

ARENA Demo

Ulrik Janusson, SWECO VBB
Pontus Berg, SWECO VBB
Christian Udin, SWECO VBB



The ARENA project

ARENA is a national project that aims to build competence for a future introduction of a road user charging system for Heavy Goods Vehicles (HGVs) in Sweden. The project has been developed in accordance with EU Directives and the Swedish public authority plans to introduce a kilometre tax for HGVs. ARENA started in 2006 and is financed by the Swedish Road Administration and the Swedish Governmental Agency for Innovation Systems. NetPort.Karlshamn is the project coordinator.

The approach of ARENA is to take a wide view and not only focus on technology. Innovation potential, consequences and possibilities related to an implementation of road user charging is also important as well as respecting that different stakeholders have different needs and requirements. This requires interaction between relevant stakeholders at an early stage. The role of the ARENA project includes the following elements:

- acting as broker both between groups of stakeholders who normally do not meet and between competitors within the same group
- develop and support knowledge both within the project but also as a coordinator between other projects

A concept for a kilometre tax system in Sweden is developed with a functional approach, which does not prescribe any technical solutions. The concept is generic rather than specific, in the sense that it should be possible to implement the result in several ways. Hence, we are trying to define the system independently from its final technical design. The motivation for this is that the time horizon for realisation is far ahead, maybe 3-6 years, and we can expect considerably

changes in technical preconditions over this period. The concept includes a number of characteristics that differs from existing systems, which will reduce cost, promote innovative solutions and enable European interoperability.

The work of ARENA will continue in ARENA 2.0, where the concept will be further developed in close cooperation with the industry and relevant authorities and administrations. A full-scale demonstration will be developed for the ITS World Congress in Stockholm 2009.

Swedish Road Administration

The Swedish Road Administration (SRA) is the national authority assigned the overall responsibility for the entire road transport system in Sweden. SRA's task is to co-operate with others to develop an efficient road transport network in the direction stipulated by the Swedish Government and Parliament. SRA has been commissioned to create a safe, environmentally sound and gender-equal road transport system that contributed to regional development and offers individuals and the business community easy accessibility and high transport quality.

VINNOVA

VINNOVA (Swedish Governmental Agency for Innovation Systems) is a State authority that aims to promote growth and prosperity throughout Sweden. VINNOVA's particular area of responsibility comprises innovations linked to research and development. The tasks are to fund the needs-driven research required by a competitive business and industrial sector, and to strengthen the networks that are such a necessary part of this work.

Sammanfattning

ARENA-projektet är ett svenskt projekt som syftar till att bygga upp kompetens inom kilometerskatt för tunga fordon. En del i detta projekt är ARENA Demo, som skall skapa möjligheter och förutsättningar för demonstrations- och försöksverksamhet för kilometerskatt. Projektet har utvecklat specifikationer, gränssnitt och genomfört analyser av olika aspekter som utgör förutsättningar för att skapa en försöksverksamhet och för att genomföra simulering av kilometerskattesystemet.

Operatörsgränssnittet har utvecklats i form av en PowerPoint animation som visualiserar hur de olika delarna inom kilometerskattesystemet, fordonsenhet, avgiftsförmedlare och avgiftsupptagare kan se ut. Det har skapats funktionsspecifikationer i UML-format för att kunna definiera informationsflöden och relationer mellan de olika aktörerna och enheterna i systemet. Andra förutsättningar som har definierats inom projektets ramar är beslut om att använda sig av Apache FTP som serverplattform och att den placeras på ett serverhotell. Även en kartpassningsteknik har valts för att kunna koppla den insamlade informationen från fordonsenheten till en verklig vägsträckning. Valet föll på samma teknik som Siemens använt i sitt kilometerskatteförsök i Seattle.

Dessa lösningar och specifikationer är grunden för den simulering och validering av kilometerskattesystemets funktion som utfördes. Tester genomfördes genom att information skickades och bearbetades av de tre olika enheterna, fordonsenhet, avgiftsförmedlare och avgiftsupptagare. Det genomfördes även tester med FlexToll som avgiftsförmedlare och verklig fordonsdata från deras fordonsenhet placerad i Linköpings universitets campusbuss som binder ihop universitets tre olika campusområden. Meningen var även att tester skulle genomföras med Kapsch men på grund av begränsad tid inom projektet har detta inte skett.

Abstract

The ARENA Demo project is a part of the ARENA Project whose aim is to build up a broad knowledge base concerning Road Charging Systems. The purpose of ARENA Demo is to create possibilities and conditions to demonstrate a road charging system. In particular, the project has developed specifications and interfaces as well as carried out analyses, in order to create simulations of a road charging system.

A PowerPoint animation has been created to visualise the interface of the system; the Toll Collect, Toll Charger and the On-Board Unit. Furthermore, specifications have been developed in UML to define the flow of information and relations between the different entities of the system. In addition, analyses have been carried out to identify which type of server platform that should be used, where it should be located and which type of map matching technique to employ. Conclusively, the Arena Demo has decided to use Apache FTP as server platform, which should be placed at a web hotel and use the same map matching technique as Siemens used in the road charge trial in Seattle.

In order to validate the specifications and test the system, simulations of the functions were made. Information were sent between the On-Board Unit, Toll Charger and the Toll Collect to simulate how the different entities handle the information and what the user interfaces look like in the Toll Charger and the Toll Collect. There were also simulations performed with FlexToll,

a real Toll Collect entity, to validate the function of the system. The information came from a real on-board unit placed at Linköping University's bus connecting the three different campuses at the university. Within the framework of the Arena Demo, tests were also intended to be made in cooperation with Kapsch, but due to lack of time no tests were carried out.

Innehåll

A. Operatörsgränssnitt.....	3
B. Funktionsspecifikation.....	6
C. Specifikation och upphandling av serverplattform.....	11
D. Karta och kartpassning	14
E. Realisering av funktionsspecifikation.....	17
F. Demonstration av interoperabilitet.....	22

Ordlista

FTP – File transfer protocol. Protokoll för filöverföring

HTTP – Hypertext transferprotocol. Protokoll för överföring av hypertext. Det som används av webbläsare för att ta hem hemsidor.

JVM – Java virtual machine. Ett program som javaapplikationer körs i.

SCP – Secure copy. Protokoll för krypterad filöverföring

Inledning

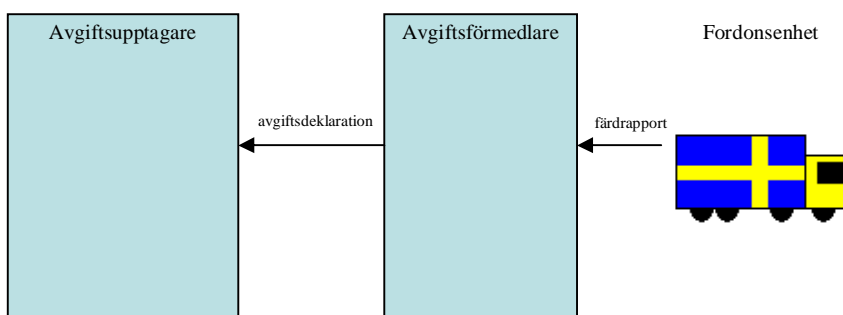
ARENA Demo är en del av ARENA projektet, vars syfte är att bygga upp kompetens kring hur ett svenskt kilometerskattesystem för tung trafik skulle kunna fungera. Själva Demoprojektets syfte är att skapa förutsättningar för ett försöks- och demonstrationsområde för kilometerskatt. Mer specifikt skall avgiftsupptagare, avgiftsförmedlare och fordonsenhet implementeras i en mjukvara. Själva implementeringen av mjukvara till fordonsenheten har inte skett fysiskt i ett fordon utan det är en simulering för att testa och validera funktioner. ARENA Demo har dock utvecklats för att kommunicera och fungera med fordonsenheter från Kapsch och Flextoll som är utvecklade enligt konceptet.

Denna rapport är uppdelad i sex olika delar för att beskriva uppbyggnaden, funktionen och utvecklingen av ARENA Demo. Rapporten är även en summering av ARENA Demo och en översiktlig beskrivning av demonstratorns olika delar.

A. Operatörsgränssnitt

En övergripande struktur har konstruerats för att enkelt beskriva de olika händelsesekvenser som sker från att lastbilen tillryggalägger en sträcka tills en faktura skickas. Detta visualiserar också det gränssnitt som en operatör för systemet ser.

Flödet av information går från fordonsenheten via avgiftsförmedlare till avgiftsupptagaren, likt figur 1. Nedan ges en detaljerad beskrivning av vad som sker hos de tre olika aktörerna och en visualisering av ett operatörsgränssnitt för de olika aktörerna.

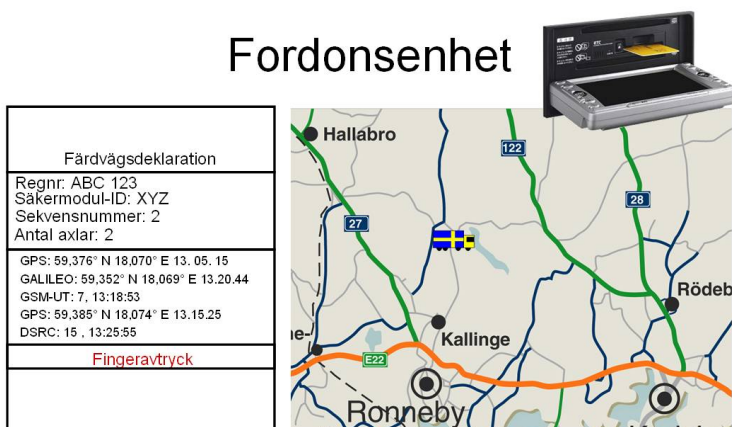


Figur 1: Övergripande struktur och informationsflöde från fordonsenhet till avgiftsupptagare

Fordonsenheten

Fordonet samlar in information utefter färden med positioner som erhålles genom exempelvis GPS, Galileo eller GSM och som lagras i fordonsenheten. Vid vissa tidpunkter, regelbundna eller oregelbundna, sänder fordonet positionsdata inklusive fordonsinformation såsom registreringsnummer, axlar etc. till avgiftsförmedlaren. Vid sändning av denna information signerar även fordonet informationen, sk. fingeravtryck, vilket med andra ord bekräftar informationens korrekthet men även för att senare kontroller skall kunna hänföra informationen tillbaka till rätt enhet. Se figur 2 nedan för en översikt kring informationen som skickas från fordonsenheten och hur det kan visualiseras hos en operatör.

Fordonsenhet

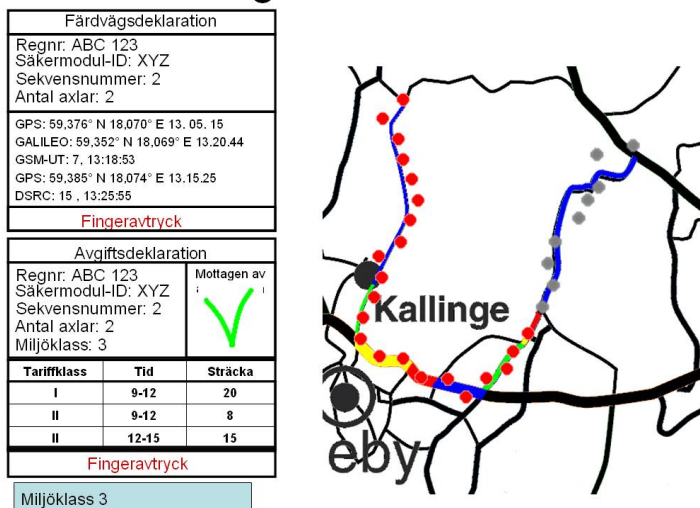


Figur 2: Systemoperatörens gränssnitt gällande fordon

Avgiftsförmedlare

Avgiftsförmedlaren tar emot informationen från fordonen och analyserar punkterna för att kunna skapa en färdväg. Avgiftsförmedlaren analyserar även vilka tidpunkter och vilka olika typer av vägpartier som har passerats utifrån olika tariffer för olika vägvagnsnitt och tidpunkter. Denna information tillsammans med fordonets miljöklass skickas vidare till avgiftsupptagaren. I figur 3 sammanfattas den information som skickas till avgiftsupptagaren.

Avgiftsförmedlare

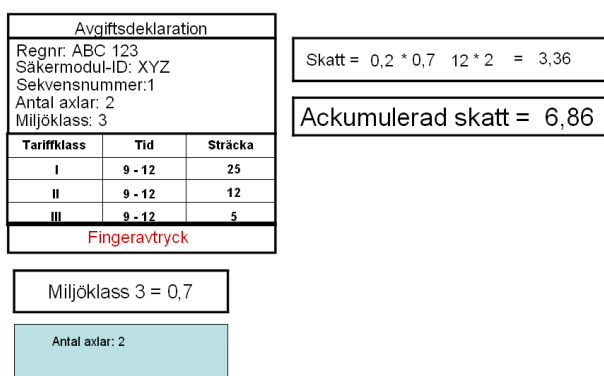


Figur 3: Operatörens gränssnitt gällande processen vid avgiftsförmedlaren

Avgiftsupptagare

Informationen från avgiftsförmedlaren skickas som en avgiftsdeklaration till avgiftsupptagaren som beräknar den ackumulerade skatten utifrån tariffklass, tidpunkt, miljöklass och fordonets axlar. Skatten summeras för varje respektive tariffklass och tidpunkt till ett skattebeslut. Skatten beräknas utifrån en funktion där tariffklass, antal axlar, miljöklass och tillryggalagd sträcka är de olika faktorerna. Dock är inte variablernas viktning beslutat. I figur 4 har de fyra olika variablerna lika stor viktning.

Avgiftsupptagare



Figur 4: Gränssnittet för beräkning av fordonets skatt

Uppbyggnaden av demonstratorn kan sammanfattas enligt:

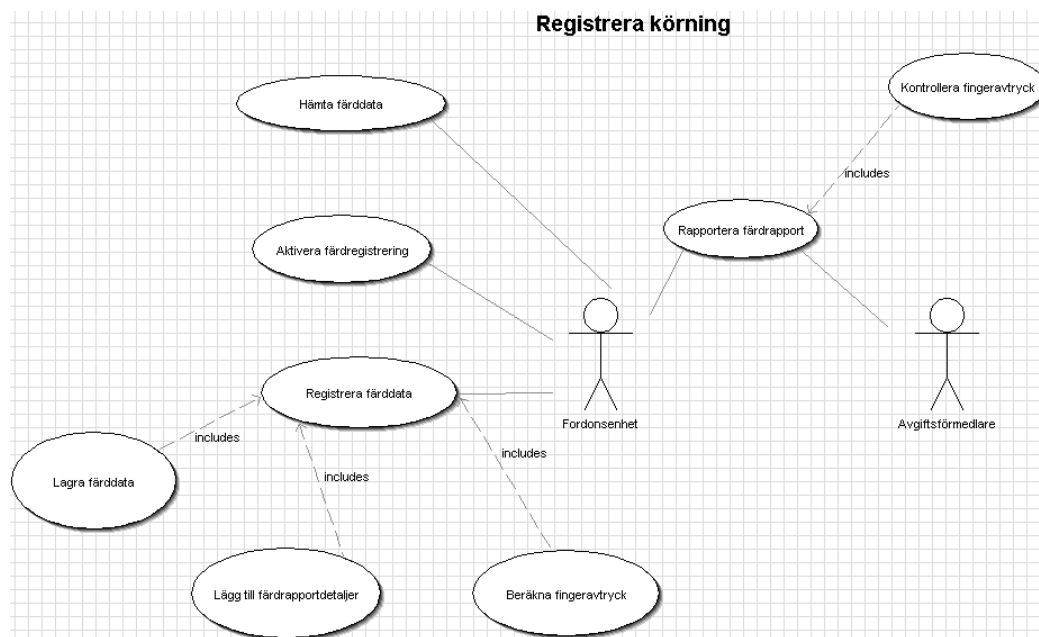
1. Skattepliktiga fordon utrustas obligatoriskt med en särskild utrustning som kontinuerligt registrerar positionsuppgifter och tidpunkt i ett särskilt skyddat minne
2. Positionsdata och tillhörande tidpunkter skickas via t ex mobilnätet för datatrafik med bestämda mellanrum till en avgiftsförmedlare som agerar mellanhand mellan fordonsägare och avgiftsupptagaren
3. Avgiftsförmedlaren matchar fordonets färdväg mot aktuell prislista varvid fordonsegenskaperna (miljöklass, axlar) beaktas och tar fram ett underlag för definitiv skatteberäkning
4. Bearbetade uppgifter sammanställs till en avgiftsdeklaration som skickas till avgiftsupptagaren
5. Skattebeslut tas av avgiftsupptagaren

Hela processen finns också beskriven i en animerad PowerPoint-presentation vilken bifogas rapporten.

B. Funktionsspecifikation

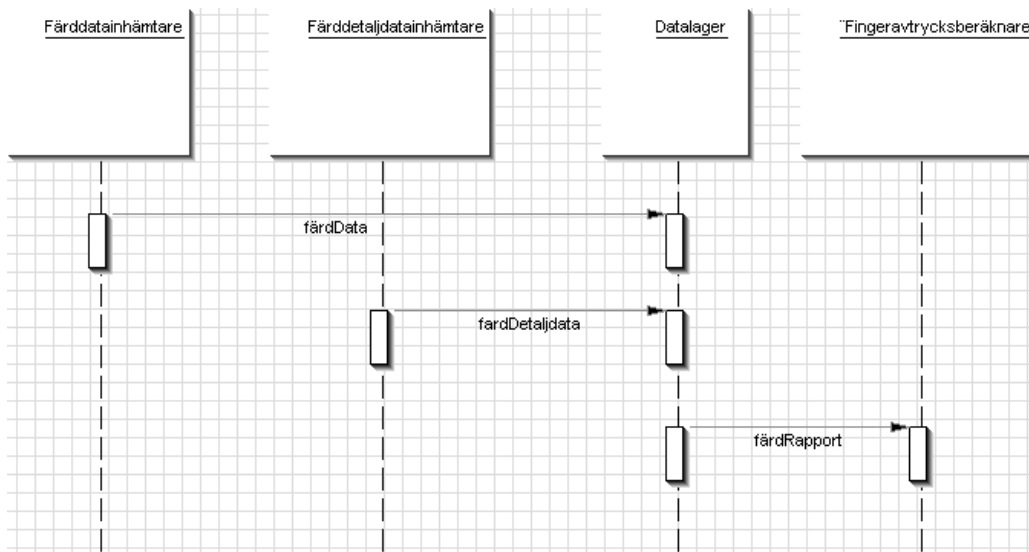
För att bryta ner uppbyggnaden och ytterligare beskriva systemets uppbyggnad har användningsfalls- och sekvensdiagram (enligt standarden Unified Modelling Language, UML) skapats som ger en övergripande bild över systemet entiteter och informationsflödet mellan olika entiteter.

Under körningen sker lite olika aktiviteter och som tillhör olika entiteter. Aktiviteter gällande färddata tillhör fordonsenheten såsom registrering, aktivering och hämtning av fordonsdata. Denna information förs sedan vidare och kopplar ihop fordonsenheten och avgiftsförmedlare. Nedan, ett användningsfallsdiagram över informationsflöde och aktiviteter vid körning.



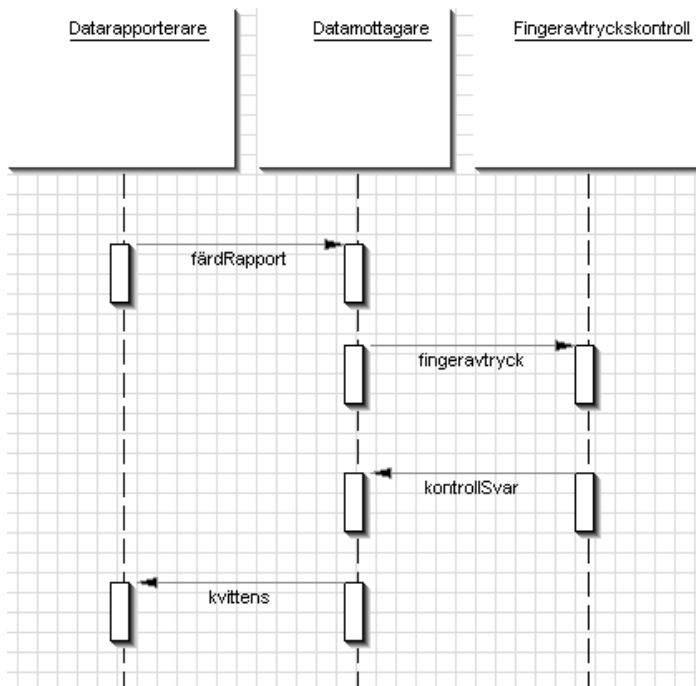
Figur 5: Användningsfallsdiagram över aktiviteter och entiteter relaterade till registrering av data vid körning

När fordonsenheten skickar information till avgiftsförmedlaren skapas ett fingeravtryck som senare kan användas för att koppla viss information till ett enskilt fordon. Detta fingeravtryck skapas genom att datalagret i fordonet samlar in information och för över det till fingeravtrycksberäknaren som skapar ett fingeravtryck. Sekvensdiagrammet nedan ger en bild över processen.



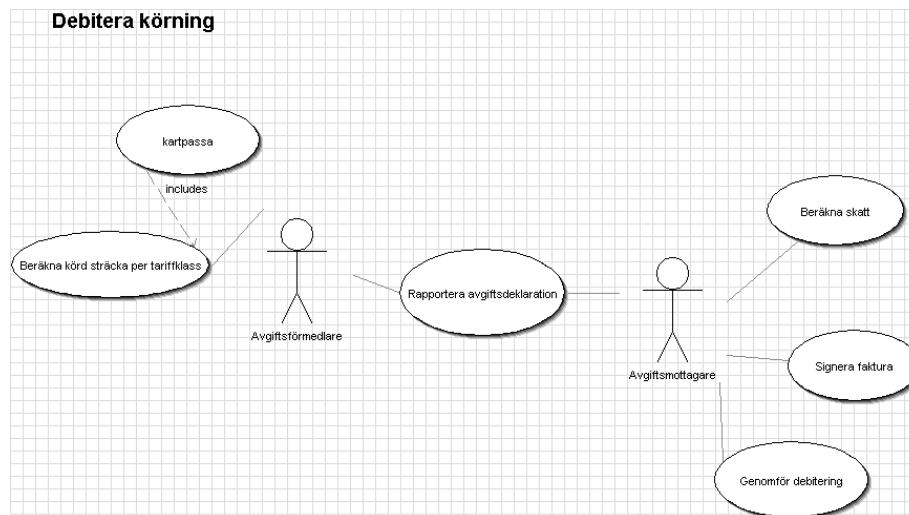
Figur 6: Sekvensdiagram över informationsflödet vid skapande av fingeravtryck.

Fordonsenhetens datarapporterare skickar sedan all sina data till avgiftsförmedlarens datamottagare inklusive det skapade fingeravtrycket. Mottagaren erhåller information och kontrollerar fingeravtrycket och i respons vid skickas en kvittens tillbaka till fordonet. Ett övergripande diagram kan ses i figur 7.



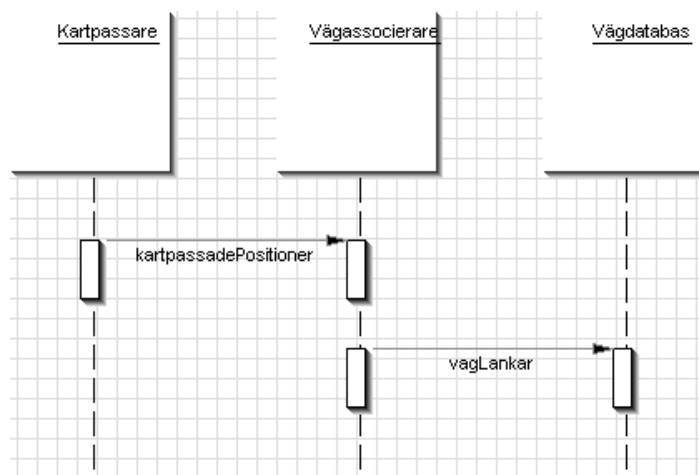
Figur 7: Sekvensdiagram över dataöverföring till avgiftsförmedlare som kontrollerar fingeravtryck

När en kontroll av fingeravtrycket skett beräknar avgiftsförmedlaren körd sträcka, enligt tariffklasser och tidpunkter. Till hjälp har avgiftsförmedlaren olika verktyg, bland annat kartpassning. Denna information samlas i en avgiftsdeklaration och förs sedan över till avgiftsmottagaren som utifrån deklARATIONEN beräknar skatt, signerar faktura och skapar en debitering. Ett övergripande diagram över debiteringsprocessen kan ses i figur 8.



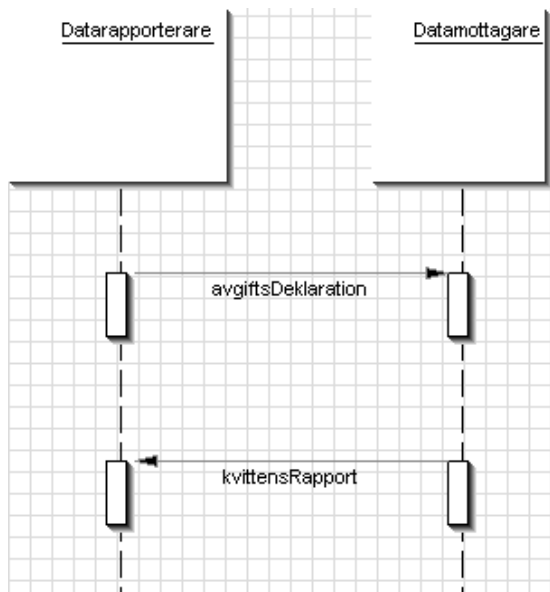
Figur 8: Användningsfallsdiagram över debiteringsprocessen

Mer i detalj sker sträckidentifieringen genom en kartpassning. Med hjälp av denna metod kopplas positionerna till väglänkar. Dessa länkar kopplas sedan till vald kartdatabas, i detta fall NVDB. En enkel översikt ges i diagrammet i figur 9.



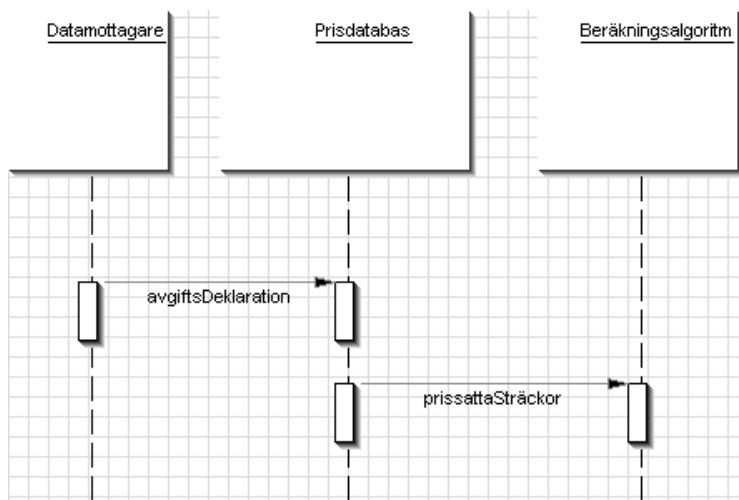
Figur 9: Processen som kopplar positioner till kartdatabas

I figur 8 gavs ett översiktligt diagram över hur debiteringen sker och informationen som skickas mellan olika entiteter. I figur 10 ges en mer detaljerad bild över vilket informationsflöde som sker mellan avgiftsförmedlaren och avgiftsmottagaren och mer specifikt datarapporteraren som är en del av avgiftsförmedlaren och datamottagaren som är en del av avgiftsmottagaren. Datarapporteraren skickar sin insamlade och analyserade information i en avgiftsdeklaration och i respons erhålls en kvittens som bekräftelse på att deklARATIONEN är mottagen.



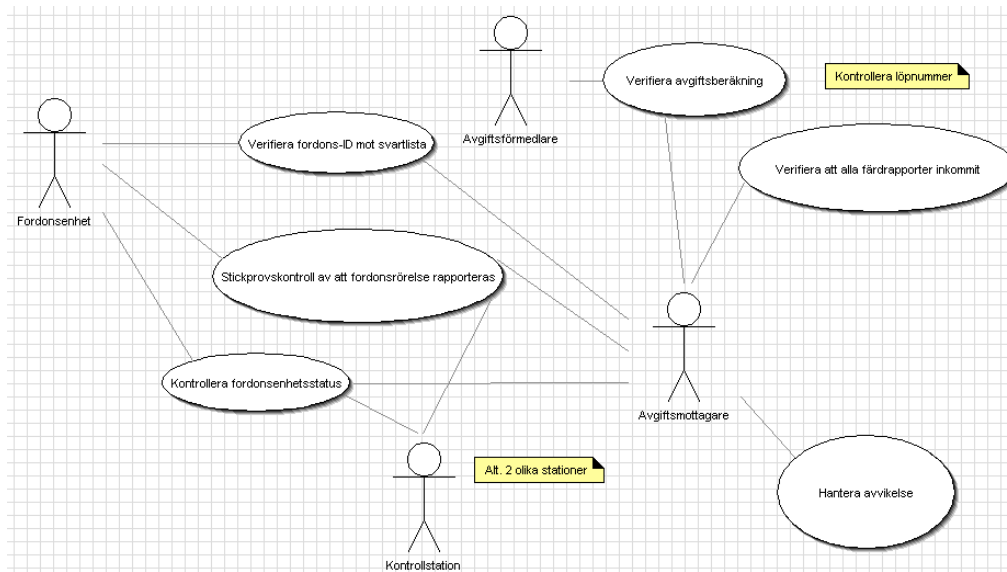
Figur 10: Informationsflödet mellan datarapporterare och mottagare.

Avgiftsmottagaren mottager avgiftsdeklarationen och för den vidare in i prisdatabasen för att prissätta enligt tariffer och klockslag. En beräkningsalgoritm beräknar sedan den ackumulerade skatten som skall betalas för fordonsägaren för den tillryggalagda sträckan. Ett diagram över detta kan ses i figur 11.



Figur 11: Sekvensdiagram över skatteberäkningsprocessen

Vid uppbyggnad av ett system behövs det olika kontroller för att kunna kontrollera data och information och även gå tillbaka vid eventuella problem eller efterkontroller. I figur 12 ses en överblick över de olika kontroller och verifieringar som finns inbyggda i systemet och mot vilka entiteter dessa kontroller tillhör. T.ex. skall det finnas kontrollstationer som skall kontrollera status och rörelser. Det sker även en kontroll om ett fordon finns svartlistat p.g.a. tidigare ej betalt sin skatt.



Figur 12: Övergripande diagram över kontroll och verifieringsmetoder som används i systemet.

C. Specifikation och upphandling av serverplattform

Utvärdering av serverplattform

Systemkrav

De tekniska kraven på servern är att den ska kunna kommunicera över FTP-protokollet. Detta valdes för att det är enklast att se de inkommande grupperna med data som separata filer. För filöverföring är det betydligt smidigare att använda FTP än HTTP som är det vanligaste protokollet för datakommunikation på Internet. FTP är ett osäkert protokoll då all information som skickas är okrypterad, inklusive lösenord. Därför skulle det egentligen vara mer lämpligt att använda till exempel SCP-protokollet men då detta är krångligare att implementera och eftersom applikationen endast är en demonstrationsplattform så behövs integritets- och säkerhetsfrågor inte tas hänsyn till fullt ut.

Tomcat

Apache Tomcat använder sig av servlets som lyssnar på HTTP-anrop och dessa i sin tur sätter igång processer som returnerar med HTML dokument till web-browser. Servern är open source och har ingen licenskostnad. Det protokoll som stöds är främst HTTP men även rena sockets. Tomcat uppfyller därmed inte kravet på att datakommunikationen skulle ske över FTP.

JBoss

JBoss är en applikationsserver som är helt baserad på Java. Att det är en applikationsserver innebär att den är utvecklad för att en dator i ett nätverk ska kunna köra applikationer som övriga datorer kan använda i ett terminalutförande. JBoss är ingen fristående programvara utan bygger på bland annat Apache Tomcat. Detta innebär att den har samma begränsningar som Tomcat gällande FTP-protokollet. Det finns dock vägar runt detta. ESB är ett tillägg till JBoss som gör det möjligt att kommunicera över en mängd olika protokoll. I likhet med Tomcat är JBoss open source och fritt från licenskostnader.

NET

.NET är ett programmeringsramverk utvecklat av Microsoft som samlar en mängd programspråk. Applikationer utvecklade i .NET kan köras i Microsoft Windows och på Microsoft Server 2003. I och med detta kan Microsoft Server 2003 användas som en applikationsserver. Stöd för FTP finns i .NET, men det finns inga färdiga rutiner för detta. Detta innebär att filöverföringsfunktioner måste skapas. Lägsta licenskostnaden för Windows Server 2003 ligger runt 7000kr .

Apache FTP server

Apache FTP-server har liknande funktionalitet som Tomcat men använder ftplets istället för servlets. Ftplets lyssnar på FTP-anrop som startar Java-applikationer. I likhet med Tomcat är Apache FTP-server open source och finns att ladda ned gratis. Servern stöder endast FTP protokollet.

Slutsats

Då Apache Tomcat inte stöder FTP, vilket var grundkravet för servern, beslutades att utvecklingen inte skulle göras med denna server. JBoss hade samma problematik men den går att kringgå på ett flertal sätt. Det som däremot talar emot JBoss är dess komplexitet. Applikationen kräver relativt simpel serverfunktionalitet. Det arbete som krävs för att få JBoss att fungera med FTP ger inget extra mot en enklare server som stöder FTP. En lösning med .NET uteslöts på grund av en rad orsaker. Kompetens i utvecklingsmiljön saknades och kostnaden för servern ansågs för stor samt det faktum att servern endast kan köras på Microsofts produkter. Apache FTP är med sin enkla funktionalitet ett lämpligt alternativ till serverplattform för applikationen.

Fysisk placering av serverplattform

Det finns flera alternativ för serverplaceringen, att låta ett serverhotell stå för driften, att installera och drifta en server på Vägverket eller att helt enkelt köra alla applikationer, både server och klient, på en och samma dator.

Serverhotell

Med detta alternativ undviks problem med underhåll och drift. Dessutom går kostnaderna ner eftersom varken hårdvara eller mjukvara behöver inhandlas specifikt för projektet. Nackdelen är en något minskad kontroll och flexibilitet.

Server på vägverket

Att drifta en egen server ger maximal kontroll men innebär samtidigt att resurser och kunskaper för drift måste avsättas.

Allt på en dator

Om alla applikationer körs på samma dator undviks problem med brandväggar och liknande och det är generellt sett enklare att drifta. Dock sker detta till priset av att det blir svårt att göra meningsfulla demonstrationer eftersom allt kommer att finnas på en och samma dator

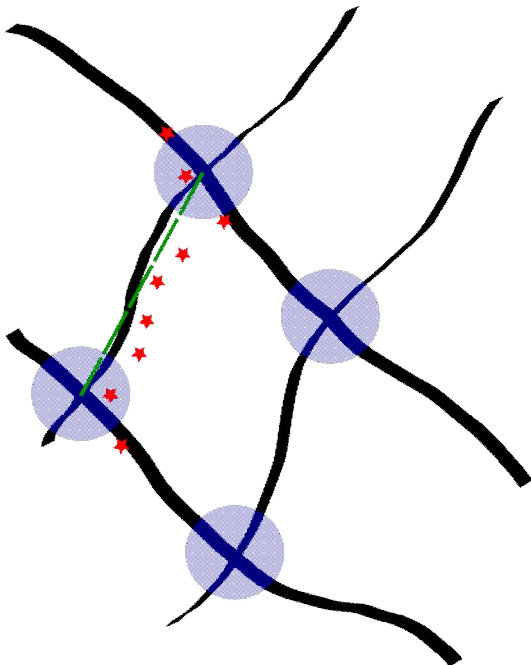
Utifrån detta valdes att placera servern på ett serverhotell då det ansågs vara det enklaste, säkraste och billigaste alternativet. Dessutom är det det mest realistiska valet.

D. Karta och kartpassning

För att föra över insamlade punkter från fordonsenheten till en karta och kunna koppla detta till tillryggalagd sträcka måste en kartpassning användas. I detta system valdes samma typ av kartpassningsteknik som Siemens använde i sitt vägavgiftsförsök i Seattle då det ansågs vara enkelt, billigt och så pass effektivt trots sin enkelhet. Övriga alternativ som var mer avancerade ansågs ge sämre resultat trots dess mer avancerade uppbyggnad. Själva kartdata som positionerna kopplas till genom kartpassning kommer från NVDB.

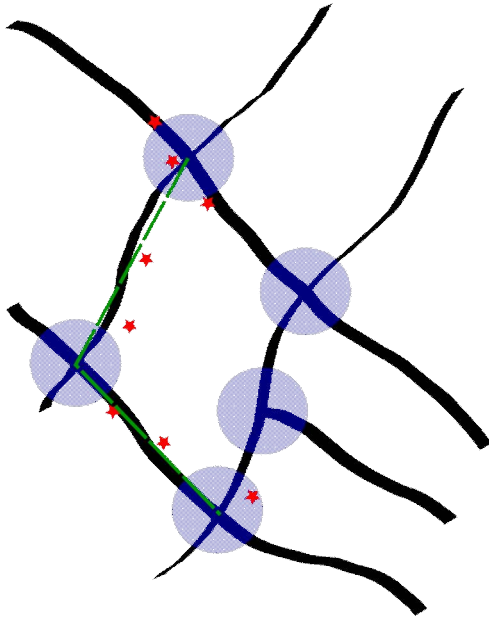
Kartpassning

Runt varje korsning skapas en cirkel. Om en inkommande punkt hamnar innanför cirkelns radie sparas denna korsning i en lista. Punkterna hanteras i turordning så att det blir en naturlig följd. Därefter beräknas färdvägen genom länkarna som är mellan varje anslutande korsning i listan. Sedan figur 13 för identifiering av länk.



Figur 13: Kartpassning av länk mellan två noder

Om korsningarna i listan inte är direkt kopplade till varandra används Dijkstras algoritm för att koppla samman korsningarna.

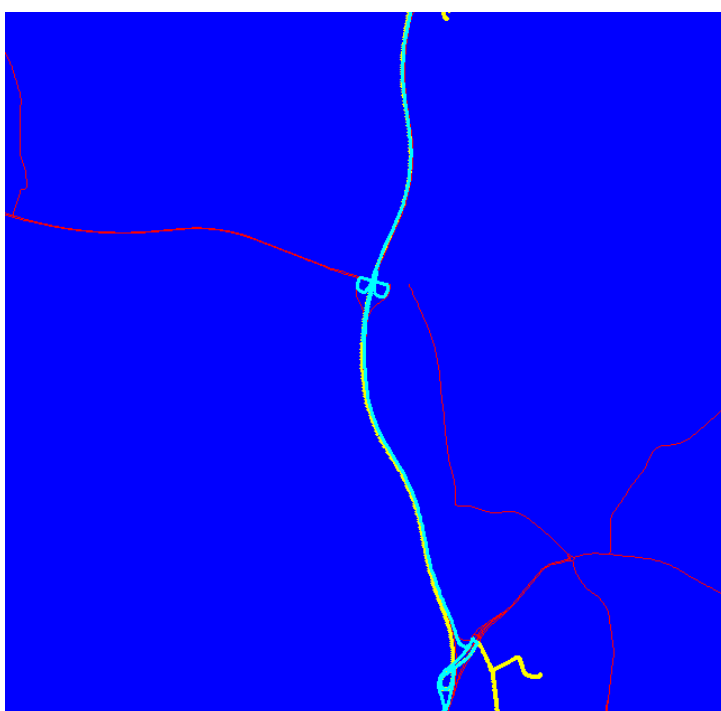
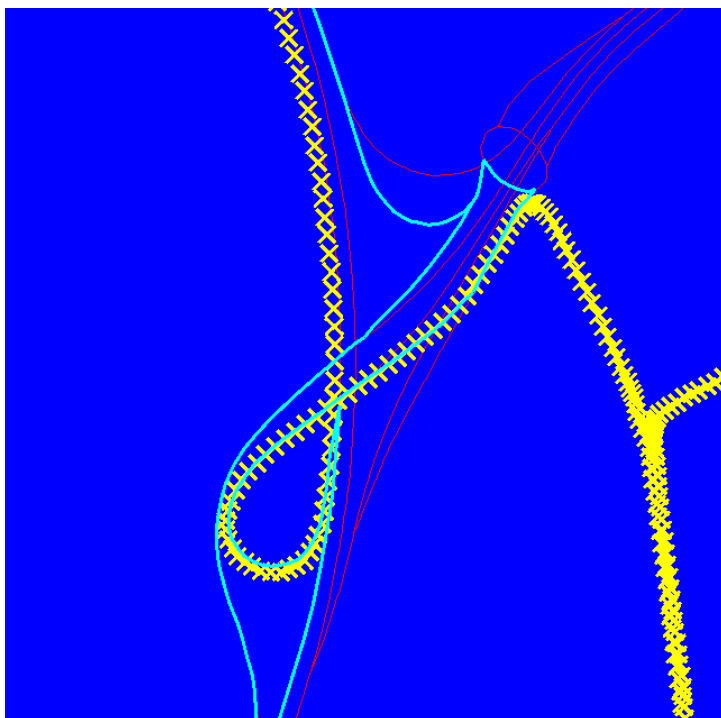


Figur 14: Dijkstras algoritm som kopplar samman länkar trots saknad av position i noden

Problem med denna lösning kan uppstå när vägar ligger parallellt med varandra. Om de inkommande positionerna varierar så att noder utan direktkoppling till varandra blir associerade efter varandra. Algoritmen kommer då att ta en lång omväg för att komma till denna nod. För att kompensera för detta kan det avstånd mellan länkarnas start- och ändpunkter ändras. Om detta avstånd är för stort kan det innebära att algoritmen hoppar över stor avstånd och tar orimliga vägar.

Det finns även andra problem som kan uppstå när kopplingar mellan väglänkar ligger nära andra kopplingar. Detta uppstår i detaljerade korsningar och på sträckor där två eller flera väglänkar går parallellt. Anledningen att det blir problem är att algoritmen söker den kortaste vägen mellan två rapporterade positioner och om dessa ligger på olika sträckor kommer algoritmen ta fram den kortaste vägen mellan dessa vägsträckor. Se exempel i figur 15.

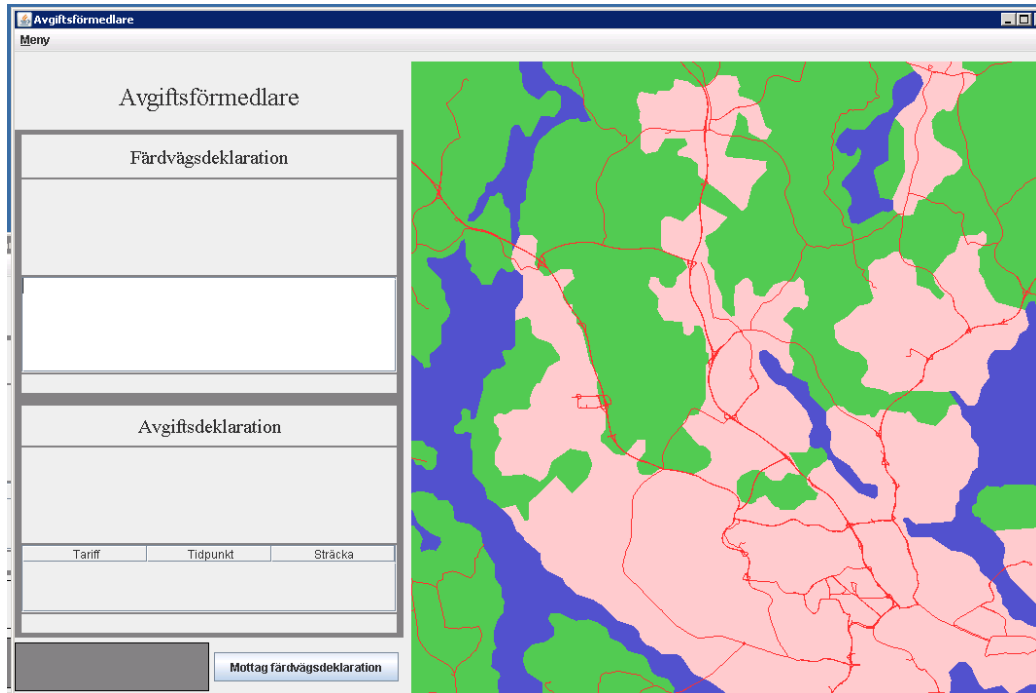
Ytterligare en brist med algoritmen är att hänsyn inte tas till de individuella väglänkarnas längd. Det är alltså minsta antalet länkar som beräknas och inte det kortaste avståndet. Dessutom kan algoritmen ge ordentligt konstiga vägar om en korsning blir felaktigt associerad.



Figur 15: Exempel på på problem när väglänkar ligger nära varandra

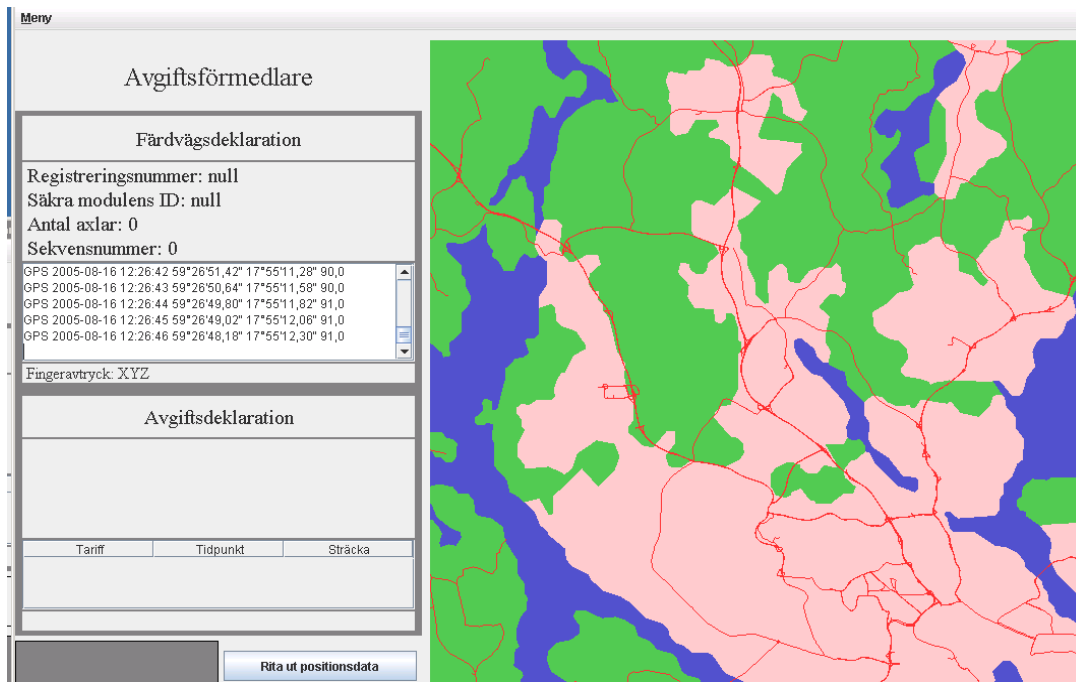
E. Realisering av funktionsspecifikation

För att simulera funktionen av systemet skapades en avgiftsförmedlare och en avgiftsupptagare. Avgiftsförmedlaren är den som tar emot informationen som skickas från fordonet. Nedan kommer en sammanfattning hur systemet ser ut då dess funktioner simuleras. Vid start inkommer information från fordonet innehållande positionsdata.



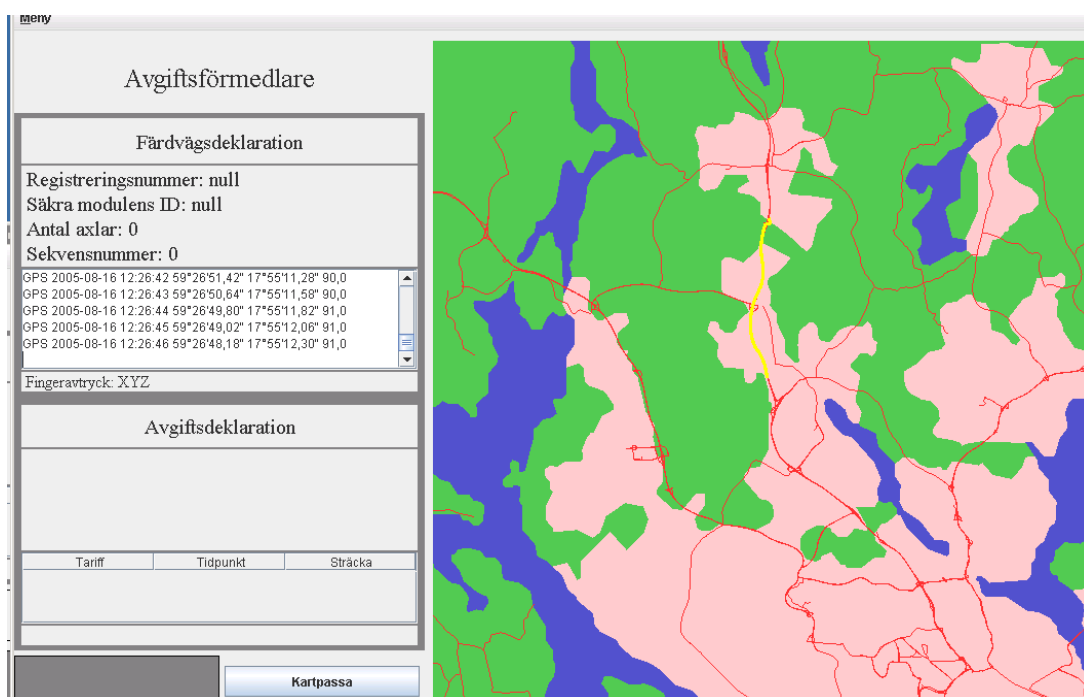
Figur 16; Information från fordon kommer till förmedlaren

När förmedlaren gör valet att mottaga positionsdata från fordonet lagras det i förmedlarens verktyg.



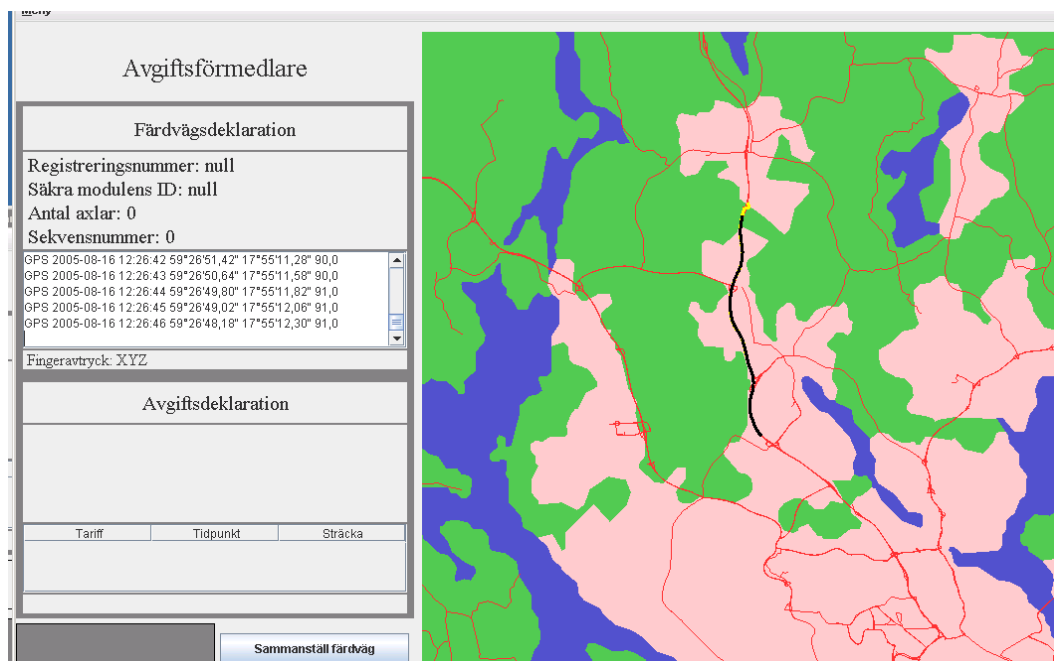
Figur 17; Informationen från fordon lagras i förmedlaren

Information används sedan till att visualisera och knyta samman positionerna på en karta över området.



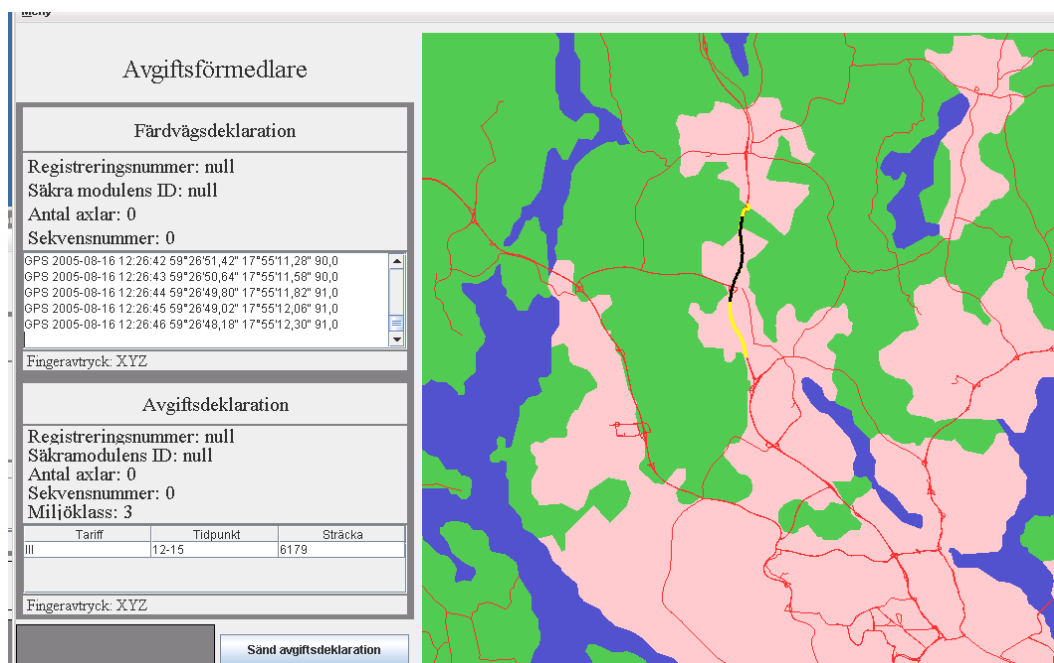
Figur 18; Positioner kopplas samman och visualiseras på en karta

Dessa positioner måste sedan kopplas till en väg genom kartpassning som beskrivs i kap D.



Figur 19; Positionerna kopplas till en vägsträckning

Sedan sammanställs den färdväg som har tillryggalagts tillsammans med tidsintervallen till en avgiftsdeklaration. Den bifogar även fordonsparmetrar i avgiftsdeklarationen.



Figur 20; En sammanställd avgiftsdeklaration som är klar för att sända till en avgiftsupptagare.

Den andra delen av simuleringsverktyget är avgiftsupptagaren som mottager avgiftsdeklarationen från förmedlaren. Nedan ges en beskrivning av hur avgiftsupptagarens verktyg är uppbyggt och vad varje del av interfacet beskriver. Detta är hämtat direkt från den fungerande demonstratorn.

- 1, Avgiftsdeklaration sammanfattar fordonets information så som registreringsnummer, säkerhetsmodul-ID, antal axlar och miljöklass.
- 2, Den nedre delen av avgiftsdeklarationen sammanfattar fordonets tillryggalagda sträcka vid olika tidpunkter och tariffklasser.
- 3, Tariff tabell med tariffer beroende på tidpunkt, y-axeln och miljöklass på x-axeln.
- 4, Här sammanfattas tariffparametern beroende på tidpunkt och miljöklass på fordonet.
- 5, Antal axlar på fordonet publiceras i detta fönster vid beräkning av skatten.
- 6, Skatten beräknas enligt en funktion över tillryggalagd sträcka, miljöklass, tariffparameter och antal axlar.
- 7, Ackumulerad skatt, här adderas skatten för varje skatteberäkning.

The screenshot shows a web application titled "Avgiftsupptagare". It features a menu bar at the top and a main content area. On the left, there is a large form labeled "Avgiftsdeklaration" (1) with a sub-section for "Avgiftsdeklaration" (2) containing columns for "Tariffklass", "Tidpunkt", and "Sträcka". Below this are two input fields (4 and 5). On the right, there is a "Tariffparametrar" table (3) with columns for time intervals and three tariff rates. Below the table, there are labels for "Skatt:" (6) and "Ackumulerad skatt =" (7) followed by input fields.

	I	II	III
0-9	0.3	0.5	0.6
9-12	0.4	0.6	0.7
12-15	0.5	0.7	0.9
15-18	0.5	0.7	0.9
18-21	0.4	0.6	0.7
21-24	0.3	0.5	0.6

Figur 21; Interfacet i demonstratorn för avgiftsupptagaren

Nedan ges en beskrivning av simuleringen när avgiftsdeklarationen inkommer till upptagaren och hur denne sedan beräknar skatten utifrån deklarationen. Först hämtas avgiftsdeklarationen in från förmedlaren.

Avgiftsdeklaration

Registreringsnummer: OMB494
 Säkrasmodulens ID: 357022000535958
 Antal axlar: 3
 Sekvensnummer: 1
 Miljöklass: 3

Tariffklass	Tidpunkt	Sträcka
I	12-15	2032
II	12-15	4448
II	12-15	11906

Fingeravtryck: null

Miljöklass 3 = 0.7

Tariffparametrar

	I	II	III
0-9	0.3	0.5	0.6
9-12	0.4	0.6	0.7
12-15	0.5	0.7	0.9
15-18	0.5	0.7	0.9
18-21	0.4	0.6	0.7
21-24	0.3	0.5	0.6

Skatt:
Ackumulerad skatt =

Beräkna skatt

Figur 22; Inhämtad avgiftsdeklaration för skatteberäkning

Upptagaren väljer sedan att beräkna den skatt som åligger fordonsägaren att betala för den tillryggalagda sträckan denne har kört. Detta görs bl.a. genom att avgiftsdeklarationens sammanställning över tariffklasser och tidpunkter kopplas samman med värden från en tariff tabell.

Avgiftsdeklaration

Registreringsnummer: HMC384
 Säkrasmodulens ID: 1001
 Antal axlar: 8
 Sekvensnummer: 256
 Miljöklass: 3

Tariffklass	Tidpunkt	Sträcka
I	9-12	1038
II	9-12	8584
III	9-12	17413

Fingeravtryck: 0c4802ac382208820dfb947d8a1071d6

Miljöklass 3 = 0.7

Tariffparametrar

	I	II	III
0-9	0.3	0.5	0.6
9-12	0.4	0.6	0.7
12-15	0.5	0.7	0.9
15-18	0.5	0.7	0.9
18-21	0.4	0.6	0.7
21-24	0.3	0.5	0.6

Skatt: $0.7 * 8 * 17.41 * 0.7 = 68.26$ kr
 Ackumulerad skatt = 1389.06 kr

Avsluta beräkning

Figur 23; Upptagaren beräknar skatt utifrån avgiftsdeklarationen

Skatten beräknas här som en enkel funktion där varje parameter viktas lika. Detta är endast en hypotetisk syn och kommer med största sannolikhet vara en helt annan när det verkliga systemet börjar användas. I detta fall beräknas skatten utifrån, antal axlar miljöklass, tariffparameter och körsträcka och viktas alla lika.

F. Demonstration av interoperabilitet

För att kunna erhålla ett interoperabelt system mellan olika aktörer startades ett samarbete mellan två olika avgiftsförmedlare, FlexToll och Kapsch. Detta gjordes även för att kunna testa systemets tillförlitlighet, möjlighet till kompatibilitet med andra aktörer men även möjlighet att visa på att systemet fungerar. ***Dock genomfördes på grund av begränsad tid inom projektet endast verkliga test med FlexToll som avgiftsförmedlare. I den mån testerna med Kapsch hinner genomföras inom detta projekt kommer de redovisas i en tillägsrapport som presenteras vid ett senare tillfälle.***

FlexToll

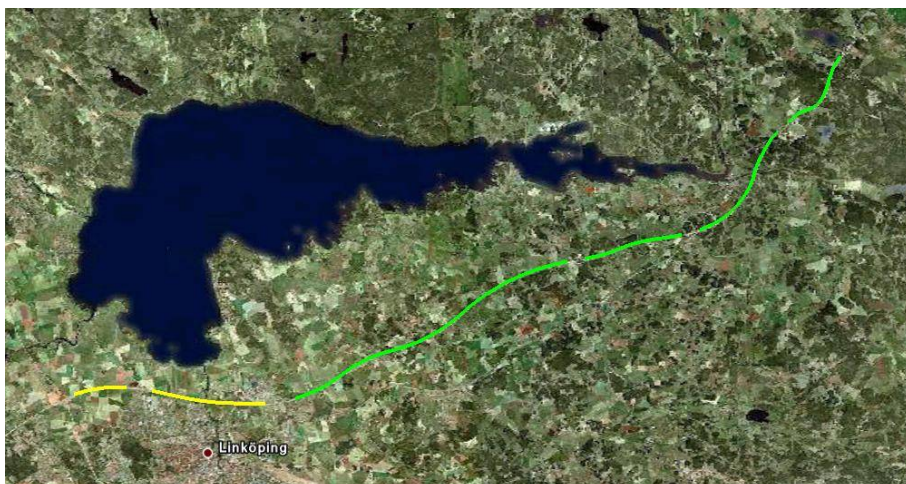
FlexToll är ett företag inriktat på att skapa ett debiteringssystem för avgifter på väg, trängselskatte- så väl som kilometerskattsystem, som även kan användas till fler tjänster såsom larm och spårning. Företaget har sitt säte i Linköping och startades 2003.

FlexToll:s system bygger på Unique Cell Point Identification (UCPI™) vilket innebär att systemet utnyttjar GSM/UMTS infrastrukturen för att positionera ett fordon. Varje fordon utrustas med en fordonsenhet som gör att fordon kan positioneras, registrera rörelser och hastighet och när de ankommer ett specifikt område. Systemet kräver ingen infrastruktur omkring vägen utan utnyttjar de befintliga mobiltelefonnäten för att positionera fordonet.

Tester

För att visa på interoperabilitet i systemet genomfördes ett test med systemet där FlexToll agerade avgiftsförmedlare och anslöts sig till projektets avgiftsupptagaregränssnitt. Detta för att visa på att det uppbyggda systemet är kompatibelt och möjligt att integrera med kommersiella aktörers system för avgiftsförmedling. Med andra ord kör aktörerna ett verkligt test, beräknar tillryggalagd sträcka och laddar upp information mot avgiftsupptagaren med information, precis som ovan nämnda dataöverföringsformat.

FlexToll:s del av testet genomfördes mellan Norrköping och Linköping och data lagras genom utnyttjande av befintlig trafik mellan städerna. Linköpings universitet är nämligen uppdelat på tre campus och för att binda ihop dessa finns en buss, kallad campusbussen. Denna trafikerar de tre campusen, US, Valla och Norrköping. Denna buss användes som testobjekt för FlexTolls system och den samlar in information för testet inom Arena Demo. Informationen från bussen lagras ner hos FlexToll och valideras. Sedan, automatisk, förs den upp på avgiftsupptagarservern som automatisk sorter information. I själva testet har endast information lagras när bussen färdas på motorvägen, E4; mellan Norrköping och Linköping. Sträckan har delats upp i två tariffklasser där den ena klassen är motorvägsavsnittet mellan Linköpings östra och västliga infart, den gula i figur 24 och den andra tariffklassen den övriga sträckan, nedan grön. De luckor som finns i färgens sträckning symboliserar endast de avfarter som finns utmed vägen för att kunna identifiera eventuella möjliga positioner för byte av tariffklass.



Figur 24; FlexTolls uppdelning av tariffklasser i deras demonstration

Dataformat

För att visualisera hur dataöverföringen fungerar kommer här att beskrivas två dataöverföringsformat som skapas och som skickas mellan de olika enheterna i systemet.

Data som skickas från fordonsenhet till avgiftsförmedlare:

```
licencePlateNumber: ABC123
secureModuleId: 1001
numberOfAxles: 8
sequenceNumber: 248
GPS 2005-08-16 12:13:40 59°29'33,78" 17°55'36,90"
GPS 2005-08-16 12:13:59 59°29'31,56" 17°55'35,64"
GPS 2005-08-16 12:14:03 59°29'31,50" 17°55'35,58"
GPS 2005-08-16 12:14:04 59°29'31,44" 17°55'35,40"
GPS 2005-08-16 12:14:05 59°29'31,44" 17°55'35,28"
GPS 2005-08-16 12:14:06 59°29'31,44" 17°55'35,10"
GPS 2005-08-16 12:14:07 59°29'31,44" 17°55'34,92"
GPS 2005-08-16 12:14:08 59°29'31,50" 17°55'34,80"
DSRC 2005-08-16 12:14:09 78
GPS 2005-08-16 12:14:10 59°29'31,74" 17°55'34,50"
GPS 2005-08-16 12:14:11 59°29'31,92" 17°55'34,38"
GPS 2005-08-16 12:14:12 59°29'32,10" 17°55'34,26"
GPS 2005-08-16 12:14:13 59°29'32,28" 17°55'34,14"
GPS 2005-08-16 12:14:14 59°29'32,52" 17°55'34,02"
GPS 2005-08-16 12:14:15 59°29'32,70" 17°55'33,84"
GPS 2005-08-16 12:14:16 59°29'32,94" 17°55'33,72"
GPS 2005-08-16 12:14:17 59°29'33,24" 17°55'33,54"
GPS 2005-08-16 12:14:18 59°29'33,48" 17°55'33,42"
GPS 2005-08-16 12:14:19 59°29'33,78" 17°55'33,36"
GPS 2005-08-16 12:14:20 59°29'34,02" 17°55'33,24"
GPS 2005-08-16 12:14:21 59°29'34,32" 17°55'33,18"
GPS 2005-08-16 12:14:22 59°29'34,62" 17°55'33,12"
GPS 2005-08-16 12:14:26 59°29'35,94" 17°55'32,82"
fingerprint:LKADaslkdyboouij234sadflkasdk325asfa
```

Informationen som skickas är registreringsnummer, Secure Module-ID, antal axlar på fordonet och sekvensnumret på informationen. Detta följs av alla insamlade positioner med positioneringsteknik (GPS etc.), datum, tid och själva positionen. Informationen avslutas med det skapade fingeravtrycket.

Denna information analyseras sedan av avgiftsförmedlaren, vilket beskrivits tidigare och skickar sedan information vidare till avgiftsmottagaren.

Data som skickas från fordonsenhet till avgiftsförmedlare:

```
licencePlateNumber: HMC384
secureModuleId: 1001
numberOfAxles: 8
sequenceNumber: 256
pollutionClass: 3
Tariffklass, Tidssegment, Sträcka
Tabellrad 1 2 1038.4440000000002
Tabellrad 2 2 8584.563
Tabellrad 3 2 17413.531000000003
fingerPrint:0c4802ac382208820dfb947d8a1071d6
```

Informationen med positioner har bearbetats och skickas som rader med tariffklass, tidssegment och sträcka för att användas för att skapa ett skattebeslut.

List of ARENA reports

ARENA REPORT 2008:1. "Road User Charging of Heavy Goods Vehicles in Sweden". Final report ARENA 1., NetPort.Karlshamn

ARENA REPORT 2008:2. Sundberg, J., Janusson, U., and Sjöström., "A kilometre tax for heavy goods vehicles in Sweden – A conceptual systems design. Part 1: Requirements and preconditions"., SWECO VBB

ARENA REPORT 2008:3. Sundberg, J., Janusson, U., and Sjöström., "A kilometre tax for heavy goods vehicles in Sweden – A conceptual systems design. Part 2: Proposals for systems design"., SWECO VBB

ARENA REPORT 2008:4. Sundberg, J., "A New Approach to Control in the ARENA concept for HGV kilometre tax in Sweden"., SWECO VBB

ARENA REPORT 2008:5. Hamilton, C J. "A market based approach to achieve EFC interoperability in Europe"., Policy Technology

ARENA REPORT 2008:6. Eliasson, C and Fiedler, M., "Dimensioning study for road user charging". Blekinge Institute of Technology.

ARENA REPORT 2008:7. Boldt, M and Carlsson, B., "Hotanalys för positionsangivelsekedjan". Blekinge Institute of Technology.

ARENA REPORT 2008:8. Davidsson, P and Persson, J., "A Criteria-Based Approach to Evaluating Road User Charging Systems".,Blekinge Institute of Technology

ARENA REPORT 2008:9. Sundberg, J., "PM kring legala frågeställningar"., SWECO VBB

ARENA REPORT 2008:10. Janusson, U., Berg, P and Udin, C., "ARENA DEMO"., SWECO VBB

ARENA REPORT 2008:11. Sundberg, J., "PM kring kostnadsberäkning"., SWECO VBB

ARENA REPORT 2008:12. Forss, M., Gustafsson, I., and Källström, L., "ARENA RUC Seminar 1 & 2 – Summary of the seminars"., NetPort.Karlshamn

ARENA REPORT 2008:13
Published papers produced within the project



ARENA
NetPort.Karlshamn
Biblioteksgatan 4 • 37435 Karlshamn • Sweden

Project partners:

Swedish Road Administration • SWECO • BMT Transport Solutions • Blekinge Institute of Technology • NetPort.Karlshamn



www.arena-ruc.se

