

Henri Hietanen

# ARKKILEIKKURIN LAVANSYÖTÖN MODERNISOINTI

Opinnäytetyö

Insinööri (AMK)

Biotuotetekniikka

2021



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**



Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Henri Hietanen
Työn nimi	Arkkileikkurin lavansyötön modernisointi
Toimeksiantaja	Stora Enso Ingerois Oy
Vuosi	2021
Sivut	27 sivua, liitteitä 0 sivua
Työn ohjaaja(t)	Ritva Käyhkö Xamk, Anne Ruohoniemi Stora Enso

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä arkkileikkureiden lavansyötön modernisoinnista toimintakuvaus ja käyttöönotto syksyllä 2020. Arkkileikkureiden lavansyötön modernisoinnissa oli tarkoituksena varmistaa tuotannon toiminta ilman jatkuvia häiriöitä sekä turvallisuuden uusiminen tämän päivän standardien mukaiseksi.

Opinnäytetyössä perehdytään vanhaan lavansyöttöjärjestelmään sekä siinä esiintyviin haasteisiin, projektin kulkuun sekä uuden lavansyöttöjärjestelmän toimintaan ja sen tuomiin parannuksiin.

Projekti aloitettiin loppuvuodesta 2019 kartoittamalla mahdollisia toteuttajia kyseiselle projektille. Projektin toteuttaja valittiin useiden eri yrityksien antamien suunnitelmien ja tarjousten perusteella, näistä valittiin Kauhajoella sijaitseva Vesmes Oy.

Projekti toteutettiin syksyllä 2020 pidetyssä integraattiseisokissa. Vesmes Oy suoritti vanhan lavansyötönjärjestelmän purun sekä uuden lavansyöttöjärjestelmän asennuksen, ja heidän käyttämänsä yritys Datamasters Oy oli vastuussa sähköasennuksista sekä lavansyöttölaitteen ohjelmoinnista.

Kokonaisuudessaan projekti oli onnistunut, ja tavoitteisiin, joita projektilta haettiin, ne saavutettiin niin tuotannon sekä turvallisuuden osalta.

**Asiasanat:** arkitus, lava, lavansyöttö, modernisointi

Degree	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Henri Hietanen
Thesis title	Modernization of pallet feeding of sheeting machines
Commissioned by	Stora Enso Ingerois Oy
Time	December 2021
Pages	27 pages, 0 pages of appendices
Supervisor	Ritva Käyhkö Xamk, Anne Ruohoniemi Stora Enso

## ABSTRACT

The objective for this thesis was to make a description from modernization of pallet feeding of sheeting machines. The purpose of the modernization of the pallet feeding was to make sure that sheeting production works without constant interrupts and to update the safety measures to meet today's requirements.

The thesis introduces the old pallet feeding system and the challenges that arise in it, the course of the project and the operation of the new pallet feeding system and the improvements it brings.

The project started at the end of 2019 by identifying potential implementers for that project. The implementer of the project was selected based on the plans and tenders submitted by several different companies, of which Vesmes Oy in Kauhajoki was selected.

The project was implemented during an integrated shutdown in the autumn of 2020. Vesmes Oy dismantled the old pallet feeding system and installed a new pallet feeding system, and their subcontractor company Datamasters Oy was responsible for the electrical installations and programming of the pallet feeder.

Overall, the project was a success and the goals sought for the project were achieved in terms of both production and safety.

**Keywords:** sheeting, pallet, pallet feeding, modernization

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	STORA ENSO INKEROISTEN KARTONKITEHDAS .....	6
3	ARKKILEIKKURIN TOIMINTA INKEROISTEN KARTONKITEHTAALLA.....	6
3.1	Arkitusprosessin kuvaus .....	8
4	VANHA LAVANSYÖTTÖJÄRJESTELMÄ.....	10
4.1	Vanhan lavansyötön toiminta.....	10
4.2	Vanhan lavansyöttöjärjestelmän haasteet .....	14
5	PROJEKTIN TOTEUTTAJAN KARTOITUS .....	15
5.1	Vesmes Oy .....	15
5.2	DataMasters Oy.....	15
6	PROJEKTIN TOTEUTUS .....	15
7	UUSI LAVANSYÖTTÖJÄRJESTELMÄ .....	18
7.1	Uuden lavansyötön toiminta .....	18
7.2	Parannukset .....	20
8	PROJEKTIN TOTEUTTAJIEN HUOMIOT .....	22
8.1	Vesmes Oy:n projektin ja suunnittelun haasteet.....	22
8.2	Datamasters Oy:n projekti kertomus.....	23
9	LAVANSYÖTÖN KOKEMUKSET .....	23
10	YHTEENVETO .....	25
	LÄHTEET.....	26
	KUVALUETTELO	

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on arkkileikkureiden lavansyöttölaitteiston modernisointiprojektin toteutus. Syksyllä 2020 tehdyssä modernisoinnissa Inkeröisten kartonkitehtaan aiempi lavansyöttörobotti korvataan uudella lavansyöttölaitteistolla. Vanha lavansyöttölaitteisto oli alkanut tulla elinkaarensa päähän, sillä varaosien saanti ABB:n valmistamaan robottiin oli loppunut. Vanha lavansyöttörobotti palveli lähes 20 vuotta, syöttäen lavoja kolmelle arkkileikkurille jatkuvasti nousevalle tuotantomäärälle. Häiriötilanteet kasvoivat viimeisten vuosien aikana ja tuotantomäärät nousivat, eikä vanha laitteisto pysynyt enää tuotannon mukana, jonka arkkileikkureita jouduttiin pysäyttelemään, koska lavansyöttörobotti ei pystynyt tuomaan lavoja tuotannolle vaadittuun tahtiin.

Uudelle lavansyöttölaitteistolle asetettiin tiettyjä kriteereitä eri toimittajien kanssa käydyissä keskusteluissa. Vanhan laitteiston turvallisuus ei ollut enää tämän päivän säädösten mukainen, ja se asetettiin hyvin tärkeään asemaan tulevaa projektia varten. Tila, missä lavansyöttörobotti liikkuu, on todella ahdas, ja se asetti tietynlaisen haasteen, sillä suurin mahdollinen lavakoko, jota arkkileikkureilla voidaan käyttää, on 1600x1600 ja pienin 400x400.

Työssä käydään lävitse vanhaa järjestelmää sen haasteita, projektin kulkua sekä uuden lavansyöttöjärjestelmän toimintaa sekä sen tuomia parannuksia.

## 2 STORA ENSO INKEROISTEN KARTONKITEHDAS

Stora Enson Inkeröisten kartonkitehdas sijaitsee Kouvolan Inkeröissä (kuva 1). Kartonkitehdas työllistää noin 200 henkilöä. Inkeröisten kartonkitehdas tuottaa vuodessa 295 000 tonnia taivekartonkia. Kartonkikoneen lisäksi tehtaalla on yksi pituusleikkuri sekä viisi arkkileikkuria, joiden arkituskapasiteetti on 175 000 tonnia vuodessa. Inkeröisten kartonkitehdas kuuluu Packaging Materials- divisioonaan. (Stora Enso 2021)



Kuva 1. Stora Enso Anjalankosken tehtaat. (Stora Enso 2021)

## 3 ARKKILEIKKURIN TOIMINTA INKEROISTEN KARTONKITEHTAALLA

Aukirullaimen tehtävänä on avata ajossa oleva rulla, josta muodostuu raina aina poikkileikkaukseen asti. Aukirullaimet ovat jatkuvatoimisia, eli rullanvaihto tapahtuu ilman arkkileikkurin pysäytystä.

Valmisteltu rulla laitetaan aukirullaimen kiinni automaation avulla. Ohjauspaneelista valitaan rullan kyytiinotto, jolloin hydraulinen nostopöytä nostaa rullan järjestelmän mittaamaan korkeuteen. Aukirullaimen varret saavat paikkansa mittaavien lasereiden avulla, jolloin varsissa istukat pysyvät oikealla etäisyydellä rullasta.

Rullanvaihto tapahtuu aukirullaimen kääntyessä rullan vaihtoasentoon tuoden valmistellun rullan ajossa olevan radan alapinnan lähelle. Liimavarsi laskeutuu

edellisten vaiheiden jälkeen lähelle ajossa olevan rullan pintaa. Vaihto tapahtuu, kun ajossa olevan rullan halkaisija saavuttaa sille määrätyn halkaisijan, ja liimavarsi painautuu rataa ja valmisteltua rullaa vasten, uusi rata liimautuu ajossa olevaan rataan kiinni ja saadaan seuraava rulla ajoon ilman leikkurin pysäyttämistä.

Arkkileikkureissa on joko 2 tai 3 oikaisijaa, joiden tehtävänä on poistaa rullasta tulevaa radan käyryyttä joko ylös- tai alaspäin riippuen rullan pyörimissuunnasta. Kolmas oikaisija on niin sanottu pystyoikaisija, jolla voidaan avustaa käytössä olevaa oikaisijaa, mikäli se ei yksistään riitä poistamaan käyryyttä tarpeeksi.

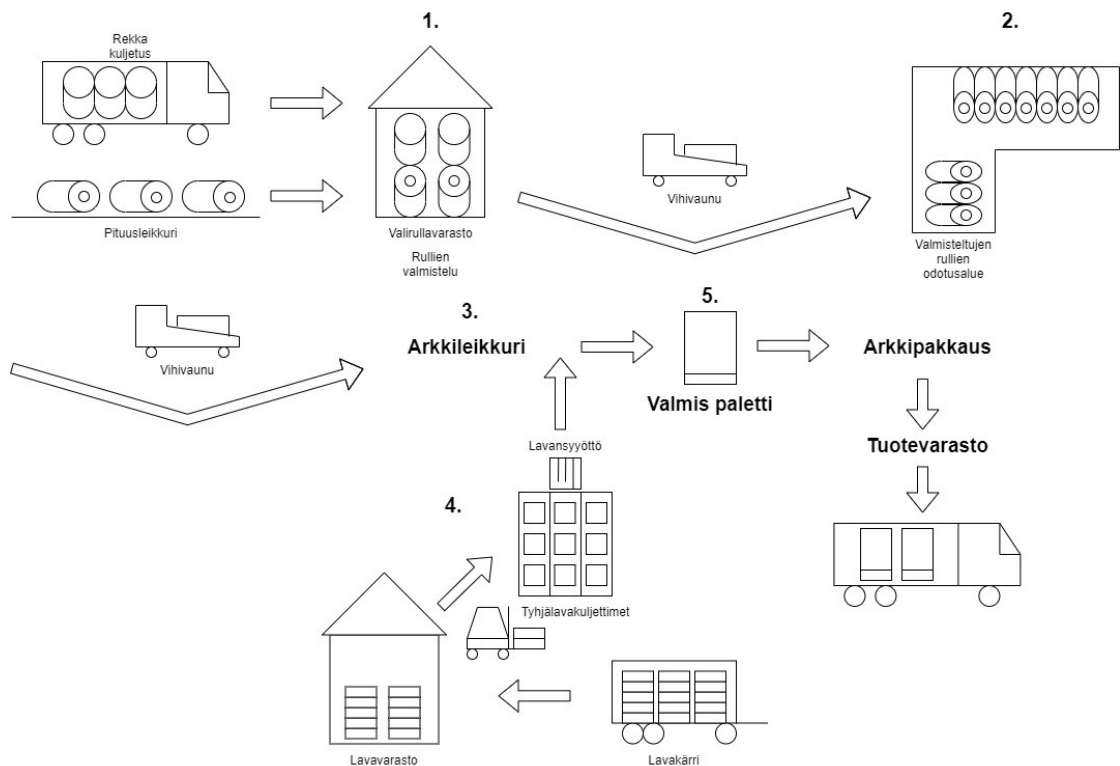
Halkileikkauksella tarkoitetaan rainan halkaisemista terien avulla erilevyisiksi radoiksi. Ratoja voi olla 1–5 ja leveysiltään 400 mm – 1600 mm, ratojen lukumäärä määräytyy arkitettavan arkin koosta ja rullan leveydestä.

Poikkileikkausterällä leikataan arkki oikeaan pituuteen 400 mm – 1600 mm väliä. Ennen poikkileikkausterää on vetotela, jolla rataa syötetään arkkileikkuriin.

Limityksessä arkit limitetään hiljaisemmassa vauhdissa päällekkäin, jolloin arkit alkavat mennä limittäin. Limitys kuljetin pyörii huomattavasti hitaammin kuin arkkileikkurin muut kuljettimet tai hihnastot. Limityskuljettimen alussa on puhallus, jolla saadaan arkille hieman nostetta mennä seuraavan arkin päälle, ennen kuin limityksen imuosa imaisee arkin takaosan kuljettimen pintaan.

Arkit pinotaan arkin mittoja vastaavaa kokoa olevalle puulavalle. Arkkien määrä lavalla määräytyy asiakkaan tarpeen mukaan. Pinoamisosalla on erittäin suuri merkitys, miltä paletti näyttää. Tarkoituksena olisi saada mahdollisimman tasainen ja suora paletti. Pinoamispäässä tässä avustaa valmistuvan paletin takana oleva taputtelija, joka työntää tasaisella tahdilla arkit päätyvastetta vasten, lisäksi palettien välissä olevissa pelleissä on tärinä, jolla saadaan loput mahdolliset virheet poistettua.

### 3.1 Arkitusprosessin kuvaus



Kuva 2. Arkitusprosessi

Kuvan 2. vaiheessa 1. Inkeröiden kartonkitehtaalle tulee kartonkirullia suoraan tehtaan omalta pituusleikkurilta sekä Stora Enson Imatran ja Tainionkosken tehtailta. Operaattori varastoi trukilla rullat väilirullavarastoon ja sieltä siirtää tilaukseen varatut rullat rullien valmisteluasemalle. Valmisteluasemalla rullat teipataan valmiiksi arkkileikkuria varten.

Vaiheessa 2. valmistellut rullat siirtyvät automaattisesti toimivien vihivaunujen avulla rullien odotusalueelle, niille varatuille paikoille. Rullien odotusvarastoon kerätään useampia rullia puskuriksi, jotta voidaan varmistaa arkkileikkuri jatkuvaa toimintaa. Odotusvarastosta rulla siirtyy vihivaunun avulla arkkileikkurille.

Vaiheessa 3. on kuvattuna arkkileikkuri. Arkkileikkurin tarkoituksena on leikata rullasta arkkeja. Inkeröiden kartonkitehtaalla olevat arkkileikkurit ovat niin sanottuja jatkuvatoimisia. Se tarkoittaa, että arkkileikkuria ei pysäytetä rullavaihdon jälkeen, vaan valmistettu rulla liimaantuu edelliseen rullaan, arkkileikkurille määrättyssä rullavaihtonopeudessa, tällöin arkkileikkuria ei tarvitse py-



säyttää. Rullan avautuessa siitä muodostuu raina, joka leikataan ensin halkisuunnassa 1–5 osaan riippuen rullan leveydestä ja halutusta arkkikoosta. Halkileikkuun jälkeen raina leikataan poikkisuunnassa haluttuun pituuteen.

Vaiheessa 4. lavoja tuodaan arkkileikkurille arkkeja varten. Lavat toimitetaan ulkopuoliselta toimittajalta erikoisvalmisteisilla perävaunuilla kartonkitehtaalle. Lavat varastoidaan lavavarastoon, josta niitä siirretään tarpeen mukaan trukilla tyhjälavakuljettimille. Lavansyöttölaite ottaa tarvittavan määrän lavoja tyhjälavakuljettimelta kyytiin ja siirtää lavat arkkileikkurille.

Vaiheessa 5. on valmis lava. Arkkileikkurille lavansyöttölaitteella tuoduille lavoille pinotaan arkkileikkurin tilauksen mukaisesti leikkaamat arkit. Operaattori tarkistaa paletin mittaamalla arkin pituuden ja leveyden, arkista katsotaan pintojen mahdolliset viat sekä leikatut pinnat tarkistetaan jokaiselta sivulta. Paletin hyväksymiselle on omat standardit, joiden perusteella operaattori käsittelee valmiit paletit. Hyväksytty paletti jatkaa matkaansa arkkileikkurilta, joko viivaunulla tai siirtovaunujen avulla. Arkkipakkausessa paletti saa säältä suojaavan muovin päälle, joka lämmitetään uunissa noin reilussa 200 asteessa 20 sekunnin ajan. Näin paletista tulee tiivis, eikä kosteus pääse paletin sisään vahingoittaen kartonkia. Paletti on valmis varastoitavaksi ja lähettäväksi asiakkaalle.

## 4 VANHA LAVANSYÖTTÖJÄRJESTELMÄ

Lavansyöttörobotti ABB IRB 4400/60 M2000 (kuva 3) on erittäin nopea ja ketterä robotti, minkä takia se soveltuu juuri tällaiseen ahtaaseen tilaan operoimaan. Kyseinen robotti on asennettu Inkeröisten kartonkitehtaalle vuonna 2002, ja robotti oli käytössä melkein 20 vuotta.



Kuva 3. ABB IRB 4400/60

### 4.1 Vanhan lavansyötön toiminta

Lavansyöttörobotti on asennettuna kiskoja pitkin kulkevaan siirtovaunuun, jossa on kuljetusalusta lavoja varten. Robotti saa tiedot käytössä olevasta messijärjestelmästä, lavan koon sekä lavatyyppin. Lavapyynnön jälkeen robotti noutaa lavat tyhjälavarampistolta (kuva 4) ja toimittaa ne arkkileikkurille.

Operaattori syöttää päätteessä olevaan messijärjestelmään tilauksen numeron, joka sisältää lavansyötölle vaadittavan lavakoon ja lavatyyppin, nämä tiedot lähetetään messin kautta lavansyöttörobotille. Arkkileikkurin operointipäätteen kautta annetaan lavansyöttörobotille käsky noutaa lavat tyhjälavakuljettimelta ja toimittamaan ne arkkileikkurin lavantyöntimen odotuspaikalle.

Robotin tartuntapää mittaa lavan leveyden, millä varmistetaan tilaukselle tarkoitetun lavan oikea koko. Lavapyynnön jälkeen robotti ottaa pyynnön tulleelta

arkkileikkurilta tyhjälavakuljettimelta vaaditun lavamäärän yksi kerrallaan ja asettaa ne kuljetusalustalle päällekkäin. Siirtovaunu siirtyy arkkileikkurille, ja robotti asettaa lavat yksi kerrallaan vierekkäin, minkä jälkeen lavat kohdistetaan keskilinjalle tartuntapään avulla.

Tyhjälavakuljettimelle voidaan nostaa kerrallaan korkeintaan 1–8 lavaa johdun robotin ulottuvuusrajoituksista. Kuljettimella oleva lavapino ei saa olla liian korkea, muuten robotin tartuntapää ei pääse lavapinon päälle ja tästä aiheutuu häiriö robotille. Suuri kokoiset lavat ovat maksimissaan neljän lavan korkuisia, jotta välttyttiin turhilta häiriötilanteilta.

Kaikilla arkkileikkureilla on oma tyhjälavakuljetinlinjasto, josta robotti tietää lavapyynnön tullen noutaa lavat oikealta kuljettimelta. Tyhjälavakuljettimilta toimitetaan myös lavat siirtovaunujen avulla arkkileikkuri 4:n kahdelle eri lavakuljettimelle.



Kuva 4. Tyhjälavakuljettimet

Arkkileikkureiden lavantyöntimille on mahdollista varastoida 1–2 muuttua puskuriksi, joka antaa lavansyöttörobotille enemmän aikaa tuoda lavoja. Arkkileikkuri 1:llä työntimen sijaan on kuljetin (kuva 5), johon robotti asettelee lavan pystyasentoon. Kuljettimelle mahtuu kahden muuton lavat, jos muuttoon tulee 1–2 lavaa, jos muuttoon menee 3 lavaa, kuljettimelle mahtuu vain yhden muuton lavat. Arkkileikkuri 2:n lavantyöntimelle (kuva 6) mahtuu kahden muuton lavat tilauksesta tai lavamäärästä riippumatta. Arkkileikkuri 3:lle mahtuu vain yhden muuton lavat. Kuvasta 7. tulee esille tilan ahtaus, jossa lavansyöttö robotti joutuu operoimaan lavojen kanssa. Tilan puutteen vuoksi arkkileikkuri 3:n lavantyöntimelle mahtuu vain yhden muuton lavat.



Kuva 5. Arkkileikkuri 1 vanha lavakuljetin



Kuva 6. Arkkileikkuri 2 vanha lavantyönnin



Kuva 7. Arkkileikkuri 3 vanha lavantyönnin

## 4.2 Vanhan lavansyöttöjärjestelmän haasteet

Vanhan lavansyöttöjärjestelmän suurimmat haasteet olivat tartuntapään eri versioiden kanssa. Alkuperäinen tartuntapää toimi imukuppien avulla ja ongelmina oli, että tuleeko lava pysymään kiinni imukupeissa vai putoaisiko lava siirron aikana aiheuttaen häiriön. Lopullinen tartuntapää toimi puristuksen avulla. Paineilmalla toimivan tartuntapään toimintavarmuus oli parempaa luokkaa. Ilman ongelmia tämän kanssa ei selvitty, vaan lavojen putoamisia tapahtui, mutta pienemmässä määrin.

Ongelmatilanteiden purkuun yleensä vaadittiin useampi henkilö. Robotti toimi paineilmalla, ja ilman paineilman vapauttamista robottia ei voinut ongelmatilanteissa liikutella. Robotin kyljessä oli jokaiselle sen liikkuvalla osalla oma paineenvapautusnappi, jota yksi kerrallaan painamalla ja samaan aikaan robotin vartta nostamalla saatiin tartuntapää irti lavasta.

Haasteita viimeisten vuosien aikana tuotti robotin toimintavarmuus ja sen suora vaikutus arkituksen tuotantomääriin. Varaosien saatavuus oli vaikeaa, tai niitä ei ollut enää saatavilla. Vuorokausia kestäneet korjaukset ja varaosien odottelut vaikuttivat tuotantomääriin valtavasti, sillä operaattorit joutuivat kantamaan lavat käsin arkkileikkureille.

Suurin haaste robotilla oli pysyä jatkuvasti kasvaneiden tuotantomäärien mukana. Arkkileikkureiden nopeuksia jouduttiin alentamaan tai jopa pysäyttämään kokonaan, kun robotti ei ehtinyt tuomaan lavoja kaikille kolmelle arkkileikkurille niiden tuotantoon vaadittavaan tahtiin.

Yksi ongelmista oli myös, että operaattorin tuli painaa lavojen tuontipyntti joka kerta, kun lavantyöntimelle oli mahdollista tuoda lavoja. Mikäli operaattori myöhästyi lavapyynnin kanssa, pahimmassa tapauksessa arkkileikkuri jouduttiin pysäyttämään ja odottamaan lavoja.

Vanhan laitteiston turvallisuus ei ollut tämän päivän standardien mukainen, tyhjälavakuljetinta pitkin pääsi kävelemään robotin luokse sen toimiessa. Robotin luokse turvallisesti menemiseksi piti se pysäyttää ja lukita turvakytkin tyhjälavakuljettimien ulkopuolella olevasta hallintapaneelistä.

## **5 PROJEKTIN TOTEUTTAJAN KARTOITUS**

Tulevaa projektia varten keskusteltiin monen eri yrityksen kanssa, joissa kartoitettiin projektin tarpeet ja vaatimukset. Yrityksen edustajien kanssa käytiin lävitse tehtaan omat ideat, että vaatimukset turvallisuuden puolelta, lisäksi käytiin paikan päällä katsomassa tuleva työmaan alue- ja suorittamassa tarpeelliset mittaukset ja kuvaukset.

Tarjouksista eniten miellytti Vesmes Oy:n suunnitelma. Vesmesin kanssa aloitettiin tarkemmat keskustelut ja suunniteltiin projektin toteutus ja tarkennettiin tarjouksen yksityiskohtia. Neuvotteluissa sovittiin, että Vesmes Oy purkaa vanhan laitteiston sekä asentaa uuden lavansyöttölaitteiston, sekä heidän käyttämä yritys Datamasters Oy vastaa sähkö- ja automaatiosuunnittelusta ja -asennuksesta.

### **5.1 Vesmes Oy**

Vesmes Oy toimi projektin suunnittelijana ja toteuttajana. Yritys on perustettu vuonna 2010 Kauhajoella, ja se työllistää 25 henkilöä. Yrityksessä valmistetaan eri teollisuuden alojen asiakkaiden tarpeisiin sopivia järjestelmiä sekä tarjotaan myös huolto- ja modifointipalveluita laitteille ja järjestelmille. Laitteet ovat pääosin yrityksessä suunniteltuja ja valmistettuja, ja ne toimitetaan asiakkaalleen ns. ”avaimet- käteen” -periaatteella. (Mäkynen 2021.)

### **5.2 DataMasters Oy**

DataMasters Oy:n tehtävä projektissa oli yhteistyössä Datamaster Automation Oy:n kanssa laitteen ohjelmointi ja siihen liittyvät sähkötyöt. DataMasters Oy on perustettu vuonna 1998 tekemään teollisuuden automaatioprojekteja, kuten niihin liittyvää suunnittelua, logiikkaohjelmointia ja käyttöönottoa. (Nissilä 2021)

## **6 PROJEKTIN TOTEUTUS**

Projekti toteutettiin syksyllä 2020 pidetyssä integraattiseisokissa. Työt aloitettiin purkamalla kaikki vanhaan järjestelmään kuuluneet osat, joita ei hyödynnetä uudessa lavansyöttöjärjestelmässä. Tyhjälavakuljettimista keskimäinen

(kuva 8.) jouduttiin purkamaan väliaikaisesti, jotta vanha lavansyöttörobotti saatiin siirrettyä pois uuden tieltä.

Asennusvaiheen aikana kohdattiin muutamia ongelmia, joista selvittiin pääsääntöisesti pienillä muutoksilla, ja näin pysyttiin aikataulussa. Mekaanisten asennusten jälkeen Stora Enson kunnossapitäjät alkoivat asentamaan lavantyöntimille tarvittavia sähköistyksiä sekä turvaskannereita. Tyhjälavakuljettimien sekä lavansyöttölaitteen ohjelmoinnin teki Datamasters Oy, ja tyhjälavakuljettimien ohjelmoinnista vastasi Stora Enson automaatioinsinööri. Arkkileikurin operointipäätteeseen tehtiin tarpeelliset muutokset uutta lavansyöttöjärjestelmää varten.

Uuden järjestelmän käyttöönotossa käytiin kaikki liikkeet hyvin tarkasti lävitse, sillä tilaa alueella on todella vähän. Kaikilta ongelmilta ei välttytty vaan yksi suurimmista huolista kävi toteen, lavansyötönlaitteen viedessä lavoja arkkileikurin lavantyöntimelle lavansyöttölaitteen piikkien ollessa ulkona, laite laskeutui aiheuttaen piikkien taipumisen. Vastaavan vahingon estämiseksi piikkien kiinteä kannake vaihdettiin saranamalliseen, ja niissä olevat anturit pysäyttävät lavansyöttölaitteen liikkeet, mikäli piikit nousevat irti antureista.

Tuotannollisen käyttöönoton jälkeen tarkistettiin kaikki asennetut laitteet sekä testattiin turva-alueiden toimivuus. Hyväksynnän jälkeen koulutettiin jokaisen vuoron operaattorit käyttämään uutta lavansyöttöjärjestelmää.





Kuva 8. Keskimmäinen poistettu lavakuljetin rivi

Lavakuljettimet madallettiin (kuva 9.), jotta lavatoimittajan toimittamat 12 tai 14 lavan lavaniput saadaan kuljettimille kokonaisina. Lavarobotin aikana lavanipun korkeus oli hyvin rajoitettu sen liikerajoituksien ja tilan puutoksen takia, lavaniput olivat koosta riippuen 3–8 lavan nipuissa.



Kuva 9. Madalletut tyhjälavakuljettimet

## 7 UUSI LAVANSYÖTTÖJÄRJESTELMÄ

Uusi lavansyöttölaite asennettiin Inkeröisten kartonkitehtaalle syksyllä 2020. Järjestelmän on suunnitellut ja toteuttanut Vesmes Oy, järjestelmä sisältää lavansyöttölaiteen ja arkkileikkureille lavantyöntimet.

### 7.1 Uuden lavansyötön toiminta

Uusi lavansyöttölaite (Kuva 10.) asennettiin käyttämään vanhan lavansyöttölaiteen kiskoa, jota pitkin laite liikkuu edestakaisin. Uuden laitteen lavan kyytiinotto toimii ulos ja sisään liikkuvien piikkien avulla, jossa piikit menevät lavassa olevista aukoista läpi.



Kuva 10. Uusi lavansyöttölaite

Lavansyöttölaite saa lavatiedot sekä pyynnön tuoda lavat arkkileikkurin ope-  
rintipäätteen kautta, messijärjestelmän sijasta. Operointipäätteelle syötetään  
haluttu lavamäärä, jonka laite toimittaa ilman erillistä lavojen uudelleen pyyn-  
töä. Lavansyöttölaite mittaa tyhjälavakuljettimen päässä olevan lavapinon le-  
veyden ja korkeuden. Leveyden mittauksella varmistetaan pyydettyjen lavojen  
oikea leveys, ja korkeuden avulla laite laskee pinossa olevien lavojen määrän,  
jonka avulla laite osaa työntää (Kuva 11.) piikit oikeaan väliin. Lavansyöttölaite  
mittaa pinon vain kerran, seuraavalla kerralla lavansyöttölaite ottaa lava-  
pinosta tarvittavan määrän lavoja vietäväksi arkkileikkurille ilman mittausta.



Kuva 11. Lavansyöttölaitteen lavojen kyytiinotto

Laite nostaa lavoja ylös, etteivät ne ota kiinni alla oleviin lavoihin piikkien si-  
sään vedon aikana. Laite laskeutuu sille määrättyyn korkeuteen ja siirtyy ark-  
kileikkurin lavantyöntimen luo (Kuva 12.), lavojen asettaminen lavantyönti-  
melle toimii kaikilla arkkileikkureilla samalla periaatteella. Laite asettaa koko  
lavapinon työntimen alustalle, jonka jälkeen piikit vedetään sisään ja noste-  
taan yllä olevat lavat ilmaan. Lavantyönnin saa tiedon lavansyöttölaiteelta, jol-  
loin rakenteen sivuun rakennettu keskitin voi työntää lavan pois nostetun lava-  
pinon alta, tämä prosessi toistuu, kunnes kaikki lavat on syötetty lavantyönti-  
melle ja keskitin keskittää lavat keskikohtaan mukaisesti. Lavojen keskikohtaa  
on mahdollista siirtää arkkileikkurin operointipäätteessä olevan offsetin muu-  
toksen avulla.



Kuva 12. Arkkileikkuri 2 uusi lavantyönnin

## 7.2 Parannukset

Uuden lavansyöttöjärjestelmän turvallisuuteen panostettiin paljon verrattuna vanhaan järjestelmään. Uudessa järjestelmässä turvapiiri on jaettu kahteen osaan: tyhjälavakuljettimet ja arkkileikkurit. Tyhjälavakuljettimet on varustettu turvaskannereilla, joilla voidaan varmistaa, että kuljettimilla liikkuu vain lavoja järjestelmän ollessa automaattilla. Jos turvaskannerit havaitsevat poikkeavaa liikettä turvapiiri laukeaa ja tyhjälavakuljettimet sekä lavansyöttölaite pysähtyvät.

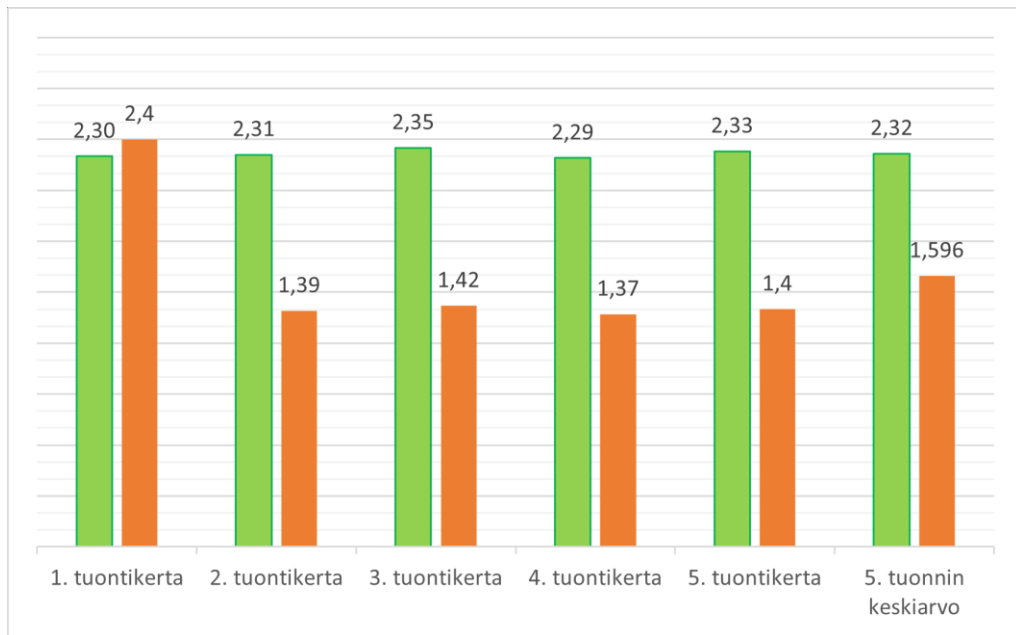
Alueiden välissä olevassa aukossa on turvaskanneri valvomassa turvapiirien välistä rajaa, mikäli turvaskanneri havaitsee liikettä, turvapiiri laukeaa pysäyt-

täen tyhjälavakuljettimet ja lavansyöttölaitteen. Lavantyöntimille asennetut turvaskannerit valvovat lavantyöntimien aluetta, näiden tarkoitus on varmistaa, että työntimellä ei ole muita kuin lavoja. Turvapiirin kahteen osaan jakaminen mahdollistaa toisella alueella työskentelyn ilman, että lavansyöttölaitteen toiminta pysähtyy sen ollessa toisella alueella.

Jos tyhjälavakuljettimen päässä olevassa lavapinossa lavamäärä ei mene tasan arkkileikkurille vietävien lavojen kanssa, lavansyöttölaite siirtää jäljelle jääneet lavat erilliselle kuljettimelle ja tuo uudesta lavapinosta tarvittavan määrän lavoja lisää edellisten lavojen päälle, yhdistelyn jälkeen lavansyöttölaite vie lavat arkkileikkurille normaaliin tapaan.

Jos tilaukselle on varattu enemmän lavoja kuin on tarve tai tilaukselle ei ole tarpeeksi raaka-ainetta, jonka takia niitä jää ylimääräiseksi, arkkileikkurin operointipääteeltä on mahdollista antaa lavansyöttölaitteelle lavojen palautuspyyntö ylimääräisille lavoille. Lavansyöttölaite noutaa tyhjälavakuljettimen päästä ylimääräiset lavat ja vie erilliselle kuljettimelle, jota pitkin ne siirtyvät kuljettimen päähän. Lavansyöttölaitteen operointipaneelin luona on huomiovalo ilmoittamassa, kun kuljettimen päässä on palautettavia lavoja. Lavat otetaan kuljettimelta trukilla ja lavat joko säilytetään uudelleen käyttöä varten tai hävitetään.

Kuvassa 14. on kuvattuna pylväsdiagrammin avulla vanhan sekä uuden lavansyöttöjärjestelmän lavojen vientiaika kahdella lavalla arkkileikkuri 2:lle. Vihreällä on kuvattu vanhan lavansyöttörobotin käyttämää aikaa ja oranssilla uuden lavansyöttölaitteen käyttämää aikaa minuutteina. Vanha lavansyöttörobotti siirsi lavat keskimäärin 2 minuutissa 32 sekunnissa kun taas uusi lavansyöttölaite siirsi lavat lähes 30 sekuntia nopeammin, kun huomioidaan ensimmäisellä vienti kerralla suoritettava lavapinon mittaus. Ilman mittausta uusi lavansyöttölaite vie lavat noin 50 sekuntia nopeammin vanhaan lavansyöttörobottiin verrattuna.



Kuva 13. Lavojen tuonti aikojen vertailu kahdella lavalla.

## 8 PROJEKTIN TOTEUTTAJIEN HUOMIOT

### 8.1 Vesmes Oy:n projektin ja suunnittelun haasteet

Vesmes Oy:n tehtävänä projektissa oli 1–3 arkkileikkureiden lavasyöttöjärjestelmien uusiminen. Lavansyöttöjärjestelmien uusimisessa Vesmes Oy hoiti projektin suunnittelun, uusien laitteiden valmistuksen ja asennuksen sekä käyttöönoton. Myös sähköistys ja automaatio ja vanhojen laitteiden purku kuului Vesmes Oy:n tehtäviin.

Haasteita, joita Vesmes Oy:llä havaittiin, oli olemassa olevien tilojen rajoitteet, mm. korkeus. Suunnittelussa voitiin kuitenkin hyödyntää vanhoja laitepiirustuksia. Kuvissa eivät näkyneet esim. tolpat, joten tilassa täytyi myös tehdä paikan päällä useita mittauksia. Haastavinta suunnittelussa oli lavansyöttölaitteen teleskooppipiikkien suunnittelu, sillä lavojen koot vaihtelevat todella paljon. Tämän vuoksi yritys valmisti protopiikit testausta varten, jotta voitiin varmistaa toimiva ratkaisu. Vielä aivan projektin loppuvaiheessa tuli esille, että lavojen siirtämisen tulisi myös onnistua, vaikka lavoissa olisi alalaudat poikittain, joten laitteen rakennetta oli vielä muokattava. (Mäkynen 2021.)

## 8.2 Datamasters Oy:n projekti kertomus

Datamasters Oy:n vastasi projektin logiikkaohjauksesta ja käyttöönnotosta, tärkeimpänä osana automaattinen siirtovaunu. Projektissa tuli vastaan monenlaisia haasteita. Yhtenä haasteena oli aika, sillä muutostyö toteutettiin lyhyen seisakin aikana. Muita haasteita olivat mm. lavojen kokojen vaihtelu, lavapinon porrastukset ja vinous sekä muovi, joka roikkui lavamittojen ulkopuolella lavojen välissä.

Kolmen siirtovaunuihin asennettujen laservalokennojen avulla voitiin kuitenkin saada tietoa uuden lavapinon leveydestä, korkeudesta ja vinoudesta, jotta siirtovaunun haarukkapäiikit voitiin ohjata tarkasti lavapinoon. Yksi haaste oli myös arkkileikkureiden tilanpuute, mistä johtui, että siirtovaunun täytyi viedä lavoja leikkureille vain muutamien millien tarkkuudella kiinteisiin rakenteisiin nähden.

Kokonaisuudessaan projekti oli onnistunut, sillä projektissa oli mukana ammattilaisia niin toimittajien kuin Stora Enson puolesta. (Nissilä 2021.)

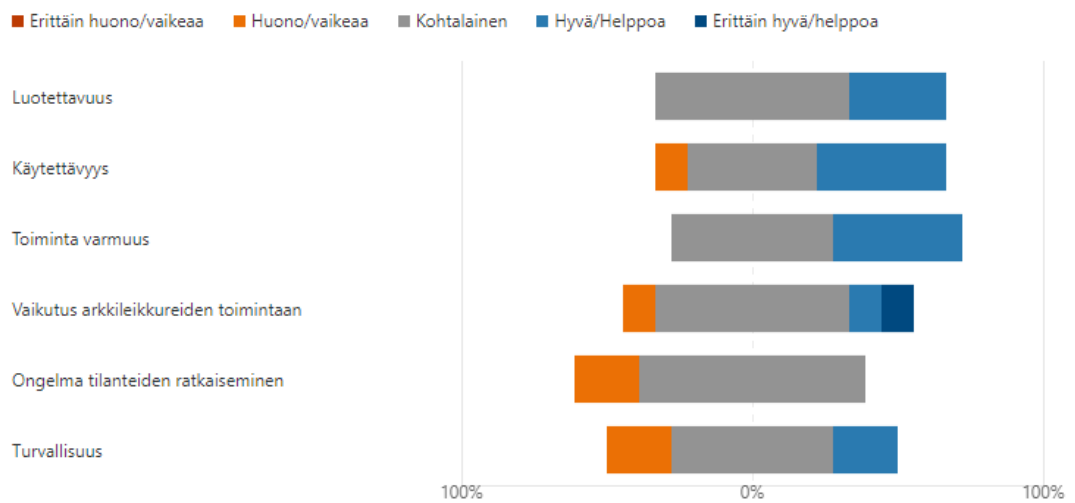
## 9 LAVANSYÖTÖN KOKEMUKSET

Operaattoreille järjestettiin kaksi erillistä kyselyä liittyen vanhaan ja uuteen lavansyöttöjärjestelmään. Ensimmäinen kysely käsitteli vanhaa lavansyöttöjärjestelmää, jossa kysyttiin tyytyväisyyttä järjestelmää kohtaan. Tulokset esitetty kuvassa 14. Kommentteissa tuli useasti esiin samoja asioita, kuten lavansyöttö on hidas eikä pysy tuotannon mukana sekä häiriöitä on useasti. Häiriötilanteissa lavansyöttörobotti on resetoitu ja jouduttu pyytämään toinen henkilö avustamaan painamaan robotin varsien nappeja tai ajettu käsiohjaimen avustuksella robotti kotiasemaan. Ominaisuuksia, jota toivottiin uuteen järjestelmään, olivat toimintavarmuus, turvallisuus, toiminnaltaan nopeampi sekä automaattista lavojen tuontia ilman erillistä lavojen pyyntöä.

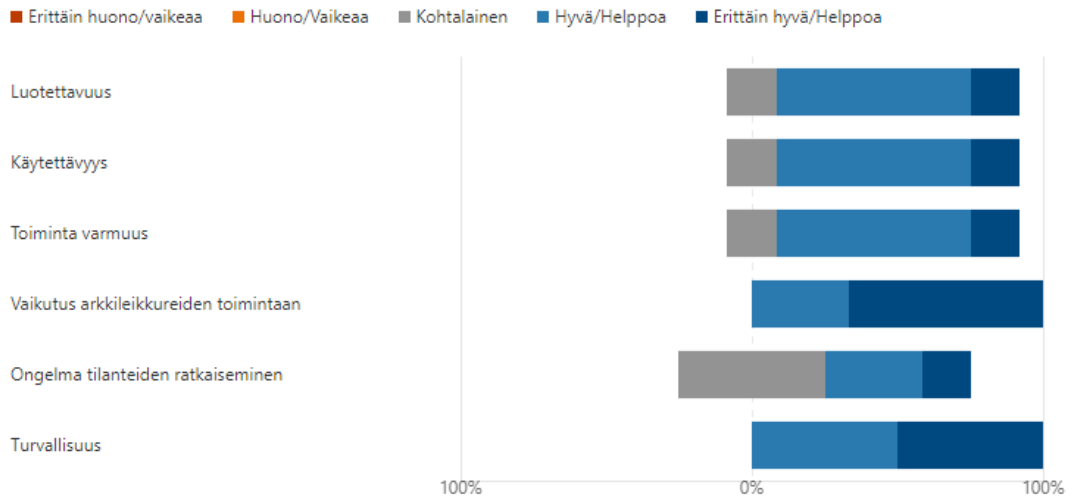
Toisessa kyselyssä kysyttiin samat kysymykset liittyen uuteen järjestelmään. Kuvassa 15 esitetään tulokset ja niistä nähdään, että uuteen järjestelmään ollaan pääasiallisesti tyytyväisiä. Haasteellisen startin jälkeen on järjestelmä toiminut hyvin vanhaan verrattuna. Järjestelmä on ollut erittäin toimiva järjestelmä. Lavansyöttölaite on pysynyt hyvin tuotannon mukana ja on helppokäyttöinen. Lisäksi opastus laitteen käyttöön ohjauspaneelilla hyvä. Lavapinojen

korkeuden muutos sekä automaattiseen lavojen tuonti arkkileikkurille toimii hyvin. Kritiikkiä tuli pienistä toleransseista lavojen kanssa, sillä lavapinot eivät ole aina suorassa, kun siirtyvät kuljettimen päästä päähän ja tästä syntyy yleensä jonkinlainen häiriötilanne lavansyöttölaitteella.

Vanha lavansyöttö sai vastaajien kesken arvosanaksi 5.17, kun uusi sai arvosanaksi tasan 8 asteikoilla 1–10.



Kuva 14. Vanhan lavansyötön kyselyn tulokset



Kuva 15. Uuden lavansyötön kyselyn tulokset



## 10 YHTEENVETO

Projektin yksi suurimpia haasteita oli suunnitella toimiva lavansyöttölaite tilaan, jossa ei ole ylimääräistä tilaa liikkua. Tässä onnistuttiin projektissa todella hyvin huomioiden laitteen todellinen koko sekä se, että laitteen on nousetava tyhjälavakuljettimilla todella korkealle ylettyäkseen ottamaan lavapinon ylimmäinen lava ilman, että laitteen rakenteet ottavat kiinni yläpuolella oleviin kiinteisiin rakenteisiin.

Asennuksen aikana kohdattiin muutamia haasteita, kuten laitteen nostolaitteen rakenteet nousivat kulkutasoa päin, joten kulkutasoon jouduttiin tekemään muutos. Kokonaisuudessaan purku sekä asennus sujuivat hyvin, ja tiukassa aikataulussa pysyttiin mainiosti.

Lavansyöttölaitteen käyttöönottoa Inkeröisten kartonkitehtaalla helpotti laitteelle valmiiksi tehty logiikka, sillä laitteen toimintaa oli päästy kokeilemaan Vesmes Oy:n tiloissa. Suurin haaste ohjelmallisesti oli saada laite menemään millien päähän rakenteista sekä lavapinoissa esiintyvät poikkeamat. Kahdeksan päivää kestäneen tuotannollisen koeajon aikana suoritettiin vuorokauden ympäri oleva päivystys, ja sen aikana kerättiin tarvittavat muutos tarpeet sekä mahdolliset ongelmat.

Järjestelmän hyväksymisen ja luovutuksen jälkeen laitteiston käyttäjien palautteet ovat pääasiassa olleet positiivisia. Uuden järjestelmän ominaisuuksiin verrattuna vanhaan lavansyöttölaitteistoon on oltu erittäin tyytyväisiä, sillä ne helpottavat operaattoreiden työntekoa ja antavat enemmän aikaa keskittyä muuhun työntekoon.

Kokonaisuudessaan projekti oli onnistunut kaikista kohdatuista ongelmista huolimatta. Tavoitteet, joita projektilta haettiin, saavutettiin tuotannollisesti sekä turvallisuuden osalta erinomaisesti.

## LÄHTEET

ABB. 2019. ABB IRB 4400. PDF-dokumentti. Saatavissa:

[https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=PR10035EN\\_R8&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch](https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=PR10035EN_R8&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch)

[viitattu 30.11.2021]

Mäkynen, J. 2021. Projektipäällikkö. Haastattelut. Vesmes Oy

Nissilä, T. 2021. Toimitusjohtaja. Haastattelut. Datamasters Oy

Stora Enso. 2021. Inkeröiden tehdas. Esittelymateriaali. Saatavissa:

<https://www.storaenso.com/fi-fi/about-stora-enso/stora-enso-locations/ingerois-mill> [Viitattu 30.11.2021].

## KUVALUETTELO

- Kuva 1. Stora Enson Anjalankosken tehtaat. Stora Enso 2021.
- Kuva 2. Arkitusprosessi. Hietanen, H. 1.11.2021.
- Kuva 3. ABB IRB 4400/60. Hietanen, H. 2.9.2020.
- Kuva 4. Tyhjälavakuljettimet. Hietanen, H. 2.9.2020.
- Kuva 5. Arkkileikkuri 1 vanha lavakuljetin. Hietanen, H. 2.9.2020.
- Kuva 6. Arkkileikkuri 2 vanha lavantyönnin. Hietanen, H. 2.9.2020.
- Kuva 7. Arkkileikkuri 3 vanha lavantyönnin. Hietanen, H. 2.9.2020.
- Kuva 8. Keskimäinen poistettu lavakuljetinrivi. Hietanen, H. 26.9.2020.
- Kuva 9. Madalletut tyhjälavakuljettimet. Hietanen, H. 15.11.2021.
- Kuva 10. Uusi lavansyöttölaite. Hietanen, H. 15.11.2021.
- Kuva 11. Lavansyöttölaitteen lavojen kyytiinotto. Hietanen, H. 15.11.2021.
- Kuva 12. Arkkileikkuri 2 uusi lavantyönnin. Hietanen, H. 15.11.2021.
- Kuva 13. Lavojen tuonti aikojen vertailu kahdella lavalla. Hietanen, H. 30.11.2021
- Kuva 14. Vanhan lavansyötön kyselyn tulokset. Hietanen, H. 20.9.2020.
- Kuva 15. Uuden lavansyötön kyselyn tulokset. Hietanen, H. 20.11.2021.