

V2Cyclist

Publik rapport



Författare: Johan Fagerlönn
Stefan Lindberg
Pontus Johannisson
Christian Jonasson
Darius Jakonis
Björn Norberg
Stefan Larsson
Johan Weman
Magdalena Lindman
Klas Elm
Andreas Grennvall

Datum: 2019-02-22

Projekt inom den strategiska satsningen Cyklar och andra fordon i säker och smart samverkan för en hållbar framtid.

FFI Fordonsstrategisk
Forskning och
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

SCANIA

VOLVO

Innehållsförteckning

1 Sammanfattning	3
2 Executive summary in English	3
3 Bakgrund.....	4
4 Syfte, forskningsfrågor och metod.....	5
5 Mål	5
6 Resultat och måluppfyllelse.....	6
6.1 Användarfall.....	6
6.2 Hjälmprototyp med V2X-kommunikation	7
6.3 Hjälmprototyp med molnkommunikation.....	10
6.4 Användargränssnitt.....	10
6.5 Utvärdering av användargränssnitt.....	11
7 Måluppfyllelse.....	14
8 Spridning och publicering.....	16
8.1 Kunskaps- och resultatspridning.....	16
8.2 Test och demo	17
8.3 Publikationer	18
9 Slutsatser och fortsatt forskning.....	18
10 Deltagande parter och kontaktpersoner	19
11 Referenser.....	19

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

Detta projekt syftar till att främja trafiksäkerheten, mobiliteten och attraktiviteten för cykling som färdssätt i framtida uppkopplade trafikmiljöer. Det huvudsakliga målet är att utforska samt demonstrera hur V2X-kommunikation kan fungera som effektiv informationsbärare mellan fordon och cyklist. I projektet har en teknisk infrastruktur tagits fram för att förmedla information från en bil till cyklist genom V2X-kommunikation. Utöver detta har en alternativ teknisk infrastruktur, som bygger på en molnlösning, anpassats för överföring av information till cyklisten. Informationen når cyklisten genom benledande hörlurar. Två användartester har genomförts där olika koncept för att förmedla informationen till cyklisten genom ljud och vibrationer har utvärderats. Resultatet visar att benledande teknik, i kombination med informativa ljud, kan skapa en god användarupplevelse för cyklisten. Projektet har särskilt visat att signaler med talmeddelanden kan vara lämpliga. Teknisk arkitektur och användargränssnitt har i projektet integrerats till en fungerande hjälmprototyp kopplad trådlöst till dedikerad V2X teknik. I prototypen integreras benledande vibrationselement i hjälmens spännband. Den alternativa teknikkedjan som bygger på en molnlösning utvecklades även till en testbar prototyp. Prototyputvecklingen i projektet har fokuserat på två användarfall som är särskilt riskfyllda för cyklister. I den ena situationen möter cyklisten en korsande bil (korsning). I den andra situationen kör bilen och cyklisten i samma färdriktning och bilen hinner ifatt cyklisten bakifrån. Ett event (test och demo) genomfördes i december 2018 för att demonstrera lösningarna till externa intressenter. Vid eventet fick intressenterna möjlighet att testa olika varianter av användargränssnittet inomhus, samt prototyperna vid cykling utomhus. Projektet har lyckats utforma fungerande tekniska lösningar (från fordon till användargränssnitt), samt demonstrerat möjligheter hos tekniska lösningar utvecklade särskilt för cyklister. Resultatet kan tas vidare i fortsatta utvecklingsprojekt av deltagare i projektets konsortium, såväl som externa intressenter med verksamheter kopplade till V2X och framtida trafikmiljöer. Projektarbetet har utförts av RISE Research Institutes of Sweden, POC, Scania, Volvo Personvagnar, Svensk Cykling och Kapsch.

2 Executive summary in English

This project aims to promote road safety, mobility and the attractiveness of cycling as a means of transport in future connected traffic environments. The main objective is to explore and demonstrate how V2X communication can function as an effective information carrier between motor vehicles and cyclists. In the project, a technical infrastructure has been developed to convey information from a car to a cyclist through V2X communication. In addition, an alternative technical infrastructure, based on a cloud solution, has been adapted for the transmission of information to the cyclist. The information reaches the cyclist through bone conduction headphones. Two user tests have been carried out where concepts for conveying the information to the cyclist through sound and vibrations have been evaluated. The result shows that bone-conducting technology, in combination with informative sounds, can create a good user experience. The project has shown in particular that voice messages can be appropriate. In the project, technical architecture and user interface have been integrated into a functioning helmet prototype connected to dedicated V2X technology. In the prototype, bone conduction elements are integrated into the helmet's straps. The alternative technology chain (cloud solution) was also developed into a prototype. The prototype development in the project has focused particularly on two use cases that are particularly risky for cyclists. In one situation, the cyclist meets an intersecting car (junction). In the second situation, the car and the cyclist drive in the same direction and the car catches up with the cyclist from behind. An event (test and demo) was conducted in December 2018 to demonstrate the solutions to external stakeholders. At the event, the stakeholders were given the opportunity to test different variants of the user interface indoors, as well as the prototypes when cycling outdoors. The project has succeeded in designing

functional technical solutions (from vehicles to user interfaces), as well as demonstrating the potential for technical solutions developed especially for cyclists. The results can be further taken on in R&D projects by participants in the project consortium, as well as external stakeholders with activities linked to V2X and future traffic environments. The project consortium consists of RISE Research Institutes of Sweden, POC, Scania, Volvo Cars, Swedish Cycling and Kapsch.

3 Bakgrund

V2X (Vehicle-to-Everything) är en övergripande term för tekniska system som hanterar kommunikation mellan fordon, infrastruktur och övriga trafikanter. Stora aktörer inom telekom står i startgroparna för implementering av tekniken med lösningar på komponent- och systemnivå. Cyklister som medtrafikanter förbises tyvärr ofta i denna diskussion och bör i högre utsträckning betraktas som likvärdiga andra trafikanter i trafiksystemet. I ett framtida trafiksystem med automatiserade fordon, elcyklar (vilket kan ge högre hastigheter för cyklister) och ökande cykelpendling bör interaktionen mellan cyklister och övrig trafikmiljö förbättras. Detta för att öka trygghet och trafiksäkerhet, samt göra cykling till ett attraktivare färdssätt. Detta projekt exemplifierar hur användande av V2C (Vehicle-to-Cyclist) kan implementeras för att ge cyklister användbar information och stärka cyklistens roll i en framtida uppkopplad trafikmiljö.

Det aktuella arbetet är delvis en fortsättning på det tidigare projektet "Smarta Aktiva Hjälmar", ett samarbete mellan POC och RISE Acreo (se vinnoavprojekt med diarienummer 2015-01474). I projektet integrerades en lågeffekt-radar i en cykelhjälme i syfte att detektera och varna cyklister för snabbare fordon i samma köriktning. I detta nya projekt adderas de möjligheter V2X-teknik tillför, samt ett ytterligare fokus på hur information ska överföras till cyklisten genom ett användargränssnitt. Kommunikation mellan cyklister och förare har utforskats i ett flertal projekt. I BikeCOM [1] skapades en mobiltelefonapplikation för att varna cyklister och bilförare för en möjlig kollision. 3G-nätverk användes för att skicka GPS-data till en server från både cykel och bil. En algoritm beräknar sedan risken för en möjlig kollision och varnar cyklist och förare med en ljudsignal. Lösningen hade vissa begränsningar i hårdvaruarkitekturen i form av låg uppkopplingshastighet, låg upplösning i GPS positionering samt trög signalbehandling i mobiltelefonen.

Volvo Cars, POC och Ericsson har demonstrerat hur cyklister och förare kan varnas vid situationer där de inte ser varandra (t.ex. vid gathörn eller i döda vinkeln). I projektet användes molnbaserad kommunikation mellan bil och cykelhjälme (via Bluetooth till mobiltelefon) för att dela positionsdata och varna för möjlig kollision [2]. Hjälmen informerar cyklisten med blinkande ljus och vibrationssignal.

Vad gäller interaktionen med cyklisten är det viktigt att informationen överförs på ett effektivt sätt utan att påverka trafiksäkerheten negativt. Här kan ljud vara en effektiv informationsbärare, bland annat eftersom överföringen inte blir beroende av visuell uppmärksamhet. Tidigare projekt har nyttjat ljudets möjligheter som informationsbärare (Se BikeCom ovan). Det är dock osannolikt att ett generellt uppmärksamhetsljud ger tillräcklig information för att stötta cyklisten i sitt beslutsfattande, särskilt med tanke på de olika typer av information som kan förmedlas i en V2X-kommunikation. En lovande strategi är istället att utforma signaler med associativt och betydelsebärande innehåll som är lätta att lära sig. Informerande ljuddisplayer som bygger ljudikoner och korta talmeddelanden har utvecklats och testats med fordonsförare med mycket lovande resultat (se projektet Methods for Designing Future Autonomous Systems, Vinnova diarienummer 2012-03678).

4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Ett huvudsakligt syfte med detta projekt är att höja trafiksäkerheten, mobiliteten och attraktiviteten för cykling som färdssätt i framtida uppkopplade trafikmiljöer. Genom att ta fram och demonstrera lösningar som exemplifierar hur V2X kan nyttjas i produkter och tjänster som möter cyklistens behov kan projektet vägleda och inspirera olika aktörer att fortsätta driva denna utveckling framåt. Projektet har inriktats på att ta fram en prototyp, som ska möta ett flertal av de utmaningar som en fungerande framtida V2X-lösning ställs inför. Prototypen ska utgöra ett "proof of concept" som visar på möjligheterna med dagens teknik och utvecklad interaktionsdesign.

Den huvudsakliga frågan som ska besvaras i detta projekt är: Hur kan V2X-teknik bidra till att främja mobilitet, trygghet och trafiksäkerhet vid transport med cykel? Arbetet har delats in i följande tre huvudsakliga utmaningar:

1. Identifiering av användarfall

En framtida lösning bör hantera trafiksituationer som är relevanta för cyklister. I syfte att demonstrera nyttan av ett tekniskt stöd har projektet inriktats på att identifiera användarfall som är särskilt kritiska för just cyklister. Denna kartläggning har genomförts utifrån olycksstatistik som registrerats av Volvo Cars i samband med olyckor där Volvobilar varit involverade. Användarfallen har sedan legat som grund för utveckling av prototyper i projektet.

2. Teknisk infrastruktur

Cyklisten måste ibland nås av varningssignaler på bråkdelen av en sekund. Detta ställer krav på en teknisk infrastruktur med tillräcklig signalkvalitet och låga överföringshastigheter. Andra utmaningar för hårdvaruarkitekturen handlar om matningsströmmen som krävs för att driva cykelhjälms elektronik, samt få elektronik och batteri att rymmas i hjälmen med tillräckligt skydd. Eftersom en cykelhjälm har som huvudfunktion att skydda cyklistens huvud, är en utmaning även hur elektroniken bör placeras i hjälmen. I detta projekt har därför en kartläggning genomförts för att identifiera möjliga tekniklösningar som kan möta dessa krav i dagsläget, samt vilka aspekter som är svåra att lösa. Arbetet har sedan inriktats på att skapa och testa en komplett teknikkedja, i form av en prototyp, från bil till cyklist med dedikerad V2X-teknik. Utöver detta har arbetet inriktats på att anpassa en alternativ teknikkedja baserad på en befintlig molnlösning.

3. Interaktionsdesign

För att nå en god effekt av en framtida implementation bör användargränssnittet kunna överföra informationen effektivt utan att vara onödigt distraherande. I projektet har arbetet inriktats på att ta fram och testa multimodala gränssnitt där ljud ingår som informationsbärare. En fördel med ljud är att signalerna kan uppfattas oavsett var cyklisten har visuellt fokus. Ljud kräver heller inte att cyklisten tittar bort från vägen för att ta till sig informationen, vilket minskar risken för visuell distraktion. Ett multimodalt system som använder flera sinnesmodaliteter kan dock vara mer effektivt för informationsöverföring än varje sinnesmodalitet ensamt för sig. Vidare minskar ett multimodalt system risken för sensorisk maskning, d.v.s. att man exempelvis missar en ljudsignal eller inte ser en visuell signal. I arbetet har lämplig teknik för användargränssnitt kartlagts, med särskilt fokus på benledande teknik. Koncept för signaler har designats och testats med slutanvändare i två användarstudier. Design och tester har utgått från de användarfall som identifierats i projektets som särskilt kritiska, men lösningarna har även utformats med hänsyn till att kunna hantera olika typer av information som kan vara aktuell för överföring via V2X i en framtida uppkopplad trafikmiljö.

5 Mål

Det huvudsakliga målet med projektet är att utforska samt demonstrera hur V2X-kommunikation kan fungera som effektiv informationsbärare mellan fordon och cyklist. Beaktandet av cyklisten som en likvärdig medtrafikant i utvecklingen av framtidens uppkopplade trafikmiljö bör bidra till

ökad trafiksäkerhet och fortsatt attraktivitet för cykling som färdssätt. Projektet kopplar till FFI:s övergripande mål och strategiska satsning på cyklar och andra fordon i en smart samverkan på följande sätt:

- Ökad säkerhet i trafiken: Projektet ska visa på en lösning som minskar risk för trafikolycka mellan cyklister och fordon genom effektiv kommunikation mellan cyklister och medtrafikanter. Projektet ska även utforska hur ljud fungerar som informationsbärare till cyklister, för att ge cyklister tillgång till kritisk information i trafikmiljön på ett säkert sätt.
- Hållbar transport och minskad miljöpåverkan: Projektet ska kartlägga hinder och skapa förutsättningar för cyklisten att ses som en jämlike med god tillgång till information i framtidens trafikmiljö. Detta gör cykeln som val av färdssätt mer attraktivt, vilket på sikt minskar CO2-utsläpp och oljeberoende.
- Höjd konkurrenskraft i industrin: Deltagande företag gör det möjligt att ta vidare resultatet och på sikt utveckla trafiksäkrare produkter inom cykelbranschen och fordonsindustrin. Projektet bidrar till att Sverige kan stärka sin position inom tillämpningar för uppkopplade fordon.

Projektet har genomförts med mål att generera följande resultat:

- En konfiguration för hård- och mjukvara för kommunikation mellan fordon och cyklist genom V2X-teknik.
- Ett användargränssnitt för effektiv informationsöverföring till cyklist som utformats i en användarcentrerad designprocess.
- En fungerande prototyp (hårdvara, mjukvara och användargränssnitt) för V2C-kommunikation som testas i realistisk användarmiljö.
- Ny kunskap kring möjligheter och utmaningar för implementation av V2C.
- Ett nytt konsortium med aktörer från forskning, tillbehörstillverkning, branschorganisation och fordonsindustri som kan arbeta vidare med att utveckla området i Sverige och internationellt.

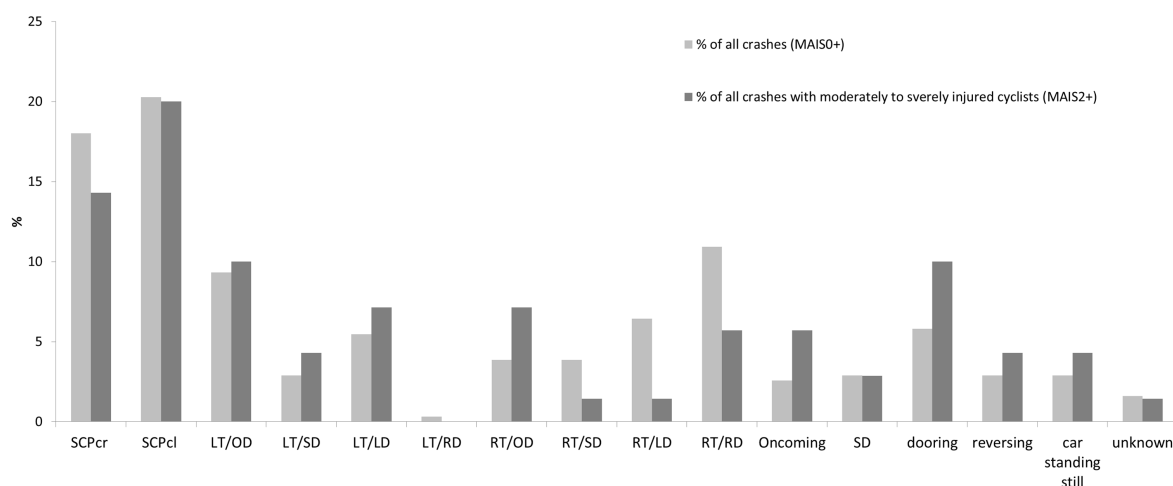
6 Resultat och måluppfyllelse

6.1 Användarfall

Projektet har prioriterat användarfall baserat på information om trafikolyckor där Volvobilar varit involverade och som dokumenterats i Volvo Cars Cyclist Accident Database [3]. Utifrån det statistiska underlaget har följande två typer av situationer prioriterats och legat till grund för prototyputvecklingen i projektet, se Figur 1:

- "Straight Crossing Path situations". I denna typ av situation kommer bilen rakt från höger eller vänster framför cyklisten. Enligt det statistiska underlaget är detta den vanligaste situationen där en cyklist och personbil kolliderar.
- "Same Direction situations". I denna typ av situation färdas cyklist och personbil i samma riktning. Situationen är särskilt utmärkande eftersom både cyklist och bil kan färdas i höga hastigheter (bilens kollisionshastighet var i genomsnitt 44 km/h i Same Direction-situationer, SD=27, jämfört med 17 km/h för övriga situationer där bilen kör framåt, dvs inte backar), vilket ökar risken för allvarliga olyckor med påtagliga skador.

Utöver dessa två situationer har projektet även prioriterat situationen "Dooring". I denna situation öppnar förare eller passagerare i personbilen en dörr, varpå cyklisten kolliderar med bilens dörr. Situationen har inte legat till grund för prototyputvecklingen inom ramen för projektet, men har hanterats inom utvecklingen av användargränssnittet.



Figur 1. Fördelning av konfliktsituationer i Volvo Cars Cyclist Accident Database, alla olyckor oavsett personskada samt olyckor med allvarlig personskada (MAIS2+).

6.2 Hjälmprototyp med V2X-kommunikation

Syftet med denna del av projektet var att konstruera en hjälm som kan kommunicera över V2X. Den mottagna informationen ska behandlas av systemet och när en potentiellt farlig situation detekteras ska cyklisten varnas via signaler från hjälmens gränssnitt. Målet för utvecklingen var att uppnå Technology Readiness Level (TRL-nivå) 6 och demonstrera tekniken i ett verkligt, om än arrangerat, testfall.

Systemöversikt

En systemöversikt finns i Figur 2. Fordonsdata kommuniceras mellan V2X-enheterna och strömmas till ett system integrerat i hjälmen via blåtand. Den mottagna informationen processas i en algoritm och när behov av användarfeedback uppstår sker detta med via benledning (se kapitel 6.4 Användargränssnitt för mer information).

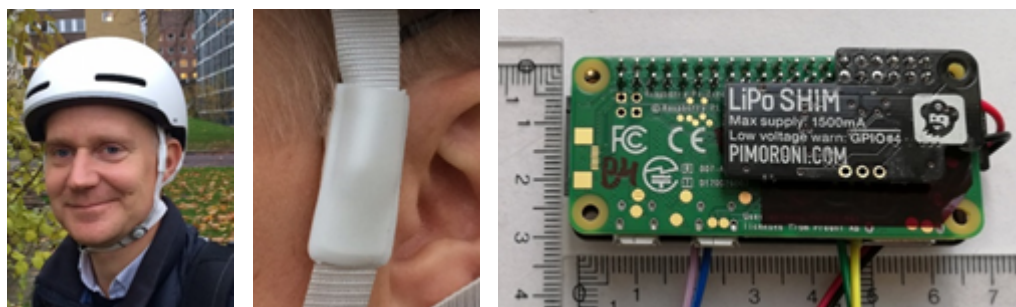


Figur 2. En översiktsbild av prototypen för V2X-kommunikation.

Att hantera en komplex trafiksituation med ett stort antal fordon som kommunicerar kräver en sofistikerad algoritm som effektivt uppfattar potentiella faror, men som samtidigt genererar bara en mycket liten mängd falska larm. På TRL-nivå 6 är bara en enklare algoritm nödvändig eftersom testerna sker i arrangerade miljöer. Fokus har i detta projekt lagts på två situationer som genererar ett stort antal olyckor mellan cyklar och bilar (se kapitlet 6.1 Användarfall ovan). Denna prototyp utvecklades för att kunna hantera situationstypen "Straight Crossing Path". Dessa uppstår när fordonen färdas på korsande vägar och algoritmens uppgift är därför begränsad till att upptäcka bilar från höger eller vänster som potentiellt kan kollidera med cyklisten.

Bilder på det konstruerade systemet finns i Figur 3. Till vänster ses hjälmen vid en av de förberedande testerna inför projektets test- och demoeven (se kapitel 8.2). Exteriört skiljer sig hjälmen inte från de serieproducerade enheterna, förutom att de benledande elementen har integrerats i de silikonskydd som finns över hjälmens remmar. En närbild i Figur 4 visar hur ett

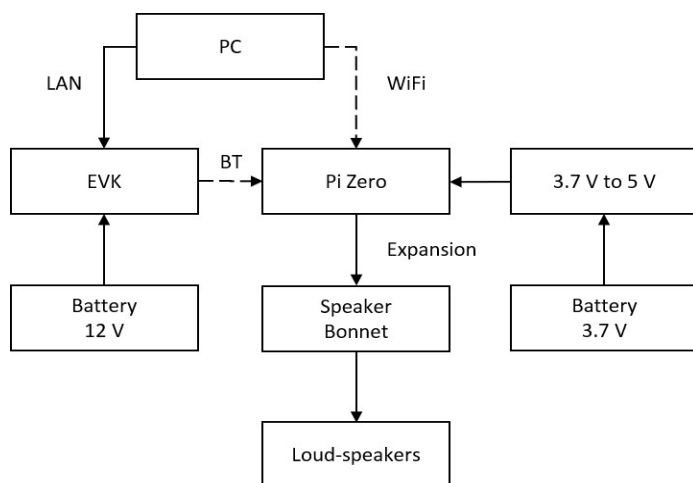
element ligger an mot huvudet, strax framför hörselgången. En bild på den enkortsdator som har använts finns i Figur 5. Denna är, tillsammans med ett batteri, integrerad i det stötskyddande materialet i hjälmens bakre del.



Figur 3-5. (3, vänster) Prototypsystemet under testning. (4, mitten) Benledande element i hjälmens rem. (5, höger) Hårdvara som integrerats i hjälmen.

Översikt över hårdvaran

Prototypsystemet har konstruerats av ett antal kommersiella komponenter, se Figur 6. V2X-kommunikationen hanteras dock av prototypenheter av typen EVK-3300 V2X Evaluation Kit från Kapsch TrafficCom AG. Dessa enheter är, i nuvarande generation, alltför stora för att integreras i hjälmen (lådans längd är 17 cm) och dessa har därför placerats i en ryggsäck som bärs av cyklisten, vilket bara är acceptabelt för ett prototypsystem. Naturligtvis vore det bättre att integrera även denna enhet i hjälmen eller, alternativt, placera den på cykeln. EVK-enheten kommunicerar autonomt med andra fordon via V2X, men strömmar också information till hjälmen via blåttand. Denna data beskriver fordonens positioner och hastigheter, alltså den typ av data som man får från GNSS (Global Navigation Satellite System). Data via blåttand kommuniceras i nuläget en gång varje sekund från EVK-enheterna, men det vore önskvärt att öka denna frekvens något för att få en bättre tidsupplösning i komplexa trafiksituationer.



Figur 6. En översikt av den hårdvara som ingår i prototypsystemet.

Behandlingen av data görs i en enkortsdator av typ Raspberry Pi Zero W (kallad RP), vilken är liten, ca 70 mm x 30 mm, och får plats i hjälmen. Denna typ av system ger god prestanda och lämpar sig mycket väl för ett prototypsystem. RP har kompletterats med ett litet ljudkort, Adafruit I2S Stereo Speaker Bonnet, som tar emot ljudsignalen från RP och driver vibrationselementen (benledande element). Vidare kopplas RP till ytterligare ett mindre kort för att kunna försörja RP från ett laddbart litiumjon-batteri.

RP och de två extra korten har monterats på ett kompakt sätt och har sedan kapslats i en liten 3D-printad låda, vilken sedan monterades i hjälmen. Prototypsystemet startas genom att man ansluter batteriet via en kabel. Förutom att EVK-enheten inte är integrerad har denna modell för implementationen fördelen att hela systemet finns på plats när användaren tar på sig hjälmen.

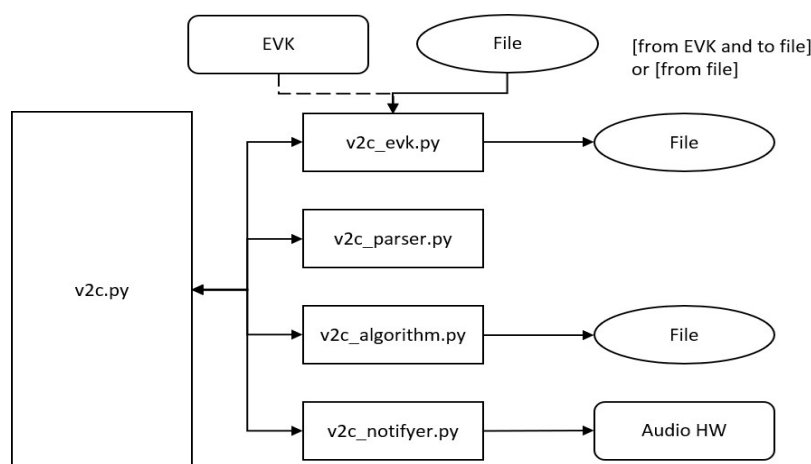
Alternativa implementationer, som till exempel att använda en app i en mobiltelefon eller att använda externa hörlurar, resulterar i ett system som består av flera delar.

Översikt över mjukvaran

Operativsystemet i RP är en speciellt framtagna linuxdistribution (Raspbian). Denna skrivs till ett SD-kort och RP kan sedan bootas. Prototypen har konfigurerats att ansluta till ett trådlöst nätverk och administreras sedan över ssh (secure shell). Ljudkortet behöver konfigureras och pythonstöd för blåttand måste installeras, men i övrigt består mjukvaran av den kod som utvecklats inom ramen för projektet.

En översikt av mjukvaran finns i Figur 7. Koden är implementerad i Python, vilket erbjuder snabb och effektiv utveckling för ett prototypsystem, och består av fyra större block.

- Ett EVK-objekt hanterar kommunikationen med EVK-enheten, men kan alternativt läsa tidigare mottagen data från fil när andra delar i mjukvaran utvecklas. All data från EVK-enheterna loggas till fil på den form den tas emot för senare återanvändning eller inspektion.
- En parser hanterar den ström av XML som kommer från EVK-objektet. Denna har baserats på en biblioteksrutin och bygger en datastruktur i minnet innehållande paket med information som tillhandahålls till algoritmen.
- En algoritm tar emot och processar datapaketerna från parsern. Detta beskrivs mer i detalj nedan. Resultatet av detta är en tillståndsvektor med information om vilken typ av trafiksituation som föreligger. Algoritmen loggar också sitt resultat till fil för visualisering eller inspektion.
- Feedback till användaren ges av ett "notifier"-objekt. Denna tittar på det aktuella tillståndet och när en varning ska ges till användaren görs detta via audiosystemet och vibrationselementen. Exakt vilken varning som genereras bestäms av designen av ljud/vibrationssignaler, vilken bestäms i förväg för olika risksituationer.



Figur 7. En översikt över den mjukvara som konstruerats för prototypsystemet (V2X prototyp).

Som tidigare nämnts är algoritmen relativt enkel i denna prototyp. De två olika varningar som kan ges är "fordon från vänster" och "fordon från höger", men dessa ges i två olika varningsnivåer (se kapitlet 6.4 Användargränssnitt. Mer specifikt så används varje inkommande datapaket för att kontrollera om cyklistens och det aktuella fordonets extrapolerade rutter har en skärningspunkt. Om så är fallet kontrolleras hur lång tid som återstår till denna. Är tiden väldigt kort (ett par sekunder) ges en varning med hög kritiskhet/prioritet. Återstår en något längre tid ges feedback med syfte att göra cyklisten uppmärksam på trafiksituationen. Naturligtvis ges ingen feedback om lång tid återstår till dess att cyklisten och det aktuella fordonet är nära varandra.

Det finns en lång rad med möjliga förbättringar för algoritmen, men dessa faller utom ramen för det aktuella projektet. Exempel på detta är att hantera fler trafiksituationer med fler fordon inblandade. För att göra förutsägelserna mera pålitliga bör man också ta hänsyn till kartdata och bedöma hur de olika fordonen sannolikt kommer att röra sig. Vidare finns möjligheten att ta

hänsyn till ytterligare sensorer eller information. Till exempel kan man använda en magnetometer för att förbättra kursinformationen för cyklisten och/eller veta vart hen tittar. Om ytterligare data erhålls från fordonen, som exempelvis information om ifall en körriktningsvisare används, så erbjuder det också möjligheter till en bättre bedömning av situationen.

Sammanfattning

Sammanfattningsvis så fungerar prototypsystemet i allt väsentligt enligt den ursprungliga specifikationen (för den utvalda kritiska situationen). Systemet testades framgångsrikt under projektets test- och demodagar, både med en bil och med en annan cyklist som externt fordon. De benledande elementen är inte monterade på ett lika optimalt sätt i jämförelse med en kommersiell produkt (benledande hörlurar), och ljudet har därför upplevts som lågt av testpersonerna. De övriga problem som uppstod under demodagarna var av mindre allvarligt slag och kunde avhjälpas på plats. De bekymmer som uppstod med GNSS-positioneringen i EVK-enheterna förväntas inte heller uppstå när de är ordentligt integrerade i fordonet. Det återstår dock att kontrollera hur väl systemet fungerar i en miljö där GNSS-satelliterna skuggas av byggnader etc.

6.3 Hjälmprototyp med molnkommunikation

En utvecklad applikation för mobiltelefon (POC SEE ME) skickar GPS-relaterad data till Volvo Cloud. Denna data används sedan av Volvo Cloud för att ständigt beräkna möjligheten att en cyklist och bil kommer i närheten av varandra. Om bilen och cyklisten närmar sig varandra kan båda parter informeras av molnet genom varningar.

Cyklisten använder applikationen (telefon) POC SEE ME för att ansluta till Volvo Cloud. Applikationen ansluts sedan till benledande hörlurar och skickar eventuella varningar till cyklisten. Applikationen varnar cyklisten via multimodala signaler (tonalt ljud, tal och vibration). Närvarovarningar skickas till cyklisten när en bil närmar sig cyklisten bakifrån. Den första varningen (medelhög kritiskhet/prioritet) aktiveras vid 200 meter och en mer intensiv varning (hög kritiskhet/prioritet) följer vid 100 meter. Genom att skicka varningarna kan vi se till att både föraren och cyklisten har förbättrad situationsmedvetenhet, vilket kan bidra till att minska risken för kollisioner.

6.4 Användargränssnitt

Projektet har utvärderat ett flertal olika koncept för användargränssnitt (signaler till cyklisten). Detta kapitel beskriver de tre koncept som visades i projektets test- och demoevent, vilket inkluderade ett användartest (se studie 2 nedan). En översiktsbild av de tre koncepten kan ses i Figur 8. Koncept 1 implementerades i båda prototyperna som togs fram i projektet och användes vid test- och demoeventet.



Figur 8. Översiktsbild över designkoncept för användargränssnitt.

Koncept 1 - Tal. Detta koncept består av en kombination av vibration, tonalt ljud och talmeddelande. Vid medelhög kritiskhet (prioritet) finns mer tid för cyklisten att reagera. Här spelas först vibration och ton i en sekvens. Både vibration och ljud har en mild karaktär för att uttrycka en måttlig grad av kritiskhet. Därefter följer ett talmeddelande som beskriver faran och dess riktning (t.ex. bil höger). Även talet har en lugn karaktär och föregås av en liten paus. I den kritiska signalen (hög kritiskhet/prioritet) spelas först vibrationer och toner som utformats för att uttrycka en högre grad av kritiskhet. Dessa följs snabbt upp av ett talmeddelande med ett mer kritiskt uttryck. Ljudets riktning användes även för att indikera i vilken riktning cyklisten bör titta.

Koncept 2 - Ikon. Dessa signaler har samma uppbyggnad som koncept 1. Skillnaden är att talmeddelandena bytts ut mot ljudikoner.

Koncept 3 - Tal 2. Detta koncept var snarlikt koncept 1. Skillnaden är att signalerna inte innehöll några tonala ljud. Syftet var att skapa mindre komplexa signaler.

6.5 Utvärdering av användargränssnitt

Två utvärderingar av användargränssnitt genomfördes i projektet. Vid båda tillfällena utvärderades lämpligheten hos olika koncept (typer av signaler) för att överföra information från hjälmen till cyklisten. I denna rapport presenteras metod, resultat och slutsatser på ett övergripande sätt. Mer detaljerade beskrivningar är tänkta att publiceras i vetenskapliga artiklar under 2019. För mer information kring resultatet och studierna går det även bra att kontakta projektledaren Johan Fagerlönn (johan.fagerlonn@ri.se) på RISE.

Studie 1

Den första utvärderingen genomfördes i juni 2018 i ett lyssningsrum på Scania i Södertälje. Syftet med studien var att undersöka lämpligheten (kognitiv lämplighet och acceptans) hos olika signaltyper för att överföra information, samt lämpligheten hos benledande teknik (bone conduction) för detta ändamål. 18 personer (12 män och 6 kvinnor) deltog i studien. Deras ålder varierade mellan 27 och 55 år (medel 39,2 år).

Apparatur

Lyssningsrummet (se Figur 9) har ett högtalarsystem bestående av sju satellithögtalare (Genelec 8260) samt en subwoofer (genelec 7271A). Detta högtalarsystem användes för att spela omgivningsljud/trafikljud. Vid genomförande av testet satt försökspersonerna på en träningscykel och upplevde en trafikmiljö på en skärm placerad framför cyklisten. På skärmen spelades en några minuter lång film där en cyklist cyklar genom en stadsmiljö. Nivån på omgivningsljudet i filmen kalibrerades i lyssningsrummet för att överensstämja med nivån i verkligheten. Utöver det inspelade ljudet lades även en del ljud på (t.ex. sirener) i efterbearbetning. Signaler spelades upp genom ett par benledande hörlurar (Aftershock Air). Förutom trafikmiljön på film fick försökspersonerna även uppleva en kritisk situation i VR glasögon (HTC Vive) samtidigt som de satt på träningscykeln. Denna situation bestod av att en lastbil svängde in från vänster framför cyklisten i en korsning. Det fanns ingen koppling mellan cyklistens beteende (hur snabbt de trampade etc.) och filmen eller VR-miljön.

Signaltyper

Följande tre signaltyper testades i utvärderingen.

Koncept Tal: Signalerna i detta koncept består av två delar. Första delen innehåller information om hur kritisk signalen är och består av ett abstrakt ljud i kombination med en vibration. Det fanns två nivåer av kritiskhet. Syftet är att cyklisten snabbt och enkelt ska uppfatta hur kritisk situationen är. Därefter följer ett talmeddelande som syftade till att vägleda eller informera cyklisten om den specifika händelsen. Ljudets riktning används för att vägleda cyklistens uppmärksamhet.

Koncept Ikon: Dessa signaler har samma uppbyggnad som koncept Tal. Skillnaden är att talmeddelandena bytts ut mot ljudikoner. Exempelvis användes en tuta för att representera en bil.

Koncept Dynamisk: Detta koncept består av två signaler som spelades i den riktning faran finns. Ljuden ska uttrycka olika grad av kritiskhet och består av musikaliska instrument. Den mer kritiska signalen har en eskalerande effekt (tempot ökar) för att skapa en känsla av ökad kritiskhet. Detta koncept skulle kunna utvecklas vidare genom att dynamisk anpassa sig till situationens kritiskhet. I studien testades dock bara två distinkta signaler (nivå av kritiskhet).

Metod

Varje test bestod av tre omgångar, en för varje koncept. I varje omgång gick testledaren först igenom designen av konceptet. Därefter fick personerna uppleva signaler samtidigt som de cyklade på träningscykeln och tittade på filmen. Efter att de upplevt varje koncept fick de bedöma sin upplevelse i ett formulär. De fick sedan ta på sig VR glasögonen, uppleva den kritiska situationen i VR, samt skatta sin upplevelse av signalen.

Data samlades in genom ett formulär. I formuläret fick försökspersonerna använda skattningsskalor och fri text för att beskriva sin upplevelse av signaltyperna och hörlurarna. Skattningsskalorna bestod i stor uträkning av Likert skalor som sträckte sig mellan 1 (håller inte alls med) till 7 (instämmer fullständigt). För att studera acceptans användes även en metod av Van der Laan, Heino och De Waard [4]. Metoden består av nio skattningsskalor (mellan -2 och 2) som summeras i två värden, "usefulness" och "satisfaction". Värden mellan 0 och 2 indikerar en positiv acceptans.



Figur 9. Utvärdering av designkoncept i lyssningsrum hos Scania.

Resultat

Nedan följer övergripande resultat från analysen:

- Försökspersonerna tyckte den benledande tekniken var lämplig för ändamålet. Påståendet "Benledande hörlurar är ett bra sätt att förmedla signaler till cyklister" fick medelvärdet 6,2 (skala 1-7), standardavvikelse 0,8.
- Det fanns på förhand en misstanke om att signalerna (vibrationer mot huvudet) kunde vara obehagliga för cyklisten. Resultatet visade dock att de allra flesta inte hade den uppfattningen, särskilt för koncepten Ikon och Tal. Påståendet "Signalerna var obehagliga" fick medelvärdet 2,3 (standardavvikelse 1,3) för Tal, 1,8 (standardavvikelse 1,2) för Ikon och 3,6 (standardavvikelse 1,8) för Dynamisk (skala 1-7).
- Vad gäller acceptans fick koncepten Tal och Ikon ganska höga värden av "usefulness" och "satisfaction". För konceptet Tal blev resultatet 0,8 respektive 0,7. För Ikon blev resultatet 0,6 respektive 0,9. Konceptet Dynamisk resulterade i en hög nivå av "usefulness" (0,7) medan satisfaction hamnade på 0,0.
- Vad gäller övergripande favorit tyckte personerna mest om konceptet Tal då de upplevde signalerna i samband med filmen på skärm. 10 av 18 personer (56%) föredrog Tal mest

medan endast 3 personer föredrog Dynamisk mest. Intressant nog blev resultatet annorlunda vid upplevelsen i VR. Här föredrog 50% av personerna Dynamisk medan 33% föredrog Tal. Resultatet kan bero på att personerna inte tyckte koncepten Tal och Ikon motsvarande den höga grad av kritiskhet i situationen som utspelade sig i VR. Detta togs vidare i utvecklingen av koncept inför studie 2.

- Resultatet indikerade att personerna hade problem att skilja på olika nivå av kritiskhet i koncept Tal och Ikon. Det fanns även indikationer på att mappningen mellan ljudens informativa delar (Tal och Ikon) och trafikhändelser var svårbegriplig. Detta skulle kunna öka den kognitiva belastningen och påverka prestationen negativt. Dessa indikationer togs därför vidare i utvecklingen av nya koncept inför studie 2.
- Försökspersonerna fick även bedöma skillnad i upplevd realism mellan att cykla framför en tv skärm samt VR miljön. Här tyckte 15 av 18 personer (83%) att upplevelsen av att cykla kändes mer realistisk i VR miljön.

Studie 2

Den andra studien genomfördes inomhus och utomhus hos Volvo Cars i Göteborg i december 2018. Syftet med studien var att undersöka lämpligheten (kognitiv lämplighet och acceptans) hos olika koncept (typer av signaler) för att överföra information till cyklisten. Studien inriktade sig särskilt på erfarna cyklister. 18 personer (12 män och 6 kvinnor) deltog i studien. Deras ålder varierade mellan 27 och 55 år (medel 39,2 år).

Apparatur

Till testet inomhus användes en cykel uppställd på en "trainer" framför en tv-skärm. På skärmen visades en film med olika kritiska trafiksituationer. Omgivningsljud spelades upp genom ett par Genelec 8020A högtalare. Signaler spelades upp genom ett par Aftershock Air (bone conduction) hörlurar. Vid testet utomhus cyklade försökspersonerna på två olika raksträckor. Signaler spelades upp genom V2X-prototypen (med bone conduction element integrerat i hjälmen) och i Aftershock Air hörlurar (för prototypen baserad på molnlösning).

Signaltyper

I utvärderingen testades de tre koncept som finns beskrivna i kapitlet 6.4 Användargränssnitt.

Metod

Testet inomhus bestod av tre omgångar, en för varje koncept. I varje omgång fick försökspersonerna uppleva en ca två minuter film (samma film för varje koncept) samtidigt som de satt på den stillastående cykeln. Efter att de upplevt varje koncept fick de bedöma sin upplevelse av signalerna i ett formulär.

Vid testet utomhus fick försökspersonerna uppleva en signaltyp (koncept 1) i de två prototyperna. För V2X-prototypen fick personerna uppleva en situation där bilen kommer rakt från höger eller vänster framför cyklisten (straight crossing path situation). För molnprototypen fick personerna uppleva en upphinnande situation där bilen närmar sig bakifrån (same direction situation). För några försökspersoner fungerade bara molnprototypen. Efter att de upplevt signalerna utomhus fick personerna bedöma sin upplevelse av signalerna via skattningsskalor och fri text. Skattningsskalorna bestod av Likert skalor som sträckte sig mellan 1 (håller inte alls med) till 7 (instämmer fullständigt).

Resultat

Nedan följer övergripande resultat från studien.

- Resultatet visade att personerna tyckte de talbaserade varningarna var särskilt effektiva. Påståendet "Signalerna gav mig information på ett effektivt sätt", vilket försökspersonerna bedömde i samband med cyklingen inomhus, resulterade i ganska höga medelvärden för samtliga tre koncept. Koncept 3 och 1 (talbaserade signaler) fick medelvärde 6,2 respektive 5,9 (skala 1-7) samt standardavvikelse på 0,6 respektive 1,1. Koncept 2 (ikonbaserade signaler) fick något lägre medelvärde (4,8 och standardavvikelse 1,6).

- Personerna tyckte inte att signalerna var obehagliga. Koncept 1-3 resulterade i medelvärden mellan 1,4 och 1,6 (skala 1-7). Ingen person gav en högre skattning än 3 för detta påstående.
- Vad gäller acceptans fick personerna ta ställning till om de tyckte signalerna var bra, samt ifall de kan tänka sig köpa en hjälm med signalerna. Vad gäller påståendet "Signalerna var bra" fick koncept 1 medelvärde 5,5, koncept 2 medelvärde 4,25 och koncept 3 medelvärde 5,4. Påståendet "Jag kan tänka mig köpa en hjälm med dessa signaler" resulterade i ett medelvärde på 5,4 för koncept 1, ett medelvärde på 4,25 för koncept 2 och ett medelvärde på 5,25 för koncept 3. Detta resultat indikerar att användarupplevelsen var bättre för de talbaserade signalerna jämfört med det ikonbaserade signalerna.
- I samband med cyklingen utomhus fick personerna ta ställning till påståendet "Jag tror denna typ av signaler från en cykelhjälm skulle vara användbara i en verklig trafikmiljö". Notera att personerna testade talbaserade signaler utomhus. Detta resulterade i ett högt medelvärde på 6 (skala 1-7), standardavvikelse 0,8. Ingen av cyklistererna gav en lägre skattning än 5, vilket visar att alla deltagare tror signalerna skulle vara användbara.
- Försökspersonerna fick ange vilket koncept de föredrog mest i samband med cyklingen inomhus. Här valde 5 personer koncept 1, medan 4 respektive 3 personer valde koncept 3 och 2. Totalt föredrog alltså 9 av 12 personer (75%) något av de talbaserade koncepten.

Slutsatser från användartesterna

Resultatet från de två användartesterna har resulterat i följande slutsatser:

1. Enligt resultatet verkar benledande teknik (bone conduction) vara en lämplig metod att överföra information till cyklister. I studierna nyttjades teknikens möjligheter att både skapa ljud och vibrationer, vilket har verkat resultera i en god användarupplevelse för flera testade koncept. Trots placeringen av elementen på sidan av huvudet verkar de heller inte skapa känslor av obehag för de allra flesta personer.
2. Flera koncept som testades i de två studierna fungerade bra. Särskilt resultatet från studie 2 visade att talbaserade gränssnitt kan vara användbara. Gränssnitt som byggde på mer abstrakta ljud (ljudikoner) ansågs inte riktigt lika bra. Det är dock svårt att förutspå hur resultatet skulle bli ifall personerna fått uppleva signalerna under längre tid än i de aktuella studierna. Möjligen kan det även funnits ikoniska ljud som bättre representerar trafikhändelserna. En fördel med ikonbaserade signaler kan vara att de inte är språkberoende. Dock kan tal alltid vara fördelaktigt i situationer som uppkommer sällan, då ljudikonerna kan behöva en viss inläring.
3. I studie två fick erfarna cyklister testa ett talbaserat gränssnitt (koncept 1) vid cykling utomhus. Alla cyklister angav sedan att de tror dessa typer av signaler skulle vara användbara i en verklig trafikmiljö. Detta indikerar att implementation av funktionaliteten (stöd via V2X eller annan trådlös teknik) och de testade multimodala signalerna skulle kunna utgöra ett användbart stöd för cyklister. Framtida studier som studerar objektiva effekter är dock nödvändigt för att bättre förstå denna potential.

7 Måluppfyllelse

Projektet har genererat följande resultat:

- **En konfiguration för hård- och mjukvara för kommunikation mellan fordon och cyklist genom V2X-teknik.** Konfigurationen består av en komplett teknisk arkitektur för V2X-kommunikation mellan en bil och en cyklist.
- **Sex olika koncept av användargränssnitt för effektiv informationsöverföring till cyklist.** Koncepten har testats med slutanvändare. Ett koncept har även implementerats i projektets prototyper och testas med användare och intressenter i en verklig kontext. Studiernas resultat

visar att flera av koncepten har god potential att kunna skapa effektiv och trafiksäker kommunikation i en framtida implementation.

- **En fungerande prototyp (hårdvara, mjukvara och användargränssnitt) för V2C-kommunikation som testas i en realistisk användarmiljö.** Testerna visade att den tekniska arkitekturen fungerar för ett specifikt användarfall som är särskilt relevant för cyklister.
- **En prototyp med alternativ teknisk infrastruktur.** Prototypen bygger på en molntjänst och utgår från ett befintligt system som utvecklats av POC och Volvo Cars. Även denna prototyp fungerade väl i tester med användare och demonstrationer med intressenter som genomfördes i projektet.
- **Ny kunskap kring möjligheter och utmaningar för implementation av V2C.** Projektet har visat att utvecklade produkter med V2X-teknik med inriktning på cyklister har potential att fylla viktiga funktioner. Nuvarande teknik möjliggör fungerande användbar kommunikation till cyklisten. Däremot verkar tekniken för V2X ej ännu anpassad för att exempelvis integreras i en hjälm.
- **Ett nytt konsortium med aktörer från forskning, tillbehörstillverkning, branschorganisation och fordonsindustri som kan arbeta vidare med att utveckla området i Sverige och internationellt.** Efter att projektet inletts har konsortiet även kompletterats med Kapsch som tillhandahåller teknik dedikerad för V2X kommunikation.

Det huvudsakliga målet med projektet är att utforska samt demonstrera hur V2X-protokollet kan fungera som effektiv informationsbärare mellan fordon och cyklist. Utveckling av projektets prototyper och användargränssnitt, samt den öppna demonstration som genomförts, innebär att projektet nått sitt huvudsakliga mål. Resultatet främjar även FFI:s övergripande mål och strategiska satsning på cyklar och andra fordon i en smart samverkan på flera sätt:

- **Ökad säkerhet i trafiken:** Projektet har skapat och demonstrerat tekniska lösningar som visar hur risken för trafikolyckor kan minskas genom effektiv kommunikation mellan bilar och cyklister. Projektet har även visat att stöd till cyklisten kan upplevas som användbart, samt hur ljudbaserade multimodala gränssnitt har god potential att nyttjas som informationsbärare för att tillhandahålla information på ett effektivt och säkert sätt. Ytterligare forskning är dock nödvändig för att bättre förstå potentialen hos tekniska lösningarna interaktionsdesignen utifrån ett trafiksäkerhetsperspektiv. Genom att fokusera den tekniska funktionaliteten till en cykelhjälm är det även rimligt att projektets resultat på sikt kan bidra till ökat hjälmanvändande.
- **Hållbar transport och minskad miljöpåverkan:** De initiala lösningar som tagits fram i projektet, samt nya insikter kring upplevd användbarhet av lösningarna, kan utgöra en utgångspunkt och inspiration i en fortsatt teknisk utveckling där cyklister ses som en jämlik medtrafikanter med god tillgång till information. Detta kan på sikt bidra till att cykeln kan utgöra ett mer attraktivt val av färdssätt, vilket på sikt minskar CO2 utsläpp och oljeberoende.
- **Höjd konkurrenskraft i industrin:** Deltagande företag kan ta vidare resultatet och på sikt utveckla trafiksäkrare produkter inom cykelbranschen och fordonsindustrin. Projektets öppna resultatspridning och demonstration möjliggör för andra Svenska aktörer att inspireras och driva utveckling framåt. Projektet bidrar därmed till att Sverige kan stärka sin position inom tillämpningar för uppkopplade fordon.

8 Spridning och publicering

8.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	Projektet har genererat insikter om interaktionsdesign och teknisk arkitektur för tekniska lösningar för cyklister som kan höja både trafiksäkerhet och attraktivitet för cykling som färdssätt. Projektet har spridit resultat inom projektconsortiet. Då konsortiet består av ett antal aktörer med olika intresse i utveckling och användande av V2X innebär detta en värdefull spridning för att projektet ska skapa effekter på sikt. Projektet anordnade ett öppet event under två dagar där externa intressenter bjöds in för att testa och ta del av resultatet. Projektet har visats upp av POC på mässan Eurobike i juli 2018. Projektet har resulterat i ett examensarbete och öppen rapport med specifikt fokus på interaktionsdesign för att informera cyklister om trafikhändelser. Projektets användartester har genererat forskningsresultatet som planeras att publiceras under 2019. Utöver detta har information om projektet presenterats av projektparterna vid möten med externa kunder, samarbetspartners och kontakter. Vidare presentationer och demonstrationer av prototyperna kan utföras även efter projektets avslut.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Projektet har haft en dialog med det pågående FFI projektet SEBRA, som fokuserar på tillämpning av radarlösningar för cyklister. Initiala planer finns kring att kunna testa utvecklad interaktionsdesign från V2Cyclist i objektiva studier i SEBRA.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt	X	POC kan arbeta vidare med projektresultatet och på sikt även kommersialisering. Det finns en potentiell skalning av lösningen till att omfatta innefatta såväl hjälmar som cykelkläder och även cyklar i sig, samt möjliga implementationer i bilar, chip med mera.

		Kapsch, som deltog i projektet som teknikleverantör, kan använda projektresultatet som utgångspunkt för att utveckla V2X lösningar anpassade för cyklister (storlek på hårdvara, anpassad strömförsörjning etc.). Scania och Volvo Cars arbetar aktivt med förbättrad säkerhet för cyklister. Projektets resultat kan utgöra en grund till vilka trafiksituationer, samt vilken extern kommunikation, som behöver beaktas i deras kommande utveckling.
Introduceras på marknaden		Det är i dagsläget ett antal utmaningar och vidareutveckling som återstår innan projektresultatet kan omsättas i en färdig produkt, särskilt då det gäller en lösning som bygger på V2X teknik.
Användas i utredningar/regelverk/ tillståndsärenden/ politiska beslut		Projektet har inte haft några direkta kopplingar till detta. Det är dock tydligt att cyklister inte varit en prioriterad användargrupp vid utveckling av standardisering för V2X. Projektets resultat kan därför utgöra ett inspel till aktörer med inriktning på standardisering.

8.2 Test och demo

I slutet av projektet anordnades en "Test och demo". Eventet anordnades hos Volvo Cars Visitors Centre i Göteborg och pågick under två dagar (se Figur 10-11). Syftet med dagarna var dels att genomföra en användarstudie, dels att bjuda in intressenter för att ta del av projektets resultat. Totalt deltog 38 personer (12 slutanvändare och 26 intressenter). Intressenterna kom från 14 olika organisationer. Eventet genomfördes i form av besök av mindre grupper, vilket möjliggjorde att alla personer fick möjlighet att faktiskt testa lösningarna. Vid eventet fick användare och intressenter dels testa tre olika versioner av användargränssnitt. Detta genomfördes inomhus med hjälp av en stillastående cykel uppställd på en trainer framför en skärm. Dels fick personerna möjlighet att uppleva prototyperna vid cykling utomhus (V2X-prototypen kunde inte upplevas av samtliga deltagare). Cyklingen och interaktionen med fordon genomfördes i en kontrollerad miljö utanför Volvo Cars Visitors Centre. Med intressenterna genomfördes avslutningsvis en diskussion där idéer och feedback kunde utbytas mellan projektets parter och intressenterna.



Figur 10-11. Projektet anordnade test- och demodagar på Volvo Cars Visitors Center under två dagar i december 2018. Intressenter och testpersoner fick bland annat chansen att testa prototyperna under kontrollerade former i utomhusmiljö.

8.3 Publikationer

Ett examensarbete för en civilingenjörsexamen har genomförts inom ramen för projektet. Studenten Anton Nordmark vid Luleå tekniska universitet genomförde ett arbete där han fokuserade på interaktionsdesign för en cykelhjälm. Fokus låg särskilt på att kombinera ljud och vibrationer i nya typer av sammansatta signaler för effektiv kommunikation. Examensarbetet, med titeln "Designing multimodal warning signals for cyclists of the future", presenterades 23 januari 2019 vid Luleå tekniska universitet.

Forskningspublikationer, med särskilt fokus på interaktionsdesign, planeras att publiceras under 2019.

9 Slutsatser och fortsatt forskning

Det huvudsakliga målet med projektet är att utforska samt demonstrera hur V2X-kommunikation kan fungera som effektiv informationsbärare mellan fordon och cyklist.

I projektet utformades och demonstrerades två prototyper som med hjälp av olika teknisk arkitektur kan överföra information från en bil till cyklist i kritiska trafiksituationer. Arbetet har visat hur dedikerad V2X-teknik kan utformas och användas för att stötta cyklister. Detta kan skapa förutsättningar för framtagande av nya tillbehör för cyklister som bidrar till ökad trafiksäkerhet, mobilitet och attraktivitet för cykling som färdssätt. Samtidigt har projektet konstaterat att nuvarande V2X-teknik verkar vara alltför skrymmande för att integreras i exempelvis en cykelhjälm. I en av projektets prototyper (den med V2X-teknik) fick V2X-enheten bäras i en ryggsäck. Fortsatt utveckling är nödvändig som inriktar sig på att skapa V2X-teknik som på enklare sätt kan bäras av cyklister och oskyddade trafikanter eller exempelvis monteras i en hjälm. Fortsatt forskning bör även utreda hur väl denna typ av teknisk lösning fungerar i miljöer där GNSS satelliter skuggas av byggnader etc.

För utvecklingen av projektets andra prototyp anpassades en teknikkedja som bygger på en molnlösning (Volvo Cloud) för att överföra information till cyklisten. Även denna arkitektur fungerade bra och kunde demonstreras i projektet för en specifik trafiksituation. I jämförelse med V2X-prototypen kan denna lösning anses ligga närmare utveckling av en kommersiell produkt. En potentiell fördel med en V2X-lösning är dock att på sikt kunna ta tillvara på utvecklingen av en standardiserad och snabb direktkommunikation mellan olika användare i trafikmiljön. Det kan även vara smidigt för användaren att slippa hantera en extern applikation i exempelvis en telefon.

Projektets användartester indikerar att benledande element (bone conduction headphones), i kombination med informativa ljud och vibrationssignaler, kan ge en god användarupplevelse. Resultatet visar särskilt att korta talmeddelanden verkar användbart. Information genom ljud och vibrationer kan vara särskilt fördelaktigt med tanke på att de inte kräver visuell uppmärksamhet. Fortsatt forskning är dock nödvändig för att studera objektiva effekter för olika designkoncept. Ett förslag till nästa steg är att utföra tester i en cykelsimulator där responstid och beteende kan studeras.

Projektet har visat hur information kan förmedlas från en bil till cyklist för att stötta cyklisten i två specifika trafiksituationer. En stor utmaning inför en framtida implementation är att ta fram modeller och system för att kunna hantera en stor mängd fordon och objekt. Detta för att kunna utföra beräkningar och prediktioner som medför att cyklisten (och andra användare) får information som är relevant och användbar samtidigt som antalet "falskvarningar" minimeras. Särskilt i folktäta och trafikerade områden kan detta bli utmanande. Med utgångspunkt i att cyklister utgör användare i en uppkopplad trafikmiljö, bör fortsatt utveckling inom detta området inkludera cyklister och deras rörelsemönster. Möjligheter finns förmodligen att förbättra de prototypsystem som tagits fram i detta projekt genom att nyttja fler sensorer som ger ytterligare information om cyklistens beteende.

10 Deltagande parter och kontaktpersoner

RISE Research Institutes of Sweden

- Johan Fagerlönn, johan.fagerlonn@ri.se
- Christian Jonasson, christian.jonasson@ri.se

POC

- Johan Weman, johan.weman@pocsports.com

Scania

- Stefan Larsson, stefan_y.larsson@scania.com

Svensk Cykling

- Klas Elm, klas.elm@branschkansliet.se

Volvo Personvagnar

- Magdalena Lindman, magdalena.lindman@volvocars.com

Kapsch TrafficCom

- Andreas Grennvall, andras.grennvall@kapsch.net



11 Referenser

[1] Gustafsson, P., Muñoz, J. C., Lindgren, L., Boda, C. N., & Dozza, M. (2013, September). BikeCOM: cooperative safety application supporting cyclists and drivers at intersections. In *3rd International Conference on Driver Distraction and Inattention, Gothenburg, Sweden*.

[2] Volvo Cars, POC och Ericsson (2014) <https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/155565/volvo-cars-and-poc-to-demonstrate-life-saving-wearable-cycling-tech-concept-at-international-ces-201>

[3] Lindman, M., Jonsson, S., Jakobsson, L., Karlsson, T., Gustafson, D., & Fredriksson, A. (2015). Cyclists interacting with passenger cars; a study of real world crashes. *Manuscript submitted for publication*.

[4] Van Der Laan, J. D., Heino, A., & De Waard, D. (1997). A simple procedure for the assessment of acceptance of advanced transport telematics. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 5(1), 1-10.