

Simulatorbaserad testmetod

Bedömning av körförmåga hos individer med synfältsbortfall

Jan Andersson
Björn Peters

Simulatorbaserad testmetod

Bedömning av körförmåga hos individer med synfältsbortfall

Jan Andersson

Björn Peters

Diarienummer: 2012/0717-26
Omslagsbilder: Hejdlösa Bilder AB
Tryck: VTI, Linköping 2016

Förord

Detta projekt är i huvudsak finansierat av Transportstyrelsen och VTI men även De blindas vänner och Skyltfonden. Under projektets gång har Lars Englund (Chefläkare på Transportstyrelsen) och Bertil Lindblom (ögonspecialist, professor vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset vid Göteborgs Universitet) varit behjälpliga i många avseenden. Vi vill också passa på och tacka referensgruppen som har bidragit med synpunkter under projektets utveckling, det vill säga Strokeförbundet, Glaukomförbundet och Diabetesförbundet.

Linköping, oktober, 2016

Jan Andersson och Björn Peters
Projektledare

Kvalitetsgranskning

Intern granskning har genomförts 16 juni 2016 av Carina Fors. Jan Andersson har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Forskningschef Jonas Jansson har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 25 augusti 2016. De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheten VTI:s uppfattning.

Quality review

Internal peer review was performed on 16 June 2016 by Carina Fors. Jan Andersson has made alterations to the final manuscript of the report. The research director Jonas Jansson has examined and approved the report for publication on 25 August 2016. The conclusions and recommendations expressed are the authors' and do not necessarily reflect VTI's opinion as an authority.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	7
Summary	9
1. Inledning	11
2. Bakgrundsenkät - intresseanmälan	13
3. Tester och frågor före och efter körning.....	15
3.1. Kognitivt testbatteri.....	15
3.2. Frågeformulär.....	17
4. Metod.....	19
4.1. Metod – övergripande	19
4.2. Utveckling av simulatorscenario.....	19
4.3. Försöksdeltagare	20
4.3.1. Referenspersoner - referensdatabas	20
4.3.2. Personer med synfälsbortfall	21
4.4. Procedur	21
4.4.1. Testning av personer i referensgruppen.....	21
4.4.2. Testning av individer med synfälsbortfall	21
4.5. Bearbetning av insamlade data.....	21
4.5.1. Bearbetning av kognitivt testbatteri och formulär	21
4.5.2. Bearbetning av simulatordata	21
4.5.3. Utvecklande av testprotokoll (se bilaga 1).....	22
4.6. Bedömningar	22
5. Resultat – 20 personer med synfälsbortfall	25
6. Diskussion	27
Referenser	29
Bilaga 1	31

Sammanfattning

Simulatorbaserad testmetod. Bedömning av körförmåga hos individer med synfältsbortfall

av Jan Andersson (VTI) och Björn Peters (VTI)

Detta projekt är ett metodprojekt i dess rätta bemärkelse. Syftet med projektet var att utveckla en metod för att bedöma om individer med synfältsbortfall kan köra på ett säkert sätt. Utgångspunkten för projektet var att metoden ska vara en simulatorbaserad metod eftersom i huvudsak två kriterier var önskvärda att uppfylla. Först var det viktigt att det systematiskt inträffade flera händelser som det var möjligt att utvärdera. För det andra bör dessa händelser vara samma för alla personer som skulle testas. Syftet var att utveckla en metod som optimerar giltigheten och tillförlitligheten när det gäller testning av var och en av unika individer. Testningen på den individuella nivån var viktig eftersom metoden inte skulle användas för forskningsändamål, utan i första hand för att bestämma huruvida en unik individ med synfältsförlust kan köra på ett säkert sätt. När man testar en individ kan flera detaljer gå fel under ett vanligt experiment. Det har en minimal inverkan på försöket eftersom det oftast är möjligt att komplettera datainsamlingen med en annan individ. Det är inte ett alternativ för detta projekt. I denna testning får det inte gå fel eftersom individen inte kan få en andra chans, dvs. det finns ingen möjlighet för individen att få komma tillbaka och bli testad igen.

Dessa två kriterier och punkter ovan har resulterat i den metod som utvecklats. När en individ genomförde en testning utvecklades ett testprotokoll som genererades ur simulator data (efter en hel del arbete). Detta protokoll visar hur individen utfört 37 (+2) händelser (och de relaterade måtten för varje händelse) utifrån ett säkerhetsmarginalperspektiv. För att stödja bedömare med bedömningen av en testad individ har a) data från en referensgrupp (över 100 personer) och b) ett utvecklat testprotokoll (med kritiska trösklar för olika mätningar) använts. Bedömningen utfördes av två oberoende bedömare. Om bedömarna var överens behövdes inga ytterligare bedömningar utföras. Om bedömarna inte var överens gjorde en tredje bedömare en bedömning. Syftet med testprotokollet är att de personer som vill använda testprotokollet som grund för en ansökan om undantag kan göra det. Det är fortfarande Transportstyrelsen, som beslutar om undantag.

Summary

Simulator based test method. Driving ability assessment of individuals with visual deficits.

by Jan Andersson (VTI) and Björn Peters (VTI)

This project is a method project in its proper sense. The aim of the project was to develop a method to assess if individuals with visual field loss can drive in a safe manner. The starting point for the project was that the method should be a simulator based method because essentially two criteria were desirable. First, it was important that several events occurred systematically and that events were possible to evaluate, i.e., that it was possible to discriminate between good and bad performances. Second, these events should be the same events for all individuals that was to be tested. The aim was to develop a method that optimizes the validity and reliability with respect to testing of each and one of unique individuals. The testing procedure of the individual level was important because the method would not be used for research purposes but primarily to determine whether a unique individual with visual field loss can drive in a safe manner. Several details that can go wrong during an ordinary experiment, when running subjects, have a minimal impact concerning the experiment because it is most often possible to complement the experimental data collection with another subject. This is not an option for this project.

These criteria and points raised above collectively resulted in the method developed. When an individual completed the scenario developed, a test protocol was generated (after a lot of work). This protocol reveals how the individual performed during the 37 (+2) events (and related measures) based on a safety margin perspective. To support the rater with the assessment of a subject a) data from a reference group (over 100 individuals) and b) a developed test protocol (with critical thresholds for different measurements) were used. The assessment was carried out by two independent raters. If the raters agreed no further judgments were performed. If the raters disagreed a third rater assessed the subjects' performance. The purpose of the test protocol is that those individuals who want to use the test protocol results as a basis for an exemption application, can do so. It is still the Transport Agency, which decides on an exemption cases.

1. Inledning

Detta projekt har vuxit fram i en dialog mellan VTI och ansvariga personer på Transportstyrelsen (chefsläkare Lars Englund) och ögonläkare Bertil Lindblom, Professor vid Sahlgrenska Universitetssjukhuset, Göteborgs Universitet. Uppdraget var att utveckla en simulatorbaserad metod för bedömning av körförmåga hos individer med synfältsbortfall. Projektet har finansierats av Transportstyrelsen, VTI, Skyltfonden och De Blindas Vänner.

Bakgrunden till projektet är att individer som inte uppfyller de medicinska kraven enligt EU-direktiv 2006/126/EG kan få körkortet indraget. Enkelt och kortfattat innebär detta direktiv att individen ska ha ett synfält som är 40 x 120 grader stort, binokulärt. Transportstyrelsen var därför intresserad av att utveckla en metod som kunde användas för att bedöma om en individ med konstaterat synfältsbortfall kan kompensera för bortfallet. Valet av en simulatorbaserad metod grundar sig på att i en simulator kan händelser av olika karaktär kontrolleras och systematiseras på ett tillförlitligt sätt. Varje enskild individ får samma uppgift att utföra och hur hen kör är inte beroende på vilka situationer som inträffar av slumpen, tid på dygnet, vädret, eller någon annan okontrollerbar faktor som försvårar alla former av jämförelser och bedömningar. Detta notat innehåller en beskrivning av hur arbetet har gått till och alla de val som projektet ställts inför. Slutligen innehåller notatet exempel ur testprotokollet som används för att presentera resultatet av en genomförd testning.

En av de intressanta inomvetenskapliga frågeställningar som hela tiden funnits med i bakgrunden är ”Hur kan man utveckla en förståelse för vad som förklarar hur en individ kör (säkert eller riskfyllt)?”. Det har gjorts att datainsamlingen är betydligt mer omfattande än vad som är nödvändigt för att lösa ut huvuduppgiften.

Projektets syfte har varit att utveckla en metod för bedömning av körförmåga för individer med synfältsbortfall. Med körförmåga avser vi i detta arbete en förmåga att köra med tillräckligt stora säkerhetsmarginaler. Vad som avses med tillräckligt stora säkerhetsmarginaler framgår i dokumentationen nedan. Av den enkla anledningen kommer utvecklingen av metoden att presenteras men inte detaljer som avslöjar för mycket om testningen. Idag (augusti 2016) har VTI påbörjat en reguljär testning av individer som har fått körkortet indraget på grund av ett konstaterat synfältsbortfall. Vi har valt att minimera all information om detaljer som kan påverka bedömningen av en individs prestation i simulatoren. Vi har därför valt att inte presentera detaljer kring scenariot eller vilka mått som är betydelsefulla för specifika händelser.

Denna testning är inte vanligtvis en del av VTI reguljära verksamhet och är inte heller en verksamhet som VTI vill genomföra och ansvara för. Men i dagsläget finns det inget alternativ och behovet och intresset är stort hos målgruppen. Vi kommer därför att genomföra en valideringsstudie för att skapa samma testningsmöjligheter i mindre simulatorer. Vår uppfattning är att kliniska testningar ska genomföras av verksamheter som är experter på kliniska testningar (t.ex. rehabiliteringscentra). Det vore dock märkligt att utveckla en simulatorbaserad metod som kräver stora resurser och sedan inte utnyttja densamma för dess syfte. Vi hoppas således att valideringsstudien faller väl ut vilket skulle kunna resultera i att testningen kan ske på många orter av många utförare. Denna dokumentation är således en avrapportering av det som gjorts och att VTI nu genomför en testning av individer med synfältsbortfall. Resultat från testningen kan användas som underlag vid en dispensansökan till Transportstyrelsen. Detta gäller enbart B-körkortsbehörighet.

2. Bakgrundsenkät - intresseanmälan

Data har samlats in från ca 550 personer med synfäلتsbortfall som anmält sitt intresse på VTI:s hemsida. Dessa individer har beskrivit sig själva och hur de ser på sin synnedsättning i förhållande till transporter och bilkörning. Dessa enkätdata finns sparade men har inte dokumenterats i vetenskapliga dokument eftersom projektets syfte inte var att studera dessa frågor primärt. Dessa data kan nyttjas för att förstå problemet ytterligare. Ett konferensbidrag har skapats (och presenterats) utifrån dessa data. Underlaget till att skapa en jämförbar referensgrupp av friska personer utgick dock bl.a. från dessa personers genomsnittliga ålder.

Presentationer har genomförts i nationella såväl som internationella sammanhang där enskilda resultat har presenterats. Det är inte avsikten med detta notat att redovisa resultat från vare sig bakgrunds-enkäten eller andra insamlade data. Se t.ex. Andersson, J & Peters, B (2015); Peters, B (2016a); Peters, B (2016b); Peters, B (2014); Peters, B & Andersson, J (2015); Peters, B & Henriksson, P (2015).

3. Tester och frågor före och efter körning

3.1. Kognitivt testbatteri

Avsikten på lite längre sikt är att utveckla en förståelse för vad det är som gör att vissa individer kan kompensera för ett synfältsbortfall och att andra inte kan det. Av det skälet ville vi samla på oss data från tester som vi bedömde skulle kunna sprida lite ljus över denna frågeställning. Således utformades ett testbatteri bestående av perceptuella test, uppmärksamhetstest, arbetsminnestest och metakognitiva instrument och en databas skapades med testresultat dels från de referenspersoner som deltagit i studien (ca 100 personer) dels från en mindre grupp (med olika typer av synfältsbortfall) utvalda från de som anmält sitt intresse att få testa sig. Resultaten från testbatteriet har inte analyserats inom ramen för detta projekt, men finns lagrade för framtida studier. Den simulatorbaserade testmetoden som utvecklas förväntas kunna diskriminera mellan individer som uppvisar en körförmåga och de som inte gör det. Vi kan dock inte förklara om det beror på att individen har begränsade nedsättningar i synfältet, har högre informationsbearbetningskapacitet eller en kombination av dessa. Om vi kunde förklara mekanismerna bakom kompensation skulle vi kunna a) gå vidare med att utveckla skarpare bedömningstest, b) utvärdera om synnedsättningen är möjlig att kompensera för, och c) minimera onödig testning.

De test som används är:

Reaktionstidstest (i synnerhet perceptuell snabbhet) under körning: Försökspersonen ska så snabbt som möjligt trycka på en knapp av två knappar (placerade på förarens pekfingrar) då en specifik skylt dyker upp på skärmen. I testet användes en blå/vit och en röd/gul/svart skylt som dök upp några grader över horisontlinjen i olika vinklar (5,10,15 grader åt höger och vänster). Ibland presenterades två skyltar samtidigt (antingen två olika eller två lika) och då skulle försökspersonen trycka på både höger och vänster knapp alternativt två gånger på höger eller vänster. Testet som utvecklats av VTI för detta projekt baseras på ett test som har använts av SINTEF i Norge när man testade individer med synfältsbortfall (Jenssen et al., 2003).

Useful Field of View (UFOV): Ett datoriserat test som mäter perceptuell snabbhet och selektiv uppmärksamhet. Försökspersonen ska avgöra vilken symbol (personbil eller lastbil) hen sett (se Figur 1). Exponeringstiden blir succesivt kortare. UFOV består av tre deltest. I det första testet ska försökspersonen bara fokusera på mitten av skärmen där symbolen visas och därefter svara på vilken symbol det var. I deltest två visas även en symbol i periferin och då ska man också ange i vilken sektor den perifera symbolen visades. I det tredje deltestet är skärmen fylld av trianglar för att göra den perifera symbolen lite mer svår att detektera (Edwards et al., 2006).

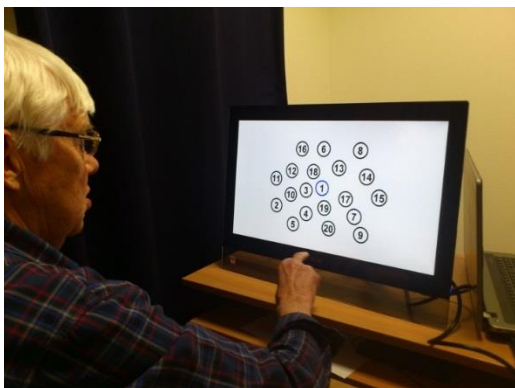
Forskningsstudier har visat att personer som presterar dåligt på UFOV har mer än en fördubblad risk att vara involverad i en kollision (Ball et al., 2006; Ball & Owsley, 1993; Owsley et al., 1998). Även om det har debatterats så är det möjligt att kombinera testresultaten från de olika delstesterna till ett sammanfattande resultat som kan översättas till risk (1 = mycket låg risk, till 6 = mycket hög risk) att bli inblandad i kollision (Cross et al., 2009).



Figur 1. Testsituation vid genomförande av UFOV. (<http://www.biopticdrivingusa.com/ufov-usefull-field-of-vision/>).

Trail Making Test (TMT): Detta är ursprungligen ett ”papper penna test” som används flitigt inom rehabiliteringsmedicin (Reitan, 1995; Tombaugh, 2004). Försökspersonen ska sammanbinda punkter utspridda på ett papper från början till slut av antingen bokstäver i alfabetisk ordning a-b-c o.s.v. eller en kombination av bokstäver och siffror a-1-b-2-c-3- o.s.v.

I den här studien användes en datoriserad version av TMT för att mäta visuell avsökning, motorisk snabbhet och mental flexibilitet, utvecklad av Summala och kollegor (2008). Testet genomfördes på en 23-tums pekskärm (se Figur 2).



Figur 2. Datoriserad version av TMT. Testpersonen markerar ordningen genom att peka på cirklarna med siffror eller bokstäver. (Helena Selander, Mobilitetscenter).

Testpersonen instruerades att så fort som möjligt peka på cirklarna med bokstäver alternativt siffror i rätt ordning på samma sätt som man gör med det traditionella TMT. Men till skillnad från det traditionella TMT så finns det två varianter på testet: dels en där innehållet i cirklarna är konstant under testet, dels en variant där bokstäverna/siffrorna slumpmässigt byter plats mellan varje tryckning. Testet består således av fyra olika deltest. Varje test innehåller 20 cirklar och innan det verkliga testet påbörjas får testpersonen träna på alla versionerna med 12 cirklar. Versionen där innehållet i cirklarna ändras infördes för att man även skulle kunna mäta visuell avsökningsförmåga.

Simon Task: Testet mäter perceptuell snabbhet och uppmärksamhetsinhibition. Det vill säga att man ska både reagera snabbt och rätt. Försökspersonen ska så snabbt hen kan trycka på en stor blå eller röd knapp beroende på vad som visas på skärmen framför försökspersonen. Om det presenteras en röd stapel på höger eller vänster sida av skärmen så ska hen trycka på den röda knappen som är placerad

under högra handen, om det visas en blå stapel på höger eller vänster sida så ska försökspersonen trycka på den blå knappen som är placerad under den vänstra handen. Det vill säga att försökspersonen ska reagera på färg och inte placering på skärmen. Genom att beräkna de kongruenta (dvs. att rätt knapp (blå) och stapel (blå) är på samma sida) reaktionstiderna i jämförelse med de inkongruenta (rätt knapp och stapel på olika sidor) reaktionstiderna kan försökspersonens inhibitionsförmåga beräknas (Simon, 1969).

Updating: Uppmärksamhetstest som kräver en ständig uppdatering av central information. Försökspersonen ska hela tiden hålla två unika nummer i huvudet och återge dessa när instruktionen kommer att de ska återges. Ett varierat antal tvåsiffriga tal presenteras visuellt på en datorskärm och i vissa fall kan det vara så att försökspersonen endast ska komma ihåg de två högsta talen i en sifferserie. Det innebär att om ett tal dyker upp på skärmen som är högre än alla de tal som tidigare presenteras ska alltså detta nya höga tal bytas ut mot det lägsta av de två som försökspersonen hade lagt på minnet (Mishra, 2014). I andra fall ska försökspersonen även komma ihåg det första talet av alla tal samt ytterligare två tal på samma sätt som beskrivs ovan.

Readingspan: Arbetsminnestest. Försökspersonen får se ett antal meningar bestående av tre ord på en datorskärm. Ett ord presenteras i taget. Efter varje mening ska försökspersonen säga JA eller NEJ högt. Ett JA betyder att det var en rimlig mening, t ex ”Hästen travade vackert”. Ett NEJ betyder att det var en orimlig mening, t ex ”Polisen åt tjuven”. Efter en grupp av meningar (2 -5) och efterföljande JA/NEJ av försökspersonen så står det ”Återge” på skärmen. Då ska försökspersonen återge det första (eller sista) ordet i varje mening som presenterats (Baddeley och Hitch, 1974; Rönnberg et al 1989).

3.2. Frågeformulär

Driver skill inventory (DSI): Test som mäter metakognitiva aspekter (Lajunen & Summala, 1995). Försökspersonen ska beskriva sin förmåga att köra bil genom att besvara olika aspekter på frågan ”Vilka är dina starka respektive svaga sidor i din körning?”. Tjugo olika aspekter (t.ex. ”Flyt i körningen”, ”Manövrera bilen i en sladd” etc.) besvaras på en 5-gradig Likertskala (1 = ”Definitivt svag” till 5 = ”Definitivt stark”).

Traffic Locus of Control (T-Loc): Ett test som mäter metakognitiva aspekter. Försökspersonen ska bedöma vad som är orsaken till trafikolyckor, dvs. är det hen själv som orsakar olyckor eller är det andras beteenden som orsakar olyckor o.s.v. Testet består av 17 möjliga orsaker (t.ex. ”Brister i min körförmåga”, ”Farliga vägar”, ”Andra kör ofta för fort”) till olyckor och testpersonen ger svar på en 5-gradig Likertskala med ändpunkterna ”Inte alls möjligt” till ”Definitivt möjligt” (Wallén-Warner, Özkan & Lajunen, 2010).

4. Metod

4.1. Metod – övergripande

Den grundläggande tanken bakom testmetoden är att dels jämföra körprestationen för person med synfältsbortfall med resultatet för en jämförbar (ålder, kön, erfarenhet) referensgrupp och dels ställa upp vissa absoluta krav på körprestation (inga kollisioner, inte för korta säkerhetsmarginaler etc.). Således görs en jämförelse för att kontrollera att testresultatet ligger inom referensgruppens konfidensintervall (95%). Men även om det ligger utanför konfidensintervallet så kan det vara acceptabelt. Dels kan det vara så att en testperson har en bättre säkerhetsmarginal än referensgruppen och det kan också vara så att även om säkerhetsmarginalen är mindre än referensgruppen så kan det vara acceptabelt. Vi använder oss alltså av både absoluta och relativa kriterier vid bedömningen. Det testprotokoll som tas fram från en körning granskas manuellt av en kompetent forskare som bedömer varje enskild kritisk händelse under körningen om resultatet är acceptabelt eller inte. Baserat på detta skrivs ett sammanfattande omdöme som kompletteras med en sammanfattande tabell över kritiska mått. Till sin hjälp har forskaren en möjlighet att spela upp en körning och visuellt granska varje enskild händelse. Parallellt med den bedömning som forskaren gör, görs en oberoende visuell bedömning av en trafikinspektör från Trafikverket. Den slutgiltiga bedömningen baseras på de båda enskilda bedömningarna, dokumenteras och skickas till testpersonen.

Vidare ska det noteras att ett positivt testresultat bara kan användas för att påvisa att en person med synfältsbortfall kan klara av att köra säkert i en simulatormiljö med ett scenario som innehåller ett antal kritiska situationer. Det är alltså igen garanti för att den personen inte kommer att vara involverad i en framtida olycka. Men det är ett starkt indicium för att personen kan klara av att köra säkert i en verklig trafikmiljö. På samma sätt kan inte ett negativt testresultat tas som intäkt för att den personen skulle vara en osäker/olämplig förare i verklig trafik och i synnerhet kan man inte dra någon slutsats om effekterna av synfältsbortfallet. Det kan finnas många orsaker till detta bl.a. att simulatorkörning inte är det samma som att köra bil på riktigt, personen kan ha blivit påverkad av illamående, onormal anspänning kan ha påverkat körningen negativt.

4.2. Utveckling av simulatorscenario

Utgångspunkten för utvecklandet av scenariot och de händelser som sker under körningen var att de skulle var utslagsgivande med avseende på målsättningen, dvs. att kunna diskriminera mellan lämpliga och olämpliga förare. Alltså vi vill kunna bedöma en persons förmåga att köra säkert. Det innebär att det skulle finnas händelser som var mer eller mindre kritiska, framförallt med tanke på målgruppens funktionsnedsättning. Det är vanligt förekommande att bilar som står parkerade vid väggkanten blinkar och kör ut framför andra bilar utan att ha kollat bakåt. Det är säkerhetsmarginalerna för den händelse som varierar i scenariot. Från att bilar som står vid väggkanten inte kör ut alls till att det finns bilar som kör ut med (för) små marginaler. Vi skapade således händelser som skulle vara utslagsgivande med olika svårighetsgrad. Vidare skulle de vara naturliga, vanliga och ofta förekommande händelser som inträffar med större eller mindre säkerhetsmarginaler varje gång man sätter sig i bilen. Vidare bestämde vi att körningen skulle innehålla olika trafikmiljöer: landsväg, motorväg och stad. Det krävdes omfattande testkörningar för att dels se till att de flesta förare hamnar naturligt i de kritiska situationerna. Utgångspunkten för att hitta rätt händelser och rätt svårighetsgrad var att nyttja kunskap om olika typer av olyckor och konflikter som inträffar i verkligheten. Men det som kanske var mest resurskrävande var att minimera förekomsten av illamående. Stadsmiljön innehöll många korsningar då vi vet att det är där kritiska situationer uppstår, speciellt när man ska svänga. Men till slut fick vi överge alla 90 graders svängar då de orsakade illamående för många testförare. Vi behöll korsningarna men man kör alltid rakt fram i korsningen. Trots det så fick vi till kritiska situationer som ibland kräver att man har uppsikt åt flera håll samtidigt. Således har vi lyckats skapa ett scenario där mindre än 5 procent hitintills har blivit så åksjuka att de vill avbryta. Vi följer upp graden av åksjuka

systematiskt så även om individen inte avbryter så är avsikten att skapa en förståelse för förekomsten (och graden i synnerhet) av illamående när vi genomför en testning.

I testprotokollet (Bilaga 1) beskrivs samtliga händelser och de mått som används för att bedöma körförmåga. Vid ett flertal tillfällen t.ex. passerade fotgängare den väg som försökspersonen skulle köra. När fotgängarna dök upp, och hur många de var, och med vilken hastighet de kom varierades. Utvecklandet av scenariot resulterade i 37 händelser (men en händelse fick överges då den inte fungerade som tänkt) som tillsammans med ett urval mått (specifikt för varje situation) som ger ett bra underlag för att bedöma körförmåga. De mått som har använts mäter: *säkerhetsmarginaler* (Time HeadWay (THW) är den tid som föraren har till förfogande om ett framförvarande fordon skulle stanna momentant – dvs. avståndet mellan fordonen delat med hastigheten), Time To Collision (TTC) är den tid som föraren har på sig att anpassa sin hastighet så att man inte kommer för nära – dvs. avståndet mellan fordonen delat med hastighetsskillnaden, avstånd till olika objekt), *anpassning* (hastighet i förhållande till skyltad hastighet, sidoläge), *reaktionsförmåga* (kollision, reaktionstider, retardation) och *uppmärksamhet* (lämna företräde). Sammantaget ger dessa mått ett bra bedömningsunderlag.

Det scenario som användes bestod av följande typer av vägar:

- träningskörning på landsväg ca 8 minuter – med syfte att låta försökspersonen vänja sig vid simulatören. Vid behov kan träningen upprepas till dess föraren känner sig ”hemma” i simulator.
- landsvägskörning i ca 10 minuter
- motorvägskörning i ca 10 minuter
- stadskörning i ca 20 minuter.

Det innebär att körningen tog ca 50 minuter. Alla tider är baserade på skyltad hastighet och kan därför variera mellan försökspersoner.

Att utveckla en metod med en köruppgift som dels var utslagsgivande och som dessutom minimerade risken för illamående och gör det möjligt för så många som möjligt att testa sig var centralt för projektet. Det finns i dagsläget endast en version av detta scenario och det skulle innebära stora kostnader att utveckla ytterligare ett. Det är av detta skäl inte möjligt att testa om en person då vi bedömer risken för att inlärning kan påverka resultatet för stor. Initialt hade vi planerat att även mäta ögonrörelser med en avancerad kamerautrustning. Primärt var detta för att kunna kontrollera för falska positiva reaktioner, dvs. man reagerar utan att man egentligen har sett något. Detta önskemål var mer utifrån ett forskningsperspektiv. Men vi bedömde att risken för tekniska problem och databortfall var för stor. Vi måste minska risken för bortfall då vi har att göra med individuella bedömningar i detta fall och inte kan ersätta en testperson med en annan individ som är vanligt vid ”vanliga” experiment.

4.3. Försöksdeltagare

4.3.1. Referenspersoner - referensdatabas

Över 100 personer som uppfyllde urvalskriterierna (ålder, körkort och kön) för att ingå i den referensgrupp som efterfrågades fick köra i simulatören för att bygga upp en referensdatabas. Urvalet av försökspersoner var inte påverkat av hur känslig en individ var för åksjuka, dvs. det var inte ett urvalskriterium. Referenspersoner rekryterades genom ett utdrag ur bilregistret, lämplighetsurval och geografisk närhet. Det innebär att personer i mellan 55–75 år och med B-körkort inom Linköpingsregionen kontaktades per telefon/e-post/brev. Det var givetvis frivilligt att delta. Studien har godkänd etikprövning (Dnr 2014/124-31). Referensdatabasen består av män och kvinnor i åldern 55–75 år och som kör mellan 1 500 och 2 500 mil per år. Innan de kom till VTI för testning så informerades de om att besöka optiker för att testa synskärpa och ta med sig resultatet som behövdes för synfältsundersökningen (Humphrey) som gjordes på VTI. Ett avtal mellan VTI och en optikerbutik i

Linköping gjorde att försökspersonen kostnadsfritt kunde genomföra ett besök. De fick dessutom 500 kronor i ersättning.

4.3.2. Personer med synfältsbortfall

Med hjälp av ögonläkarexpertis och de uppgifter vi hade fått in från de personer som anmält sig till VTI för att bli testade valdes en grupp på 20 personer med olika diagnoser (diabetes, glaukom och stroke) och synfältsbortfall ut. VTI var inte inblandade i urvalet av dessa för att individens nedsättning skulle vara känd vid testningstillfället. VTI hade tillgång till individens synfältsmätningar, i de flesta fall, men de var av inget intresse för VTI i denna fas av projektet.

4.4. Procedur

4.4.1. Testning av personer i referensgruppen

När försökspersonen kom till VTI i Linköping inleddes testningen med en screeningprocedur. Det innebar att en synfältestning (Humphrey 24-2) genomfördes för att säkerställa att individen inte hade någon synfältsnedsättning. Därefter genomfördes de kognitiva testen (se kapitel 2) framför en dator. En experimentledare var med vid samtliga testningar och säkerställde att instruktioner uppfattades korrekt och att försökspersonen kunde ställa frågor eller avbryta när som helst. Försökspersonen hade med sig ifyllda frågeformulär (DSI och T-LOC) (se kapitel 2) och underskrivet medgivandeformulär. I de fall försökspersonen inte hade fyllt i de formulär och blanketter som skickats hem i och med att testningen bokades genomfördes denna process vid ankomst till VTI.

När samtliga papper, underlag, enkäter och testningar var genomförda fick försökspersonen återigen läsa instruktioner (nu om själva körningen) om vad hen skulle få vara med om. Det framgår med all tydlighet i denna information att hen kan avbryta när som helst utan att behöva förklara sig.

När körningen och den avslutande reaktionstesten (se kapitel 2) under körning var klar avslutades testningen. Den tid som försökspersonen var på VTI varierade trots att nettotiden var densamma vilket berodde på att paustiden och tiden för frågor och klagöranden varierade stort. Nettotiden var 2 timmar och 15 minuter. I själva verket var försökspersonerna vid VTI i ca 3–3,5 timmar.

4.4.2. Testning av individer med synfältsbortfall

Testningen av individer med synfältsbortfall var mycket lik den som genomfördes av personer med individer utan synfältsbortfall. Dessa individer behövde naturligtvis inte genomföra synfältsmätningen.

4.5. Bearbetning av insamlade data

4.5.1. Bearbetning av kognitivt testbatteri och formulär

Alla data från formulär och kognitiva tester är sammanställda i en databas, men har inte analyserats inom ramen för detta projekt.

4.5.2. Bearbetning av simulatordata

För att kunna analysera simulatordata har för varje händelse skrivits fram vad som ska redovisas från de data som finns lagrade i simulatorn efter en körning. I konkreta termer betyder detta att t.ex. minsta avståndet till en fotgängare ska beräknas från det att fotgängaren börjar förflytta sig. Hastigheten från samma punkt fram till att försökspersonen passerar fotgängaren är ett ytterligare mått för samma händelse. För samma händelse är olika mått intressanta och dessa har specificerats. För varje händelse och för varje mått i varje händelse har referensgruppens värden beräknats. När vi t.ex. har mätt hastigheten under en sträcka har vi beräknat olika centralmått och spridningsmått för denna variabel,

dvs. referensgruppen körde t.ex. i 31 km/h (medelvärde) på en 30-sträcka. De hade ett 95-procentigt konfidensintervall mellan 28–32. För varje händelse och för varje unikt mått i varje händelse skapades således värden som kunde nyttjas för att bedöma om en individ med synfältsbortfall hade kört på ett liknande sätt som referensgruppen gjorde. Det är viktigt att poängtera att det blir en sammanvägning av olika mått som resulterar i om en individ har kört med goda säkerhetsmarginaler eller inte. En individ som har en hastighet som inte avviker från referensgruppen men samtidigt inte har bromsat alls när den borde i ljuset av att den placerar sig närmare andra objekt i denna händelse kan ge sammantaget att individen uppvisar ett olämpligt beteende. Bearbetningen av referensdata resulterade i medelvärden och konfidensintervall för samtliga variabler i en händelse. Det är en till viss del subjektiv bedömning av det sammanvägda resultatet från dessa variabler som resulterar i om bedömningen är att individen kört med goda säkerhetsmarginaler eller inte. Den är objektiv i den meningen att det är referensgruppens värden som ligger till grund för alla bedömningar.

4.5.3. Utvecklande av testprotokoll (se bilaga 1)

I testprotokollen presenteras varje händelse var för sig. För varje händelse beskrivs också de mått som, efter analyser och bearbetningar, varit intressanta att ha med för att förstå hur en försöksperson har ”löst köruppgiften” samt referensdata. Varje händelse bedöms utifrån en jämförelse mellan erhållna data och referensdata och därefter ges ett samlat omdöme i form av OK eller Ej OK. Även om data avviker från referensdata kan resultatet vara OK, t.ex. om säkerhetsmarginalerna var större än för referensgruppen, i så fall anges en förklaring till varför det är OK. Förutom de 37 händelserna som presenteras i testprotokollen har två olika medelhastigheter och sidolägen beräknats och redovisats i protokollet. Dels har medelhastigheter på olika sträckor sammanställts med och utan att inkludera händelser. Dessa två händelser/mått presenteras i slutet av testprotokollet (händelse 38 och 39). Som händelse 39 anges också medelreaktionstid, antal reaktionstider, antalet missade ”lämna företräde” och eventuella kollisioner. Efter detta finns en sammanfattning av resultatet från det avslutande visuella perceptionstestet. Slutligen finns det ett sammanfattande omdöme som säger om testpersonen har genomfört testet med tillräckliga säkerhetsmarginaler (trafiksäkert) alltså OK eller Ej OK.

Efter att bearbetningen av data var klar utvecklades det testprotokoll som kommer att användas i framtiden. Testprotokollet innehåller 6 kolumner:

Kolumn 1 beskriver vilket nummer händelsen har.

Kolumn 2 beskriver händelsen kort.

Kolumn 3 beskriver vilket mått som avses.

Kolumn 4 redogör för den testade individens resultat på det presenterade måttet.

Kolumn 5 redogör för referensgruppens medelvärde och konfidensintervall för det unika måttet på den specifika händelsen.

Kolumn 6 redogör för om den testade individen avviker ifrån referensgruppen med ett kryss i kolumnen.

Efter varje händelse finns en sammanfattning av hur bedömaren tolkat händelsen totalt. Det är möjligt att försökspersonen har avvikit från referensgruppen i flera avseenden, men kört med en större säkerhetsmarginal än vad referensgruppen gjort.

4.6. Bedömningar

När väl arbetet med att överföra referensgruppens data (kolumn 5) och individens data (kolumn 4) och markeringar av avvikelser från referensgruppen (kolumn 6) i ett enskilt testprotokoll påbörjas bedömningen av försökspersonens körresultat. Utgångspunkten för bedömningen är trafiksäkerhetsmarginaler. Har försökspersonen uppvisat bra säkerhetsmarginaler på samtliga mått är det att anse som ett beteende som får ett OK i testprotokollet. Uppvisar försökspersonen ett värde på något av måtten

för den specifika händelsen som ger kortare säkerhetsmarginaler än som bedöms som lämpliga resulterar detta i en tolkande text i rutan där sammanfattningen av händelsen sammanfattas. De som genomför bedömningar vid VTI har utbildats och tränats i bedömningar. Vi är dock fullt medvetna om att det finns ett subjektivt inslag i dessa bedömningar och har därför utvecklat process där två till tre bedömare involveras och det krävs en samstämmighet för att vi ska ha ett resultat som vi kan fastställa.

Genom att spela upp enskilda försökspersoners körningar på datorskärmar, då de erhållit mer eller mindre kritiska resultat, har en bedömningsmanual skapats som stöd till bedömaren. Bedömningsmanualen är en förfining av det konfidensintervall referensgruppen genererat genom att köra scenariot. Om referensgruppen har ett avstånd till en fotgängare på 3 meter (med ett konfidensintervall på 2,7–3,3 meter) vid ett övergångsställe så innebär det inte per automatik att en försökspersons värde på 2,5 meter är ett avstånd som innebär att försökspersonens haft en för liten säkerhetsmarginal. Genom att granska värden för olika försökspersoner och referensgruppsdeltagare har det utvecklats gränsvärden för att stötta bedömningen av olika händelser. Denna lathund presenteras inte i detta dokument eftersom det skulle vara som att skicka ut facit samtidigt som individen erhölet ett prov.

Varje enskild testning av en person med synfältsbortfall har bedömts av minst två bedömare. Om bägge helt oberoende av varandra har bedömt att individen klarar av att köra med tillräckliga säkerhetsmarginaler så kommer sammanfattningen att redogöra för att individens testresultat tyder på att individen har en förmåga att köra bil trafiksäkert.

Om båda bedömarna bedömer att en individ uppvisar för små säkerhetsmarginaler så kommer sammanfattningen att redogöra för att individens testresultat tyder på att individen inte har en förmåga att köra bil trafiksäkert.

Om de oberoende bedömarna gör olika bedömningar genomförs en tredje bedömning av ytterligare en bedömare. Det kommer att framgå i sammanfattningen att individens testresultat var mer svårbedömt än i vanliga fall. Individen som genomfört en testning kommer att erhålla en sammanfattande bedömning och en tabell som beskriver huvudresultaten i komprimerad form (se bilaga 1).

5. Resultat – 20 personer med synfältsbortfall

En analys visar att av de 20 testpersoner med olika typ av synfältsbortfall som testades inom ramen för detta projekt klarade 11 personer testet med acceptabel säkerhetsmarginal. I 18 av dessa 20 fall var de två oberoende bedömarna överens. Vid två av fallen var således bedömarna inte överens och en tredje bedömare genomförde ytterligare en bedömning, vilket ledde till att var och en av de tidigare bedömarna var i överensstämmelse med den tredje. Eftersom VTI inte känner till detaljer om de synfältsbortfall dessa individer hade kan vi inte avgöra om testresultaten var en effekt av var bortfallet fanns eller om det var storleken på bortfallet som var avgörande eller om det var andra faktorer som var avgörande. Det är fullt möjligt att det inte är var bortfallet är placerat som är viktigt för körförmågan. Det är heller inte säkert att det är bortfallets storlek som är avgörande. Det kan vara så att inget av dessa aspekter ensamt är avgörande utan att det kan vara en kombination av placering och storlek som påverkar förmågan negativt. Det kan också lika gärna vara så att det snarare handlar om andra kognitiva förmågor eller utvecklade kompensatoriska beteenden som har haft en betydelse för utfallet. Detta är mycket intressant att följa upp eftersom det skulle direkt påverka hur det är möjligt att stötta dessa individer. Idag kan vi således inte förklara varför vissa individer uppvisar ett körsäkert beteende och vissa individer inte lyckas med det.

De 20 testpersonerna har fått ta del av sina testresultat och några av de 11 som fick godkänt har gått vidare med en ansökan om dispens till Transportstyrelsen. Dock är inget ärende avgjort ännu dvs. den 4 oktober 2016.

6. Diskussion

Bedömningen är att metoden som utvecklats är tillräckligt bra för att användas i avsett syfte. Med det menar vi att händelserna som vi skapat ger en möjlighet att variera kraven på prestation och att kraven efterliknar de som man vanligen möter som bilist i dagens trafik. Dessutom är händelserna olika svåra, dvs. alla klarar inte samtliga händelser, så scenariot är inte för enkelt. Vidare har de protokoll och uppspelningsfunktioner som utvecklats i projektet gjort att oberoende bedömare har kunnat komma fram till samma bedömning av en prestation i nästan samtliga testade fall. Denna testning av körförmågan är dock en testning i simulatoren. Det är inte en testning i verkligheten. Genom att testa individer i simulatoren kan vi skapa händelser som inte är möjliga att få till stånd vid ett körtest i verklig trafik. Vi kan dessutom testa samtliga försökspersoner på samma händelser. Vi kan jämföra försökspersoners resultat med en referensgrupps resultat. Den simulatortestning som vi utvecklat kan dock endast genomföras en gång eftersom det endast finns en version av scenariot. Det är mycket kostsamt att utveckla ytterligare en version men det finns definitivt ett behov av detta. Alla upplevelser är inte perfekta i en simulator och det gör att försökspersoner kan bli illamående. Detta skapar givetvis problem vid testning av individer med progressiva sjukdomar. Vi vet inte i dagsläget hur detta ska hanteras.

Att genomföra en testning är dyrt. Beräkningen i dagsläget är att kostnaden för VTI motsvarar 15 000 kronor + moms. Denna beräkning består av hyreskostnad, genomförande av testning, bearbetning av data samt åtminstone två oberoende bedömningar. Efter att ca 30 personer genomfört en komplett testning kommer nya beräkningar att genomföras och kostnaden justeras så att full kostnadstäckning uppnås (utan vinst).

Även om avsikten var att utveckla en metod som är så valid och reliabel som möjligt är det fortfarande möjligt att utveckla metoden på flera sätt. Det är mycket önskvärt att det blir en uppföljning av de individer som erhåller någon form av dispens från Transportstyrelsen av flera skäl. Dels för att skapa möjligheter för utveckling av metodens händelser och kritiska mått. Dels för att justera kritiska tröskelnivåer för kritiska mått. Bedömningen är att vi utvecklat en metod som uppfyller de krav som kan ställas på en simulatorbaserad testmetod. Detta är det bästa som kan utvecklas för närvarande. Händelser, mått och simulatorprestanda kan bli ännu bättre. Verktuget som skapats ger dock en metod som är tillräckligt bra för att nyttjas för bedömning av körförmågan för individer med synfältsbortfall.

Referenser

- Andersson, J & Peters, B (2015) Effects of visual field impairment on driving, paper presented at the ITMA (International Traffic Medicine Association) Congress, November 16-18th 2015, Doha.
- Baddeley, A. (1986). Working memory. Oxford Science Publications, Oxford Press.
- Ball, K. K., Roenker, D. L., Wadley, V. G., Edwards, J. D., Roth, D. L., McGwin, G., Jr., . . . Dube, T. (2006). Can high-risk older drivers be identified through performance-based measures in a Department of Motor Vehicles setting? *J Am Geriatr Soc*, 54(1), 77-84.
- Ball, K., & Owsley, C. (1993). The useful field of view test: a new technique for evaluating age-related declines in visual function. *J Am Optom Assoc*, 64(1), 71-79.
- Cross, J. M., McGwin, G., Jr., Rubin, G. S., Ball, K. K., West, S. K., Roenker, D. L., & Owsley, C. (2009). Visual and medical risk factors for motor vehicle collision involvement among older drivers. *Br J Ophthalmol*, 93(3), 400-404. doi: 10.1136/bjo.2008.144584
- Edwards, J. D., Ross, L. A., Wadley, V. G., Clay, O. J., Crowe, M., Roenker, D. L., & Ball, K. K. (2006). The useful field of view test: normative data for older adults. *Arch Clin Neuropsychol*, 21(4), 275-286.
- Lajunen, T., & Summala, H (1995). Driving experinec, personality and skill and safety motive dimensions in drivers self assessments. *Personality and Individual Difference*, Volume: 19, Issue: 3, Pages: 307-318.
- Jenssen, G.D, Stene, T. M., Bjørkli, C., Fosse, P and Arnljot, H. (2003): Effects of visual impairment on driver performance and accident risk, SINTEF, Report number 223117, Norway.
- Mishra. S. (2014). Exploring cognitive spare capacity: Executive processing of degraded speech. Ph.D. thesis. Linköping University.
- Owsley, C., Ball, K., McGwin, G., Jr., Sloane, M. E., Roenker, D. L., White, M. F., & Overley, E. T. (1998). Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults. *JAMA*, 279(14), 1083-1088.
- Peters, B (2016) Simulator based assessment of driving ability, paper presented at the Road Safety on Five Continents Conference, May 17-19th 2016, Rio de Janeiro; Brazil.
- Peters, B (2016) ... preliminary results from a driving simulator, presentation at the Nordic Congress of Ophthalmology, June 8-12th 2016, Aarhus, Denmark.
- Peters, B (2014) Simulator based assessment of drivers with visual defects (in Sweden), paper presented at the International Society for Low Vision Research and Rehabilitation's 11th International Conference on Low Vision in 2014 in Melbourne, Australia (31 March to 3 April 2014).
- Peters, B & Andersson, J (2015) Authoring critical situations for assessing driving ability among drivers with visual field defects, poster presented at the ITMA (International Traffic Medicine Association) Congress, November 16-18th 2015, Doha.
- Peters, B & Henriksson, P (2015) Drivers with visual field defects – diagnosis, health and experiences, paper presented at the ITMA (International Traffic Medicine Association) Congress, November 16-18th 2015, Doha.
- Reitan, R. M. (1955). The relation of the trail making test to organic brain damage. *Journal of Consulting Psychology*.

- Rönnerberg, J. R., Arlinger, S., Lyxell, B. & Kinnefors, C., (1989). Visual evoked potential: relation to adult speechreading and cognitive function. *Journal of speech language and hearing research*, 32, 725-735.
- Simon, J. R. (1969). Reaction towards the source of stimulation. *Journal of Experimental psychology*, volume 81, 174-176.
- Summala, H., T. Etholén, N. Leino, M. Niskakangas, M. Laine and S. Saarinen (2008). FRTMT: Visuospatial (working) memory in a computerized Trail-Making test. *Psykologia 2008 Congress*. Helsinki.
- Summala, H. (1995). Driving experience, personality, and skill and safety-motive dimensions in drivers' self-assessments. *Personality and Individual Differences*. Volume 19, Issue 3, Pages 307-318.
- Tombaugh, T.N.T.N (2004). "Trail Making test A and B: Normative Data Stratified by Age and Education". *Archives of Clinical Neuropsychology*. 19 (2): 203–214. doi:10.1016/s0887-6177(03)00039-8.
- Wallén-Warner, H., Özkan, T., & Lajunen, Y. (210). Can the traffic locus of control (T-LOC) scale be successfully used to predict Swedish drivers' speeding behaviour? *Accident Analysis and Prevention*, volume 42, 1113-1117.

Bilaga 1

Sammanfattande tabell – synfältstest (till rapport som skickas till testpersonen)

	Mått	Mätvärde	Referensvärde
1	Medelhastighet fri körning (utan trafik) på 70 – väg		79,58 (77,83 – 81,33)
2	Medelhastighet fri körning (utan trafik) på 110 – väg		105,72 (103,23 – 108,21)
3	Medelhastighet fri körning (utan trafik) stadsmiljö		40,44 (39,34 – 41,54)
4	Totalt antal kollisioner		0
5	Missat att lämna företräde antal gånger		0
6	Medelreaktionstid		0,740 (0,710 – 0,770)
7	Antal reaktionstider av 17 möjliga		
8	Antal gånger THW under konfidensintervallet		
9	Antal gånger TTC under konfidensintervallet		
10	Antal gånger THW under kritisk gräns		
11	Antal gånger TTC under kritisk gräns		

1. Under scenariot har föraren kört på en mängd delsträckor med en skyltad hastighet på 70 km/h utan ytterligare trafik. På dessa delsträckor har en medelhastighet uppmätts.
2. Under scenariot har föraren kört på en mängd delsträckor med en skyltad hastighet på 110 km/h utan ytterligare trafik. På dessa delsträckor har en medelhastighet uppmätts.
3. Under scenariot har föraren kört på en mängd delsträckor med en skyltad hastighet på 30 eller 50 km/h utan ytterligare trafik. På dessa delsträckor har en medelhastighet uppmätts.
4. Antalet gånger föraren kolliderat med olika objekt (oavsett om det är människor, bilar eller något annat) i scenariot redovisas i tabellen.
5. Under scenariot inträffar ett antal situationer där föraren bör lämna företräde. Antalet gånger föraren inte har lämnat företräde redovisas i tabellen.
6. Ett antal händelser inträffar som föraren bör reagera på. Tabellen redovisar den medelreaktionstid (i sekunder) som föraren har för denna typ av händelser.
7. Av olika anledningar registreras inte alltid en reaktionstid för **mått 6** i tabellen eftersom förarens beteende inte alltid gör att det är möjligt. I tabellen framgår hur många av händelserna som en reaktionstid har kunnat uppmätas.
8. Tabellen redovisar hur många gånger föraren har haft ett lägre THW (se förklaring nedan) än referensgruppen.
9. Tabellen redovisar hur många gånger föraren har haft ett lägre TTC (se förklaring nedan) än referensgruppen.
10. Tabellen redovisar hur många gånger föraren har haft ett lägre THW (se förklaring nedan) än vad som bedöms lämpligt, dvs. så att verkligen kritiska situationer har uppstått för föraren själv eller andra medtrafikanter.
11. Tabellen redovisar hur många gånger föraren har haft ett lägre TTC än vad som bedöms lämpligt, dvs så att verkligen kritiska situationer har uppstått för föraren själv eller andra medtrafikanter.

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Huvuduppgiften är att bedriva forskning och utveckling kring infrastruktur, trafik och transporter. Kvalitetssystemet och miljöledningssystemet är ISO-certifierat enligt ISO 9001 respektive 14001. Vissa provningsmetoder är dessutom ackrediterade av Swedac. VTI har omkring 200 medarbetare och finns i Linköping (huvudkontor), Stockholm, Göteborg, Borlänge och Lund.

The Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI), is an independent and internationally prominent research institute in the transport sector. Its principal task is to conduct research and development related to infrastructure, traffic and transport. The institute holds the quality management systems certificate ISO 9001 and the environmental management systems certificate ISO 14001. Some of its test methods are also certified by Swedac. VTI has about 200 employees and is located in Linköping (head office), Stockholm, Gothenburg, Borlänge and Lund.

HEAD OFFICE
LINKÖPING
SE-581 95 LINKÖPING
PHONE +46 (0)13-20 40 00

STOCKHOLM
Box 55685
SE-102 15 STOCKHOLM
PHONE +46 (0)8-555 770 20

GOTHENBURG
Box 8072
SE-402 78 GOTHENBURG
PHONE +46 (0)31-750 26 00

BORLÄNGE
Box 920
SE-781 29 BORLÄNGE
PHONE +46 (0)243-44 68 60

LUND
Medicon Village AB
SE-223 81 LUND
PHONE +46 (0)46-540 75 00

