

Autopilot Site to Plant

Publik rapport



Författare: Mariana Forsberg, Martin Hedvall Fogelquist

Datum: 2019-03-28

Projekt inom: FFI Transport Efficiency/FFI Vehicle and Traffic Safety

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VIRNOVA

Energisystem

TRAFIKVERKET

FMG

STRETT

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English.....	3
3 Bakgrund.....	3
4 Mål	4
5 Resultat och måluppfyllelse	4
5.1 Combitech - Transportledningssystem för autonoma fordon	4
5.2 Chalmers – forskning inom	8
6 Deltagande parter och kontaktpersoner.....	8

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 har avslutats i förtid då vi inte kommit igång enligt tidplanen. Det finns framförallt två orsaker till detta.

Den ena är att projektet är en fortsättning på Automated Safe and Efficient Transport System, både vad gäller teknik och konsortium. När föregångaren Automated Safe and Efficient Transport System förlängdes för att uppnå uppsatta mål var det inte möjligt att parallellt köra igång med Autopilot Site-to-Plant.

Den andra orsaken är att det baserat på det vi lärt oss av forskningen i Automated Safe and Efficient Transport System blivit uppenbart att tekniken vi utvecklat/ använt i det projektet inte har det som krävs för att kunna tas vidare från avgränsade områden till publika vägar. Då ett av huvudmålen i Autopilot Site-to-Plant är just att forska på vad som krävs och utveckla det som krävs för att tillämpa tekniken från Automated Safe and Efficient Transport System på publik väg (mellan gruvan och anrikningsverket) ser vi inte att vi längre har möjlighet att uppnå de projektmål som satts upp i Autopilot Site-to-Plant.

2 Executive summary in English

The Autopilot Site-to-Plant project closed down in advance, mainly due to the following two reasons:

The project was a continuation of Automated Safe and Efficient Transport System (ASET) regarding both technology and consortium. An extended project time plan for ASET meant we were unable to start up Autopilot Site-to-Plant within the initial project plan.

The second reason for terminating Autopilot Site-to-Plant, was the knowledge gained within ASET where it became clear that the technology that we develop and use is not yet mature enough to apply to public road areas. With the technology present today it is not feasible to reach the project goals set in Autopilot Site-to-Plant, since the main scope was to further develop the technology and knowledge built up in ASET in order to get the traffic out on public roads (between the mine and the dressing plant).

3 Bakgrund

State of the art för autonoma lastbilar på avgränsade områden är idag är Scantias iQMatic och Volvos "Automated Safe and Efficient Transport System". Det finns idag inga autonoma transportsystem med lastbilar som utnyttjar allmän väg.

Syftet med det här projektet är att testa ett antal hypoteser på hur man kan använda automation för att höja trafiksäkerheten. För att testa hypoteserna skall vi utföra ett antal experiment. För att kunna utföra de här experimenten tänker vi bygga två autonoma transportsystem. Det första systemet går från produktionsområdet nere i gruvan upp till ytan där vi tippar på hög. Det faktum att vi lämnar gruvan och går upp till ytan är helt nytt för oss samt att tippa på hög som också är en stor utmaning då högens kant förflyttar sig. Detta skall utföras av en autonom FMX (jämnlastare) lastbil i Bolidens gruva Kankberg. Det andra autonoma transportsystemet går från Kankbergsgruvan på ca 5 km allmän väg till anrikningsverket i Boliden. I detta system skall en autonom traktor-släp (dragbil-släp) kombination utnyttjas. Att köra en autonom lastbil på allmän väg är en stor och ny utmaning för oss.

I det tidigare projektet "Automated Safe And Efficient Transportsystem" har vi fått erfarenhet och kunskap i hur man kör lastbilar autonomt, samt hur man designar ett individuellt ledningssystem i ett autonomt transport system. Det nya här är att vi i det här projektet skall lämna underjordsgruvan och köra upp på allmän väg.

4 Mål

Syftet med det här projektet är att bygga ett säkert och effektivt transportsystem som har möjlighet att fungera både i trånga utrymmen och på allmän väg. Systemet skall arbeta med stöd, eller utan stöd från olika infrastruktursystem såsom GPS, WiFi och 4G. I underjordsgruva blir det WiFi, men ingen GPS. På ytan blir det GPS men inget WiFi.

Det finns många olika företag som utvecklar olika delar inom automation. I det här projektet kommer vi att ta fram ett första förslag på ett allmänt gränssnitt mellan olika delar av systemet. Det ger framtida möjligheter till samarbeten, både forskning och utveckling, utanför den nu bildade projektgruppen. I praktiken skall alla automatiserade fordon eller maskiner som följer standarden kunna anslutas till systemet. Man skall även kunna lägga till ny utvecklade programvarumoduler på systemnivå genom att följa den publicerade standarden. Genom vårt samarbete med både flera stora industriaktörer och akademien kommer vi att säkerställa att både industrins och akademins krav på dessa gränssnitt blir uppfyllda.

5 Resultat och måluppfyllelse

Projektet har avslutats utan resultat och måluppfyllelse. Däremot har Combitech och Chalmers Tekniska Högskola leverat resultat inom projektets

5.1 Combitech - Transportledningssystem för autonoma fordon

Då detta projekt utgår ifrån ett tidigare projekt innehåller detta kapitel dels en bakgrund (vad som var tillgängligt vid projektets start), och dels vad som ny-utvecklats i ASP-projektet.

Bakgrund från ASET-projektet (Automated Safe and Efficient Transport system)

Transportledningssystemet ATMS (Automomous Transport Management System) består av ett antal olika komponenter, där huvuddelen är ett kontrollrum för hantering av en flotta av autonoma fordon. Som bas för kontrollrumsapplikationen har vi använt oss av Saabs mjukvara SAFE (Situational Awareness for Enhanced Security). Applikationen används sedan tidigare kommersiellt i bland annat kontrolltorn på flygplatser, kontrollrum för fängelser och koordinering av kommunaltrafik. En annan viktig del i transportledningssystemet är en gateway-applikation som utvecklats för att möjliggöra kommunikation mellan SAFE-applikationen och autonoma fordon. Denna gateway implementeras som ett plugin till SAFE-basprogrammet. All kommunikation mellan autonoma fordon och SAFE överförs via denna applikation.



Figur 01: Kontrollrumsapplikation tillsammans med autonoma fordon.

Vidare innehåller transportledningssystemet en mjukvara för att optimera transportflödet, med avseende på effektivitet och säkerhet för ett stort antal autonoma fordon som kör inom samma område. Denna applikation, som har utvecklats av Chalmers Tekniska Högskola, använder evolutionära algoritmer för att på ett snabbt och robust sätt generera trajektorier (väg och hastighetsprofil) för en hel autonom fordonsflotta, baserat på en begäran från ett fordon. Metoden är dynamisk, d.v.s. den hanterar frekvent omplanering, vilket är nödvändigt varje gång ett fordon är redo att lämna en ändpunkt (efter antingen lastning eller lossning). Fordonet begär då omplanering, varpå metoden genererar och optimerar en ny plan (för hela flottan) inom någon eller några sekunder. Under planeringsfasen tas hänsyn till de fordonsrörelser som äger rum under tiden. Metoden beskrivs i detalj i en tidskriftsartikel som för närvarande är under utvärdering. Figur xx nedan visar informationsflödet från det att ett uppdrag skapas till dess att det exekveras på fordonen.



Figur 02: Arbetsflöde - transportledning

Slutligen innehåller transportledningssystemet integrationer mot sensorer såsom infrastrukturkameror, och mot 3e-partmjukvaror för bland annat positionering av manuella fordon och för skapande av transportuppdrag. Figuren nedan beskriver mer ingående SAFE-mjukvaran tillsammans med de tillägg och integrationer som implementerats under projektets gång.

Transportledningssystem för autonoma fordon – ny funktionalitet

Detta kapitel innehåller en beskrivning av de nya funktioner som utvecklats under ASP-projektets gång.

Multipla nätverksinterface

För att kunna transportera malm autonomt under längre sträckor ovan mark (storleksordningen mil) krävs nätverk med klart längre räckvidd än Wifi-uppkoppling. Alternativet skulle vara orimligt många trådlösa accesspunkter då de endast har en räckvidd kring 150m.

För att klara längre distanser har vi undersökt hur vi kan använda tre olika kommunikationsvägar parallellt:

1. Radio-länk, med en räckvidd på upp till ca 5 mil vid fri sikt
2. LTE-nätet med en närmast obegränsad räckvidd, dock med nackdelen att täckningen är sämre i vissa delar av Norrland.
3. Wifi-uppkoppling i- och kring gruvan

För att kunna använda en kombination av två eller fler interface från listan har vi utvecklat mjukvara som automatiskt växlar över då täckningen på aktuell länk går ned. Mjukvaran är även utformad så att viktiga meddelanden kan skickas över alla tillgängliga interface samtidigt för att maximera hastigheten med vilken meddelandet når mottagaren.

Figur xx visar en principskiss för hur nätverkskopplingen ser ut.

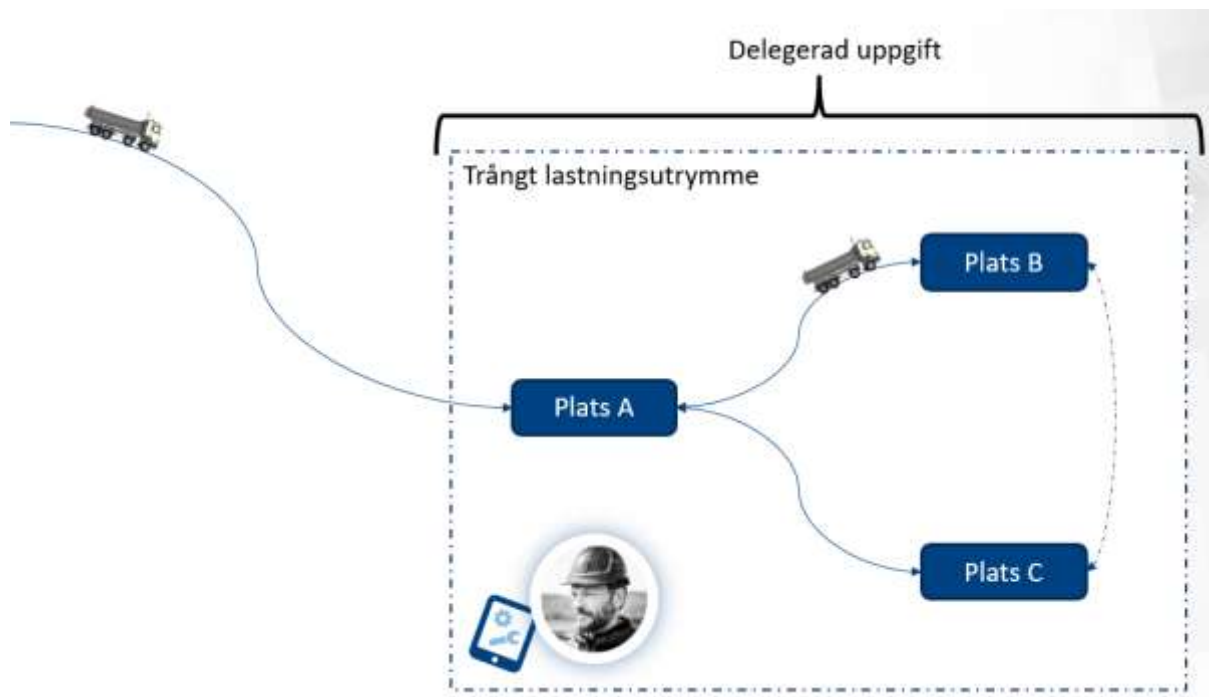


Figur 03: Multipla nätverksinterface

Status på multipla nätverksinterfacen är att hela mjukvaruimplementationen är gjord, samt att vi testat hårdvara från Satellar för radio, WLAN och 4G.

Lastning av malm i trångt utrymme, delegerad uppgift

Då lastning av malm ofta sker på väldigt trånga platser är det inte säkert att hjullastare och lastbil får plats samtidigt inne i utrymmet. Lösningen på det har varit att programmera funktionalitet där hjullastarchauffören kan begära att lastbilen skall flytta sig mellan förutbestämda positioner, se figur xx nedan.



Figur 04: Lastningsuppgift, delegerad till hjullastarchaufför

I exemplet som figur xx visar kommer lastbilen från vänster först att köra till Plats A. Där stannar den och inväntar order från hjullastarchauffören som via en app på en surfplatta kan begära förflyttning av lastbilen. Hjullastarchauffören kan begära förflyttning av lastbilen ett obegränsat antal gånger innan denne markerar att lastningen är färdig varpå lastbilen åker vidare i sitt uppdrag.

Status på lastning av malm i trångt utrymme är att mjukvaran på back office-delen är färdigutvecklad och att det nu går att konfigurera delegerade uppgifter i ledningscentralen, medan appen för hjullastaren inte ännu är färdigställd.

Dynamisk ruttoptimering

Under projektets gång har Chalmers arbetat vidare med dynamisk ruttoptimering för att nå ett optimalt trafikflöde bland de autonoma fordonen. Mjukvaran är inte färdigställd, men en del tid har lagts på möten och på att testa det statiska fallet mellan Chalmers och Combitech.

5.2 Chalmers – forskning inom parameterestimering

Inom ASP projektet hann Chalmers Teknisk Högskola påbörja ett doktorandarbete med att ta fram nya metoder för parameterestimering, tex massa, för lastbilar.

Det handlar om doktorand med handledning från professor samt biträdande handledning av examensarbetare.

Examensarbetarna har gjort en ny, delvis distribuerad, produktoptimeringsmetod för delade utrymmen:

<http://studentarbeten.chalmers.se/publication/256292-self-organizing-multi-agent-systems-for-shared-space-operations-using-genetic-algorithms-and-contrac>

6 Deltagande parter och kontaktpersoner

Part	Kontaktperson
Volvo Group Trucks Technology	Johan Tofeldt
	Carsten Lindgren
	Mariana Forsberg
Boliden Group	Patrik Westerlund
Combitech	Martin Hedvall Fogelquist
Chalmers University of Technology	Peter Forsberg