

Nya data-drivna lösningar för förbättrad plankvalitet, informationsdelning och planering i fordonsindustrins försörjningskedjor

Publik rapport

Författare: Patrik Jonsson och Johan Bystedt
Datum: 2021-12-02
Projekt inom Hållbar Produktion

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English.....	4
3 Bakgrund.....	5
4 Syfte, forskningsfrågor och metod	6
5 Mål	7
6 Resultat och måluppfyllelse	7
6.1 Sammanfattning av resultat relaterat till forskningsfrågor.....	7
6.2 Konkreta leveranser	9
6.3 Hur har FFI- och projektmålen uppfyllts	9
7 Spridning och publicering	10
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	10
7.2 Publikationer.....	11
8 Slutsatser och fortsatt forskning	12
9 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	12

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & Miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på www.vinnova.se/ffi.

1 Sammanfattning

Projektet tar utgångspunkt i fordonsindustrins bristande prognos- och leveransplankvalitet med negativ påverkan på kapitalbindning, transportkostnader, volymflexibilitet och miljö genom hela försörjningskedjan. Målet har varit att utveckla nya datadrivna lösningar som möjliggör mätning, visualisering och prediktering av planvariationer, samt möjliggör plankvalitetsförbättring och därmed ökar förmågan i företags och försörjningskedjors planeringssystem att kompensera för och hantera osäkerheter, variationer och störningar i de alltmer komplexa produktionsnätverken. Projektets första delar analyserar hur nuvarande leveransplaner varierar i fordonsindustrins försörjningskedjor och förklarar dess konsekvenser och grundorsaker (enkät-, fall- och kvantitativa analyser av historiska leveransplaner och annan företagsintern data). De senare delarna tar fram nya lösningar för mätning, visualisering, prediktering och förbättring av plankvalitet i försörjningskedjor (fördjupade kvantitativa dataanalyser, datamodellutveckling och pilottester).

Trots den ökade volymen forskningspubliceringar inom big data och avancerade dataanalyser saknas nästan helt lösningsorienterade och empiriskt baserade slutsatser och modeller inom projekts område. Detta har projektet avsett åtgärda genom att vara mycket konkreta i leveranser av analysmodeller och verktyg.

Chalmers tekniska högskola har varit koordinatör. Övriga parter har varit AB Volvo, Volvo Personvagnar, Scania AB, Automotive Components Floby, Bulten AB, Heléns Rör AB, Plastal AB, Veoneer AB, Meridion AB och Odette Sverige. Projektet är tvärdisciplinärt och involverar forskargrupper inom produktionslogistik och datavetenskap, aktörer i flera led av fordonsindustrins försörjningskedja, och bygger vidare på tidigare projekt om dataanalyser och informationsdelning inom fordonsindustrin. Forskningen har baserats på litteraturstudier, fallstudier, enkätstudie, kvantitativ analys av stora datamängder och workshoppar.

Den första forskningsfrågan om hur leverantörer använder delad information har primärt analyserats med data från en enkät som besvarats av leverantörsföretag. Resultaten visar att det finns olika kluster av informationsanvändare. Ett kluster utmärker sig genom att primärt använda leveransplansdata medan övriga tre kluster använder långsiktig prognosinformation, leveransplaninformation och annan information (tex utfasnings- och lagersaldoinformation) ungefär lika mycket (men med ett kluster som använder all information i låg grad, ett i mellanhög grad och ett i hög grad). Inga skillnader i typ av företag finns mellan klustren så denna modell och slutsats anses generellt giltig för leverantörsföretag.

Den andra forskningsfrågan om att identifiera och mäta variationer innehåller resultat som beskriver olika typer och mönster av variationer i leveransplandatan, men också hur variationer skiljer sig för olika artiklar och kundföretag. De olika variationerna har konkretiserats i sex nyckeltal som definierats och använts i de fortsatta studierna i projektet. Med nyckeltalen som utgångspunkt har vi beskrivit hur olika variationer ser ut och hur de varierar mellan olika aktörer, artiklar, och andra skillnader. Erfarenheter från dataförberedelser i form av datakvalitet och databasdesign är också resultat vilka inte direkt varit fokuserade men som vi tar med oss från arbetet med de stora datamängderna.

I fråga tre studeras konsekvenser av variationer. Detta har gjorts i flera delstudier. Med utgångspunkt i de nyckeltal som tagits fram ovan har effekter på efterleveranser av låga/höga utfall för olika nyckeltal analyserats kvantitativt. Vi har också studerat omfattningen och effekter av variationer i kvalitativa fallstudier, bland annat relaterat till utfasningssituationer och vid fabriksstopp under och efter COVID-19.

Tre delstudier relaterar till forskningsfråga fyra. I den första har planeringsprocesser kartlagts hos OEM-företagen och flera olika orsaker till leveransplanvariationer har identifierats och strukturerats. I den andra studien har kvantitativ data samlats in från OEM-företagen kring en relativt stor andel av de identifierade variablerna och en orsak-verkan-analys har genomförts för att identifiera hur variablerna påverkar leveransplanvariationerna. Ovanstående analyser gjordes med OEM-företagens data. En liknande kvantitativ analys har också gjorts med utgångspunkt i leverantörsdatan, dvs leveransplandatan mottagen från kundföretag.

I fråga fem tillämpas resultaten från de tidigare frågorna. Ambitionen har varit att nyttiggöra projektets resultat redan under projektet genom att nyttja och verifiera resultaten i samband med pilotinstallationer hos leverantörsbolagen. För att åstadkomma detta har vi byggt en applikation med basen i Odette Forecast Analyzer som är utkomsten ur ett tidigare projekt.

Resultaten har kontinuerligt tagits fram och nyttjats i flera av projektföretagen. De har också presenterats på flera konferenser och i forskningsartiklar.

2 Executive summary in English

The supply chains of modern industry are very vulnerable to disturbances. Global supply means longer lead times and volatility in demand enhance the need of safety mechanisms along the supply chain. In this project we have measured the variation in order stock and forecast that is communicated between parties in the Automotive industry. It was of course unexpected, but thanks to that the project decided to start to collect data already from 2018 we have had a unique opportunity to follow the variations throughout the COVID-19 pandemic based on real data collected from several parties in the supply chain. Consequently, the project is based on the automotive industry's poor forecast and delivery plan quality with a negative impact on capital tied up, transport costs, volume flexibility and the environment throughout the supply chain. The goal has been to develop new data-driven solutions that enable measurement, visualization and prediction of plan variations, and enable plan quality improvement and thereby increase the ability of companies and supply chain planning systems to compensate for and handle uncertainties, variations and disruptions in the increasingly complex production networks. The first parts of the project analyze how current delivery plans vary in the automotive industry's supply chains and explain their consequences and root causes (survey, case and quantitative analyzes of historical delivery plans and other company internal data). The latter parts develop new solutions for measuring, visualizing, predicting and improving plan quality in supply chains. Two years delivery schedule data was collected from the eight companies. It was cleansed and clustered by advanced data analytics and we were able to define a set of KPIs to enable fact-based sharing, alarms and finally a machine learning model that can predict the coming order better than the forecast / order stock communicated from the client. We have also implemented the KPIs and predictive model in a usable application and piloted the same at four supplier companies.

Despite the increased volume of research publications in big data and advanced data analysis, there are almost no solution-oriented and empirically based conclusions and models in the project area. The project has intended to remedy this by being very concrete in deliveries of analysis models and tools.

Chalmers University of Technology has been the coordinator. Other parties have been AB Volvo, Volvo Cars, Scania AB, Automotive Components Floby, Bulten AB, Heléns Rör AB, Plastal AB, Veoneer AB, Meridion AB and Odette Sweden. The project is interdisciplinary and involves research groups in production logistics and computer science, actors in several parts of the automotive industry's supply chain, and builds on previous projects on data analysis and

information sharing in the automotive industry. The research has been based on literature studies, case studies, questionnaire studies, quantitative analysis of large amounts of data and workshops.

The first research question on how suppliers use shared information has primarily been analyzed with data from a survey answered by supplier companies. The results show that there are different clusters of information users. One cluster distinguishes itself by primarily using delivery schedule data, while the other three clusters use long-term forecast information, delivery schedule information and other information (e.g. phasing out and stock balance information) about the same (but with a cluster that uses all information to a low degree, one to a medium degree and one highly). There are no differences in the type of company between the clusters, so this model and conclusion is generally considered valid for supplier companies.

The second research question on identifying and measuring variations contains results that describe different types and patterns of variations in the delivery schedule data, but also how variations differ for different articles and customer companies. The different variations have been concretized in six KPIs that have been defined and used in the further studies in the project. With the KPIs as a starting point, we have described what different variations look like and how they vary between different actors, items, and other differences. Experiences from data preparation in the form of data quality and database design are also results which have not been directly focused but which we take with us from the work with the large amounts of data.

In research question three, the consequences of variations are studied. This has been done in several sub-studies. Based on the key figures produced above, effects on post-deliveries of low / high outcomes for various key figures have been analyzed quantitatively. We have also studied the extent and effects of variations in qualitative case studies, including those related to phasing-out situations and factory closures during and after COVID-19.

Three sub-studies relate to research question four. In the first, planning processes have been mapped at the OEM companies and several different reasons for delivery plan variations have been identified and structured. In the second study, quantitative data were collected from the OEMs around a relatively large proportion of the identified variables and a cause-and-effect analysis was performed to identify how the variables affect the delivery plan variations. The above analyzes were performed with the data of the OEM companies. A similar quantitative analysis has also been made on the basis of the supplier data, i.e. the delivery schedule data received from customer companies.

In research question five, the results from the previous questions are applied. The ambition has been to utilize the project's results already during the project by utilizing and verifying the results in connection with pilot installations at the supplier companies. To achieve this, we have built an application based on Odette Forecast Analyzer, which is the result of a previous project.

The results have been continuously produced and used in several of the project companies. They have also been presented at several conferences and in research articles.

3 Bakgrund

Försörjningskedjor inom fordonsindustrin uppvisar generellt låg kvalitet i prognoser, huvudplaner och leveransplaner. Problem med variationer i planeringsvolymerna leder till osäkerhet och försämrade prestationer i försörjningskedjorna. Projektet har adresserat tre områden av problem och lösningar relaterat till variationer i leveransplaner. Det första problemområdet avser bristande förståelse för vilka variationer som förekommer i leveransplaner och för hur dessa variationer påverkar aktörer i fordonsindustrins försörjningskedjor. Därför saknas förutsättningar att nyttja

delad planeringsinformation på bästa sätt, med risk för både över- och underarbetning gällande informationsdelning. Det andra problemområdet är att det saknas ett strukturerat och systematiskt sätt att mäta och visualisera planvariationer. Odettes FAI (Forecast Accuracy Index) Analyser är ett exempel på verktyg som på olika sätt har möjlighet att bidra till mätning och kommunikation av planvariation men det är inte fullt utvecklat och begränsat använt. Det saknas alltså verktyg för mätning, kommunikation, prediktering och hantering av leveransplanvariationer. Beräkningsmodeller som bygger på avancerade dataanalyser har stor potential att förbättra planerings- och informationsdelningsprocesser men man vet inte vilken data som krävs eller hur lösningar bör se ut. Det tredje problemområdet handlar om utmaningar man kan förvänta sig vid implementering av databaserade modeller för hur mätning, visualisering, förbättring och prediktering av leveransplan kvaliteten bör genomföras inom fordonsindustrin.

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Projektets övergripande syfte har varit att kartlägga hur fordonsindustrins etablerade planeringsinformationsmodell (leveransplaner med EDI) används i fordonsindustrins försörjningskedjor, och att ta fram och implementera nya modeller för mätning, visualisering och prediktering av leveransplaners variationer i försörjningskedjan. En viktig utgångspunkt för projektet har varit tillgång till stora datamängder och ett konsortium med ägarskap av planering och informationsdelning i flera led i fordonsindustrins försörjningskedja. Vi har i konsortiet också haft kompetens att genomföra avancerade dataanalyser och bygga verktyg för mätning och visualisering. Fem forskningsfrågor har väglett projektet:

- Forskningsfråga 1: (a) Hur används leveransplan- och annan delad planeringsinformation i fordonsindustrins försörjningskedja? (b) Hur påverkar leverantörers förutsättningar användningen av delad planeringsinformation?
- Forskningsfråga 2: Vilka variationer förekommer i leveransplaner i fordonsindustrins försörjningskedjor?
- Forskningsfråga 3: Vilka konsekvenser har variationer i leveransplaner på mottagande företag och försörjningskedjor?
- Forskningsfråga 4: (a) Vad orsakar variationer i leveransplaner? (b) Hur kan variationer i leveransplaner förklaras av interna och externa faktorer, och (c) hur kan framtida variationer i leveransplaner predikteras?
- Forskningsfråga 5: Hur kan databaserade analys- och beslutsmodeller utvecklas och användas i nya lösningar för analys och prognostisering av leveransplaner?

Den första forskningsfrågan har primärt analyserats med hjälp av en enkätstudie till de tre OEM-företagens leverantörer i kombination med analys av OEM-intern leverantörersdata. Forskningsfråga två har huvudsakligen analyserats genom kvantitativ explorering (maskininlärning) av två års leveransplaner i respektive av de åtta deltagande industriföretagen. För OEM-företagen har internt genererad leveransplaner avseende inköpsartiklar analyserats och för leverantörsföretag har från kundföretag mottagna leveransplaner analyserats. För forskningsfråga tre har en kombination av kvalitativ och kvantitativ analys genomförts. Detta har bland annat innefattat att analysera hur planvariationer påverkar vid utfasningssituationer och hur det påverkat under COVID-19, men också hur planvariationer generellt ger upphov till efterleveranser. Forskningsfråga 4a-b har också analyserats med en kombination av kvalitativa och kvantitativa analyser, där orsaker till variationer har kartlagts kvalitativt i de tre OEM-företagen. Därefter har kvantitativ data för dessa orsaksvariabler samlats in och kvantitativ orsak-verkan-analys genomförts. För 4c har maskininlärningsbaserad predikteringsmodell tagits fram baserat på en begränsad mängd orsaksvariabler. Fråga fem avser utveckling, implementering och användning av verktyg för leveransplanmätning. En del av detta har varit att utveckla en uppsättning mätetal för leveransplanvariationer, en annan att utveckla appar för att analysera mätetal och samband, en

tredje att utveckla FAI Analyzerverktyget med dessa mätetal, och en fjärde att implementera och utvärdera användning av verktyg och mätetal i några av projektets företag. Genom hela projektet har alla resultat och studier kontinuerligt presenterats och diskuterats i projektgemensamma workshoppar (2-4 per år).

5 Mål

Projektets centrala målsättning har varit att utveckla förmågan i företags och försörjningskedjors planeringssystem att ta omhand alltmer komplexa produktionsnätverk och att kompensera för och hantera efterfrågerelaterade osäkerhet och störningar i försörjningskedjor. Målet har varit att utveckla nya datadrivna lösningar som möjliggör mätning, visualisering och prediktering av planvariationer, samt möjliggör plankvalitetsförbättring och därmed öka förmågan i företags och försörjningskedjors planeringssystem att kompensera för och hantera osäkerheter, variationer och störningar i produktionsnätverken.

6 Resultat och måluppfyllelse

Resultat och måluppfyllelse beskrivs i tre delar. Först redogörs för resultat kopplade till respektive forskningsfråga. Sedan beskrivs konkreta leveranser och hur projektet bidrar till måluppfyllelse.

6.1 Sammanfattning av resultat relaterat till forskningsfrågor.

Den första forskningsfrågan om hur leverantörer använder delad information har primärt analyserats med data från en enkät som besvarats av leverantörsföretag. Resultaten visar att det finns olika kluster av informationsanvändare. Ett kluster utmärker sig genom att primärt använda leveransplansdata medan övriga tre kluster använder långsiktig prognosinformation, leveransplaninformation och annan information (tex utfasnings- och lagersaldoinformation) ungefär lika mycket (men med ett kluster som använder all information i låg grad, ett i mellanhög grad och ett i hög grad). Leverantörsprestationerna ökar med ökad informationsanvändning och även leverantörsföretagets IT-, process- och organisationsmognad varierar mellan klustren varför vi kan se klustermodellen som en typ av mognadsmodell där ökad informationsanvändning ger ökad prestation men också kräver investeringar i process/IT/organisation. Inga skillnader i typ av företag finns mellan klustren så denna modell och slutsats anses generellt giltig för leverantörsföretag.

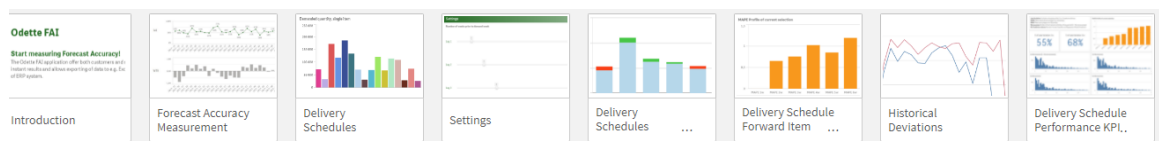
Den andra forskningsfrågan om att identifiera och mäta variationer innehåller resultat som beskriver olika typer och mönster av variationer i leveransplandatan, men också hur variationer skiljer sig för olika artiklar och kundföretag. De olika variationerna har konkretiserats i sex nyckeltal som definierats och använts i de fortsatta studierna i projektet. Nyckeltalen mäter och visualiserar slump- och systematiska variationer på olika tidshorisonter, och ett nyckeltal predikterar (med bättre precision än erhållna leveransplaner) också framtida planvolym. Med nyckeltalen som utgångspunkt har vi beskrivit hur olika variationer ser ut och hur de varierar mellan olika aktörer, artiklar, och andra skillnader. Erfarenheter från dataförberedelser i form av datakvalitet och databasdesign är också resultat vilka inte direkt varit fokuserade men som vi tar med oss från arbetet med de stora datamängderna. Arbetet kring forskningsfråga två har varit en central del av projektet varför relativt mycket resurser för att bygga databas, analyser data, tolka data och definiera nyckeltal har lagts på denna del av projektet.

I fråga tre studeras konsekvenser av variationer. Detta har gjorts i flera delstudier. Med utgångspunkt i de nyckeltal som tagits fram ovan har effekter på efterleveranser av låga/höga utfall för olika nyckeltal analyserats kvantitativt. Dessa analyser har visat på flera tydliga och signifikanta mönster. Vi har också studerat omfattningen och effekter av variationer i kvalitativa

fallstudier, bland annat relaterat till utfasningssituationer och vid fabriksstopp under och efter COVID-19. Här har bland annat identifierats vilka osäkerheter som förekommer i leveransplanvolymerna vid utfasning och hur utfasningsinformation kommuniceras och används av kund- och leverantörsföretag, samt åtgärder för förbättrad kommunikation i utfasningsprocesser. Vid COVID har vi studerat hur mätning av planvariationer kan nyttjas vid olika typer av störningar (snabb och osäker volymnedgång när COVID kom, långsiktig volymuppgång mitt under COVID, och snabb och kortsiktig nedgång pga av tex fabriksstopp orsakade av materialbrister).

Tre delstudier relaterar till forskningsfråga fyra. I den första har planeringsprocesser kartlagts hos OEM-företagen och flera olika orsaker till leveransplanvariationer har identifierats och strukturerats. Här beskrivs hur variabler förväntas påverka variationer. I den andra studien har kvantitativ data samlats in från OEM-företagen kring en relativt stor andel av de identifierade variablerna och en orsak-verkan-analys har genomförts för att identifiera hur variablerna påverkar leveransplanvariationerna. Denna analys identifierar några signifikanta variabler med potentiellt hög förklaringsförmåga. Denna analys har gjorts i två steg (några variabler i alla tre OEM-företag och fler variabler i ett OEM-företag). Ovanstående analyser gjordes med OEM-företagens data. En liknande kvantitativ analys har också gjorts med utgångspunkt i leverantörsdatan, dvs leveransplandatan mottagen från kundföretag. I den senare analysen togs ett mindre antal variabler med men i båda analyserna har några signifikanta variabler identifierats. Dessa signifikanta variabler har sedan använts för framtagning av maskininlärningsbaserade predikteringsmodeller där alternativa planvolymerna genereras av modellerna.

I fråga fem tillämpas resultaten från de tidigare frågorna. Ambitionen har varit att nyttiggöra projektets resultat redan under projektet genom att nyttja och verifiera resultaten i samband med pilotinstallationer hos leverantörsbolagen. För att åstadkomma detta har vi byggt en applikation med basen i Odette Forecast Analyzer som är utkomsten ur ett tidigare projekt. ”Förbättrad prognoskvalitet och prognostiseringsprocesser för fordonsindustrins försörjningskedja NAF / Odette Sweden, 2015. Tillväxtverket”. Applikationen har byggts i Business Intelligence verktyget Qlik Sense och tillhandahållits projektdeltagarna via Meridion. Maskininlärningsmodellerna har byggts baserat på open source i Python för att på enklast möjliga sätt kunna tillgängliggöra applikationerna för bolagen. Då flera av bolaget även har Qlik Sense-licenser har applikationen kunnat installeras att läsa direkt i deras data och därigenom användas av direkt operativ personal.



Applikationen i sig är uppdelad i olika ark där respektive ark avser att besvara en viss fråga. Det har visat sig vara av största vikt att detta komplexa ämne har en tydlighet om de operativa personerna skall kunna hinna ta den till sig. Pilotimplementationen har skett parallellt på fyra företag. Upplevda leverabler från pilotanvändarna kan delas upp i fyra olika kategorier: (1) Överblicka och visualisera leveransplansändringar, (2) kommunikationsunderlag, (3) fokus på rätt sak och (4) prognosunderlag.

Överblicka och visualisera leveransplansändringar: Känslan av kontroll som uppstår genom att snabbt kunna se vilka planändringar som skett har lyfts fram av användarna som en stor hjälp i sina arbeten. Innan har detta gjorts med hjälp av Excel i fall där man misstänkt stora ändringar. I vissa fall sparades inte den nödvändiga historiska leveransplandata vilket gjorde denna typ av uppföljning svår (om inte omöjlig). Att försöka följa upp hur leveransplaner historiskt har varierat har tidigare varit en mycket tidskrävande process där aggregering på kund och artikel bidragit till komplexiteten. Genom att med hjälp av det utvecklade verktyget snabbt kunna göra samma sak

på valfri aggereringsnivå har förståelsen för leveranssituationen kunnat ändrats drastiskt. Att ha koll på ändringar som sker i leveransplanerna har varit särskilt viktigt den senaste perioden med kontextuella faktorer som bidragit till osäkerhet (Pandemi, halvledarbrist, m.m.).

Fokus på rätt sak: En av funktionerna i verktyget var att ranka ändringar som skett beroende på hur kritiska de är. Detta underlättade för planerare att snabbare kunna prioritera sitt arbete. Det skapade även en känsla av kontroll när de mest kritiska var hanterade.

Kommunikationsunderlag: Tidigare har diskussionerna kring prognoskvalitet varit svåra då underlag för en sådan diskussion har varit både tidskrävande att ta fram och svår att illustrera på ett intuitivt sätt. Pilotanvändarna har poängterat betydelsen av att ha ett underlag som båda parterna i diskussionen snabbt kan förstå och komma överens om. Verktyget har hjälpt till att lösa detta problem. De upplevda effekterna var att de äntligen hade något att prata om och diskutera kring. Förut pratade de bara utan data för att stödja sina påståenden och diskussionen dog ganska snabbt från båda sidor. Nu när de har stöd av data kan de fortsätta diskussionen och förhoppningsvis göra något åt det. När dessa visualiseringar med objektiv data som grund användes upplevde man att diskussionen togs på större allvar och båda parter kände att de hade grund att arbeta med och diskussionen slutade inte lika snabbt som tidigare. Det lade grunden för en mer objektiv diskussion baserad på fakta och inte bara känslor och hörsägen. Ett annat resultat var att de fick ett gemensamt KPI att följa upp och att båda parter kunde börja arbeta med att förstå visualiseringen för att öka förståelsen och öka samarbetet långsiktigt.

Prognosunderlag: Ett upplevt användningsområde för mätetalen och applikationen är att man kan använda mätetalen från leveransplananalyserna som input till att skapa sin prognos, och också för scenariobaserad planering.

6.2 Konkreta leveranser

- Två doktorsavhandlingar. Paulina Myrelid (2021) och Hafez Shurrab (2022).
- Tre examensarbeten och en studentprojektrapport
- Nio forskningsartiklar
- Gemensamma projektworkshoppar
- FAI-implementering AB Volvo och ACF, Bulten, Plasman, Veoneer.
- Pilotimplementering av modifierad FAI på fyra leverantörer. Bolagen själva nyttjat applikationen. Stötta under Covid.
- App/FAI-utveckling
- Presentationer på branschkonferenser bla Plan, Odette.
- Presentationer på forskningskonferenser, bla EurOMA och Nofoma.
- Interna projektmöten och företagsintern utveckling av processer och metoder.

6.3 Hur har FFI- och projektmålen uppfyllts

Målsättningen med projektet har varit att nyttja big data-metodik (regression, maskininlärning, etc.) för att generera mätetal och modeller för att visualisera och prediktera framtida planvolym. Flera lösningar bidrar till utökad funktionalitet i Odettes FAI Analyser. Projektets genomförande och spridning har skett via samarbete inom konstellationen av projektparter, där Sveriges tre stora fordonstillverkare deltar tillsammans med fem leverantörsföretag, Odette, Meridion och forskargrupper inom data- och informationsteknik och produktionslogistik vid Chalmers har också medverkat.

Det har visat sig att projektets genomförande varit starkt beroende av direkt involvering av operativt involverade och ansvariga personer i företagen. Ursprungligen var ambitionen att interagera kring projektets frågor med företag och nätverk utanför projektgruppen men det har

visat sig svårt eftersom det krävs både tid och operativ insikt för detta. Vi har därför i projektet fokuserat på de parter som är formella parter.

Flera medelstora, första- och andra-leds, leverantörsföretag har varit direkta projektpartners i projektet och resultat har spridits i bredare nätverk via konferenser (tex Plan och Odette). Projektet främjar särskilt medverkan av underleverantörer genom att traditionell informationsdelning i försörjningskedjor sker mellan OEM:er och första och andra ledets leverantörer. Ett av projektets delmål var att undersöka möjligheterna att involvera flera leds leverantörer i dataanalys, beslut och informationsdelningen. Dessutom innefattade projektet tre stora sluttillverkare inom den svenska fordonsindustrin, vilket har gett upphov till lärdomar mellan OEM-företagen. Genom projektet har vi skapat ett unikt dataset som involverar flera parter i försörjningskedjan. Genom leverantörerna har det också varit möjligt att göra jämförande analyser av delad planeringsinformation från de svenska fordonstillverkarna med planeringsinformation från ytterligare internationella fordonstillverkare.

Projektets centrala målsättning var att utveckla förmågan i företags och försörjningskedjors planeringssystem att ta omhand alltmer komplexa produktionsnätverk och att kompensera för och hantera osäkerhet och störningar i försörjningskedjor. Projektet utvecklade nya lösningar för informationsdelning och planering i försörjningskedjor vilka förväntas kunna bidra till att skapa mer stabila planeringsförutsättningar och öka produktiviteten i produktionsplanerings- och försörjningsprocesser. Vidare förväntas lösningarna skapa möjligheter till korta order- och leveransledtider, samt öka förändringsförmågan genom bättre uppkoppling och enklare kommunikation och bättre ömsesidig förståelse via databaserade mätetal. Även förmågan att snabbare och med högre intelligens kunna analysera stora datamängder möjliggör snabbare produktionsplaneringsbeslut. Genom bättre kvalitet och leverantörsanpassning i den delade planeringsinformationen kan osäkerheter och störningar i försörjningskedjorna minskas.

Projektets resultat och lösningar har tagit utgångspunkt i att nyttja data och metodik för avancerad dataanalys, men deras implementering och värdeskapande bygger på ett samspel mellan användning av ny teknologi och planeringspersonal i standardiserade processer. Flera av projektets deltagande parter har uttalat sig att projektet hjälpt dem att bättre förstå hur planer varierar och dess konsekvenser. Detta har skett i diskussioner i workshoppar och redovisade i genomförda analyser och skriftliga rapporter/artiklar. Flera har också parallellt med projektet utvecklat interna processer och arbetsmetoder.

7 Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	x	Nya modeller för att förstå variationer. Implementerat operativt i bolag vilket ökat kunskap hos användare i deltagande bolag.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt		
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	x	FAI-verktygets utveckling.
Introduceras på marknaden	x	Krävs ett uppföljningsprojekt.
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

Interna projekt för att implementera verktyg för mätning av leveransplanvariationer pågår på bland annat Volvo Lastvagnar, Volvo personvagnar, Bulten och Veoneer. På Volvo Personvagnar har under projektets gång skapat bättre förståelse för planeringsprocessernas påverkan på leveransplaner och 'end-to-end' supply chain. Man har fattat flera beslut för att skapa mer stabila leveransplaner. Ett nytt arbetssätt kommer rullas ut under 2022.

7.2 Publikationer

- Paper 1: Myrelid, Wänström, Jonsson. (2021). Supply chain information utilisation in the automotive industry: A cluster analysis. Opbulicerad (i reviewprocess till journal) och del av Myrelids avhandling.
- Paper 2: Myrelid och Jonsson. (2021). The performance effect of supply chain information quality and utilization. Opbulicerad (i reviewprocess till journal) och del av Myrelids avhandling.
- Paper 3: Jonsson, Sheikh. (2019). Visualizing and mitigating delivery schedule deficiencies and inaccuracies using big data analytics. Artikelsamling från EurOMA-konferensen 2018.
- Paper 4: Jonsson, Kjellberg, Bystedt. (2021). Visualizing and predicting schedule variations in supply chains: A machine learning-based case study. I reviewprocess.
- Paper 5: Jonsson, Shurrab, Öhlin, Bystedt, Verendel. (2021). Explaining causes to delivery schedule variations in supply chains. I reviewprocess och Shurrabs avhandling.
- Paper 6: Shurrab, Jonsson. (2021). Untangling the complexity generating material delivery "schedule instability": insights from automotive OEMs. I reviewprocess och Shurrabs avhandling.
- Paper 7: Hanson och Jonsson (2021). Phase-out strategies and consequences in the automotive supply chain. Artikelsamling från Plans forsknings- och tillämpningskonferens 2021 och EurOMA-konferensen 2021. Inte helt färdig. Ytterligare datainsamling/analys och sedan skickas till journal för review.
- Paper 8: Hansen, Sveide, Jonsson, Bystedt. (2021). A machine learning-based dashboard to visualize delivery schedule variations and enable collaborative supply chain planning. Artikelsamling från Plans forsknings- och tillämpningskonferens 2021.
- Paper 9: Bystedt, Peterson, Jonsson. (2021). Supply chain information sharing and strategic choices during COVID-19. Artikelsamling från Plans forsknings- och tillämpningskonferens 2021.
- Avhandling 1: Paulina Myrelid. Doktorsavhandling (2021-06-18)
- Avhandling 2: Hafez Shurrab Doktorsavhandling (2022-03-21).
- Exjobb 1: Martinsson, Sjöqvist (2019). Causes and Effects of Poor Demand Forecast Accuracy,
- Exjobb 2: Hansen, Sveide (2020). Advanced Analytics to Mitigate and Manage Supply Chain Effects of Demand Variations Communicated in Delivery Schedules, A Case Study of a Supplier in the Automotive Industry
- Exjobb 3: Johansson, Westmark. (2021). Handling Volatility in Delivery Plans by implementing freeze times, A Case Study of a Supplier in The Automotive Industry, 2021
- Projektrapport (Chalmersstudenter): Raju, Ekberg, Bahsson, Jirholm, (2020). Inaccuracy in delivery schedules within the automotive industry: An evaluation of KPIs and their effect on the Supply Chain Visibility,

8 Slutsatser och fortsatt forskning

Slutsatserna har beskrivits i avsnitt 6. Flera spår för fortsatt forskning har genererats. Vi identifierar flera framtida frågor relaterade till fortsatt framtagning och implementering av mätsystem och om dess nyttjande i planeringsprocesser och kommunikation i försörjningskedjan.

9 Deltagande parter och kontaktpersoner

Automotive Components Floby, Azemina Hadzimahovic
Bulten, Henrik Svennberg
Chalmers tekniska högskola, Patrik Jonsson
Heléns Rör, Fredrik Wärm
Meridion, Johan Bystedt
Odette Sverige, Michael Bogren
Plasman, Patrik Ågren
Scania, Henrik Nilsson
Veoneer, Sandra Evertsson
Volvo Personvagnar, Johan Öhlin
Volvo Lastvagnar, Lena Breman Palm

