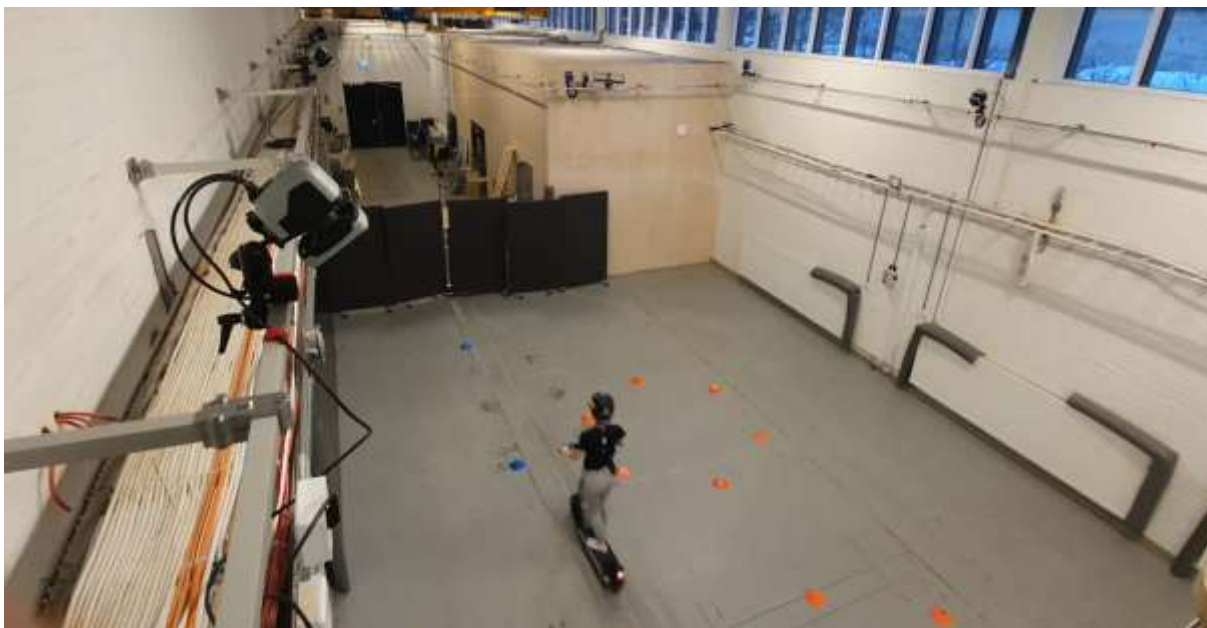


Skylltfonden 2024/106354 - Stöd till MinTOX (intelligenta system för berusningsdetektering i mikromobilitet)

Slutrapport
2026-02-15

Marco Dozza (marco.dozza@chalmers.se)

Alexander Rasch (alexander.rasch@chalmers.se),



Division of Vehicle Safety
Department of Mechanics and Maritime Sciences
Chalmers University of Technology

Denna rapport är framtagen med ekonomiskt bidrag från Trafikverkets skylltfond. Ståndpunkter och slutsatser i rapporten reflekterar författaren och överensstämmer inte med nödvändighet med Trafikverkets ståndpunkter och slutsatser inom rapportens ämnesområde.

Sammanfattning

Sedan elsparkcyklar introducerades i Sverige runt 2016 har 18 förare omkommit enligt Trafikverkets djupstudiedatabas. Av dessa var 44,4 % alkoholpåverkade. Under samma period omkom 186 cyklister, varav 15,1 % var alkoholpåverkade. Detta visar att sambandet mellan alkoholpåverkan och dödsolyckor är stark och starkare för förare av elsparkcyklar än för cyklister.

Teknik kan i framtiden användas för att förhindra alkoholpåverkad körning, exempelvis genom att avbryta en färd om föraren är berusad. I dag saknas dock kunskap om vilka sensorteknologier som behövs för att upptäcka alkoholpåverkan och hur sådan påverkan uttrycks i sensordata.

Detta projekt har möjliggjort insamling av en unik datamängd från alkoholpåverkad körning. Datamaterialet omfattar flera sensortekniker, såsom rörelsemätning (motion capture), ögonrörelsemätning (eye tracking) och tröghetsmätare (IMU). Materialet kommer att användas i projekten MicroTOX och MinTOX för att identifiera signaturer av alkoholpåverkan och stödja utvecklingen av intelligenta trafiksäkerhetsåtgärder.

Rapporten beskriver genomförandet av två experiment, inklusive deltagare, utrustning, körmoment och insamlade data. Den sammanfattar även centrala erfarenheter från att genomföra experiment med alkoholpåverkade förare. De huvudsakliga forskningsresultaten kommer senare i projekten MicroTOX och MinTOX, men preliminära resultat från den datainsamling som detta projekt stödde kommer att presenteras redan under våren 2026.

Syfte med projektet

Att cykla eller köra elsparkcykel under påverkan av alkohol eller droger är en vanlig förekomst. Att använda teknik kan vara en lösning på detta problem. Elsparkcyklar skulle kunna utrustas med sensorer som känner av hur påverkad en förare är och begränsa hastigheten därefter. Projektet har genomfört två kontrollerade experiment med påverkade förare samt använda den insamlade datan för att utveckla algoritmer som i realtid kan identifiera påverkad körning genom fordonssensorer. ”[Stöd till MinTOX](#)” sökte medfinansiering för att förbereda experiment och samla in data. Övrigt finansieras av Chalmers samt DriveSweden.

Sammanfattning av projektet för DiVA

Elsparkcyklar har, sedan de introducerades i Sverige omkring 2016, varit inblandade i ett betydande antal dödsolyckor. Trafikverkets djupstudiedata visar att 18 förare av elsparkcyklar omkommit, varav 44,4 % varit alkoholpåverkade, medan motsvarande siffror för cyklister är 186 omkomna och 15,1 % alkoholpåverkade. Detta indikerar ett starkt samband mellan alkoholpåverkan och dödsolyckor, särskilt för förare av elsparkcyklar.

Teknologiska lösningar kan i framtiden användas för att upptäcka och förhindra alkoholpåverkad körning, men i dag saknas tillräcklig kunskap om vilka sensorer som krävs och hur alkoholpåverkan uttrycks i mätdata.

Projektet har därför bidragit till insamlingen av en unik datamängd från alkoholpåverkad körning, som samlats in med flera sensortekniker såsom motion capture, eye tracking och tröghetsmätare (IMU). Datainsamlingen har genomförts i samverkan med andra forskningsinitiativ, och projektets insats utgör en viktig del men inte hela grunden för det material som nu finns tillgängligt.

Datamaterialet kommer att användas i projekten MicroTOX och MinTOX för att identifiera signaturer av alkoholpåverkan och stödja utvecklingen av framtida trafiksäkerhetsteknik.

Metod och resultat

Genom finansiering från Chalmers (MinTOX), Drive Sweden (MicroTOX) och detta projekt kunde vi samla in en unik datamängd från alkoholpåverkade förare. Datainsamlingen genomfördes i två experiment: ett i en simulator, och ett på en inomhusbana utrustad med ett rörelsemätningssystem. Nedan följer en sammanfattning av de två experimenten.

Experiment 1 – Ridsimulator

Experimentmiljö

Experimentet genomfördes i FUSE:s fysiologilaboratorium vid Chalmers. Deltagarna körde en liten elsparkcykel placerad på ett 3,5 × 2,5 meter stort löpband (Rodby RL3500E; Bild 1).

Upplägget baserades på Li et al. (2025).

Elsparkcykeln var fixerad i längsled med ett elastiskt band fäst vid en tvärgående stång med glidlager, vilket gav fri sidledsrörelse. För säkerhet var bromsar och gas bortkopplade. Laboratoriet hade ett Qualisys-rörelsesystem (motion capture; MoCap) kopplat till en 3D-visualisering i Unreal Engine genom Qualisys Live Link¹. Visualiseringen visades i realtid för deltagarna, vilket ökade realismen och gjorde det möjligt att genomföra standardiserade körmoment.

MoCap-systemet bestod av tolv Miquis-kameror som registrerade markördata vid 300 Hz. Märken placerades på både fordon och förare. Alla markörer var sfäriska och reflekterande, med diametrar mellan 8 och 20 mm. Elsparkcykeln hade 12 markörer som definierade styre, ram och framhjul som stela objekt i Qualisys Track Manager (QTM). För deltagarna använde vi 41 markörpositioner från Qualisys Sports Marker Set². Tre markörer placerades på hjälmen, främst för positionering i visualiseringsmiljön. Fyra markörer sattes i hörnen av skärmen som referens för ögonrörelsemätning.

För att fånga fordonets rörelser monterades två tröghetssensorer (Inertial Measurement Units; IMU). En på styret för att mäta styrbeteende, och en på fotplattan för att mäta svajning och lutning. Sensorerna (Muse IMU från e221) registrerade data från



Bild 1 – En elsparkcykelförare på löpbandet utför en uppgift i en virtuell miljö som i realtid styrs av MoCap ([klicka här för att se det i rörelse](#)).

¹ <https://github.com/qualisys/QTM-Connect-For-Unreal>

² <https://cdn-content.qualisys.com/2021/11/Sports-Marker-Set.pdf>

accelerometer och gyroskop i 200 Hz. Eftersom uthyrningselsparkcyklar använder liknande sensorer ville vi undersöka hur väl IMU-data kan avslöja alkoholpåverkan.

Vi registrerade även deltagarnas blickbeteende med Tobii Pro Glasses G3 (50 Hz). Både blickens ursprung, riktning och pupilldiameter registrerades. Data strömmades via WiFi till QTM och synkroniserades automatiskt med MoCap-systemet. Markörkluster fästes på glasögonen för att beräkna blickriktning i 3D.

För att följa deltagarnas alkoholpåverkan mätte vi deras utandningsalkohol (BrAC) med Dräger A6000 Nordic, samma nivå av noggrannhet som i Andersson et al. (2023) och hos polisen. Mätfelet för de aktuella BAC-nivåerna var högst 0,0017 % BAC eller 1,7 % av uppmätt BrAC. Vi tog också kapillära blodprov (DBS) före och efter alkoholkonsumtion för att analysera alkoholmarkörer. Proverna togs av medicinsk personal från Sahlgrenska. Deltagarna fick frivilligt fylla i ett ADHD-formulär i samband med DBS-proverna.

Som säkerhetsåtgärd bar alla deltagare en sele kopplad till löpbandets nödstopp. En experimentledare bevakade deltagaren kontinuerligt och hade tillgång till en extern nödstoppknapp. Deltagarna bar även hjälm samt knä- och armbågsskydd. Spypåsar fanns tillgängliga, och läkare fanns till hands för rådgivning.

Deltagare

Deltagarna rekryterades genom annonsering och informella kontakter. Följande kriterier användes för att avgöra vilka som kunde delta.

Inklusionskriterier

- kunna cykla
- vara minst 20 år
- ha viss erfarenhet av alkohol (minst två alkoholdrycker per månad under de senaste sex månaderna)
- kunna kommunicera på engelska

Exklusionskriterier

- graviditet (känd eller misstänkt)
- amning
- hög alkoholkonsumtion (> 14/21 glas per vecka, kvinnor/män)
- AUDIT-poäng > 14
- pågående somatisk eller psykiatrisk sjukdom

- läkemedelsbehandling som kan interagera med alkohol eller påverka leverfunktionen
- skador eller tillstånd som begränsar rörlighet
- tidigare allvarlig trafikolycka

Intresserade personer fyllde i ett förhandsformulär. Det användes både för att kontrollera kriterierna och för att samla demografiska uppgifter, till exempel för att förbättra könsfördelningen och få information om tidigare erfarenhet av att köra elsparkcykel, även i alkoholpåverkat tillstånd.

Totalt valdes 17 deltagare ut (tre kvinnor). En person avbröt eftersom hen inte kände sig trygg på löpbandet, och en deltagares data exkluderades på grund av ett tekniskt fel i simulationen. Därmed ingick data från 15 deltagare i analyserna.

Försöksprocedur

Experimentet delades in i tre faser:

1. förberedelser,
2. genomförande, och
3. efterfrågeformulär.

Förberedelserna och försöket genomfördes på plats under den bokade tiden. Efterfrågeformuläret skickades ut efter experimentet när deltagarna var tillräckligt återhämtade för att kunna beskriva sina upplevelser på ett tydligt och tillförlitligt sätt.

Förberedelser

Deltagarna fick först muntlig information om experimentet, inklusive procedur, datainsamling och säkerhetsrutiner. Därefter svarade försöksledaren på eventuella frågor, och deltagarna undertecknade sedan ett informerat samtycke. De fick också skriva under en ansvarsförbindelse där de angav en betrodd person som skulle hämta dem efter försöket. Deltagarna bekräftade dessutom att de, om de ville lämna studien i berusat tillstånd, gjorde det på eget ansvar.

En första utandningsmätning genomfördes för att både introducera deltagarna till instrumentet och säkerställa att de var nyktra vid start.

Förberedelser för rörelsemätning (MoCap)

Deltagarna ombads bära åtsittande och korta kläder för att underlätta placering av markörer. Lösa kläder fixerades, och reflekterande detaljer täcktes. Vi fäste därefter 38 av 41 markörer direkt på kroppen med dubbelhäftande tejp. De tre huvudmarkörerna satt redan på hjälmen. En statisk inspelning användes för att skapa en AIM-modell (Automatic Identification of Markers) i QTM.

Parallellt genomfördes det första DBS-provet (nyktert värde) samt ADHD-frågeformuläret.

Träningsmoment

När förberedelserna var klara genomförde deltagarna en tränings-session. Målet var att vänja dem vid att köra elsparkcykel på löpbandet och minska inlärningseffekter under själva försöket.

Först fick de öva på att balansera utan simulerad miljö i hastigheter från 6 km/h till 20 km/h. Därefter tränade de på de sex körmoment som ingick i experimentet, denna gång med simulerad miljö.

Experimentprotokoll

Protokollet bestod av sex olika körmoment, huvudsakligen baserade på Li et al. (2025). Variationerna utgick från två faktorer:

1. typ av köruppgift, och
2. hastigheten på löpbandet.

Tre uppgifter användes för att utvärdera deltagarnas körförmåga:

1. Cruising – normal körning utan hinder; fungerade som baslinje.
2. Obstacle – deltagaren skulle undvika hinder placerade växelvis till vänster och höger, likt ett slalommoment.
3. Narrow – deltagaren skulle hålla sig så nära som möjligt en rak vit linje på marken.

Samtliga uppgifter utfördes i en simulerad miljö: en rak väg omgiven av grönska och träd för att förstärka hastighetskänslan. Deltagarna instruerades att köra som de vanligtvis skulle göra om de ”tog en elsparkcykel hem från en fest”.

Specifika moment

- Cruising: inga hinder eller instruktioner utöver normal körning.
- Obstacle: hinder placerades i ett vänster-höger-mönster. Antalet hinder varierade mellan 6 och 21 beroende på hastigheten. Utseendet randomiserades, men med samma slumpfrö för alla deltagare och intoxikationsnivåer, vilket möjliggjorde direkta jämförelser.
- Narrow: deltagarna skulle hålla sig så nära som möjligt en rak linje.

Uppgifterna Obstacle och Narrow kördes vid två hastigheter: 6 km/h och 20 km/h, vilket motsvarar vanliga hastigheter hos elsparkcyklar i verklig trafik. Ordningen på momenten randomiserades för varje deltagare och för varje alkoholvå (Tabell 1).

Tabell 1 - De sex körmoment som deltagarna genomförde vid varje intoxikationsnivå. De gråmarkerade raderna var alltid desamma (första och sista momentet), medan de vita raderna randomiserades mellan deltagare och mellan intoxikationsnivåer.

Trial	Task	Speed (km/h)
1	Cruising	20
2	Obstacle	6
3	Obstacle	20
4	Narrow	6
5	Narrow	20
6	Cruising	6-2

Experimentdel

Huvudexperimentet genomfördes i tre omgångar med ökande grad av alkoholpåverkan:

1. Nykter baslinje (målvärde BAC $\approx 0,0$ %)
2. Måttligt påverkad (målvärde BAC $\approx 0,05$ %)
3. Högt påverkad (målvärde BAC $\approx 0,08$ %)

För de alkoholpåverkade omgångarna beräknades alkoholdosen med Widmarks formel i kombination med Seidls korrigeringsfaktor, som tar hänsyn till deltagarnas längd och kropps-konstitution (Seidl et al., 2000). Vid den andra alkoholomgången mätte vi först deltagarnas BrAC och beräknade därefter den mängd alkohol som krävdes för att nå nästa målnivå (0,08 %).

Deltagarna kunde välja mellan ett begränsat antal spritsorter (vodka, whisky eller rom med 35–40 vol-% alkohol). De instruerades att dricka så snabbt de kände sig bekväma med, för att uppnå de avsedda BAC-nivåerna inom rimlig tid. De skulle också hålla sig till samma spritsort i båda alkoholomgångarna, i enlighet med Zube et al. (2022).

Efter att deltagarna druckit väntade vi 15 minuter för att alkoholupptaget skulle stabiliseras. Denna väntetid krävs även av tillverkaren av Dräger-alkoholmätaren för att kunna ge tillförlitliga BrAC-värden.

Bild 2 visar ett exempel på hur en deltagares BrAC-värden utvecklades under experimentet, inklusive drickfaser och upptagsperioder.

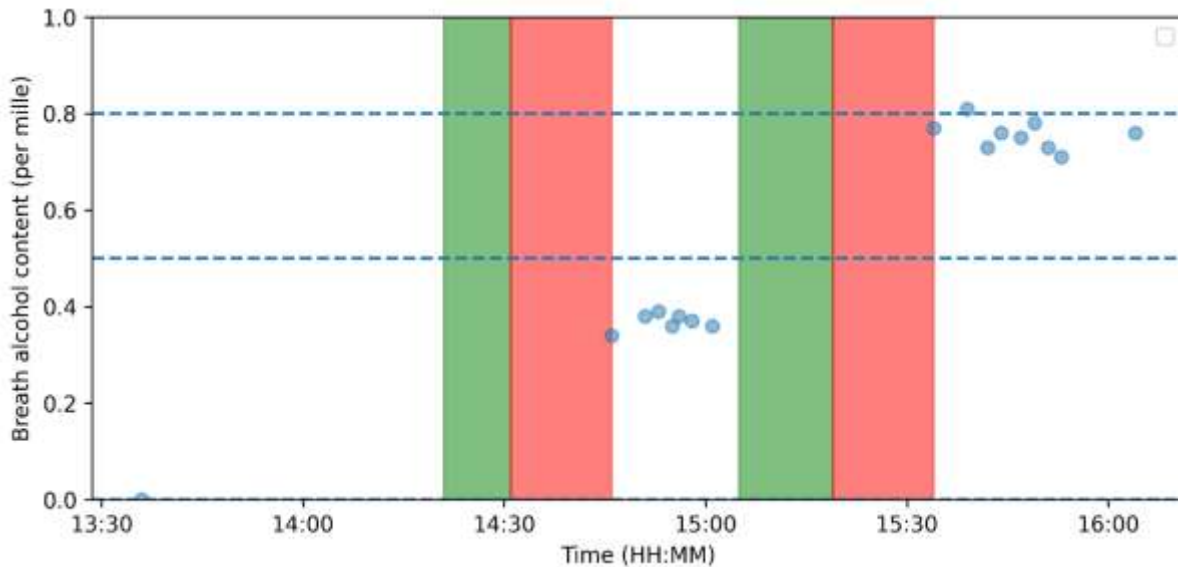


Bild 2 - Exempel på BrAC-utveckling över tid. Figuren visar hur en deltagares BrAC förändrades under experimentet. BrAC-mätningar markeras med blå punkter. Målvärdena för BAC (0,05 och 0,08) visas som horisontella streckade linjer. Drinkfaserna markeras i grönt och absorptionsfaserna (15 min) i rött.

Innan deltagarna gick vidare till löpbandet besvarade de ett antal frågor inspirerade av Andersson et al. (2023). Syftet var att fånga deras subjektiva uppfattning om sin aktuella alkoholpåverkan (t.ex. hur berusade de kände sig) och hur de trodde att detta påverkade deras körförmåga. Samma frågeformulär upprepades vid varje intoxikationsnivå för att möjliggöra jämförelser. Därefter utrustades deltagarna med ögonrörelsemätare, och vi genomförde en manuell kalibrering för att synkronisera ögonrörelsedata med MoCap-systemet. När kalibreringen var klar fortsatte deltagaren till körmomenten, och vi genomförde BrAC-mätningar mellan momenten.

Efter den sista omgången — när all alkohol hade konsumerats och samtliga körmoment var genomförda — tog vi det sista DBS-provet. Deltagarna uppmanades därefter att vila på plats tills deras BrAC-värden började sjunka. När BrAC-nivån minskade fick deltagarna lämna lokalen tillsammans med sin utsedda betrodda person, som skriftligen intygade att hen skulle följa deltagaren tills denne var tillräckligt nykter.

Efter experimentet skickade vi ett efterfrågeformulär. Syftet var att fånga deltagarnas upplevelser från de olika körmomenten vid olika intoxikationsnivåer. Formuläret innehöll också frågor från Sensation Seeking Scale (SSS-V), i linje med Anderséns et al. (2024) och Andersson et al. (2024). Som tack för medverkan fick deltagarna två biobiljetter.

Experiment 2 – Inomhusbana

Experimentmiljö

Det andra experimentet genomfördes i Eventhallen vid Chalmers FUSE, en cirka 19 × 6 meter stor inomhusyta. Vi använde tre vanliga mikromobilitetsfordon (MMV):

1. Cykel (TREK FX)
2. Liten elsparkcykel (E-Wheels E2S, typisk privatmodell)
3. Stor elsparkcykel (Segway Apex D110L, vanlig i uthyrningstjänster)

På grund av den begränsade ytan satte vi en maxhastighet på 7 km/h för båda elsparkcyklarna, för att undvika kollisioner med väggarna. Detta motsvarar de hastighetsbegränsningar som ofta används i geofencede låghastighetszoner i stadsmiljö. För att öka säkerheten kläddes vassa kanter och utsatta ytor runt banan in med skumskydd. Deltagarna bar hjälm och erbjöds knä-, armbågs- och handledsskydd. Ingångarna spärrades av med flyttbara väggar för att förhindra att obehöriga kom in. En barliknande disk placerades i anslutning till banan för att öka experimentets realism och därmed den ekologiska validiteten. Banområdet var utrustat med ett Qualisys MoCap-system som registrerade markördata från 12 Arqus-kameror i 300 Hz samt videodata från två Miquis-kameror i 25 Hz. Precis som i Experiment 1 placerades reflekterande sfäriska markörer på samtliga fordon och definierade de två huvudsakliga rörliga delarna (styre och plattform/ram) som styva kroppar i QTM (Bild 3).

Vi monterade också en IMU (Muse från e221) på varje styv kropp. Sensorerna registrerade accelerationer och vinkelhastigheter från en 3D-accelerometer och 3D-gyroskop i 200 Hz. Deltagarnas blickrörelser registrerades med Tobii Pro Glasses 3 i 50 Hz. Synkronisering mellan ögonrörelsemätaren och MoCap-systemet gjordes med hårdvarusynkronisering via Tobii-kabeln och Qualisys kamera-synkenhet. Deltagarnas alkoholvåer mättes med utandningsprov via Dräger A6000, samma instrument som användes i Experiment 1. Vi genomförde även frivilliga DBS-prover och ADHD-formulär både före och efter körmomenten. En medicinsk läkare knuten till projektet fanns tillgänglig för konsultation under hela experimenttiden.



Bild 3 – Cyklist i inomhusbaneförsöket med rörelseanalys och ögonrörelsemätning

Deltagare

Vi rekryterade deltagarna från samma pool som i Experiment 1. På grund av experimentets upplägg och tillgängliga yta erbjöd vi deltagarna möjlighet att genomföra försöket tillsammans med en vän. Detta hade två fördelar:

1. det gjorde experimentet mer socialt och positivt för deltagarna, och
2. det ökade vår effektivitet genom att vi kunde testa fler personer utan att nämnvärt förlänga experimenttiden.

Totalt deltog 33 personer (varav 9 kvinnor). En deltagare gick inte vidare till de alkoholpåverkade omgångarna eftersom hen stod på en pågående medicinering.

Precis som tidigare delades experimentet in i tre delar:

1. förberedelser,
2. genomförande, och
3. efterfrågeformulär.

Förberedelser

Vid ankomst fick deltagarna muntlig information om experimentets upplägg, vilka sensorer som användes och vilken data som samlades in. Vi beskrev även möjliga risker och hur dessa hanterades genom de säkerhetsåtgärder som redogjorts för tidigare. Deltagarna påmindes också om att de när som helst kunde avbryta experimentet utan att ange skäl.

Vi använde samma förberedelserutiner som i simulatorförsöket: deltagarna utrustades med kroppsburna markörer och genomförde ett frivilligt ADHD-formulär tillsammans med ett första DBS-prov (nyktert värde).

Experimentprotokoll

Protokollet bestod av fyra efterföljande körmoment, utförda som en sammanhängande körning och genomförda av varje deltagare på samtliga fordon, alltid i samma ordning:

1. Raksträcka
2. Slalom
3. Bromsprov
4. Åtta-figur

Momenten var utformade för att testa deltagarens balans, reaktionsförmåga och koordination. De var delvis hämtade eller inspirerade av Andersson et al. (2024) och Zube et al. (2022). Deltagarna instruerades att hålla en bekväm egenvald hastighet.

Beskrivning av momenten:

- Raksträcka: Deltagaren försökte följa en rak linje så noggrant som möjligt.
- Slalom: Deltagaren körde genom en slalombana med sex koner placerade med successivt minskande avstånd:
 - första två konerna: 3 m mellanrum
 - nästa två: 2 m
 - sista två: 1,5 m
- Bromsprov: Efter slalom återvände deltagaren till raksträckan och skulle bromsa in mot en vinkelrät linje, med målet att stanna med framhjulets centrum exakt över linjen.
- Åtta-figur: Deltagaren körde två varv i en figur-åtta-bana.

Bild 4 illustrerar körmomenten.

I det första momentet (raksträcka) försökte deltagarna följa en rak linje så noggrant som möjligt. Därefter körde de in i slalombanan, som bestod av sex koner placerade med successivt minskande avstånd:

- de två första konerna med 3 m mellanrum,
- därefter två koner med 2 m,
- och slutligen två koner med 1,5 m mellanrum.

Efter slalom körde deltagarna åter på raksträckan, men utan krav på att följa linjen. I stället skulle de bromsa in mot en vinkelrät linje i slutet av passagen och stanna helt, med framhjulets centrum placerat exakt över linjen.

Därefter fortsatte de till figur-åtta-momentet, som skulle genomföras två varv.

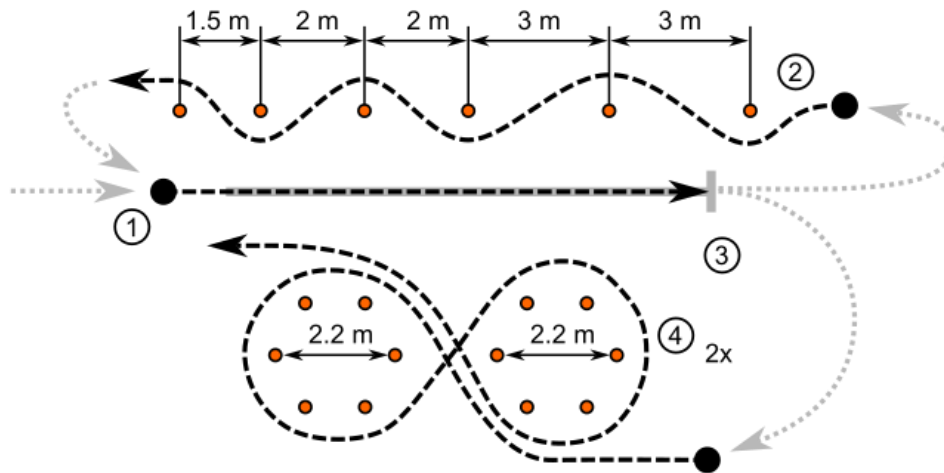


Bild 4 - Körmoment i ett körvarv på inomhusbanan. Den svartstreckade linjen visar deltagarens position och färdriktning (pil). Koner markeras som orange cirklar och linjer för linjeföljning respektive bromsning markeras i grått. Deltagaren börjar med uppgift 1 (rak linje), fortsätter till slalom (2), bromsar vid linjen (3) och avslutar med att köra en figur-åtta (4) två gånger. Experiment part

Vi höll ordningen på körmomenten konstant för alla deltagare, alla intoxikationsnivåer och alla fordon, eftersom banans begränsade och statiska layout inte medgav variation. Även ordningen på fordonen var densamma för alla:

1. cykel,
2. stor elsparkcykel,
3. liten elsparkcykel.

När två deltagare kom som par genomförde de ett helt varv (dvs. banan med samtliga fordon) efter varandra. Detta gjorde det möjligt för den ena deltagaren att påbörja alkoholkonsumtionen för nästa intoxikationsnivå medan den andra fortfarande körde banan. Precis som i simulatorförsöket fyllde deltagarna i ett kort frågeformulär före varje intoxikationsomgång, där de subjektivt bedömde sin körförmåga på cykeln och den (stora) elsparkcykeln.

Efter experimentet tog deltagarna ett andra DBS-prov och lämnade sedan lokalen tillsammans med en vän. De fick därefter besvara ett onlineformulär om sina upplevelser av de olika fordonen vid olika intoxikationsnivåer, inklusive ett avsnitt med frågor om sensation seeking (SSS-IV). Alla deltagare fick två biobiljetter som ersättning.

Lärdomar

Att samla in data från alkoholpåverkade förare visade sig vara utmanande av flera – ofta oväntade – skäl. Vi dokumenterar här de viktigaste lärdomarna. Avsnittet kan fungera både som erfarenhetslogg och som vägledning för framtida studier med liknande begränsningar.

Detta projekt var avgörande för att möjliggöra datainsamlingen. Vissa nödvändiga kostnader – till exempel deltagaresättning, skyddsutrustning och inköp av alkohol – kunde inte täckas av MicroTOX eller MinTOX. De åtgärder som krävdes för att hantera nedanstående utmaningar innebar också extra arbete och kostnader. Stödet från detta projekt gjorde att vi kunde upprätthålla den datakvalitet och säkerhetsnivå som vi eftersträvade.

1) Rekrytering

Rekryteringen var krävande, särskilt avseende kvinnliga deltagare. Våra ursprungliga inklusionskriterier var för restriktiva (AUDIT < 6 och max 10 standardglas/vecka), vilket begränsade urvalet. Digital annonsering och affischer gav svagt gensvar. I praktiken var mun-till-mun mest effektivt; när ett tillräckligt antal deltagare hade medverkat började rekryteringen ”rulla av sig själv”. Detta gällde inte minst kvinnor som ofta lyckades engagera andra kvinnor, vilket var viktigt eftersom majoriteten av de initialt intresserade var män.

Åtgärder för att förbättra rekryteringen:

1. Ändrad etikansökan: Vi skickade in en ändring till Etikprövningsmyndigheten för att lätta på kriterierna (högre tillåten alkoholkonsumtion och högre AUDIT-gräns).
2. Flexibla tider: Vi lade pass senare på dagen och på helger, tider då alkoholkonsumtion upplevs som mer naturlig.
3. Nätverksaktivering: Vi kontaktade aktivt personer i våra professionella och privata nätverk.

Vi övervägde högre ersättning, men bedömde att nyttan var osäker och att större belopp hade krävt ytterligare etikändring samt ökad budget. Vi ville heller inte att incitamenten skulle bli det huvudsakliga skälet att delta.

2) Försökstid

Studierna var tidskrävande av två skäl: (1) att rigga omfattande sensorteknik, särskilt MoCap, tar tid, och (2) alkoholpåverkan kräver tid för att både byggas upp och klinga av. För cirka 20–30 minuter nyttig kördata behövdes omkring fyra timmar inklusive förberedelser och återställning. För deltagarna räckte ofta 2–3 timmar på plats, men tiden kunde bli dubbelt så lång om man räknar med återhämtning till sjunkande BrAC. Att köra två deltagare parallellt var effektivt: medan den ena körde samlades den andra i intoxikationsfasen, vilket förbättrade både tidsutnyttjandet och deltagarupplevelsen.

3) Försäkring

Försäkringsfrågan var svår. Ingen aktör kunde erbjuda försäkring som täckte deltagare vid eventuella fall efter alkoholkonsumtion, trots omfattande sonderingar via Chalmers. Etiskt bedömdes det ändå möjligt att gå vidare (dnr 2025-02893-01), under förutsättning att deltagarna tog fullt ansvar för den alkoholpåverkade delen. Detta angavs tydligt i samtyckestexten och upprepades muntligen före varje pass.

För att minska risken investerade vi i skyddsutrustning (hjälm samt skydd för knän, armbågar och handleder i flera storlekar) och klädde in utsatta ytor i labbet med skyddande skum (t.ex. järnbalkar och radiatorer; bild 3).

4) Etikprövning

Etikansökan visade sig vara ett levande dokument. Under projektet lämnade vi in tre ändringar till Etikprövningsmyndigheten (via Ethix), bland annat för justerade inklusionskriterier, nya projektparter och ändrade dataprotokoll (antal deltagare och blodprovstättning). Myndigheten var snabb i sina besked, vilket underlättade anpassningar. Varje ändring innebar dock extra avgifter, något som bör beaktas i budget för studier som kräver iterativa etikändringar.



Bild 3 – Skyddspolstring installerad på radiatorer och järnbalkar.

5) Förhandscreening, läkemedel och hälsotillstånd

Biverkningar av alkohol och interaktioner med läkemedel innebär reella risker och kräver medicinsk kompetens. Eftersom kärnteamet bestod av ingenjörer knöt vi till oss kliniker från Sahlgrenska Universitetssjukhuset. En legitimerad läkare fanns tillgänglig under studierna, deltog i etikansökan och gav råd om lämplighet och åtgärder.

Två exempel (fingerade namn):

- Exempel 1 ("Jonas"): Strax före alkoholkonsumtion berättade deltagaren att han tagit läkemedel som motverkar "flush" i ansiktet vid alkoholintag (t.ex. H₂-blockerare/antihistaminer). Efter läkarbedömning avbröts försöket eftersom kombinationen kunde innebära risk för leverpåverkan.
- Exempel 2 ("Greta"): Kort efter intag uppgav deltagaren att hon "såg stjärnor". Hon ville fortsätta, men testledaren rådfrågade läkaren. Bedömningen blev att symtomen var förväntade och ofarliga vid den nivån, med rekommendation om vilka fysiologiska tecken som skulle följas. Försöket kunde fortsätta utan problem.

Vi valde medvetet en grundlig och tidskrävande prescreening. Av 135 intresserade personer uppfyllde 126 slutligen kriterierna (efter att vi lättat på dem). Vi bedömer att kombinationen av strikt prescreening och väl avvägda kriterier minskade risken för ovanliga biverkningar och högrisk-situationer.

6) Att bli alkoholpåverkad (doseringsstrategi)

Vi beräknade nödvändig alkoholdos med Widmarks formel i kombination med Seidls faktor (höjd/vikt-korrigerig; se appendix för ekvationer). Strategin gav ett konsekvent protokoll och innebar att vi aldrig överskattade målnivån ("overshoot"), men vi underskattade ofta ("undershoot"). Vi såg en tendens att pass som startade tidig eftermiddag oftare gav undershoot än pass som startade sen förmiddag. Vår tolkning är att flera deltagare, trots instruktioner, kan ha ätit innan försöket, vilket påverkade absorption och tolerans.

Två intoxikationsnivåer hjälpte delvis: dosen i omgång 2 beräknades utifrån faktisk uppmätt nivå efter omgång 1. Om nivå 1 hamnade under mål kunde vi alltså kompensera i nivå 2. Även detta garanterade inte att vi nådde mål i alla fall, men minskade problemet när deltagare var särskilt resistenta mot berusning.

7) Att bli nykter igen

Upptrappning till hög BAC går betydligt snabbare än återgång till nykterhet. För flera deltagare krävdes flera timmar för att BrAC skulle sjunka, även om målnivån uppnåddes på minuter. Detta är centralt vid val av toppnivå. Vi valde 0,8 ‰ som kompromiss mellan vetenskaplig relevans och praktisk genomförbarhet, vilket gjorde det möjligt att avsluta ett pass på cirka fyra timmar. En högre nivå, som 1,5 ‰ (ursprungligt förslag), hade sannolikt gett starkare effekter men samtidigt medfört orimligt lång tid för både påverkan och återhämtning – och därmed sämre logistik och säkerhet.

8) Individuell respons på alkohol

Alkohol påverkar individer olika och tenderar att sänka hämningar och förstärka personlighetsdrag. Personer som redan ligger nära gränsen för socialt accepterat beteende kan lättare passera den under påverkan. Vi observerade vid enstaka tillfällen beteenden som gjorde forskarna obekväma. Vår rekrytering av deltagare med låga AUDIT-värden bedöms ha minskat risken för kränkande eller aggressivt beteende under försöken.

9) Säkerhet efter experimentet

Säkerheten är viktig även efter att protokollet är klart, eftersom effekter kan uppstå senare och omdömet kan vara påverkat. Många deltagare kände sig pigga och ville gå, men vi prioriterade säkerhet genom att kräva att de:

1. lämnade platsen tillsammans med en vän/betrodd person, och
2. uppvisade minst två på varandra följande BrAC-mätningar i sjunkande trend.

Idealet vore att deltagarna stannar tills de är helt nyktra, men det är opraktiskt och individer kan inte hållas kvar mot sin vilja. Vi sökte och fick därför godkännande från Etikprövningsmyndigheten att följa deltagare till taxi och säkerställa hemresa vid behov. Åtgärden behövde aldrig användas, men utgjorde en viktig beredskap.

10) Markörförberedelser

Förberedelserna var tidskrävande, bland annat eftersom MoCap krävde 41 reflekterande markörer per deltagare. Proceduren är både lång och känslig för positioneringsfel. Av hänsyn till integritet och bekvämlighet säkerställde vi att kvinnlig forskare var närvarande när vi arbetade med kvinnliga deltagare.

I det andra experimentet körde vi ofta parvisa sessioner, typiskt med två deltagare av samma kön som kände varandra. Detta ökade tryggheten, minskade upplevd väntetid (t.ex. vid markörsättning och dosering) och förbättrade flödet: medan en person körde fortsatte den andra genom intoxikations-/förberedelsefaserna.

11) Mer data kräver fler personer

Vi samlade in omfattande data: flera sensorer, enkäter och biologiska prover. Det ökade den potentiella nyttan men också arbetsbördan och risken för små misstag med stora konsekvenser (t.ex. databortfall). För att minska riskerna använde vi detaljerade checklistor och bemannade varje pass med tre försöksledare. Detta resursuttag var större än planerat men visade sig vara nödvändigt för att säkra datakvalitet och minska mänskliga fel.

Plan för spridning av resultat

Projektet har en egen [webbplats](#) där denna slutrapport kommer att publiceras tillsammans med framtida vetenskapliga resultat baserade på den insamlade datamängden. Vi kommer att presentera våra preliminära resultat vid [HFES-konferensen](#) och [NECTAR-workshopen](#), där våra muntliga presentationer redan har accepterats och schemalagts.

På sikt kommer åtminstone delar av datamaterialet att göras tillgängligt för forskarsamhället. Den nuvarande planen är att publicera materialet via [SND](#) (Swedish National Data Service). Vissa delar av datat, som dokumentation och exempeldata, kommer att vara fritt tillgängliga, medan annat material kommer att kräva kontrollerad åtkomst, beroende på integritets- och säkerhetskrav.

Next steps

Vi analyserar nu data från de tröghetssensorer (IMU:er) som installerades på fordonen. Målet är att ta fram en klassificeringsmodell som kan särskilja alkoholpåverkad körning baserat på fordonskinematik – vilket är huvudsyftet i projekten MinTOX och MicroTOX.

Den insamlade datamängden möjliggör dock många fler analyser, och vi söker därför finansiering från flera aktörer för att kunna utnyttja materialet fullt ut.

Exempel på fortsatta analyser är:

- jämförelser mellan små (ofta privatägda) och större (ofta hyrda) elsparkcyklar,
- sambandet mellan blickrörelser och körprestation,
- identifiering av körmönster kopplade till olika nivåer av alkoholpåverkan,
- utvärdering av metoder som kan avgöra om en förare är "fit-to-ride" utan att behöva köra, genom enkla motoriska uppgifter som komplement till dagens BAC-baserade bedömningar.

Vår ambition är att använda datamaterialet inte bara för att utveckla fordonssystem – vilket är kärnan i MinTOX och MicroTOX – utan också för att bidra till framtida reglering, utbildning och infrastrukturutformning.

I samarbete med Sahlgrenska Universitetssjukhuset och Göteborgs universitet har vi dessutom samlat in blodprover under experimenten. Dessa prover öppnar för tvärvetenskapliga analyser som kan koppla biologiska markörer till körprestation och förarprofil.

Tack

Genomförandet av detta experiment hade inte varit möjligt utan stöd från många personer. Vi vill rikta ett stort tack till:

- De drygt 50 anonyma volontärer som generöst ställde upp med sin tid.
- Alexander Rasch, Ali Mohammadi och Marco Dozza, som genomförde datainsamlingen.
- Niyathi Kini, som bistod vid datainsamlingen under experimenten.
- Andrea De Bejczy vid Göteborgs universitet, som ansvarade för medicinskt stöd.
- Tianyou Li och Rahul Pai, som hjälpte till med att bygga upp experimentmiljön.
- Rikard Karlsson och Tord Hansson, som möjliggjorde tillgång till Eventhallen.
- Henrik Hörlin, Peter Bäckgren och Kristina Henricson Briggs, som underlättade tillgången till Tracks-lokalerna.

Spridning inom projektet

Detta project på research.chalmers.se: <https://research.chalmers.se/project/12208>

MinTOX: <https://research.chalmers.se/project/11721>

MicroTOX: <https://research.chalmers.se/en/project/12215>

Vetenskapliga bidrag som redan har accepterats:

Dozza M., Toward intoxication detection systems for micromobility, NECTAR Workshop, March 25th 2026, University of Twente, Netherlands

Dozza M., Rasch A., Mohammadi A., *Quantifying Alcohol Effects on Rider Stability Using a Novel Micromobility Simulator*, Human Factors and Ergonomics Society, Europe Chapter Annual Meeting, 23-24 April, 2026, Copenhagen, Danmark.

Referenser

- Li T., Bruzelius F., Dozza M. "A Laboratory Method to Study Rider Control of Micromobility Vehicles". 13th International Cycling Safety Conference, Oslo, Norway, Nov. 4-6, 2025.
- Andersérs, C., Andresson, J., & Warner, H. W. (2024). The importance of individual characteristics on bicycle performance during alcohol intoxication. *Traffic Safety Research*, 6, 1–17. <https://doi.org/10.55329/ysle6374>
- Andersson, J., Patten, C., Warner, H. W., Andersérs, C., Ahlström, C., Ceci, R., & Jakobsson, L. (2023). Bicycling during alcohol intoxication. *Traffic Safety Research*, 4(2020), 1–16. <https://doi.org/10.55329/prpa1909>
- Andersson, J., Warner, H. W., & Andrén, P. (2024). Bicycling tasks relation to stability measures during alcohol intoxication. *Traffic Safety Research*, 6. <https://doi.org/10.55329/ymam9256>
- Seidl, S., Jensen, U., & Alt, A. (2000). The calculation of blood ethanol concentrations in males and females. *International Journal of Legal Medicine*, 114(1), 71–77. <https://doi.org/10.1007/s004140000154>
- Zube, K., Daldrup, T., Lau, M., Maatz, R., Tank, A., Steiner, I., Schwender, H., & Hartung, B. (2022). E-scooter driving under the acute influence of alcohol—a real-driving fitness study. *International Journal of Legal Medicine*, 136(5), 1281–1290. <https://doi.org/10.1007/s00414-022-02792-3>

Appendix

Alcohol dose estimation

We calculated the amount of drink for participants to imbibe for reaching a target BAC level with the Widmark formula, defined as:

$$\text{BAC} = \frac{A}{r \cdot W} - \beta \cdot t \quad (1)$$

Where BAC is measured in permille (interchangeable with g/L alcohol), A is the amount of pure alcohol (in grams), W is the body weight (in kilograms), and r is the alcohol distribution ratio. β is the alcohol elimination rate (g/L per hour), and t the time since beginning of consumption (in hours). We used a β of 0.15 g/(L*hr) and a t of 15 min, assuming fast drinking (as instructed) and a wait time of 15 min until which the first BAC measurement could be sampled.

A key variable that differs from individual to individual is the distribution ratio r . For a more accurate estimation of alcohol dose, we included demographics (weight, height, sex) to calculate r by employing the formulas derived by Seidl et al. (2000):

$$r = \begin{cases} 0.31223 - 0.006446 \cdot W + 0.004466 \cdot H & \text{if female} \\ 0.31608 - 0.004821 \cdot W + 0.004632 \cdot H & \text{if male} \end{cases} \quad (2)$$

From Equation (1), the amount of pure alcohol required to reach a target BAC ($\text{BAC}_{\text{target}}$) can be calculated:

$$A_{\text{target}} = (\text{BAC}_{\text{target}} + \beta \cdot t) \cdot r \cdot W \quad (3)$$

For a more realistic estimate, we increased the amount of alcohol required with the same absorption deficit factor d of 15% used by Zube et al. (2022):

$$A_{\text{target}} = \frac{(\text{BAC}_{\text{target}} + \beta \cdot t) \cdot r \cdot W}{1 - d} \quad (4)$$

The amount of drink V_{drink} (with given volume-% of alcohol, φ) can then be calculated as:

$$V_{\text{drink}} = \frac{A_{\text{target}}}{\rho_{\text{alcohol}} \cdot \varphi} \quad (5)$$

Where ρ_{alcohol} is the density of alcohol, assumed to be 0.789 g/mL.

Combining Equations (4) and (5) yields the final formula for the volume to be imbibed (in mL):

$$V_{\text{drink}} = \frac{(BAC_{\text{target}} + \beta \cdot t) \cdot r \cdot W}{\rho_{\text{alcohol}} \cdot \varphi \cdot (1-d)} \quad (6)$$