

Proof of concept testing of DigiConcrete development initiatives

Hanke-esittely

Yleistä

Betoni on eniten käytetty maailman käytetyin rakennusmateriaali ja sen laadunvarmistaminen rakennusprosessissa on tärkeää. Betonirakennusprosessi koostuu monesta eri vaiheesta, joissa valmisbetoni tuotetaan usein kaukana työmaasta valmisbetonitehtaassa ja josta se erilaisissa olosuhteissa kuljetetaan rakennustyömaalle kuljetusautosta purettavaksi ja valettavaksi. Mahdollisten laatuvirheiden havaitseminen niin aikaisin kuin mahdollista on tärkeää, koska mitä aikaisemmin virheet havaitaan, sitä vähemmän virheiden korjaaminen maksaa. Monivaiheisesta ja maantieteellisesti hajautetusta prosessista johtuen tiedonkulku ja töiden aikatauluttaminen on myös haastavaa joka aiheuttaa viiveitä monissa eri rakennusprosessin vaiheissa.

Mihin etsittiin ratkaisua

DigiConcrete-työryhmä on suomalaisten rakennusalan yritysten, tutkimuslaitosten ja startup-yritysten muodostama yhteistyöorganisaatio, joka etsii digitaalisilla menetelmillä ratkaisua alan laadunhallintaan ja tuottavuuden parantamiseen. Tässä hankkeessa pyrittiin tunnistamaan uusia työkaluja ja menetelmiä, joita voitaisiin jatkojalostaa alaa palveleviksi kaupallisiksi menetelmiksi.

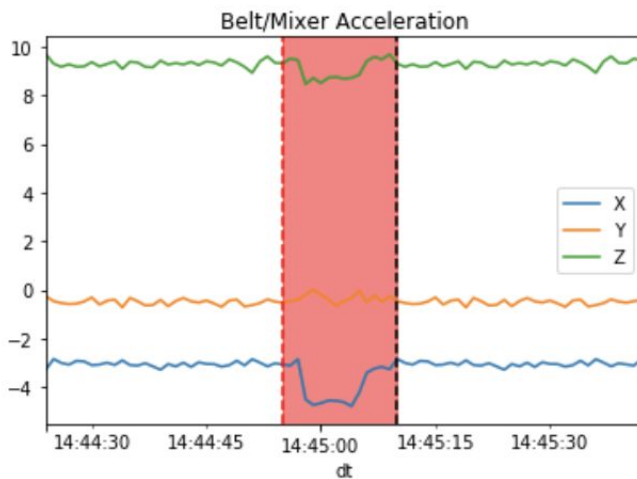
Hankkeen tavoite

Hankkeen tavoitteena oli testata käytännössä DigiConcrete-työryhmätyöskentelyssä ideoituja menetelmiä nopeiden konseptitestien avulla. Testien perusteella parhaaksi havaitut menetelmät valitaan jatkokehitettäväksi ja pilotoitavaksi työmaaolosuhteissa. Testattavat menetelmät jaettiin projektisuunnitelmassa kolmeen eri kehityskohteeseen:

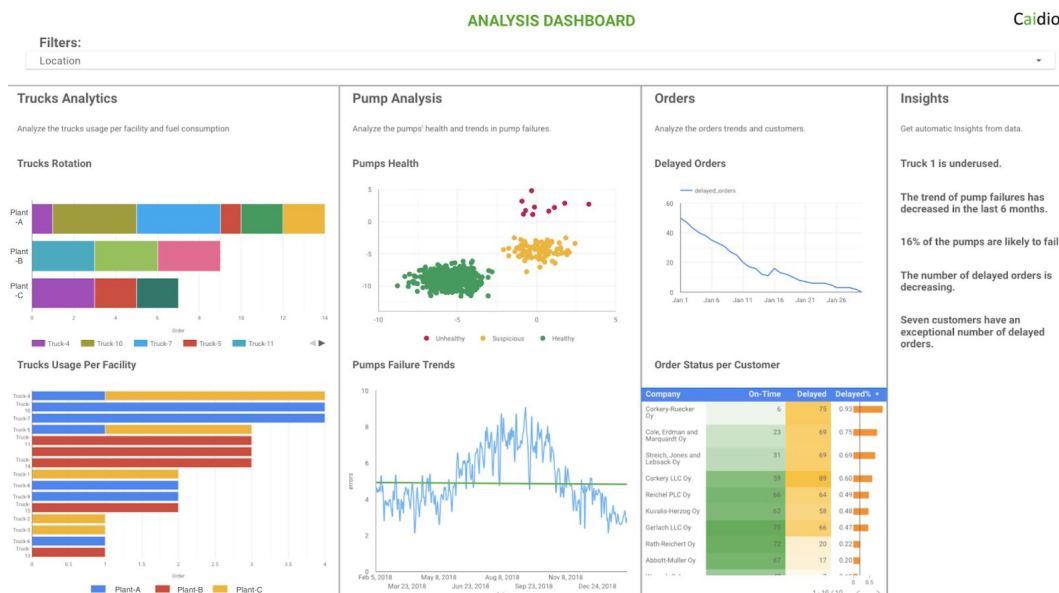
1. Betonirakennusprosessin tiedonkulun parantaminen
2. Betonirakentamisen IoT-antureiden ja mittausmenetelmien kehittäminen
3. Tekoälyn hyödyntäminen betonirakentamisessa

Mitä hankkeessa tehtiin?

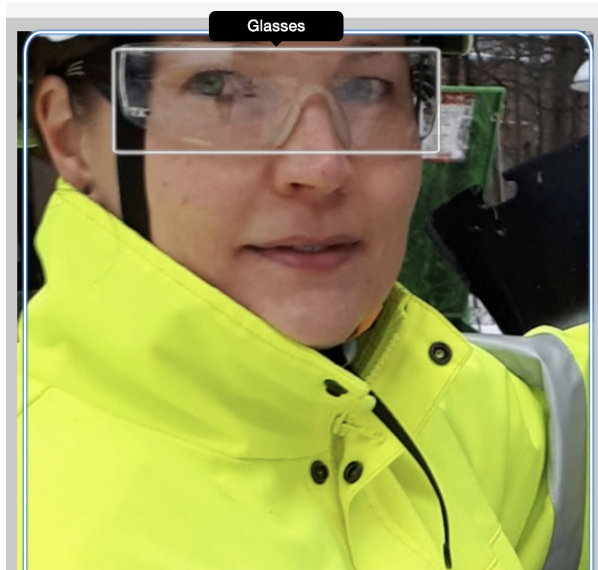
Hankkeessa tutkittiin, kehitettiin ja testattiin DigiConcrete-projektisuunnitelman mukaiset testit betonirakentamisprosessissa. Testit olivat hyvin moninaisia laitteiden toimintahäiriöiden ennakoinnista, betonin kuljetuskaluston logistiikan optimoinnista betonirakentamisen turvavarusteiden automaattiseen havaitsemiseen saakka. Seuraavana kolme esimerkkiä testien tuloksista.



Kuva 1. Valmisbetonitehtaan kuljettimen toimintahäiriöiden havaitseminen



Kuva 2. Betonikuljetusten toimitusten optimointi



Kuva 3. Työntekijöiden turvavarusteiden automaattinen tunnistaminen

Kenelle tästä on hyötyä?

Hankkeen tarkoituksena on laajasti hyödyntää koko suomalaista betonirakennusalaan. Digitaaliset testit koskettivat koko prosessia betonin tuotannosta sen kuljetukseen ja purkamiseen rakennustyömaalle asti.

Loppuraportti

Hankkeessa tutkittiin, kehitettiin ja testattiin yhdeksää eri DigiConcrete-työryhmän määrittelemää menetelmää, joiden uskottiin auttavan betonirakennusprosessin tehostamisessa ja laadunhallinnassa. Kaikki testit ovat lyhyesti kuvattu seuraavassa taulukossa ja niistä on tehty pidempi 40-sivuinen raportti, joka on jaettu työryhmän osapuolille.

Havaitsimme monet menetelmistä käyttökelpoisiksi ja mahdollisiksi toteuttaa joko yrityskohtaisena sovelluksena tai tuotteistaen koko teollisuuden käyttöön jopa kansainvälisestikin. Seuraava askel DigiConcrete-yhteistyössä on näiden nopeiden konseptitestivaiheiden jälkeen pilotoida jotakin menetelmiä oikeassa työmaaprosessissa. Tällä hetkellä lupaavimmalta vaikuttaa betonitoimitusten optimointiin liittyvät mahdollisuudet ja siihen hyvin kiinteästi koko toimitusketjun laadun varmistaminen.

Testi	Testin kuvaus ja tulokset	Jatkokehitysajatuksia
1. Oikean betonipumpun ja betoniauton paikannus työmaalla	Tutkimme oikean betonipumpun paikantamista betoninkuljetusautolle työmaalla. Käytimme eri paikannusmenetelmiä ja havaitsimme GPS-pohjaisen paikannuksen kaikkein luotettavimmaksi käytettävissä olleella kalustollamme.	Projektimme eri testeissä testattiin myös runsaasti tekoälyn soveltamista betonirakennustyömaalla. Jatkokehityskohde tälle testille olisi paikannustiedon vieminen tekoälypohjaiselle ohjelmistolle, joka automaattisesti optimoi kuljetusauton ja pumpun paikannusta työmaaolosuhteissa.
2. Varmistaminen että betonitoimitus puretaan oikeaan betonimuottiin.	Suurilla työmaille yleinen ongelma on oikean betonimuotin paikantaminen työmaalta kuorman purkua varten. Tässä testissä kokeiltiin NFC-ratkaisun käyttöä oikean muotin tunnistamiseen, joka havaittiin hyvin tarkaksi menetelmäksi tähän tarkoitukseen.	Mobiilisovelluksen kehittäminen tähän sovellukseen ja järjestelmän pilotointi rakennustyömaaolosuhteissa.
3. Betoniauton kuljetusreitillä olevien esteiden raportointi	Rakennustyömailla on monesti betoniautojen kulkureiteillä materiaalia tai muita ajoneuvoja, jotka estävät betoniauton pääsyn kohteeseen mikä hidastaa työmaan tahtia. Tutkittiin ja testattiin rakennustyömaalla käytännön tilanteita ja havaittiin tarve älylaitteepohjaiselle raportointijärjestelmälle ja prosessille jonka avulla kuljettaja pystyy nopeasti raportoimaan esteistä.	Suomalaisella Congrid Oy:llä on jo tämältyyppisiä ohjelmistoja työmaan erilaisiin havaintoilmoituksiin. Ehdotamme että yritys laajentaa tarjontaansa työmaan ja kuljetusväylien havaintojen ilmoittamiseen.
4. Betonitoimitusten optimointi	Testattiin tekoälypohjaisia menetelmiä betonitoimitusten optimoinniksi. Tällä hetkellä, monet betonitoimituksiin liittyvät päätökset pohjautuvat toimitusta suunnittelevien ihmisten kokemukseen ja alalla on vielä	Testeissä saatiin ensimmäisiä positiivisia kokemuksia uudenlaisten käyttöliittymien ja työkalujen tuesta toimitusten suunnittelussa. Konseptuaalisille ohjelmistoille tarvitaan alalta lisää dataa koneoppimisen

	toistaiseksi käytössä vähän automaattisia menetelmiä toimitusten hallintaan. Kehitettiin logistiseen dataan pohjautuvia Dashboard-ohjelmia, toimituksia suunnittelevien avuksi.	tueksi.
5. Betonitehtaan vikatilanteiden havaitseminen	Tarkoituksena oli konseptoida betonitehtaan laitteiden ja koneiden kunnonvalvonnan parantamista tekoälyn avulla. Keräsimme kunnonvalvontadataa kuljettimilta ja betonisekoittimelta ja etsimme datasta vikatilanteita älykkäillä algoritmeilla. Havaitsimme menetelmän hyödylliseksi koneiden kunnonvalvonnassa. Kuva 1.	Menetelmää voi kehittää enemmän ennustavaan suuntaan, jolloin huoltoa tarvittavat koneet voi etukäteen tunnistaa ja niiden huolto aikatauluttaa oikea-aikaisesti seisokkien kohdalle.
6. Automaattinen silmäsuojauksen puuttumisen hälytys	Kehitimme tekoälyalgoritmeihin pohjautuvan konseptin, jossa videokuvasta pystytään tunnistamaan onko työntekijällä silmäsuojaus käytössä. Betoniroiske silmässä saattaa aiheuttaa paljon vahinkoa silmälle. Havaitsimme perusmenetelmän erittäin hyväksi, joskin sen luotettavuutta voi kehittyneimmillä algoritmeilla ja koulutuksella parantaa. Kuva 3.	Tunnistamista voi parantaa tuottamalla työmaista ja työntekijöistä enemmän kuvatietoa erilaisissa olosuhteissa. Lisäksi automaattista silmäsuojan tunnistamista voi laajentaa kaikkiin muihinkin turvavarusteisiin.
7. Vaarallisen sään varoitus työmaalle	Tässä testissä tutkimme ja testasimme menetelmää joka varoittaa rakennustyömaan työntekijöitä vaarallisista keliolosuhteista kuten esimerkiksi liukkaudesta. Keräsimme dataa Ilmatieteenlaitoksen avoimen rajapinnan avulla ja teimme konseptin ohjelmistosta johon säävaroitusta voidaan integroida.	Konseptia voitaisiin laajentaa keräämällä enemmän dataa ohjelmiston kouluttamista varten sekä lisäämällä erilaisia hälytystilanteita nyt kehitettyjen viiden lisäksi.
8. Työmaan vaarallisten koneiden	Pyrimme etsimään uusia menetelmiä työmaalla olevien koneiden, kuten betonipumppujen vaarallisten	Menetelmä todettiin sinänsä toimivaksi vikatilanteiden havaitsemiseen, mutta siitä

vikatilanteiden havaitseminen ja ennakointi	vikatilanteiden tunnistamiseen ja ennakointiin. Keräsimme kiihtyvyyssanturilla värähtelytietoa betonipumpusta ja analysoimme data-analytiikkatyökaluilla tulokset. Menetelmä havaittiin hyvin toimivaksi ja se voitaisiin hyvinkin tuotteistaa.	voitaisiin tehdä luotettavampi yhdistämällä muuta anturitietoa ja koneesta saatavaa tietoa värähtelytietojen lisäksi jolla uskomme saavamme hyvän ennusteen koneen mahdollisesta vikaantumisesta.
9. Raudoituksen suunnittelijan ja rakennustyömaan välinen kommunikointi	Etsimme työkaluja ja keinoja betoniraudoituksen suunnittelijan ja betonityönjohtajan välisen kommunikaation suoraviivaistamiseen. Haastattelimme suurta rakennustyömaata ymmärtääksemme paremmin minkälaisia haasteita asiassa tällä hetkellä asiassa on. Haastattelusta ymmärsimme, että raudoitustarkastusten aikatauluttaminen ei ole suurilla työmailla ongelma, minkä takia päätimme olla etenemättä pidemmälle testin kanssa.	Ei tarvetta kehittää eteenpäin

Taulukko 1. DigiConcrete-konseptit

Teknisten konseptitestiä lisäksi Kira-Digin mahdollistama DigiConcrete-yhteistyö on luonut alalle paljon positiivista ja modernia mielikuvaa.

Tulosten viestintä ja avoin jakaminen

Hanketta on esitelty useassa KIRA-digin tilaisuuksissa ja kansainvälisessä WDBE 2018 konferenssissa. Hankkeesta on myös kirjoitettu Rakennuslehteen artikkeli. Tämän lisäksi Caidio on viestinyt hankkeesta omissa sosiaalisen median kanavissaan. Loppuraportti on luettavissa avoindata.fi sivustolla.

DigiConcrete-hankkeen loppuraportti
2019-03-15

Havaitut haasteet ja kehitystarpeet

Suurimpana havaittuna haasteena tunnistimme tekoäly- ja muiden ohjelmistojen tarvitseman datan jakamiseen liittyvät rajoitteet, jotka välillä hidastivat projektin etenemistä. Kaikki data-alustat, hankkeet ja aloitteet jotka suoraviivaistavat yritysten ja organisaatioiden välistä yhteistyötä ovat hyödyllisiä ja kannatettavia.

Espoossa 22.3.2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Aku Wilenius".

Aku Wilenius
Caidio Oy