäyttöään saavuttamiseksi. Esimerkkien mukaisilla pinnoitteilla on hyvä kestävyys niin kemiallisia kuin mekaanisia rasituksia vastaan. (Forsman ym. 2017, 114.) Toinen vaihtoehto, tai lisäsuoja yhdessä pinnoitteen kanssa mekaanista rasitusta vastaan on HST-pelti, joka muotoillaan pohjarengaan pohjalle kourun muotoon. Pelti suojaa tällöin kaivoa ennenaikaiselta kulumiselta esimerkiksi paineviemäriin purkukaivojen tapauksissa, jolloin vesi tulee kaivoon paineviemäriyhteen kautta poikkeuksellisella voimakkuudella. (Työnjohtaja 2024.)

Liittymät ovat kaivon kylkeen tehtäviä läpivientejä, joihin työmaalla rakennettavilla putkilinjoilla liitetään (kuva 6). Putkilinjojen materiaalista ja käyttötarkoituksesta riippuen porattavat liittymät voivat olla joko tiivisteellisiä tai tiivisteettömiä. Tyypillisiä putkimateriaaleja ovat betoni, muovi, teräs ja valurauta. Liittymät tehdään kaivoon tyypillisesti tehdasvalmisteisina aina, kun se on mahdollista. Joissain tapauksissa rakennetun linjan suunta ja/tai korkeus voi olla epävarma kaivon tilausvaiheessa, jolloin liittymä saattaa olla järkevintä tehdä kaivoon vasta työmaalla kaivon toimituksen jälkeen.

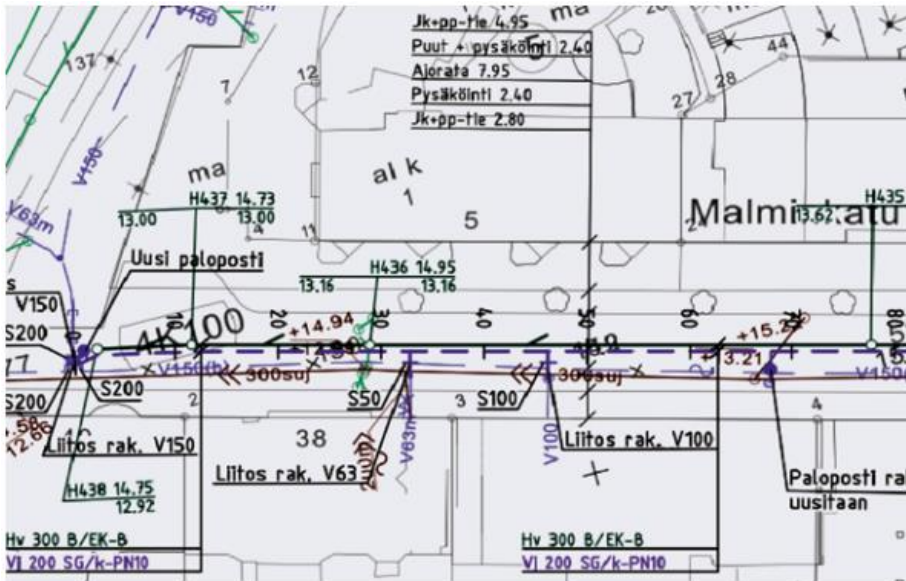


Kuva 6. Esimerkki EK-kaivon liittymästä. (Kuva: Joonas Mäkiranta)

Ruskon Betoni Etelä Oy:n Hollolan betonituotetehdas valmistaa tilauksesta räätälöityjä projektikaivoja vuosittain useita tuhansia (työnjohtaja 2024), joista suurin osa on viemäriputkilinjojen materiaalien, korkeuksien, suuntien ja kallistusten vaihdellessa uniikki. Räätälöityjen projektikaivojen lisäksi EK-kaivo-osia toimitetaan muokkaamattomina, eli niin sanottuina varastorenkaina niin ikään tuhansia vuodessa.

4.2 Kaivokortti

Kaivokortti on suunnitellun, valmistettavan tai olemassa olevan kaivon tärkeimmät määritelmät sisältävä sähköinen tai paperinen asiakirja. Jokainen kaivokortti keskittyy yhden kaivon tietojen esittämiseen, ja yksittäisen kaivon tietojen tarkastelu on kaivokortista nopeampaa ja tarkempaa, kuin vesihuollon asemapiirroksista, (kuva 7) jonka pohjalta kaivokortit muodostetaan. Kaivokortti voi olla esimerkiksi vesihuollon saneerauksen tai uudisrakentamisen vuoksi hankkeen tilaajan tilaama ja suunnittelijan tuottama osa hankkeen tarjouspyyntömateriaalia, tai kaivovalmistajan sähköisesti tuotettu piirros. (Projektivastaava 2024.)



Kuva 7. Vesihuollon asemapiirustus (Forsman ym. 2017, 80).

Vesihuollon asemapiirustus laaditaan yleensä mittakaavaan 1:500 tai 1:1000. Piirustuksesta tulisi käydä ilmi kaikki sellainen olennainen tieto putkilinjojen sijainnista ja korkeusasemasta, putkista ja muista vesihuollon laitteista, pohjakarttatiedot sekä nykyisten johtojen ja kaapeleiden tiedot, joita uuden tai saneerattavan kohteen rakentamiseksi edellytetään. Vesihuollon asemapiirustuksen lisäksi hankkeen suunnitelmiin sisältyvät muun muassa pituus- ja poikkileikkauskuvat, työnaikaiset vesihuolto- ja liikennejärjestelyt, työselostus, detaljit mahdollisista laitekaivoista ja erityisrakenteista sekä usein myös asemapiirustuksen pohjalta laaditut kaivokortit tilattavista, tehdasvalmisteisista kaivoista. (Forsman 2017, 79–80.)

Ruskon Betoni Etelä Oy:n Hollolan infratuotetehtaalla suunnittelijan ja kaivovalmistajan kaivokorttien keskeisin ero on kaivokortin tarkoitus. Suunnittelijan kaivokortti (kuva 8) tarjoaa valmistamisen edellyttävät tiedot tehtaalle, kun tuotannon kaivokortti toimii sekä vakioituna valmistuskuvana kaivon tuotannossa että kasausohjeena kaivon asentajalle työmaalla (Forsman ym. 2017, 20). Suunnittelijan kaivokortilta on löydettävä vähintäänkin tärkeimmät kaivon määrittelevät tiedot, kuten halkaisija, korkeus sekä liittymien tyypit, korkeudet ja suunnat, jotta kaivo olisi suunnitelman mukaisesti toteutettavissa. (Projektivastaava 2024.)

KAIVO N:O	H43	SIJAINTI	Sivuet. (+o -v) 10.07				
MATERIAALI	Betoni		X=	Y=			
KANSI	Umpi	<p>L = lähtö T = tulo</p>	TULO- JA LÄHTÖPUTKET				
-korkeus	9.51		Koko ja materiaali	Kork. cm vesijuoks.	Kulma asteina	Kaato cm/m	
-koko			L1	300 B	0	0	-3.0
-kuormituskestävyys			T1	250 PEH	5	190	1.0
POHJA			T2	300 B	0	271	2.7
-korkeus	7.65		T3	250 PEH	61	326	1.0
-vesijuoks. korkeus	7.65						
-koko	800						
-pohjakourut							
KOK. KORKEUS CM	186						
-vesijuoksuun	186						
-sakkapesä	0						
MUUT OSAT							
		LISÄTIETOJA					

Kuva 8. Esimerkki suunnittelijan kaivokortista (kuva: Joonas Mäkiranta).

Suunnittelijan kaivokortin (kuva 8) tiedot antavat lähtökohdan tuotannon kaivokortin laatimiselle. Tärkeimmät suunnittelijan kaivokortilta löytyvät tiedot ovat kaivon yksilöivä tunniste, eli nimi (*kaivo n:o*), kaivon materiaali, halkaisija, kannen korkeus, vesijuoksuun ja pohjan korkeus sekä kaikki liittymiin liittyvät tiedot: koko ja materiaali, korkeus vesijuoksuusta, kulma asteina ja kallistus. Hyödyllisiä lisätietoja ovat kannen tyyppi ja sakkapesän korkeus erikseen ilmoitettuna. Suunnittelijan kaivokortilla kaivon korkotiedot esitetään metreinä merenpinnan tasosta. Jokin kaivon ilmoitetuista arvoista voi olla myös negatiivinen, eli merenpinnan alapuolella, kuten toisinaan rannikkokaupunkien kohdalla on. (Projektivastaava 2024.)

Usein työmaalle toimitetaan kerralla useampi, kuin yksi kaivokokonaisuus, joten on tärkeää pystyä erottelemaan, mitkä osat ovat suunniteltu käytettävän kunkin kaivon kasaamiseksi. Rahditustapaan vaikuttaa lisäksi työmaan kyky purkaa vaihtelevan painoista kuormaa: kaivokorttia tutkimalla asiakas kykenee ennakoimaan esimerkiksi nosturitarpeen työmaalla oikea-aikaisesti, ja tällä tavoin kustannustehokkaasti. Kaivokorttien vakioiminen tuotantoa varten on perusteltua, sillä suunnittelijat tuottavat eri suunnittelutoimistoissa kaivokortteja, joissa samat tiedot on usein esitetty visuaalisesti eri tavoin, tai vaihtoehtoisin termein. (Projektivastaava 2024.)

Tuotannon kaivokortin (kuva 9) valmistelu on käytännössä suunnittelijan kaivokortin tietojen kopioimista, eritoten tehdasta ja kaivon asentavaa urakoitsijaa hyödyttävään muotoon. Tätä prosessia kutsutaan Hollolan tuotetehtaalla kaivokortin *piirtämiseksi*. (Työnjohtaja 2024.) Olennainen osa lisäarvoa, jota tuotannon kaivokortilla luodaan asiakkaalle, on tilatun kaivon visualisoiminen: kaivo esitetään kortilla suoraan ylhäältä alaspäin sekä sivuprofiilista niillä osilla, joilla kaivo on suunniteltu

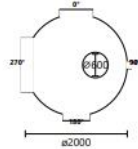
valmistettavan. Tuotannon kaivokortti tavoittelee lisäksi muiden, asentajan ja tilaajan kannalta tärkeiden tietojen mahdollisimman selkeää esitystapaa. (Projektivastaava 2024.)

8.10.2023



UI Plan, UI Test Manhole Drawing Ver 1

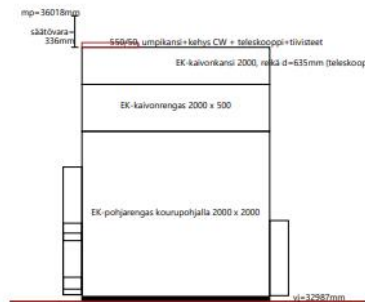
Asiakas YIT Suomi Oy
 Projektin nimi Production/User Interface Planning
 Projektinumero 2-0087-1
 Yhteyshenkilö Joonas Mäkiranta
 Puhelinnumero 045 196 1933
 Sähköposti joonas.makiranta@ruskonbetoni.fi



Mitat

Aiahalkaisija 2000
 Yläosan Koko 600
 Korkeus 3031
 Kansikorkeus 36018
 Poistokorkeus 32987
 Sakkapesä
 Kokonaispaino 14227
 Pohjajosan paino 9786
 Kannen aukko Epäkesko

Lisätiedot ja huomiot



Tuotteen osat

Tuotenimi	Lisätiedot
550/50, umpikansi+kehys CW + teleskooppi+tiivisteet	
EK-kaivonkansi 2000, reikä d=635mm (teleskoopille)	Lisää PU pinnoite. NBR-tiiviste. SR-sementti
EK-kaivonrenas 2000 x 500	Lisää PU pinnoite. NBR-tiiviste. SR-sementti
EK-pohjarenas kourupohjalla 2000 x 2000	Muokattu tuote. Lisää PU pinnoite. NBR-tiiviste. SR-sementti

Tuotteen liittymät

Liittymä	Koko	Kulma	Korkeus	Kallistus
L1 EK-valuliittymä 500B	600	0	0	-10
T1 Poraus 160 mm, sis. tiiviste	186	90	10	10
T2 Poraus 160 mm, sis. tiiviste	186	90	586	10
T3 Valuliittymä 560M Pipelife RYPY	656	180	10	10
T4 Raaka-aukko Ø1300 mm	1300	270	70	10

Ruskon Betoni Etelä Oy
 Kotajärventie 34
 15880 Hollola

www.rbinfra.fi
 myynti.hollola@ruskonbetoni.fi
 0207 933 506

Kuva 9. Tuotannon kaivokortti. (kuva: Joonas Mäkiranta)

Tuotannon kaivokortista käy ilmi vähintään kaivon yksilöivä tunniste, korkeus, liittyvien viemärien materiaalit, suunnat, korkeudet ja kallistukset, kaivon kansistotyyppi, mahdollisen sakkapesän korkeus, sekä mahdolliset erikoisvarustelut. Kunkin tuotannon kaivokortin lisätietokenttään voidaan tarvittaessa kirjoittaa tarkentavia tietoja esimerkiksi normaalista poikkeavista varusteluista tai toisinaan korostaa jotain tiettyä ominaisuutta, kuten esimerkiksi sitä, että kaivon valmistuksessa on käytettävä sulfaatin kestävä (SR, *Sulfate Resistant*) sementtiä. (Projektivastaava 2024.) Tuotannon

kaivokortille tulee lista piirrossa käytetyistä osista, jotka kaivon valmistuttua toimitetaan työmaalle. Lisäksi tuotannon kaivokortilla on lista kaivon sisältämistä liittymistä, sekä liittymäkohtaiset tarkemmat tiedot. Tuotannon kaivokortin alatunnisteessa näytetään Hollolan tuotetehtaan yhteystiedot.

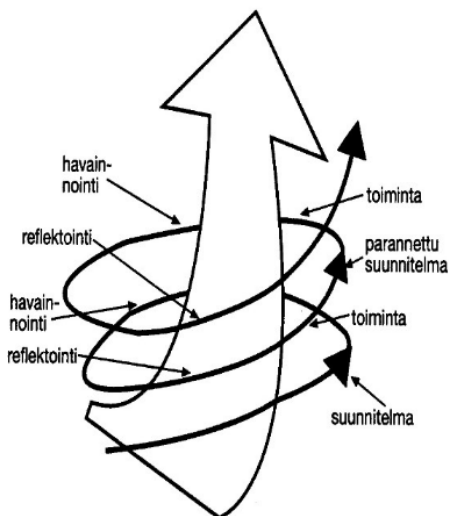
5 Sähköisen kaivokortin kehittämisprosessi

5.1 Toimintatutkimus

Tämän opinnäytetyön yhtenä kehittämismenetelmänä sovelletaan toimintatutkimusta. Toimintatutkimus tutkii todellisuutta ja pyrkii sen muuttamiseen. Jyrkämä (2021) luonnehtii toimintatutkimusta seuraavasti:

”Keskeistä on saada aikaan sosiaalisiiin käytäntöihin kohdistuvaa, ongelmien ratkaisuun ja muutoksiin johtavaa toimintaa, joka etenee prosessinomaisesti ja jossa keskeistä on käytännöissä mukana olevien ihmisten osallistuminen ja osallistaminen. Toimintatutkimukselle toiminta on niin tutkimuskohde, tutkimusväline kuin päämääräkin. Maailmaa ja sen muuttamisen mahdollisuuksia lähestytään toiminnallisin interventioin.”

Toimintatutkimuksen visuaalinen hahmotelma on esitetty kuviossa 1. Hahmotelma perustuu toimintatutkimus-termin (*action research*) keksijän ja käyttöönottaneen sosiaalipsykologi Kurt Lewinin ajatuksiin toimintatutkimuksen perusmallista.



Kuvio 1. Toimintatutkimuksen perusmalli (Lewin 1945, Jyrkämän 2021 mukaan).

Toimintatutkimuksen perusmalli nähdään spiraalimaisesti etenevänä ja prosessinomaisena. Liikkeelle lähdetään ongelman havaitsemisesta, josta edetään tunnistamisen kautta kartoittamiseen. Suunnitelma toteutetaan reflektoiden: toteutumisesta tehdään havainnointia, joita arvioidaan. Havaintojen perusteella suunnitelmaa voidaan tarvittaessa muuttaa ja täsmentää. Uudistettua suunnitelmaa lähdetään uudelleen seuraamaan, havainnoimaan ja arvioimaan, kunnes tavoitteet joko saavutetaan tai niiden todetaan olevan saavuttamattomissa. (Jyrkämä 2021.)

Toimintatutkimus on valittu kehittämismenetelmäksi tähän työhön siksi, että sitä voidaan prosessina soveltaa hyvin sähköisen kaivokortin käyttöliittymää varten tehtävien luonnosten arviointiin, ja arvioinnin pohjalta tehtävien parannusten ja prototyyppien tuottamiseen. Käytännössä työpajoihin osallistuvat henkilöt arvioivat luonnosten toimivuuden käytännössä ja ehdottavat tarvittaessa parannuksia. Tämän jälkeen paranneltu luonnos arvioidaan uudelleen, kunnes lopputuloksesta voidaan muodostaa prototyyppi.

5.2 Työpajat ja haastattelut

Työpajojen tarkoitus on tuoda yhteen Hollolan tuotetehtaan työnjohdon ja projektinhallinnan edustajat. Tällä tavoin projektikaivojen tuotannon työpisteiden ja itse prosessin asiantuntijat voivat yhdessä ideoiden sekä pohtien täydentää työpajoja varten etukäteen laadittuja luonnoksia käyttöliittymän työpisteiden eri näkymistä. Juuri edellä kuvatun asiantuntijaryhmän osallistuminen työpajatoimintaan validoi työpajoissa tuotetut ideat.

Käyttöliittymän näkymien ja näkymien sisältämien ominaisuuksien pohdinta työpajoissa on suunniteltu toteutettavan aivoriihimenetelmän tutkimukseen sopivaa variaatiota hyödyntäen. Innokylän kuvauksen mukaan aivoriihen perusasetelma on se, että ideoita esitetään mahdollisimman paljon, jolloin todennäköisemmin tuotetaan myös joitain hyviä ja käyttökelpoisia ideoita. Perusmuotoinen aivoriihi etenee seuraavasti: menetelmään tutustuminen, ongelman asettaminen ja rajaaminen, ideointivaihe, arviointivaihe ja valintavaihe. Työkalun vahvuudeksi kuvataan ideoiden runsaus, sekä toisten osallistujien ideoiden pohjalta syntyvät uudet ajatukset ja mahdolliset vaihtoehtoiset lähestymistavat ongelman ratkaisemiseksi. (Innokylä.)

Aivoriihimenetelmää toteutetaan tässä tutkimuksessa siten, että työpajaan osallistuva työryhmä saa pohdittavakseen aina yhden valmiiksi luonnostellun näkymän kerrallaan. Työpajan tehtävä on esittää ideoita, joilla luonnoksesta voidaan jalostaa valmis suunnitelma. Valmiista suunnitelmasta muodostetaan prototyyppi.

Työpajoja järjestetään noin kaksi kertaa kuukaudessa syksyn 2023 ja kevään 2024 välillä. Työpajoihin osallistuu tuotantopäällikkö, työnjohtaja sekä projektivastaava ja logistiikan asiantuntija. Työpajoille annetaan tehtäväksi tunnistaa kaikki kokonaisuuteen prosessin nykytilassa kuuluvat vaiheet ja kuinka ne ovat muunnettavissa digitaaliseen muotoon, sekä työpistekohtaiset ominaisuudet, jotka käyttöliittymän on sisällettävä. Projektikaivojen valmistus käsittää luvussa 6.1 mainitut työpisteet, jotka ovat kaikki joko välittömästi tai välillisesti yhteydessä yhteen tai useampaan osaan digitaalisten kaivokorttien hallintaa.

Digitaalisten kaivokorttien hallinnan jokaisesta niin sanotusta päänäkymästä, joita nimetyillä työpisteillä tarkastellaan, on aluksi hahmoteltu karkea rautalankaluonnos (eng. *wireframe*), jonka tarkoitus on ollut esitellä työpajalle näkymään sisältyvät keskeisimmät asiat, sekä havainnollistaa asettelua.

Rautalankaluonnoksista lähtien suunnittelussa on haluttu korostaa visuaalisuutta: on käyttäjien yhteinen tahtotila, että käyttöliittymä ei tule sisältämään pelkkää tekstiä, vaan mahdollisimman paljon esimerkiksi työpisteitä ja toimintoja kuvaavia ikoneita, sekä eri statuksia erottavia värejä. Käyttäjän ohjautumiseen oikeaan paikkaan heti RB Forgeen kirjautumisen jälkeen, ja navigoinnin helppouteen on haluttu panostaa, joten jokaiselle käyttäjälle on oman käyttäjätunnuksen lisäksi luotava työpisteseen ja sen näkymään sidottu rooli. Joillain työpisteillä saattaa työskennellä samanaikaisesti useampi työntekijä. Tällöin joukosta on syytä sopia yksi, jonka tunnuksia kirjautumiseen käytetään.

Tuotannon kaivokortin digitalisoinnin suunnitteleminen aloitetaan tarkastelemalla EK-projektikaivo-tuotantoprosessin nykytilaa, ja mitä tuotannon kaivokorttiin liittyviä välttämättömiä, jossain muodossa säilytettäviä, mahdollisesti kehitettäviä ja ehkä poistettaviakin vaiheita siinä on. Ongelmia ja ratkaisuja mietittiin yhdessä niin työnjohdon kuin yksikönjohdonkin kanssa, minkä seurauksena varsinaisten tutkimuskysymysten lisäksi löydettiin neljä keskeistä asiaa. Kuten taulukosta 2 on nähtävissä, nämä keskeisimmät haasteet, joita prosessin nykytilassa kohdataan, voidaan potentiaalisesti ratkaista nykyistä prosessia kehittäville digitaalisilla ratkaisuilla.

ONGELMA	RATKAISU
Kaivokortin piirtämisen jälkeen, kortin käsittely kaivotuotantoprosessin edistämiseksi edellyttää aina kortin tulostamista	Sähköisen kaivokortin käsittely mahdollistetaan varustamalla vaaditut työpisteet päätelaitteilla, kuten tablettitietokoneilla, sekä kehittämällä tähän tarkoitukseen käyttöliittymä kaivokortin tarkastelua ja muokkaamista varten osaksi uutta toiminnanohjausjärjestelmää
Paperista kaivokorttia on hankala jäljittää, eikä kortin mukaisesti valmistettavan kaivon tilaa ole mahdollista tietää jalkautumatta etsimään kaivoa tuotannosta	Sähköisen kaivokortin ja valmistettavan kaivon voi paikantaa päätelaitteen avulla mistä tahansa valmistusprosessin vaiheesta, kun sähköisen kaivokortin liikkeet ja kaivon valmistuksen eteneminen rekisteröidään järjestelmään työpisteillä
Kaivokortteja on tuotannossa samanaikaisesti useilta eri työmailta ja niiden keskinäinen tärkeysjärjestys voi muuttua äkillisesti, jos yksikin työmaa kohtaa esimerkiksi suunnitelmamuutoksia. Äkilliset muutokset aiheuttavat uudelleensuunnittelun tarpeen vähintään osalle työjonon kaivoista, mikä on käytännössä täysin manuaalista paperipinon järjestelyä	Sähköisen kaivokortin ollessa helposti paikannettavissa, voidaan yksittäiset suunnitelmamuutoksen kokeneet kaivot poimia ns. "HOLD"-tilaan erittäin nopeasti, ja vastaavasti vapauttaa sellaisenaan tai muokattuina takaisin tuotantoon yhtä tehokkaasti
Kaivotuotannon kokonaiskuormituksen hahmottaminen voi olla hankalaa, koska erityyppiset kaivot vaativat erilaisia valmistustapoja ja -aikoja, eikä tuotantoon siirtyvistä kaivotyypeistä kerätä dataa, jota voitaisiin hyödyntää. Tällöin työkuorman jakaminen työpisteille perustuu lähtökohtaisesti vain valmistuneeseen arvioon siitä, mitä milloinkin tulisi valmistaa maksimaalisen tuotantotehokkuuden saavuttamiseksi	Luomalla RB Forge-järjestelmään sääntöjä, joiden avulla järjestelmä kykenee automaattisesti arvottamaan ja aikatauluttamaan piirretyt tuotannon kaivokortit, eri tyyppisten kaivojen valmistusta edellyttävät reitit ja valmistukseen käytettävä vähimmäisaika voidaan nopeasti hahmottaa kokonaisuudessaan. Näin saadaan luotettava käsitys tuotannon kuormituksesta sen jokaisella kaivotuotantoon kuuluvalla työpisteellä, mitä voidaan poikkeustilanteessa hyödyntää

Taulukko 2. Projektikaivojen valmistusprosessin nykytilan keskeiset ongelmat ja niihin esitetyt ratkaisut.

Ensimmäisenä kirjattu ongelma on tämän opinnäytetyön tutkimustyön keskiössä: tulostamisesta ja paperisesta tuotannon kaivokortista halutaan eroon, mikä edellyttää prosessin digitalisointia. Käytännössä tämä tarkoittaa RB Forge -järjestelmään integroitavaa käyttöliittymää digitaalisen tuotannon kaivokortin käsittelemiseksi, sekä tuotantoprosessiin kuuluvien työpisteiden varustelua tarkoitukseen soveltuvilla päätelaitteilla. Työpajaan osallistuneet olivat yhtä mieltä siitä, että tablettitietokoneet tarkoituksenmukaisella suojauksella ovat paras vaihtoehto. Tuotannossa on lisäksi vanhoja toimettomia pöytäkoneita, joiden käyttöönottoa voitane harkita.

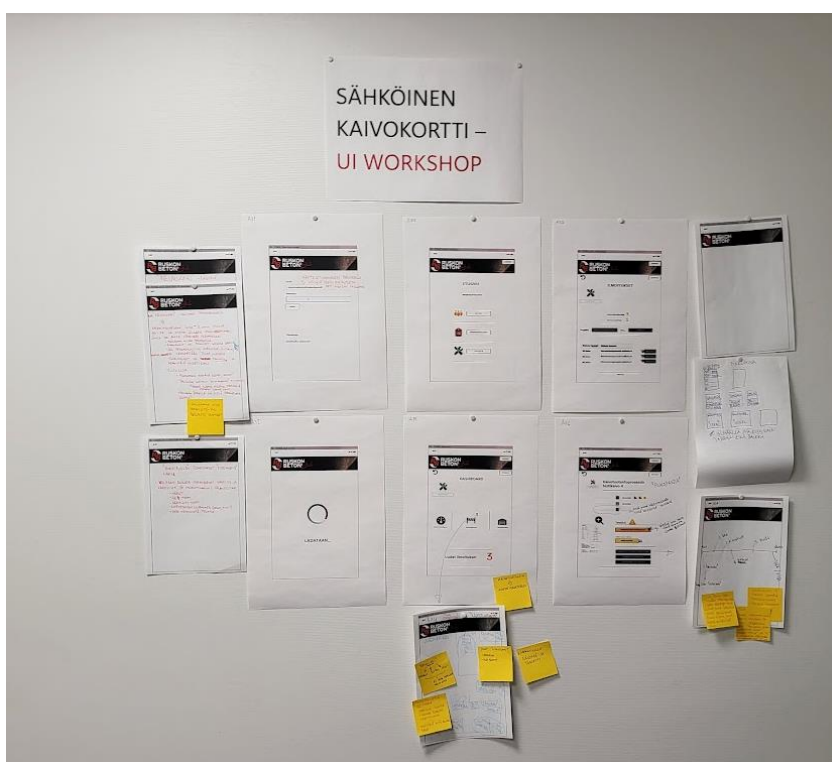
Paperisen tuotannon kaivokortin tarkka kulloinenkin sijainti on tiedossa korkeintaan kortin tuotantoon vieneellä taholla, olettaen valmistusprosessin olevan hänelle tuttu. Tuotannon korttiin linkittyvät projektikaivon valmistuksen tilaa on kuitenkin mahdotonta sanoa jalkautumatta tuotantoon sitä itse katsomaan. Digitaalisen kaivokortin paikantaminen onnistuu sitä vastoin mistä tahansa, kun käyttäjällä on pääsy itse järjestelmään. Projektikaivojen valmistumisen tilaa voi seurata reaaliaikaisesti, kun työpisteen operaattori kuittaa työn sekä aloitetuksi että suoritetuksi.

Tuotantojonossa on tyypillisesti kerralla useita kymmeniä tai muutama sata kaivoa paperisina tuotannon kaivokortteina ja aihioina ympäri tehdasta. Tämä määrä sisältää kortteja usein monelta eri työmaalta ja tilaajalta. Aika ajoin työmaat kohtaavat suunnitelmamuutoksia, jotka vaikuttavat jo tuotantoon toimitettuihin kaivokortteihin. Tällöin kyseisten kaivojen osalta on pysäytettävä tuotanto välittömästi, eli kaivot asetetaan niin kutsuttuun *hold*-tilaan, toisin sanoen *holdiin*. Hold-tilaan asettaminen tarkoittaa käytännössä sitä, että työnjohtaja saa tyypillisesti projektinhallinnalta tiedon kaivosta tai kaivoista, jotka ovat menneet holdiin, jolloin hänen on lähdettävä tuotantoon keräämään kaivotunnuksia vastaavat tuotannon kaivokortit pois, jotta näiden kaivojen valmistus ei jatku. Suunnitelmamuutos voi tarkoittaa myös kaivojen valmistusjärjestyksen muuttumista ilman, että yksikään kaivoista menee holdiin. Järjestysmuutokset aiheuttavat pahimmillaan suuren lisätyön paperisten tuotannon kaivokorttiniippujen uudelleenjärjestelyn muodossa. Digitalisoitu tuotannon kaivokortti on huomattavasti helpompi asettaa hold-tilaan, sillä sen voi tehdä päätelaitteelta käsin ja missä tahansa. Järjestysmuutokset eivät myöskään vaadi tuotantoon jalkautumista, kunhan käyttöliittymä suunnitellaan ainakin työnjohdon hallintapaneelin osalta tämän tyyppisten muutosten hallintaa silmällä pitäen.

Taulukon 3 neljäntenä ongelmana esitetään projektikaivotuotannon kokonaiskuormituksen vaikea hahmottaminen prosessin nykytilassa, mikä liittyy siihen, ettei paperisten tuotannon kaivokorttien tarkkaa sijaintia tuotannossa tiedetä ilman erillistä selvitystä. Ainoastaan kaivotuotannon työnjohtajalta on saatavissa valistunut arvio siitä, miten ruuhkautunut minkäkin tyyppisten kaivojen tuotanto on. Muiden kuin työnjohtajan on usein erittäin hankalaa arvioida toimitusaikaa kaivolle asiakkaan sitä erikseen tiedustellessa. Tämä johtaa siihen, että työnjohtajaa kuormitetaan tämän kaltaisilla

tiedusteluilla erittäin usein. Tuotantopolun automatisointi ja sen tuottama informaatio kehitetään ratkaisuksi työpisteiden kuormituksen hallintaan, ja luotettavien valmistus- ja toimitusaikatietojen muodostamiseen kenen tahansa järjestelmän käyttäjän toimesta.

Prosessin ymmärtämiseksi opinnäytetyössä tullaan sen eri toteutusvaiheiden aikana haastattelemaan Hollolan tuotetehtaan yksikönjohtoa ja myyntihenkilöstöön kuuluvia henkilöitä. Uuden käyttöliittymän käyttäjien tarpeiden ja käyttötapojen ymmärtämiseksi sekä työnjohtoa että työntekijöitä haastatellaan. Työnjohdon haastattelut tehdään käyttöliittymä-työpajatyöskentelyn (kuva 10) yhteydessä, jolloin keskustelun tuottamat ideat saadaan poimittua heti mukaan suunnitelmaan. Työntekijöitä haastatellaan tarvittaessa näiden omilla työpisteillä.



Kuva 10. Sähköinen kaivokortti -UI Workshop (kuva: Joonas Mäkiranta).

Työpajojen yhteydessä tehtävien haastatteluiden rakenne on avoin, eli keskustelua ohjailevia kysymyksiä ei ennalta suunnitella. Käyttöliittymästä keskustellaan aivoriihen tapaan täysin vapaamuotoisesti ideoita jakaen, joista parhaimmat poimitaan jatkoon. Työpajatoiminnan suunnitellaan alkavan siten, että jo ensimmäisen kerran aluksi seinälle (kuva 10) kiinnitetään luonnoksia siitä, miltä uuden käyttöliittymän eri näkymät voisivat näyttää, ja mitä niiden tulisi sisältää. Ensimmäisistä luonnoksista pyydetään ajatuksia, ja ennen kaikkea luonnosten esittämiin näkymiin kehotetaan esittämään parannusehdotuksia.

5.3 Palvelumuotoilu

Tuulaniemen teoksessa *Palvelumuotoilu* (2011, 131), palvelumuotoilu (*Service Design*) määritellään eri osaamisalojen yhteiseksi kieleksi, jota käytetään yhteistyössä palveluiden kehittämisessä. Palvelumuotoilu on ajattelu- ja toimintatapa, sekä prosessi ja työkaluvalikoima, jonka juuret ovat muotoilussa. Nykymuotoinen palvelumuotoilu on saanut alkunsa siirryttäessä jälkiteolliseen ja palveluiden aikakauteen. Gibbonsin (2017) mukaan termin *palvelumuotoilu* otti käyttöön Lynn Shostack vuonna 1982. Teknologinen kehitys, ja erityisesti internetin kasvu, on merkittävästi lisännyt palvelualan kehityspaineita, sekä mahdollisuuksia. Muotoilun puolelta vahvimmin palvelumuotoiluun on vaikuttanut teollinen muotoilu ja teollisten muotoilijoiden vahva prosessiosaaminen. (Tuulaniemi 2011, 131–144.)

Forsbergin ym. (2019, 142–143) mukaan yrityksen toiminta on kehitettävissä monin eri tavoin palvelumuotoilua hyödyntämällä. Palvelumuotoilun keinoja voidaan käyttää lisäksi erinäisten kehittämishaasteiden ratkomiseksi. Keinot ovat hyödynnettävissä yrityksen kaikilla tasoilla: strategisella, systeemisellä ja asiakasrajapinnassa (kuvio 2). Palvelumuotoilun hyödyntämisen kohdistumisella jollekin tietylle tasolle on aina myös heijastusvaikutuksia muihin tasoihin: kokonaisvaltaisemman hyödyn saavuttaminen yrityksessä edellyttää palvelumuotoilijan kykyä navigoida eri tasojen välillä, ja yrityksen tahtoa ajaa muutosta palvelumuotoilun keinoin kaikille kolmelle tasolle pelkästään esimerkiksi vain asiakasrajapinnan sijaan. (Forsberg ym. 2019, 142–143, 147.)



Kuvio 2. Palvelumuotoilun hyödyntämisen tasot (Forsberg ym. 2019, 143).

Ylimmällä, strategisella tasolla palvelumuotoilu toimii vision, päämäärän, tavoitteiden ja ylätasoin linjausten asettajana palveluliiketoiminnan, asiakaskokemuksen ja palvelutarjoaman kehittämiseksi. Strategisella tasolla palvelumuotoilua käytetään innovointiin ja kilpailuedun saavuttamiseen markkinoilla. Systeminen taso perehtyy palveluiden ja asiakaskokemuksen kehittämiseen niiden kattotasolla. Tällöin palvelumuotoilu toimii standardien ja ohjeistusten, sekä logiikan ja työkalujen luomisen apuna, minkä pohjalta johdetaan, kehitetään ja tuotetaan asiakaslähtöisiä palveluita ja asiakaskokemuksia. Systemisellä tasolla tavoitteena on laaja-alaisen linjausten tuottaminen yhdenmukaisen asiakaskokemuksen, sekä tehokkaamman palvelukehittämisen saavuttamiseksi eri palvelukanavissa. Palvelumuotoilun avulla voidaan systemisellä tasolla vaikuttaa innovoinnille suotuisten olosuhteiden rakentumiseen sekä yrityskulttuuriin että toimintamallien osalta. Asiakasrajapinnan tasolla palvelumuotoilu konkretisoituu asiakkaalle tarjottavan lopputuotteen kehittämisenä, kuten palveluna tai palvelun yksityiskohtina. Lisäksi palvelumuotoilulla voidaan kehittää asiakasrajapinnassa palveluntarjoajan ja asiakkaan välistä vuorovaikutusta asiakaskokemuksen eri vaiheissa ja kosketuspisteissä. (Forsberg ym. 2019, 144–147.)

Palvelumuotoilun tavoite on ratkaista asiakkaan ongelma ja synnyttää hänelle arvoa niin, että hän on valmis maksamaan siitä. Palvelumuotoilun avulla voidaan luoda kokonaan uusia prosesseja, parantaa olemassa olevia tai integroida nykyisiin prosesseihin uusia toimintoja ja ominaisuuksia. Prosessien luonnin tai kehittämisen ohella vaikutetaan myös palvelun edellyttämiin kontaktipisteisiin, joita ovat järjestelmät, käyttöliittymät, tilat ja materiaalit. (Forsberg ym. 2019, 153).

Tässä opinnäytetyössä, käyttöliittymän suunnittelussa halutaan huomioida palvelumuotoilun näkökulma, jotta lopputulos olisi selkeä ja miellyttävä käyttää. Sähköisen kaivokortin käyttöliittymän suunnittelussa on huomioitava, että järjestelmän tätä osaa tullaan käyttämään toimistotilojen ulkopuolella todennäköisesti etupäässä tablettitietokoneilla. RB Forge -järjestelmää on alusta alkaen suunniteltu tarkasteltavaksi pöytätietokoneen ruudulta, ja ellei rajoittuneempaa tarkastelualuetta huomioida käyttöliittymän suunnittelussa, saattaa näkymän väärä skaalautuminen aiheuttaa haasteita varsinaisessa käytössä.

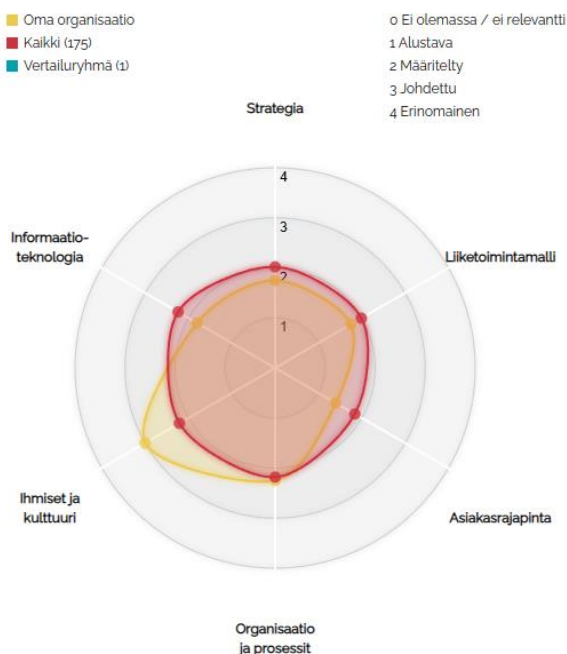
5.4 Ruskon Betoni -konsernin digistrategia

Strategia on organisaation tulevaisuusorientoitunut suunnitelma, jossa ennalta valittujen konkreettisten vaiheiden kautta pyritään organisaatiossa haluttuun tavoitteeseen. Usein tavoite on kilpailuedun saavuttaminen muuttuvassa ympäristössä. (Schindehutte & Morris, 2009). Digistrategia tarkastelee organisaation toimintoja ja pyrkii hyödyntämään niissä digitaalisen teknologian mahdollisuudet, minkä lisäksi digistrategia hyödyntää teknologiaa organisaation liike- tai palvelutoiminnassa, tarkoituksena tehostaa organisaation suorituskykyä ja toimintaa (Reyes). Digistrategiaa muotoillessa tavoitteiden asettaminen on tärkeää, jotta voidaan selkeyttää, mitä on tarkoitus saavuttaa, ja

miten määritellään vaaditut digikyvykkydet ja -työkalut sekä edistymistä arvioivat mittarit (Holopainen ym. 2022, 7).

Digitaalisten ratkaisujen tueksi Ruskon Betoni Etelä Oy:n digikypsyyttä arvioidaan VTT:n digikypsyyso työkalun avulla. Työnjohdon ajatukset uutta digitaalista kaivokorttia kohtaan selvitetään työpaikkojen avulla, mutta työntekijöiden tarpeiden, käyttötapojen ja tavoitteiden kartoittamiseksi tehdään pääosin strukturoimaton, eli avoin haastattelu tietyille osalle digitaalisen tuotannon kaivokortin kanssa tekemisissä olevista henkilöistä. Haastattelun kulkua ei haluta ohjailla liikaa, vaan työntekijän toivotaan muotoilevan omin sanoin työpisteensä nykytilan kuvaus hyvine ja huonoine puolineen. Lisäksi pyydetään kommentteja siihen, mitä uudelta digitaaliselta kaivokortilta toivotaan omalla työpisteellä.

Digitalisaation onnistumisella on merkittävä rooli organisaation kilpailukyvyyn säilymiselle jatkuvassa liikemaailman muutoksessa. Menestys vaatii organisaatiolta herkkyyttä huomioida ja hyödyntää uusia teknologioita liiketoiminnassa. VTT:n digikypsyyso työkalulla organisaatio voi selvittää oman yrityksen lähtötason, jolloin on helpompi määritellä organisaation kehitystarpeet. Organisaation digikypsyyttä arvioidaan työkalulla kuudessa eri ulottuvuudessa: strategia, liiketoimintamalli, asiakasrajapinta, organisaatio ja prosessit, ihmiset ja kulttuuri sekä informaatioteknologia. (VTT.) Hollolan tuotetehtaan digikypsyyso on nähtävissä kuvassa 11. Digitalisaation kypsyyden arvio on tehty 1.5.2024.



Kuva 11. Organisaation digikypsyyso Hollolan betonituotetehtaan näkökulmasta (VTT 2024).

Ruskon Betoni Etelä Oy:llä ei ole kirjattua digistrategiaa (Vedenpää 2023). Uuden toiminnanohjausjärjestelmän kehityksen myötä digitaalisuus on kuitenkin ollut vahvasti esillä Hollolan tuotetehtaalla viimeisten kolmen vuoden ajan, ja uusien digitaalisten ratkaisujen pohdinta on selkeästi lisääntynyt yksikön sisällä. Hyvinä esimerkkeinä tästä ovat uuden ICT-päällikön position aukeaminen yrityksessä vuoden 2024 alusta alkaen, sekä vuonna 2023 konserniin perustetun, tietoturvan parantamiseen ja ylläpitoon keskittyvän digiryhmän toiminnan alkaminen. Kuvan 14 Digikypsyysanalyysia tehtäessä on jo otettu huomioon uuden RB Forge -järjestelmän rooli, ICT-päällikön osallisuus, henkilöstön hyvä perustason digiosaaminen ja positiivinen suhtautuminen digitalisaatioon, sekä digiryhmän toiminnan näkyminen Hollolan tuotetehtaalla, mitkä ovat todennäköisesti vaikuttaneet positiivisesti etenkin kohtaan ”Ihmiset ja kulttuuri.” Suhteessa muihin organisaatioihin, digikypsyys jää kuitenkin alhaisemmaksi lähes kaikilla muilla osa-alueilla.

5.5 RB Forge -toiminnanohjausjärjestelmä

ERP (Enterprise Resource Planning), eli toiminnanohjausjärjestelmä muodostuu organisaation toiminnan suunnitteluun, ylläpitoon ja optimointiin luoduista ohjelmistomoduuleista. Tyypillisiä ERP:n osia tuotantotaloudessa ovat tilausten, tuotantosunnittelun, raaka-aine hankinnan, varastovalvonnan ja asiakaspalautteen käsittelyssä käytettävät moduulit. (Järvinen 2003). Toiminnanohjausjärjestelmän tarkoitus on hyödyntää yhtä tietokantaa, johon on integroitu koko yrityksen tietovirrat. (Granlund & Malmi 2003)

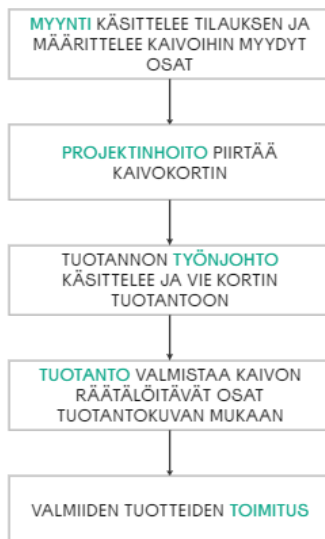
RB Forge on täysin Ruskon Betoni Etelä Oy:n Hollolan infratuotetehtaan tarpeita varten yhä kehityksessä oleva toiminnanohjausjärjestelmä, jonka kehittäminen alkoi loppuvuodesta 2020. Jonkin olemassa olevan valmiin ratkaisun räätälöinnin sijaan täysin uuden järjestelmän kehittämiseen päädyttiin Hollolan tuotetehtaan erityistarpeiden, etenkin kaivokorttien piirtotyökalun vuoksi. Valtaosa Ruskon Betoni Etelän liiketoiminnasta liittyy valmisbetonin valmistukseen, eli yrityksen sisällä ei ollut aiempaa kokemusta tuotetehtästä hyödyttävästä järjestelmästä. Valmista kaivokortin piirtotyökalua ei tiettävästi ollut olemassa markkinoilla, ainakaan sellaisena, että sen olisi suoraan voinut implementoida yrityksen käyttöön. (Vedenpää 2023.)

RB Forgeen on suunniteltu kolme päätasoa: projektinhallinnan-, myynnin ja tuotannon moduulit, joista jokainen on vuorollaan kehitettävä kokonaisuus. Järjestelmän moduulit on havainnollistettu liitteessä 2. Projektinhallinnan moduuli sisältää tilausten, eli projektien hallinnan edellyttämät työkalut, sekä kaivokortin piirtämisen ja toimitusten hallinnan. Myynnin moduuli kattaa tuotteiden hinnoittelun, tarjouslaskennan ja tarjousasiakirjojen luonnin sekä myynnillisen raportoinnin. Digitaalisen tuotannon kaivokortin hallinta tulee olemaan osa tuotannon moduulin rakennetta. RB Forgen tarkoitus ei ole korvata konsernin käytössä olevia ratkaisuja, mikäli niitä voidaan millään muotoa hyödyntää Hollolan tuotetehtaalla, joten välttämättömistä toiminnoista, kuten varastoseuranta, tullaan järjestämään integroimalla jo käytössä olevia järjestelmiä RB Forgen kanssa. (Vedenpää 2023.)

5.6 Tuotannon kaivokorttien piirto ja projektikaivojen valmistus

EK-projektikaivo on asiakkaan tarpeiden mukaisesti räätälöitävä kaivokokonaisuus, jonka valmistusta varten piirretään aina tuotantokuva, eli tuotannon kaivokortti. Projektikaivot valmistetaan muokkaamalla varastoon valmistettuja vakiomallisia (vaihtoehdot esitetty aiemmin taulukossa 1) renkaita, mutta etenkin useamman metrin korkea projektikaivo saattaa sisältää myös muokkaamattomia renkaita, joilla kaivokokonaisuutta nostetaan maanpinnan tasoon. Projektikaivojen valmistus sisältää erilaisia vaiheita, jotka määräytyvät halutun lopputuloksen perusteella. Vaiheet määritellään tarkemmin työnjohdon toimesta tilauksen siirryttyä tuotantoon. (Työnjohto 2024.)

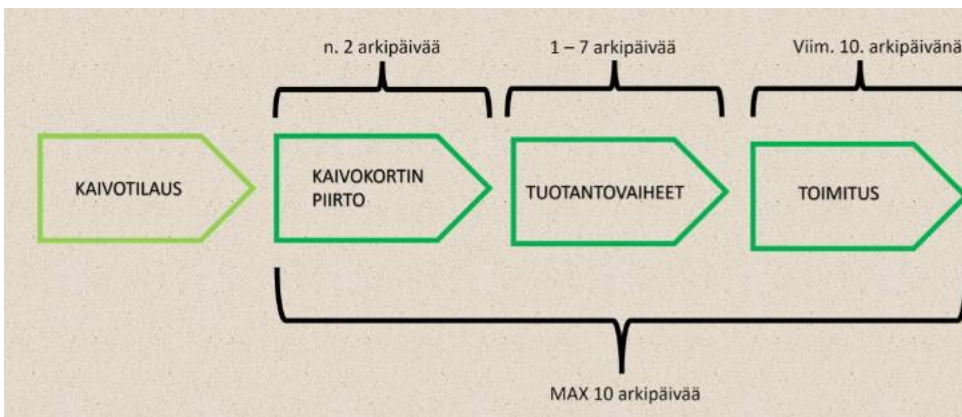
Kuviossa 3 on esitetty projektikaivojen prosessoinnin päävaiheet kaivon tilauksesta toimitukseen. Myyntipäällikön (2023) mukaan kaivotilausten käsittely- ja valmistusprosessiin osallistuvat tahot ovat myyntihenkilöstö, johon kuuluu myös Hollolan tuotetehtaan oma suunnittelu, asiakkaan kanssa työmaan betonisen EK-järjestelmän asennuksen ajan tiiviimmin yhteydessä oleva projektinhoito, valmistavan osuuden käynnistävä työnjohto, tuotanto, sekä toimitukseen liittyvistä yksityiskohdista asiakkaan kanssa sopiva ajojärjestelijä. Ruskon Betoni Etelä Oy:n Hollolan tuotetehtaalla ei ole omaa kuljetuskalustoa, vaan tuotteiden toimituksia varten käytetään kolmansien osapuolten kuljetuspalveluita.



Kuvio 3. Projektikaivojen prosessoinnin päävaiheet.

Tyypillisesti myynti määrittelee projektikaivon osat tilausvahvistukselle niin tarkasti, kuin se hintojen muodostamiseksi on tarpeellista (myyntipäällikkö 2023). Toisinaan asiakas tekee tilauksen suoraan tuotantoon projektinhoidon käsiteltäväksi, jolloin projektinhoito tiedottaa myyntiä uudesta tilauksesta.

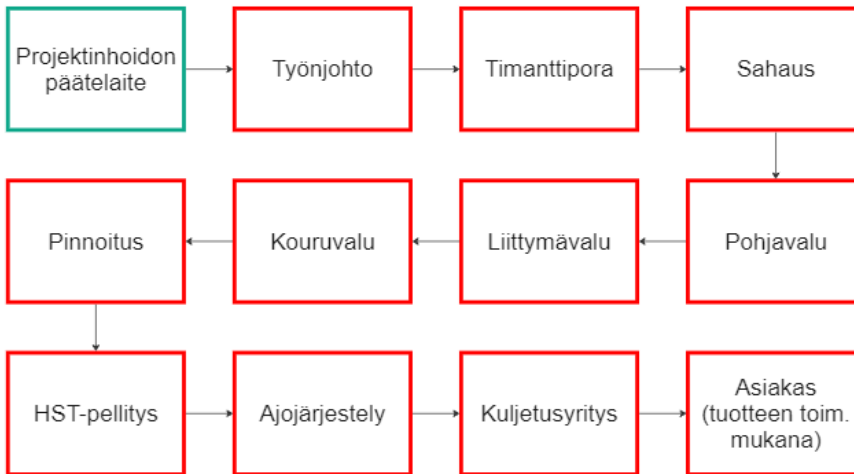
Myynti hinnoittelee tilauksen asiakkaalle tarvittaessa, eli esimerkiksi asiakkaan erikseen niin pyytäessä, tai antaa hinnoittelusta vaihtoehtoisesti ohjeet laskutukseen. Suoraan tuotantoon tullut tilaus on usein lisätilaus jo käynnissä olevalle projektille, mikä tilauksenkäsittelijän täytyy tunnistaa. (Projektivastaava 2024.) Lopulliset kuhunkin kaivoon tarkoitetut osat määrittelee kaivokortin piirtäjä. Kaivotilauksen normaalina toimitusaikana voidaan pitää noin 10 arkipäivää tilauksesta (kuvio 4), kattaen yleensä enintään yhden täyden yhdistelmäajoneuvon verran projektikaivotuotteita, muita projekti-tuotteita, tai projekti- ja varastotuotteiden yhdistelmiä. Yhteen täyteen yhdistelmäajoneuvoon mah-tuvien projektikaivojen määrä riippuu kaivojen halkaisijasta, liittymistä ja korkeuksista, eli siitä kuinka paljon kaivotuotteita kunkin projektikaivon rakentamiseksi on suunniteltu. (Työnjohtaja 2024.)



Kuvio 4. EK-kaivojen tyypillinen toimitusaika tilauksesta.

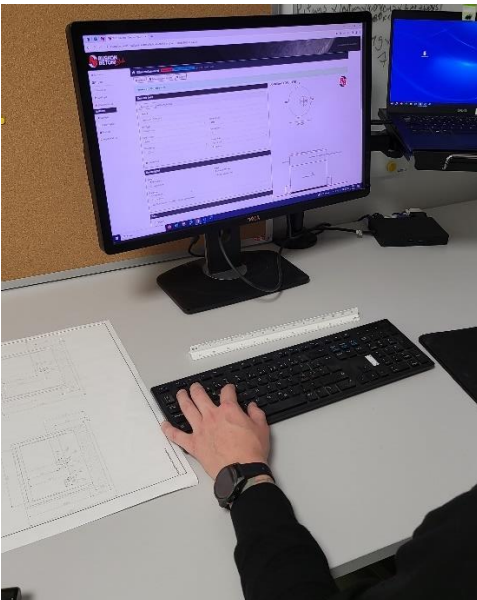
Yksittäiset kaivot on usein mahdollista toimittaa tai valmistella noutotilausta varten alle 10 arkipäivän, mikäli kaivon valmistus ei vaadi muualta tilattavia osia tai alihankkijoiden työsuoritteita, kuten pinnoitusta. Erikoisvarustellun kaivon toimitusaika määritetään työnjohdon toimesta aina kaivokohtaisesti erikseen. Yksittäistenkin kaivojen valmistus- ja toimitusaikaan vaikuttaa kuitenkin aina myös sen hetkinen tuotannon kuormitus. (Työnjohtaja 2024.)

Nykytilassa tuotantokuvan vieminen valmistusprosessin vaiheiden läpi paperisena tulosteena on välttämätöntä, sillä digitaalisen tuotantokuvan käsittely ei ole mahdollista kaikissa tuotannon edellyttämässä vaiheissa. Kuvio 5 on nähtävissä pääosin mahdolliset käsittelyvaiheet, joiden kautta tuotannon kaivokortti voi EK-kaivojen tuotanto- ja toimitusprosessissa kulkea. Kuvio ei sisällä Peco-robotia tai uusien muottien työpistettä, joista niin ikään kumpikaan ei mahdollista tuotannon kaivokortin käsittelyä sähköisesti. Vihreällä kehystetyt laatikot indikoivat sitä, että kaivokortti käsitellään sen vaiheen kohdalla jo sähköisesti. Punaisella kehystetyt laatikot tarkoittavat, että kaivokortin käsittely tapahtuu näissä vaiheissa perinteisenä tulosteena.



Kuvio 5. Kaivokortin mahdolliset käsittelyvaiheet prosessin nykytilassa.

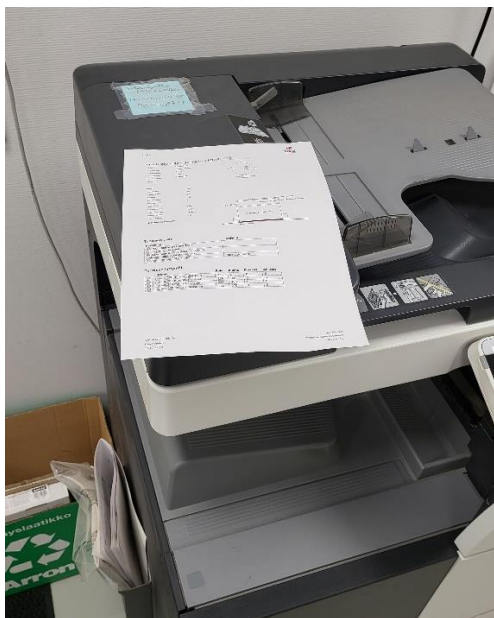
Kuviosta 5 on nähtävissä, että ainoastaan aivan prosessin alku, eli tuotannon kaivokortin piirto (kuva 12) tapahtuu sähköisesti. RB Forge -järjestelmän piirtotyökalu on automatisoitu siten, että järjestelmä pyrkii tarjoamaan käyttäjän piirron alussa tekemien valintojen ja syötettyjen parametrien perusteella optimaalisinta mahdollista kaivorakennetta, johon on kuitenkin mahdollista vaikuttaa myös manuaalisesti. Optimaalisin mahdollinen kaivorakenne tarkoittaa karkeasti muun muassa sitä, että kaivo toteutetaan mahdollisimman vähillä saumoilla.



Kuva 12. Tuotannon kaivokortin piirto RB Forge -järjestelmässä (Kuva: Joonas Mäkiranta)

Tuotannon kaivokortin voi jo järjestelmän nykytilassa piirtää kuka tahansa asiaan perehtynyt, eli myös asiakkailla on pääsy RB Forgen asiakkaille tarkoitettuun osaan järjestelmästä. Projektivastavat kuitenkin useimmiten piirtävät, tai vähintään tarkistavat kaikki tuotantoon lähtevät tuotannon kaivokortit. Kuten jo aiemmin mainittiin, tuotannon kaivokortin piirtäminen on suunnittelijan lähtötietojen kopioimista tuotannossa luettavaan muotoon. Lisäksi tuotannon kaivokorttia piirrettäessä voidaan huomioida ja puuttua suunnittelun mahdollisiin tuotantoa haittaaviin tai estäviin, tai tulevaan asennukseen vaikuttaviin epäkohtiin (projektivastaava 2024).

Työnjohdon käsittelyä, ja tuotannon aloittamista varten kortti täytyy tulostaa paperiseksi kokoon A4 (kuva 13). *Projektinhoidon* kaivokorttien piirtotyökalun lisäksi järjestelmään on jo kehitetty mahdollisuudet hallita kaivokortteja projektinäköymässä, mutta muita työpisteitä varten käyttöliittymää ei ole suunniteltu.



Kuva 13. Tulostettu tuotannon kaivokortti (kuva: Joonas Mäkiranta)

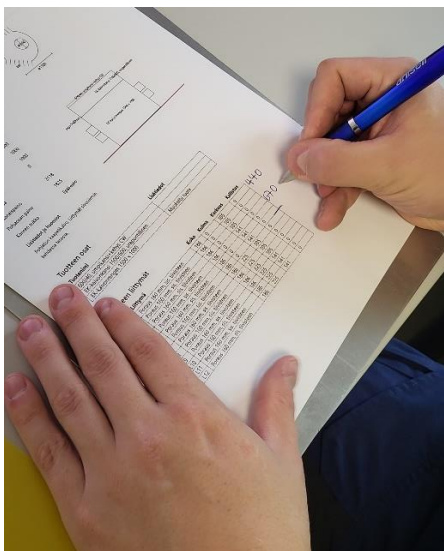
Tulostamisen jälkeen tuotannon kaivokortti skannataan .pdf-muotoon ja lähetetään skannerilta projektin käsittelijän sähköpostiin. Tulostetut kortit viedään neuvotteluhuoneeseen (kuva 14) korteille varattuun paikkaan, josta työnjohto päivittäin, ja tarvittaessa useamman kerran päivässä, hakee kortit tarkempaan käsittelyyn ennen tuotannon aloittamista. Projektinhoito lähettää tuotannon kaivokortin sähköpostin liitteenä kaivon tilanteen asiakkaan nähtäville, ja useimmissa tapauksissa asiakkaalta pyydetään kortille erillistä kuittausta ennen tuotannon aloittamista, ellei toisin ole ohjeistettu. (Projektivastaava 2024.)



Kuva 14. Neuvotteluhuone, jonne tuotantoon lähtevät kaivokortit viedään (kuva: Joonas Mäkiranta)

Asiakkaan lisäksi projektinhoito lähettää kaivokortin sähköpostitse aina myös tietylle prosessiin kuuluvalla sisäiselle joukolle: vastaavalle työnjohtajalle, joka on myös paperisen kortin tuotantoon huolehtiva henkilö, ajojärjestelijälle, joka tulee aikanaan kaivon valmistuttua huolehtimaan sen toimituksesta, sekä erityisratkaisuja vaadittaessa myös suunnittelupäällikölle. Jakeluun lisätään niin ikään lähes kaikkien toimihenkilöiden käytössä oleva yleinen asioiden hoitoon tarkoitettu sähköpostiosoite, jotta tarvittaessa eri henkilöillä on mahdollisuus tutkia tuotantoon lähetettyjen kaivojen historiaa tai tilaukseen liittyen käytyä viestinvaihtoa. Sisäinen posti on tiedotusluontoinen, millä ilmoitetaan uudesta kaivotilauksesta, sekä esimerkiksi mahdollisista muista samalla tilauksella olleiden tuotteiden ja/tai palveluiden tarpeista, ja toimitusajasta. Sähköpostin tarkoitus on, paitsi ilmoittaa uudesta tilauksesta, myös jättää jokin jälki sillä hetkellä sovitusta asioista, mikäli niihin tarvitsee myöhemmin palata. (Projektivastaava 2024.)

Työnjohdon tehtäviin kuuluva tuotannon kaivokortin käsittely tarkoittaa sitä, että kaikkiin projektikaivojen tuotannon kaivokortteihin, joihin porataan liittymät, on merkittävä käsin (kuva 15) todelliset porauskorkeudet *timanttiporausta* varten. Todellisten porauskorkeuksien merkitsemistä on hankala automatisoida, sillä asiaan saattaa vaikuttaa liittymien koon ja pohjan paksuuden lisäksi myös mahdolliset muut kaivoon lisättävät liittymät. Työnjohto tekee kortille tarvittaessa myös muita tarkentavia merkintöjä, piirtää ohjeita tai korostaa erityishuomioita. Työnjohdon kaivokorttiin liittyviin tehtäviin lukeutuu lisäksi isompia aukkoja varten tehtävien sahausten merkitseminen suoraan kaivonrenkaiisiin tuotannon kaivokortin mukaisesti. (Työnjohto 2024.)



Kuva 15. Todellisten porauskorkeuksien merkitseminen tuotannon kaivokortille (kuva: Joonas Mäkiranta).

Käsin tehtyjen merkintöjen jälkeen tuotannon kaivokortti etenee tuotantoon, jonne sen vie työnjohtaja. Tuotannossa kaivon valmistaminen alkaa työpisteeltä, jota kaivon valmistaminen edellyttää. Mikäli kaivoon tulee liittymiä, kuten projektikaivojen kohdalla usein on, riippuen liittymien koosta ja työmaalla liitettävien putkien materiaalista, kaivon valmistus aloitetaan joko *sahauspaikalta* tai *timanttiporalta*. On myös mahdollista, että kaivoon valetaan ainoastaan pohja, jolloin työnjohtaja merkitsee kortille kaivon valmistumispäiväksi suunniteltua pohjavalua seuraavan päivän.

Liittymäporausten ja/tai -sahausten lisäksi projektikaivoon saatetaan valaa tasainen pohja, tai muotoilla kourupohja. Betoniputkiliittymiä varten kaivoon on valettava valulaatikko, jotta kaivon ja putken välille muodostuu tukeva ja tiivis liitos putkea asennettaessa työmaalla. Näin toimitaan myös isojen muoviputkiliittymien kohdalla, siinä missä pienimpiin riittää poraukseen asetettava pyöreä läpivientitiiviste. Pohja- ja liittymävalujen lisäksi projektikaivoon saatetaan asentaa HST-pohjalevy ja/tai teetää pinnoitus, esimerkiksi polyurealla.

Niin kutsuttujen perinteisten EK-projektikaivojen lisäksi Hollolan tuotetehtaalla valmistetaan Peco-robotin muotoilemia pohjarenkaita, tuotenimeltään RB Perfect. Peco-robotille ohjattavien projektikaivojen tapauksessa piirretään tuotannon kaivokortti, kuten normaalistikin, mutta sen sijaan, että kaivonrenkas vietäisiin timanttiporalle tai -sahalle liittymien rei'itystä varten, liittymävaraukset saadaan toteutettua kaivoon jo renkaan valussa. RB Perfect-kaivoja valmistetaankin tämän vuoksi perinteisestä menetelmästä poiketen vain tilauksesta. RB Perfect-kaivon kourumuotoilu valmistuu samaan tapaan liittymävarausten ohella jo kaivoa valettaessa, eli valmis pohjarenkas on tekijästä riippumatta

aina samanlainen. Myös robotilla valmistetun pohjarenkaan voi pinnoittaa ja/tai suojata HST-pohjalevyllä.

5.7 Aineiston analysointi

Tässä opinnäytetyössä kerättävä aineisto muodostuu haastatteluista ja työpajatoiminnan yhteydessä tehdyistä havainnoista. Työnjohdon ja työntekijöiden haastatteluista tehdään muistiinpanot, joista poimitaan keskeiset asiat tuotaviksi käyttöliittymän näkymien luonnosten visualisointiin, ja lopulta prototyyppiin. Näkymien luonnostelu on keskeinen osa työpajatoimintaa, joten muistiinpanoihin kirjattuja asioita käydään läpi, uusien ideoiden esittämisen ohella, juuri työpajojen aikana. Muistiinpanoissa esiintyvät teemat, kuten prosessin sähköistämisen tarpeellisuus, hyödyllisyys ja kaivatut ominaisuudet otetaan huomioon työpajatoiminnassa ratkaisuja etsittäessä.

Suunniteltavaan käyttöliittymään olennaisesti liittyvää *automatoitua tuotantopolkua* varten on tunnistettava niin monta erilaista EK-projektikaivon tuotantopolkua, kuin mahdollista. Tuotantopolkuja tunnistetaan ja analysoidaan työnjohdon haastattelujen pohjalta muodostettavan taulukon avulla. Työpajatoiminnan toivotaan tuottavan runsaasti toteutuskelpoisia ideoita ja lopulta ratkaisut sekä käyttöliittymän visuaaliselle ilmeelle että automatisoidulle tuotantopolulle.

6 Tutkimuksen toteutus

6.1 Automatisoitu tuotantopolku ja käyttöliittymään liitettävät työpisteet

Projektikaivojen tuotantoprosessiin kuuluu joukko työpisteitä, joista tietyin ehdoin määräytyvä osa on mukana kunkin kaivon valmistuksessa. RB Forgessa projektikaivon reittiä näiden työpisteiden kautta tuotannon kaivokortin piirrosta toimitusvalmiiksi kutsutaan *valmistus-* tai *tuotantopoluksi*. Projektikaivon valmistuspolun määritteleviä tekijöitä ovat kaivonrenkaan koko, liittymät sekä mahdolliset lisävarustelut. Kaikille polkuun liitettävälle työpisteille ei ole tarve kehittää omaa näkymää tai hallintaa. Tällaisten työpisteiden hallinnasta vastaa työnjohto tai toinen työpiste, jolla hallinta on.

Liitteeseen 3 on pyritty muodostamaan prosessikaaviona, ja liitteeseen 4 taulukkomuodossa, kaikki mahdolliset tuotantopolut, joiden kautta tuotannon kaivokortti voi halutusta lopputuotteesta riippuen valmistusprosessissa kulkea. Työnjohdon (2024) mukaan on kuitenkin mahdollista, että ennalta mietityt vaihtoehdot eivät todellisuudessa kata 100 % kaikista mahdollisista vaihtoehdoista, joten on tärkeää, että polkua voidaan kaikissa tuotannon vaiheissa ohjailta tarvittaessa myös manuaalisesti. Ennalta määritellyjä polkuja on yhteensä 30. Liitteen 3 prosessikaavion nuolet ovat yksisuuntaisia. Osaan projektikaivoista tilataan vakiodusta tasakannesta poikkeava malli. Erikoiskansia voidaan ohjata valuun niin ikään sähköisen tuotannon kaivokortin avulla, kun kansipuolen työntekijät saavat nähtävilleen kaivokortin, sekä mahdollisen suunnittelijan piirtämän tarkemman detaljikuvan. Erikoiskansien valun tarpeen määrittelee työnjohto *työnjohdon hallintapaneelista* käsin samalla, kun projektikaivo siirretään tuotantoon.

Suunniteltaessa järjestelmän kehittäjää varten ohjeistusta automaattisen tuotantopolun toiminnasta, on tärkeää määritellä mahdollisimman tarkoin, minkä tyyppinen projektikaivo ohjautuu millekin polulle. Liitteen 5 tuotantopolkujen taulukkoon on pyritty määrittelemään kaikki erilaiset kaivotyypit, minkä lisäksi taulukkoon on sisällytetty tieto siitä, mille tuotantopolulle minkäkin tyyppiset kaivot ohjautuvat automaattisesti. On kuitenkin tärkeä huomioida se mahdollisuus, että kaivotuotantoprosessin kehittyessä kaivotyyppejä tulee lisää, poistuu, tai ne muuttavat muotoaan siten, että valmistusprosessi ei etene enää samoin, kuin tässä tutkimuksessa on suunniteltu. Samaan tapaan on mahdollista, että valmistusmenetelmät muuttuvat vaikuttaen kaivotuotantoprosessiin jollain tavoin. Tästä syystä automaattisen tuotantopolun määrittelyn muuttaminen on pidettävä mahdollisena ja mahdollisimman helppokäyttöisenä. Polkujen muokkaamisen lisäksi uusien lisääminen ja tarpeettomien poistaminen voi olla aiheellista.

Tuotantopolku määräytyy käytännössä tuotannon kaivokorttia piirrettäessä. Kaivokortille tehdyt tietyt määritelmät ohjaavat tuotannon aloituspistettä, sekä kaikkia sitä seuraavia työvaiheita kaivon valmistumiseen saakka. Tuotannon kaivokortin piirto tapahtuu yhdellä sivulla ja yhdessä näkymässä.

Samalla, kun käyttäjä syöttää tietoja niille varattuihin kenttiin, automaattinen kaivon piirto kasaa valmistettavan kaivokokonaisuuden esikatselukuvaa ruudun oikealle puolelle (kuva 16).

🏠 Sähköinen kaivokortti
Yksityisasiakas
[2-0002-4] Opinnäytetyön visualisointi
Luo uusi
Näytä kaivot

📄 Tallenna
+ Tallenna uutena kaivona
🖨️ Tulosta

Elementin tiedot

Työmaan nimi ▾
Opinnäytetyön visualisointi

Luonnos
🔒

Esimerkkikaivo A

Kaivotyyppi

EK-kaivo
▾

Kansikorkeus

3500
▾

Alahalkaisija

800mm
▾

Korkeus (mm)

3500
▾

Poistokorkeus

0
▾

Yläosan Koko

Pyöreä, 600
▾

Epäkesko

Lisäasetukset

Kannen tyyppi

Kehys	Tyyppi
<input type="radio"/> Teleskooppi	<input type="radio"/> Tasakansi 204 mm
<input checked="" type="radio"/> I-lranontillinen	<input checked="" type="radio"/> Kartio 574 mm

Opinnäytetyön visualisointi, Esimerkkikaivo A

Kuva 16. Tuotannon kaivokortin piirto-ohjelma (kuva: Joonas Mäkiranta).

Kaivokortin tiedot kerätään viidessä eri kategoriassa: Elementin tiedot, kannen tyyppi, pohja, liittymät ja tuotteen osat. Tuotannon kaivokortin piirtäjä ei sitä havaitse, mutta tuotantopolun määrittely alkaa jo ensimmäisessä 'Elementin tiedot'-kohdassa. Kaivoon valittu alahalkaisija rajaa tietyn koon ylittyessä pienen poran pois, kun taas pienempi halkaisija mahdollistaa sekä ison että pienen poran käytön, jolloin kuormitusta voidaan ohjata jommallekummalle. Tätä tutkimusta tehdessä RB Forge -järjestelmän kaivotyyppejä on kolme erilaista, *EK-kaivo*, *kaapelikaivo* ja *RB Perfect*, joista jokainen vaikuttaa siihen, millaisia vaihtoehtoja kaivokortin piirroksessa on saatavilla, ja miten kaivo piirtyy. Työnjohtajan (2024) mukaan suunnitteilla on kaksi kaivotyyppiä lisää: *laitekaivot* ja *putkisatulakaivot*.

'Kannen tyyppi' ei vaikuta tuotantopolkuun, sillä tässä kategoriassa määritetään kaivon useimmiten vakiomallinen yläosa, ja mahdollisen erikoiskannenkin valu tapahtuu sivussa itse

projektikaivotuotantoprosessista. 'Pohja' sen sijaan on merkittävä tekijä, ja vaikuttaa kaivon tulevaan polkuun merkittävästi. Mikäli kaivoon ei tarvita pohjaosaa, ei alinta rengasta viedä pohjavalujen pelille lainkaan. Kaivopuolella alimpaan renkaaseen saatetaan tehdä liittymävaluja, mutta pohjan kourumuotoilua ei. Sakkapesällinen kaivo saa tasapohjan ja kourupohjallinen muotoillun pohjan. Mikäli kaivoon on valittu valmistettavaksi kourupohja, avautuu käyttäjälle lisäksi mahdollisuus valita HST-pohjalevy, mikä aikanaan kuljettaisi kaivon muutamaksi päiväksi pois tehtaalta peltisepän käsitte-lyyn.

'Liittymät' ovat eniten kaivon lopputulokseen vaikuttava tekijä. Kaivon halkaisija valitaan sen perusteella, että liittymät mahtuvat siihen, minkä lisäksi kaivon korkeus elää pitkälti sen mukaan, miten pitkä matka alimman liittymän vesijuoksusta on maanpintaan. Liittymät vaikuttavat luonnollisesti hyvin paljon siis myös siihen, millainen tuotantopolku kaivolla on. Pienemmät läpiviennit voidaan porata pienellä poralla. Pienet ja korkeintaan 1000 mm halkaisijan pyöreät läpiviennit voidaan porata isolla poralla. Yli 1000 mm läpiviennit tehdään sahaamalla, tai niin sanotuilla *uusilla muoteilla*. Koon ohella erilaiset liittymätyypit ohjailevat kaivon polkua: esimerkiksi muovikouruiksi kutsutaan kaivoja, joihin porataan tyypillisesti alle 400 mm kokoiset läpiviennit, ja jotka varustetaan läpivientitiivisteillä. Lopuksi kaivoon valetaan kourumuotoilu kaivopuolella. Valuliittymäkaivojen valmistus vie valulaatikon valamisen vuoksi valulaatikon koosta riippuen vähintään päivän pidempään. 'Tuotteen osat' kategoria on kaivokokonaisuuden osien hienosäätöä, eikä tyypillisesti vaikuta kaivon tuotantopolkuun. Poikkeuksena ovat tietyistä halkaisijavaihtoehdoista löytyvät korkeudet, jotka voidaan valmistaa ai-noastaan *uusilla muoteilla*.

Taulukossa 2 on listattu kaikki sellaiset polulle kuuluvat työpisteet, joille sähköinen tuotannon kaivokortti ohjaa valmistettavan projektikaivon. Aiemmin neuvotteluhuone tuotannon kaivokorttien fyysisenä ensimmäisenä sijaintina ennen tuotannon aloittamista on taulukossa korvattu *työnjohdon hallintapaneelina*, joka jatkossa toimittaa neuvotteluhuoneen virkaa digitaalisesti. Taulukosta nähdään myös, onko työpistettä varten tarpeellista suunnitella oma näkymä käyttöliittymään. Taulukon työpisteet eivät esiinny merkityksellisessä järjestyksessä. *Aihioalue* ei ole varsinainen työpiste, vaan välivarasto valmiille kaivonrenkaille, joista määrittelemätön osa päätty projektikaivojen tuotantoon. Samaan tapaan viimeinen vaihe prosessissa, *Valmiiden kaivojen varasto*, ei sekään ole työpiste, vaan nimensä mukaisesti varastoalue toimitusta odottaville valmiille projektikaivoille. Aihioalueella ja Valmiiden kaivojen varastolla on molemmilla niin suuri merkitys prosessissa kokonaisuuden tarkas-telussa, että nämäkin vaiheet on haluttu ehdottomasti huomioitavan suunnitelmassa

	TYÖPISTE / ALUE	OMA PÄÄTELAITE	SUUNNITELLAAN NÄKYMÄ
1.	Työnjohdon hallintapaneeli	X	X
2.	Iso pora	X	X
3.	Pieni pora	X	X
4.	Timanttisahaus (käsin)		
5.	Pohjavalujen pelti		X
6.	Tasakansien valu	X	X
7.	Aihioalue		
8.	Laitekaivot	X	X
9.	Kaivopuoli	X	X
10.	Peco-robotti	Jaettu	X
11.	Uudet muotit	Jaettu	X
12.	Pinnoitus		
13.	HST-pellitys		
14.	Valmiiden kaivojen varasto		

Taulukko 2. Työpisteet ja niiden varustelu projektikaivojen valmistusprosessissa.

Niin kutsuttuja *älykkäitä* työpisteitä, joille suunnitellaan oma hallintanäkymä osaksi käyttöliittymää, on projektikaivojen polulla yhteensä yhdeksän. Seitsemälle näistä on järjestettävä oma tai jaettu päätelaite. Prosessiin kuuluu vastaavasti viisi pistettä, joille ei tarvitse sijoittaa omaa päätelaitetta tai suunnitella erillistä hallintanäkymää, vaan niiden hallinta tapahtuu *älykkäiden* työpisteiden, kuten työnjohdon hallintapaneelin kautta. *Timanttisahaus* käsin, *pinnoitustyö* ja *HST-pellitys* ovat työvaiheita, jotka teetetään alihankkijoilla. *Pohjavalujen pelti* -työpisteelle siirtyvät kaivonrenkaat merkitsee timanttiporan operaattori.

Työnjohdon hallintapaneeli tulee vastaamaan projektikaivojen valmistusprosessin ensimmäistä vaihetta, jossa työnjohtaja käy läpi tuotantoon tulleet kaivot, merkitsee liittymien todelliset porauskorkeudet ja lähettää kaivot valmistukseen. Työnjohdon hallintapaneeli korvaa tehtaan neuvotteluhuoneeseen järjestetyn tilan (kuva 17), johon paperiset tuotannon kaivokortit ovat läpikäyntiä varten aiemmin toimitettu.



Kuva 17. Tehtaan neuvotteluhuoneeseen järjestetty tila, jonka työnjohdon hallintapaneeli korvaa (kuva: Joonas Mäkiranta)

Järjestelmän ja valmistusprosessin näkökulmasta työnjohdon hallintapaneelia edeltää projektinhallinta, jonka toimesta tuotannon kaivokortti tyyppillisesti piirretään. Kuten aiemmin todettiin, projektikaivojen valmistuspolku on mahdollista määrittellä ennalta useimmissa tapauksissa, joten tuotannon kaivokortin läpikäynnin jälkeen työnjohtaja lähettää kaivon sille valmiiksi määritellylle polulle. Mikäli kaivon valmistukseen liittyy normaalista poikkeavia tekijöitä, polku täytyy aina voida määrittellä myös manuaalisesti erikseen.

Isole ja pienelle poralle (kuva 18) suunnitellaan visuaalisesti identtinen näkymä työpisteiden samankaltaisuuden vuoksi, mutta molemmilla tulee olemaan omat työjonot ja toisistaan erillinen hallinta, kuten aiemminkin. Ison ja pienen poran ero on käytännössä siinä, minkä kokoisia kaivonrenkaita niille on mahdollista asettaa työjonoon.



Kuva 18. Ison (vasen) ja pienen (oikea) timanttiporan työpisteet (kuva: Joonas Mäkiranta)

Toinen määräävä tekijä on porausten koko. Poraus on projektikaivojen valmistuksen työvaiheista aina ensimmäinen, jossa kaivonrenkaan konkreettinen räätälöinti alkaa. Ison ja pienen poran operaattorit huolehtivat porauksen jälkeen pohjavaluun etenevät kaivot pohjavalujen pellille. On mahdollista, että samaan kaivonrenkaaseen tehdään sekä poraus että sahaus.

Halkaisijaltaan yli 1000 mm aukot tehdään *timanttisahaamalla*. Sahausta tarvitaan esimerkiksi kuvan 19 tapauksessa, jossa kaivonrenkaasta on tehtävä putkilinjan päälle laskettava satulakaivo. Sahattavia kaivonrenkaita on porattaviin verraten vähän, ja käsin tehtäviä timanttisahauksia hoitaa tehtaalla enimmäkseen alihankintana ulkopuolinen timanttisahauspalvelu.



Kuva 19. Satulamallin kaivonrenkas timanttisahauspaikalla (kuva: Joonas Mäkiranta).

Sahauspaikka sijaitsee ulkotiloissa ja paikalla operoi ainoastaan alihankkija. Lisäksi sahaaminen ei ole säännöllisesti toistuva työvaihe. Edellä mainittujen syiden vuoksi timanttisahauspaikalle ei ole tarpeellista suunnitella omaa erillistä näkymää tai varustella paikkaa päätelaitteella, vaan sahattavien renkaiden tuotannon kaivokorttien hallinnointi tapahtuu työnjohdon hallintapaneelista käsin. Kuten aiemmin mainittiin, on mahdollista, että samaan kaivonrenkaaseen tehdään sekä sahaus että poraus. Tällöin kaivonrengasta kuljetetaan näiden kahden työpisteen välillä.

Pohjavalujen pelti (kuva 20) on työpiste, jonne poratut kaivonrenkaat nostetaan tasapohjan valmistamista varten. Osalle kaivonrenkaista valetaan tasapohja ilman, että rengasta porataan tehtaalla. Kaapelikaivojen tapauksessa kaivonrenkaan pohjalle asetetaan useimmissa tapauksissa lyhyt putkimuotti valun ajaksi, jotta valmiiseen pohjaan jää vedenpoistoreikä. Muutoin tällä työpisteellä toistetaan samat toimenpiteet hyvin samankaltaisina jokaisen kaivonrenkaan kohdalla.



Kuva 20. Pohjavalujen pelti -työpiste (kuva: Joonas Mäkiranta)

Pohjavalut tehdään viereisen työpisteen kansivalujen ohessa. Pohjavalujen pelti -työpisteen hallinta voidaan suunnitella osaksi sekä ison ja pienen poran että työnjohdon hallintapaneelin näkymiä, mutta omaa erillistä näkymää tai päätelaitetta tämä työpiste ei tarvitse.

Tasakannet ovat joissain tapauksissa räätälöitäviä tuotteita. Vakiomallisesta poikkeava tasakansi saatetaan valaa esimerkiksi erikokoisella tai -muotoisella kulku- tai ilmanvaihtoaukolla. Räätälöivät tasakannet saattavat sisältää erillisen detaljikuvan tai tarkan työselostuksen, jolloin kannen

valmistaminen saattaa olla projektikaivon työläin ja aikaa vievin osuus. Näin ollen on perusteltua, että *tasakansien valuille* suunnitellaan oma näkymä ja hallinta, jolloin räätälöitävien tasakansien valmistumista voidaan seurata. Projektikaivoihin piirrettyjen vakiomallisten tasakansien valmistumista ei ole erikseen tarpeen seurata.

Työnjohdon käsittelemät tuotantoon tulleet tuotannon kaivokortit saavat fyysisen vastaavuuden *aihioalueelta*, jonne varastoidaan tuotannosta tulleet vakiomalliset kaivonrenkaat eli, aihiot. Aihioalue käsittää lisäksi myös puolivalmiit kaivonrenkaat, jotka odottavat seuraavaan työvaiheeseen siirtymistä, kuten poratut, kaivopuolelle etenevät renkaat. Työnjohto saattaa saada käsiteltäväksi kymmeniä tuotannon kaivokortteja kerrallaan, mutta aihioita mahtuu työpisteille kerrallaan rajallinen määrä. Tuotannon kaivokorttien käsittelyn yhteydessä työnjohto määrittää järjestyksen, jossa erikoiset aihiot ovat järkevä ottaa sisälle tuotantoon, jolloin aihioalueen resursseista poistuvat tuotantoon varatut kaivonrenkaat.

Aihioalue toimii työjonona suhteessa kaivopuoleen, jollaiseksi se tulisi suunnitella osana kaivopuolen näkymää käyttöliittymässä. Välivarastona aihioalueelle ei ole tarpeellista suunnitella omaa näkymää, tai sijoittaa sinne päätelaitetta. Kaivopuolelle siirtyvät aihioalueen renkaat ovat kaikki puolivalmiita, eli tässä vaiheessa jo varastosta projektikaivoiksi varattuja. Projektikaivoiksi räätälöitävien vakiomallisten kaivonrenkaiden resurssia käyttävät tyypillisesti iso ja pieni pora, sekä timanttisaha.

Laitekaivojen työpisteen kautta kulkevat esimerkiksi sulkuluukulla tai virtausmittarilla varusteltavat kaivonrenkaat, ja yleisesti ottaen kaikki sellaiset projektikaivot, joihin tehdään tehtaalla kiinteitä asennuksia. Laitekaivojen työpisteellä käsiteltäviin kaivonrenkaisiin tehdään usein lisävaluja, kuten kuvan 21 pohjarenkaaseen, johon tullaan asentamaan sulkuluukku. Kuvasta on nähtävissä, että luukun asennusta varten renkaan vastakkainen sisäseinä on valettu suoraksi.



Kuva 21. Sulkuluukku varten valettu suora sisäseinä vastakkaisella seinustalla (kuva: Joonas Mäkiranta).

Laitekaivot erottuvat usein muista projektikaivoista myös siten, että niitä varten on vakiomuotoisen tuotannon kaivokortin lisäksi laadittu tuotantoa ja asiakasta varten tarkempi detaljikuva, jossa voi olla tarkat mitat ja ohjeet kaivojen varusteluun. Laitekaivojen työpistettä varten suunnitellaan oma näkymä ja työpiste varustetaan päätelaitteella.

Suurin osa projektikaivoista valmistuu *kaivopuolelta*, jossa valetaan EK-valuliittymät ja muoviholkkien valuliittymät, sekä tehdään pohjan muotoilu kourupohjallisiin kaivoihin. Kaivonrenkaat saapuvat kaivopuolelle puolivalmiina aihioalueelta, sillä niihin on porattu liittymävaraukset edellisessä työvaiheessa. Joissain tapauksissa pohjarengas palaa takaisin poralle liittymävalun jälkeen. Näin on esimerkiksi silloin, kun kaksi liittymää on suunniteltu niin lähelle toisiaan, että niitä molempia ei ole ollut mahdollista porata samaan aikaan. Useille pohjarengaille kaivopuoli on jo viimeinen työvaihe ennen varastointia projektikaivoalueelle odottamaan toimitusta. On myös mahdollista, että projektikaivo jatkaa pinnoitettavaksi ja/tai HST-pellitykseen.

Peco-robotilla valmistetaan RB Perfect -tuotenimellä kulkevat pohjarenkaat. Peco-kaivojen pohjakourun muotoilua varten robotti jyrää EPS-eristeestä negatiivin (kuva 22), joka on myöhemmin mukana kaivon valussa.



Kuva 22. Peco-robotti jyrsimässä EPS-negatiivia (kuva: Ruskon Betoni Etelä 2020)

Peco-robotilla tehtävien pohjarenkaiden valmistusprosessi poikkeaa hieman niin sanottujen perinteisin menetelmin mekaanisesti tiivistämällä valettujen EK-kaivonpohjien muotoilusta ja liittymävalusta. Peco-robotille toimitetaan tuotannon kaivokortti, kuten kaivopuolellekin, mutta valmistaminen alkaa ohjelmoimalla ja simuloimalla Peco-robotin EPS-negatiivin jyrshintä. Jyrhinnän jälkeen negatiivi asetetaan valumuottiin. Valussa käytetään IT-betonimassaa, joka antaa Peco-robotin valmistamille pohjarenkaille perinteisistä EK-renkaista poikkeavan ulkonäön. Pohjarengas on valmis ja puretaan muotista valua seuraavana päivänä. Peco-robotilla valmistetaan ainoastaan pohjarenkaita. Mikäli Peco-kaivokokonaisuus vaatii myös välirenkaan, käytetään välirenkaana perinteistä EK-rengasta. Peco-työpisteelle suunnitellaan käyttöliittymään oma näkymä ja työpiste varustellaan päätelaitteella.

Uudet muotit ovat nimensä mukaisesti joukko tehtaan uusimpia valumuottihankintoja, jotka mahdollistavat esimerkiksi aiempaa korkeampien pohjarenkaiden valmistuksen, sekä suurten liittymävausten tekemisen ilman aiemmin valetun kaivonrenkaan sahausta, mikä puolestaan johtaa laadukkaampaan lopputuotteeseen. Uudet muotit sijaitsevat fyysisesti Peco-robotti-työpisteen välittömässä läheisyydessä. Uudet muotit toimivat normaalin EK-kaivotuotantoprosessin tukena, ja työpisteelle ohjataan sinne soveltuvat kaivot. Työpiste varustellaan omalla näkymällä, mutta päätelaite voidaan mahdollisesti jakaa Peco-työpisteen kanssa.

HST-pellitys on työvaihe, jossa kourumuotoillun pohjarenkaan pohjalle asennetaan peltinen suoja-levy. Pellin asennustyön ajaksi pohjarengas kuljetetaan pois tehtaalta alihankkijan tiloihin. HST-pellin asennusaikataulu katsotaan aina tapauskohtaisesti, mutta pellitykselle on kuitenkin mahdollista arvioida vähimmäiskesto, joka ilmoitetaan asiakkaalle. Betoniosilta saatetaan vaatia joissain kohdeissa sellaista kestävyyttä, mikä edellyttää betonin *pinnoittamista*. Pinnoitustyö teetetään niin ikään alihankkijoilla, mutta tehtaan omissa tiloissa. HST-pellitys ja pinnoitus ovat työpisteitä, joita hallitaan työnjohtajan hallintapaneelin kautta, mikäli nämä työvaiheet on määritelty osaksi kaivon valmistusta.

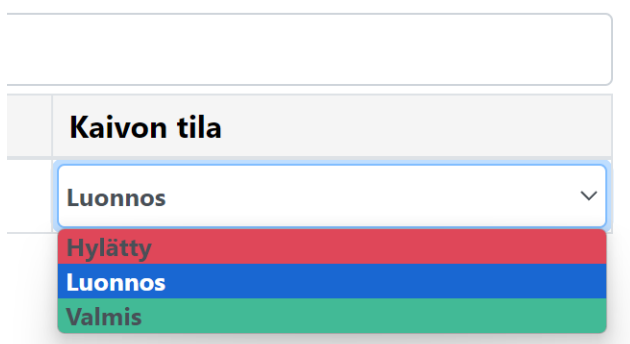
Projektikaivojen valmistusprosessi päättyy projektikaivoalueelle, joka on *valmiiden kaivojen varasto*. Kyseessä on räätälöityjen kaivo-osien välivarasto ennen osien keräilyä, lastausta ja toimitusta erikseen sovittavana ajankohtana. Käyttöliittymässä valmiiden kaivojen varastossa olevat kaivot näytetään projektien 'kaivot'-välilehdellä statuksella "valmiina varastossa". Mikäli myöhemmin todetaan tarpeelliseksi, projektikaivoalueelle sijoitetuista kaivoista voitaisiin kehittää myös näkymä, joka voisi olla esimerkiksi yksinkertainen työmaittain koottu lista. Lista voisi olla mahdollista järjestää tarvittaessa uudelleen esimerkiksi toimituspäivämäärän tai kaivotyyppin mukaan.

Käytäessä kaivotuotannon prosessia läpi tarkemmin, ymmärrettiin nopeasti se, että erilaisten kaivojen reittiä tuotannon läpi ei voida aina ennakoida. Tuotantopäällikkö (2024), joka toimii kaivopuolen työnjohtajana, mainitsi aiheesta seuraavaa:

"Aina ei ole mahdollista sanoa pelkästään kaivokorttia katsomalla, että esimerkiksi näitä [joi-tain] kahta valuliittymää ei ole mahdollista valaa samaan aikaan. Kotelot eivät välttämättä mah-dukaan todellisuudessa rinnakkain, ja silloin liittymistä toinen valetaan ensin."

Vaikka valmistettavan kaivon ja kaivokortin reitti pyritään mahdollisimman pitkälle ennakoimaan, valmistusvaiheisiin on kyettävä puuttumaan manuaalisesti milloin tahansa, ja reitti on voitava tällöin suunnitella uudelleen.

Sähköisen kaivokortin käsittely edellyttää erityisen käyttöliittymän kehittämistä osaksi RB Forge -toiminnanohjausjärjestelmää. Käyttöliittymää suunniteltaessa otetaan huomioon järjestelmään jo kehitetyt ominaisuudet ja toiminnallisuudet, jotka on järjestelmäkehityksen alusta alkaen tarkoitettu palvelemaan tulevaisuudessa käyttöön otettavaa sähköistä kaivokorttia. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi kunkin kaivokortin valmiusastetta ilmaisevat tilat (kuva 23), joita muuttamalla hallitaan kaivokortin ja sen perusteella valmistettavan kaivon etenemistä ja näkyvyyttä digitalisoidussa kaivotuotantoprosessissa.



Kuva 23. RB Forge -järjestelmän nykyinen kaivon tilan valinta (kuva: Joonas Mäkiranta).

RB Forge -järjestelmän nykytilassa tuotannon kaivokortin tilan muuttaminen esimerkiksi tilaan 'Hy-lätty' estää kyseiseen korttiin tehtävien muutosten tallentumisen tai rahtikirjalle lisäämisen, ennen kuin tila on muutettu takaisin luonnokseksi tai valmiiksi. 'Luonnos'-tila mahdollistaa muokkausten tallentamisen ja 'Valmis' rahtikirjalle lisäämisen. Rahtikirjalle lisättyä kaivokorttia ei ole mahdollista enää muokata tai sen tilaa muuttaa, ellei kaivokorttia poisteta ensin rahtikirjalta. Tuotannon kaivokortin digitalisoidun version myötä tuotantoon tulisi ottaa käyttöön ainakin yksi tila lisää: *Hold*. Hold ilmentäisi esimerkiksi sitä, että kortille ja sitä myötä kaivoon on mahdollisesti tulossa suunnitelma-muutos, eikä tuotantoa saa jatkaa ennen asian varmentumista. Tiloja voidaan käytännössä kehittää niin paljon kuin niitä perustellusti tarvitaan lisää.

Tuotannon työntekijöiden toiveissa oli ennen kaikkea se, että tuotannon kaivokortin tarkastelu ei tulisi kärsimään paperisen kaivokortin muuttuessa digitaaliseksi. Tuotannon kaivokortin nykymuotoon on selvästi totuttu, eikä sen toivota merkittävästi muuttuvan. Tuotannon kaivokortin ulkomuotoa ei ole tarkoitus muuttaa, mutta digitaalisuus voi mahdollistaa työpistekohtaisesti tärkeimpien asioiden korostamisen, kuten timanttikorauksessa liittymätietoja. Työntekijät huolehtivat myös näytön koon riittävydestä, mihin tulee kiinnittää huomiota päätelaitteiden hankintaa suunniteltaessa. Työntekijät pitivät hyvänä ajatuksena mahdollisuutta selata työpistekohtaista statistiikkaa esimerkiksi siitä, kuinka paljon he ovat poranneet minkäkin kokoisia reikiä, montako kaivoa työpisteen läpi on kulkenut, ja niin edelleen. Tällaisten tietojen selaaminen ei ole prosessissa aiemmin ollut mahdollista.

6.2 Käyttöliittymän suunnittelu

Digitaalisen tuotannon kaivokortin suunnittelu on moniulotteinen prosessi, jossa pyritään ottamaan huomioon kaikkien olennaisten osatekijöiden vaikutus konsernin digistrategiasta ja olemassa olevan infran hyödyntämisestä työpistekohtaisiin ja työntekijätason toiveisiin saakka. Taustalla tärkeimpänä tavoitteena on paperisesta tulosteesta irtautuminen, ja kokonaisuuden olennaisesti tehokkaampi hallinta läpi koko projektikaivojen valmistusprosessin.

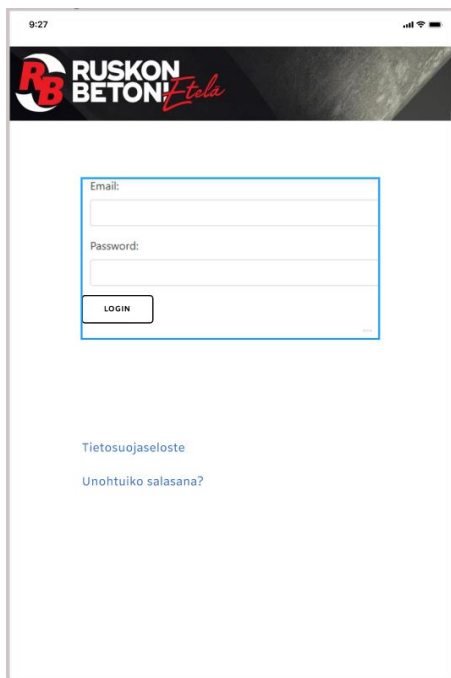
Yhtenä merkittävimmistä suunnittelua ohjaavista osatekijöistä on varmasti tähän saakka kehitetyn RB Forge -toiminnanohjausjärjestelmän visuaalisen ilmeen ja teknisten ominaisuuksien hyödyntäminen myös digitaalisten tuotannon kaivokorttien käsittelyyn tarkoitettun käyttöliittymän kohdalla. Aiemmin tehdyn työn huomiointi on erittäin tärkeää, jotta lopputulos olisi eheä ja linjassa kokonaisuuden kanssa. Yhteneväisyyden varmistamiseksi käyttöliittymän suunnittelua varten on haastateltu toistuvasti RB Forge:n Full Stack-kehittäjää, eli järjestelmän frontend- ja backend-kehittämisestä vastaavaa tahoa.

Varsinaisen suunnittelutyön keskiössä ovat ihmiset, jotka tulevat olemaan päivittäin tekemisissä digitaalisen kaivokortin uuden käyttöliittymän kanssa. Uuden toimintatavan ei ole millään muotoa

tarkoitus lisätä kaivutuotannon työntekijöiden työmäärää ja työn haastavuutta, vaan päinvastoin tehdä suorittavasta työstä sujuvampaa digitaalisten ratkaisujen keinoin. Keinoja on etsitty haastatteleamalla sekä työnjohtoa että työntekijöitä, ja ratkaisua on hahmoteltu aidosti käyttäjälähtöisestä näkökulmasta. Haastatteluiden perusteella on voitu todeta, että digitaalinen kaivokortti ja sen ympärille kytkeytyvät uudet toimintatavat ja ominaisuudet tulee hyödyttämään ennen kaikkea työnjohtoa ja muita kaivokortin hallinnollisella puolella työskenteleviä henkilöitä.

6.2.1 Kirjautuminen

RB Forge -järjestelmän kirjautumissivuun (kuva 24) ei ole suunnitteilla merkittäviä visuaalisia muutoksia, mutta käyttäjän kirjautumisen jälkeiseen ohjautumiseen on tarkoitus vaikuttaa. Lisäksi tämä suunnitelma ottaa kantaa kahteen kirjautumissivulta vielä versiosta 0.67.43 puuttuvaan kohteeseen.



Kuva 24. RB Forge -järjestelmän kirjautumissivu (kuva: Joonas Mäkiranta)

RB Forgeen kirjaudutaan sähköpostilla ja salasanalla. Sähköpostiosoite on muotoa *etunimi.sukunimi@ruskonbetoni.fi* ja salasanan luo järjestelmänvalvoja. Kirjautumiseen käytetyistä tunnuksista riippuen käyttäjä voidaan ohjata suoraan työpistettä vastaavaan näkymään, kuten esimerkiksi tiimanttiporari pienelle tai isolle poralle. Käyttäjälle voidaan vaihtoehtoisesti avata valikko mahdollisista työpisteistä, mikä saattaa olla parempi vaihtoehto silloin, kun työpiste vaihtelee usein.

6.2.2 Työnjohdon hallintapaneeli

Työnjohdon hallintapaneeli (rautalankaluonnos liitteessä 6) on käyttäjien toiveesta *dashboard* (suom. *kojelauta*) -tyylinen mukautettava näkymä, jonka on tarkoitus antaa kaivopuolta luotsaavalle työnjohtajalle nopea katsaus kaivopuolen sen hetkiseen tilaan, sekä nopea pääsy kaivotuotannon eri osa-alueisiin. Työnjohdon hallintapaneeliin pääsyä rajoitetaan siten, ettei muilla kuin admin (suom. *järjestelmänhaltija*) - ja työnjohtajastatuksilla työskentelevillä ole mahdollisuutta avata näkymää. Rajoituksella pyritään estämään asiattomien pääsyn lisäksi tahaton toiminta, jolla voisi olla epäsuotuisia vaikutuksia projektikaivojen tuotannonohjaukseen.

Varhainen hahmotelma onnistui kiteyttämään kaiken sen, mikä työnjohdon mielestä heille suunniteltavassa hallintanäkymässä on olennaista. *'Pohjapiirros'* oli tuotantopäällikön toivoma näkymä koko ylhäältä päin kuvatusta tehdasalueesta, josta olisi suora pääsy kaikkien työpisteiden näkymään tai hallintaan. Työpisteet olisivat pohjapiirroksessa sijoitettuina alueelle siten, kuin ne maantieteellisesti oikeastikin ovat. Kuvassa 25 on rautalankaluonnoksen pohjalta toteutettu prototyyppi. Kuvakkeiden viereinen oranssi luku indikoi kaivojen tai kaivokorttien määrää alueella tai näkymässä.



Kuva 25. Työnjohdon hallintapaneelin näkymän prototyyppi (kuva: Joonas Mäkiranta)

'*Kalenterin*' on suunniteltu näyttävän halutun vuoden, kuukauden, viikon tai päivän sen hetkisen tiedon perusteella tuotantoon tulossa olevat, tuotannossa olevat, varastoidut ja toimitukseen lähtevät projektikaivot. Kalenterista voisi löytyä esimerkiksi linkit valitun jakson rahtikirjoihin. '*Asetukset*' ohjaa käyttäjän järjestelmäasetuksiin ja/tai hallintapaneelin asetuksiin, josta olisi mahdollista muokata myös käyttäjäkohtaista näkymää omien toiveiden mukaisesti.

'*Piirroksessa*' tarkoitetaan tuotantoon tulossa olevien kaivojen määrää, jotka ovat yhä projektinhallinnan käsittelyssä. '*Käsiteltävä*' on työnjohtajan tarkasteltavaksi lähetettyjen piirrettyjen tuotannon kaivokorttien määrä. Prototyypissä (kuva 25) on vielä erikseen korostettu huutomerkillä ja oranssilla värillä sitä, että kyse on 12 uudesta kaivokortista, jotka työnjohtajan on käsiteltävä kaivojen valmistusprosessiin siirtämiseksi. '*Projektikaivoja varastossa*' ilmoittaa valmistuneiden, räätälöityjen kaivojen määrän. Tämä luku ilmoittaa toisin sanoen, kuinka monta projektikaivoa varastossa on valmiina toimitukseen. '*Tuotannossa*' on eri työpisteillä etenevien projektikaivojen yhteenlaskettu määrä, eli työnjohtajan käsittelemien ja valmistuspolulle lähetettyjen projektikaivojen määrä. '*Toimituksessa*' avaa suunnitelmissa olevan järjestelmän sisäisen ajopäiväkirjan. Kuluvan päivän toimitusten lisäksi näkymästä voisi tarkastella minkä tahansa valitun ajanjakson suunniteltuja ja toteutuneita toimituksia. Sivun alimman kolmanneksen huomiokenttä toimii selitteenä oranssille huutomerkille 'käsiteltävät'-kohdassa, mikä kuvan tapauksessa tarkoittaa 12 uutta käsiteltävää kaivokorttia, jotka työnjohtajan tulisi huomioida.

6.2.3 Timanttiporaus

Timanttiporia on tuotannossa kaksi: iso ja pieni pora. Molempien porien näkymästä suunnitellaan rakenteellisesti keskenään samanlaiset, ainoana erona ollen näkymän otsikko: "iso pora" tai "pieni pora", kuten liitteen 7 luonnoksessa. Porien työlista on sijoitettu näkymän prototyypissä oikeaan alaneljännekseen, ja työlista on molemmilla porilla omansa. Porien työlistojen päiväkohtaista sisältöä hallitsee työnjohtaja, mutta kaivojärjestyksen tulisi oletuksena näkyä listattuna järjestelmään asetettujen sääntöjen mukaisesti: pienimmästä porauskoosta ja matalimmasta renkaasta suurimpaan porauskokoan ja korkeimpaan renkaaseen (tuotantopäällikkö, 2024).

Timanttiporien työpisteisiin liittyy olennaisesti niin sanottujen poralistojen laatiminen. Poralistat sisältävät luettelon niistä varastorenkaista, jotka trukkikuskien pyydetään tuomaan aihioalueelta porien läheisyyteen renkaiden porausta edeltävänä iltapäivänä. Poralistat laatii työnjohtaja, joka käy tuotannon kaivokortit läpi ennen niiden siirtämistä tuotantoon. Poralista laaditaan sekä isolle että pienelle poralle erikseen. Prosessin nykytila edellyttää tulostettujen poralistapohjien täyttämistä. Poralistat täydennetään sen tiedon pohjalta, joka työnjohtajalla on tuotantoon siirtyvien kaivojen porattavista renkaista. (Työnjohtaja, 2024.) Poralistojen laatiminen ja tiedonvälitys trukkeihin on mahdollista automatisoida tuotannon kaivokorttiprosessin digitalisoinnin ansiosta. Sen sijaan, että työnjohtaja välttäisi viemästä kerralla kaikkia kaivokorttitulosteita porille, mikäli kaivokortteja on runsaasti,

voitaisiin digitalisoidussa prosessissa huoletta lähettää kortit eteenpäin tuotantoprosessiin, kunhan kaivojen toimituspäivät ja keskinäinen tärkeysjärjestys tiedetään.

RB Forge -järjestelmän integraatio varastohallintajärjestelmän kanssa huolehtisi puolestaan siitä, että tuotantoa informoidaan, mikäli tarvittavaa rengaskokoa ei ole saatavilla suunniteltuna porausajankohtana. Optimaalisessa tilanteessa kaivonrenkaiden menekkiä osoittava tieto uisi suoraan tuotannon ajosuunnitelmaan, ja muokkaisi tai ehdottaisi muokkausta tarvittaessa. Kaivonrenkaat, joita porari ei ehdi käsitellä suunniteltuna työpäivänä, siirtyisivät listalla seuraavan päivän kuormitukseen. Vastaavasti suunniteltua useamman kaivonrenkaan poraus aikaistaisi tuleville työpäiville suunniteltua työkuormaa, mikäli se varastosaldojen puolesta olisi mahdollista. Timanttipurien näkymän prototyyppi on rakennettu kuvassa 26.

9:27

RUSKON BETONI Etala

Iso pora

ETUSIVU

Kalenteri Historia Asetukset

POLKU

Kaivotuotantoprosessin testikaivo A

Kaivotuotantoprosessi, Kaivotuotantoprosessin testikaivo A

9.2.2024

#	Työmaa	Nimi	Liittymät
1.	Kaivotuotantoprosessi	Kaivotuotantoprosessin testikaivo A	2 x 300 EK 1 x 250M
2.	Työmaa B	KK3	3 x 112 mm
3.	Työmaa C	J5	2 x 200M
4.	Työmaa D	J6	2 x 200M
5.	Työmaa E	J7	2 x 200M 1 x 110M
6.	Työmaa F	J8	2 x 200M
7.	Työmaa G	J9	2 x 200M
8.	Työmaa H	Katu, H2	2 x 800 EK
9.	Työmaa I	Katu, H3	2 x 800 EK
10.	Työmaa J	Katu, H4	3 x 800 EK
11.	Työmaa K	Katu, H5	2 x 800 EK
12.	Työmaa L	Katu, H6	2 x 800 EK 1 x 315M
13.	Työmaa M	Katu, SVK51	vesilukko 1 x 315M
14.	Työmaa N	Katu, SVK52	vesilukko 1 x 315M
15.	Työmaa O	Katu, SVK53	vesilukko 1 x 315M
16.	Työmaa P	Katu, SVK54	vesilukko

Tuotteen osat

Tuote	Koko	Kuusi	Korkaus	Kallisuus
L1 RB -valutyömaa 400B	500	10	10	10
T1 Poraus 200 mm, 10, 5000	270	90	1200	10
T2 EK -valutyömaa 300B	400	195	10	25

Kuva 26. Timanttipurien näkymän prototyyppi (kuva: Joonas Mäkiranta)

Työnjohto pitää tärkeänä, että myös timanttitorien operaattorit pystyvät tarvittaessa itse vaikuttamaan kaivolistan työjärjestykseen, mikäli operaattorit katsovat sen aiheelliseksi. Oletusjärjestys on järjestelmän asettama, mutta operaattoreiden tulisi voida siirtää yksittäisiä kaivotunnisteita raahamalla niitä listalla haluamaansa kohtaan. Operaattori merkitsee poraustyön suoritetuksi napauttamalla porattua kaivonrengasta. Porattu kaivonrenkas saa ”valmis”-leiman, mikä kuvan 26 prototyypissä näyttäytyy vihreänä peukalona. Kaivokokonaisuus saattaa sisältää useamman porattavan kaivonrenkaan. Jokainen muokattava kaivonrenkas on projektituote, jolla on oma tuotantopolku, joten myös välirenkaat on merkittävä erikseen valmiiksi poraamisen jälkeen. Kaikkien kaivokokonaisuuden sisältävien porattavien kaivonrenkaiden valmiiksi merkitsemisen jälkeen kaivonrenkaat siirtyvät tuotantopolulla seuraavaan vaiheeseen.

Kaivojen työjärjestyslistan vieressä vasemmalla on työjärjestyksessä vuorossa olevan kaivon tuotannon kaivokortin esikatselukuva. Timanttitoran operaattori 1:en haastattelussa (2024) korostui muun muassa pyyntö siitä, että esikatselukuvan tulisi olla suurennettavissa koko näytön kokoiseksi, mikä helpottaisi kortin tietojen lähempää tarkastelua. Lisäksi työpisteelle hankittavan laitteen näytön kooksi pyydettiin tila ja olosuhteet huomioiden mahdollisimman suurta mallia. Edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi timanttitoran operaattori pitää tärkeänä, että hän kykenisi vielä tarvittaessa palaamaan jo porattuihin ja eteenpäin lähetettyihin kaivoihin, eli selaamaan työpisteeltä valmistuneiden kaivojen *'historiaa'*. *'Polku'*-painike avaisi esillä olevan kaivon suunnitellun tuotantopolun esimerkiksi pudotusvalikkona, minkä kautta poran operaattori voisi lähettää työpisteeltä valmistuneen kaivon eteenpäin.

6.2.4 Pohjavalujen pelti

Merkittävä osa timanttitorauksesta lähtevistä kaivoista siirtyy pohjan valuun, jonka jälkeen kaivo voidaan usein jo merkitä valmiiksi. Tällaisten kaivojen suurinta ryhmää edustavat pienempiä, 40 mm – 315 mm muoviputkiliitoksia varten porattavat sakkapesäkaivot, joiden pohja on tasainen. Pohjavalujen pellin kautta kulkevat käytännössä kaikki pohjarenkaat, joihin valetaan tasapohja, mutta ei valulaatikkoa. Pohjavalujen pelti on työpiste, jolla ei työskentele ketään kokoaikaisesti, vaan yleensä viereisellä työpisteellä kartiorenkaita ja tasakansia valavat työntekijät hoitavat sivussa myös pohjien valut. Työpajassa 23.2.2023 päätettiin, että pohjavalujen valmistumisen kirjaaminen hyödyttää siinä määrin niin yksittäisten kaivojen kuin satunnaisempien *sokeiden* pohjarenkaiden valmistumisten seuraamista, että oman näkymän kehittäminen tätä tarkoitusta varten on aiheellista.

Pohjavalujen työpisteelle ei välttämättä tarvita omaa päätelaitetta, koska kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, työpisteellä ei työskennellä kuin osa päivästä. Näin ollen työpisteellä voidaan hyödyntää esimerkiksi viereisten työpisteiden päätelaitetta. Liitteessä 8 on pohjavalujen näkymän rautalankaluonnos ja kuvassa 27 on näkymän prototyyppi.



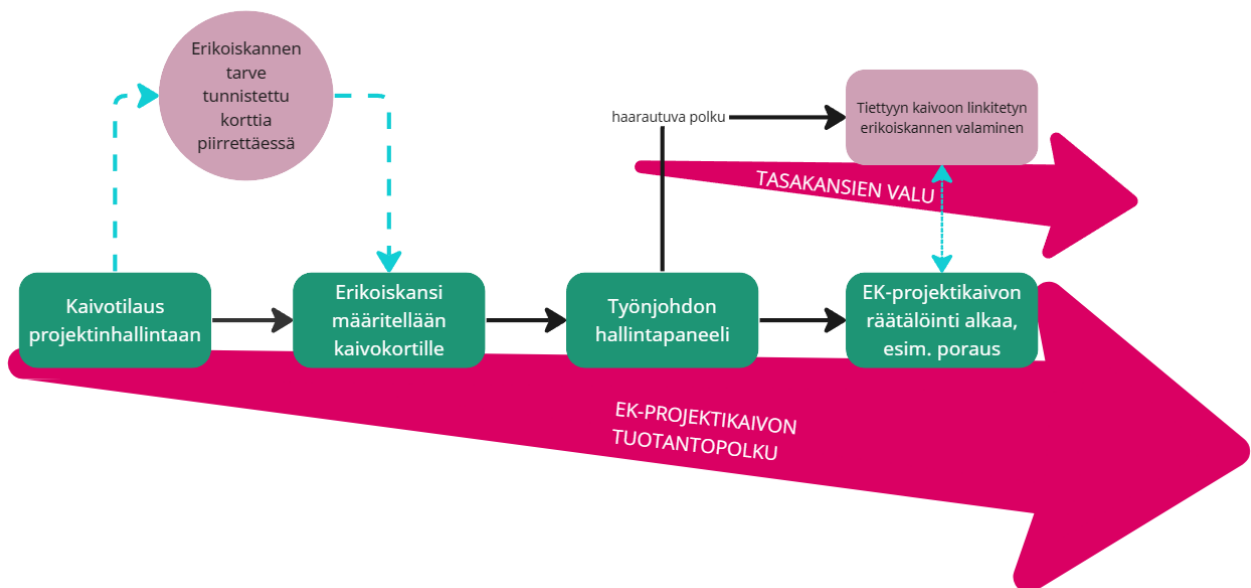
Kuva 27. Pohjavalujen pelti -työpisteen näkymän prototyyppi (kuva: Joonas Mäkiranta).

Työpisteen näkymästä toivottiin korostetun yksinkertaista, joten siihen luonnosteltiin kolme saraketta, joista ensimmäisestä nähdään valettavan pohjarenkaan halkaisija sekä liittymien suunnat, mikä osaltaan auttaa varmistamaan, että kaivoon on porattu kaikki siihen suunnitellut reiät. Pohjarenkaan yläprofiili tuodaan tähän näkymään tuotannon kaivokortista. Seuraavassa sarakkeessa ovat työmaan nimi sekä kaivon uniikki tunniste, jotka porari kirjoittaa vastaavan renkaan uroshuullokseen omalla työpisteellään. Kolmas sarake ilmoittaa päivän, jolloin pohja on valettava. Päivämäärän sijaan yksinkertaisempi *'tänään'*, *'huomenna'* tai *'ylihuomenna'* olisi ohjeistuksena pohjien valajille todennäköisesti kaikkein selkein. Järjestelmä vaihtaa seuraavan työpäivän suunnitellut valut uudelle alkavalle työpäivälle automaattisesti vuorokauden vaihtuessa. Kuluvan päivän päivämäärän voisi sijoittaa näkymään, jotta järjestelmän ajantasaisuuden voisi tarvittaessa tarkistaa. Valupäivän määrittelevät työnjohto ja/tai timanttitoran operaattori.

6.2.5 Tasakansien valu

Valtaosa betonisista EK-tasakansista valmistuu varastotuotteiksi, mutta räätälöitäviä tasakansia on niin ikään suuri valikoima. Erilaisia varastoon kirjattavia betonisia tasakansivaihtoehtoja on määritetty noin 30 kappaletta (työnjohtaja 2024), joiden lisäksi valmistetaan myös täysin uniikkeja kansiratkaisuja asiakkaiden tarpeiden mukaisesti: toisin kuin vaihtoehtoista yläosaratkaisua, eli EK-kartiota, tasakantta muokataan merkittävästi useammin vastaamaan erilaisten kohteiden ja kaivotyyppien tarpeita. Yksi yleisimmistä syistä tähän on se, että kulkuaukosta halutaan erikokoinen, kuin vakiohalkaisija 600 mm. Muokkauksen tarve luo osaltaan tarpeen seurata kaivokokonaisuuksiin kuuluvien tasakansien valmistusta, minkä vuoksi työpisteelle tarvitaan oma näkymä ja päätelaite.

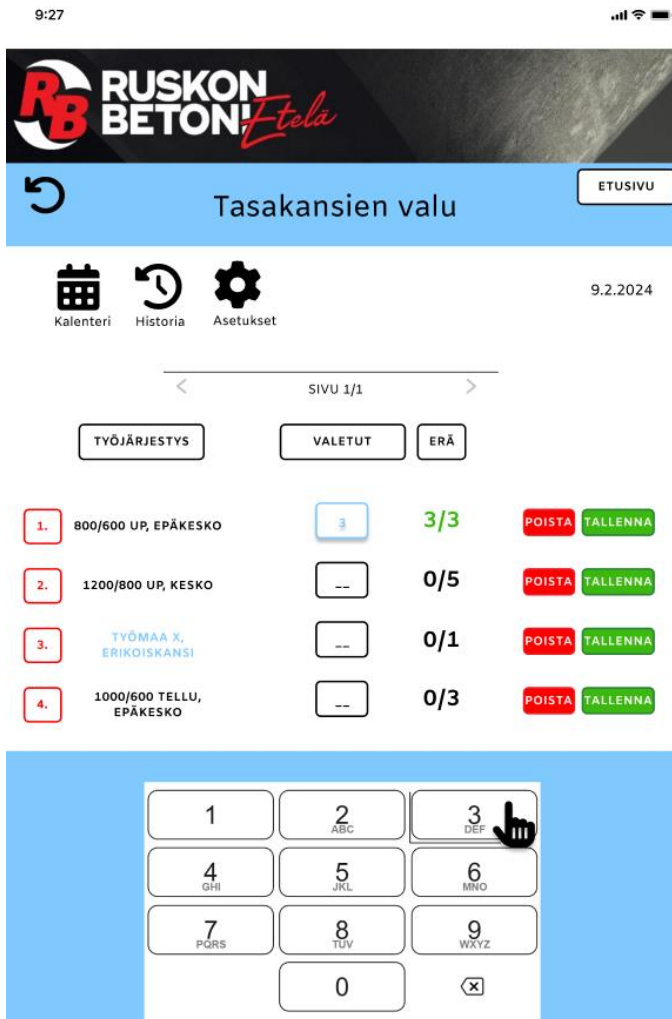
EK-tasakansien työpiste voidaan mieltää sivuhaaraksi (kuvio 5), mikä huomioidaan projektikaivojen tuotantopolulla vain silloin, jos tasakansi on jollain tapaa varaston vakiotuotteesta poikkeava. Vakio-mallin tasakansia valetaan joka tapauksessa päivittäin varastoon, ja tällöin tasakansi keräillään tuotannon kaivokortin mukaisesti varastosta kaivokokonaisuutta toimitettaessa. Tuotantopolulla tasakannet merkitään kokonaan valmiiksi tasakansien työpisteeltä, ellei niitä tarvitse pinnoittaa.



Kuvio 5. Tasakansien valu voidaan mieltää tuotantopolun sivuhaaraksi.

Kuviossa 5 on hahmoteltu vakiomallisesti tasakannesta poikkeavan kansivalun tarpeen tunnistaminen, ja tuotantopolun haarautuminen EK-projektikaivonrenkaan räätälöintiin kaivokortilla tehtyjen määrittelyjen mukaisesti, sekä erikoiskannen valuun. Kaivonrenkas ja siihen kuuluva erikoiskansi valmistuvat todennäköisesti eri aikaan, mutta tuotekokonaisuudet yhdistetään valmiiden kaivojen varastossa projektikaivoalueella, jolloin samaan tilaukseen kuuluvat tuotteet ovat helposti keräiltävissä toimitukseen. Lisäksi kaikki kaivokokonaisuuteen kuuluvat projektituotteet nimetään kirjoittamalla tuotteisiin näkyvälle paikalle esimerkiksi tuotannon kaivokortilla lukeva työmaan nimi.

Liitteessä 9 on tasakansien työpisteen näkymän rautalankaluonnos. Luonnoksesta on nähtävissä, kuinka myös vakiokannet ovat mukana työpisteen työjärjestyksessä. Työnjohto asettaa kullekin kansityypille tuotantotavoitteen, tai työpisteen operaattorit määrittelevät valmistettujen tasakansien määrän suoraan ilman erikseen asetettua tavoitetta. Erikoiskannet ovat listalla kiireellisyyden mukaisessa järjestyksessä, ja ne erotetaan vakiotuotteista samalla nimellä, kuin tuotannon kaivokortille on kirjoitettu. 'Erikoiskansi' on RB Forge -järjestelmästä löytyvä tuotenimike, jonka on ajateltu ilmoittavan automaattisesti erikoiskannen tarpeesta, ja luovan sivuhaaran projektikaivon tuotantopolulle, kun tuotannon kaivokortti etenee työnjohdon näkymään ja siitä edelleen tuotantoon. Kuvassa 28 on rautalankaluonnoksen pohjalta suunniteltu prototyyppi tasakansien valu -työpisteen näkymästä.



Kuva 28. Tasakansien valu -näytön prototyyppi (Kuva: Joonas Mäkiranta).

Rautalankaluonnoksen pohjalta prototyyppiin (kuva 28) tehtiin käytännössä hyvin vähän merkittäviä muutoksia, sillä jo luonnos sisälsi työnjohdon mielestä kaiken olennaisen, ollen samaan aikaan tarpeeksi kevyt ja informatiivinen. Prototyyppiin lisättiin tiedonsyötön havainnollistamiseksi numerotaulu, joka ilmestyy näytölle, kun halutaan tallentaa tai poistaa valettujen kansien määrää. Tiettyyn kaivoon kuuluva erikoiskansi näkyy työjärjestyksessä sinisellä. Kannen nimeä painamalla käyttäjä saa esiin kanteen liittyvän tuotannon kaivokortin.

6.2.6 Laitekaivot

Laitekaivoille on suunniteltu omaa kaivotyyppivalintaa RB Forge -järjestelmään. Tällöin järjestelmän on helppo tunnistaa sellaiset kaivot, jotka ohjataan tuotantopolulla laitekaivojen työpisteelle. Laitekaivot aloittavat tuotantopolkunsa, kuten muutkin liittymäkaivot, eli yleensä isolta timanttioralta, josta ne etenevät pohjavalun kautta varusteltaviksi. Liitteeseen 10 on luonnosteltu laitekaivojen työpisteen näkymä.

Laitekaivojen näkymä luonnosteltiin niin yksinkertaiseksi, kuin käytännössä oli mahdollista. Laitekaivoilla työmaakohtainen aikatauluun perustuva työjärjestys, sekä valintaruutu pohjan, mahdollisen välirengas ja mahdollisen tasakannen valuille. Laitekaivojen valmistusajankohdalle on merkittävä vaikutus niiden sisältämien varusteiden toimitusajalla, joten kaivojen keskinäinen valmistusjärjestys voi elää varusteiden saatavuuden mukaan. Kuvassa 29 on laitekaivojen näkymän prototyyppi.



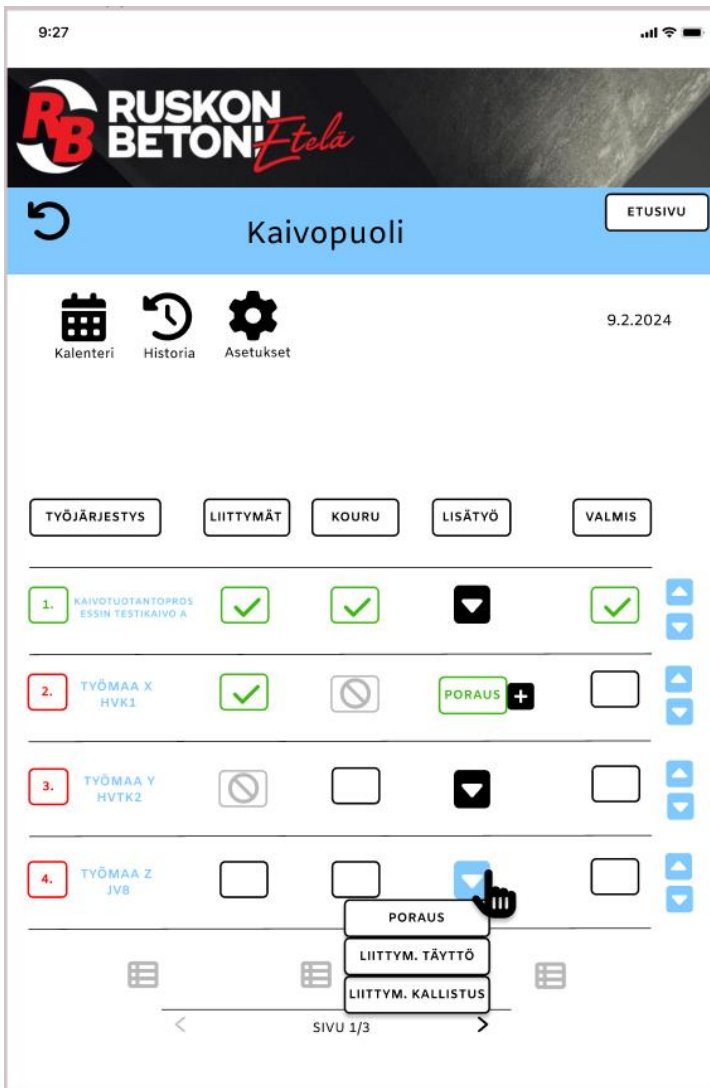
Kuva 29. Laitekaivojen työpisteen näkymän prototyyppi (Kuva: Joonas Mäkiranta).

Laitekaivojen näkymän prototyypissä on valintalaatikko jokaiselle osalle, joka kaivoa varten saateen räätilöidä. Mikäli osaa ei tarvita, eli esimerkiksi välirengasta ei ole tuotannon kaivokortilla, tai sitä ei tarvitse muokata, valintalaatikko on näkymässä harmaa, eikä sitä voi valita aktiiviseksi. Osat, jotka laitekaivoa varten sen sijaan tulee valmistaa, täytyy voida olla merkittävässä valmiiksi. Kaikkien kaivoon kuuluvien osien valmistuttua kaivo voidaan merkitä toimitusvalmiiksi.

6.2.7 Kaivopuoli

Kaivopuoli vastaanottaa aihioalueen puolivalmiit, poratut kaivonrenkaat ja valaa niihin liittymäkotelot ja/tai kourumuotoilun. Kaivopuolella on selkeä työjärjestys jokaiselle sinne saapuvalla aihiolle: mikäli liittymiä on valettava, ne tehdään ennen kouruvalua. Suurimpia liittymiä ei voida kerralla valaa täyteen, vaan ne tehdään kahdessa osassa. Toisinaan kaivopuolella käyvään aihioon valetaan liittymä, jonka jälkeen aihio lähetetään takaisin poralle uutta liittymäporausta varten, mistä jälleen takaisin kaivopuolelle. Muun muassa nämä edellä mainitut asiat pyrittiin ottamaan huomioon luonnosteltaessa kaivopuolen näkymää (liite 11).

Samaan tapaan, kuin muillakin työpisteillä, kaivopuolen näkymän työjärjestys perustuu kiireellisyyteen ja siihen, mitä kaivoja on järkevää valaa samaan aikaan. Järjestystä täytyy voida muuttaa milloin tahansa niin työnjohdon kuin työpisteellä työskentelevienkin parhaan näkemyksen perusteella. Tämä voisi olla järkevimmin toteutettavissa raahaamalla sormella haluttu rivi, eli kaivotunnus, haluttuun paikkaan listassa. Järjestyksen muuttaminen näkyisi kaikille kaivon tuotantopolkua seuraaville esimerkiksi siinä tapauksessa, jos sillä on vaikutusta kaivon valmistumispäivään. Kaivopuolen työntekijät merkitsevät kaivon valmistamiseen kuuluvat työvaiheet, eli liittymä- ja kouruvalut, valmiiksi sitä mukaa, kun vaiheet on suoritettu. Toimimalla tällä tavoin, annetaan kaivon tuotantopolkua seuraaville mahdollisimman reaaliaikaista tietoa siitä, missä vaiheessa kaivon tuotanto milloinkin on. Kuvassa 30 on rautalankaluonnoksen pohjalta rakennettu kaivopuolen näkymän prototyyppi.



Kuva 30. Kaivopuolen näkymän prototyyppi (Kuva: Joonas Mäkiranta).

Prototyyppiin on tehty joitain sellaisia muutoksia, jotka helpottavat ja selkeyttävät kaivopuolen näkymää, mutta asettelu on edelleen hyvin samankaltainen. Kuhunkin kaivoriviin liittyvän projektikaivon tuotannon kaivokortin saa auki koko näytölle koskettamalla kaivon nimeä. Merkittävimmät lisäykset rautalankaluonnokseen nähden liittyvät kaivojärjestyksen muuttamiseen sekä ennalta suunnittele-mattoman lisätyön lisäämiseen. Kaivojärjestystä voidaan muuttaa raahaamalla viivoin eroteltuja ri-vejä sekä ylös että alas, minkä lisäksi järjestystä voidaan muuttaa rivien oikeaan reunaan sijoitetuilla, sinisellä pohjalla olevilla 'ylös' ja 'alas' -painikkeilla. Näkymän alaosaan on sijoitettu kokonaissivu-määrää vastaava määrä eri sivuja edustavia ikoneita, joihin kaivon voi raahata viedäkseen sen no-peasti mille tahansa sivulle. Tämä ominaisuus on entuudestaan tuttu esimerkiksi mobiililaitteiden käyttöjärjestelmistä. Ikonit voisivat tilan säästämiseksi tulla näkyviin vain silloin, jos sivuja on use-ampi, kuin yksi, ja jos käyttäjä on tarttunut kaivoriviin aikeenaan raahata riviä eri paikkaan.

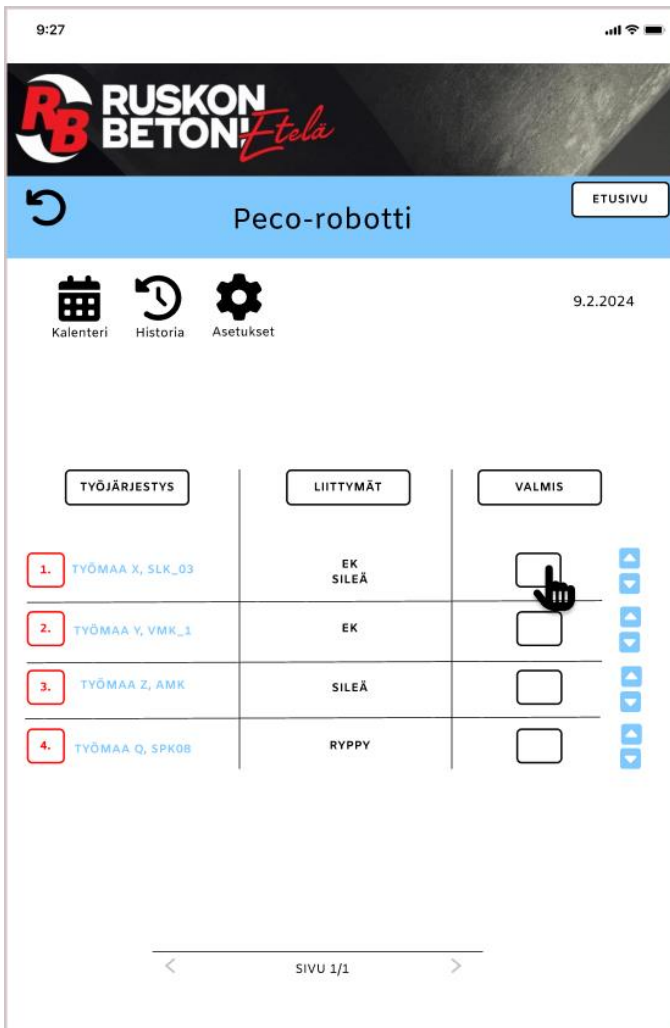
Ominaisuus mahdollistaa muun muassa järjestyksessä aivan viimeisenä olevan rivin siirtämisen ensimmäiseksi todella nopeasti sen sijaan, että riviä siirrettäisiin nuolinäppäimillä sivu kerrallaan.

Liittymä- tai kouruvalun ollessa tarpeeton, eli edellä mainittujen puuttuessa tuotannon kaivokortilta, on näiden töiden kohdalla oleva työn valmistumista indikoiva laatikko poistettu käytöstä. 'Lisätyö' on jokaiselle riville sijoitettu pudotusvalikko, josta työntekijä voi valita ennalta suunnittele mattoman lisätyön tyy pin. Pudotusvalikon sisältö on esitetty kuvassa 30. Lisätöitä on mahdollista valita samalle kaivolle useita. 'Valmis'-ruudun valitsemalla työjärjestystä osoittava järjestysnumero sekä numeroa kehystävä laatikko muuttuvat vihreiksi. Huomionarvoista on, että tänään valmiiksi merkitty kaivo on käytännössä siirrettävissä valmiiden kaivojen varastoon vasta seuraavana päivänä. Valmiiksi merkityt kaivot ilmestyvät työnjohdon hallintapaneeliin työnjohdon kuitattaviksi, jotta työnjohto pysyy informoituna valmistuneista töistä, tietää tehdä laaduntarkistuksen, ja kirjaa tarvittaessa huomioita, esimerkiksi kaivon lähtiessä seuraavana aamuna suoraan kaivopuolelta toimitukseen. Työnjohdon kuittaama kaivorivi poistuu kaivopuolen näkymästä.

6.2.8 Peco-robotti

Peco-robotilta valmistuvat RB Perfect-tuotenimeä kantavat pohjarenkaat, joiden liittymät ja kourumuotoilu ovat tuotteessa valmiina, kun pohjarengas on valettu. Usean työvaiheen hoituessa samalla kertaa, on Peco-robotin käyttöliittymän näkymä vastaavasti 'kaivopuolta' yksinkertaisempi. Peco-robotti-työpiste poikkeaa useimmista muista työpisteistä siinä, että käyttöliittymää tullaan todennäköisesti käyttämään pöytäkoneen kautta. Liitteessä 12 on Peco-robotin näkymän rautalankaluonnos.

Peco-robotti-työpisteelle olennaista on tieto mahdollisten muoviputkiliittymien putkilaadusta, mikä tarkoittaa käytännössä tietoa siitä, ovatko työmaalla asennettavat muoviputket rypyy- vai sileäpin-taisia. Tätä tietoa tarvitaan siksi, että työpisteellä asetetaan yhteensopivat tiivisteet. Peco-robotin operaattori saa kuhunkin kaivoon liittyvän tuotannon kaivokortin esiin klikkaamalla tai koskettamalla kaivon tunnistetta. Työpisteen näkymän prototyyppi on esitetty kuvassa 31. Mikäli tuotannon kaivokortille piirretty RB Perfect -kaivossa on välirengas ja välirenkaassa liittymä, valmistetaan välirengas perinteisenä EK-renkaana. Tämä tulee ottaa huomioon järjestelmässä muun muassa siten, että välirengas nimetään samaan tapaan työmaan nimellä ja yksilöivällä tunnisteella, kuin pohjarengaskin, mutta edellä mainittujen perään lisätään "välirengas".



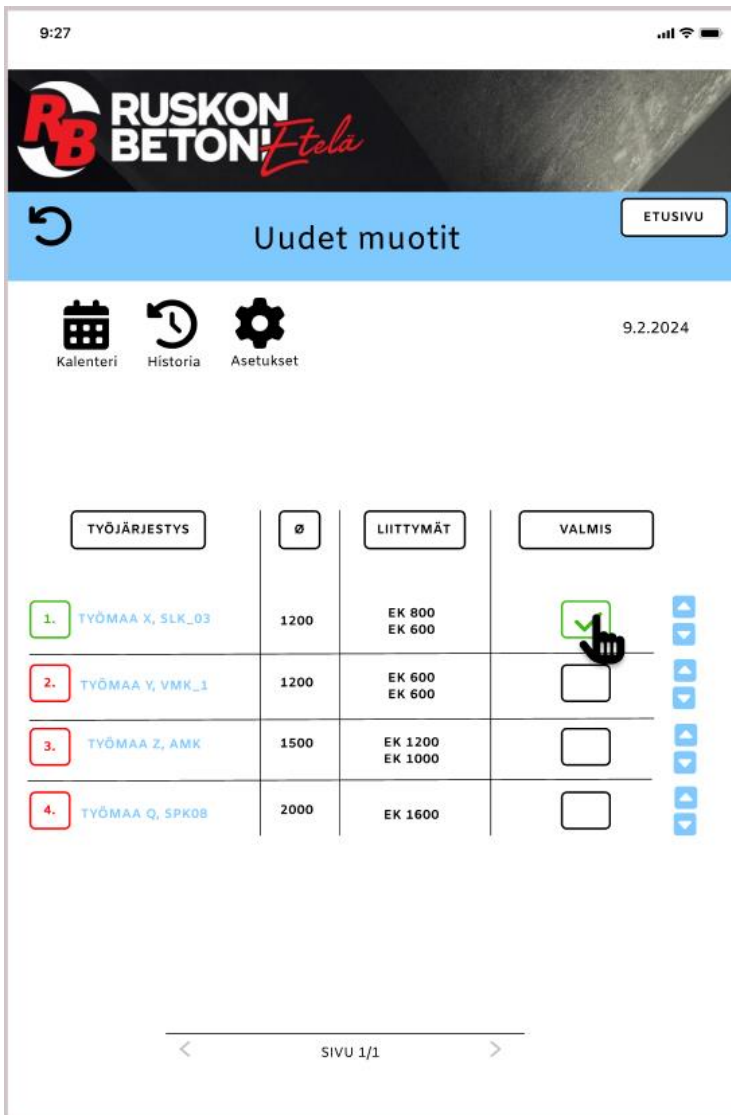
Kuva 31. Peco-robotti-näkymän prototyyppi (kuva: Joonas Mäkiranta).

Peco-robotti-työpisteen näkymän prototyyppi mukailee tarkasti sen pohjana olevaa luonnosta. Työpisteen operaattori merkitsee kaivon valmiiksi, kun pohjarengas on valettu. Pohjarengas on valmis ja purettavissa muotista valua seuraavana päivänä. Työnjohto saa tiedon hallintapaneeliin valmistuneesta kaivosta, minkä jälkeen kaivo voidaan kuitata projektikaivoalueelle.

6.2.9 Uudet muotit

'Uuden muotit' mahdollistavat saman tyyppisen valmistustekniikan, kuin Peco-robotilla valmistettavat pohjarenkaat, joissa liittymävaraukset tulevat kaivoon valmiina kaivon valussa. Toisin kuin Peco-robotti-työpisteellä, uudella muotilla valmistetun pohjarenkaan EK-liittymiin valetaan valulaatikot. Tällaisella tekniikalla toteutettaessa projektikaivon tuotantopolulta voidaan kuitenkin jättää erillinen timanttiporaus ja -sahaus kokonaan pois, mikä nopeuttaa kaivon valmistumista. 'Uudet muotit' -työpisteen näkymän luonnos on esitetty liitteessä 13.

'Uudet muotit' -näkyssä operaattorin kannalta olennaisimmat asiat ovat työjärjestyksen lisäksi kaivon halkaisija sekä kaivoon tulevien liittymien koot. Edellä mainitut tiedot uivat näkymään tuotannon kaivokortilta. Käyttöliittymän näkymää varten rakennettu prototyyppi on esitetty kuvassa 32.



Kuva 32. Uudet muotit -näkyvän prototyyppi (kuva: Joonas Mäkiranta).

Uudet muotit -näkyvän prototyypin toiminnallisuudet ovat identtiset Peco-robotti-työpisteen kanssa, sillä näillä kahdella työpisteellä toimitaan pitkälti samoin. Uudelta muotilta valettu pohjarengas on valmis valua seuraavana päivänä, minkä jälkeen pohjarengas siirtyy 'kaivopuolelle' ja liittymävarausten ympärille valetaan valulaatikot. 'Uudet muotit' -työpisteellä valettu pohjarengas merkitään operaattorin toimesta valmiiksi, jolloin rengas siirtyy tuotantopolulla seuraavaan vaiheeseen ja ilmestyy 'kaivopuolen' työjärjestykseen valmistusaikataulun mukaiselle paikalle.

7 Yhteenveto ja pohdinta

7.1 Tutkimuksen tulokset ja arviointi

Opinnäytetyön tarkoitus oli tuottaa kohdeyritykselle, eli Ruskon Betoni Etelä Oy:n Hollolan tuotetehtaalle, suunnitelma nykyisen paperisen tuotannon kaivokortin korvaamiseksi digitaalisella versiolla projektikaivojen tuotantoprosessissa. Suunnitelma sisälsi kohdeyrityksen omaan RB Forge -järjestelmään integroitavan käyttöliittymän näkymien määrittelyn ja visualisoinnin niille työpisteille, joille näkymä koettiin aiheelliseksi luoda. Näkymien visualisoinnin lisäksi työssä suunniteltiin edellytykset tuotannon kaivokortin ja korttiin linkittyvät projektikaivon tuotantopolun automatisoinnille määrittelemällä kaikki tiedossa olevat mahdolliset tuotantopolut, joita seuraamalla erityyppisten projektikaivojen valmistuksen voidaan ennustaa tapahtuvan.

Opinnäytetyön luotettavuuden varmistamiseksi haastateltiin niin RB Forgen kehityksestä vastaavaa Full Stack-kehittäjää, Hollolan betonituotetehtaan työntekijöitä, yksikönpäällikköä, suunnittelupäällikköä, työnjohtoa, myyntihenkilöstöä kuin projektinhallintaakin, soveltuviissa kohdin tutkimustyötä ja enimmäkseen avointa haastattelumenetelmää hyödyntäen. Suunnittelupäällikön haastattelua varten rakennusteollisuuden digitaalisuuden tilasta Suomessa käytettiin valmiiksi mietittyjä kysymyksiä. Tutkimuksen toteutukseen johtanut valmisteleva työ, kuten työpajatoiminta, sekä tutkimuksen toteutuksen aikainen työ, on toteutettu yhdessä sekä kaivokorttien että EK-betonikaivotuotannon kanssa työskennelleiden ammattilaisten kanssa, joilla on useiden vuosien kokemus alan hallinnollisista tehtävistä. Tutkimusta varten haastatellut työpisteiden operaattorit ovat niin ikään pitkän kokemuksen omaavia alan ammattilaisia.

Työssä tehdyn tutkimuksen uskottavuuden tukemiseksi teoriaosassa käsiteltiin digitalisaatiota tutkimukselle olennaisessa kontekstissa digitaalisesta transformaatiosta prototyyppiin. Lisäksi lukijaa perehdytettiin siihen, mitä EK-tuotteet ovat, ja mikä on kaivokortin tarkoitus. EK-järjestelmän ja kaivokortin käsitteisiin perehtyminen tekee tutkimuksen ytimessä olevasta projektikaivojen tuotannon ymmärtämisestä helpompaa. Lisäksi EK-järjestelmään perehtyminen auttaa ymmärtämään prosessin toimintaa.

Asetetut tavoitteet saavutettiin: sekä soveltuvat työpisteet että digitaalisen tuotannon kaivokortin käyttöliittymän näkymät saatiin määriteltyä toivotulla tavalla. Päätelaitteiden tarve ja toisaalta tarpeettomuus voitiin tunnistaa sen perusteella, miten työpisteillä toimitaan. Tuotantopolkujen automatisoinnille saatiin kerättyä sellaiset lähtötiedot, että automatisoinnin kehittäminen ja testaus voidaan aloittaa. Seuraavassa käydään läpi kappaleen 2.3 tutkimuskysymysten vastaukset läpi tarkemmin:

1. Miten Hollolan tuotetehtaan RB Forge -toiminnanohjausjärjestelmän käyttöliittymää tulee kehittää, jotta tuotannon kaivokorttia on mahdollista käsitellä työpisteillä sähköisesti?

Tuotannon kaivokortin käsittelyn muuttaminen paperisesta sähköiseksi edellyttää RB Forge -toiminnanohjausjärjestelmän kehittämistä suunnitteleamalla järjestelmään oma moduuli ja käyttöliittymä tätä tarkoitusta varten. Kohdeyritystä ja järjestelmän kehittäjää varten suunniteltiin käyttöliittymän visualisointi soveltuvien työpisteiden osalta. Kehittämällä nykyistä käyttöliittymää tällä tavoin eteenpäin, mahdollistetaan tuotannon kaivokortin sähköinen eteneminen läpi tuotannon. Digitaalinen tuotannon kaivokortti mukailee samoja reittejä, kuin alkuperäinen paperinen versio, ja kattaa opinnäytetyössä tehdyssä suunnitelmassa kaikki työvaiheet tuotannon kaivokortin piirtämisestä kortin merkitsemiseen valmiiksi, eli korttiin linkittyvän valmiin projektikaivon varastointiin.

Käyttöliittymän laajennus edellä kuvatulla tavalla on itsessään riittävä toimenpide tuotannon kaivokortin käsittelemiseksi sähköisesti tuotannossa. Digitaalisen tuotannon kaivokortin käsittelyyn työpisteillä liittyy käyttöliittymän laajennuksen lisäksi kuitenkin läheisesti myös se, miten käyttöliittymää tulee kehittää, jotta digitaalisen tuotannon kaivokortin käytöstä ei tule työntekijöille epämieluisaa, eli toisin sanoen paperista versiota hankalampaa. Käyttökokemukseen perehdyttiin keskustelemalla työpisteiden operaattoreiden kanssa, mikä on otettu huomioon käyttöliittymän suunnittelussa. Näin pyrittiin varmistamaan, ettei digitaalisen tuotannon kaivokortin käyttöönotto tulisi operaattoreille yllätyksenä, ja että jokainen heistä on voinut kokea mahdollisuuden vaikuttaa lopputulokseen itselle ja oman työskentelyn näkökulmasta suotuisalla tavalla.

2. Mitä laitteistoa kaivokortin sähköinen käsittely työpisteillä edellyttää?

Paperinen tuotannon kaivokortti ei ole edellyttänyt työpisteiltä mitään muuta, kuin väliaikaista sijoituspaikkaa. Tuotannon kaivokortin sähköistäminen vaatii näin ollen ratkaisun tarkastella korttia uudessa formaatissa, ja hyvin varhaisessa vaiheessa kehitystyötä oli selvää, että tablettitietokoneet tulisivat olemaan tähän ensisijainen ratkaisu. Käyttöliittymän näkymien suunnittelussa pohjana on käytetty tablettitietokoneen asettelua, jonka lisäksi kuvakkeiden asettelussa ja koossa on huomioitu se, että käyttöliittymän käyttö tapahtuu sormilla painamalla. Opinnäytetyön tutkimusosiossa määriteltiin yhdessä työnjohdon kanssa, mille työpisteille tarvitaan ratkaisu digitaalisen tuotannon kaivokortin tarkasteltua varten. Tämän jälkeen pohdittiin, onko työpisteelle hankittava tablettitietokone, löytyykö sellainen jo vai onko käytettävissä jokin muu päätelaite. Mikäli työpisteellä ei ollut valmista ratkaisua, sinne joko suunniteltiin hankittavaksi oma tablettitietokone, tai kahden työpisteen toimiessa toistensa välittömässä läheisyydessä, ehdotettiin näiden välille jaettua laitetta.

Tablettitietokoneen toimiessa todennäköisesti erinomaisesti välineenä paperisen tuotannon kaivokortin korvaamisessa laitteen liikuteltavuuden ja käyttöliittymän tarjoamien mahdollisuuksien vuoksi, työympäristön likaisuus ja työntekijöiden hanskojen käyttö olivat huomioita, jotka nousivat esiin laitteiston soveltuvuutta arvioitaessa. Tablettitietokoneiden tulee kestää kaikkia niitä epäpuhtauksia, joita laitteiden voidaan olettaa joutuvan kestäämään betonituotetehtaalla. Markkinoilla on lähtökohtaisesti haastaviin olosuhteisiin suunniteltuja tablettitietokoneita, sekä niin sanottujen perusmallisten tablettitietokoneiden suojarusteita, mitkä mahdollistavat laitteen käytön myös betonituotetehtaalla. Markkinoilla on myös sellaisia tablettitietokoneita, joiden käyttö hanskojen kanssa on mahdollista.

Tuotannosta löytyy lisäksi joitain pöytä tietokoneita ympäristöltä suojaavissa laatikoissa, mitkä eivät ole aktiivisessa käytössä. Kyseisten pöytä tietokoneiden kuntoa ei ole tarkistettu. Kuntotarkastus ja sen myötä komponenttien päivittäminen on todennäköisesti aiheellista, sillä koneet ovat olleet pois käytöstä pitkään. Näiden koneiden käyttöönottoa digitaalisen tuotannon kaivokortin tarkastelua varten voitaisiin harkita, ellei tablettitietokoneen käyttöä pidetä esimerkiksi sen liikuteltavuuden vuoksi ehdottomana. Laitteiston määrittelyn ja soveltuvuuden lisäksi on erityisen tärkeää, että tietoliikenneyhteys tehtaalla on riittävän nopea ja luotettava. Tuotannon kaivokortin käsittelyn sähköistyessä, pienetkin internetongelmat, kuten yhteyden pätkiminen voivat tehdä työskentelystä haastavaa, laajamittaisen tietoliikennekatkoksen pysäyttäessä sekä tuotannon kaivokorttien piirron että projektikavojen tuotannon. Mahdollisten paikallisempien, laitekohtaisten yhteysongelmien sattuessa, olisi suositeltavaa pitää tuotannon kaivokortin tulostamista jatkossakin väliaikaisena varavaihtoehtona.

3. Mille työpisteille EK-kaivojen tuotantoprosessissa uutta ratkaisua edellytetään?

Opinnäytetyön luvussa 5.3 määriteltiin käyttöliittymään liitettävät työpisteet, jotka jaettiin edelleen niin kutsuttuihin älykkäisiin ja älyttömiin työpisteisiin. Älykkäitä työpisteitä on mahdollista sekä tarkastella että hallita työpisteille sijoitettavien tai jaettujen päätelaitteiden kautta, älyttömiin työpisteiden ollessa osa valmistusprosessia, mutta tarkasteltavissa ja hallittavissa ainoastaan työnjohdon hallintapaneelin kautta. Uutta digitaalista ratkaisua edustavaan käyttöliittymään liitetään yhteensä 14 työpistettä. Taulukkoon 2 viitaten kyseiset työpisteet ovat:

- Työnjohdon hallintapaneeli (älykäs)
- Iso pora (älykäs)
- Pieni pora (älykäs)
- Timanttisahaus
- Pohjavalujen pelti
- Tasakansien valu (älykäs)

- Aihioalue
- Laitekaivot (älykäs)
- Kaivopuoli (älykäs)
- Peco-robotti (älykäs)
- Uudet muotit (älykäs)
- Pinnoitus
- HST-pellitys
- Valmiiden kaivojen varasto

Älykkäisiin ja älyttömiin työpisteisiin jakamisen perusteina olivat työpisteen sijainti, sekä työpisteellä suoritettava työ itsessään. Osa työpisteistä sijaitsee ulkoalueilla ja toimii varastona, joten päätelaitteen ja/tai oman näkymän kehittäminen ei ollut mahdollista tai tarpeellista. Oman näkymän kehittämistä ei koettu prosessin näkökulmasta lisäarvoa tuottavaksi, mikäli työpisteen hallinnan katsottiin onnistuvan helpommin esimerkiksi suoraan työnjohdon hallintapaneelista käsin. Edellä mainittujen perusteiden lisäksi päätettiin, että alihankkijoiden operoimille työpisteille ei samasta syystä ole tarpeellista sijoittaa päätelaitetta tai kehittää omaa näkymää.

Lähtökohtaisesti uutta ratkaisua, eli digitaalisen tuotannon kaivokortin tarkastelu- ja/tai käsittelymahdollisuutta, tai näiden toimenpiteiden suorittamista toiselta päätelaitteelta käsin, edellytetään niille työpisteille, joita tuotannon kaivokortille määriteltyjen muokkausten perusteella tarvitaan projektikaivon valmistamiseksi. Tutkimuksessa kuvattujen 14 työpisteen eri yhdistelmillä saadaan valmistettua kaikki Hollolan betonituotetehtaalta tilatut EK-projektikaivot.

Automatisoitua tuotantopolkua alettiin kehittää, koska konseptin potentiaali nähtiin nopeasti prosessin digitalisointisuunnittelun alussa, vaikka tuotantopolkujen erityinen pohtiminen, tai niiden automatisointi, ei ollut alun perin osa tutkimukselle asetettuja tavoitteita. Työpajatoiminnan aikana, automatisoidun tuotantopolun katsottiin tuovan mahdollisimman tarkasti määriteltynä merkittävää lisäarvoa prosessin kestoa ja kuormittavuutta arvioitaessa, etenkin prosessia vähemmän tunteville. Tämä riitti perusteluksi sille, että tuotantopolkujen automatisoinnille ryhdyttiin kehittämään edellytyksiä. Loppu-tulos oli suunnitelma, jonka pohjalta digitaalisten tuotantopolkujen kehitystyö voi hyvin jatkua RB Forge -järjestelmässä.

7.2 Jatkokehitysideat

Opinnäytetyössä esitetyn tutkimuksen valmistelu on johtanut muutamiin jatkokehitysideoihin, joista ensimmäisenä on tässä opinnäytetyössä esiteltyjen käyttöliittymän visualisoitujen näkymien prototypointi. Prototypointia käsiteltiin opinnäytetyön luvussa 3.6, jossa todettiin prototypoinnin olevan

hyvä keino havainnollistaa keskeneräistä työtä heille, jotka tulevat olemaan tekemisissä lopputuotteen kanssa, ja saada tällä tavoin palautetta kehityksen suunnasta. Käyttöliittymästä voi tehdä hyvin aidontuntuisen prototyypin esimerkiksi Figmalla, joka on verkossa toimiva sovellus.

Tuotannon kaivokortin digitalisointi avaa ovia myös asiakkaiden suuntaan: prosessin digitalisoitua versiota on mahdollista kehittää siten, että samaan tapaan, kuin tehtaalla työntekijät pääsevät näkemään kunkin projektikaivon tuotantopolun ja tarkasti arvioidun valmistusajan, asiakkaille voidaan mahdollistaa sama näkymä tietyin rajoittein. Asiakkaat voisivat tarkistaa reaaliaikaisesti, missä vaiheessa mikäkin heidän kaivotilauksensa kaivoista etenee tuotannossa, mitä on valmistunut ja mitä on ehkä jo toimitettu. Merkittävä osa projektinhallintaan tulevista asiakkaiden puheluista koskee tämän kaltaisten asioiden tiedustelua, joten tarjoamalla asiakkaille heidän arvostamaansa, reaaliaikaisesti verkossa päivittyvää tietoa, voidaan työntekijöiden aikaa vapauttaa asioiden selvittelyiden sijaan muuhun, tuottavampaan työntekoon.

Tekoälyn ollessa opinnäytetyön kirjoittamisen aikaan yhä voimakkaasti pinnalla, tulisi kyseisen työkalun mahdollisuuksia myös tuotannon kaivokorttiin, esimerkiksi kortin piirtämiseen liittyen tutkia lisää. Ruskon Betoni Etelä Oy:n ICT-päällikkö on yhdessä Hollolan betonituotetehtaan myyntihenkilöstön kanssa hiljattain tutkinut tekoälyn ja koneoppimisen mahdollisuuksia tarjolla olevista ratkaisuista vesihuollon asemapiirroksen sisältämien olennaisten tietojen keräämiseksi ja tarjouslaskentatyön nopeuttamiseksi. Samaa tapaan voitaisiin tutkia mahdollisuuksia muodostaa tuotannon kaivokortti suunnittelijan kaivokortista ilman manuaalista kopioimista ja inhimillisten virheiden mahdollisuutta. Tällaiseen tarkoitukseen voitaisiin käyttää esimerkiksi multimodaalista tekoälymallia, joka hyväksyy useita erilaisia datasyötteitä, mukaan lukien kuvia.

Lähteet

- Alhonen, M., Drake, M., Immonen, M., Koskimäki, T. & Pöyhönen, M. 2023. Näin teet palvelumuotoilusta arkea. Haaga-Helia julkaisut 16/2023. Viitattu 28.4.2024. Saatavissa <https://julkaisut.haaga-helia.fi/nain-teet-palvelumuotoilusta-arkea/>
- Betoni. a. Tietoa betonista. Käyttö infrarakentamisessa. Viitattu 7.4.2023. Saatavissa <https://betoni.com/tietoa-betonista/betoni-rakennusmateriaalina/kaytto-infrarakentamisessa/>
- Betoni. b. Kansallinen soveltamisohe SFS-EN 206 ja SFS 7022. Viitattu 29.4.2024. Saatavissa <https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/07/SFS-EN-206-1-ja-SFS-7022workshop-15-05-2012.pdf>
- Bogna, J. 2021. What Is UI, and What Does It Stand For? How-To Geek. Viitattu 23.10.2023. Saatavissa <https://www.howtogeek.com/743404/what-is-ui-and-what-does-it-stand-for/>
- Canziba, E. 2018. Hands-On UX Design for Developers: Design, prototype, and implement compelling user experiences from scratch. E-kirja. Birmingham: Packt Publishing. Storytel. 55–57.
- Director's Institute Finland. 2021. Digitaalinen transformaatio on vaikea mutta välttämätön. Viitattu 1.10.2023. Saatavissa <https://dif.fi/ajankohtaista/digitaalinen-transformaatio-on-vaikea-mutta-valttamaton/>
- Dix, A. 2016. User Interface (UI) Design. How to make Great Uis. Viitattu 5.2.2024. Saatavissa <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ui-design>
- Dunkle, D. & Gurbaxani, V. 2019. Gearing Up For Successful Digital Transformation. Mis Quarterly Executive. 9/2019, 210–214.
- Faranello, S. 2016. Practical UX Design. E-kirja. Birmingham: Packt Publishing. Storytel. 214–217.
- Finder. 2022. Ruskon Betoni Etelä Oy. Taloustiedot. Viitattu 7.4.2023. Saatavissa <https://www.finder.fi/Valmisbetoni/Ruskon+Betoni+Etel%C3%A4+Oy/Espoo/yhteystiedot/3301679>
- Forsberg, S., Koivisto, M. & Säynäjäkangas, J. 2019. Palvelumuotoilun bisneskirja. E-kirja. Helsinki: Alma Talent. Storytel. 142–144, 147, 153.
- Forsman, J., Heikkinen, M., Petrow, S. & Pirinen, M. 2017. Betoniset viemäri- ja hulevesijärjestelmät – Suunnittelu ja toteutus. Vaasa: Rakennustuoteteollisuus RTT ry
- Gibbons, S. 2017. Service Design 101. Nielsen Norman Group. Viitattu 27.4.2024. Saatavissa <https://www.nngroup.com/articles/service-design-101/>
- Granlund, M. & Malmi, T. 2003. Tietotekniikan mahdollisuudet taloushallinnon kehittämisessä. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö

- Gregolinska, E., Khanam, R., Lefort, F. & Parthasarathy P. 2022. Capturing the true value of Industry 4.0. McKinsey & Company. 13.4.2022. Viitattu 15.10.2023. Saatavissa <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/capturing-the-true-value-of-industry-four-point-zero>
- Heikkilä, H., Markkanen, P., Mustaniemi, T., Pakarinen, K., Piironen, J., Torkkeli, L. & Väisänen, J. 2022. UX-Opus. Opas käyttökokemuksen termiviidakoon. LAB-ammattikorkeakoulun julkaisusarja, osa 55. 52. Viitattu 4.2.2024. Saatavissa https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/786926/LAB_2022_55.pdf;jsessionid=52DD109ED551335B03F7E25EC464839A?sequence=5.
- Hollola. Ruskon Betoni Etelä Oy. Ruskon Betonin yritystarina. Viitattu 29.8.2023. Saatavissa <https://www.hollola.fi/ruskon-betoni-etela-oy>
- Hollola. Ruskon Betoni Etelä Oy Infra – Hollolan betonituotetehdas. Viitattu 2.9.2023. Saatavissa <https://www.hollola.fi/library/files/62a9b4e2c91058ddf3000623/scaled/1198x464.jpeg>
- Hon, H-W. & Zhang, J. 2020. Towards Responsible Digital Transformation. Viitattu 1.10.2023. Saatavissa <https://cmr.berkeley.edu/2020/03/responsible-digital-transformation/>
- Holopainen, M., Saunila, M., Ukko, J., Rantala, T., Sore, S., Sandelin, J-E. & Vainio, A. 2022. Digitaalisen transformaation johtaminen: strategiasta käytäntöön. LUT Scientific and Expertise Publications Tutkimusraportit - Research Reports No. 143, 7.
- Innokylä. Aivorihi-työkalu. Viitattu 14.4.2024. Saatavissa <https://innokyla.fi/fi/tyokalut/aivoriihi>
- Interaction Design Foundation – IxDF. 2016. What is User Interface (UI) Design? Viitattu 4.2.2024. Saatavissa <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ui-design>
- Järvinen, P. 2003. IT-tietosanakirja. 2. laitoksen 1. painos. Jyväskylä: Docendo Finland Oy
- Jyrkämä, J. 2021. Toimintatutkimus. Teoksessa Jaana Vuori (toim.) Laadullisen tutkimuksen verkkösikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 13.4.2024. Saatavissa <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/tutkimusasetelma/toimintatutkimus/>
- Kershaw ym. 2011, Anderson, D., Camburn, B., Crawford, R., Jensen, D., Linsey, J., Otto, K., Viswanathan, V. & Wood, K. 2017 mukaan. Design prototyping methods: state of the art in strategies, techniques, and guidelines. Design Science, 3, p. e13. Cambridge University Press. Viitattu 28.4.2024. Saatavissa doi:10.1017/dsj.2017.10
- Malewicz, M. 2016. The Aesthetic Usability Effect. Video. Viitattu 4.2.2024. Saatavissa <https://www.interaction-design.org/literature/topics/ui-design>
- Myyntipääällikkö. 2023. Ruskon Betoni Etelä Oy Hollolan betonituotetehdas. Haastattelu 4.10.2023.

- Nasiri, M. & Sore, S. 2021. Managing Digital Transformation from a Comprehensive Perspective. Viitattu 1.10.2023. Saatavissa <https://blogit.lab.fi/labfocus/en/managing-digital-transformation-from-a-comprehensive-perspective/>
- Parma Consolis. Tietoa Parmasta. Consolis-konserni. Viitattu 20.4.2024. Saatavissa <https://parma.fi/tietoa-parmasta/>
- Projektivastaava. 2024. Ruskon Betoni Etelä Oy Hollolan betonituotetehdas. Haastattelu 16.2.2024.
- Rakennuslehti. 2015. Rakennusteollisuuden digitalisaation kehitys. Yhteistyöblogi 28.10.2015. Viitattu 6.10.2023. Saatavissa <https://www.rakennuslehti.fi/blogit/rakennustuoteteollisuuden-digitalisaation-kehitys/>
- Rakennusteollisuus. 2022. Betoniteollisuus. Betoniteollisuuden suuruusjärjestys vuonna 2021. Viitattu 7.4.2023. Saatavissa https://betoni.com/wp-content/uploads/2022/09/Betoniteollisuuden_suuruusjarjestys_2021.pdf
- RB Infra. a. Yritys. Viitattu 7.4.2023. Saatavissa <https://www.rbinfra.fi/yritys/>
- RB Infra. b. Referenssit. DSV Logistics Center sprinklerisäiliö. Viitattu 28.4.2024. Saatavissa https://www.rbinfra.fi/wp-content/uploads/2018/04/referenssit_sprinkleri1.jpg
- Ruskon Betoni Etelä. 2020. RB Perfect – Suomen paras kaivo. YouTube-video. Viitattu 18.2.2024. Saatavissa <https://www.youtube.com/watch?v=0lc5jer7Er0>
- Reyes, C. What is Digital Strategy? Liferay. Viitattu 10.10.2023. Saatavissa <https://www.liferay.com/resources//digital-strategy>
- Ruskon Betoni Etelä Oy. Yritys. Viitattu 7.4.2023. Saatavissa <https://www.ruskonbetonietela.fi/yritys>
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. Viitattu 16.10.2023. Saatavissa https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_3.html
- Schindehutte, M., & Morris, M. H. 2009. Advancing strategic entrepreneurship research. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 33 (1), 241–276.
- Stokke, Ø. 2024. Software Engineer. Raincode AS. RB Forge -järjestelmän Full Stack-kehittäjä. Haastattelu 8.2.2024.
- Suunnittelupäällikkö. 2024. Ruskon Betoni Etelä Oy Hollolan betonituotetehdas. Haastattelu 16.2.2024.
- Tieteen termipankki. 2023. Viestintä: käyttäjäkokemus. Viitattu 24.4.2024. Saatavissa <https://tieteen-termipankki.fi/wiki/Viestint%C3%A4:k%C3%A4ytt%C3%A4j%C3%A4kokemus>

Timanttitoran operaattori 1. 2024. Ruskon Betoni Etelä Oy Hollolan betonituotetehdas. Haastattelu 8.2.2024.

Tuulaniemi, J. 2011. Palvelumuotoilu. E-kirja. Helsinki: Alma Talent. Storytel. 131-144.

Tuotantopäällikkö. 2024. Ruskon Betoni Etelä Oy Hollolan betonituotetehdas. Haastattelu 23.2.2024.

Tuote- ja palveluhinnasto. 2023. Kunnallistekniset tuotteet. Ruskon Betoni Etelä Oy. RB Infra. Viitattu 20.11.2023. Saatavissa <https://www.rbinfra.fi/wp-content/uploads/2023/03/Tuote-ja-palveluhinnasto-1-2023-Ruskon-Betoni-Etela.pdf>

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2021. Raportti: Yritysten digitalisaatio tukemaan kestävästä kehitystä ja ilmastotavoitteita. Tiedote 26.4.2021. Viitattu 6.10.2023. Saatavissa <https://tem.fi/-/raportti-yritysten-digitalisaatio-tukemaan-kestavaa-kehitysta-ja-ilmastotavoitteita>

Työnjohtaja. 2024. Ruskon Betoni Etelä Oy Hollolan betonituotetehdas. Haastattelu 23.2.2024.

UNIDO. 2020. Industrial Development Report 2020: Industrializing in the digital age. Viitattu 15.10.2023. Saatavissa https://www.unido.org/sites/default/files/files/2019-11/UNIDO_IDR2020-English_overview.pdf

UX Academy Finland. 2021. UX/UI design -sanasto tutuksi. Viitattu 4.2.2024. Saatavissa <https://www.uxacademy.fi/ux-ui-design-sanasto-tutuksi/>

Valero, P. 2021. The Fourth Industrial Revolution, its origins and evolution in the 21st century. IoT Times. 22.1.2021. Viitattu 15.10.2023. Saatavissa <https://iot.eetimes.com/the-fourth-industrial-revolution-its-origins-and-evolution-in-the-21st-century-2/>

Vedenpää, J. 2023. Tuotantojohtaja. Ruskon Betoni Etelä Oy. Haastattelu 4.10.2023.

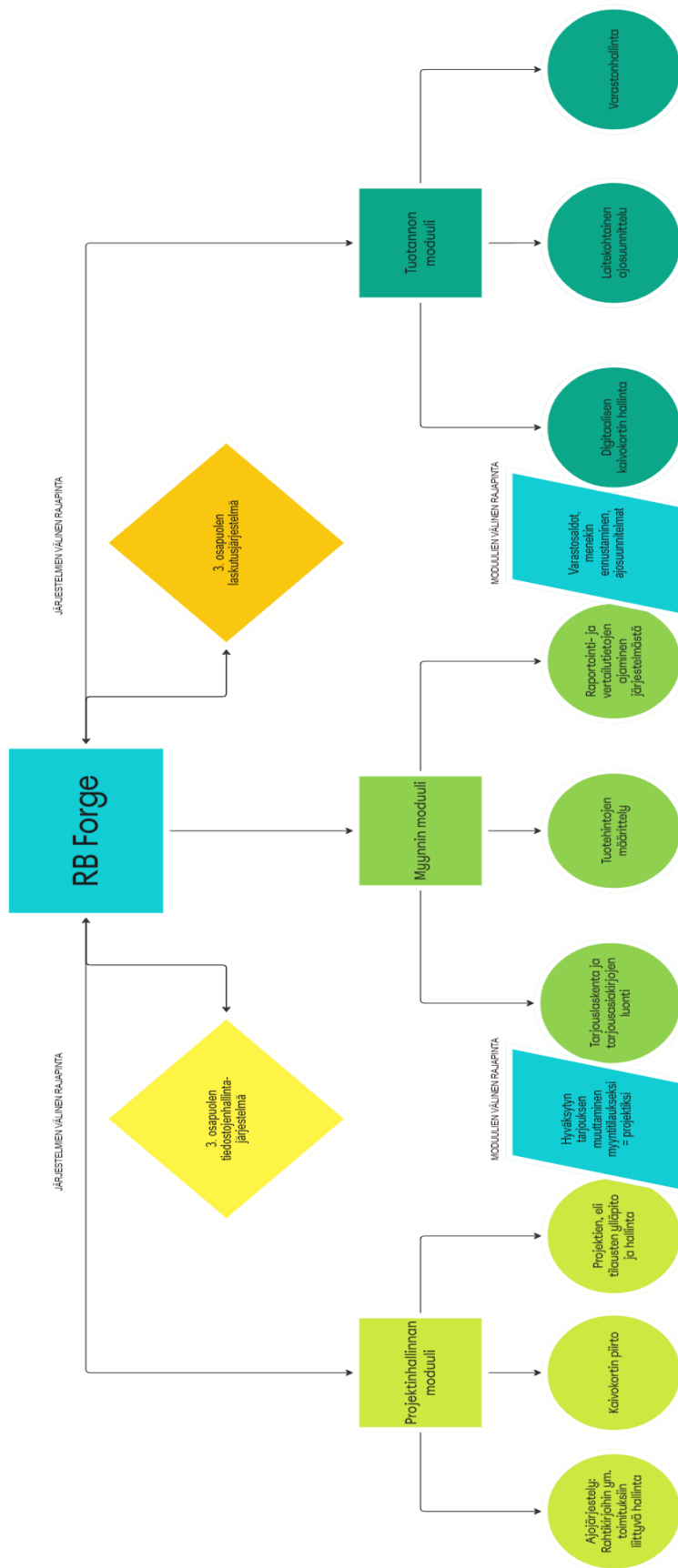
Vial, G. 2019. Understanding digital transformation: A review and a research agenda. Journal of Strategic Information Systems 28 (2019), 122, 129–130.

VTT. Digikypsyystyökalu. Viitattu 1.5.2024. Saatavissa <https://digimaturity.vtt.fi/?lang=fi>

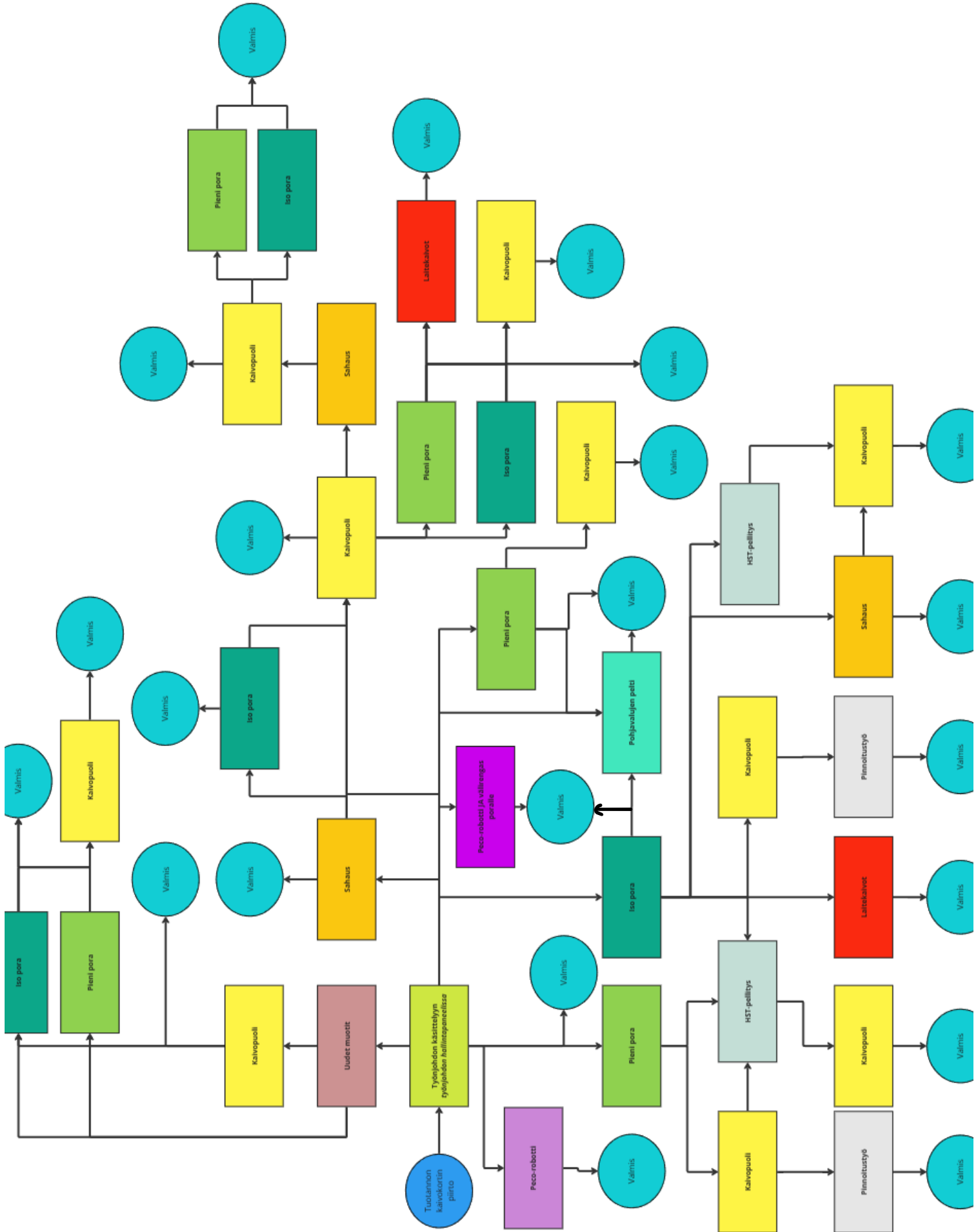
WEF. Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum. Viitattu 15.10.2023. Saatavissa <https://www.weforum.org/focus/fourth-industrial-revolution>

Wigdor, D. & Wixon, D. 2011. Brave NUI World: designing natural user interfaces for touch and gesture. Burlington: Morgan Kaufmann

Liite 2. RB Forge -toiminnanohjausjärjestelmän karkea rakenne



Liite 3. Tuotannon sähköisen kaivokortin ennalta määritellyt polut kaaviomuodossa.



Liite 4. Tuotannon sähköisen kaivokortin ennalta määritellyt polut taulukkomuodossa.

Vaihe 1	Vaihe 2	Vaihe 3	Vaihe 4	Vaihe 5	Vaihe 6	Vaihe 7
Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Valmis				
Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Iso timanttipora	Valmis			
Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Iso timanttipora	Kaivopuoli	Valmis		
Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	Kaivopuoli	Valmis			
Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	Sahaus	Valmis			
Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	Sahaus	Kaivopuoli	Valmis		
Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	Pohjavalujen pelti	Valmis			
Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	HST-pellitys	Kaivopuoli	Valmis		
Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Kaivopuoli	Sahaus	Kaivopuoli	Valmis	
Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Kaivopuoli	Iso/pieni timanttipora	Valmis		
Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Kaivopuoli	Sahaus	Kaivopuoli	Iso/pieni timanttiporaus	Valmis
Työnjohdon hallintapaneeli	Kaivopuoli	Iso/pieni timanttipora	Kaivopuoli	Valmis		
Työnjohdon hallintapaneeli	Kaivopuoli	Iso/pieni timanttipora	Laitekaivot	Valmis		
Työnjohdon hallintapaneeli	Pohjavalujen pelti	Valmis				
Työnjohdon hallintapaneeli	Pieni timanttipora	Valmis				
Työnjohdon hallintapaneeli	Pieni timanttipora	Pohjavalujen pelti	Valmis			
Työnjohdon hallintapaneeli	Pieni timanttipora	Kaivopuoli	Valmis			
Työnjohdon hallintapaneeli	Pieni timanttipora	HST-pellitys	Kaivopuoli	Valmis		
Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	Laitekaivot	Valmis			
Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	Kaivopuoli	Pinnoitus	Valmis		
Työnjohdon hallintapaneeli	Pieni timanttipora	Kaivopuoli	Pinnoitus	Valmis		
Työnjohdon hallintapaneeli	Pieni timanttipora	Kaivopuoli	HST-pellitys	Kaivopuoli	Valmis	
Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	Kaivopuoli	HST-pellitys	Kaivopuoli	Valmis	
Työnjohdon hallintapaneeli	Valmis					
Työnjohdon hallintapaneeli	Uudet muotit	Kaivopuoli	Valmis			
Työnjohdon hallintapaneeli	Uudet muotit	Kaivopuoli	Iso/pieni timanttipora	Valmis		
Työnjohdon hallintapaneeli	Uudet muotit	Iso/pieni timanttipora	Kaivopuoli	Valmis		
Työnjohdon hallintapaneeli	Peco-robotti	Valmis				
Työnjohdon hallintapaneeli	Peco-robotti + välir. poraus	Valmis				

Liite 5. Eri kaivotyyppien tyypilliset tuotantopolut.

Värikoodien selitykset	AINA	EI POLULLA	MAHDOLLINEN	VALMIS
------------------------	------	------------	-------------	--------

ID NRO	KAIVOTYYPIN NIMIKE	KAIVON PIIRROSSA TEHDYT OLENNAISET MÄÄRITYKSET	PROSESSIN ETENEMINEN							HUOM!	
			VAIHE 1	VAIHE 2	VAIHE 3	VAIHE 4	VAIHE 5	VAIHE 6	VAIHE 7		
1.	Kaivo, joka merkitään suoraan valmiiksi	Esim. havainnekuva piirretty petkästään varasto-osista	Työnjohdon hallintapaneeli	VALMIS							
2.	Kaivo pelkällä tasapohjan valulla	Kaivossa on pohja, ei lisätty liittymiä, mikä tahansa kaivotyyppi	Työnjohdon hallintapaneeli	Pohjavälujen pelti	VALMIS						Vedenpoistoreikä mahdollinen
3.	Kaapelikaivo	Valittu kaivotyyppi 'kaapelikaivo'									Vedenpoistoreikä mahdollinen
3A.	Pieni	Halkaisijavalinta Ø600-1000	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Pieni timanttipora	Jos 'pohja' valittu: Pohjavälujen pelti Jos 'pohja' valittu: Pohjavälujen pelti	VALMIS					Kaivotyyppi Kaapelikaivo EK-kaivo Kaapelikaivo RB Perfect
3B.	Suuri	Halkaisijavalinta Ø1200-2000	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora		VALMIS					Alahalkaisija 800mm
4.	Kaivo muovikourulla, timanttiporaus	Valittu kaivotyyppi 'EK-kaivo', kourupohja									Kaivotyyppi EK-kaivo EK-kaivo Kaapelikaivo RB Perfect
4A.	Pieni pienillä liittymillä	Halkaisijavalinta Ø600-1000, liittymät ≤500 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Pieni timanttipora	Kaivopuoli	VALMIS					
4B.	Pieni suurilla liittymillä	Halkaisijavalinta Ø600-1000, liittymät ≥501 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Iso timanttipora	Kaivopuoli	VALMIS					
4C.	Suuri	Halkaisijavalinta Ø1200-2000	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	Kaivopuoli	VALMIS					
4D.	HST-pohjallinen	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≤/≥501 mm, 'HST-pelti'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso tai pieni pora	HST-pelti	Kaivopuoli	VALMIS				
4E.	Pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≤/≥501 mm, 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso tai pieni pora	Kaivopuoli	Pinnoitus	VALMIS				
4F.	HST-pohjallinen ja pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≤/≥501 mm, 'HST-pelti'- ja 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso tai pieni pora	HST-pelti	Kaivopuoli	Pinnoitus	VALMIS			
5.	Kaivo muovikourulla, timanttisahaus	Valittu kaivotyyppi 'EK-kaivo', kourupohja									Kaivotyyppi EK-kaivo EK-kaivo Kaapelikaivo RB Perfect
5A.	Suuri	Halkaisijavalinta Ø1200-2000, liittymät ≥1000 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora	Kaivopuoli	VALMIS				
5B.	HST-pohjallinen	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≥1000 mm, 'HST-pelti'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora	HST-pelti	Kaivopuoli	VALMIS			
5C.	Pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≥1000 mm, 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora	Kaivopuoli	Pinnoitus	VALMIS			
5D.	HST-pohjallinen ja pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≥1000 mm, 'HST-pelti'- ja 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora	HST-pelti	Kaivopuoli	Pinnoitus	VALMIS		

ID NRO	KAIVOTYYPIN NIMIKE & TARKEMPI MÄÄRITTELY	KAIVON PIIRROSSA TEHDYT OLENNAISET MÄÄRITYKSET	PROSESSIN ETENEMINEN							HUOM!	
			VAIHE 1	VAIHE 2	VAIHE 3	VAIHE 4	VAIHE 5	VAIHE 6	VAIHE 7		
6.	Kaivo valuliittymällä, kourupohja, timanttiporaus	Valittu kaivotyyppi 'EK-kaivo', kourupohja									<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Kaivotyyppi</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> EK-kaivo <input checked="" type="checkbox"/> EK-kaivo <input type="checkbox"/> Kaapelikaivo <input type="checkbox"/> RB Perfect <hr/> <p>Pohja</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Pohjaton <input type="checkbox"/> Sakkapesi <input checked="" type="checkbox"/> Kourupohja <input type="checkbox"/> Tasapohja ilman kourua <hr/> <p>EK VALUUTTAMAT</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> EK VALUUTTAMAT <input type="checkbox"/> TIMANTTILINEN LIITOS <input type="checkbox"/> KAAPELIKAIVON RAAKAPOROUS <input type="checkbox"/> HST-PELTI <input checked="" type="checkbox"/> VALUUTTAMAT MAKSUPUTKILLE <input type="checkbox"/> VESILUKKO <hr/> <p><input checked="" type="checkbox"/> HST-pohjalevy</p> <hr/> <p>PU-pinnoite</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ei <input checked="" type="checkbox"/> Kaikki <input type="checkbox"/> Mukautettu </div>
6A.	Pieni pienillä liittymillä	Halkaisijavalinta Ø600-1000, valuliittymät ≤500 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Pieni timanttipora	Kaivopuoli	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	VALMIS				
6B.	Pieni suurilla liittymillä	Halkaisijavalinta Ø600-1000, valuliittymät ≥501 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Iso timanttipora	Kaivopuoli	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	VALMIS				
6C.	Suuri	Halkaisijavalinta Ø1200-2000, liittymät valuliittymiä	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	Kaivopuoli	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	VALMIS				
6D.	HST-pohjallinen	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≤/≥501 mm, 'HST-pelti'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso tai pieni timanttipora	HST-pelti	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	Kaivopuoli	VALMIS			
6E.	Pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≤/≥501 mm, 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso tai pieni timanttipora	Kaivopuoli	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	Pinnoitus	VALMIS			
6F.	HST-pohjallinen ja pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≤/≥501 mm, 'HST-pelti'- ja 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso tai pieni timanttipora	HST-pelti	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	Kaivopuoli	Pinnoitus	VALMIS		

7.	Kaivo valuliittymällä, kourupohja, timanttisahaus	Valittu kaivotyyppi 'EK-kaivo', kourupohja, liittymät valuliittymiä									<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Kaivotyyppi</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> EK-kaivo <input checked="" type="checkbox"/> EK-kaivo <input type="checkbox"/> Kaapelikaivo <input type="checkbox"/> RB Perfect <hr/> <p>Pohja</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Pohjaton <input type="checkbox"/> Sakkapesi <input checked="" type="checkbox"/> Kourupohja <input type="checkbox"/> Tasapohja ilman kourua <hr/> <p>EK VALUUTTAMAT</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> EK VALUUTTAMAT <input type="checkbox"/> TIMANTTILINEN LIITOS <input type="checkbox"/> KAAPELIKAIVON RAAKAPOROUS <input type="checkbox"/> HST-PELTI <input checked="" type="checkbox"/> VALUUTTAMAT MAKSUPUTKILLE <input type="checkbox"/> VESILUKKO <hr/> <p><input checked="" type="checkbox"/> HST-pohjalevy</p> <hr/> <p>PU-pinnoite</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ei <input checked="" type="checkbox"/> Kaikki <input type="checkbox"/> Mukautettu </div>
7A.	Suuri	Halkaisijavalinta Ø1200-2000, valuliittymät ≥1000 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Kaivopuoli	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	VALMIS				
7B.	HST-pohjallinen	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≥1000 mm, 'HST-pelti'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	HST-pelti	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	Kaivopuoli	VALMIS			
7C.	Pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≥1000 mm, 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Kaivopuoli	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	Pinnoitus	VALMIS			
7D.	HST-pohjallinen ja pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≥1000 mm, 'HST-pelti'- ja 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	HST-pelti	Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	Kaivopuoli	Pinnoitus	VALMIS		

ID NRO	KAIVOTYYPIN NIMIKE & TARKEMPI MÄÄRITTELY	KAIVON PIIRROSSA TEHDYT OLENNAISET MÄÄRITYKSET	PROSESSIN ETENEMINEN							HUOM!	
			VAIHE 1	VAIHE 2	VAIHE 3	VAIHE 4	VAIHE 5	VAIHE 6	VAIHE 7		
8.	Kaivo sakkapesällä, muoviliittymät, timanttiporaus	Valittu kaivotyyppi 'EK-kaivo', sakkapesä, liittymät ≤1000 mm poraus + tiiviste									
8A.	Pieni pienillä liittymillä	Halkaisijavalinta Ø600-1000, liittymät ≤500 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Pieni timanttipora	Pohjavalujen pelti		VALMIS				
8B.	Pieni suurilla liittymillä	Halkaisijavalinta Ø600-1000, liittymät ≥501 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Iso timanttipora	Pohjavalujen pelti		VALMIS				
8C.	Suuri	Halkaisijavalinta Ø1200-2000	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	Pohjavalujen pelti		VALMIS				
8D.	Pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≤/≥501 mm, 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso tai pieni timanttipora	Pohjavalujen pelti		Pinnoitus	VALMIS			
9.	Kaivo sakkapesällä, valuliittymät, timanttiporaus	Valittu kaivotyyppi 'EK-kaivo', sakkapesä, liittymät ≤1000 mm valuliittymiä									
9A.	Pieni pienillä liittymillä	Halkaisijavalinta Ø600-1000, liittymät ≤500 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Pieni timanttipora	Kaivopuoli		Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	VALMIS			
9B.	Pieni suurilla liittymillä	Halkaisijavalinta Ø600-1000, liittymät ≥501 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Iso timanttipora	Kaivopuoli		Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	VALMIS			
9C.	Suuri	Halkaisijavalinta Ø1200-2000	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso timanttipora	Kaivopuoli		Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	VALMIS			
9D.	Pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät ≤/≥501 mm, 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso tai pieni timanttipora	Kaivopuoli		Tarvittaessa iso tai pieni timanttipora uudelleen	Pinnoitus	VALMIS		
10.	Kaivo sakkapesällä, valuliittymät, timanttisahaus	Valittu kaivotyyppi 'EK-kaivo', sakkapesä, liittymät valuliittymiä									
10A.	Suuri	Halkaisijavalinta Ø1200-2000, valuliittymät ≥1000 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Pohjavalujen pelti		Kaivopuoli	VALMIS			
10B.	Pinnoitettava	Halkaisijavalinta Ø1200-2000, liittymät ≥1000 mm, 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus	Pohjavalujen pelti		Kaivopuoli	Pinnoitus	VALMIS		
11.	Satulakaivo, alas asti avarrettava malli, putken ympärille	Valittu kaivotyyppi 'EK-kaivo', pohjaton									
11A.	Ilman liittymiä (pelkät avarrukset)	Mikä tahansa halkaisija	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus				VALMIS			
11B.	Pieni	Halkaisijavalinta Ø600-1000, liittymät ≤500-800 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus/poraus	Sahaus/poraus			VALMIS			
11C.	Suuri	Halkaisijavalinta Ø1200-2000, liittymät ≤/≥1000 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Sahaus/poraus	Sahaus/poraus			VALMIS			
12.	Satulakaivo, putken päälle (putkisatula)	Valittu kaivotyyppi 'EK-kaivo', pohjaton, halkaisijavalinta Ø600-1500									
12A.	Ilman liittymiä	Halkaisijavalinta Ø600-1500	Työnjohdon hallintapaneeli					VALMIS			
12B.	Pieni	Halkaisijavalinta Ø600-1000, liittymät ≤500-800 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso tai pieni timanttipora	Kaivopuoli			VALMIS			
12C.	Suuri	Halkaisijavalinta Ø1200-2000, liittymät ≤/≥1000 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Iso timanttipora	Kaivopuoli			VALMIS			

Kaivotyyppi

- EK-kaivo
- EK-kaivo
- Kaapelikaivo
- RB Perfect

Pohja

- Pohjaton
- Sakkapesä
- Kourupohja
- Tasapohja ilman kourua

Syyry - 600

PU-pinnoite

- Ei
- Kaikki
- Mukautettu

Kaivotyyppi

- EK-kaivo
- EK-kaivo
- Kaapelikaivo
- RB Perfect

Pohja

- Pohjaton
- Sakkapesä
- Kourupohja
- Tasapohja ilman kourua

Syyry - 600

EK-VALULIITYMÄT

EK-VALULIITYMÄT TIIVISTELINEN LIITOS

KAIVOPORAUS

HS/RS

VALULIITYMÄT MUOKKIMALLI

VEIKKAUS

PU-pinnoite

- Ei
- Kaikki
- Mukautettu

Pohja

- Pohjaton
- Sakkapesä
- Kourupohja
- Tasapohja ilman kourua

Syyry - 600

PU-pinnoite

- Ei
- Kaikki
- Mukautettu

Pohja

- Pohjaton
- Sakkapesä
- Kourupohja
- Tasapohja ilman kourua

Pohja

- Pohjaton
- Sakkapesä
- Kourupohja
- Tasapohja ilman kourua

ID NRO	KAIVOTYYPIN NIMIKE & TARKEMPI MÄÄRITTELY	KAIVON PIIRROSSA TEHDYT OLENNAISET MÄÄRITYKSET	PROSESSIN ETENEMINEN							HUOM!
			VAIHE 1	VAIHE 2	VAIHE 3	VAIHE 4	VAIHE 5	VAIHE 6	VAIHE 7	
13.	Laitekaivo	Valittu kaivotyyppi 'Laitekaivo', halkaisijavalinta oletuksena ≥ 1200 , mutta ei lukittu tähän	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Iso timanttipora TAI sahaus	Laitekaivot	Pinnoitus	VALMIS			
14.	Imeytyskaivo	Valittu kaivotyyppi 'EK-kaivo', pohjaton, halkaisijavalinta $\varnothing 600-2000$								
14A.	Ilman liittymiä	Mikä tahansa halkaisija, pohjaton	Työnjohdon hallintapaneeli	VALMIS						
14B.	Pieni	Halkaisijavalinta $\varnothing 600-1000$, liittymät $\leq 500-800$ mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Iso tai pieni timanttipora	Kaivopuoli		VALMIS			
14C.	Suuri	Halkaisijavalinta $\varnothing 1200-2000$, liittymät $\leq \geq 1000$ mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Oletuksena: Iso timanttipora	Kaivopuoli		VALMIS			
15.	Peco-robottikaivonpohja	Valittu kaivotyyppi 'RB Perfect', Oltava pohja, ei raaka-aukkoja, suositaan kourupohjaa, halkaisijavalinta $\varnothing 800-1000$								
15A.	EK- ja/tai muoviliittymillä	Mikä tahansa halkaisija, liittymät 110-800 mm	Työnjohdon hallintapaneeli	Peco-robotti						
15B.	HST-pohjallinen	Mikä tahansa halkaisija, liittymät liittymät 110-800 mm, 'HST-pelti'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Peco-robotti	HST-pelti		VALMIS			
15C.	Pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät liittymät 110-800 mm, 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Peco-robotti	Pinnoitus		VALMIS			
15D.	HST-pohjallinen ja pinnoitettava	Mikä tahansa halkaisija, liittymät liittymät 110-800 mm, 'HST-pelti'- ja 'Pinnoitus'-valinta	Työnjohdon hallintapaneeli	Peco-robotti	HST-pelti	Pinnoitus	VALMIS			



Liite 7. Ison ja pienen timanttitoran näkymien rautalankaluonnos.

ISO PORA
JA
PIENI PORA



Pohjavalujen Pelti



9.2.2024

Pohja

Työmaa & ID

VALETKAN



TYÖMAA X, H1

TÄMÄN



TYÖMAA Y, J3

HUOMENNA



TYÖMAA Z, S83

YLIHUOMENNA



TYÖMAA W, HVK 3I

VALITSE

KK < 1/3 > DD




Liite 9. Tasakansien valujen rautalankaluonnos.

9:27

TASAKANNET


RB RUSKON BETONI Etela

 **PRIO Työjärjestys**

PRIO	Työjärjestys	TÄNÄÄN TEHTY	ERA
1.	800 UP	<input checked="" type="checkbox"/>	2/6 <input type="checkbox"/> TALLENN
2.	1000 UP	<input type="checkbox"/>	
3.	1200 tellu	<input type="checkbox"/>	
4.	jne.	<input type="checkbox"/>	
5.		<input type="checkbox"/>	
6.		<input type="checkbox"/>	
7.		<input type="checkbox"/>	
8.		<input type="checkbox"/>	

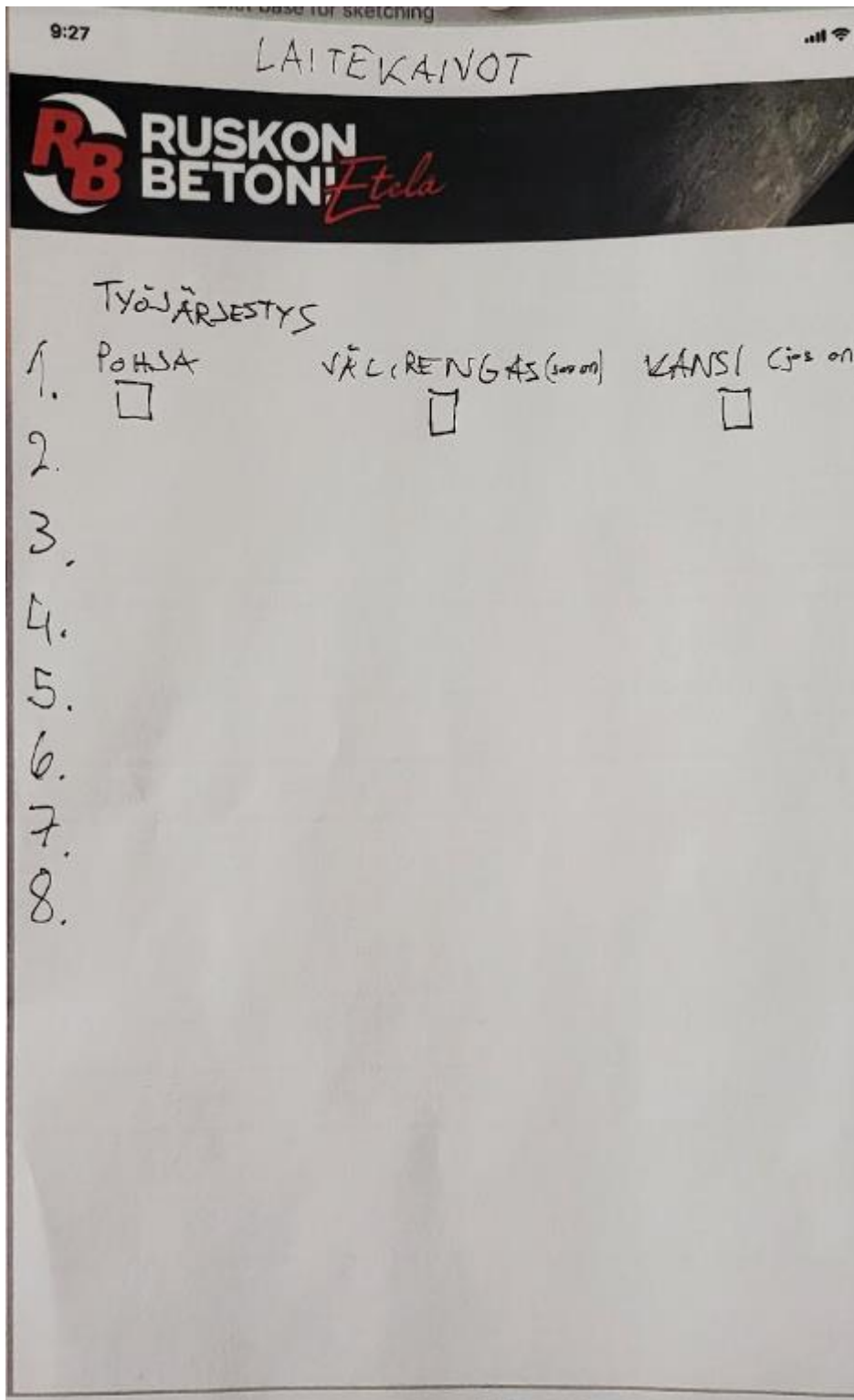
VAKIOKANNET

ERIKOISKANNET (samalla nimellä, kuin ~~kanne~~) 1/1

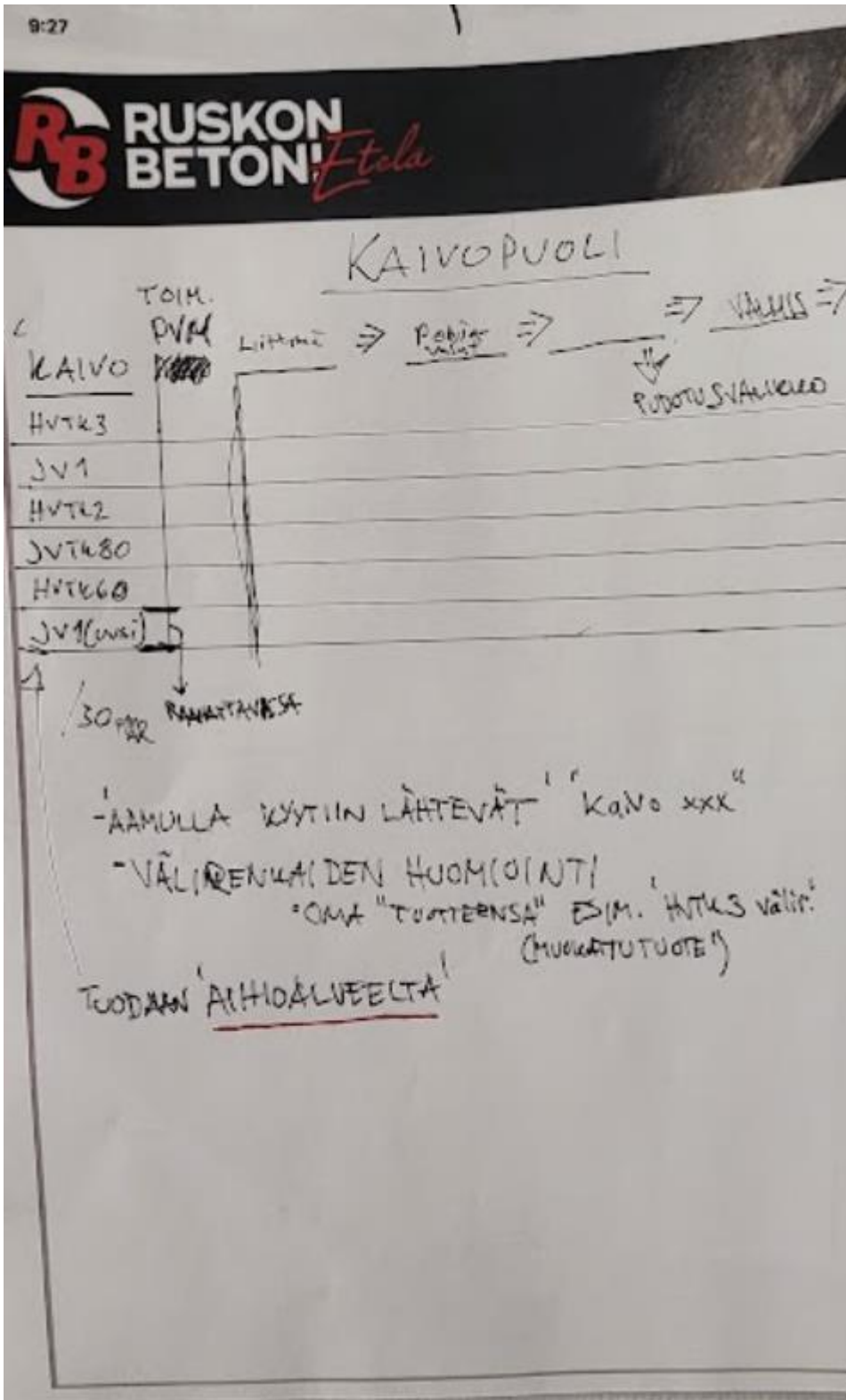
+ 'ERIKOISKANSI' = TAIKA-SANA 

LUO KANNELLE OMAN POLUN

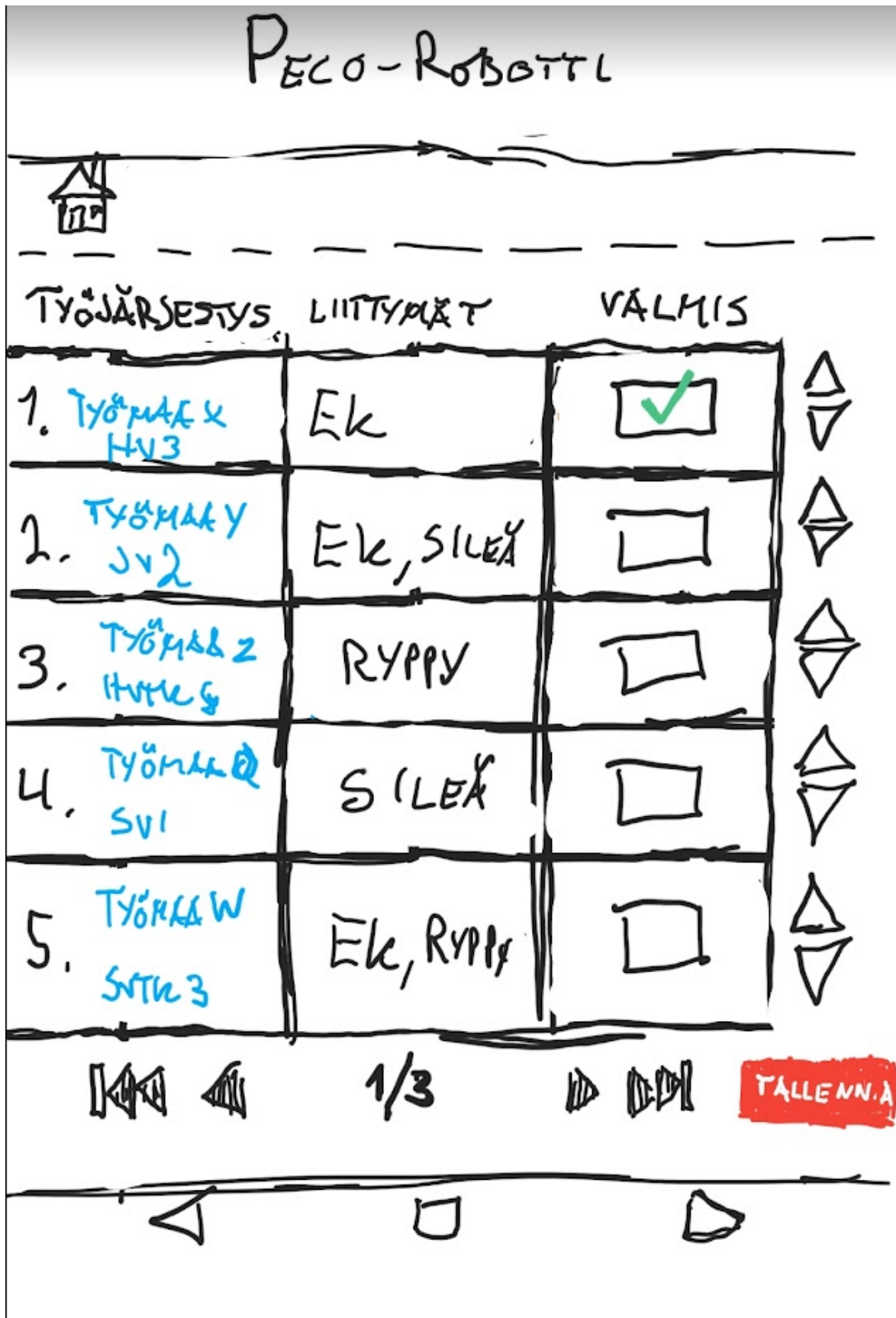
Liite 10. Laitekaivojen näkymän rautalankaluonnos.



Liite 11. Kaivopuolen näkymän rautalankaluonnos.




Liite 12. Peco-robotin näkymän rautalankaluonnos.





Liite 13. Uudet muotit -näkymän rautalankaluonnos.


UUSI MUOTTI



TYÖJÄRJESTYS	Ø	LIITTYMÄT	VÄLMIS
1. TYÖMAA X HV3	1200	800 EK 800 EK	<input checked="" type="checkbox"/>
2. TYÖMAA Y JV2	1200	1000 EK 800 EK	<input type="checkbox"/>
3. TYÖMAA Z HVK5	1500	1200 EK 1200 EK	<input type="checkbox"/>
4. TYÖMAA Q SVI	2000	1200 EK 1200 EK 1200 EK	<input type="checkbox"/>
5. TYÖMAA W SVK3	2000	1600 EK 1100 EK	<input type="checkbox"/>


1/3


TALLENNÄ



Liite 1. Haastattelukysymykset Ruskon Betoni Etelä Oy:n Hollolan infratuotetehtaan suunnittelupäällikölle: Asiantuntijan näkemys rakennustuoteteollisuuden digitaalisuuden tilasta Suomessa

1. Miten yritykset ovat hyödyntäneet digitalisaatiota tuotantoprosesseissaan?
2. Mitkä ovat suurimmat haasteet ja mahdollisuudet, joita digitalisaatio tuo mukanaan rakennustuoteteollisuudessa?
3. Miten digitalisaatio on muuttanut alan tuotteiden suunnittelua ja valmistusta?
4. Miten rakennustuoteteollisuus käyttää dataa parantaakseen tuotantoa, logistiikkaa ja asiakaspalvelua?
5. Miten kyberturvallisuushkiin on alalla varauduttu digitalisaation myötä?
6. Millaisia ympäristövaikutuksia rakennustuoteteollisuuden digitalisaatiolla on?
7. Miten uskot digitalisaation muuttavan rakennustuoteteollisuutta tulevaisuudessa?

