

Ajoneuvohallintokeskus
Tutkimuksia ja selvityksiä

Fordonsförvaltningscentralen
Utredningar

Nro 1/2005

Linja-autosimulaattorin soveltuvuus koulutusvälineeksi

**Raportti Työtehoseuran
Aikuiskoulutuskeskuksen kokeilusta**

Valde Mikkonen

Linja-autosimulaattorin soveltuvuus koulutusvälineeksi

**Raportti Työtehoseuran
Aikuiskoulutuskeskuksen kokeilusta.**

Valde Mikkonen, Valmixa Oy

ALKUSANAT

Simulaattoreiden käyttö kuljettajaopetuksessa on lisääntynyt nopeasti viime vuosina monissa teollisuusmaissa. Sovellusala on samalla laajentunut henkilöautosimulaattoreista raskaisiin ajoneuvoihin ja työkoneisiin. Suomalainen sovellus linja-auton simulaattoriksi vie kehitystä eteenpäin tuomalla markkinoille laitteen, jolla kuljettajan toimintaa voidaan simuloida paitsi varsinaisten ajotehtävien myös matkustajien palvelun osalta.

Uuden opetusvälineen soveltuvuutta on aina testattava ja arvioitava. Kokeiluja ja arviointeja tehdäänkin maailmalla runsaasti. Mutta tuloksia julkaistaan hyvin niukasti, jos ollenkaan. Monissa tapauksissa kokeilujen tuloksia pantataan liikesalaisuuksina. Välisistä taas tulokset ilmeisesti ovat negatiivisia eikä niiden katsota olevan kunniaksi kokeilijalle. Sen takia niitä ei julkaista, vaikka ne voisivat olla kullannarvoisia muille välineiden käyttöä harkitseville.

Ajoneuvohallintokeskus ja Työtehoseuran Aikuiskoulutuskeskus ovat katsoneet, että kehitystä suosii parhaiten avoin raportointi. Tieto kumuloituu ja antaa astinlaudan uusille innovaatioille vain huolella talletettuna. Omassa organisaatiossa tietoa karttuu vastuuhenkilöiden muistivarannoksi, mutta tiedon vaihtoon tarvitaan dokumentointia. Tämä raportti voinee pieneltä osaltaan innostaa muitakin kertomaan kokeiluistaan ja tuloksistaan – yhteiseksi kannusteeaksi kehitykselle.

Raportissa kuvatun kokeilun vastuuhenkilöitä Aikuiskoulutuskeskuksessa ovat olleet koulutuspäällikkö Esa Ikäheimo sekä kouluttajat Marko Koivumäki, Timo Lahdenperä, Hannele Pulkkinen ja Heikki Syvälä. Seurantatutkimuksen valvontaryhmän puheenjohtajana on toiminut allekirjoittanut sekä jäsenenä yksikönpäällikkö Ari Herrala (AKE), rehtori Keijo Mäenpää (TTS) ja toimitusjohtaja Valde Mikkonen (Valmixa Oy). Kiitokset kaikille hyvästä yhteistyöstä.

Helsingissä, 11. helmikuuta 2005

Sami Mynttinen

yksikönpäällikkö
Ajoneuvohallintokeskus AKE

FÖRORD

Användningen av simulatorer i förarundervisningen har ökat snabbt under de senaste åren i flera i-länder. Tillämpningsområdet har samtidigt utvidgats från personbilssimulatorer till tunga fordon och arbetsmaskiner. Den finländska tillämpningen för simulering av busskörning för utvecklingen framåt genom att introducera en apparat på marknaden som kan simulera förutom förarens egentliga köruppgifter även betjäningen av passagerare.

Ett nytt läromedels lämplighet bör alltid testas och utvärderas. Försök och utvärderingar görs i stor omfattning på olika håll i världen. Men resultaten publiceras mycket sparsamt, om alls. I många fall pantas resultaten som om de vore affärshemligheter. I andra fall är resultaten uppenbarligen negativa och anses inte vara någon merit för experimentatorn. Därför publiceras de inte, även om de kunde vara guld värda för andra som överväger att använda dessa läromedel.

Fordonsförvaltningscentralen och Työtehoseuran Aikuiskoulutuskeskus har ansett att en öppen rapportering bäst främjar utvecklingen. Informationen kumuleras och utgör en språngbräda för nya innovationer bara om den är väl dokumenterad. I den egna organisationen samlas informationen till ansvarspersonernas minnesreserv, men för informationsutbyte behövs dokumentering. Denna rapport syftar till att inspirera även andra till att berätta om sina försök och resultat – som en gemensam sporre för utvecklingen.

På Aikuiskoulutuskeskus ansvarade följande personer för det i rapporten beskrivna försöket: utbildningschef Esa Ikäheimo samt utbildarna Marko Koivumäki, Timo Lahdenperä, Hannele Pulkkinen och Heikki Syvälä. Som ordförande för uppföljningsundersökningens tillsynsgrupp arbetade undertecknad samt som medlemmar enhetschef Ari Herrala (AKE), rektor Keijo Mäenpää (TTS) och vd Valde Mikkonen (Valmixa Oy). Tack till alla för ett gott samarbete.

Helsingfors, den 11 Februari 2005

Sami Mynttinen

Enhetschef
Fordonsförvaltningscentralen AKE

PREFACE

The use of simulators in driving instruction has quickly increased in many industrial countries during the past few years. At the same time, the application of these tools has expanded to cover not only passenger vehicles but also heavy-duty vehicles and machinery. The Finnish bus simulator application is a new development in this field: apart from actual driving, the device enables simulation of the driver's interaction with passengers.

Whenever a new instruction tool appears, its suitability needs to be tested and evaluated. There is an array of experiments and evaluations going on around the world. However, the publication of results is scarce. In many cases, experiment results are considered trade secrets. Sometimes the results are not favourable and thus they are not published, even though this information might be very valuable for others considering the use of the tools in question.

The Finnish Vehicle Administration (AKE) and the Adult Education Centre of the Work Efficiency Institute (TTS) agree that open reporting contributes to development. Knowledge can accumulate and serve as a foundation for new innovations, but only if it is carefully filed. Knowledge builds up within organisations among persons responsible, but in order to exchange this knowledge, it must be documented. This report could also serve as encouragement for others to share their experiments and results – to jointly promote development.

The persons responsible for this project with the Adult Education Centre are Education Manager Esa Ikäheimo and instructors Marko Koivumäki, Timo Lahdenperä, Hannele Pulkkinen and Heikki Syvälä. The follow-up research control group was chaired by the undersigned, and the group members were Ari Herrala, Head of Unit/AKE, Keijo Mäenpää, Director of Education/TTS, and Valde Mikkonen, CEO/Valmixa Oy. Thank you all for this fruitful co-operation!

Helsinki, 11 February 2005

Sami Mynttinen

Head of Unit
Vehicle Administration

Sisällysluettelo

Index

Tiivistelmä

Sammanfattning

Abstract

1	Johdanto.....	1
2	Säädöspohja	1
3	Kokeilun välineistö.....	2
4	Tutkimusasetelma	2
5	Koehenkilöt	3
6	Tuloksia	3
6.1	Oppiminen kurssin aikana.....	3
6.2	Menestys tutkinnoissa ja työharjoittelussa	5
6.3	Simulaattorisairaus ja sen hallinta.....	6
6.4	Kouluttajien kokemuksia	7
7	Simulaattorin käytön kehittämismahdollisuuksia.....	8
7.1	Kehityssuuntia simulaattorin käytössä muualla	8
7.1.1	Taloudelliset näkökohdat suuntaavat kehitystä	8
7.1.2	Painopiste siirtynyt tekniikasta ohjelmointiin.....	9
7.1.3	Uusia ratkaisuja ja sisältöjä simulointiin tulee jatkuvasti.....	10
7.1.4	Koulutussimulaattoreiden käytön perusteet monipuolistuvat.....	11
7.2	Simulaattoriopetuksen kehittäminen Työtehoseurassa	11
7.2.1	Säädösperustan väljentäminen	11
7.2.2	Eteneminen kokeiluun.....	12
7.2.3	Ohjelmiston kehittäminen	12
7.2.4	Organisaation vahvistaminen	13
7.2.5	Opetussuunnitelman tarkistaminen	13
8	Lähdeluettelo	15

TIIVISTELMÄ

Linja-autosimulaattorin soveltuvuus koulutusvälineeksi

– Raportti Työtehoseuran Aikuiskoulutuskeskuksen kokeilusta. Ajoneuvohallintokeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä 1/2005.

Valde Mikkonen

Suomalaista bussisimulaattoria kokeiltiin kuljettajakoulutuksessa kolmella Työtehoseuran Aikuiskoulutuskeskuksen kurssilla. Puolet oppilaista sai osan ajoharjoituksista simulaattorissa ja toinen puoli harjoitteli perinteisesti, yksinomaan autolla liikenteessä. Kursseille hyväksytyistä 63 hakijasta seitsemän jäi saapumatta ja kuusi keskeytti. Kuljettajatutkinnon suoritti 50 osanottajaa, joista 27 oli simulaattorin käyttäjiä ja 23 vertailujoukkoa.

Simulaattoriajoja oli keskimäärin 6,33 ajotuntia eli noin 9 prosenttia ajoharjoituksista. Kokeilua varten annettu poikkeusasetus salli enintään 15 tuntia (22 prosenttia) annettavaksi simulaattorissa. Rinnastettavat ryhmät olivat vertailukelpoisia sukupuolen, etnisen taustan ja aikaisemman ajokokemuksen suhteen.

Päätulos oli, että simulaattoriopetukseen osallistuneiden ryhmän ja vertailuryhmän välillä ei ole eroja opintojen keskeyttämisessä, oppimisessa kurssin aikana, ajotavan taoudellisuudessa, tai kuljettajatutkinnon ja työharjoittelun menestyksessä. Ajoharjoitukset simulaattorissa ovat kehittäneet kuljettajavalmiuksia samassa määrin kuin vastaavat harjoitukset autolla liikenteessä.

Sivutuloksena saatiin kokemusta simulaattorin käytöstä yleisesti ja ns. simulaattorisairauden hallinnasta erityisesti. Kokeilua edeltäneissä esikokeissa esiintyi pahoinvointia yli puolella osallistujista. Ongelmat saatiin hallintaan simulaattorin säädöillä, tuuletusjärjestelyillä, ja tarvittaessa vähittäistä totuttelua soveltamalla. Varsinaisessa kokeilussa pahoinvointi oli vähäistä eikä kenenkään tarvinnut keskeyttää harjoituksia sen takia.

Jatkossa esitetään tämän opetuskokeilun antamien ja muualla saatujen kokemusten perusteella bussisimulaattorin opetuskäytön kokeiluluonteista laajentamista ja kehittämistä. Siinä tarkoituksessa esitetään parannuksia ohjelmistovalikoimaan, kokeilujen organisointiin ja opetuksen sisältöä ohjaavaan opetussuunnitelmaan.

SAMMANFATTNING

Buss-simulatorns lämplighet som utbildningsredskap –

En rapport om ett försök som utfördes vid Työtehoseuran Aikuiskoulutuskeskus (Arbets effektivitetssällskapets Vuxenutbildningscentral). Fordonsförvaltningscentralens undersökningar och utredningar 1/2005.

Valde Mikkonen

En finländsk buss-simulator testades vid förarutbildningen på tre av Työtehoseuran Aikuiskoulutuskeskus kurser. Hälften av eleverna utförde en del av körövningarna i simulatorn och den andra hälften övningskörde på vanligt sätt, enbart med buss i trafik. Av de 63 sökande som antagits till kursen uteblev 7 och avbröt 6. Förarexamen avlades av 50 deltagare, av vilka 27 var simulatoranvändare och 23 hörde till jämförelsegruppen.

Simulatorkörningarna utgjorde i medeltal 6,33 körtimmar, dvs ca 9 procent av körövningarna. Den för försöket givna undantagsförordningen tillät maximalt 15 timmar (22 procent) i simulator. Jämförelsegrupperna var jämförbara i förhållande till kön, etnisk bakgrund och tidigare körerfarenhet.

Huvudresultatet var att det inte fanns några skillnader när det gäller avbrutna studier, inläring under kursens gång, förmågan att köra ekonomiskt, eller framgången i förarexamen och arbetspraktiken mellan den grupp som deltog i simulatorundervisningen och jämförelsegruppen. Körövningarna i simulatorn utvecklade förarfärdigheterna i samma utsträckning som motsvarande övningar med buss i trafik.

Som ett sidoresultat fick man erfarenhet av användningen av simulatorn i allmänhet och särskilt hanteringen av den s.k. simulatorsjukan. I testerna före försöket förekom illamående hos över hälften av deltagarna. Problemen kunde kontrolleras genom justering av simulatorn, ventileringsarrangemang, och vid behov genom att tillämpa stegvis vänjning. I det egentliga försöket förekom bara litet illamående och ingen behövde avbryta övningen på grund av det.

I fortsättningen föreslås utifrån erfarenheterna av detta undervisningsförsök och försök från andra ställen, en försöksbaserad utvidgning och utveckling av användningen av buss-simulator i undervisningen. I det fallet föreslås förbättringar i programvaran, organiseringen av försöken och i innehållet i den läroplan som styr undervisningen.

ABSTRACT

The Suitability of a Bus Simulator as a Training Tool - Report of an experiment by the Adult Education Centre of the Work Efficiency Institute. Research and reports by the Finnish Vehicle Administration 1/2005.

Valde Mikkonen

The Finnish bus simulator was tested during three bus driver courses held by the Adult Education Centre of the Work Efficiency Institute. One half of the students completed part of their practical driving training using the simulator and the other half only practiced in the traditional way, by driving in traffic. Sixty-three students were accepted into the course, seven of them never even started and six failed to complete the training. Consequently, 50 students completed the driving examination; 27 of them used the simulator and 23 belonged to the reference group.

Simulator use covered, on average, 6.33 hours of driving, which is some 9 per cent of the total driving practice. The maximum amount of simulator use stipulated by the relevant decree of exception was 15 hours (22 per cent). The reference groups were comparable in terms of sex, ethnic background and previous driving experience.

The key finding was that no differences appeared between the simulator-user group and the reference group in terms of course completion, learning during the course, economical driving skills or success at the driving examination or work practice. Simulator practice developed the students' driving skills in a manner equal to corresponding practice carried out by driving in traffic.

As secondary findings, the experiment produced experience in the use of simulators in general and particularly the management of the so-called simulator sickness. In the preliminary tests preceding the experiment, more than one half of the participants experienced nausea. These problems were alleviated by adjusting the simulator settings and ventilation and, when necessary, employing gradual familiarisation with the device. During the actual experiment, nausea only appeared to a minor extent and caused no interruptions.

On the basis of the results of this experiment, as well as experience gained in other studies, we suggest that the trial use of bus simulators in training be expanded and further developed. For this purpose, we propose improvements to the available software, test organisation and the curriculum that steers training content.

1 Johdanto

Linja-autonkuljettajien kasvavan koulutustarpeen tyydyttämiseksi aloitettiin Suomessa vuonna 1999 valmistelut simulaattorin hankinnasta koulutuskäyttöön. Hankkeen käynnistäjinä olivat Korsisaari Yhtiöt, Motiva Oy ja Team Larus Oy. Ulkomailta simulaattoreiden koulutuskäyttöä oli ollut jo pitkään, mutta linja-auton simulaattorit olivat harvinaisia. Suomessa lähdettiin oman simulaattorin suunnitteluun ja rakentamiseen, jossa tekniikan toteuttajaksi tuli Team Simrak Finland Oy yhteistyössä Volvo Kuorma- ja Linja-auton Oy:n kanssa. Tekes otti hankkeen tuotekehitysohjelmaansa vuonna 2002. Simulaattorin käyttäjänä liittyi mukaan Työtehoseuran Aikuiskoulutuskeskus vuonna 2003, jolloin hankintasopimus voitiin allekirjoittaa. Projektin ohjausryhmään tulivat mukaan Liikenne- ja viestintäministeriö, Autoliikenteen työnantajaliitto, Auto- ja kuljetusalan työntekijäliitto, Liikenneturva, Linja-autoliitto, Tiehallinto, Vakuutusyhtiöiden keskusliitto ja Ajoneuvohallintokeskus.

Simulaattorin vihki käyttöön Työtehoseuran aikuiskoulutuskeskuksessa liikenne- ja viestintäministeri helmikuussa 2004, jolloin sen kokeilukäyttö koulutusvälineenä aloitettiin. Ensimmäisen koulutettavien ryhmän kanssa voitiin kokeilla laitteen säätöjä ja mahdollisuuksia sekä selvittää oppilailla melko yleisesti esiintyneen pahoinvoinnin syitä ja hallintaa. Näiden kokeilujen myötä myös opettajat saivat tuntumaa simulaattorin käyttöön. Varsinaiseen, vertailevaa tutkimustietoa tuottavaan käyttökokeiluun päästiin huhtikuussa 2004. Siitä alkaen kolmella kurssilla simulaattoria käytettiin puolelle kuljettajaoppilaista, toisen puolen kurssilaisista saadessa ajo-opetuksen perinteisesti kokonaan autolla liikenteessä. Näiden ryhmien koulutus eteni siten, että viimeiset seuranassa olevat oppilaat päättävät koulutukseen liittyvän työssä oppimisjakson tammikuussa 2005. Simulaattorin käytön vaikutuksia selvitetään ulkopuolisella seurantatutkimuksella, jonka tekijäksi valittiin Valmixa Oy. Tässä raportissa esitellään tutkimuksen järjestelyt ja tulokset sekä pohditaan simulaattorin käytön rajoituksia, mahdollisuuksia ja kehittämistarpeita omien ja muualla kertyneiden tulosten ja opettajien kokemusten valossa. Kehitys alalla on nopeaa ja sen jatkuva seuranta on tarpeen, jotta omille kokemuksille saataisiin vertailukohteita ja jotta omaa kehitystyötä voitaisiin suunnata oikein.

2 Säädöspohja

Säädöstason taustoina hankkeella on sekä EU:n direktiivi ammattikuljettajien koulutuksesta (Euroopan Parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2003/59/EY, 15.7.2003), jonka liite ammattipätevyyttä ja koulutusta koskevista vähimmäisvaatimuksista sisältää toteamuksen, että ajoneuvoluokkakohtaisista ajoharjoituksista enintään 40 prosenttia voidaan antaa erityisellä testialueella tai korkeatasoisessa simulaattorissa, "jotta voidaan arvioida edistymistä turvallisuusmääräyksiin perustuvassa järkevässä ajokäyttäytymisessä. Tarkoituksena on erityisesti arvioida ajoneuvon hallintaa kunnoltaan vaihtelevilla ajoradoilla vaihtelevissa ilmasto-olosuhteissa valoisaan ja pimeään aikaan". Direktiivi on julkaistu virallisesti 10.9.2003 (Euroopan Unionin virallinen lehti L 226/4).

Suomessa kuljettajaopetusta säädellään ajokorttiasetuksella. Siihen tehtiin Liikenne- ja viestintäministeriön asetuksella väliaikainen muutos 22.1.2004 (Liikenne- ja viestintäministeriön asetus ajokorttiasetuksen soveltamisesta annetun liikenneministeriön päätöksen 4 a §:n väliaikaisesta muuttamisesta). Tämän 1.2.2004–31.5.2006 välisenä aikana voimassa olevan asetuksen mukaan "D-luokan ajo-opetuksessa voidaan opetussuunnitelmassa vahvistaa enintään 15 tuntia annettavaksi simulaattorissa, jos laite teknisiltä ja koulutuksellisilta ominaisuuksiltaan ja toiminnoiltaan sekä liikenneympäristön ja -olosuhteet riittävästi huomioon ottaessaan soveltuu opetussuunnitelmassa nimettävien oppisisältöjen opetukseen D-luokan ajo-opetukselle asetettujen yleisten tavoitteiden mukaisesti. Simulaattorilla opetusta annettaessa opettajalla on oltava D-luokan ajo-opettajan kelpoisuus ja hänen on oltava mukana opetustilanteessa koko

oppitunnin ajan”. Nykyisen ajo-opetuksen kokonaismäärästä laskettuna simulaatio-opetuksen osuus voi poikkeusluvan perusteella olla enintään 22,4 prosenttia.

Säädösten asettamat ehdot ja rajoitukset simulaattorin käytölle ovat melko tiukat. Ne kattavat sekä simulaattorin tekniikan että erityisesti ohjelmiston ja myös opetusjärjestelyt. Kuten tuonnempana nähdään, on pedagogisessa kokeilu- ja kehitystyössä saatu lupaavimpia tuloksia olosuhteissa, joissa säädösrajoitteet ovat hyvin väljät. Niissä on kuitenkin kyse muusta kuin ammattikuljettajien koulutuksesta, jossa viranomaisvalvonta on muuta kuljettajaopetusta kattavampaa siitä riippumatta, käytetäänkö simulaattoreita vai ei.

3 Kokeilun välineistö

Kokeilussa käytetty bussisimulaattori pohjautuu aitoon, taajamaympäristöissä käytettäväksi suunniteltuun linja-autoon. Pohjana on Volvo 8700-malli, jota on muokattu simulaattorikäyttöön siten, että autoa voidaan ajaa joko käsi- tai automaattivaihteisena. Simulaattorin alustan ja korin perusmäärittämisinä on kaksiakselinen, 13-metrinen linja-auto, jota voidaan ohjelmalla muunnella mm. siten, että moottorivaihtoehtoja on tehtaan erilaisia keski- ja takamoottoreita. Laite on ns. täyssimulaattori, jossa simuloidaan myös ajoneuvon dynamiikkaa alustan neljän pneumaattisen sylinterin avulla. Liikenne näkymä on neljällä projektorilla heijastettu laajakangasnäyttö, leveyssuunnassa n. 220 astetta ja pystysuunnassa n. 60 astetta.

Erikoisuutena ja muualla käytetyistä bussisimulaattoreista (Jacobs & Brock, 2001) poiketen, kokeilussa simulaattorissa on myös matkustamo-osa, jossa on opettajan paikka ja 11 normaalia matkustajapaikkaa. Tämä mahdollistaa täysimittaisen rahastus- ja matkustajapalveluiden harjoittelun simulaattorissa. Laitteen teknisiä ja muita ominaisuuksia on esitelty yksityiskohtaisemmin omistajan nettisivulla (STC Simulator Training Oy osoitteessa www.simulatortraining.fi).

Liikennenympäristöt kattavat sekä taajama- että maantiereittejä ja olosuhteiden sekä tien pinnan vaihteluja on tarjolla. Muuta liikennettä on rajallisesti, mutta mukana on sekä ajoneuvoja, jalankulkijoita että pyöräilijöitä. Koulutuksellisesti simulaattori tarjoaa mahdollisuuksia monenlaisiin harjoitteisiin, jotka liittyvät ajoneuvon käsittelyyn, liikennetilanteiden hallintaan sekä matkaan, matkustajiin ja oman tilan hallintaan. Simulaattorille tyypillisenä piirteenä on harjoitteiden toistomahdollisuus ja joiltain osin tilanteiden vaihtelu siirtämällä näkemien kuvakulmaa. Bussisimulaattoreissa tärkeänä pidettyä kuljettajan näkemiä taakse on kokeilussa laitteessa tuotettu kolmella säädettävällä peilillä, joista yksi näyttää matkustamoon ja kaksi ovat tavanomaisia sivupeilejä.

4 Tutkimusasetelma

Kokeilukurssin antamien kokemusten sekä kuljettajakoulutusta säätelevän asetuksen ja opetussuunnitelman asettamien rajojen mukaisesti simulaattorilla annettavat ajo-harjoitukset rajattiin laitteessa tarjolla olevan ohjelmiston antamiin mahdollisuuksiin. Periaatteena simulaattorin käytössä pidettiin, että laite on harjoituksissa yksi ajoneuvo, joka osuu käyttöön osassa ajo-harjoituksia puolelle kunkin ryhmän oppilaista. Simulaattorin käyttäjiä ei muutoin nimetä eivätkä he erotu muista oppilaista, vaan simulaattorin käyttö on osa rutiinimaisia ajoharjoituksia. Tällä järjestelyllä pyrittiin välttämään monista seurantatutkimuksista jo pitkään tunnettua ns. Hawthorne-efektiä (Roethlisberger & Dickson 1939), jonka mukaan erityisjärjestelyjen ja -huomion kohteeksi otetun ryhmän suoritukset paranevat jo pelkästään huomion osoittamisen takia. Tällöin tulokista ei voida päätellä, miten olosuhteiden vaihtelu vaikuttaa tuloksiin. On perusteltua olettaa, että sama pätee myös oppimiseen. Uusien opetusmenetelmien käyttökokeiluissa vaikutuksia voi tulla joko menetelmistä sinänsä tai sellaisista kokeiluun liittyvistä osallistujien sosiaalisen aseman muutoksista, jotka he kokevat merkittävinä. Sosiaalisten tekijäin vaikutus on sitä suurempi mitä suurempi huomio osallistumiselle annetaan.

Tässä kokeilussa pyrittiin saamaan simulaattorin käytön vaikutus mahdollisimman puhtaana esiin, ilman että osallistumisesta simulaattoriopetukseen tehdään numeroa.

Tutkimusasetelmassa verrataan kahta ryhmää, jotka muodostettiin ns. vastinparimene-
telmällä. Kukin kolmesta kurssista jaettiin kahteen puoliryhmään. Simulaattorilla harjoit-
telleet puoliryhmät valittiin siten, että niissä oli yhtä paljon oppilaita sukupuolen, etnisen
taustan, aikaisemmin saadun ajokoulutuksen ja ajokorttiluokan sekä ajokokemuksen
perusteella luokiteltuina kuin vertailuryhmässäkin. Pyrkimyksenä oli muodostaa vastin-
parit siten, että jokaisella simulaattoriryhmän oppilaalla olisi ollut taustatekijöiltään sa-
manlainen oppilas vertailuryhmässä. Täyttä vastaavuutta ei voitu kuitenkaan pieneh-
köissä ryhmissä saavuttaa. Kurssilla saattoi olla pariton määrä oppilaita, jolloin vastin-
paria ei ole tarjolla edes lukumääräisesti. Lisäksi opintojen keskeyttämisiä esiintyi, mi-
kä rikkoo ennalta muodostetut parit. Aina ei vastinparia voitu löytää senkään takia, että
kurssilla saattoi olla vain yksi sukupuolensa ja etnisen taustansa edustaja. Kokonai-
suutena tutkimusasetelman mukaisten ryhmien verrattavuus on kuitenkin kohtalaisen
hyvä.

5 Koehenkilöt

Tutkimukseen osallistui kolmen peräkkäisen kurssin oppilaat, jotka olivat suorittamassa
linja-auton kuljettamiseen oikeuttavaa D-ajokorttiluokan tutkintoa. Kurseille ilmoittau-
tuneita oli yhteensä 63 ja tutkimuksessa oli suunniteltu verrattavan kahta 30 oppilaan
ryhmää. Poisjääntien ja keskeyttämisten takia lopullinen ryhmäkoko jäi kuitenkin hie-
man suppeammaksi: simulaattoriryhmissä tutkinnon suoritti 27 oppilasta ja vertailu-
ryhmässä vastaavasti 23. Yhteensä tutkinnon suorittaneita oli tutkimusryhmissä näin
ollen 50.

Kurseille saapumatta jäi ilmoittautuneista yhteensä seitsemän oppilasta, joista kaksi
oli simulaattoriryhmiin ja viisi vertailuryhmiin nimettyä. Kurssin joko keskeytti oma-aloit-
teisesti tai joutui keskeyttämään toistuvien ajokokeen hylkäysten takia yhteensä kuusi
oppilasta, kolme simulaattoriryhmistä ja kolme vertailuryhmistä. Simulaattoriopetuk-
seen osallistumisella ei ollut vaikutusta keskeyttämisiin: osa (7 oppilasta) keskeytti en-
nen simulaattoriharjoituksiin osallistumista ja osa (6 oppilasta) jakautui tasan joko si-
mulaattori- tai vertailuryhmiin.

Kurssin suorittaneet olivat valtaosaltaan miehiä; naisia oli simulaattoriryhmässä kaksi
ja vertailuryhmässä yksi. Maahanmuuttajataustaisia oli vastaavasti simulaattoriryh-
mässä yhteensä 13 ja vertailuryhmässä 15. Ikävaihtelu oli laajaa, simulaattoriryhmässä
21–52 vuotta ja vertailuryhmässä 23–54 vuotta. Ikäjakautumat olivat kahdessa ryh-
mässä kokolailla identtiset: simulaattoriryhmän keskiarvo oli 35,67 vuotta ja keskiha-
jonta 9,68 vuotta. Vastaavat tunnusluvut vertailuryhmässä olivat 36,13 vuotta ja 9,68
vuotta.

Ryhmien vertailtavuus on varsin hyvä ja vertailua tehdään alempana käsitellen ryhmiä
kokonaisuutena. Alun perin tutkimusasetelma tähtäsi vastinparien muodostamiseen
vertailua varten, mutta keskeyttämisten takia se ei ole mahdollista menettämättä huo-
mattavaa osaa jo muutoinkin supistuneista ryhmistä.

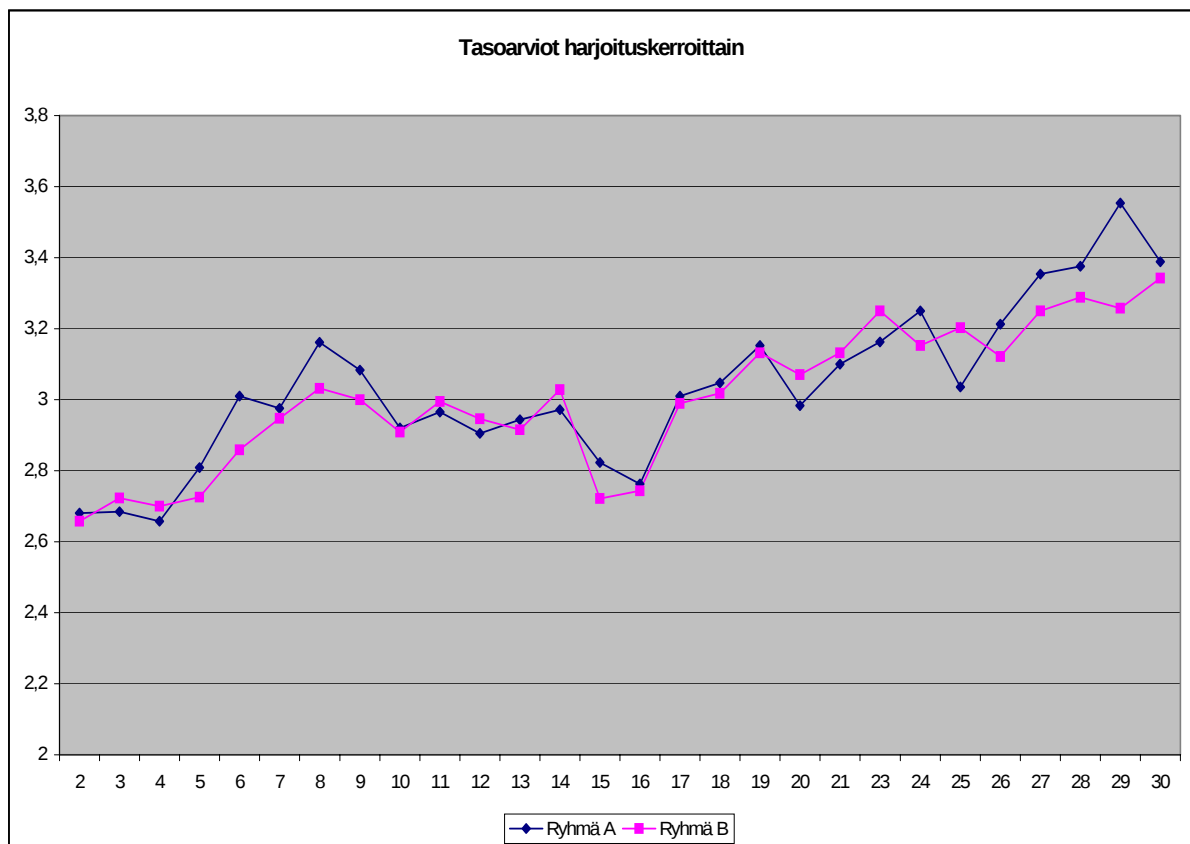
6 Tuloksia

6.1 Oppiminen kurssin aikana

Koulutuksen aikaisesta oppimisen edistymisestä on käytettävissä Ajo- ja toimintaharjoi-
tuspäiväkirjojen tietoja. Niihin sisältyy myös kaksi taloudellisen ajon mittausta, joissa
vakioreitillä seurataan mm. keskikulutusta ajoneuvon.

Harjoituskertoja simulaattorissa oli oppilasta kohden keskimäärin 2,85 (vaihteluväli 2–5) ja niiden aikana oli ajotunteja keskimäärin 6,33 (vaihteluväli 3–10,5), mikä on 9,4 prosenttia ajo-opetuksesta. Simulaattoria oli ennalta kaavailtu käytettävän enemmän, jopa 15 ajotuntiin, mikä olisi 22,4 prosenttia koko ohjelmasta. Simulaattorissa tarjolla olleet liikenneympäristöt rajoittivat kuitenkin mahdollisuuksia opetussuunnitelman mukaisiin ajoharjoituksiin. Perusteltua oli toisaalta välttää liian samanlaisten harjoitteiden toistoa: se ei anna riittävästi virikkeitä oppimiseen ja lisäksi se heikentää motivaatiota ja saattaisi pilata simulaattorin maineen.

Ensimmäinen tulosvertailu saadaan koulutuksen aikaisista oppimistulosten arvioinneista ajokertoittain. Kuvio 1 osoittaa oppimisen tasoa ja edistymistä. Kuviossa on mukana ne ajokerrat, joista useimpien oppilaiden osalta oli suoritustason arvioita. Ensimmäinen ajokerta on tutustumista kalustoon ja sen käsittelyyn eikä sitä arvioida. Ohjelman loppuosassa, ajokerrat 31–32 on yksilöllistä kertausta eikä pääosalle oppilaista enää kerry suoritearvioita. Harjoituksena 22 oli puolestaan ajo harjoitusradalla, jota ei voitu simulaattorilla kenenkään osalta korvata.



Kuvio 1. Opettajien antamat arviot ajosuoritteista harjoituskerroittain. Arvioiden keskiarvot ryhmissä A (Simulaattoriryhmä) ja B (Vertailuryhmä).

Kuvio osoittaa, että puoliryhmien välillä on vain satunnaisia eroja suoritustasossa ja sen kehittämisessä koulutuksen aikana. Suoritustason vähittäistä nousua esiintyy kokolailla yhtäläisesti molemmilla puoliryhmillä. Tämä ei kuitenkaan kuvaa pelkästään oppimisen määrällistä kertymää, koska myös vaatimustaso nousee koulutuksen edistyessä ja suoritusta arvioidaan kussakin vaiheessa pitäen vaatimustasoa vertailukohdana. Nämä käyrät osoittavat vain, että simulaattorin käyttö osaan ajoharjoituksista ei vaikuta koulutuksen aikaiseen ajotaidon kehittymiseen. Saavutettua ajotaidon tasoa arvioidaan sitten riippumattomasti ajokokeissa.

Erityispiirteenä molemmissa ryhmissä voidaan nähdä taitojen oppimisessa tyypillinen vaihteellisuus, taitojen edistymisessä on tasannevaihe – ja jopa taantumavaihe – har-

joituskertojen 8–16 alueella. Harjoitusten vaativuus lisääntyy tässä vaiheessa, kun siirytään tavanomaisesta taajamien reittiajoista tilausajoihin eikä kertailua ole samassa määrin kuin muissa osissa kurssia. Tämä selittää epäilemättä tasoarvioiden alentumista. Mutta myös oppimisen portaittaisuus on tunnusomaista taitojen kehitymisessä; siitähän on systemaattisia havaintoja jo yli sadan vuoden takaa (Bryan & Harter, 1899). Myös tämä mahdollisuus sopii hyvin oppimiskäyrän osoittamaan tulokuvaan.

6.2 Menestys tutkinnoissa ja työharjoittelussa

Taulukkoon 1 on koottu vertailtavista ryhmistä kaikki kuljettajatutkintoa, taloudellisen ajamisen testauksia ja työharjoittelua koskevat tulokset, jotka on esitetty ryhmäkeskiarvoina ja -hajontoina. Taulukkoon on myös merkitty, mihin suuntaan keskiarvot ryhmien välillä eroavat ja lopulta eron tilastollista merkitsevyyttä osoittava ns. riskitaso (luku osoittaa, miten suurella todennäköisyydellä ero voi esiintyä satunnaisesti).

Taulukko 1. Ryhmien A (simulaattoriryhmä, n = 27) ja B (vertailuryhmä n = 23) keskiarvot ja hajonnat sekä keskiarvoerojen suunta ja merkitsevyys ajotutkinnossa, taloudellisen ajon kokeissa ja työharjoittelussa

Vertailtava tulos	Simulaattoriryhmä		Vertailuryhmä		Eron suunta	t-testi, eron merkitsevyys
	Keskiarvo	Hajonta	Keskiarvo	Hajonta		
C-teoriakoe kertoja ennen D-koetta	0,889	0,801	0,913	1,125	A > B	0,930
C-teoriakoe: virheitä viimeisessä	9,333	3,803	8,364	4,392	A < B	0,412
C-koetehtävät, aika/vastaus	127,778	95,317	126,955	84,603	A < B	0,975
D-teoriakoe koertoja	1,259	0,447	1,087	0,288	A < B	0,119
D-teoriakoe, virheitä	1,259	0,813	1,478	1,275	A > B	0,466
D-teoriakoe, aika/tehtävä	33,852	21,686	39,826	27,638	A > B	0,396
D-ajokoe, pisteet yhteensä	24,348	3,688	24,250	3,193	A > B	0,927
Ajoneuvon käsittely	3,478	0,665	3,600	0,503	A < B	0,507
Liikennetilanteiden hallinta	3,391	0,656	3,550	0,759	A < B	0,466
Kevyen liikenteen huomiointi	3,522	0,665	3,550	0,510	A < B	0,878
Ajamisen sujuvuus	3,348	0,935	3,550	0,887	A < B	0,473
Riskien tunnistus ja välttäminen	3,565	0,590	3,550	0,686	A > B	0,837
Ajamisen taloudellisuus	3,435	0,590	3,200	0,523	A > B	0,178
Kokelaan arviot, osuvuus	3,609	0,839	3,250	0,786	A > B	0,158
Taloud. ajo 1, kesikukulutus	25,567	2,822	25,230	1,988	A < B	0,634
Taloud. ajo 2, kesikukulutus	23,848	3,055	23,726	2,189	A < B	0,874
Taloudellisen ajamisen kehitys	1,719	1,378	1,504	1,585	A > B	0,612
D-ajokoe kertojen lukumäärä	1,370	0,565	1,174	0,388	A < B	0,165
Lisäharjoituskertojen lukumäärä	1,704	3,148	1,174	2,622	A < B	0,525
Työharjoittelun arviointi	3,760	0,597	3,696	0,635	A > B	0,719

D-luokan ajokorttia suorittavien on osoitettava ensin C-luokan teoriakokeen tiedot, ellei se ole sisältynyt jo aikaisempaan koulutukseen. Koska kaikki eivät osallistu tähän koekeseen, jäävät koekertojen keskiarvot alle yhden, vaikka jotkut osanottajista tarvitsivat useita yrityskertoja kokeesta selvitäkseen. Tulokset on otettu tähän osoittamaan, että ryhmillä A ja B ei ole tältäkin osin eroja ja ne ovat siten vertailukelpoisia muiden mittojen osalta.

D-ajokokeen tulokset on esitetty sekä kokonaispistemäärinä että kaikkien seitsemän eri arviointikohteen pistemäärinä.

Taulukon perusteella kokeilun päätulos on selkeä: ryhmien välillä on vain satunnaisia eroja tutkintosuorituksissa ja työharjoittelun arvioissa (työharjoittelun arvioita on 25 har-

joittelijalta A-ryhmässä ja 23 harjoittelijalta B-ryhmässä). Ryhmien samanlaisuutta korostaa paitsi erojen jääminen tilastollisen satunnaisvaihtelun rajoihin, myös se, että keskiarvojen eroja esiintyy molempiin suuntiin: simulaattoriryhmän keskiarvo on vertailuryhmää parempi yhdeksän mitan osalta ja eron suunta on päinvastainen yhdentoista mitan osalta.

Ensimmäisen kurssin tuloksissa selvältä näyttänyt ero taloudellista ajamista mittaavassa keskiarvotuloksessa on aineiston karttuessa supistunut niin pieneksi, että se mahtuu hyvin tilastollisen satunnaisvaihtelun rajoihin. Satunnaisuutta korostaa edelleen se, että koulutusryhmistä ensimmäisessä oli selvä simulaattoria käyttäneiden paremmuus taloudellisen ajotavan kehityksessä. Toisen koulutusryhmän suorituksissa oli suotuisa "simulaattoriefekti" kaventunut vähäiseksi ja kolmannen ryhmän tuloksissa eroa oli toiseen suuntaan eli vertailuryhmässä ajon taloudellisuus kehittyi simulaattoriryhmää enemmän.

Tilastollisen vertailun perusteella simulaattorin käyttö ajoharjoituksiin kokeilussa laajuudessa ja kokeillulla tavalla ei tuota merkitseviä eroja sen paremmin oppimiseen koulutuksen aikana kuin tutkintomenestykseen, ajotavan taloudellisuuteen tai työharjoittelun menestykseenkään. Simulaattoria voidaan käyttää ajoharjoituksiin; oppimistulokset eivät siitä muutu suuntaan eikä toiseen.

6.3 Simulaattorisairaus ja sen hallinta

Simulaattorin käyttökokeilu tuotti myös muutamia sivutuloksia, joista merkittävin on havainnot simulaattorisairaudesta ja sen hallintakeinoista. Jo ennaltahan tiedettiin, että osalle kuljettajista simulaattorissa tulee pahoinvointia. Oireet ovat samankaltaisia kuin merisairauksissa; kalpeneminen, oksettava olo ja oksentelu, sekä jälkitilana migreeniä ja muuta päänsärkyä, huimausta ja yleistä heikotusta. Kirjallisuuden perusteella ennakoitiin, että 10–15 prosenttia osanottajista saattaa kärsiä simulaattorisairaudesta (Hiltunen & Partinen, 1999). Yleisemminkin tiedetään, että noin 10 prosenttia ihmisistä kärsii jonkinasteisesta pahoinvoinnista laitteissa, jotka tekevät sekä sivu- että pysäytysuuntaista liikettä (Durlach & Mavor, 1994). Tässä tutkimuksessa käytetyssä simulaattorissa ongelma havaittiin ja oireita kartoitettiin esitutkimuksella, joka tehtiin ennen varsinaista opetuskäyttöä. Osanottajina oli 12 kuljettajaoppilasta, joista kahdeksan vastasi kyselyssä kärsineensä jonkinasteisesta pahoinvoinnista ja näistä neljä piti mahdolltomana jatkaa ajoharjoittelua simulaattorissa. Pahoinvoinnin oireet olivat pahimmillaan heti ensimmäisellä ajokerralla. Niitä näytti esiintyvän sekä kuljettajalla että matkustajilla.

Poikkeuksellisen suuri simulaattorisairauden esiintyvyys kannusti etsimään keinoja tilanteen parantamiseen. Keinoja löytyikin koko joukko:

- Simulaattorihuoneen tuuletuksen parantaminen ja tehostaminen.
- Simulaattorin ilmastoinnin järjestäminen.
- Simulaattorin liikennenäköymien valotehon alentaminen.
- Simulaattorin ajodynamiikan säätäminen "pehmeämmäksi".
- Ajotehtävän antaminen siten, että kuljettaja saa risteyskiä lähestyessä itse päättää ajosuunnan.
- Kuljettajan neuvominen pitämään katse etäällä ajosuunnassa ja ajamaan ennakkoivasti.
- Ensimmäisellä kerralla tarvittaessa ajon keskeyttäminen ja eteneminen vähittäin totutteleamalla.
- Oireita saavien rohkaiseminen jatkamaan harjoittelua; tottuminen simulaattoriin vähentää oireita.

Jos merkkejä simulaattorisairaudesta esiintyi, pidettiin tarvittaessa heti ensimmäisten merkkien esiintyessä taukoja ja sairauden kehittyminen torjuttiin tututtelemalla laitteen.

Näillä keinoilla päästiin varsinaisissa koeryhmissä siihen, että kenenkään osallistujan ei tarvinnut keskeyttää suunniteltuja simulaattoriharjoituksia ja oireita esiintyi yleensäkin vain harvoilla.

6.4 Kouluttajien kokemuksia

Kursseilla kouluttajina toimineita liikenneopettajia haastateltiin sekä tutkimusjakson alkuvaiheessa että sen päätyttyä. Tavoitteena oli saada kuva simulaattoriharjoitusten opettajille antamista kokemuksista heti ensivaikutelmien perusteella ja sitten jälkiarvoina, kun kokemuksia oli kertynyt noin puolen vuoden ajalta.

Ensimmäisiä kokemuksia väritti voimakkaasti simulaattorisairauden esiintyminen. Se oli yllättävä – ja hankala – asia, jota ei oltu osattu odottaa ja johon ei aluksi ollut valmiita toimintamalleja. Kokemusta taudin ensioireiden tunnistamisesta ja hallintakeinoista kertyi kuitenkin nopeasti varsinaista tutkimusta edeltäneistä esikokeista.

Jo tutkimuksen alkuvaiheessa paljastui myös, että käytössä oleva liikenneympäristön ja -tilanteiden ohjelmisto rajoitti ajoharjoitusten mahdollisuudet melko kapeiksi. Harjoituksista tulee melko nopeasti hyvin samankaltaisia ajotehtäviä toistavaa "junnaamista" ja opettajan kekseliäisyys joutuu koetukselle, jotta mielenkiinnon säilyttävää vaihtelua saadaan edes viiteen ajotuntiin. Oitis oli nähtävissä, ettei poikkeusasetuksen sallimaa simulaattorin käytön 15 ajotunnin enimmäismäärää voitu järjestää siten, että se oppimistavoitteiden kannalta mielekästä. Erityisesti muun liikenteen tuoma vaihtelevuus ja ajoympäristön monipuolisuus ovat todellisuudessa aivan muuta kuin simulaattorissa. Ohjelmiston kehittämiseen koettiin voimakkaita tarpeita jo ensimmäisten kokemusten perusteella.

Oppimisen kannalta oli jo alkuvaiheessa nähtävissä, että ensimmäinen simulaattoriajo menee laitteeseen perehdyttämiseen. Uusi väline ja siitä osallistujajoukossa levinneet kuulopuheet olivat luoneet alkujännitystä, josta oli vapauduttava. Saattaa olla, että tähän liittyy myös hermoilua, joka purkautuu joillakin päänsärkynä ja muuna pahoinvointina.

Simulaattorin mahdollisuuksiin suhtauduttiin kouluttajien keskuudessa kuitenkin toiveikkaasti. Alkuvaikeudet nähtiin johtuvan siitä, että laite koettiin otetun käyttöön ohjelmistoltaan keskeneräisenä.

Tutkimusvaiheen päättyessä, kolmen kurssin jälkeen, kouluttajien kokemuksia väritti pettymys simulaattorin käyttöön. Kriittistä suhtautumista ovat luoneet seuraavat seikat:

- Odotukset ja kouluttajille välittyneet ennakotiedot olivat epärealistisen korkealla, käyttöön kuviteltiin saatavan väline, jolla pystytään innostamaan ajoharjoittelua ja lievittämään perinteisessä opetuksessa ilmeneviä oppimisvaikeuksia. Simulaattori ei ollut näitä odotuksia vastaava "ihmelaatikko".
- Simulaattoriajoihin osallistuvilla kokemus ei ollut innostava. Päinvastoin, ensimmäisellä kerralla oli jonkinlaista uteliaisuutta uutta laitetta kohtaan, mutta myöhemmillä kerroilla osallistuminen oli innotonta ja jopa vastentahtoista. Simulaattori ei näyttänyt palkitsevan oppimiskokemuksilla ja onnistumisilla edes samassa määrin kuin ajo autolla liikenteessä ja harjoitusympäristöissä.
- Ajoympäristöjen karttapohjat ovat olleet koko ajan liian suppeita ja liikennetilanteiden vaihtelevuutta luova muu liikenne on todellisuuteen nähden liian vähäistä, jolloin harjoitteista tulee yksitoikkoisia.
- Kouluttajat ovat joutuneet improvisoimaan simulaattorin käyttötapoja ja harjoituksia pelkästään oman vähittäin kertyvän kokemuksen varassa. Simulaattorin mahdolli-

suuksia hyödyntävä opetussuunnitelma ja kouluttajien perehdyttämien sen toteuttamiseen olisivat olleet tarpeellisia.

- Simulaattoriharjoituksia ei ole voinut riittävästi räätälöidä oppilaiden yksilöllisiin tarpeisiin, joita autolla ajettaessa on ilmennyt. Heikoimmin edistävät oppilaat ovat hyötäneet simulaattorista vähiten.
- Aktiivisilla oppilailla esiintyy ideoita, joita haluttaisiin heti kokeilla harjoitusten sisältöinä. Useimmiten simulaattori ei ole antanut mahdollisuuksia toteuttaa näitä oppimisen kannalta hyviä aloitteita.
- Kouluttajien ihanteena olisi siirtää simulaattoriin vaikkapa videoituja liikenneympäristön hankaluuksia ja tilanteita, mutta tähän ei ole mahdollisuuksia.
- Kouluttajien kuuleminen yleensäkin simulaattoriharjoitusten sisällön suunnittelussa on jäänyt vähäisemmäksi kuin mitä olisi välttämätöntä sekä kouluttajien motivaation että ohjelmien jatkuvan kehityksen ylläpitämiseksi.

Vaikka tähänastisista kokemuksista on kriittistä kommentoitavaa, on kouluttajien usko simulaattorin mahdollisuuksiin säilynyt ja tulevilta kehittämistoimilta odotetaan paljon.

7 Simulaattorin käytön kehittämismahdollisuuksia

Edellä raportoitu kokeilu kattaa yhden melko rajallisen simulaattorin käyttötavan ja opetusjärjestelyn. Suorien tulosten ohella kokeilu tarjoaa myös vinkkejä simulaattorin käytön kehittämiseen. Mahdollisuuksien kartoitukseen on kuitenkin paikallaan päivittää myös muualla, toisenlaisissa yhteyksissä ja toisenlaisilla tavoilla, saatuja tuloksia. Näin saadaan omien tulosten rinnalle laajempi arviointipohja simulaattorin opetuskäytön kehittämiseen.

7.1 Kehityssuuntia simulaattorin käytössä muualla

Simulaattoreiden käyttökokeiluja ja opetuskäytäntöjen kehittämistä on muualla maailmassa runsaasti, sillä ajoneuvosimulaattoreiden kehittämistä maailmalla motivoivat monet seikat. Aikaisemmin autosimulaattorit ovat olleet useimmiten sivutuotteita yrityksissä, joiden päätuotteet ovat olleet sotilaalliseen tai muiden liikennemuotojen käyttöön tarkoitetut simulaattorit kuten lentokone-, juna- ja laivasimulaattorit. Yksi ajankohtainen piirre onkin, että autosimulaattoreita on nyttemmin alkanut tulla myös uusien yritysten tuotteina ja nämä yritykset ovat suuntautuneet yksinomaan tieliikenteen ja kumipyöräajoneuvojen simulointiin.

Valmistajien ja tarjonnan lisääntyessä vaihtoehtojen määrä kasvaa, mutta sen ohella kasvavat myös vaihtoehtojen väliset erot. Näköpiirissä ei ole yhteisiä normeja tai standardeja, vaan kokeilevaa tuotekehitystä ja kilpailua yksilöllisillä laite- ja ohjelmistoratkaisuilla. Tarjonnan runsaus on tuonut laitteiden teknisen tason rinnalle kilpailun hinnoilla ja erityisesti opetusohjelmilla. Niinpä nykyisten tuotevalikoimien vertailu aikaisempaan tarjontaan paljastaa muutamia kehityssuuntia, joita seuraavassa luettelomaisesti jäsennetään ja eritellään. Tässä käsitellään ajo-opetukseen käytettäviä simulaattoreita yleisesti. Käytännössä ne ovat valtaosaltaan henkilöauton simulaattoreita. Päätelmien dokumentointiin ei useimmissa tapauksissa ole tarjolla mitään yksittäistä tietolähdettä, sillä tiedot on koottu useiden eri valmistajien ja tutkimuslaitosten tarjoaman informaation rinnastuksista ja yhdistelyistä. Ajankohtaisia tietolähteitä on lueteltu mm. ranskalaisen tutkimuslaitoksen Inrets internet-sivuilla ([www.inrets.fr/driving simulator links](http://www.inrets.fr/driving_simulator_links)), jossa on linkit yli 50 tutkimuslaitoksen ja koulutusyrityksen sivuille.

7.1.1 Taloudelliset näkökohdat suuntaavat kehitystä

Kilpailussa asiakkaista myös hinnat ovat tärkeitä ja globaalit markkinat merkitsevät kilpailua yli rajojen ja jopa yli maanosien. Toinen simulaattoreiden ja ohjelmien hinnoitte-

luun vaikuttava tekijä on koulutuskustannusten katto: simulaattoreilla annettava koulutus täytyy saada edullisemmaksi kuin vastaavilla aidoilla laitteilla annettava koulutus. Nämä kaksi kustannusleikkuria, yritysten välinen kilpailu ja simulaattoreiden vertaaminen aitoihin laitteisiin, näkyvät tuotekehityksessä monella tavalla.

Massakoulutukseen tarjotaan ja hankitaan lisääntyvästi kiinteitä laitteita ja PC-ohjelmia täyssimulaattoreiden asemesta. Kiinteillä laitteilla tarkoitetaan simulaattoreita, joissa vain liikennetilanteita simuloidaan ja ajoneuvon hallintalaitteet ovat kiinteällä alustalla. Ajoneuvon dynamiikkaa ei simuloida. Täyssimulaattorissa luodaan myös ajotuntumaa laitteen liikkeiden avulla. Täyssimulaattorit ovat jäämässä tutkimuskäyttöön ja sellaisiin koulutustehtäviin, joita hoidetaan valtakunnallisesti tai jopa kansainvälisesti. Paikallisesti palveluja tarjoava kuljettajien ajokorttikoulutus suosii kiinteitä simulaattoreita ja PC-ohjelmat ovat tulossa autokoulujen teoriaopetuksesta myös ajo-opetuksen tueksi. Laitteiden hinnoissa on kertaluokkaeroja: PC-ohjelmiin rakentuva järjestely laitehankintoihin on halvimmillaan 1000 € tasolla, kiinteät simulaattorit perusohjelmineen 10 000 € tasolla ja täyssimulaattorit perusohjelmineen 100 000 € tasolla. Hintahaarukka näistä lähtöhinnoista ylöspäin on laaja. Vastaavasti myös käyttökustannukset vaihtelevat suuresti.

Toinen linja on käyttökustannusten karsiminen siten, että useita laitteita on sijoitettu rinnan yhden valvojan/opettajan silmälläpidon alaiseksi. Mitä yksinkertaisempia laitteita käytetään, sitä luontevampaa niitä on sijoittaa rinnan. Melko vaativissakin kiinteiden simulaattoreiden järjestelyissä on menty jopa 12 rinnakkaislaitteen asentamiseen. Laitteiden hankinta sarjana alentaa niiden hintaa ja etenkin käyttökustannuksista putoaa suuri osa valvontatyön jakautuessa monelle laitteelle. Järjestelyn kannattavuus – eli korkea käyttöaste – edellyttää kuitenkin vahvaa ja jatkuvaa koulutettavien virtaa, mikä rajoittaa mahdollisuuksia sen soveltamiseen.

Ajankohtaisempi käyttökustannusten alentamisen linja onkin tehdä simulaattoreista itseohjautuvia siten, että laite opastaa käyttäjäänsä ja antaa myös palautteita ja neuvoja suoritusten parantamiseen. Opasteet ja palaute voivat olla tekstiä tai kernaimmin puhetta, jolloin näkökenttään voidaan tarjota pelkästään simuloitavia liikennetilanteita. Simulaattoreihin sovelletaan tällöin muissa yhteyksissä pitkälle kehitettyjä ohjelmoidun opetuksen malleja ja tietokoneohjelmia. Itseohjautuvuuden ohjelmointi simulaattoreihin tuo paitsi säästöjä valvontakustannuksiin myös sen edun, että käyttäjille voidaan markkinoida omaehtoista harjoittelua, jota kukaan toinen ihminen ei ole olan takana valvomassa. Tätä mainostetaan välistä jopa edustavampana kuljettajan toiminnan mallina kuin opettajajohtoista ajamista, ilman valvojaahan kuljettaja tavallisimmin autoansa ajaa.

Teknisinä ratkaisuinä kustannusten alentamiseen on kehitelty myös simulaattoreita, joissa yhteen ja samaan simuloituun liikenneympäristöön ja liikennetilanteisiin voidaan vaihtaa ajoneuvoa. Tällöin esimerkiksi koulutus henkilö- tai kuorma-auton kuljettajaksi voidaan antaa muuten samoilla laitteilla, mutta ohjaamo vaihdetaan. Tämä mm. Norjassa tarjolla oleva järjestely ei kuitenkaan näytä yleistyneen, mikä viittaa siihen, että kustannussäästöt eivät ole suuria. Ohjaamon vaihto ei myöskään ole aivan yksinkertainen, vaikka sen mainostetaan sujuvan varttitunnissa.

7.1.2 Painopiste siirtynyt tekniikasta ohjelmointiin

Opetusvälineiksi tarjottavissa simulaattoreissa on siirrytty simuloimaan ajo-opetusta eikä vain ajoneuvon toimintaa. Ajoneuvo on tällöin simuloinnissakin vain väline, jolla liikenteestä on simuloitava sitä osaa, joka on oppilaan ja harjoiteltavien valmiuksien kannalta merkityksellistä. Auton ajodynamiikka voi olla merkittävää kokeneelle kuljettajalle, mutta auton käsittelytaitoa tai ajamisen perusteita opettelevalla sillä ei ole samaa merkitystä. Kiinteä simulaattori voi toimia yhtä hyvin kuin täyssimulaattorikin uusien kuljettajien koulutuksessa. Tällä näyttää saavutettavan myös se etu, että simulaattoreissa riesana oleva pahoinvointi vähenee; kiinteissä laitteissa on raportoitu pahoinvointitapausten osuudeksi 3 prosenttia, kun täyssimulaattoreissa on varauduttava 10 prosentin osuuteen. Liikenneympäristön näytön ohjelmointi ja etenkin liikennetilantei-

den etenemisen ohjelmointi on merkityksellistä pahoinvoinninkin esiintymisen kannalta. Niihin panostetaan täysimulaattoreissakin nyt, kun ajoneuvodynamiikkaan on valmiita teknisiä ratkaisuja jo pitkään jatkuneen kehitystyön tuloksina.

Monipuoliset liikennetilanteet ja ympäristöt ovat nousemassa avainasemaan. Valikoimia lisätään ja monipuolistetaan sekä opetuksellisia tarkoituksia varten että käyttäjien motivointia varten – ja tietenkin markkinointia varten. Enimmillään on tarjolla jopa 400 erilaista liikenneympäristöä ajoharjoituksiin. Vaihtoehtojen runsaus pakottaa luokitamaan niitä, jotta käyttäjä voisi orientoitua valinnoissaan oikein. Olennaista on kuitenkin se, että vaihtoehtojen avulla voidaan tarjota kullekin käyttäjälle sopivasti vaikeutuvia ajoharjoituksia. Yksi tapa lisätä vaihtoehtoja on ohjelmoida kuhunkin liikenneympäristöön vaihtelevia olosuhteita, kuten säätilan vaihtelua (pouta, sade, sumu, lumisade) tai valoisuuden vaihtelua (aurinkoista, hämärä, pimeä) tai kelin vaihtelua (kuiva, märkä, jäinen, luminen). Harjoitukset tulevat kiinnostaviksi ja opettaviksi, jos samaa reittiä voidaan ajaa peräkkäin vaikkapa eri vuodenaikojen tyypillisissä olosuhteissa. Harjoitusten monipuolisuudessa ja rinnastusten tuottamisessa simulaattori voi helposti ylittää reaaliaikaisessa tarjolla olevat mahdollisuudet.

Ohjelmistot kehittyvät myös siten, että opettajalle perinteisesti kuuluneita tehtäviä siirretään simulaattoriin (vrt. edellä säästötavoitteita). Simulaattorin tietokone rekisteröi tarkasti käyttäjän toimintaa, vaikkapa kaikkien hallintalaitteiden osalta erikseen ja muodostaa niiden perusteella kuvan ajamisesta ja sen edistymisestä. Erillisinä jaksoina harjoitusten jälkeen voidaan antaa myös tasotestejä, joiden perusteella simulaattori valitsee jatkoharjoitteet. Ohjelmoidun opetuksen mukainen yksilöllinen etenemistahti ja harjoitteiden haarautuminen kunkin käyttäjän osaamisen ja oppimiskyvyn mukaan on luontevaa simulaattorin käytössä, mutta vaativaa ohjelmointityönä. Se vaatii myös laajan liikenneympäristöjen, liikennetilanteiden ja olosuhdevaihteluiden tietokannan perustukseen. Tämä näyttää kuitenkin olevan suunta, johon ajosimulaattoreiden opetuskäyttö etenee. Tämän kehityksen myötä joudutaan luomaan myös testejä käyttäjien lähtötason ja oppimistulosten määrittämiseksi, minkä seurauksena simulaattoreista tulee pakosta myös kuljettajavalmiuksien testausvälineitä.

Ohjelmistojen kehittämiseen liittyy pyrkimys kuvata kuljettajasta osaamisen lisäksi myös ajotyyliä ja pyrkiä muokkaamaan sitä simulaattorissa. Perinteisesti on mitattu vain osaamista suoritusten virheettömyytenä. Ajotyylin mittoina ovat tulossa rinnalle kytkin-, jarru- ja kaasupolkimen sekä vaihteiden ja ohjauspyörän käyttötapa. Näistä voidaan päätellä esimerkiksi ajamisen taloudellisuutta ja ns. eco-driving tai taloudellisen ajon opastus on tulossa simulaattoriohjelmiinkin.

7.1.3 Uusia ratkaisuja ja sisältöjä simulointiin tulee jatkuvasti

Simuloinnin perusratkaisutkin joutuvat toistuvasti koetukselle, kun koko ajattelutapaa muutetaan. Yksi sellainen on ajodynamiikan tuottaminen ajoalustan liikkeiden avulla auton liikkeiden asemesta. Tällöin simulaattorina voidaan käyttää tavallista autoa suoraan ja alustaan voidaan ohjelmoida auton dynamiikka eri automerkeille tai eri tyyppisille ajoneuvoille, jolloin – ainakin periaatteessa – kukin käyttäjä voi saada simulaattorin omasta ajoneuvostaan. Käytännössä valikoima on toistaiseksi rajoitettu: yhtä kilparataa voi ajaa joko henkilöauton yleisellä ajodynamiikalla tai formula 1 kilpa-auton dynamiikalla. Saksalaista erikoisuutta tarjotaankin toistaiseksi pikemmin kilparadalla ajamisen elämyksenä kuin kuljettajakoulutuksena, mutta teknisesti idea on sovellettavissa arkipäiväisenpäänkin käyttöön.

Yllättävien tilanteiden tuottaminen ja vahingon välttämisen harjoitukset ovat liittyneet simulaattoreihin jo pitkään. Muun liikenteen määrän lisääminen sekä ajoneuvotyyppien ja tienkäyttäjien valikoiman laajentaminen antavat mahdollisuuden lisätä liikennetilanteissa esiintyviä konflikteja hyvinkin runsaasti. Uutena piirteenä on ohjelmiin tuotu olosuhteiden muuttuminen yllättävästi, esimerkiksi sumu laskeutuu ajotielle tai sade alkaa äkillisesti. Myöskin mustan jään yllätysten ohjelmointi on helposti mahdollista, edes tien tai ympäristön ilmettä ei tarvitse vaihtaa, vaan kitkakertoimen pudottaminen hyvin alhaiseksi riittää.

Vastaavasti voidaan kuljettajan tilaan pyrkiä tuottamaan vaihteluita, reitti on ajettava esimerkiksi kireään aikataulun tuomassa paineessa. Kokeiltaviksi voidaan ottaa myös autoihin tulollaan olevia elektronisia lisälaitteita, kuten navigointijärjestelmiä tai viestintävälineitä. Simulaattorit ovat oivallinen keino harjoitella laitteiden käyttöä turvallisesti. Perinteisesti simulaattoria on käytetty lisälaitteiden, erityisesti matkapuhelimen aiheuttaman vahinkoriskin mittaamiseen. Siinä simulaattoritulokset eivät ole erityisen edustavia. Käyttäjän tieto siitä, että kyse on vain simulaattoriajosta, vaikuttaa riskinsietoon merkittävästi, jolloin todelliselle liikenteelle tyypillinen riskikompensaatio jää pois ja tutkimustuloksiin tulee erityinen riskinoton simulaattorilisä. Tutkimustulokset riskien mittaamisesta simuloinein eivät sen takia ole edustavia. Simulaattorissa annettu matkapuhelimen käyttökoulutus voi sen sijaan olla toimivaa, sillä tällaisen koulutuksen kannalta tietoisuus simuloinnista ei ole merkittävä haitta. Sama pätee myös kuljettajien perehdyttämiseen uusiin ajoneuvon teknisiin hallintalaitteisiin, kuten pyörien lukkiutumisen ja luiston estoon tai nopeuden säätimiin ja rajoittimiin. Tutustuminen uusiin järjestelmiin simulaattorin avulla sopii sekä uusille kuljettajille että kokeneiden kuljettajien jatkokoulutukseen.

7.1.4 Koulutussimulaattoreiden käytön perusteet monipuolistuvat

Teknisen kehityksen myötä ja liikennejärjestelmän uusien ongelmien takia simulaattoreita on ruvettu markkinoimaan ja hyödyntämään uusien perustein. Perinteisesti simulaattorit on nähty erityisesti vaaratilanteiden tunnistamisen ja niissä tarvittavien toimintamallien harjoittelun välineinä. Simulaattoreissa voidaan harjoitella vaaroista selviämistä vaarattomasti ja toistaa harjoitteita runsaasti. Nämä perustelut ovat väistymässä – näyttöä harjoittelun tuloksellisuudesta on vähän – ja tilalle ovat tulleet sellaiset perusteet kuin liikenteen ruuhkien lievittäminen, päästöjen vähentäminen ja motivaation parantaminen vaihtelua tuovin harjoittein. Lisäksi vedotaan siihen, että simulaattorilla voi harjoitella omaehtoisesti ja että laite on tarkka ja kärsivällinen palautteiden antaja. Jopa sitäkin käytetään markkinoinnissa, että simulaattorissa ajoharjoitukset voidaan aloittaa ikärajoista riippumattomasti ja siten haluttaessa pidentää koulutuksen kokonaisaikaa.

Perusteiden vaihtumisen myötä myös simulaattorikoulutuksen sisältöjen painopisto on vaihtunut. Simulaattoreissa harjoitellaan nyttemmin eniten juuri ajamisen alkeita ja tavallisimpia perusrutiineja, kun aikaisemmin on korostettu mahdollisuutta poikkeavien tilanteiden harjoitteluun. Tätä kautta simulaattoriin on siirrettävissä merkittävä osuus ajoharjoituksista, jotka ruuhkaisella katuverkolla aiheuttaisivat erottuvan haitan ja päästöjen lähteen.

7.2 Simulaattoriopetuksen kehittäminen Työtehoseurassa

Vahva kokemus oman kokeilun perusteella ja samanaikaisesti maailmalta on, että simuloitujen liikenneympäristöjen ja tilanteiden monipuolisuus ja edustavuus on merkittävien simulaattorin ominaisuuksia. Se on normaalissa ajo-opetuksessa tärkeämpää kuin esimerkiksi ajoneuvon liikkeen simulointi. Tämän ohella on simulaattorin ohjelmoinnissa muitakin monipuolistamisen mahdollisuuksia, kun simuloinnin malliksi otetaan ajo-opetus ja siihen liittyvä opettajan toiminta eikä pelkästään ajoneuvon toiminta. Kun näihin liitetään vielä organisatoriset ja opetussuunnitelmalliset mahdollisuudet, muodostuu kehittämisohjelmasta monipuolinen kokonaisuus.

7.2.1 Säädösperustan väljentäminen

EU:n direktiivi ammattikuljettajien perus- ja täydennyskoulutuksesta antaa yleisen raamin simulaattorin käytölle opetuksessa. Suunnitelmat on perusteltua rakentaa direktiivin tarjoamien mahdollisuuksien täysimittaiseen hyödyntämiseen. Kansallisia säädöksiä tulisi väljentää siten, että ne tarjoavat joustavan mahdollisuuden simulaattorin opetuskäytölle EU-direktiivin sallimissa rajoissa.

Tällöin simulaattorin käytön laatua ja laajuutta ohjaavat oppimistulosten taso ja toiminnan taloudellisuus. Kokemukset muilta simulaattorien käyttöaloilta osoittavat, että tällä tavoin päästään nopeimmin tarkoituksenmukaisiin opetusvälineisiin ja järjestelyihin.

Ammattikuljettajien koulutuksessa tästä on näyttöä lentäjien sekä juna- ja laivaliikenteen ammattilaisten ohella mm. metsäkonekuljettajien koulutuksesta, jossa harvesterisimulaattorit ovat saaneet vahvan aseman oikeilla laitteilla metsässä tapahtuvan harjoittelun rinnalla (Konepörssi, 2002). On ilmeistä, ettei tieliikenteen piirissäkään ole taroituksenmukaista sisällyttää säädöksiin määräyksiä esimerkiksi opettajan läsnäolosta simulaattoriopetuksessa tai harjoitusjaksojen kestosta tai edes opetuksen sisällön yksityiskohdista. Paljon vapauksia kehittämistoimille ja kokeiluille jätetään kuljettajakoulutuksessa mm. Alankomaissa ja Britanniassa. Juuri näissä maissa myös simulaattorin käyttö opetusvälineenä on yleistynyt ja laajentunut nopeimmin. Ja juuri näissä maissa uusien kuljettajien vakavien vahinkojen riski kokeneisiin kuljettajiin verrattuna on alhaisinta (Katila & Keskinen 2003).

7.2.2 Eteneminen kokeilu

Opetuksen kehittämiseen saadaan jatkuvuutta ja kokemusten täysimittaista hyödyntämistä vain siten, että parannuksia tehdään kokeilu, joiden tuloksia arvioidaan ennen seuraavaan vaiheeseen siirtymistä. Kuljettajaopetuksessa on lisäksi lähdettävä siitä, että jokaisella muutoksella voidaan perustellusti ennakoida päästävän vähintään yhtä hyvin ammatillisiin valmiuksiin kuin mihin on päästy aikaisemmin käytössä olleilla keinoilla. Tässä suhteessa riskinottoon ei ole varaa ja etenemisen on oltava kokeiluluonteista.

Edellä raportoitu kokeilu, samanaikaiset muualla saadut tulokset sekä simulaattorin käyttökokemukset muilta koulutusaloilta kannustavat laajentamaan ja avartamaan seuraavan kokeilun alaa. Simulaattoriopetusta on paikallaan asteittain laajentaa kattamaan koko se osuus ajoneuvokohtaisista harjoitteista, mihin EU direktiivi antaa mahdollisuuden. Mutta vielä olennaisempaa on simulaattoriopetuksen laadullinen avartaminen: simulaattoria on paikallaan käyttää juuri niihin oppimistehtäviin, joihin se erityisen hyvin soveltuu siitä riippumatta, tehdäänkö samoja harjoitteita todellisessa liikenteessä. Tavoitteet ovat yhteiset sekä simulaattoriopetuksessa että autolla tapahtuvassa opetuksessa, mutta harjoitteet niihin pääsemiseksi voivat olla erilaisia. Vain tätä kautta päästään täysimittaiseen simulaattorin mahdollisuuksien hyödyntämiseen.

Kokeilujen järjestelyssä ei jatkossa ole tarkoituksenmukaista käyttää enää rinnakkaisryhmiä, vaan simulaattoriopetuksen toimivuutta arvioidaan rinnastamalla tuloksia yleiseen oppimisen edistymiseen ja tutkinnon suoritustasoon.

7.2.3 Ohjelmiston kehittäminen

Ohjelmiston kehittämisessä on tarjolla kaksi suuntaa, joissa mahdollisuuksia on runsaasti. Ensimmäinen suunta on liikennetilanteiden ja ajoreittien valikoiman laajentaminen siten, että tarjolla on uusia ja vaikeutuvia ympäristöjä oppimisen edistymisen mukaan ja erityisesti vaihtelevia mahdollisuuksia muun liikenteen määrän ja laadun säätelyyn. Vuorovaikutus muun liikenteen ja matkustajien kanssa ovat bussikuljettajien ammattitaidon avainsisältöjä sen jälkeen kun täsmällinen ajoneuvon käsittely ja sääntöjen mukainen liikennetilanteiden hallinta on opittu.

Toinen ohjelmiston kehittämissuunta liittyy simulaattoriin opetusvälineenä: oppilaan toiminnot on rekisteröitävä kattavasti ja niiden perusteella on tarjottava palautteita sekä raportoitava tuloksista opettajalle. Rekisteröintejä voidaan käyttää myös testaukseen muodostamalla niistä suoritteiden tason ja ajotyylin mittoja. Ohjelmistolla voidaan opettaa ja vapauttaa vaativampiin tehtäviin ohjelmoimalla simulaattori antamaan opasteet ajoharjoituksen aloittamisesta ja etenemisestä. Monille oppilaille simulaattoriopasteiset harjoitukset ovat jopa kannustavampia kuin opettajan ohjaamat. Simulaattoriin liitetään tällöin niitä toiminnan ohjauksen periaatteita ja ratkaisuja, joita on jo pitkään kehitetty tietokoneohjatussa opetuksessa. Tähän kehittämislinjaan niveltyy luontevasti myös simulaattorin käyttö tutkintovälineenä. Simulaattorin yleistymisen ajokorttitutkinnon välineeksi ei liene ajankohtaista, mutta ammattitutkinnoissa sekä ajotaidon että ajotyylin näytöt voisivat olla luonteva kokeilukohde.

7.2.4 Organisaation vahvistaminen

Kehitystä saadaan harvoin aikaan ilman että toiminnan ylläpitoon ja kehittämiseen on luotu organisaatio, joka määrittelee vastuut ja päätösvalan käytön ja jolle voidaan osoittaa sekä tavoitteita että resursseja. Organisaatio voi olla kevyt, kunhan se on riittävä tehtävän laajuuteen ja vaativuuteen nähden. Vähimmäistasoa näyttäisi tässä tapauksessa edustavan järjestely, jossa simulaattoriopetuksen kehittämisvastuu on nimetty yhdelle liikenneopettajalle, joka perehtyy simulaattoriopetuksen mahdollisuuksiin, hoitaa järjestelyt käytännössä ja ylläpitää kumuloituvaa kokemusten dokumentointia. Päätöksenteko kuuluu laitoksen rehtorin toimivaltaan, mutta simulaattoriopettaja tekee aloitteita ja vastaa alan kehityksen seurannasta. Olennaista on vuorovaikutteisuus informaation kulussa ja vaikutusmahdollisuuksien kaksisuuntaisuus siten, että kouluttajien ja myös oppilaiden kokemukset ja aloitteet välittyvät päätöksentekoon. Neuvoa antavana tukielimenä voisi olla sidosryhmien edustajista ja alan asiantuntijoista koostuva suppeahko projektiryhmä, jossa kehittämisohjelmaa ja aloitteita käsitellään. Tämän ryhmän tulisi vastata myös ulkopuolisen rahoituksen kartoituksesta ja neuvottelutuesta hankkeiden resurssoinnista.

7.2.5 Opetussuunnitelman tarkistaminen

Simulaattorin tarjoamien mahdollisuuksien hyödyntäminen edellyttää, että laitteen käyttö on otettu huomioon opetussuunnitelmassa. Tässä raportoitu kokeilu ja kokemukset muista yhteyksistä antavat muutamia periaatteita opetussuunnitelman tarkistamiseen:

- Perustaitojen kehittämisessä simulaattoria voidaan käyttää paitsi autolla tehtävien harjoitusten korvaamiseen erityisesti niiden määrälliseen täydentämiseen. Riittävän monipuolinen ohjelmisto antaa mahdollisuuksia taitojen hiomiseen siten, että kulloisessakin harjoituksessa jotkin ajoneuvon käsittelyn tai liikennetilanteiden hallinnan osataidot korostuvat. Simulaattorin käyttöä harjoitusmäärän lisäämiseen suosii usein juuri kustannusten hallinta. Simulaattoritunnin kustannukset ovat edullisimmillaan vain murto-osa todellisessa liikenteessä tapahtuvan harjoittelun kustannuksista.
- Simulaattoria voidaan ja tulee käyttää paitsi perustaitojen hiomiseen erityisesti sellaisiin kuljettajan ammatin vaatimiin harjoituksiin, joita on vaikea tai mahdoton järjestää todellisessa liikenteessä. Edellä viitatus EU-direktiivin perustelutkin viittaavat tähän: "Tarkoituksena on erityisesti arvioida ajoneuvon hallintaa kunnoltaan vaihtelevilla ajoradoilla vaihtelevissa ilmasto-olosuhteissa valoisaan ja pimeään aikaan". Simulaattorin avulla opetukseen on tuotava koko se vaihtelun kirjo, joka liikenteessä ja olosuhteissa voi esiintyä - ja nimenomaan ne olosuhteet, joiden tiedetään nostavan vahinkoriskiä. Vaikeiden olosuhteiden ohella riskiä lisää ainakin se, että suurta ajoneuvoa joudutaan käsittelemään ahtaissa paikoissa ja arvaamattoman muun liikenteen seassa.
- Simulaattoria käytettäessäkään ei näytä olevan tarpeen eikä tarkoituksenmukaista pyrkiä kokemukseen ja kuvitelmaan vaikeiden olosuhteiden tai tilanteiden hallinnasta, vaan nimenomaan oppia tunnistamaan vahinkoriskin lisääntyminen ja tajuamaan mahdollisuuksien rajallisuus niiden hallinnassa. Opetuskokeilut näet osoittavat, että simulaattoriharjoitteista opitaan turvallisuuden kannalta eniten, kun riskitilanteiden harjoituksissa ei ole onnistuttu välttämään vahinkoja. Se "avaa silmät" tajuamaan liikenteen todellisuutta paremmin kuin onnistunut suoritus (Ivancic & Hesketh, 2000). Riskien hallinnan oppiminen poikkeaa muusta oppimisesta siten, että epäonnistuneista suorituksista opitaan enemmän kuin onnistuneista. Onnistuneet suoritukset saattavat jopa lisätä vahinkoriskiä, koska ne luovat ylikorostuneen itseluottamuksen. Tämähän on ollut jo pitkään tiedossa liukasrataharjoittelusta. Norjalaistulosten mukaan liukkaan kelin vahingot jopa lisääntyvät rataharjoitusten jälkeen ja nimenomaan miehillä, jotka yleensä onnistuvat harjoituksissa parhaiten (Glad 1988). Suomessa osattiin jo varoa liiallisen itseluottamuksen kertymistä rataharjoittelussa, mutta siitä huolimatta liukasratojen käyttöönotto auttoi vain yli 21-vuotiaita uusia kuljettajia vahinkoriskin alentamiseen, kun taas nuorimilla - uusien kuljettajien enemmistöllä - liukkaan kelin vahinkojen osuus lisääntyi

parina ensimmäisenä vuonna rataharjoittelun käyttöönoton jälkeen. (Keskinen ym. 1992).

- Perustaitojen harjoittelun ja vahinkojen välttämiseen tähtäävien harjoitteiden lisäksi näyttää taloudellisen ajotyylin harjoittelu sopivan simulaattorille. Tätä tarkoitusta varten tarvitaan erityisohjelmia, joihin sisältyy myös edustava polttoaineen kulutuksen simulointi. Simulaattori tarjoaa mahdollisuuksia rinnastaa polttoainetta säästävää tuhlailevaa ajotapaa täsmälleen samalla reitillä. Samalla voidaan nähdä, mitä ajotapojen vaihtelu merkitsee turvallisuudelle; vaikka vahinkoja ei tapahtuisikaan, lisääntyvät vaaratilanteet ja kriittiset tapahtumat, jotka tunnetusti ennakoivat myös vahinkoja.
- Vuorottelu simulaattoriharjoitusten ja autolla tapahtuvien harjoitusten kesken on olennaista. Tavoitteenahan ei ole oppia ajamaan simulaattorilla, vaan todellisella ajoneuvolla. Simulaattorissa opittuja valmiuksia on siirrettävä todelliseen liikenteeseen koko ajan. Tässä tarkoituksessa perusopetukseen sisältyvät simulaattoriharjoitukset on sijoitettava lyhyinä jaksoina opetusohjelmaan siten, että kutakin harjoitusta seuraa mahdollisuus soveltaa opittua autolla ajamiseen todellisessa liikenteessä. Koulutuksen loppuvaiheeseen sijoittuvaan riskitilanteiden ja -olosuhteiden harjoituksiin vuorottelua ei kuitenkaan voi soveltaa.
- Oppimistulosten kirjaamisen ja kirjanpidon kehittäminen liittyy luontevasti simulaattorin käyttöön siten, että oppilaskohtainen tulosrekisteri täydentyy automaattisesti simulaattoriharjoitusten yhteydessä. Kun siihen lisäksi kirjataan autolla tehtyjen harjoitusten arviot, saadaan reaaliaikainen rekisteri oppimistuloksista. Siitä voidaan tehdä vertailuja yhteenvetoja sekä hallinnollisiin että pedagogisen kehitystyön tarpeisiin. Tällä tavoin seurantatutkimus on sisäänrakennettu koulutusjärjestelmään.

8 Lähdeluettelo

Bryan, W.L. & Harter, N. (1899). Studies on the graphic language; the acquisition of a hierarchy of habits. Psychol. Rev., 6, 345-375.

Durlach, N.I. & Mavor, S.S. (Eds.) (1994). Virtual Reality: Scientific and Technological Challenges. Washington D.C., National Academy Press.

EU Parlamentin ja Neuvoston direktiivi 2003/59/EY. Euroopan unionin virallinen lehti L 226/4, 10.9.2003.

Glad, A. (1988). Fase 2 i föreroppläringen. Effekt på ylikkes risikoen. Rapport 0015. TÖI, Oslo.

Hiltunen, H. & Partinen, M. (1999) Terveiden kuljettajien ajokyky ajosimulaattorissa. Suomen Lääkärilehti 36, 4433-4437.

Ivancic, K. & Hesketh, B. (2000). Learning from errors in a driving simulation: Effects on driving skill and self-confidence. Ergonomics, 43(12), 1966-1984.

Jacobs, C. & Brock, J. (2001) Guidelines for the acquisition and use of driving simulators for transit bus operators. Transportation Research Board, Project A-22. Washington, DC.

Katila, A. & Keskinen, E. (2003) Suomalaisen kuljettajaopetus- ja tutkintojärjestelmän evaluaatio. Ajoneuvohallintokeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä n:o 1/2003. AKE, Helsinki.

Keskinen, E., Hatakka, M., Katila, A. & Laapotti, S. (1992). Onnistuiko kuljettajaopetuksen uudistus? Seurantaprojektin loppuraportti. Turun yliopisto, psykologian tutkimuksia n:o 94.

Konepörssi Uutiset 2002, n:o 52

Liikenne- ja viestintäministeriön asetus ajokorttiasetuksen soveltamisesta annetun liikenneministeriön päätöksen 4 a §:n väliaikaisesta muuttamisesta. Helsinki 22.1.1004.

Roethlisberger, F.J. & Dickson, W.J. (1939) Management and the Worker, Cambridge, Mass., Harvard University Press.