

Psykologinen tehtäväanalyysi veturinkuljettajan ja rautatieliiken- teenohjaajan soveltuvuusarvioinnin perustana

Jukka Leskinen

Julkaisun nimi Psykologinen tehtäväanalyysi veturinkuljettajan ja rautatieliikenteenohjaajan soveltuvuusarvioinnin perustana			
Tekijät Jukka Leskinen			
Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, 10/2018			
Julkaisusarjan nimi ja numero Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 1/2019		ISSN verkkojulkaisu) 2342-0294 ISBN (verkkojulkaisu) 978-952-311-285-8	
Asiasanat henkilöarviointi, veturinkuljettajat, liikenteenohjaus, rautatieliikenne, liikennepsykologia, liikenneturvallisuus			
Tiivistelmä Tutkimuksessa selvitettiin veturinkuljettajan ja rautatieliikenteenohjaajan tehtäviin liittyviä keskeisiä inhimillisiä tekijöitä tehtäväanalyysimenetelmien avulla. Työntekijöiden kuormittumista eri tehtävävaiheissa tutkittiin NASA Taskload Indexin avulla. Veturinkuljettajan perustehtäväksi määriteltiin ajotehtävän suorittaminen ennakoiden ja turvallisesti, ja liikenteenohjaajan perustehtäväksi puolestaan raideliikenteen ohjaaminen turvallisesti ja täsmällisesti. Perustehtävät jaettiin alatehtäviksi ja nämä edelleen alatehtäviksi, tehtäviin liittyvien inhimillisten tekijöiden ymmärtämiseksi. Kuljettajan tärkeimmiksi ominaisuuksiksi todettiin tarkkaavaisuuden ylläpito, simultaanikapasiteetti ja käytännöllistekninen työn hallinta. Liikenteenohjaajan tärkeimmiksi kognitiivisiksi piirteiksi todettiin kyky hahmottaa laaja tilannekuva, sujuva kommunikointikyky, keskittymiskyky painetilanteessa ja päätöksentekokyky painetilanteessa.			
Yhteyshenkilö Petra Vainio		Raportin kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen
Jakaja		Kustantaja Liikenne- ja viestintävirasto Traficom	
		Kokonaissivumäärä 22	

Publikation			
Psykologisk uppgiftsanalys som grund för lämplighetsbedömning av lokförare och trafikledare inom järnvägstrafiken			
Författare			
Jukka Leskinen			
Tillsatt av och datum			
Trafiksäkerhetsverket Trafi, 10/2018			
Publikationsseriens namn och nummer		ISSN (webbpublikation) 2342-0294	
Traficoms försökningsrapporter och förklaringar 1/2019		ISBN (webbpublikation) 978-952-311-285-8	
Ämnesord			
personbedömning, lokförare, trafikledning, järnvägstrafik, trafikpsykologi, trafiksäkerhet			
Sammandrag			
Med hjälp av uppgiftsanalysmetoder utreddes i undersökningen de centrala mänskliga faktorer som har samband med uppgifterna som lokförare och trafikledare inom järnvägstrafiken utför. De anställdas belastning i olika uppgiftsfaser undersöktes med hjälp av NASA Taskload Index. Som lokförarens grundläggande uppgift definierades genomförande av köruppgiften på ett förutseende och säkert sätt. Som trafikledarens grundläggande uppgift definierades säker och punktlig trafikledning inom järnvägstrafiken. De grundläggande uppgifterna delades in i undergrupper av uppgifter och dessa vidare i undergrupper för att kunna förstå de mänskliga faktorer som har samband med uppgifterna. Förarens viktigaste egenskaper konstaterades vara upprätt-hållande av uppmärksamhet, simultankapacitet och praktiskteknisk behärskning av arbetet. Trafikledarens viktigaste kognitiva egenskaper konstaterades vara förmågan att uppfatta en omfattande lägesbild, god kommunikationsförmåga, förmågan att koncentrera sig under tryck samt förmågan att fatta beslut under tryck.			
Kontaktperson	Språk	Sekretessgrad	Sidoantal
Petra Vainio	finska	offentlig	22
Distribution	Förlag		
	Transport- och kommunikationsverket Traficom		

Title of publication Psychological task analysis as the basis for fitness assessment of train drivers and rail traffic controllers			
Author(s) Jukka Leskinen			
Commissioned by, date Finnish Transport Safety Agency Trafi, 10/2018			
Publication series and number Traficom Research Reports 1/2019		ISSN (online) 2342-0294 ISBN (online) 978-952-311-285-8	
Keywords psychological evaluation, train drivers, traffic control, traffic psychology, traffic safety			
Abstract Using task analysis methods, the study identified central human factors relating to a train driver's and rail traffic controller's tasks. The workers' workload during different task phases was examined using the NASA Taskload Index. The basic task for a train driver was defined as performing the driving task in a proactive and safe manner. The basic task for a traffic controller was defined as controlling rail traffic in a safe and punctual manner. To understand the human factors related to these tasks, the basic tasks were divided into subcategories and these were further divided into lower-level subcategories. The most important qualities of a train driver were considered to be the ability to maintain attention, the capacity for simultaneous tasks and the ability to manage practical-technical work. The most important cognitive characteristics of a traffic controller were defined as the ability to maintain a broad situational awareness, good communications skills, the ability to concentrate under pressure and the ability to make decisions under pressure.			
Contact person Petra Vainio	Language Finnish	Confidence status Public	Pages, total 22
Distributed by		Published by Finnish Transport and Communications Agency Traficom	

ALKUSANAT

Veturinkuljettajan ja liikenteenohjaajan työtehtävät ovat keskeisiä rautatieturvallisuuden näkökulmasta. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli hierarkkisen tehtäväanalyysin avulla syventää tietoa näihin tehtäviin liittyvistä kognitiivisista vaatimuksista ja kuormitustekijöistä. Tutkimustuloksia on tarkoitus hyödyntää rautatiepsykologien kouluttamisessa. Tutkimusraportti on myös hyödyllistä luettavaa kaikille liikkuvan kaluston kuljettajien ja liikenteenohjaajien psykologista soveltuvuutta arvioiville psykologeille.

Tutkimuksen on tehnyt ja raportin kirjoittanut psykologian tohtori Jukka Leskinen. Tutkimuksessa tarpeellisen kuvamateriaalin tuottamisesta vastasi Touko Yrttimaa. Projektin ohjausryhmään kuuluivat Petra Vainio ja Inkeri Parkkari Liikenne- ja viestintävirasto Traficomista. Tutkimuksen suunnitteluun osallistuivat lisäksi VR:ltä Jari Hankala, Tomi Kangas, Ville Mäki-Kamppi ja Pirjo Soini sekä Finraililta Toni Hytönen ja Mikko Aalto.

Helsingissä, 27. kesäkuuta 2019

Petra Vainio
erityisasiantuntija
Liikenne- ja viestintävirasto Traficom

FÖRORD

Lokförarens och trafikledarens arbetsuppgifter spelar en central roll ur järnvägssäkerhetens synvinkel. Syftet med denna undersökning var att med hjälp av en hierarkisk uppgiftsanalys få mer djupgående information om de kognitiva krav och belastningsfaktorer som har samband med dessa uppgifter. Undersökningens resultat är avsedda att utnyttjas vid utbildning av järnvägopsykologer. Även alla psykologer som bedömer den psykiska lämpligheten för förare av rullande materiel och trafikledare kan ha nytta av forskningsrapporten.

Jukka Leskinen, doktor i psykologi, har genomfört undersökningen och skrivit rapporten. Touko Yrttimaa ansvarade för produktionen av bildmaterialen som behövdes i undersökningen. Till projektets styrningsgrupp hörde Petra Vainio och Inkeri Parkkari från Transport- och kommunikationsverket Traficom. I planeringen av undersökningen deltog dessutom Jari Hankala, Tomi Kangas, Ville Mäki-Kamppi och Pirjo Soini från VR samt Toni Hytönen och Mikko Aalto från Finrail.

Helsingfors, den 26 juni 2019

Petra Vainio
specialsakkunnig
Transport- och kommunikationsverket Traficom

FOREWORD

A train driver's and traffic controller's tasks are crucial to rail transport safety. The aim of this study was to provide more detailed information on the cognitive requirements and workload factors related to these tasks using a hierarchical task analysis. The results of the study are intended to be used in the training of railway psychologists. The research report is also useful to all psychologists assessing the psychological fitness of rolling stock drivers and traffic controllers.

The study was conducted and the report written by Doctor of Psychology Jukka Leskinen. Touko Yrttimaa was responsible for producing the picture material needed in the study. The project steering group included Petra Vainio and Inkeri Parkkari from the Finnish Transport and Communications Agency Traficom. Jari Hankala, Tomi Kangas, Ville Mäki-Kamppi and Pirjo Soini from VR and Toni Hytönen and Mikko Aalto from Finrail also participated in the planning of the study.

Helsinki, 26th June 2019

Petra Vainio
Special Advisor
Finnish Transport and Communications Agency Traficom

Sisällysluettelo

1	Johdanto.....	1
2	Tutkimuksen tavoite	2
3	Tutkimuksen menetelmät ja toteutus	3
4	Tutkimuksen tulokset	4
4.1	Kuljettajan työn kuormitustekijät	4
4.2	Kuljettajien kuormittuneisuus tehtävän eri vaiheissa	7
4.3	Liikenteenohjaajien työn kuormitustekijät.....	8
4.4	Liikenteenohjaajan kuormittuminen työvuoron eri vaiheissa	12
4.5	Junankuljettajien psykologiset ominaisuudet	13
4.6	Liikenteenohjaajien psykologiset ominaisuudet.....	14
5	Johtopäätökset, tutkimuksen rajoitteet ja suositukset	16
6	Lähdeluettelo.....	18
Liite 1	KULJETTAJAN TYÖN KUORMITTAVUUS (NASA Task Load Index)	
Liite 2	LIIKENTEENOHJAAJAN TYÖN KUORMITTAVUUS (NASA Task Load Index)	

1 Johdanto

Psykologisten ”human factors” -tekijöiden merkitys turvallisuuskriittisten alojen onnettomuuksien ja organisaatioiden toiminnallisten ongelmien taustatekijänä on yleisesti tiedostettu (esim. Reason, J. 1997). Psykologisiin tekijöihin liittyvään tutkimukseen ja koulutukseen on panostettu voimakkaasti jo pitkään esimerkiksi ilmailussa (Haavisto, M-L & Oksama, L. 2007), merenkulussa (Simola, P. ja työryhmä 2014) ja ydinvoimateollisuudessa (Säteilyturvakeskus 1996). On selvitetty muun muassa näiden alojen tehtäviin liittyviä inhimillisten tekijöiden erityispiirteitä ja kehitetty sen pohjalta työympäristöjä, kuormitustekijöiden hallintaan liittyvää koulutusta sekä psykologista ja lääketieteellistä soveltuvuusarviointia.

Rautatieliikenne on erityisen turvallisuuskriittinen toimiala. Liikenteenohjaajan ja veturinkuljettajan (jatkossa kuljettaja) tehtävät ovat liikenneturvallisuuden kannalta keskeisiä. Näiden ammattilaisten tekemistä päivittäisistä ratkaisuksista riippuu suurelta osalta sekä liikenteen sujuvuus että turvallisuus.

Rautateiden liikenteenohjauksen toimintatapoja on aikaisemmin selvitetty Suomessa Työterveyslaitoksen tutkimuksissa, jotka liittyivät Etelä-Suomen kauko-ohjausjärjestelmän käyttöönottoon (Piispanen, P. ja työryhmä 2007; Launis, K. ja työryhmä 2008 ja Ala-Laurinaho, A. ja työryhmä 2009) ja VTT:n tutkimuksessa vuodelta 2010 (Haavisto, M-L. ja työryhmä). Liikenteenohjauksessa käytettävän teknologian uudistuminen on muuttanut nopeasti työn sisältöä ja osittain myös kuormitustekijöitä. Samoin vaihtuvilla organisaatiomuodoilla ja niihin liittyvillä uusilla toimintamalleilla on vaikutuksia käytännön työhön.

Kuljettajien psykologisella soveltuvuusarvioinnilla on Suomessa pitkät perinteet. VR:n psykotekninen laboratorio oli tiettävästi ensimmäinen psykologisia soveltuvuusarviointeja systemaattisesti tekevä instituutio Suomessa. Se aloitti toimintansa jo 1950-luvulla ja keräsi mittavat kuljettajien psykologista toimintakykyä koskevat normistot testausten vertailutiedoiksi. Soveltuvuusarviointien perustaksi kerättyjä tutkimustietoja ei ole kuitenkaan enää käytettävissä muuten kuin joihinkin testeihin liittyvinä normitietoina. Höyryveturijaloista alan tekninen kehitys on tietenkin muuttanut työn luonnetta ja sen myötä kuormitustekijöitä monilta osin olennaisesti.

2 Tutkimuksen tavoite

Liikkuvan kaluston kuljettajien¹ soveltuvuusarviointien tekeminen edellyttää Traficomin rautatiepsykologihyväksyntää. Rautatiepsykologien hyväksymisvaatimukset on määritelly liikenteen palveluista annetussa laissa (320/2017) ja sen nojalla annettussa Trafin määräyksessä (Merimieslääkäreiden ja rautatielääkäreiden ja -psykologien hyväksymisvaatimukset). Rautatiepsykologin hyväksynnän saadakseen tulee suorittaa hyväksytysti Traficomin järjestämä koulutus tai koe.

Heinäkuusta 2018 lähtien lainsäädännössä ei ole enää edellytetty muiden liikenneturvallisuustehtävissä toimivien kuten liikenteenohjaajien psykologisen soveltuvuuden arviointia, mutta työnantajat (esim. Finrail) saattavat tätä kuitenkin edellyttää. Tällöin soveltuvuuden arvioinnista voi vastata muukin henkilöarviointien tekemiseen perehtynyt psykologi kuin rautatiepsykologi.

Rautatiepsykologien (aiemmin asiantuntijapsykologien) koulutus on perustunut yleiseen liikennepsykologiseen tietoon ja kouluttajien kokemukseen alan kuormitustekijöistä ja tutkimusmenetelmistä. Tämän tutkimuksen tarkoitus on syventää tietämystä liikenteenohjaajien ja kuljettajien työn kognitiivisista kuormitustekijöistä. Tutkimustietoa on tarkoitus käyttää soveltuvuusarviointimenetelmien valinnan ja kehittämisen taustana ja rautatiepsykologikoulutuksen tiedollisena perustana. Kohdeammattien keskeisten psykologisten vaatimusten syvällisempi tuntemus auttaa kehittämään rautatiepsykologien koulutusta ja tarkentamaan soveltuvuusarvioinnin toimintatapoja.

¹ Liikkuvan kaluston kuljettaminen jakautuu määritelmällisesti junaliikenteeseen ja vaihtotyöhön. Junaliikennettä on matkustaja- ja tavaraliikenne. Vaihtotyö tarkoittaa suljetulla raiteistolla tehtävää junien järjestelytyötä, siirtämistä, kokoamista ja pysäköintiä.

3 Tutkimuksen menetelmät ja toteutus

Tutkimuksessa selvitettiin kohdeammatteihin liittyvät keskeiset inhimilliset tekijät ns. tehtäväänalyysimenetelmien avulla (engl. "task analysis" tai "job analysis", esim. Shepherd, A. 2001). Tehtäväänalyysiprojektissa tutkitaan työtehtävää simulaatorissa tai aidossa toimintaympäristössä ja tuotetaan yksityiskohtainen toiminnallinen kuvaus tutkimuksen kohteena olevan työntekijän tehtävistä valitun kriittisen tehtäväskenaarion aikana. Työn substanssiasiantuntija ja vastaava organisaatio määrittävät tutkimuksen kriittisen skenaarion tai useampia skenaarioita. Tehtäväkuvauksen perusteella analysoidaan työn asettamat psykologiset vaatimukset työntekijälle. Tehtäväänalyysi valottaa erityisesti työhön sisältyviä piileviä, ns. NOTECH-toimintoja eli ei-tekniisiä taitoja, joihin onnettomuudet ja työtehoon liittyvät ongelmat tyypillisesti liittyvät (esim. päätöksenteko, tilannekuvan ylläpito, henkilöstön yhteistyö tai kommunikoinnin puutteet).

Tässä hankkeessa käytettiin soveltuvin osin hierarkkista tehtäväänalyysia (ns. "HTA", Kirwan, B. ja Ainsworth, L.K. 1992; Shepherd, A. 2001) ja alkuvaiheessa työhön perehtymisessä ns. walk-through -menetelmää. Tehtäväänalyysiprojektit suoritettiin pääosin aidoissa työympäristöissä. Liikenteenohjauksen tehtäväskenaario toteutettiin Tampereen liikenteenohjauskeskuksessa mutta toimintaan perehdyttiin lisäksi myös Helsingin liikenteenohjauskeskuksessa.

Kuljettajan työhön perehtyminen toteutettiin erikseen tavarajunassa rataosuudella Jyväskylä – Tampere, henkilöjunassa Tampere – Jyväskylä välillä ja Helsingin seudun lähiliikenteessä rataosuuksilla Helsinki – Lahti – Helsinki ja Kehärata Helsinki-Vantaan lentoasemalle ja takaisin. Tämä tutkimus koski vain junaliikennettä ja vaihtotyö rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle.

Havainnoinnissa käytettiin videointia, haastattelua sekä työntekijöiden ja muiden asiantuntijoiden sanallista kuvausta samanaikaisesti kuin työtä tehtiin. Havainnointiaineisto purettiin tutkijan ja työntekijöiden yhteistyössä.

Haastattelut toteutettiin pääosin keskustelunomaisina ryhmähaastatteluina. Kolmea esimiestä haastateltiin yksilöllisesti. Haastateltuja kuljettajia oli neljä, yksi heistä esimiesasemassa. Haastatteluiden tukena käytettiin operatiivisen työn aikana tai sen jälkeen NASA Task Load Index (Hart, S.G. ja Staveland; L. 1988) muunnelmaa lähinnä havainnollistamaan työn kognitiivista kuormittavuutta. Tiedot saatiin kolmelta kuljettajalta ja kolmelta liikenteenohjaajalta.

4 Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksen päätulokset on kuvattu molempien tehtävien osalta tehtävähierarkioina. Kuvausten lähtökohta on yleinen ja mahdollisimman osuva perustehtävän määrittely.

Liikenteenohjaajan työn kuvauksessa se sanallistettiin seuraavasti:

Ohjaa raideliikennettä turvallisesti ja täsmällisesti.

Kuljettajan perustehtävä määriteltiin puolestaan seuraavasti:

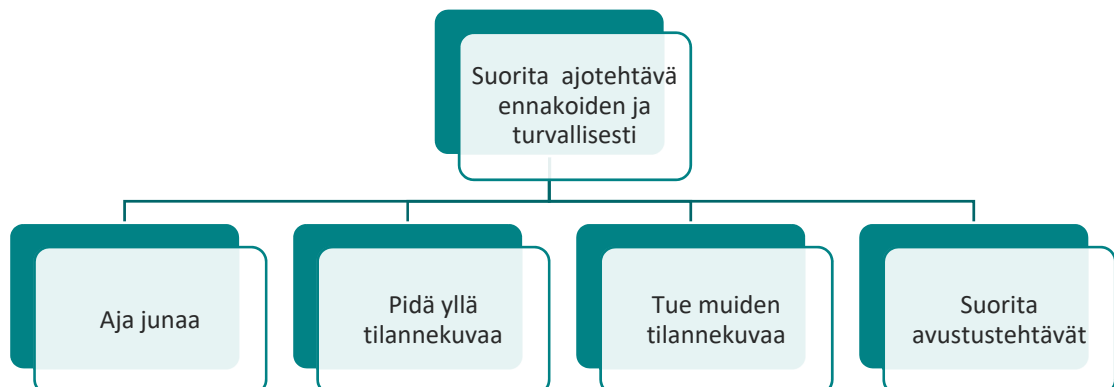
Suorita ajotehtävä ennakoiden ja turvallisesti.

Molemmat tehtävämäärittelyt hajotettiin alatehtäviksi ja ne puolestaan pienempiin osiin, kunnes toiminta saatiin puretuksi niin pieniin osiin, että sen psykologisia vaatimuksia voitiin ymmärtää.

Sekä liikenteenohjaajan että kuljettajan työ on vaativaa ammattityötä. Kokemukseen perustuva, taitava toiminta edellyttää painottuneen ennakoivaa turvallisuusajattelua, kykyä kommunikoida selkeästi sekä hahmottaa ja ylläpitää täsmällistä tilannekuvaa. Ennakointia ja tilannekuvan ylläpitoa varten on käytössä useita turvallisuusjärjestelmiä, mutta niiden maksimaalinen hyödyntäminen vaatii työntekijältä laaja-alaista hahmotuskykyä, vastuullista suhtautumista turvallisuuskysymyksiin, kykyä käyttää yhtä aikaa useita informaatiokanavia ja tehdä monta tehtävää samanaikaisesti. Kuljettajan työssä mahdolliset inhimilliset havainnointipuutteet on usein pystytty korjaamaan teknisillä ratkaisuilla. Esimerkiksi jos kuljettaja ajaessaan ylittää rataosuudelle määrätyn nopeusrajoituksen, niin veturi jarruttaa automaattisesti. Liikenteenohjaajan työssä toiminnan perustana on myös automatiikka, mutta häiriötilanteissa tällaisten automaattisten varmistusten merkitys on pienempi. Automatiikan turvallisuuslähetyisyyttä kuvaa esimerkiksi se, että ajo-opasteet vaihtuvat häiriötilanteessa seisopasteiksi.

4.1 Kuljettajan työn kuormitustekijät

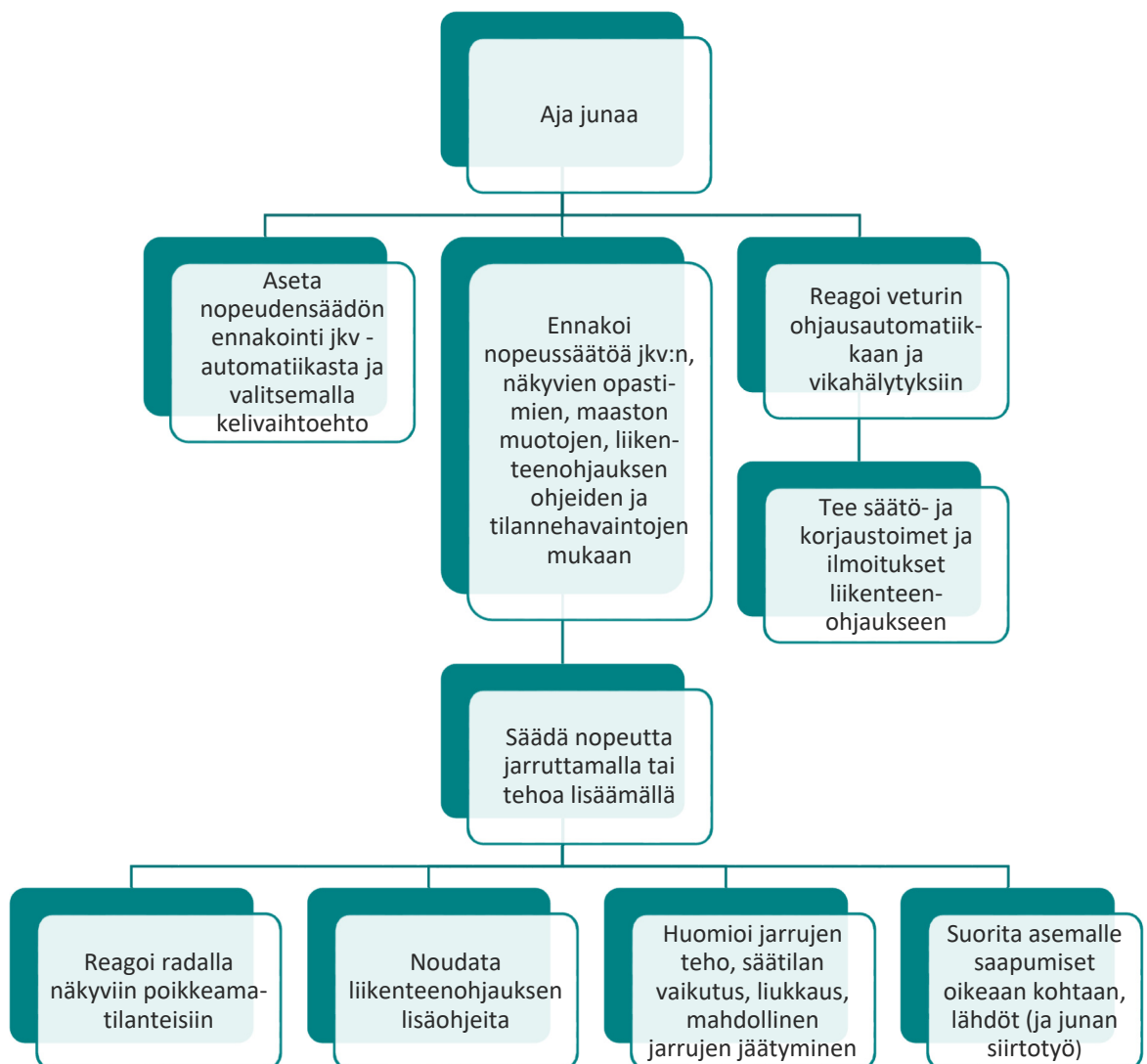
Ajotehtävän toteuttaminen vaatii kuljettajalta teknisen ajosuorituksen lisäksi oman tilannekuvan muodostamista ja ylläpitoa, liikenteenohjauksen ja junahenkilökunnan (joskus muiden kuljettajien ja ratatyöntekijöiden) tilannekuvan tukemista ja erityisesti lähiliikenteessä matkustajien avustustehtävien suorittamista.



Kuva 1. *Suorita ajotehtävä ennakoiden ja turvallisesti*

Tavarajunat ovat erittäin painavia ja niiden ajaminen on suuremmassa määrin ”käsi-työtä” kuin matkustajajunien kuljettaminen. Maaston muodot vaikuttavat huomattavan paljon tavarajunan nopeuteen – jopa mäkeen jääminen on mahdollista, jos nopeuden ennakointi epäonnistuu tullessa ylämäkeen. Tavarajunan kuljettajalla on kuitenkin yleensä hyvin aikaa havainnoida opastimia ja radan tapahtumia. Sen sijaan matkustajajunan nopeudet voivat olla niin suuria, että opastimien seuraaminen vaatii suurta tarkkuutta, vaikka esimerkiksi esiopastimen ja varsinaisen opastimen väli voi olla useita kilometrejä ja niiden näkemäalueet on määritelty havaitsemista helpottamaan.

Lähiliikenteessä kuljettaja on usein ainoa henkilökunnan edustaja junassa. Tiheästi toisiaan seuraavat pysähdykset asemille, kaupunkimaisen rataympäristön häiriöiden ja matkustajien toiminnan seuraaminen matkustamossa ja asemilla vaativat kuljettajalta erityistä valppautta. Lähijunan kuljettajalla saattaa olla myös erilaisia matkustajien avustustehtäviä.



Kuva 2. Junan ajaminen teknisenä suorituksena

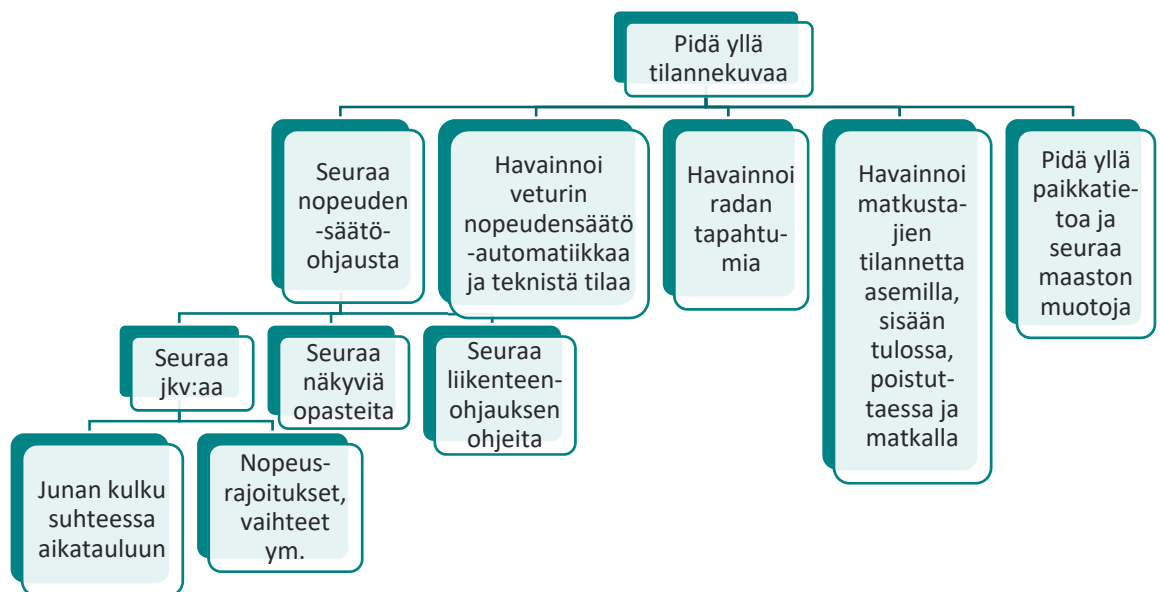
Kuljettaja seuraa liikenteenohjauksen ohjeita pääasiassa ns. junakulunvalvontajärjestelmän (JKV) ja näkyvien opasteiden avulla. Järjestelmä ja opasteet ovat luonteeltaan ennakoivia. Esiopaste kertoo tulossa olevan, varsinaisen opasteen signaalin.

Poikkeamatilanteissa kuljettaja kommunikoi puhelimitse ensisijaisesti liikenteenohjauksen kanssa.



Kuva 3. Veturin ohjauspaneeli, junakulunvalvonta (JKV)-näyttö (Kuva: Touko Yrttimaa)

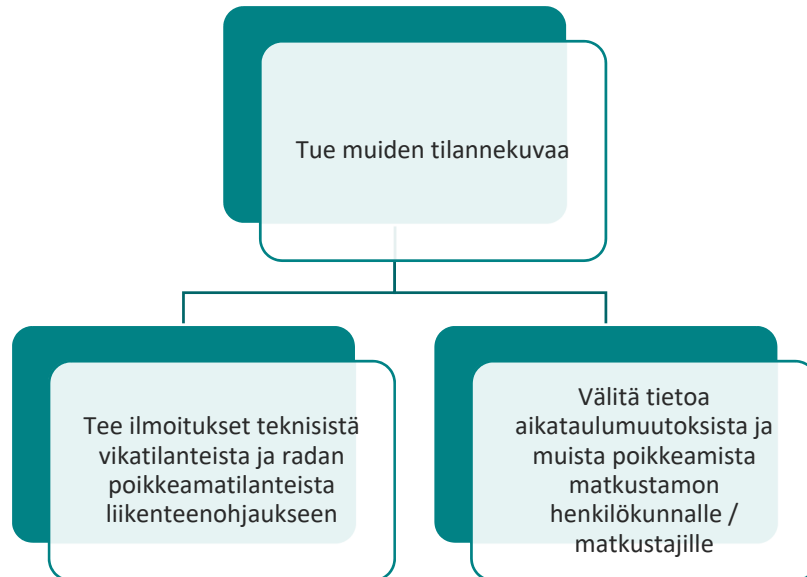
Junakulunvalvonnan näyttö on veturin ajopöydän kiinteä osa. Se on keskeinen yhteydenpitoväline liikenteenohjaukseen. Kuljettajan henkilökohtaisessa päätelaitteessa on ajon aikana toiminnassa sovellus (KUPLA), jonka avulla hän saa ajantasaista ennakkotietoa radan rajoitteista ja ratainfraan muutoksista. Veturin omat järjestelmät ilmoittavat junan kulloisenkin nopeuden, radan ominaisuuksiin ja nopeusrajoituksiin perustuvan tavoitenopeuden ja rataosuudella sallitun nopeuden. Kulunvalvonta ennakoii tulevien opasteiden signaalit, tekee hälytykset ja viimeiseksi junan jarrutuksen oikeaan nopeuteen, jos kuljettaja ei reagoi ajoissa. Radassa on myös erilaisia valvontalaitteita, joilla junan teknistä kuntoa voidaan seurata. Sellainen on esimerkiksi lämpökamera, joka seuraa ja tarvittaessa varoittaa junan akselien kuumentumisesta.



Kuva 4. Pidä yllä tilannekuvaa

Tilannekuvan ylläpito tarkoittaa jatkuvaa kommunikointia toimintaympäristön kanssa kysymyksillä: Missä minä olen, missä ovat muut, mitä olennaista tilanteesta on tehtävän kannalta tiedettävä, mitä tulee tapahtumaan, miten on reagoitava?

Kuljettajan tilannekuvan muodostumista tuetaan monin teknisin järjestelmin. Silti aktiivinen havainnointi ja eri lähteistä tulevan informaation yhdisteleminen on ammattitaitoisen kuljettajan tärkeä ominaisuus. Kokenutta kuljettajaa lainaten: ”Vaikka ennakointi on moninkertaista, niin kuljettaja on se viimeinen sulake, jonka on huomattava virhe.”



Kuva 5. Tue muiden tilannekuvaa

Kaikesta automatiikasta huolimatta turvallinen junan kuljettaminen on ihmisten välistä yhteistyötä. Matkustamohenkilökunta, liikenteenohjaajat, muut kuljettajat ja radalla työskentelevät tarvitsevat kaiken saatavissa olevan informaation voidakseen tehdä työnsä sujuvasti ja turvallisesti. Protokollan mukainen, määrämuotoinen viestintä minimoi väärinkäsitykset. Käytössä on ns. closed loop -viestintä, ts. vastaanottaja toistaa kuulemansa, jotta varmistetaan, että viesti on mennyt perille oikeassa muodossa. Ohjeistuksen mukaisen keskustelun lisäksi tarvitaan viestintää, joka vähentää epävarmuutta tai poikkeamatilanteiden eskaloitumista - esimerkiksi pysähtymisten tai odottamisen syistä, ratalaitteiden teknisistä vioista, asiattomasti radalla liikkuvista ihmisistä, onnettomuustilanteista jne.

Kun kuljettajilta kysyttiin työn kuormitustekijöistä, niin tavallisin vastaus oli epä-säännöllinen vuorotyö. Junat kulkevat kaikkina vuorokaudenaikoina ja tavaraliikenne erityisesti öisin. Vuorotyöhön sopeutuminen on yksilöllistä, mutta väsymys vaikuttaa valppauteen ja lisää inhimillisten virheiden mahdollisuutta.

4.2 Kuljettajien kuormittuneisuus tehtävän eri vaiheissa

Tässä tutkimuksessa käytettiin NASA Task Load Index -kuormittuneisuusmittaria tutkittuihin tehtäviin sovellettuna (Liite 1). Sen avulla havainnollistettiin tehtävän kuormittavuutta ajomatkan viidessä vaiheessa (ajallisesti jaettuna) kuudella eri dimensiolla: tehtävän kognitiivinen vaativuus, fyysinen vaativuus, ajallinen vaativuus, ponnistelun taso, onnistumisen taso ja stressitaso.

Kuormitusarvio on saatu kolmelta kuljettajalta, joten keskiarvotulosta voidaan pitää vain viitteellisenä.

Taulukko 1. Kuljettajan työn kuormittavuus

Kuormittavuusarvio: pieni 1 2 3 4 5 suuri

Tehtäväjakso Dimensio	Kirjautuminen, alkuvalmistelut, käynnistys	Lähtö asemalta, ajomatkan alkuvaihe	Ajomatkan keski-vaiheet	Tulo asemalle, ajomatkan loppuvaihe	Mahdollinen vaihtotyö, lopetustyöt, uloskirjautuminen
Älyllinen vaativuus	4.5	4.5	3	4.5	4.5
Fyysinen vaativuus	1	1.5	1	1.5	1.5
Ajallinen vaativuus	3.5	4	3	3	3
Ponnistelun taso	3.5	2.5	3	3.5	2.5
Onnistumisen taso	4.5	3.5	4	4.5	5
Stressitaso	2.5	3	3	2.5	2.5

Korkeimmat arviot ovat kohdissa älyllinen vaativuus ja ajallinen vaativuus. Toisin sanoen:

- miten paljon ajattelua, havainnointia, keskittymistä, ongelmanratkaisua tms. tämä tehtävävaihe vaati ja
- miten paljon aikapainetta tai kiirettä tunsit tätä tehtävävaihetta suorittaessasi

Kuljettajien stressitasot pysyivät kuitenkin kohtuullisena. Onnistumisen kokemus eri tehtävävaiheissa vaihteli jonkin verran mutta säilyi yleensä hyvällä tasolla.

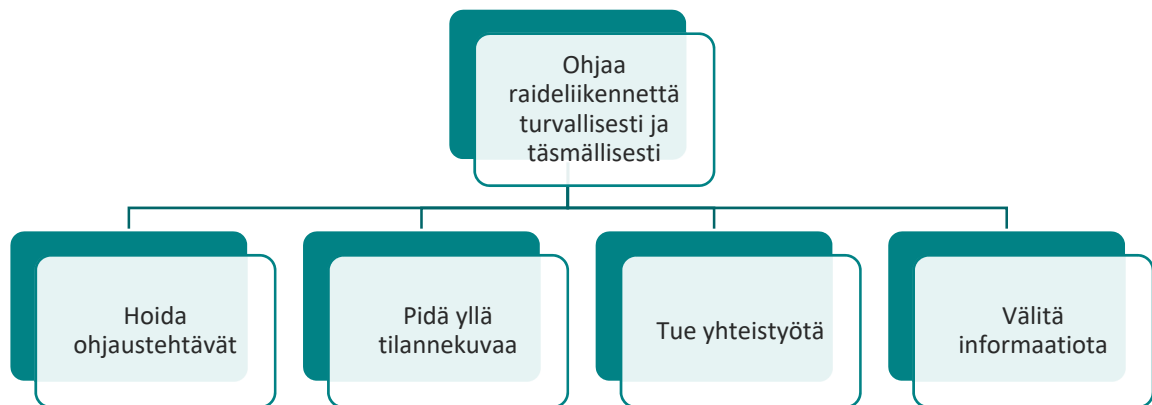
4.3 Liikenteenohjaajien työn kuormitustekijät

Liikenteenohjaajien työn opastettu havainnointi toteutettiin Helsingin ja Tampereen liikenteenohjauskeskuksissa. Keskukset ovat teknisesti hieman erilaisia ja myös niiden toimialueet poikkeavat toisistaan. Tampereen keskus on uudempi ja rakennus on erityisesti liikenteenohjausta varten suunniteltu. Toimialue on maantieteellisesti laajempi, mutta junatiheys pienempi kuin pääkaupunkiseudulla. Helsingin ohjausalueella ei yleensä ole juurikaan tavaraliikennettä - satamaliikennettä lukuun ottamatta. Tampereella taas paikallisliikenteen osuus on vähäisempi, mutta tavaraliikennettä ja pitkän matkan matkustajaliikennettä on paljon.

Molemmissa ohjauskeskuksissa on simulaattori, johon voi rakentaa erilaisia kuormittavia liikenteenohjaustilanteita. Tässä tutkimuksessa käytettiin Tampereen simulaattoria. Seuraavassa kuvauksessa käytetään Tampereen teknisten järjestelmien nimikkeitä. Helsingin ohjauskeskuksessa ja samoin muualla maassa on vastaavat, hieman erilaiset järjestelmät, jotka ovat kuitenkin Tampereen järjestelmien kanssa yhteensopivat ja tuottavat saman informaation.



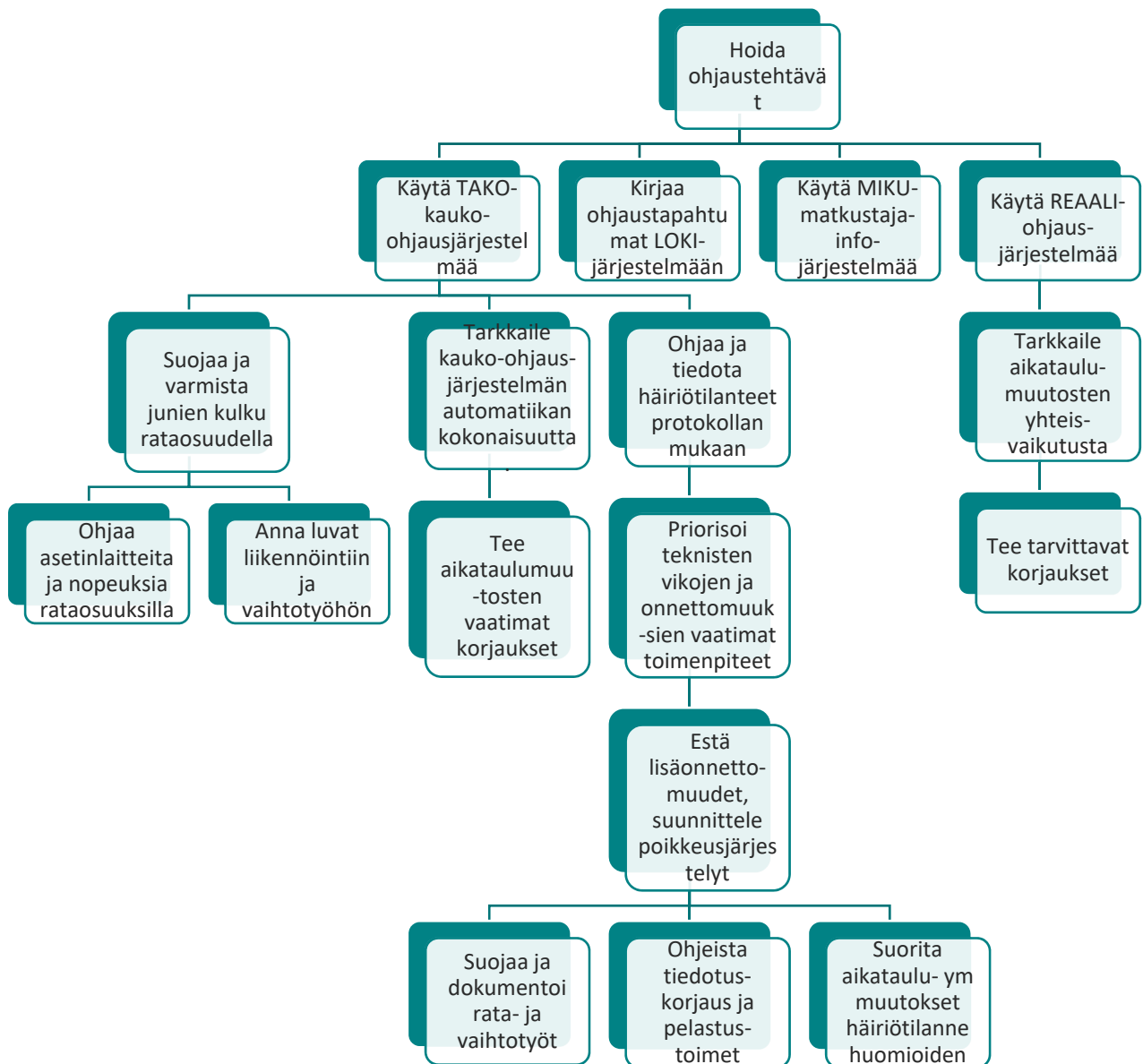
Kuva 6. Tampereen liikenteenohjauskeskus (Kuva: Touko Yrttimaa)



Kuva 7. Ohjaa raideliikennettä turvallisesti ja täsmällisesti

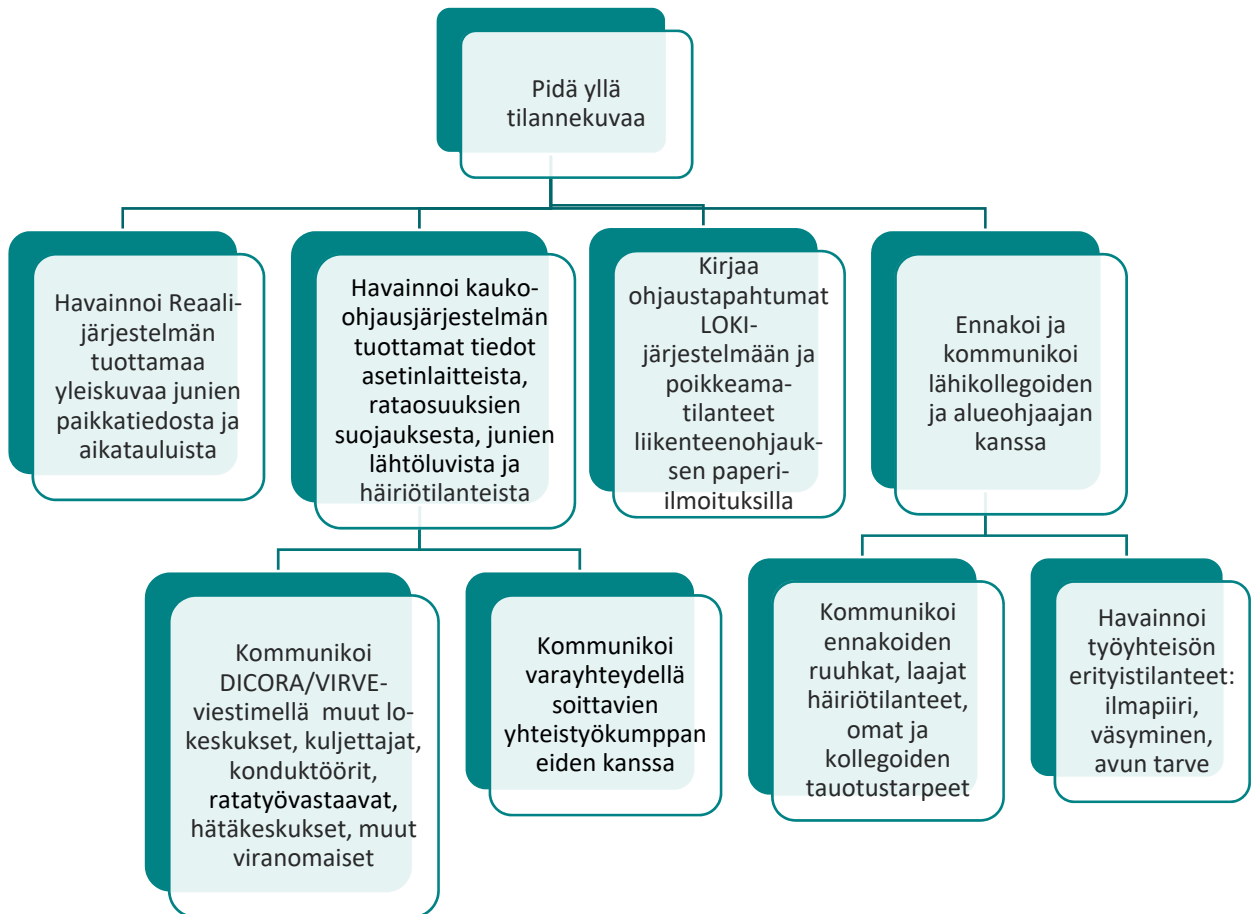
Raideliikennettä ohjataan useilla pääosin automaattisesti toimivilla järjestelmillä, jotka rakentavat kuvan ohjattavan alueen rataverkosta sekä ohjaus- ja opastinlaitteista. Järjestelmien tuottama kuva ei ole maantieteellisesti verrannollinen, mutta toiminnallisesti mahdollisimman osuva. Automaatiikka reitittää junan opasteelta ja vaihteelta toiselle junanumeron määrittämän lähtö- ja tulopaikkakunnan, raiteiden sekä aikataulun mukaan. Jos poikkeamia ei ole, niin liikenteenohjaajan ei tarvitse

tehdä mitään. Junaliikenteessä kuitenkin lähes kaikilla poikkeamilla voi olla vaikutusta muuhun liikenteeseen, minkä vuoksi liikenteenohjaajan toimenpiteitä tarvitaan usein.



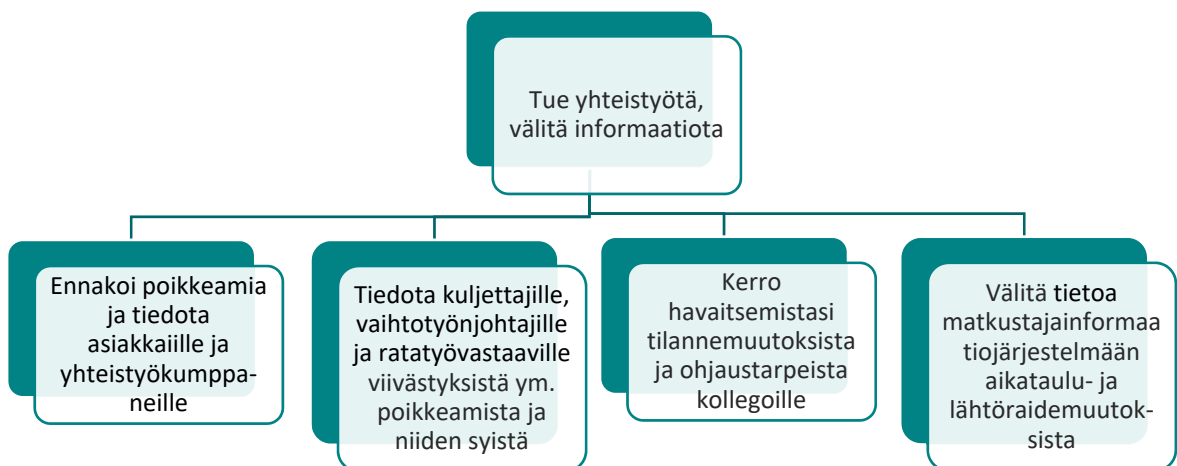
Kuva 8. Ohjaustehtävän hoitaminen

Tampereen ohjauskeskuksessa käytetään rinnakkain neljää järjestelmää. Niistä TAKO -kauko-ohjausjärjestelmä on liikenteenohjaamisen perustyökalu. Se visualisoi ohjausautomaatiikan ja sen avulla junien kulkua pääasiassa ohjataan myös manuaalisesti. Ohjaustapahtumat kirjataan jatkuvasti LOKI-järjestelmään. Alueen junaliikenteen kokonaisuus näkyy Reaali-järjestelmässä, joka visualisoi ajantasaisesti junien kulun aikataulu- ja paikkatiedon. Sen perusteella ohjaaja voi ennakoida junien kohtaamiset ja aikatauluttaa ratatyöt. MIKU -matkustajainfo on automaattinen kuulutusjärjestelmä, johon ohjaaja kirjaa junien aikataulumuutokset ja vastaavat lähtö- ja tuloraiteet.



Kuva 9. Liikenteenohjaajan tilannekuvan muodostuminen

Tilannekuvan virheettömyys on olennainen tekijä liikenteenohjaajan työssä. Käytössä on kolme ohjausjärjestelmää, joiden avulla tilannekuvan muodostaminen tapahtuu. Lisäksi käytetään runsaasti puhekommunikaatiota viestivälineillä ja suoraan lähikollegoiden kanssa. Kaikki ohjaustoimenpiteet kirjataan muistini tueksi ja mahdollista myöhempää selvittelytarvetta varten. Haastatellut ohjaajat tunnistivat myös hyvän työilmapiirin merkityksen. Kommunikointi on helppoa, kun keskinäiset suhteet ovat hyvät.



Kuva 10. Yhteistyö ja tiedonvälitys liikenteenohjauksessa

Tiivis yhteistyö ja keskustelu lähialueiden ohjaajien ja alueohjaajan kanssa helpottaa kaikkien työtä. Vaikka liikenteenohjaajan työ ruuhkatilanteessa vaatii tiukkaa keskittymistä, eikä näytä sietävän häiritsemistä, on jatkuvan yhteistyön ylläpito kuitenkin välttämätöntä. Kokenut liikenteenohjaaja tietää ohjaustilanteen siirtyvän seuraavan ohjaajan alueelle, mutta taitavan ohjaustoiminnan ansiosta vähemmän sekavana.

Liikenteenohjaajan käytössä on laajin mahdollinen tilannekuva, ja sen avulla hän voi helpottaa muiden junaliikenteessä toimivien tehtävien hoitoa. Helsingin liikenteenohjauksessa on kaksi työntekijää huolehtimassa matkustajainformaatiosta, mutta Tampereella kukin liikenteenohjaaja hoitaa tiedottamisen myös matkustajille.

4.4 Liikenteenohjaajan kuormittuminen työvuoron eri vaiheissa

Myös liikenteenohjaajan työn kuormittavuutta kuvattiin sovelletulla NASA Task Load Index -kuormittuneisuusmittarilla (Liite 2). Liikenteenohjaajan 12 tunnin työvuoro jaotettiin kolmeen vaiheeseen, joissa ohjaajia pyydettiin arvioimaan kuormittuneisuuttaan em. dimensioilla.

Kuormitusarvio on saatu kolmelta liikenteenohjaajalta, joten tätäkin keskiarvotulosta voidaan pitää vain viitteellisenä.

Taulukko 1. Liikenteenohjaajan työn kuormittavuus

Kuormittavuusarvio: pieni 1 2 3 4 5 suuri

Tehtäväjakso Dimensio	Työvuoron alkukolmannes	Keskikolmannes	Loppukolmannes
Älyllinen vaativuus	3	4	3
Fyysinen vaativuus	1	1	2
Ajallinen vaativuus	3	3	4
Ponnistelun taso	3	4	3
Onnistumisen taso	5	4	4
Stressitaso	2	3	3

Liikenteenohjaajien arvioiden mukaan työn älyllinen vaativuus ja ponnistelun taso oli suurimmillaan työvuoron keskivaiheilla. Stressitasot eivät nousseet kuitenkaan erityisen korkeiksi.

4.5 Junankuljettajien psykologiset ominaisuudet

Tutkimustulosten perusteella kuljettajan työssä tärkeimpinä ominaisuuksina korostuivat seuraavat, Traficominkin Raideliikenteen kuljettajien terveydentila- ja soveltuvuusvaatimukset -ohjeessa mainitut ominaisuudet:

Tarkkaavaisuuden ylläpito: Työntekijän on pystyttävä ylläpitämään tehtävän edellyttämää tarkkaavaisuutta läpi pitkäkestoisen työsuorituksen, jossa erityisesti pitkällä matkustajaliikenteen osuuksilla korostuu monotonian sieto. Yhtämittaisten ajojaksojen pituus on rajattu kolmeen ja puoleen tuntiin (elpymistauolla jaettuna korkeintaan viiteen tuntiin), mikä on turvallisuuden kannalta tarpeellista. Sopeutumisessa epä säännölliseen vuorotyöhön on suuria yksilöllisiä eroja, mikä on syytä ottaa huomioon tarkkaavaisuuden ylläpitoa arvioitaessa.

Simultaanikapasiteetti: Tässä tutkimuksessa käytössä olleiden veturien ohjausjärjestelmät olivat ergonomisesti hyvin suunniteltuja ja näytöt selkeitä. Matkustajajunien suuret nopeudet kuormittavat ohjaussignaalien vastaanottoa kuitenkin paljon. Nopeuden säätö junankulunvalvonta (JKV) -järjestelmän ja näkyvien opasteiden avulla, junan tekninen valvonta, viestiliikenne puhelimella ja erityisesti lähiliikenteessä matkustamon tapahtumien samanaikainen valvonta voivat poikkeamatilanteissa ylikuormittaa kuljettajan vastaanottokykyä, jolloin jokin informaatiokanava voi sulkeutua kokonaan. Normaalitilanteissa kuitenkin valppauden säilyttäminen tapahtumaköyhässä ympäristössä on kuljettajan suurin haaste.

Käytännöllistekninen työn hallinta: Monet kuljettajat ovat siirtyneet työhönsä muista liikenneammateista tai jostain teknisestä ammatista. Tekninen osaaminen edellyttää loogista ja matemaattista ajattelukykyä ja käytännöllisiä ongelmanratkaisutaitoja. Vikatilanteiden hallintaa ja tehokapasiteetin järkevää käyttöä auttaa, jos kuljettaja ymmärtää perusteellisesti, miten hallintalaitteiden käyttö vaikuttaa veturin ja koko junan tekniseen toimintaan.

Hyvän kuljettajan **persoonallisuuden piirteitä** kysyttäessä kuljettajat mainitsivat lähes poikkeuksetta rauhallisuuden. Yleensä sillä tarkoitettiin kykyä säilyttää harkintakyky painetilanteissa. Tavallisin kuljettajan painetilanne on edellä kuvattu tapahumasarja, jossa useat samanaikaiset tehtävät ja niihin liittyvä ohjausinformaatio uhkaavat ylikuormittaa kuljettajan kapasiteetin. Silloin priorisointikyky erottaa kokeneen kuljettajan kokemattomasta. Se tarkoittaa taitoa erottaa ensisijaiset tehtävät vähemmän tärkeistä ja kykyä sietää ahdistuneisuutta siitä, että on mahdollisesti jätettävä hetkeksi tekemättä joitain tehtäviä. Tässä tutkimuksessa havainnointijaksot vetureissa eivät juuri sisältäneet tällaisia tapahtumia, mikä kertoo paitsi teknisten järjestelmien hyvästä toiminnasta, myös mukana olleiden kuljettajien korkeasta ammattitaidosta. Hyvällä ennakkointikyvyllä voidaan usein välttää ylikuormitustilanteiden syntyminen.

Persoonallisuuden vakaus ja toiminnallinen ennustettavuus ovat hyvän kuljettajan ominaisuuksia. Tavoiteltavia piirteitä ovat korostunut tunnollisuus ja kyky ottaa vastuuta turvallisuudesta. Vältettävänä vastakohtina elämyshakuisuus, neuroottisuus, defensiivisyys, ja varautunut suhtautuminen auktoriteettiin.

Junaliikenteessä kuljettajan työtä tehdään nykyisin yksin, lukuun ottamatta ajoittaisia tapaamisia konduktöörin kanssa ja määrämuotoista viestintää liikenteenohjauksen kanssa. Sen vuoksi kovin sosiaalisilla henkilöillä saattaa olla vaikeuksia viihtyä ammatissa. Siitä huolimatta kuljettajan täytyy kyetä selkeään sanalliseen viestintään

kaikissa tilanteissa. Verbaalisen lahjakkuuden (kyky ymmärtää ja sanallistaa ohjeita) tulee olla hyvällä tasolla.

4.6 Liikenteenohjaajien psykologiset ominaisuudet

Tämän tutkimuksen tulosten perusteella erityisen tärkeitä liikenteenohjaajan kognitiivisia piirteitä ovat kyky hahmottaa laaja tilannekuva, sujuva kommunikointikyky ja keskittymiskyky painetilanteessa. Ohjaajan on myös kyettävä tekemään päätöksiä tilanteessa, jossa kokonaistilanteen hallintaa edistävä ratkaisu ei ehkä ole yksittäisen toimijan edun mukaista. Esimerkiksi ratatöiden aikataulun kiristäminen junien esteettömän kulun varmistamiseksi tai matkustajajunan kulun estäminen tavarajunan kulun priorisoimiseksi rahtilaivaliikenteen aikataulujen mukaan. Toiminta vaatii siis itsenäistä päätöksentekokykyä tilanteessa, jossa on kilpailevia intressejä. Liikenteenohjaajan työ vaatii kuljettajan työhön verrattuna enemmän toiset huomioon otavia sosiaalisia taitoja.

Liikenteenohjaus on koko rautatieliikenteen viestinnällinen solmukohta, ja liikenteenohjaaja on sen keskeinen toimija. Ruuhkatilanteessa myös ohjaajan simultaanikapasiteetti ja muisti joutuvat koetukselle. Junaa ei voi "unohtaa" seis-opasteen taakse turhaan missään tilanteessa. Junaliikenteen ruuhkatilanteissa ei yleensä ole kyse sekunneista, vaan aikaa harkinnalle ja ratkaisujen teolle on enemmän. Yleislahjakkuuden osatekijöistä kielelliset valmiudet ja selkeä ilmaisukyky ovat erityisen tärkeitä.

Junaliikenteen tilannekuva muuttuu koko ajan ja sen kehittymistä on ennakoitava. Tätä varten on olemassa hyvin toimivat tekniset järjestelmät. Lisäksi huippuammattilaisilla on käytössään ns. hiljaista tietoa ja kokemushistoriaan perustuvia yhteysverkkoja, joiden avulla he pystyvät ennakoimaan tilanteiden kehittymistä paremmin kuin aloittelijat. Molemmissa liikenteenohjausyksiköissä oli havaittavissa selvä pyrkimys tuoda kokemustieto näkyväksi ja uusien työntekijöiden käyttöön. Alueohjaajien toiminnassa tämä näkökulma oli keskeinen.

Kokemus näkyy täsmällisen tilannekuvan hahmottamisessa. Kokeneet ohjaajat havaitsivat poikkeamia pienistä vihjeistä, jotka saattoivat aloittelijalta jäädä helposti huomaamatta. Kleinin ja Militellon (2004) mukaan viisi yleistä tekijää erottaa kokeneita toimijoita kokemattomista:

- 1) Kokeneiden toiminta perustuu tarkempaan ja laajempaan mielikuvaan työtapauksista ja kokonaisuuteen vaikuttavista tekijöistä (mentaalinen malli). Liikenteenohjaajilla esimerkiksi alueen tarkempi topografinen tuntemus auttaa laajan mentaalisen mallin rakentamista.
- 2) Kokeneet havaitsevat helpommin pieniä vihjeitä muutoksista, jotka voivat vaikuttaa kokonaistilanteeseen. Kokeneilla ohjaajilla saattoi tulla melko epämääräinen tunne, että jollakin rataosuudella kaikki ei ole niin kuin pitäisi. Vasta tarkempi selvittely usein paljasti ongelman laadun.
- 3) Kokeneet työntekijät pystyvät havaitsemaan kokemattomia helpommin, onko kokonaistilanne tavanomainen vai onko siitä kehittymässä niin poikkeava, että asiaan on varauduttava ennalta.
- 4) Kokemus näkyy rutiinien ja keinovalikoiman laajuutena. Tyypilliset ongelmatilanteet ovat toistuvia ja kokemus on opettanut erilaisia toimintavaihtoehtoja.

- 5) Kokeneilla on paljon työhön liittyvää historiatietoa ja ihmisverkostoja, joita voi hätätilanteessa hyödyntää. Järjestelmien ja käytännön työtoiminnan syvällinen ymmärtäminen auttaa silloin, kun on syystä tai toisesta siirryttävä manuaaliseen ohjaukseen. Epäviralliset kanavat voivat olla hyödyllisiä, kun on toimittava nopeasti.

5 Johtopäätökset, tutkimuksen rajoitteet ja suositukset

Kuljettajien soveltuvuusarviointeja koskeva Traficomin ohje ja liikenteenohjaajien soveltuvuusarviointeja koskeva Traficomin suositus ovat tämän tutkimuksen tulosten mukaan edelleen pätevät, joskin melko yleiset. Niiden sisällöt vastaavat pieniä muutoksia lukuun ottamatta Trafin määräystä vuodelta 2012. Tieto- ja ohjausjärjestelmien kehittyminen on helpottanut molempien ammattiryhmien työtä vähentämällä epävarmuutta turvallisuuden hallinnassa. Teknisistä järjestelmistä huolimatta toiminnan sujuvuus ja turvallisuus riippuvat ihmisten ammattitaitoisista ratkaisuista, erityisesti poikkeus- ja vajaatoimintatilanteissa.

Yksiselitteisesti parasta kyky- tai persoonallisuusprofiilia liikenteenohjaajien tai kuljettajien valinnan perustaksi ei tässä tutkimuksessa löydetty – sellaisen löytäminen lieneekin kyseenalaista, koska monenlaiset ihmiset kykenevät kehittymään huippuammattilaisiksi. Ei-toivottavia ja toivottavia ominaisuuksia ja niiden yhdistelmiä voidaan toki löytää. Tämän tutkimuksen ehkä tärkein löytö oli laaja-alaisen tilannekuvan muodostamisen tärkeys ja vaativuus molemmissa ammateissa, mutta erityisesti liikenteenohjaajan työssä.

Suurten joukkojen soveltuvuusarvioinnissa, kuten opiskelijavalinnoissa, karsiva ajattelutapa on osoittautunut usein riittäväksi. Toisin sanoen joidenkin kriittisten kykyjen tason täytyy ylittyä ja toisaalta jotkin persoonallisuuden piirteet eivät ole suotavia ammatin vaatimuksia ajatellen.

Usein on todettu, että hyvä motivaatio voi korvata kykypuutteita. Monissa tapauksissa väite pitääkin paikkansa. Hyvä motivaatio on opiskelussa tärkeä ominaisuus. Heikommasta lähtökohdasta oppiminen voi olla hitaampaa, mutta tahdon ollessa vahva - sitä tapahtuu. Harvoin ihminen hakeutuukaan ammattiin, jonka vaatimukset tuntuvat jo etukäteen ylivoimaisilta. Uuden ammatin tosiasiallisia vaatimuksia voi kuitenkin olla vaikea arvata ennalta, esimerkiksi vuorotyön väsyttävyyden on ollut monille yllätys, johon on ollut vaikea sopeutua.

Liikenteenohjaajien 12-tuntiset työvuorot ovat valppauden säilyttämisen kannalta erittäin pitkiä. Junaliikenteessä kuljettajan yhtäjaksoisten ajovuorojen pituus on katsottu hyväksi rajata kolmeen ja puoleen tuntiin juuri huomiokyvyn säilyttämisen vuoksi. Toisaalta työkuormitus molemmissa tutkituissa ohjauskeskuksissa oli avun pyytämisen ja tarjoamisen kannalta hyväksyttävä niissä tilanteissa, joissa työntekijä arvioi sellaista tarvittavan. Tauottamisen ja lepojaksojen toimivuus on turvallisuuden kannalta tärkeä varmistaa. Haastatellut työntekijät olivat kuitenkin tyytyväisiä työvuorojärjestelyyn, vaikka tunnistivat sen ongelmat jaksamisen kannalta. Hyvänä puolena he pitivät pitkien vapaiden tuottamaa elpymismahdollisuutta.

Kummankaan tutkitun ammattiryhmän stressitasot eivät nousseet arviointien perusteella kovin korkeiksi. Siitä voisi päätellä, että valinnoissa on onnistuttu hyvin. Tutkijan havaintojen perusteella työtilanteet kummassakin ammatissa voivat olla kovinkin intensiivisiä ja vastuutasot korkeita. Toisin sanoen työntehtävien voi arvioida olevan ajoittain varsin kuormittavia, vaikka kokeneiden työntekijöiden kuormittuneisuus ei välttämättä ollut haastatteluhavaintojen perusteella vastaavalla tasolla.

Tutkimuksessa mitattiin kognitiivisen kuormittuneisuuden vaihtelua ja tasoa vain niiltä työntekijöiltä, joiden kanssa operatiivinen tehtäväanalyysi suoritettiin. Tarkoituksena oli käyttää menetelmää haastattelun tukena case-luonteisesti. Siksi kuormittuneisuustuloksia voi pitää vain viitteellisinä.

Tässä tutkimuksessa voitiin tutkia vain kohdeammatteihin sisältyviä kognitiivisia kuormitustekijöitä. Ammattiryhmien - siis työntekijöiden - kuormittuneisuuden tutkiminen jäi todennetuksi tutkimustarpeeksi. Toinen rajoite ja toisaalta esiin noussut tutkimustarve on kuljettajien tekemä vaihtotyö, joka siis tarkoittaa suljetulla raiteistolla tehtävää junien järjestelytyötä, siirtämistä, kokoamista ja pysäköintiä. Se on olennainen osa kuljettajien työtä, jossa kuormitustekijät ovat osin erilaiset kuin varsinaisessa junaliikenteessä.

6 Lähdeluettelo

- Ala-Laurinaho, A., Piispanen, P., Launis, K. & Lehtelä, J. (2009). Etelä-Suomen kauko-ohjausjärjestelmän (ESKO) käyttöönotto ja muutokset liikenteenohjaustyössä. Ratahallintokeskuksen julkaisuja A 8.
- Haavisto, M-L., Ruuhilehto, K. & Oedewald P. (2010). Rautateiden liikenteenohjaus ratatöiden aikana ja ratatöiden hallinta. Espoo. VTT Tiedotteita – 563.
- Haavisto, M-L. & Oksama, L. (2007). Kognitiivisen kuormituksen arviointi: esimerkkinä hävittäjäalentäjän tehtävä- ja kuormitusanalyysi. Työ ja ihminen 1/2007, 21, s. 17–29.
- Hart, S. G. & Staveland, L. (1988). Development of NASA-TLX (task load index): Results of empirical and theoretical research. Human Mental Workload, 139–183.
- Kirwan, B., Ainsworth, L. K. (eds.) (1992). A guide to task analysis. London: Taylor & Francis.
- Klein, G. & Militello, L. (2004). The knowledge audit as a method for cognitive task analysis. Teoksessa: H. Montgomery, R. Liphitz ja B. Brehmer (eds.). How professionals make decisions. Mahwah: LEA. (ss. 335–342)
- Kulomäki J., Simola P. & Oksama L. (2014). Ohjusveneen ilmatorjuntaoperaattorin tehtäväanalyysi. Puolustusvoimien tutkimuslaitos. (julkaisematon)
- Launis, K., Ala-Laurinaho, A., Lehtelä, J. & Piispanen, P. (2008). ESKO-järjestelmän käyttöönotto Etelä-Suomen raideliikenteen kehittyvässä ohjaustyössä. Osaraportti II. Työn muutos, ESKO-järjestelmä ja häiriönhallinta liikenteenohjauksessa – työhyvinvoinnin edistämisen näkökulma. Helsinki. RHK.
- Piispanen, P., Ala-Laurinaho A., Launis, K. & Lehtelä, J. (2007). Etelä-Suomen kauko-ohjausjärjestelmän käyttöönotto Etelä-Suomen raideliikenteen kehittyvässä ohjaustyössä, Osaraportti I: Järjestelmämuutoksen tausta ja tutkimuksen suunnasta. Helsinki. RHK.
- Reason, J. (1997). Managing the risks of organizational accidents. Aldershot: Ashgate.
- Shepherd, A. (2001). Hierarchical task analysis. London: Taylor and Frances.
- Simola P., Kulomäki J. & Oksama L. (2014). Merivoimien aluksen ohjailijan tehtäväanalyysitutkimus. 2014. Puolustusvoimien tutkimuslaitos. (julkaisematon)
- Säteilyturvakeskus (1966). Ydinvoimalaitosten suunnittelussa noudatettavat turvallisuusperiaatteet. (verkkojulkaisu)
- Traficommin ohje Raideliikenteen kuljettajien terveydentila- ja soveltuvuusvaatimukset 27.2.2019 (TRAFICOM/81078/03.04.02.01/2019).

Traficomin ohje Raideliikenteen turvallisuustehtävissä toimivien terveydentila- ja soveltuvuussuositukset 1.7.2018 (TRAFI/710961/03.04.02.01/2018).

Trafin määräys Merimieslääkäreiden ja rautatielääkäreiden ja -psykologien hyväksymisvaatimukset 1.7.2018 (TRAFI/323443/03.04.04.00/2017).

Liite 1 KULJETTAJAN TYÖN KUORMITTAVUUS (NASA Task Load Index)

TEHTÄVÄJAKSO 1.		Kirjautuminen, alkuvalmistelut, käynnistys
Älyllinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon ajattelua, havainnointia, keskittymistä, ongelmanratkaisua tms. tämä tehtävävaihe vaati?
Fyysinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon fyysistä ponnistelua tämä tehtävävaihe vaati? Oliko se helppo vai vaativa?
Ajallinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon aikapainetta tai kiirettä tunsit tätä tehtävävaihetta suorittaessasi?
Ponnistelun taso	vähäinen 1 2 3 4 5 suuri	Miten kovasti sinun piti ponnistella saadaksesi tehtävävaiheen suoritetuksi riittävän hyvällä tasolla?
Onnistumisen taso	heikko 1 2 3 4 5 hyvä	Miten hyvin omasta mielestäsi onnistuit tässä tehtävävaiheessa? Miten hyvin saavutit tavoitteen?
Stressitaso	matala 1 2 3 4 5 korkea	Miten epävarmaksi, ärsyyntyneeksi tai stressaantuneeksi tunsit itsesi tämän tehtävävaiheen aikana

TEHTÄVÄJAKSO 2.		Lähtö asemalta, ajomatkan alkuvaihe
Älyllinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon ajattelua, havainnointia, keskittymistä, ongelmanratkaisua tms. tämä tehtävävaihe vaati?
Fyysinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon fyysistä ponnistelua tämä tehtävävaihe vaati? Oliko se helppo vai vaativa?
Ajallinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon aikapainetta tai kiirettä tunsit tätä tehtävävaihetta suorittaessasi?
Ponnistelun taso	vähäinen 1 2 3 4 5 suuri	Miten kovasti sinun piti ponnistella saadaksesi tehtävävaiheen suoritetuksi riittävän hyvällä tasolla?
Onnistumisen taso	heikko 1 2 3 4 5 hyvä	Miten hyvin omasta mielestäsi onnistuit tässä tehtävävaiheessa? Miten hyvin saavutit tavoitteen?
Stressitaso	matala 1 2 3 4 5 korkea	Miten epävarmaksi, ärsyyntyneeksi tai stressaantuneeksi tunsit itsesi tämän tehtävävaiheen aikana

TEHTÄVÄJAKSO 3.		Ajomatkan keskivaiheet
Älyllinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon ajattelua, havainnointia, keskittymistä, ongelmanratkaisua tms. tämä tehtävävaihe vaati?
Fyysinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon fyysistä ponnistelua tämä tehtävävaihe vaati? Oliko se helppo vai vaativa?
Ajallinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon aikapainetta tai kiirettä tunsit tätä tehtävävaihetta suorittaessasi?
Ponnistelun taso	vähäinen 1 2 3 4 5 suuri	Miten kovasti sinun piti ponnistella saadaksesi tehtävävaiheen suoritetuksi riittävän hyvällä tasolla?
Onnistumisen taso	heikko 1 2 3 4 5 hyvä	Miten hyvin omasta mielestäsi onnistuit tässä tehtävävaiheessa? Miten hyvin saavutit tavoitteen?
Stressitaso	matala 1 2 3 4 5 korkea	Miten epävarmaksi, ärsyyntyneeksi tai stressaantuneeksi tunsit itsesi tämän tehtävävaiheen aikana

TEHTÄVÄJAKSO 4.		Tulo asemalle, ajomatkan loppuvaihe
Älyllinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon ajattelua, havainnointia, keskittymistä, ongelmanratkaisua tms. tämä tehtävävaihe vaati?
Fyysinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon fyysistä ponnistelua tämä tehtävävaihe vaati? Oliko se helppo vai vaativa?
Ajallinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon aikapainetta tai kiirettä tunsit tätä tehtävävaihetta suorittaessasi?
Ponnistelun taso	vähäinen 1 2 3 4 5 suuri	Miten kovasti sinun piti ponnistella saadaksesi tehtävävaiheen suoritetuksi riittävän hyvällä tasolla?
Onnistumisen taso	heikko 1 2 3 4 5 hyvä	Miten hyvin omasta mielestäsi onnistuit tässä tehtävävaiheessa? Miten hyvin saavutit tavoitteen?
Stressitaso	matala 1 2 3 4 5 korkea	Miten epävarmaksi, ärsyyntyneeksi tai stressaantuneeksi tunsit itsesi tämän tehtävävaiheen aikana

TEHTÄVÄJAKSO 5.		Mahdollinen vaihtotyö, lopetustyöt, uloskirjautuminen
Älyllinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon ajattelua, havainnointia, keskittymistä, ongelmanratkaisua tms. tämä tehtävävaihe vaati?
Fyysinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon fyysistä ponnistelua tämä tehtävävaihe vaati? Oliko se helppo vai vaativa?
Ajallinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon aikapainetta tai kiirettä tunsit tätä tehtävävaihetta suorittaessasi?
Ponnistelun taso	vähäinen 1 2 3 4 5 suuri	Miten kovasti sinun piti ponnistella saadaksesi tehtävävaiheen suoritetuksi riittävän hyvällä tasolla?
Onnistumisen taso	heikko 1 2 3 4 5 hyvä	Miten hyvin omasta mielestäsi onnistuit tässä tehtävävaiheessa? Miten hyvin saavutit tavoitteen?
Stressitaso	matala 1 2 3 4 5 korkea	Miten epävarmaksi, ärsyyntyneeksi tai stressaantuneeksi tunsit itsesi tämän tehtävävaiheen aikana

Liite 2 **LIIKENTEENOHJAAJAN TYÖN KUORMITTAVUUS** (NASA Task Load Index)

TEHTÄVÄJAKSO 1.		Työvuoron alkukolmannes
Älyllinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon ajattelua, havainnointia, keskittymistä, ongelmanratkaisua tms. tämä tehtävävaihe vaati?
Fyysinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon fyysistä ponnistelua tämä tehtävävaihe vaati? Oliko se helppo vai vaativa?
Ajallinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon aikapainetta tai kiirettä tunsit tätä tehtävävaihetta suorittaessasi?
Ponnistelun taso	vähäinen 1 2 3 4 5 suuri	Miten kovasti sinun piti ponnistella saadaksesi tehtävävaiheen suoritetuksi riittävän hyvällä tasolla?
Onnistumisen taso	heikko 1 2 3 4 5 hyvä	Miten hyvin omasta mielestäsi onnistuit tässä tehtävävaiheessa? Miten hyvin saavutit tavoitteen?
Stressitaso	matala 1 2 3 4 5 korkea	Miten epävarmaksi, ärsyyntyneeksi tai stressaantuneeksi tunsit itsesi tämän tehtävävaiheen aikana

TEHTÄVÄJAKSO 2.		Työvuoron keskikolmannes
Älyllinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon ajattelua, havainnointia, keskittymistä, ongelmanratkaisua tms. tämä tehtävävaihe vaati?
Fyysinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon fyysistä ponnistelua tämä tehtävävaihe vaati? Oliko se helppo vai vaativa?
Ajallinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon aikapainetta tai kiirettä tunsit tätä tehtävävaihetta suorittaessasi?
Ponnistelun taso	vähäinen 1 2 3 4 5 suuri	Miten kovasti sinun piti ponnistella saadaksesi tehtävävaiheen suoritetuksi riittävän hyvällä tasolla?
Onnistumisen taso	heikko 1 2 3 4 5 hyvä	Miten hyvin omasta mielestäsi onnistuit tässä tehtävävaiheessa? Miten hyvin saavutit tavoitteen?
Stressitaso	matala 1 2 3 4 5 korkea	Miten epävarmaksi, ärsyyntyneeksi tai stressaantuneeksi tunsit itsesi tämän tehtävävaiheen aikana

TEHTÄVÄJAKSO 3.		Työvuoron loppukolmannes
Älyllinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon ajattelua, havainnointia, keskittymistä, ongelmanratkaisua tms. tämä tehtävävaihe vaati?
Fyysinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon fyysistä ponnistelua tämä tehtävävaihe vaati? Oliko se helppo vai vaativa?
Ajallinen vaativuus	pieni 1 2 3 4 5 suuri	Miten paljon aikapainetta tai kiirettä tunsit tätä tehtävävaihetta suorittaessasi?
Ponnistelun taso	vähäinen 1 2 3 4 5 suuri	Miten kovasti sinun piti ponnistella saadaksesi tehtävävaiheen suoritetuksi riittävän hyvällä tasolla?
Onnistumisen taso	heikko 1 2 3 4 5 hyvä	Miten hyvin omasta mielestäsi onnistuit tässä tehtävävaiheessa? Miten hyvin saavutit tavoitteen?
Stressitaso	matala 1 2 3 4 5 korkea	Miten epävarmaksi, ärsyyntyneeksi tai stressaantuneeksi tunsit itsesi tämän tehtävävaiheen aikana