Gröna tåget - förarplats
Slutrapport, VTI

Selina Mårdh [1], Lars Eriksson [1], Björn Blissing [2],
Lena Nilsson [3], Jerker Sundström [4]

[1] Samspel människa, fordon, transportsystem, VTI [2] Fordonsteknik och simulering, VTI [3]
Virtual prototyping and assessment by simulation, VIP [4] Järnvägsskolan, Ängelholm

VTI - Statens väg- och transportforskningsinstitut

VTI, är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut inom transportsektorn. Med omkring 190 medarbetare är VTI den största transportforskningsmiljön i Sverige.

VTI utför tillämpad forsknings- och utvecklingsverksamhet som rör samtliga transportslag. Institutet har en bred kompetensprofil med kärnkompetens inom områdena säkerhet, ekonomi, miljö, trafik- och transportanalys, kollektivtrafik, beteende och samspel mellan människa-fordon-transportsystem samt inom vägkonstruktion, drift och underhåll. Vår kunskap ger ökat beslutsunderlag hos aktörerna inom transportsektorn och får i många fall direkta tillämpningar i internationell och nationell transportpolitik.

Uppdragsgivare och kunder
Våra forskningsuppdrag utförs på uppdragsbasis i en tvärvetenskaplig organisation. Vi utför årligen forskningsuppdrag åt cirka 200 olika uppdragsgivare och kunder, där Vägverket och Vinnova är de största. Som uppdragsgivare kan du dra nytta av att vår forskning ligger vid den internationella forskningsfronten inom många områden.

Kontor och kompetens
VTI:s huvudkontor finns i Linköping där också största delen av verksamheten är förlagd. Institutet har även lokalkontor i Borlänge och Stockholm, där tonvikten ligger på forskning inom transportekonomi och transportpolicy, samt i Göteborg med forskningsinriktning mot fordons- och farkostteknik.

Omkring hälften av forskarna har licentiat- eller doktorsexamen.

Förord

Samtliga delar av föreliggande rapport är genomförda inom projektet ”Gröna Tåget” vilket finansierats av Banverket. Arbetet har varit ett samarbete mellan VTI, VIP och Järnvägsskolan i Ängelholm. Vi vill tacka de lokförare som ställt upp med sin kunskap och sitt engagemang genom deltagande i de ingående studierna.

Björn Blissing, VTI
Selina Mårdh, VTI
Lars Eriksson, VTI
Linköping 2010-05-04

Sammanfattning
Rapporten beskriver övergripande VTI:s delar i projektet Gröna Tåget vilka i huvudsak berört framtagning av underlag för utformning av framtidens förarplats i höghastighetståg avseende informations- och säkerhetssystem. Delarna som presenteras i rapporten beskriver en litteraturgenomgång, genomförda fokusgrupper och intervjuer, utveckling av en tågsimulator, genomförd uppgiftsanalys samt möjligheter med en tågsimulator som plattform för konceptutveckling, träning och utbildning samt utvärdering. Några övergripande forskningsområden nämns som möjliga delar av framtida studier i tågsimulatorn.

Abstract
The report generally describes VTI's parts of the project Gröna Tåget (the Green Train) which mainly concerned the making of a platform for design of the future train driver cabin concerning information -and safety systems. The present report comprise a literature review, focus groups and interviews, development of a train simulator, a task analysis, and future possibilities for a train simulator as a platform for concept development, training/education, and evaluation. Some general research areas are mentioned as possible parts of future studies in the train simulator.

Innehållsförteckning

1 Bakgrund och introduktion 11
2 State-of the-art 13
3 Förarnas upplevelser och behov 15
3.1 Metod 15
3.1.1 Deltagare 15
3.1.2 Design och material 15
3.2 Resultat 15
3.2.1 Förarplatsens utformning 15
3.2.2 Aspekter på att köra tåg i höga hastigheter 16
4 Virtuell testmiljö 17
5 Uppgiftsanalys 21
5.1 Metod 21
5.1.1 Design 21
5.1.2 Resultatredovisning 21
5.2 Resultat - uppgiftsanalys av föraruppgiften på X2000 21
6 Utvärdering/verifiering 31
6.1 Gröna Tågets tågsimulator - En plattform för konceptutveckling och träning 31
6.1.1 Syfte och fokus 31
7 Sammanfattning 35
8 Referenser 37

1 Bakgrund och introduktion

Gröna Tåget – Förarplats

VTI:s mål med projektet Gröna Tåget var att ta fram underlag för hur framtidens förarplats i höghastighetståg ska se ut vad gäller informations- och säkerhetssystem. Denna målsättning resulterade i en projektplan bestående av följande fem delprojekt:

Delprojekt 1 - State-of-the-art: Kartläggning av kunskapsfronten för utformning av förarplatsen i tåg med fokus på körning i höga hastigheter och nästa generation informations- och säkerhetssystem.
Delprojekt 2 - Förarnas upplevelser och behov: Fokusgrupper/intervjuer för att undersöka förarnas upplevelser av att framföra höghastighetståg (250 km/h och högre), deras farhågor, förväntningar och önskemål samt vilka behov av information och stöd de ser och vilka krav de ställer på förarplats, information och varningar.
Delprojekt 3 - Virtuell testmiljö: Utveckling av en virtuell testmiljö för simulering av förarmiljön i framtidens höghastighetståg och utvärdering av effekter av alternativa tekniska systemlösningar.
Delprojekt 4 - Uppgiftsanalys och utformningsförslag: Analys av uppgiften att köra tåg i höga hastigheter med stöd av nya informations- och säkerhetssystem med syfte att ta fram ett utformningsförslag att utvärdera i den utvecklade virtuella testmiljön.
Delprojekt 5 - Utvärdering/verifiering: Genomförande av simulatorstudie med lokförare för att utvärdera utformningsförslaget.

I följande text redovisas varje delprojekt i ett kapitel för sig samt ett sammanfattande slutkapitel.

2 State-of the-art

Aktuell forskning, state-of-the-art, vad gäller förarplatsen för höghastighetståg fokuserar huvudsakligen på utveckling och användning av ny metodologi för design och utvärdering av förarplatsen. Det finns väldigt få publikationer som rör applikationer för höghastighetståg. Engelska forskare har varit aktiva vad gäller att producera forskning om säkerhetskritiska frågor, särskilt SPAD (Signals Passed At Danger).
De flesta artiklar pekar på brist på informationsintegrering. Förarna tvingas basera sina beslut på information från flera olika källor, källor som i värsta fall kan ge motstridig information. Eftersom många av dessa källor är oberoende av varandra ger de också olika typer av varningar vilket kan verka förvirrande för förarna. Några preliminära studier visar att ERMTS/ETCS skulle kunna vara mer konsekvent i den information som ges föraren. Ett annat område som just nu studeras är mental arbetsbelastning (mental workload) hos förarna, särskilt vad gäller arbetstider och tidtabeller.

Den stora lärdomen för projektet Gröna Tåget, förarplatsprojekt är: “Tydlig information i god tid och i rätt tid”.

Hela dokumentet ”A literature review for ”State-of-the-art” description of drivers desks in high-speed trains” av Jerker Sundström återfinns som bilaga 1.

3 Förarnas upplevelser och behov

I detta delprojekt fokuserades tågförares upplevelser av att framföra höghastighetståg (250 km/h och högre). Ett försök gjordes att utröna deras farhågor, förväntningar och önskemål samt vilka behov av information och stöd de ser och vilka krav de ställer på förarplats, information och varningar.

3.1 Metod

Inom forskningsprogrammet Gröna Tåget genomfördes fältprov med tåg (Regina) i höga hastigheter sommaren 2006. Möjligheten att redan då samla in förarsynpunkter utnyttjades och en gruppintervju med förarna som skulle delta i fältproven genomfördes i juli.

3.1.1 Deltagare

Tre förare deltog i intervjun. De var anställda av SJ och körde vid tillfället enbart persontåg, mest regionalt och dagtid, men hade tidigare erfarenhet även av godståg och olika typer av turer. Säkerhetsorganisationen var en faktor som hade betydelse när SJ blev den operatör som bidrog med förare till fältproven. Skälen till att de tre förarna hade tillfrågats om deltagande i fältproven var deras kompetens, långa erfarenhet, tidigare deltagande i provverksamhet, intresse och flexibilitet. Förutom lokförarjobbet arbetade alla som instruktörer inom SJ. En av förarna hade varit med och satt det då gällande svenska hastighetsrekordet för tåg, 276 km/tim.

3.1.2 Design och material

Intervjun genomfördes i huvudsak som fri diskussion utifrån en frågeguide. Huvudsakliga teman som berördes var förarnas syn på sitt jobb, förarplatsen och förarmiljön, uppgiften att köra tåg och de kommande höghastighetsproven.

3.2 Resultat

Förarna tyckte att lokförarjobbet är ett väldigt bra jobb. De framhöll att deras uppgift är att köra tågen på ett säkert sätt, och att lokförarna i mångt och mycket står för säkerheten ombord. Att köra tåg är ett roligt, självständigt och fritt jobb som ger många fina naturupplevelser. Styrningen från tidtabeller och säkerhetsbestämmelser ansågs inte särskilt betungande eller begränsande. Negativa aspekter som framkom gällde i huvudsak arbetets upplägg och planering. Alla omorganisationer och upphandlingar har lett till att de senaste fem åren (sen 2001) upplevts väldigt röriga och osäkra, vilket skapat ökad otrygghet och lägre motivation hos många anställda, främst hos tågpersonalen, inte så mycket hos lokförarna.

3.2.1 Förarplatsens utformning

Angående arbetsmiljö och förarplatsens utformning påpekade förarna den stora variationen mellan olika lokmodeller, och att den måste åtgärdas. Arbetsmiljöproblem som nämndes var att hytten är för trång, att luftkonditionering är bra men skapar höga ljudnivåer och ”blåst”, att belysningen (såväl allmän som av knappar och reglage) är för dålig, och att de nya stolarna är svåra att ställa in. Angående förarplatsens utformning önskade förarna standardiserad placering och gruppering av information, reglage och knappar samt uppmärkning av reglage och knappar. Detta ansågs väldigt viktigt! Det är alldeles för spritt och spretigt i en del lok

idag. Att se och nå vissa reglage och knappar borde förbättras liksom deras funktion, mer användarvänlig och självförklarande. Bättre möjligheter att se bakåt, på perrongen, efterfrågades också. X50 (Regina) fick relativt många positiva omdömen medan många klagomål gällde X40. Mängden information under själva körningen upplevdes ”lagom”, varken för stor eller för liten, för att genomföra köruppgiften. När förarna räknade in all ”runt-omkring-information” som de får och ska hantera tyckte de däremot att de blir överbelastade och inte kan ta till sig informationen. Samordning av föreskrifter mm efterfrågades. I takt med att mer och mer datorer och modern teknik implementeras känner sig förarna dessutom mer och mer som övervakare med små möjligheter att åtgärda uppkomna situationer. En kommentar var: ”Vad man kan göra, det är ju att starta om datorn.” Den del av arbetet som inte är tågkörning minskar också med den ökade datoriseringen. Förarna antydde vissa farhågor att lokförarjobbet kan bli lite monotont om inte en viss mängd av ”lite av varje” (förberedelser, beredskapskontroll, klargörning, efterarbete, växling) även fortsättningsvis kommer att ingå i arbetet.

3.2.2 Aspekter på att köra tåg i höga hastigheter

Förarna såg fram emot fältproven och tyckte det skulle bli spännande och roligt att delta. De var inställda på att man skulle upptäcka att vissa saker inte fungerade riktigt som de skulle när man började köra men litade på att säkerheten inte skulle äventyras. De kände sig till exempel trygga med att de ska vara två förare i hytten (säkerhetskrav från SJ) och att hastigheten ska ökas stegvis och kontrolleras för varje hastighetsintervall så att gränsvärden inte överskrids. Förarnas erfarenhet av (höga) hastigheter var att man vänjer sig, en förare sa till exempel ”250 körde vi mycket och efter några gånger kändes det rätt bra.” Men han lade också till ”men när man kör i 275, eller 276, och sen kommer ner till 200 …. en sån skillnad det är alltså! Det är helt otroligt!” Förarna påtalade att hög hastighet märks mest när man ska stanna och att det från ett förarperspektiv är viktigt att säkerställa att man kan få hejd på fordonet på ett säkert sätt. Alla hade upplevt att allting ”kommer så mycket fortare på en” i högre hastigheter. Förarna förväntade sig därför ett helt annat informationssystem om/när framtida snabbtåg introduceras, informationen måste presenteras ”väldigt, väldigt tidigt”. De kände till planerna att all extern information, signaler och så vidare i framtidens tåg planeras visas inne i hytten, men insåg samtidigt att omgivningen (naturen, stationer, människor, stolpar, kontaktledningar med mer) inte kan flyttas in i hytten och att upplevelsen och perceptionen av omgivningen kommer att bli helt annorlunda i höga hastigheter. Ännu mer skärpta förare än idag kommer att krävas. Förarna var skeptiska till att i Sverige köra tåg fortare än 250 km/tim med hänsyn till ban- och väderförhållanden, vi har inte tillräckligt underlag och ekonomi för det ansåg de.

4 Virtuell testmiljö

Bild 1. *Förarbordet i VTI:s tågsimulator.*

Tågsimulatorn som är uppbyggd på VTI har utgått ifrån X55 (SJ Regina) designen. Detta innebär att den har plats för en ETCS display som är placerad rakt framför föraren (se bild 1). Utöver denna display har de ytterligare panelerna placerats på sina korrekta positioner. Detta gör att alla för köruppgiften relevanta knappar och vred finns på de positioner som tågföraren förväntar sig. För närvarande används ett simulerat ETCS gränssnitt men det finns planer på att interagera med ett äkta ETCS-gränssnitt som Bombardier har levererat till VTI. Den master controller som för närvarande är installerad i tågsimulatorn kommer ifrån ett X50 tåg. Men en master controller för X55 har köpts in för att kunna uppgradera miljön för att få denna så korrekt som möjligt. Det finns även ett dödmansgrepp i form av en pedal.
För att ge framåtsikt används en 52-tums LCD skärm som visar bilden i s.k. FullHD upplösning, vilket motsvarar 1920x1080 pixlar. Detta gör att man tydligt kan urskilja signaler och skyltar, även på större avstånd. För att generera bilden på skärmen används grafikmjukvaran VISIR (Visual Simulation of Road and Rail). Denna mjukvaran är inte en direkt vidareutveckling av VTI:s tidigare tågsimulatormjukvara SST (Simulator för spårbunden trafik) utan ett projekt som bygger vidare på de erfarenheter som drogs under SST projektet.

Det fanns ett antal anledningar till att VTI övergav SST projektet. Men huvudmålen med järnvägsdelen i VISIR var att den skulle vara uppbyggd utgående från järnvägsprinciper. Man skulle kunna hantera större stationer enklare än i SST samt kunna visa växellägen, signalplaceringar, kontakttråd och perronger korrekt. SST var även uppbyggt med ATC som en central komponent vilket skulle göra ERTMS banor svåra att simulera.

Grafikmjukvaran VISIR kan även användas för att generera hastighetsmätare och ett ETCS gränssnitt med funktioner som ungefär motsvarar kraven för att köra på en bana klassad för att köras med ERTMS regional.

Till grafikmjukvaran VISIR har ett antal spår byggts upp, nämligen sträckan Huskvarna-Jönköping på Jönköpingsbanan komplett med stationer och alla signaler samt sträckan Linghem-Vikingstad ifrån Södra stambanan (för exempel på spår, se bild 2). Den senare innehåller Linköpings stationsområde komplett med alla växlingsspår, se bild 3. Denna komplexitet skulle i princip vara omöjlig att bygga upp med den spårbeskrivningsteknik som användes i SST projektet.

Bild 2. *Exempel på spår.*

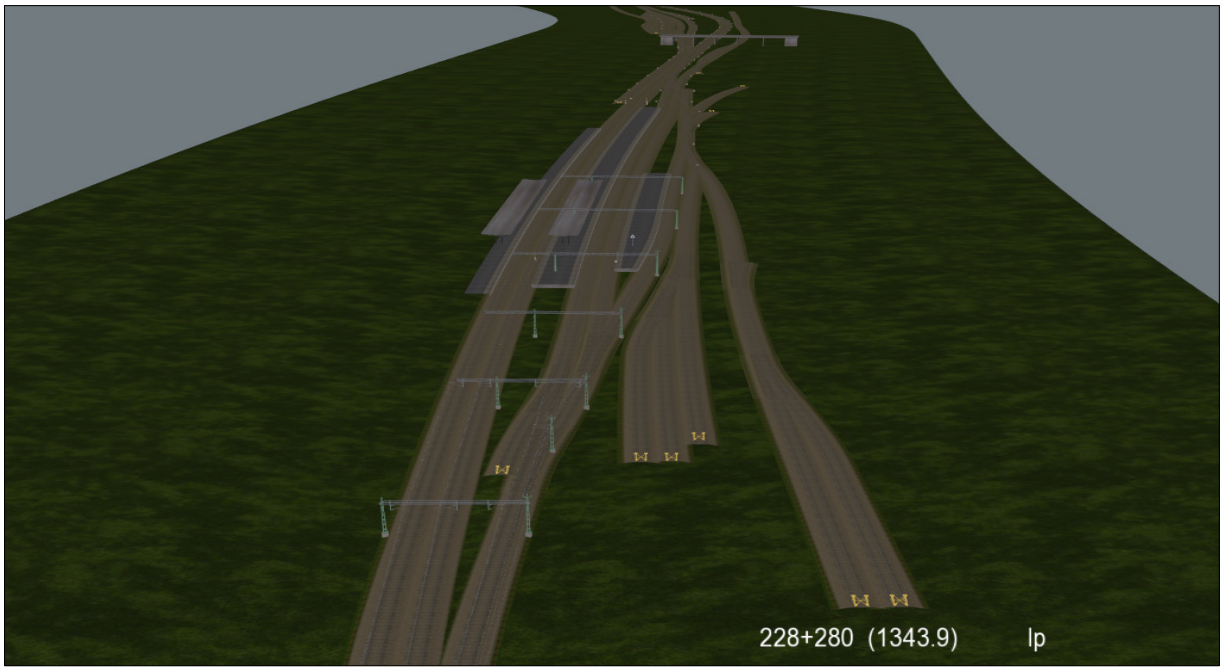

Bild 3. *Linköpings stationsområde med alla växlingsspår.*

Förutom datorn som används för att generera en omvärldsbild så finns det en ytterligare dator som driver tågsimulatorn. På denna löper det scenario som skall köras. Denna dator tar även emot styrsignalerna ifrån föraren och utför de beräkningar av krafter som resulterar i tågets framförande. För dessa beräkningar har mycket kunskap genererats av det arbete som gjordes under SST projektet.

5 Uppgiftsanalys

En uppgiftsanalys genomfördes för att klargöra och förstå vilka arbetsuppgifter som ingår i körningen, vilka delmoment som finns, vilka metoder som används, vilka resurser man har att tillgå, vilka, om några, begränsningar det finns för arbetet samt vilka objekt som används för uppgifterna (såsom informationskällor, knappar, reglage med mera).

5.1 Metod

5.1.1 Design

Uppgiftsanalysen är gjord på sträckan Stockholm C till Linköping C. Tåget var ett X2000. Uppgiftsanalysen bestod av två delar, dels en redovisning av förarens arbete i form av ögonblicksbilder var femte minut under hela resan, dels en observationsintervju. Ögonblicksbilden innebar att forskarna, var femte minut, registrerade vad föraren gjorde och gavs för information i just den minuten. Även omgivande omständigheter registrerades, till exempel hastighet och spårmiljöomständigheter i den minuten. Observationsintervjun var en ostrukturerad intervju där forskarna kontinuerligt ställde frågor relaterade till lokförarens arbetsuppgifter för att få mer information, få veta vad föraren tänkte om sitt beteende eller för att klargöra något beteende. Föraren uppmuntrades även att berätta och kommentera vad som hände och vad han tänkte under färden.

5.1.2 Resultatredovisning

Ögonblickbilderna redovisas tillsammans med de kommentarer föraren gjorde kring den/de funktioner som hanterades just då. Kommentarer från föraren som kan kopplas till olika moment i körningen redovisas vid respektive moment oavsett när under körningen föraren lämnat upplysningen. Förarens informationsbehov, var femte minut, summeras i en punktlista.

Efter redovisningen av uppgiftsanalysen finns en sammanfattning över den mest centrala informationen för föraren.

5.2 Resultat - uppgiftsanalys av föraruppgiften på X2000

15:e oktober 2008
Sträcka: Stockholm C – Linköping C
Starttid: 12.20
Väder: Soligt

Minut 0 – avfärd från Stockholm C
Står still på perrongen. Signalen längs spåret blir grön. Trycker på knapp X för att signalera ”klar för avfärd” till tågpersonalen. Röd varningslampa X blinkar. Stänger dörrarna med knapp X när den röda varningslampan slutar blinka. De två gröna dörrlamporna tänds. Drar gasspaken rakt framåt – full gas. Informationen tågpersonalen ger till resenärerna hörs i förarhytten.

Informationsbehov:

- Tillåtet att köra

- Informera tågpersonalen om att göra klart för avfärd
- Tågpersonalen klar för avfärd
- Dörrarna är stängda/låsta
- Tillåten hastighet
- Tågpersonalen informerar passagerarna

Kommentarer:
När föraren signalerar ”klar för avfärd” till tågpersonalen via knapp X visas detta för tågpersonalen som blinkande lampor utmed tåget.

Minut 5 – kontroll av bromsarna
Ger kraftigt gaspådrag för att komma upp i hastighet. Drar gasspaken till hälften och slår till reglage X. Testar bromsarna. Bromsar, bromsspaken bakåt till hälften och sedan rakt fram. Slår ifrån reglage X. Trycker på knapp X på ATC-panelen. Under tiden ljuder ett högt pip och en röd varningslampa blinkar.

Informationsbehov vid kontroll av bromsarna:
- När kontrollen behöver genomföras (oftare vid speciella omständigheter)
- Vart det är lämpligt att genomföra kontrollen
- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet/ Rätt hastighet
- När tåget bromsats tillräckligt/ Bromskontrollen klar
- Bromsarna fungerar tillfredsställande alt. felmeddelande

Kommentarer:
Föraren kontrollerar alltid bromsarna en gång direkt efter start för att kontrollera att verkligheten stämmer överens med beräkningarna. Under speciella omständigheter, till exempel vid snörök, gör man det med jämna intervall. Lok och de fem vagnarna väger 323 ton och har en bromssträcka på 800 meter, ”ett stopp från maxhastighet till stillastående är därför inte en särskilt kraftig inbromsning”.

Minut 10 – maxfart
Kör genom en tunnel i marschfart 200 km/h. Testar tågets topphastighet på 202 km/h och konstaterar att vi inte slår hastighetsrekord idag.

Informationsbehov vid körning i maxfart:
- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet
- Nästa tillåtna hastighet
- Att det är tillräckligt långt för att kunna sakta ner till nästa hastighetsbegränsning
- Informationen behöver vara väl synlig även i mörker, vid körning i tunnel eller på kvällen/natten.

Kommentarer:
Med ett bra X2-lok kan man komma upp i 205 km/h, föraren säger att ”det kan vara bra om man är lite sen”.
Föraren har under sommaren varit med vid provkörningar av tåg i 275 km/h i Sverige och tycker inte att det kräver något särskilt; ”Man satt där som vanligt. Det är inte värre än 200, man vänjer sig”. Föraren har också åkt med höghastighetståg i Spanien i 300 km/h och säger att den spanske lokföraren pratade och tittade på honom under körningen; ”Efter 10 minuter kändes inte det konstigt heller. Man har ändå läget under kontroll”. Det gäller att ”tolka informationen på rätt sätt, och så kör man”. Föraren säger också att ”med järnväg vet man alltid i förväg vad som ska hända. Man får information om vad nästa signal visar”. När man kör fortare blir bromssträckan längre och signalerna måste komma tidigare. Marginalerna när man kör fortare lägger man till tidsmässigt. Föraren varnar dock för att ge signalerna för tidigt, ”då tappar det trovärdighet och balansering”. ”Om det går i 200 eller i 300 är liksom ingen större skillnad. Det är nästan tråkigare i 300 för banorna är så raka och inte så vackra.”

Minut 15 – stopp vid Södertälje C
Minskar hastigheten. Tittar snett bakåt före stopp. Lägger i parkeringsbromsen när tåget står stilla. Öppnar fönstret. Fäller ut backspeglarna med ett knapptryck. Tittar bakåt via backspeglarna. Tittar på klockan på panelen ovanför fönstret och konstaterar att vi är tidiga.
Informationsbehov vid stopp:

- När/var måste tåget börja bromsas
- Var längs perrongen loket ska stanna
- När står tåget helt still
- Vad klockan är
- När ska tåget ankomma perrongen
- När ska tåget avgå från perrongen

Kommentarer:
Föraren uppgav att han tittade i backspeglarna endast av eget intresse. I gamla loktåg var det viktigt att titta i backspeglarna vid start och stopp; ”Reflexen sitter kvar, det går på ren automatik”. Föraren berättar att i lokförarutbildningen idag är backspeglarna inte så viktiga, ”budskapet är istället att titta framåt – det farliga händer framför dig. Föraren tittar snett bakåt innan han stannar därför att ”när man ska stanna underlättar det att titta snett bakåt, då blir det lättare att stanna mjukt”.

Minut 20 – 160 km/h
Tåget lämnade stationen i Södertälje för två minuter sedan. Kommer ur tunnel, ökar hastigheten, är uppe i 160 km/h och ökar.

Informationsbehov:

- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet

Inga kommentarer.

Minut 25 – Eco-driving
Passerar Bjälbo station i 200 km/h. Släpper både gas- och bromsspak. Uppger att han ”kör eco-driving”.

Informationsbehov vid Eco-driving:

- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet
- Nästa hastighetsbegränsning
- Hur långt det är till nästa hastighetsbegränsning

Kommentarer:
När föraren släpper på gasen gör han det för att han vet att hastighetsgränsen sänks till 180 km/h längre fram. Han ”kör eco-driving”. Informationen om hastighetsbegränsningen längre fram får han inte via ATC:n, han använder sig istället av sin ”linjekännedom”.
Enligt föraren har alla erfarna lokförare mycket linjekännedom. Man vet nästan om någon i ett hus längs spåret har bytt gardiner. ”Med bra linjekännedom är halva jobbet gjort. Då kan man pilla ludd i magen” och har tid att titta sig omkring. Föraren kan banorna utantill, ”det rullar på som en film där jag vet vart jag ska gasa och bromsa. Man har vänster öga på ATC:n och höger öga ut genom rutan”. Föraren vet även om mötande tåg är sena eller inte.

Minut 30 – tillfällig hastighetsnedsättning
En röd varningslampa börjar blinka. Trycker bort varningen. Varningslampan slocknar. Passerar ett ombyggnadsarbete i 70 km/h. ATC:n meddelar när hela tåget passerat bygget och det går att börja accelerera igen. Kör upp gasspaken till max och står med armarna i kors.

Informationsbehov vid hastighetsnedsättning:

- Var hastighetsnedsättningen börjar
- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet
- När hela tåget passerat hastighetsnedsättningen

Kommentarer:
Föraren uppger att han inte vet vad som föranledde att varningslampan tändes, ”men nu verkar det fungera igen”. Ombyggnadsarbetet står beskrivet i tågordern som en tillfällig hastighetsnedsättning till 70 km/h mellan Gnesta och Björklunda.

Minut 35 – kommunikation med tågpersonalen
Kör 180 km/h enligt rekommenderad maxhastighet då spåret är kurvigt. Håller en hand på gasspaken och en på bromsspaken. Telefonen ringer. Lutar sig ner för att ta luren (vilken är placerad en bit nedanför förarbordet). Säger i luren ”10 minuter. Ni nödöppnar så sticker jag när dörrarna är stängda”. Lutar sig ner och sätter tillbaka luren.

Informationsbehov:

- Tillåten hastighet/ Lämplig hastighet givet kurvig spårdragning
- Tågets hastighet

- Att tågpersonalen behöver prata med honom
- Kunna kommunicera med tågpersonalen

Kommentarer:
Telefonsamtalet var från tågpersonalen som informerade om att de ertappat två tjuvåkare. Föraren talade om när han kan stanna nästa gång så att de kan släppa av tjuvåkarna.
Om föraren vill kontakta tågpersonalen måste han göra ett utrop via högtalare till hela tåget, till exempel ”tågpersonal var vänlig kontakta lokföraren”. Först när tågpersonalen ringer upp kan man vrida över till internt och prata utan att hela tåget hör. Det händer cirka 1-2 gånger per tur att föraren behöver kontakta tågpersonalen. För brådskande meddelanden, så som till exempel brand finns ett särskilt kodord. ”Angeläget 2738” betyder brand i vagn 2738. Då tittar tågpersonalen och ringer tillbaka till föraren. Brandindikering i tåget syns enbart i förarhytten via en röd varningslampa ”BRAND”. På panelen ovanför huvudet kan föraren se vilken vagn det gäller.
Föraren gör ett oplanerat stopp vid Flens station för att lämna av tjuvåkarna. Ingen behöver informeras om detta, varken övriga resenärer eller tågledningen.

Minut 40 – fortkörning
Kör 180 km/h enligt rekommendation. ATC piper och blinkar; varnar för fortkörning. Föraren justerar hastigheten manuellt genom att dra gasspaken bakåt. Kommenterar att ”nu går det lite för fort”.

Informationsbehov:
- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet
- Att tåget körs för fort

Kommentarer:
Föraren tycker att ATC-panelen är bra. Med den är det okej att titta ner eller titta bort ibland för den viktigaste informationen finns kvar i ATC-panelen.
Föraren tycker det är roligare att köra manuellt och använder normalt inte farthållaren. Han säger att ”det beror lite på föraren hur fort det går”. ”Ibland kan man ligga och pressa lite, köra så mycket för fort som ATC:n tillåter för att köra in tid”.

Minut 45 – efter oplanerat stopp
Ökar hastighet - gasar max. Ligger i 90 km/h och ökande. Har nyss stannat i Flen för att släppa av tjuvåkarna. Telefonen ringer, kabinpersonalen bekräftar avkastningen och meddelar att allt gick bra. Föraren talar om för tågpersonalen att de gjort ett bra jobb och att tåget fortfarande är i tid.

Informationsbehov:
- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet
- Att tågpersonalen söker kontakt
- Vad klockan är

- Vart tåget är
- Vid vilken tid tåget enligt tidtabell behöver vara där det är

Inga kommentarer.

Minut 50 – växla spår
ATC displayen visar 13A. Saktar in, minskar på gasen. Börjar bromsa, med båda händerna på spakarna.

Informationsbehov:
- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet
- Att tåget måste växla spår

Kommentarer:
A står för annan målpunkt – vi ska växla spår till Södra stambanan. 13 står för tillåten hastighet 130 km/h.

Minut 55 – 190 km/h
Kör i 190 km/h och ökande, ger fullt gaspådrag för att komma upp i 200 km/h efter att ha saktat ned vid spårväxlingen. Har ena foten på kylskåpet. Tittar ut genom sidorutorna.

Informationsbehov:
- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet

Inga kommentarer.

Minut 60 –180 km/h, kurvigt
Kör 180 km/h enligt rekommendation längs ett kurvigt parti. Har båda händerna på spakarna. Pratar med forskarna om gamla tider.

Informationsbehov:
- Tillåten hastighet
- Rekommenderad hastighet med anledning av kurvig spårsträckning
- Tågets hastighet

Inga kommentarer.

Minut 65 – hastighetsnedsättning/farthållare
Har båda händerna på spakarna och bromsar ner till 40 km/h enligt rekommendation. Släpper spakarna och lägger i farthållaren.

Informationsbehov:
- Vart hastighetsnedsättningen börjar

- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet
- Att farthållaren är ilagd

Kommentarer:
Föraren berättar att vi passerar en tillfällig hastighetsnedsättning i Graveforstunnlarna. Hastighetssänkningen finns beskriven i tågordern. Föraren använder sig av farthållaren av bekvämlighetsskäl, ”det är inte svårt att köra i 40 km/h, men det lutar nedåt och farthållaren ser till att tåget bromsas automatiskt”. Uppger att det är viktigt att hålla denna fartsänkning eftersom tunnlarnas tak håller på att rasa in.

Minut 70 – ropar ut nästa station
Ger full gas. Kör i 140 km/h, ökande emot 180 km/h vilket är tillåten hastighet. Lyfter telefonluren. Tittar att telefoninställningen är rätt. Ropar ut nästa station: Då blir nästa uppehåll Norrköping. Norrköping om några minuter. Avstigning till vänster i tågets färdriktning.

Informationsbehov:
- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet
- Nästa station
- Hur lång tid det är kvar tills nästa station
- Att utropet går till hela tåget
- På vilken sida resenärerna ska kliva av

Kommentarer:
Vid utrop anger lokföraren alltid vilken station man ankommer samt vilken sida resenärerna ska kliva av på. Via linjekännedomen vet man vilken sida det är vid vilken station. Om det skulle bli någon ändring får man ropa ut det extra precis när man kommer fram. Tidigare gjordes utropen av tågpersonalen, men det är svårare för dem att se var tåget befinner sig, särskilt om det är mörkt ute.

Minut 75 – start från Norrköping C
Ger full gas. En röd varningslampa lyser. Lampan slocknar efter någon minut.

Informationsbehov:
- Tillåtet att köra
- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet
- Varningslampa

Kommentarer:

Det är viktigt att komma till och att komma iväg från Norrköpings station i rätt tid. Om man är 5 minuter sen släpper tågledningen pendeltåget före. Eftersom pendeln går långsammare blir man då totalt 20 minuter sen ut ur Östergötland. Föraren beskriver det som att man redan 40 mil bort jagar pendeln för den vill man inte hamna efter.

Minut 80 – O-sektion
Fullt gaspådrag, ökande emot 140 km/h, nu 130 km/h, efter att ha glidit förbi strömlös sträcka. Passerade en tavla; ”Ström matas ut här”. Tryckte in en knapp i höjd med tavlan.

Informationsbehov:

- Var strömmen matas ut
- Komma ihåg att genomföra åtgärder så att tåget inte har kontakt med ledningen
- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet

Kommentarer:
Strömmen till tåget återställs automatiskt när man har passerat strömförsörjningspunkten. Om föraren glömmer att trycka på knappen kan det ge överström i tåget, med flera konstiga fel som följd. Det kan också bildas ljusblixtar som kan ge skador på kontaktledningen. I, bland annat, Danmark sker bortkopplingen automatiskt så att föraren inte behöver trycka in någon knapp.

Minut 85 – felmeddelande
Kör i 120 km/h, nedsaktande emot 115 km/h från 130 km/h. En gul lampa blinkar, tittar då upp i panelen ovanför fönstret. Panelen visar att ett felmeddelande för korglutning. Kvitterar bort felet.

Informationsbehov:

- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet
- Att det är fel på tåget
- Vad det är för fel på tåget
- Om åtgärder behöver vidtas på grund av felet

Kommentarer:
När föraren kvitterar bort felet läggs det i en minnesbank. Nästa gång tåget är i depå ser reparationspersonalen felet och åtgärdar det. Korglutningen har två vinkelgivare, bara den ena var trasig så vagnen lutar fortfarande och man kan då fortsätta köra som vanligt. Detta vet föraren via sin fordonsutbildning. Det finns fel som måste åtgärdas direkt, till exempel vissa typer av dörrfel. Föraren vet från utbildningen vilka fel som behöver vilka åtgärder.

Minut 90 -hastighetsvarning
Kör i 180 km/h enligt rekommendation. Tåget passerar Linghem. ATC:n ger höghastighetsvarning, det piper och blinkar.

Informationsbehov:

- Tillåten hastighet
- Tågets hastighet
- Att tåget kör för fort

Inga kommentarer.

Minut 95 – stopp vid Linköpings C
Står stilla på Linköpings centralstation. Föraren kliver av och hälsar på, samt instruerar den förare som ska byta av honom.

Inga kommentarer.

Sammanfattning
Den information föraren använder mest frekvent är dels nuvarande signalstatus och tillåten hastighet, dels nästkommande signalstatus och tillåten hastighet. Dessutom behöver föraren information om tågets hastighet. Under intervju och analys av köruppgiften framkommer att föraren uppfattar som sin huvudsakliga uppgift att föra fram tåget i rätt hastighet på ett ultimat sätt för att hålla tidtabellen. Det är denna uppgift som dominerar förarens kommentarer och handlingar. Föraren behöver alltså kontinuerlig tillgång till:

- Signalstatus (nuvarande och nästa)
- Tillåten hastighet (nuvarande och nästa)
- Tågets hastighet

Denna information får föraren idag via hastighetsmätaren, ATC:n och via tågordern (tillfälliga hastighetsnedsättningar). Informationen om hur långt det är kvar till nästa signal/hastighetsförändring är dock bristfällig. Istället använder sig föraren av sin linjekännedom.
Till detta tillkommer eventuella felmeddelanden som påverkar hur tåget får framföras. Föraren behöver omedelbar tillgång till felmeddelanden som påverkar hur tåget får framföras.

- Felmeddelanden (som påverkar hur tåget får framföras)

Ytterligare information som påverkar köruppgiften är information från/kommunikation med tågpersonalen. Föraren behöver också veta var tåget befinner sig och vid vilka stationer tåget ska stanna vid vilken tid.

- Tågpersonal
- Tidtabell

6 Utvärdering/verifiering

Initialt var VTI:s uppdrag inom projektet Gröna Tåget att utforma en ny förarplats för framtida höghastighetståg. Hänsyn skulle tas till de förändrade omständigheter kring köruppgiften som högre körhastighet ger. Med tiden har förutsättningarna förändrats och VTI:s projektgrupp har landat i att ta fram en tågsimulator där man kan testa olika design och koncept för interaktion mellan föraren och lokmiljön men även mellan föraren och den omgivande spårmiljön. Tågsimulatorn ges en flexibel utformning för att kunna utvärdera existerande eller föreslagen design utifrån ett användarperspektiv. Simulatorn kommer också att möjliggöra träning och utbildning för lokförare.

6.1 Gröna Tågets tågsimulator - En plattform för konceptutveckling och träning

6.1.1 Syfte och fokus

Mot bakgrund av resultaten i tidigare genomförda delprojekt (state-of-the-art, fokusgruppsstudie och uppgiftsanalys) växte en bild fram av vilka krav man behöver ställa på en forskningsplattform för att den ska kunna tillgodose de kunskapsbehov som finns. Nedan beskriver vi hur tågsimulatorn kan fungera som en plattform för konceptutveckling och träning samt hur den bör utrustas för att vara funktionell och kunna tillgodose de behov som vi har identifierat.

- Nya koncept för tågförarmiljön
- utveckling och test av koncept för förarmiljön
- utveckling och test av förarstöd, metoder och verktyg

- Träning/utbildning av förare
- utveckling och test av koncept för träning/utbildning
- utveckling och test av metoder och verktyg

- Experimentella studier
- utvärdering av system och gränssnitt
- utvärdering av träning/utbildning

Nya koncept för tågförarmiljön

Utveckling av nya koncept för tågförarmiljö kan innebära alternativa utformningar av lokinteriören med hänsyn tagen till ergonomi och interaktion med informationssystemen i loket. Koncept för tågförarmiljö kan sträcka sig ifrån allt från att testa nya, enstaka stödsystem för föraren till att ta ett samlat grepp och testa en design för hela lokmiljön. För att kunna förverkliga denna typ av tester kan man använda sig av ett flertal olika designmetoder. Många av de metoder som finns tillgängliga kräver en flexibel designmiljö samt utrustning som möjliggör studier av hur lokföraren agerar i sin förarsituation. Nedan följer ett exempel på hur

man skulle kunna testa ett enstaka stödsystem samt vad som krävs av simulatorn för att kunna genomföra testet.

En mock-up av det stödsystem man vill testa, antingen med hög- eller låg fidelitetsgrad. För detta krävs till exempel en miljö med touch screens på vilka man kan lägga in olika versioner av ett system för att testa vilket som fungerar bäst. Önskvärt är att man kan ändra i systemet under tiden som testet utförs så att man i direkt samråd med testpersonen utformar systemet. I en sådan situation behöver man också kunna spela in ljud och bild över hur föraren agerar. Man vill också kunna logga vad föraren gör på skärmarna, till exempel vilka sökvägar han/hon tar för att slutföra en uppgift. Ett motsvarande test med låg fidelitetsgrad skulle vara att ha konsoler i hytten på vilka man kan fästa handskrivna lappar och därmed lätt ändra och flytta runt efter behov. I vissa fall kan man tänka sig att det finns plats för en försöksledare inne i loket för att ställa följdfrågor till föraren eller ge vidare instruktioner i testsituationen. Ett alternativ till att ha försöksledaren inne i hytten är att man har ett bra högtalarsystem inne i loket så att man kan kommunicera med föraren under testet.

Experimentella studier

Med tanke på att en hel del standardisering gäller för Europeiska tågsystem kan tågsimulatorn utnyttjas för att:

- identifiera och kartlägga områden och system som inte direkt omfattas av standardisering och lämnar utrymme för forskning/utveckling att påverka
- identifiera och kartlägga de standardiserade systemens funktion och gränssättningar eller ”flaskhalsar”

Standardiserade system såsom ERTMS finns i tågsimulatorn vilket ger möjlighet att skapa scenarier kopplade till systemens funktionalitet (e.g. Jaschke, Hartwig, Meyer zu Hörste, & Lemmer, 2007). Scenarier kan utnyttjas för att identifiera och närmare studera problem och ”flaskhalsar” kritiska för användningen av dessa system. Olika former av uppgiftsanalys är viktiga inslag. Dessa kan ligga till grund för att man skapar och finjusterar scenarier för kommande studier och experiment.

Intressanta områden eller koncept att utreda närmare är exempelvis *”head-up displays”* och *reaktiv vs proaktiv körning*, och att använda en *användarcentrerad iterativ prövning och utveckling* är viktigt (Dimgård, Jansson, & Kecklund, 2009). Ett annat intressant område är *automation* och automationsproblematiken med människan delvis i eller utanför kontroll-loopen (e.g. Jaschke et al., 2007; Sheridan, 2002; Wickens & Hollands, 2000).

ERTMS innebär förändringar i lokförarens informationsmiljö där bl.a. signalinformation presenteras på en bildskärm nedanför förarens blickriktning mot omgivningen i lokets körriktning. Det är viktigt att utreda hur föraren kommer att fördela uppmärksamhet mellan information i och utanför förarplatsen med nya system såsom ERTMS. Head-up displayer kan vara en lösning till att få en bättre fördelning av presenterad information och därmed potentiellt bättre fördelning av förarens uppmärksamhet. Reaktiv och proaktiv körning kan anses referera till den grad av framförhållning föraren har i framförandet av tåget. De nya systemen kan möjliggöra förbättrad framförhållning, eller ökad grad av proaktiv körning, och det bör närmare utredas hur möjligheter och begränsningar ser ut i detta avseende.

Genom att tillämpa användarcentrerad iterativ prövning av system- och gränssnittsutformningar i experiment och liknande utvärderingar ges goda möjligheter att rätt anpassa bl.a. förarmiljön till föraren, uppgiften och systemen. Den användarnära iterativa prövningen kan sägas göra restriktioner och möjligheter bättre synliga och kopplingen perception – handling samt mentala modeller kan utvärderas i förhållande till prestationskriterier och preferenser. I detta utgör graden av automatisering en viktig potentiell restriktion som behöver utredas för bra utformning av förarmiljö och optimering av inte bara förarens utan hela systemets prestation.

Träning/utbildning av förare

Träning av förare kan innebära träning av nya förare eller uppfräschning av kunskaper hos förare med längre erfarenhet. Träningsbehov kan uppstå om man inför nya system eller instrument i lokförarmiljön.
Träning kan också innebära att man introducerar nyheter för beställare och tillverkare genom att låta dem få prova i simulatorn vilket skulle vara betydligt mer lättillgängligt än att låta dem åka med på spår.

Utbildningsbehovet hos alla yrkesgrupper är kontinuerligt. Hos lokförare och andra yrkesförargrupper handlar det främst om nyutbildning, vidareutbildning och/eller uppfräschning av tidigare inlärt beteendemönster eller inlärda system. Företrädare för lokförarutbildning i Sverige vittnar om nyttan med att genomföra vissa moment av nyutbildningen i simulator. Vidareutbildning som efterfrågas av lokförarna är upprätthållande och uppdatering av eco-driving samt möjligheter att lära sig hantera nya informationssystem i loket. Det skulle också vara värdefullt att få testa nyheter vad gäller hastigheter i loket. Man vill gärna träna att köra i höga hastigheter utan att vara ute i verkligheten med alla de faror det kan innebära. Vidare kan man istället för att köra en sträcka för att få linjekännedom kunna köra samma sträcka i simulatorn och på så sätt skaffa sig linjekännedom. Detta skulle vara ett tidseffektivt sätt att introducera en förare för en ny sträcka.

I simulatorn ges möjligheter att prova om nya koncept för träning av lokförare fungerar. Man kan på ett enkelt sätt köra samma sträcka om och om igen för att lägga upp träning och utbildning på ett ultimat sätt. På så sätt blir det även genomgång och träning för utbildarna.

Nya metoder och verktyg testas med fördel i simulator där man kan ändra detaljer och testa igen eller införa nya moment och snabbt införliva dessa i sin metod.

Utrustningsbehov för tågsimulatorn som forsknings- och träningsplattform

Utrustningsbehoven vad gäller simulatorn i relation till ”Nya koncept för tågförarmiljön”, ”Experimentella studier”, och ”Träning/utbildning av förare” är i hög grad överlappande och i stort sett desamma:

- möjlighet att spela in ljud & bild inne i hytten såväl som ut genom ”rutan”
- think aloud protocol utrustning
- logga förarbeteende, ex. filma knapptryckningar, tryck på skärm etc
- logga & spela in scenariohändelserna

- eye-tracking
- försöksledares kontrollrum
- skicka meddelanden
- styra scenariohändelser
- handledarplats i loket
- tryckskärmar
- spela upp scenario, frysa scenariohändelse, backa scenario i realtid
- spela upp extra långsamt/fort genomfört scenario
- utrustning för mätning av fysiologiska mått
- bra högtalare/ljudsystem
- backspeglar
- ERTMS system etc. (eller simulerat/simulerade)
- utrustning för”head-up displays” (eller simulerat/simulerade)
- utrustning/program för generering av scenarier
- möjlighet att ändra hastighet på scenarier för att simulera olika körhastigheter

7 Sammanfattning

VTI:s del av Gröna Tåget bestod av fem delprojekt. Sammantaget ger resultatet av de fem delarna en samlad bild av var fokus borde ligga vad gäller fortsatt utveckling av lokförarmiljön.

State-of-the-art
Aktuell forskning fokuserar på:

- informationshantering
- brister i informationsintegrering
- mental arbetsbelastning

Fokusgrupp/intervju
Förarna ger uttryck för önskade förbättringar vad gäller:

- informationshantering
- ergonomin i loket

Uppgiftsanalys
Uppgiftsanalysen tecknar en bild av:

- vilken information föraren använder och när
- vad han saknar
- när informationsbehov finns
- var förbättringspotential finns

Utveckling och realisering av en tågsimulator är centralt för att effektivt kunna adressera frågeställningar och pröva hypoteser relevanta för forskning och utveckling inom tågdomänen. VTI:s tågsimulator erbjuder en öppen resurs för forskning och utveckling, vilken kan användas som plattform för konceptutveckling, träning och utbildning samt utvärdering.

8 Referenser

Dimgård, M., Jansson, A., & Kecklund, L. (2009). Dagens och morgondagens stödsystem i tågförarmiljöer. Rapport MTO Säkerhet.

Jaschke, K. P., Hartwig, K., Meyer zu Hörste, M., & Lemmer, K. (2007). A facility for testing ERTMS/ETCS conformality and Human Factors. In J.R. Wilson, B. Norris, T. Clarke, & A. Mills (Eds.), People and rail systems (pp. 167-173). Aldershot, UK: Ashgate Publishing Ltd.

Sheridan, T. B. (2002). Humans and automation: System design and research issues. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.

Wickens, C. D., & Hollands, J. G. (2000). Engineering psychology and human performance. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

A literature review for “State-of-the-art” description of drivers desks in high-speed trains

Jerker Sundström [1]

[1] *Railway Training Centre, Ängelholm*

Table of contents

1 Background 5
2 Literature search 7
2.1 Train 7
2.2 Aerospace 8
2.3 Databases 9
3 Results 11
3.1 Keywords 12
3.2 Methods 12
3.3 Speed focus 12
3.4 Workload/decision making [3] 13
3.5 The TRAIN project [41, 43] 13
4 Arrangement of displays [53] 15
5 Conclusions 17
6 References 19
7 Appendix A 35

1 Background

The projections assume that trains currently operating on the Nordic region within 6 to 8 years will be replaced by a new generation of trains. These are likely to travel in 250km/h or perhaps even higher speeds. New information and safety systems are also under development for implementation in future high-speed. The design of the driver's desk is an important part in this development. The design principles must start from the new conditions arising from driving in speed up towards 300 km/h, and take account of human abilities and limitations. This literature review serves as a state-of-the-art description for the research project *"Drivers Desk"* within the Green Train project. This report seeks to identify the forefront of knowledge concerning the design of the driver's desk in the train. The knowledge mapping focuses on driving at high speeds and the next generation of information and security systems.

*The **state of the art** is the highest level of development, as of a device, technique, or scientific field, achieved at a particular time.*

-Wikipedia 2008

2 Literature search

The literature search was performed by librarians at VTI/BIC in Linköping. Search words and the used databases are described in detail in this section. In total the separate searches rendered 75 hits which are listed in the reference list

2.1 Train

Project

The following names were searched in free-text:
EUDD
MODTRAIN Clean Cab Concept
EUCAB
ERTMS
ETCS

High-speed trains

TGV* OR Shinkansen* OR X2000 OR Pendolino* OR High speed* OR Train speed* OR Speed* Train*

Train in general (some databases include railway/train as limited subject).

rail OR railway* OR railroad* OR rail traffic* OR locomotive*

Train driver

Driver* OR enginedriver* OR engine driver* OR train driver* OR train driving* OR train operator*

Drivers desk

driver desk* OR driver* cab* OR driver* interface* OR locomotive* cab* OR locomotive* cab* OR locomotive* occupant* OR man machine interface* OR User centred system* OR Driver* interface* OR User centred system* OR Driving cabin* OR display* OR controls

Driver: capacity, detection of signals

driver recognition* OR driver detection* OR Driver response* OR SPAD OR Sign* sighting* OR sign* passing* OR driving performance* OR driver* performance* OR sign* reading* OR sign* approach* OR sign* passed OR Railway signal* OR Railway sign OR Railway signs

Analysis of work tasks

Task analys* OR Verbal protocol* OR human performance* OR Human reliability OR Cognitive work* OR TAWL OR human factor* OR Cognitive engineering OR Drivability assessment* OR Performance model* OR Human Error Probabilit* OR Human factor* engineering

Drivers desk: design

Interior design* OR interior layout* OR instrumentation* OR Mockup* OR mock-up* OR Participatory design* OR Design* process* OR prototyp* OR work* environment* OR workspace* OR work* place*

Drivers desk: system

Automatic warning system* OR positive train control OR hard automation* OR soft automation* OR shared-performance system* OR autonomous systems*

Workload

Mental load OR Work load OR Workload OR ergonomic*

2.2 Aerospace

Total search within this group

Pilot* recogni* OR Pilot* detecti* OR Pilot* respons* OR Pilot* performanc*

Selections from this "aerospace-group"

Aviation OR Aircraft* OR Aeroplane* OR Airplane* OR Airliner* OR Flight OR Cockpit*
Task Analysis Workload OR Task Analysis Work Load OR Cognitive Task Analysis
Task analys*
Work* environment OR Workspace* OR Work* place OR Workplace* OR Work space*
Cognit* engineering OR Cognit* work OR Cognit* workplace* OR Performance model* OR Verbal protocol* OR Human performanc* OR Human reliabilit*
Human factor* OR Mental load OR Work load OR Workload
Man machine interface* OR User centred system design* OR User centered system design* OR Participatory design OR Design process* OR Human Error Probabilit*

2.3 Databases

Ergonomics Abstracts – is a database entirely focused on ergonomics and "human factors", but also related material from psychology, physiology, biomechanics, job design, human-computer interaction, safety science, human engineering, medicine, occupational health, sport and transport". Not to be confused with the journal Ergonomics.
More information is available at:
http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t714859017
ITRD – is an international database of references to the transportation research literature and to ongoing research. The database has since 1972 been part of the OECD transport research. Contains more than 350 000 references. ITRD stands for International Transport Research Documentation.
More information is available at:
http://www.itrd.org/
TRIS – Transportation Research Information Services. Is part of the U.S. Transportation Research Board (TRB) work to disseminate information on transport research. Contains more than 600 000 references to literature and ongoing research.
More information is available at:
http://library.dialog.com/bluesheets/html/bl0063.html.
Compendex – also called or contained in EI Compendex or Engineering Index Compendex or Engineering Village2. The database focus is the engineering sciences in the broad sense. Contains more than 8 million references.
More information is available at:
http://www.ei.org/databases/compendex.html
Scopus – A bibliographic reference database with more than 29 million references. The focus is broad and it covers the natural sciences, health and life sciences, technology, social sciences, psychology, economics, environment, etc. Elsevier produces Scopus.
More information is available at:
http://info.scopus.com/.
TRAX – The library catalogue at VTI. The database was started in 1976 and contains more than 120 000 references to publications from the 1920s onwards. The annual growth is about 6 000 references. A lot of especially the later years of literature is accessible via the Internet - other publications are available to borrow from the BIC.
TRAX is available at:
http://www.transguide.org/

3 Results

Conference proceedings

"Rail human Factors", York, UK 2003
"People and rail systems", UK 2005
as well as about 10 different scientific conferences

Major research programmes/project

TRAIN Sverige 2001
RSSB UK

Standards

Technical specifications for ETCS/ERTMS

Books

Workload etc.

Quality

All levels from 2 pp abstract, report series, dedicated books and conference proceedings.
Original research, lab/field, exploratory, observations, design studies.

Countries

United Kingdom	(49/75)
Japan	(4/75)
China	(3/75)
Germany	(3/75)
Italy	(3/75)
Netherlands	(3/75)
Sweden	(3/75)
USA	(3/75)
France	(2/75)
Australia	(1/75)
Poland	(1/75)

3.1 Keywords

SPAD (Signal passed at danger)
mental workload, cognitive
signalling system (ERTMS/ETCS)
eye movements, visual strategies
development, virtual reality
signals/signs design/development
task analysis
displays, layout (auditory)
driver information (context, decision support)
workplace design (aesthetic, info. environment)
periods of rest, work shifts
performance (measures, modelling)
effects of high speed
signalling and control of train systems
design (requirements, new designs)
lab/field tests
high-speed
other transports (aerospace, high speed ferries
standards, requirement specifications

3.2 Methods

Survey questionnaire
Interviews
Reviews of accident reports
Simulator studies
Onboard measurements and observations
Head mounted eye trackers (Corneal dark-eye)
Subjective measures of stress/workload
Objective/physiological measures of stress/workload

3.3 Speed focus

High-speed studies [74][33][45, 47]

3.4 Workload/decision making [3]

Railway performance indicators
Safety
Punctuality
Energy costs
Personnel satisfaction
Passenger satisfaction
Context information divided in to 3 kinds of scenario
Normal scenario (time table, most trains on time
Abnormal scenario (adapted timetable, most trains behind schedule)
Emergency (accident, several track are out of service)
User study:
All dynamic information and time constraints were omitted in the train driving task.

3.5 The TRAIN project [41, 43]

The TRAIN project was the most comprehensive research project that was found in this literature search. (See separate reference list for the TRAIN project in appendix A).

Focus and Purpose

The train project investigated traffic safety related risks, focusing in particular on the train driver work situation, use of information but also on the supporting safety organisation. With a large group of independent researchers the project provides a multi-disciplinary investigation.

Parts

The TRAIN project identified three major areas:
Organisational support functions and conditions for traffic safety.
The information environment, cognitive ergonomics and ATC
Working hours, working situation and work environment

Methods

A typical approach has been task analysis, ergonomic assessments and usability evaluation of the ATC system, conditions of stress, mental workload and work hours.

Results

Three different dimensions that were identified in the task analyses
Leaving a station
Out on the route
Approaching a station
From the AH/DH-analysis [41]
Physical function, Generalised purpose, Abstract purpose, Functional purpose
Level: Train, Driver environment, Speed lever

Recommendations

The TRAIN report gives many suggestions of how to improve the information environment for the driver. It suggests better information integration to simplify and avoid duplicate and erroneous information. It also suggests giving the drivers more information about other trains, such as those ahead on the track.

4 Arrangement of displays [53]

Four levels of ranking
Displays related to the braking system, most important information for the driver
Displays showing the velocity information, get to the destination in time
Displays about power information, not so important for the drivers
Info for failure assessment (often neglected by the driver)

5 Conclusions

The current state of the art when it comes to driver desks for high speed trains is mainly focused on development and use of new methodology for design and evaluation of drivers' desks. There exist very few publications with applications on high speed trains.
England has been very active in producing research on safety critical issues, mainly SPAD (Signals Passed At Danger).
Most articles points to the problem of lack of information integration. The drivers have to base their decisions on information from many different sources, sources that may give different information. Since many of these sources are independent of each other the also give rise to different type of warnings, which could confuse the driver. Some preliminary studies points to ERMTS/ETCS being more consistent in the information it gives.
The mental workload of the drivers is also studied, especially when it comes to work hours and schedules.
For the Green Train: Drivers Desk project the main lesson is:
"Clear information in good time and at the right time"

6 References

1. Biemans, M., et al. Empowering train drivers: Designing and testing context information. in IET Seminar Digest. 2005. London.
2. Biemans, M., J. Swaak, and M. Wibbles. Cabin Information Support for Enhanced Decision-Making of Train Drivers. in The 16th World Congress on Ergonomics, IEA2006 Congress, . 2006. Maastricht. Elsevier.
3. Brook-Carter, N., A.M. Parkes, and A. Mills. A Methodology to Investigate Train Driver Visual Strategies. in Rail Human Factors: Supporting the Integrated Railway. 2005: Ashgate Publishing, Aldershot, Hampshire.
4. Bye, R. and B. Hockey, A Cognitive Analysis of Train Driver Information Requirements, in Developments in Human Factors in Transportation, Design, and Evaluation K.A.B. D. de Waard, and A. Toffetti, Editor. 2006, Shaker Publishing: Maastricht, the Netherlands. p. 73 - 86.
5. Collis, L. and P. Robins. Developing appropriate automation for signalling and train control on high speed railways. in IEE Conference Publication. 2001. Manchester.
6. Crick, J., et al., Driver Error Data Collection Project: Error Analysis. 2004, RSSB, UK. p. 39 - 39.
7. Crick, J., et al., Driver Error Data Collection Project: Report on Work Package Three - Data Collection, in Driver Error Study. 2004, RSSB, UK. p. 116 - 116.
8. Crick, J., et al., Driver Error Data Collection Project: Final Report, in Driver Error Study. 2004, RSSB, UK. p. 39 - 39.
9. Ergonomics, I.F.O. and C.D.E. LTD, Tools for Train Driver Mental Workload Assessment: Final Report - Part Two, in MWL Workload. 2004, RSSB, UK. p. 11 - 11.
10. Ergonomics, I.F.O. and C.D.E. LTD, Tools for Train Driver Mental Workload Assessment: Final Report - Part One, in MWL Workload. 2004, RSSB, UK. p. 27 - 27.
11. Ergonomics, I.F.O. and C.D.E. LTD, Train Driver Mental Workload: The Time Line Analysis Guidance Note, in MWL Workload. 2005, RSSB, UK. p. 14 - 14.
12. Ergonomics, I.F.O. and C.D.E. LTD, Train Driver Mental Workload: The Train Driver Workload Principles Guidance Note, in MWL Workload. 2005, RSSB, UK. p. 15 - 15.
13. Ergonomics, I.F.O. and C.D.E. LTD, Train Driver Mental Workload: The Train Driver Workload Probe Guidance Note, in MWL Workload. 2005, RSSB, UK. p. 20 - 20.
14. Ergonomics, I.F.O. and C.D.E. LTD, Train Driver Mental Workload: The Train Driver Workload Probe Booklet, in MWL Workload. 2005, RSSB, UK. p. 11 - 11.
15. Ergonomics, I.F.O. and C.D.E. LTD, Train Driver Mental Workload: The Train Driver IWS Tool Guidance Note, in MWL Workload. 2005, RSSB, UK. p. 18 - 18.
16. Ergonomics, I.F.O. and C.D.E. LTD, Train Driver Mental Workload: The Train Driver DRAWS Tool Guidance Note, in MWL Workload. 2005, RSSB, UK. p. 16 - 16.
17. Ergonomics, I.F.O. and C.D.E. LTD, Train Driver Mental Workload: Acceptable Workload Evaluation Guidance Note, in MWL Workload. 2005, RSSB, UK. p. 11 - 11.
18. Erlandsson, M. and A. Jansson, Collegial verbalisation - A case study on a new method on information acquisition. Behaviour and Information Technology, 2007. **26**(6): p. 535-543.

19. Foulkes, J., Impact of the European Rail Traffic Management System (ERTMS) on Driver Workload, H.E. Limited, Editor. 2004, RSSB, UK. p. 105 - 105.
20. Foulkes, J., N. Colford, and J. Boughton, eds. Early Human Factors Assessment of a New European Standard for Train Driver Signalling Information. Contemporary Ergonomics 2004, ed. P.T. McCabe. 2004, CRC Press: Boca Raton, Florida, USA. 286 - 290.
21. Gelbert, L. Aesthetic Aspects of Workplace Design in Railway Vehicles. in Ergonomics in the Digital Age. Proceedings of the XVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 7th Joint Conference of the Ergonomics Society of Korea and the Japan Ergonomics Society, Seoul, Korea, August 24-29, 2003. Ergo. 2003.
22. Genova, R., et al. Techniques for human performance analysis in railway applications. in Proceedings of the International Conference on Computer Aided Design, Manufacture and Operation in The Railway and Other Advanced Mass Transit Systems. 1998. Lisbon, Portugal: Computational Mechanics Publ.
23. Gerbino, W. and F. Strano, Testing the Interface of a Cab Signalling System, in Human Factors in Transportation, Communication, Health, and the Workplace, K.A.B. D. de Waard, J. Moraal and A. Toffetti, Editor. 2002, Shaker Publishing: Maastricht, The Netherlands. p. 255 - 264.
24. Gibson, W.H., J. Shelton, and A. Mills. The Impact of Returning from Rest Days on SPAD Incidents. in People and Rail Systems: Human Factors at the Heart of the Railway. 2005: Ashgate Publishing, Aldershot, Hampshire.
25. Gillis, I. Cognitive Workload of Train Drivers. in People and Rail Systems: Human Factors at the Heart of the Railway. 2005: Ashgate.
26. Grabarek, I., Ergonomic Diagnosis of the Driver's Workplace in an Electric Locomotive. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 2002. **8**(2): p. 225 - 242.
27. Halliday, M., et al., Assessing the Effectiveness of an In-Cab Signal Reminder Device, in Reserach Programme: Operations, M.W.H.A. Limited, Editor. 2005, RSSB, UK. p. 70 - 70.
28. Hamilton, W.I. and T. Clarke, Driver Performance Modelling and Its Practical Application to Railway Safety. Applied Ergonomics, 2005. **36**(6): p. 661 - 670.
29. Hamilton, W.I. and N. Colford. Developing a Baseline Operational Specification of Driver Requirements for UK ERTMS. in Ergonomics in the Digital Age. Proceedings of the XVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 7th Joint Conference of the Ergonomics Society of Korea and the Japan Ergonomics Society, Seoul, Korea, August 24-29, 2003. Ergo. 2003.
30. Hamilton, W.I., C. Lowe, and H. Blanchard. Cognitive Task Analysis and Performance Modeling for Early Human Systems Integration. in Proceedings of the 48th Annual Meeting of the Human Factors and Ergonomics Society, New Orleans, Louisiana, September 20-24, 2004. Human Factors and Ergonomics Society, Santa Monica, California. Available in CD-ROM Format. 2004.
31. Harris, D., Engineering Psychology and Cognitive Ergonomics. Volume Five: Aerospace and Transportation Systems. Ashgate Publishing, Aldershot, Hampshire. 2001. 1 - 470.
32. Hollywell, P. ORAM: A Structured Method for Integrating Human Factors into SPAD Risk Assessment. in First European Conference on Rail Human Factors. 2003. York.

33. Ikeda, M. and K. Sato, Evaluation of drivers' workload at different train speeds, in Quarterly Report of RTRI (Railway Technical Research Institute) (Japan). 1994, Publ by Railway Technical Research Inst. p. 125-131.
34. Institution, B.S., Railway Applications - Communication, Signalling and Processing Systems - European Rail Traffic Management System - Driver-Machine Interface - Part 1: Ergonomic Principles for the Presentation of ERTMS/ETCS/GSM-R Information. 2005. p. 29 - 29.
35. Institution, B.S., Railway Applications - Communication, Signalling and Processing Systems - European Rail Traffic Management System - Driver-Machine Interface - Part 2: Ergonomic Arrangements of ERTMS/ETCS Information. 2005. p. 78 - 78.
36. Institution, B.S., Railway Applications - Communication, Signalling and Processing Systems - European Rail Traffic Management System - Driver-Machine Interface - Part 3: Ergonomic Arrangements of ERTMS/GSM-R Information. 2005. p. 48 - 48.
37. Institution, B.S., Railway Applications - Communication, Signalling and Processing Systems - European Rail Traffic Management System - Driver-Machine Interface - Part 4: Data Entry for the ERTMS/ETCS/GSM-R Systems. 2005. p. 20 - 20.
38. Institution, B.S., Railway Applications - Communication, Signalling and Processing Systems - European Rail Traffic Management System - Driver-Machine Interface - Part 5: Symbols. 2005. p. 28 - 28.
39. Institution, B.S., Railway Applications - Communication, Signalling and Processing Systems - European Rail Traffic Management System - Driver-Machine Interface - Part 6: Audible Information. 2005. p. 30 - 30.
40. Itoh, K., M. Arimoto, and Y. Akachi, Eye-Tracking Applications to Design of a New Train Interface for the Japanese High-Speed Railway, in Usability Evaluation and Interface Design: Cognitive Engineering, Intelligent Agents and Virtual Reality, , G.S. M.J. Smith, D. Harris and R.J. Koubek, Editor. 2001, Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, New Jersey. p. 1328 - 1332.
41. Jansson, A., E. Olsson, and M. Erlandsson, Bridging the gap between analysis and design: Improving existing driver interfaces with tools from the framework of cognitive work analysis. Cognition, Technology and Work, 2006. **8**(1): p. 41-49.
42. Jaschke, K.P., et al. A Facility for Testing ERTMS/ETCS Conformity and Human Factors. in People and Rail Systems: Human Factors at the Heart of the Railway. 2005: Ashgate Publishing, Aldershot, Hampshire.
43. Kecklund, L., et al. Railway safety and the train driver information environment. in Advances in Transport. 2000. Bologna.
44. Kojima, T., H. Tsunashima, and T.Y. Shiozawa. Measurement of train driver's brain activity by functional near-infrared spectroscopy (fNIRS). in WIT Transactions on the Built Environment. 2006. Prague.
45. Li, G., W.I. Hamilton, and T. Clarke, Driver Recognition of Railway Signs at Different Speeds - a Preliminary Study, in Contemporary Ergonomics 2003, P.T. McCabe, Editor. 2003, Taylor and Francis: London. p. 373 - 378.
46. Li, G., W.I. Hamilton, and I. Finch, Evaluation of Railway Signal Designs Using Virtual Reality Simulation, in Contemporary Ergonomics 2003, P.T. McCabe, Editor. 2003, Taylor and Francis: London. p. 367 - 372.

47. Li, G., et al., Driver detection and recognition of lineside signals and signs at different approach speeds. Cognition, Technology and Work, 2006. **8**(1): p. 30-40.
48. Limited, H.E., Common Factors about SPADs. 2004, RSSB, UK. p. 25 - 25.
49. Limited, H.E. and H. Group, Investigating the Design of a Display to Repeat Signal Aspects. 2006. p. 105 - 105.
50. Lowe, E. and C. Turner. Maximising Information: An Effective Interview Technique for Investigators in the Rail Industry. in People and Rail Systems: Human Factors at the Heart of the Railway. 2005.
51. Luke, T., et al., An Investigation of Train Driver Visual Strategies, in Cognition Technology and Work. 2006. p. 15 - 29.
52. Luke, T., et al., The Effect of Signal Infrastructure on Train Driver Visual Behaviour on Signal Approaches, in Contemporary Ergonomics 2005, P.D.B.a.P.T. McCabe, Editor. 2005, Taylor and Francis: Leiden, The Netherlands. p. 578 - 582.
53. Luo, Z., W. Fang, and H.B.L. Duh. Relative importance of displays on the operation desk in a locomotive - Using fuzzy operators. in Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. 2005. Waikoloa, HI.
54. Mack, Z., et al., Train Cab Ergonomics - From a Driver 's Perspective, in Contemporary Ergonomics 2004, P.T. McCabe, Editor. 2004, CRC Press: Boca Raton, Florida, USA. p. 281 - 285.
55. May, J., T. Horberry, and A.G. Gale, Railway Signals Passed at Danger - the Prevention of Human Error, in Contemporary Ergonomics 1996, S.A. Robertson, Editor. 1996, Taylor and Francis: London. p. 183 - 188.
56. McLeod, R.W., G.H. Walker, and A. Mills. Assessing the Human Factors Risks in Extending the Use of AWS. in First European Conference on Rail Human Factors. 2003. York.
57. McLeod, R.W., G.H. Walker, and N. Moray, Analysing and modelling train driver performance. Applied Ergonomics, 2005. **36**(6 SPEC. ISS.): p. 671-680.
58. Merat, N., et al., Allocation of Attention among Train Drivers, in Contemporary Ergonomics 2002, P.T. McCabe, Editor. 2002, Taylor and Francis: London. p. 185 - 190.
59. Morrisroe, G. Case study 3: Human factors issues in the application of ERTMS. in IET Seminar Digest. 2006. London.
60. Myrtek, M., et al., Physical, mental, emotional, and subjective workload components in train drivers. Ergonomics, 1994. **37**(7): p. 1195-1203.
61. Newman, M., W.I. Hamilton, and I. Maxwell, Validation of Minimum Reading Time Requirements for Railway Signal Reading, in Contemporary Ergonomics 2005, P.D.B.a.P.T. McCabe, Editor. 2005, Taylor and Francis: Leiden, The Netherlands. p. 598 - 602.
62. Olsson, E. and A. Jansson, Participatory Design with Train Drivers - a Process Analysis. Interacting with Computers, 2005. **17**(2): p. 147 - 166.
63. Ormerod, T.C. and A. Shepherd, Using Task Analysis for Information Requirements Specification: The Sub-Goal Template (SGT) Method, in The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction, D.D.a.N.A. Stanton, Editor. 2004, Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, New Jersey. p. 347 - 365.

64. Park, K.S. and T. Ohkubo, A Study of the Visual Characteristics of Train Drivers for Different Display Layouts. Japanese Journal of Ergonomics, 1995. **31**(1): p. 31 - 38.

65. Pasquini, A., A. Rizzo, and L. Save, A methodology for the analysis of SPAD. Safety Science, 2004. **42**(5): p. 437-455.

66. Rottinghuis, M.H.H., S. Askey, and T.B. Sheridan. Predictive Aiding in the Control of High Speed Trains. in The XVI European Annual Conference on Human Decision Making and Manual Control, ,, Edited by . . 1997. University of Kassel, Kassel, Germany, Ladorbericht IMA.

67. Sagot, J.-C., V. Gouin, and S. Gomes, Ergonomics in product design: Safety factor. Safety Science, 2003. **41**(2-3): p. 137-154.

68. Smith, R.K., et al., eds. Investigating Train Drivers ' Perceptions of Their Visual Behaviour. Contemporary Ergonomics 2005, ed. P.D.B.a.P.T. McCabe. 2005, Taylor and Francis, : Leiden, The Netherlands. 553 - 557.

69. Stapley, N., T. Wisawayodhin, and A. Mills. Signal Sighting - Development of a Framework for Managing Conflicting Requirements. in The First European Conference on Rail Human Factors. 2003. York.

70. Tichon, J.G., The use of expert knowledge in the development of simulations for train driver training. Cognition, Technology and Work, 2007. **9**(4): p. 177-187.

71. Turner, C., R. Harrison, and E. Lowe, Development of a Human Factors SPAD Hazard Checklist, in Contemporary Ergonomics 2003, P.T. McCabe, Editor. 2003, Taylor and Francis: London. p. 385 - 390.

72. Xu, Y., Z. Luo, and W. Fang. An Optimized Model to Enhance the Man-Machine Interface in a Chinese Locomotive Cab. in Work with Computing Systems 2004 - Bridging Diversity at Work. Proceedings of the 7th International Conference on Work with Computing Systems. 2004. Kuala Lumpur, Malaysia.

73. Xu, Y., et al. A Computer-Aided Ergonomic Panel Layout in a Modern Locomotive. in Ergonomics in the Digital Age. Proceedings of the XVth Triennial Congress of the International Ergonomics Association and the 7th Joint Conference of the Ergonomics Society of Korea and the Japan Ergonomics Society, Seoul, Korea, August 24-29, 2003. Ergo. 2003.

74. Yin, S. and T.B. Sheridan, Optimal driving aid for speed control of high-speed trains. Transportation Research Record, 1994(1464): p. 12-15.

75. Zwolinski, P. and J.C. Sagot, A Simulation Approach to the Design and Evaluation of Auditory Interfaces in a High Speed Train Driving Cab, in International Conference on Auditory Display. 1998: Glasgow. p. 1 - 9.

Ref.	Objective/purpose	Method	Results/Conclusions
[1]+[2]	To improve railway performances by providing more and accurate context information. First establish that context information has an effect.	Firstly, a human factors engineering approach was conducted, consisting of interviews and observations (CHAT approach). Secondly, a user study was performed where the context information was tested in a simulation study (2 Power Point simulations). 57 train drivers participated.	The results indicated that train drivers change their driving decisions upon different information conditions. The drivers also expect a positive effect of context information on decision making and performance indicators. Objective data revealed no effect on railway performances from context information.
[3]	To obtain a larger set of data on train drivers visual behaviour. Understand the thought process behind the visual strategies of train drivers.	TRL:s has produced a test methodology for field use, consisting of eye tracking (corneal dark-eye tracking system), verbal protocols and interviews.	No results, yet. (see ref [51] for further work)
[8]	To summarise the works conducted within a set of work packages. The primary objectives were to: *i*) gain an understanding of drivers use of protective devices (PDs) *ii)* investigate the effects of availability of the devices *iii)* gain understanding of the human factors involved in the phenomenon of increased SPADs on the first day back after rest days.	The work was conducted in two phases: predictive error and incident analysis; and in-cab observation (using video cameras), focus group and questionnaire studies.	The results point to a number of potential human factors problems with the operation of the current set of protective devices (PDs). Subtle effects of system interplay and confusion of over warning sounds were apparent in the observational phase. Drivers were noted to be very consistent in their pattern of response (consistently quick/slow). Results suggest more experienced drivers are prepared to take longer to respond, possibly because they understand the requirement to comprehend the situation.
[9]	Part two of Ref [9] Describes a set of tools for assessing	Overview (brief)	-

	mental workload, primary for train drivers. The aims of the included documents and pack of tools are: 1. Outline tools suitable to answer questions relating to driver workload. 2. Provide ideas on how to combine tools for a specific question. 3. Provide guidance notes on how to collect, present and apply data obtained from each tool.		
[10]	To form (in brief) the final deliverable for the RSSB Project 20-T147 "Mental Workload Assessment in the Rail Industry". The aim of the project was to produce an approach for assessing Train Driver Mental Workload (MWL).	The document is divided in to two parts, part one summarises the whole project and part two delivers the final versions of the mental workload assessment tools developed (sections 1-7), see Ref [9].	An explicit table with seven categories summarises the six workload tools: Train driver workload principles; Train driver integrated workload scale; Train driver DRAWS; Acceptance workload evaluation (AWE); Timeline Analysis; and Train driver workload probe.
[21]	Aesthetic analysis of the European Driver's Desk (EUDD). What shall the new workplace look like in the future	Aesthetic judgment of the attributes: pleasing, timely, interesting, clear, coherent, credible, solid	Not clear
[22]	To show/suggest two analysis methods	Human Error Probability (HEP). Closed-lop dynamic train-driver model, elaborate Baron model). Technique for Human Error Rate Prediction (THERP).	Not clear
[23]	To test the usability of the Signal Repetition System (ATP/ATC), consisting of a linear scale and five lights. Focus on one relevant aspect for	Four versions of a Signalling Repetition System interface were tested by seven expert drivers. Reaction times for correct responses were used as performance	Performance improved for the new innovative interface with a vertical array of lights, corresponding to the forward motion of the train.

	the ergonomics of safety instrumentation.	measure. The cognitive workload of real driving was simulated on a CRT-screen involving a dual task paradigm.	
[24]	Concerned with signals passed at danger SPADs which are caused by driver error, with concern about an increase in risk when returning to work following rest days.	Normalizing of driver roaster data from a diary study by Qinetiq in 2005	Breaks do lead to an increased risk of SPADs A single day break is particularly related to increased risk. Evidence of increased likelihood following long breaks (7 days or more) Decreased risk between 3-7 days.
[25]	To determine the mental load of the train driver.	Applied cognitive task analysis, (protocol analysis). Focus on prospective memory and vigilance tasks in a station environment. Three phases/situations (with one test subject/driver in each situation), two in a simulator and one in an actual environment.	No mental overload was registered when arriving or entering a station. A brief mental load was registered for the control loop. It was noted that there are many visual spatial tasks, some simultaneous.
[26]	To present a new approach to diagnose the driver's workplace in an electric locomotive.	Survey among 843 respondents (drivers and maintenance personnel in Poland).	Analysis of the gathered data confirmed the usefulness of the questionnaire in extracting expert knowledge.
[27]	As PDF: RSSB T344		
[28]	To report the development and main features of a model of driver information processing.	Utilising cognitive theory (CTA) and modelling techniques to describe driver performance. The model is an information processing model based on driving scenarios and possibly also error identification codes.	The model is capable of predicting the performance time, workload and error consequences of different operational conditions
[29]	Driving task analysis of the future UK ERTMS. Serves to identify risk factors of the introduction of ERTMS into UK train operators	Task analysis with performance modelling, workload assessment and error assessment (Cognitive task analysis, CTA)	Visual workload appears to be more consistent over time in the ERTMS driving mode, probably due to rationalization of source information. The display eliminates much of the time pressure from decision making. The driver is provided with more cues to position

			on the route, but does not necessarily reduce the dependence on route knowledge. In ERTMS driving mode there are longer periods of low workload, which may cause the driver to become less aware. Development of CTA was necessary to represent the drivers' strategy.
[33]	Compare physiological reactions of train drivers in ordinary trains and express trains (60 and 120 km/h respectively). Also study the effects of increased train speed on drivers' work load.	Field study with Japanese 4 train drivers (Kansai). Measurements on polygraph with ECG, heart rate, galvanic skin reaction, electro-oculogram (EOG) and critical flicker fusion frequency (CFF). Video camera and train speed was also used.	While driving the ordinary train: Heart rate and CFF maintained a level jus above resting level. While driving the express train: CFF declined to a level lower than resting during the return trip. A slight increase in heart rate further points at a relatively monotonous condition. Based on previous studies it is concluded that on lines with favourable track conditions, there are no particular differences in driving work load between express and ordinary trains.
[34-39]	The main six parts of the British Standards for ERTMS/ETCS requirement specification		
[40]	Analyze drivers learning process to a new train interface (Tokaido Shinkansen)	Eye-tracking of six train drivers in a train simulator. New measure "gaze relevance" consisting of three metrics (gaze economy, gaze redundancy, gaze robustness).	A new principle of "gaze relevance" was presented.

[41]	Outline and overview of two studies within the TRAIN project. Focused on driver cognitive work analysis. Aim: to separating the information that is part of the driving task from the information which is dependent on the configuration and design of the current ATC/ATP-system in Sweden. A further aim was to elaborate on the information that is part of the driving task	Both direct onboard observations and video recording were used. The modelling tool "abstraction-decomposition space" was adapted to routine conditions Also "collegial verbalisation" was used. Four design iterations were completed, using a user-centred design (UCSD) approach.	Analysis show that the driver works in three rather separate time intervals/perspectives: long-range, short-term and immediate sense. The driver shifts between these intervals while driving. The driver group made substantial changes in the design of the driver interface.
[42]	Describe the concept and architecture of the planned railway laboratory RailSiTe (DLR, Braunschweig)		RailSiTe will be one of the first independent operational labs for testing of interoperability and conformity…
[43]	Outline and overview of the TRAIN project. Focused on safety and driver information environment.		
[44]	Measure brain function during train operation and propose a new analysis method for extracting the brain activity by wavelet-based multi resolution analysis	Measure brain activity by near-infrared spectroscopy (NIRS) when driving in a train simulator	Oxy-Hb concentration increased and deoxy-Hb decreased with driving, and that train driving activated the brain. Multi-resolution analysis using wavelet transform was found useful for evaluating brain activity in response to individual driving operations.
[45]	To investigate the influence of **train speed** on driver recognition of railway signs. (also in [47])	Experimental study in a computer simulator with 24 professional train drivers. 17" monitor with resolution 1280x1024 were viewed at a distance of 50cm. 36 different types of lineside signs were tested at 100, 200 and 300 km/h. The participants pressed a key as soon as they could positively	Beyond 300 km/h the signs could no longer be correctly identified. Larger signs are required for higher speeds. More reading errors are related to signs containing two or more pieces of information.

		identify the approaching sign.	
[46]	To evaluate signal designs for the UK railway industry.	Experimental study using virtual reality Eight design schemes were tested by 36 train drivers. Dependent variables: signal sighting distance and reading error rates. Subjective ratings of difficulty to identify the signal aspect and to associate the signal with the line of travel.	Drivers could identify staggered signals further back compared to non-staggered ones. Drivers tended to make more errors with staggered signals
[47]	To investigate driver responses to line side signals and signs at various speeds. Aims: 1) Find out whether train speed would significantly affect signal/sign reading. 2) Examine at which point certain types of signs/signals could be detected or recognised. 3) to determine a speed cut-off level for sign/signal recognition and detection. (also in [45])	57 train drivers from UK train operating companies participated in the simulator trials. 20 different types of line side signs and 10 types of signals were tested under 6 different approach speeds (100 to 350 km/h). Performance measures: time remaining to sign/signal from detection/recognition, and reading error rate.	The results showed a significant influence of train speed on driver responses. A nonlinear relationship was found between driver responses and approach speed.
[50]	To identify good post (SPAD)-incident interviewing practice that could be adopted by the rail industry.	Enhanced Cognitive Interview (ECI): Phase 1: Greet and personalise the interview Phase 2: Explain the aims of the interview Phase 3: Initiating a Free report Phase 4: Questioning Phase 5: Varied and extensive retrieval Phase 6: Summary Phase 7: Close	Improved investigation quality can be obtained by increasing the skills and knowledge of those responsible for conducting the interviews. A structure to guide the interviewers will enhance both effectiveness and accuracy of data collection. Consideration must be given to how the interviews fit into the whole investigation process.
[51]	To obtain a larger set of data in order to understand more fully the train driver	Corneal dark-eye tracking system was fitted to 86 drivers during normal in-service	Analysis of 506 signal approaches revealed that signal aspect, signal type and signal

	visual behaviour and strategies.	driving. The drivers gave verbal reports while viewing a video clip from a section of the driven route. Method previously described in [3] (however not referred)	complexity are important factors affecting the visual behaviour. Interview data revealed that driver expectation also plays a significant role in train driving. Some important aspects of visual behaviour were found impossible to examine using these data or this method.
[52]	To examine a larger set of data to determine the effect of signal infrastructure on the visual behaviour of train drivers.	Field study with eye-tracking recording of 86 train drivers on 10 different routes, for each 30 min. Each driver was shown the recorded route, indicated with their point of regard. The drivers verbalised their perceived visual behaviour.	Gantry signals are looked at more often, for longer and for greater percentage of the time, probably due to greater complexity. The results have implications in terms of signal identification support and route knowledge.
[53]	Investigate the common properties on display layout on the operation desk of two Chinese locomotive cabs (diesel and electric loco.)	Fuzzy logic operation for ranking of displays	Not clear. (focused on application of method)
[54]	Investigate reported cab design problems	Driver reports from UK rail safety reporting system (CIRAS)	CIRAS may highlight areas for ergonomists to improve their impact on train cab ergonomics in the future. Since problems persists after ergonomic input the cab design needs continuous involvement of ergonomists
[55]	To form a literature review of previous research on SPADs	Literature review of previous research on SPADs in relation to human error	It is shown that the causes of SPADs are multifactoral (and vigilance devices are not always sufficient). Three distinct driving situations where SPADs occur have been identified in the literature 1. On main line – the driver has seen the red signal but assumes that it will change. 2. When starting – the driver forgets to check the signal for a clear line ahead. 3. In railway yards and sidings – poor

			communication with other staff may lead the driver to believe that it is safe to pass a red signal.
[57]	To understand and assess the risks of driver unreliability associated with extended uses of the Automatic Warning System (AWS/ATC) on the UK rail network.	Review of recent thinking in the psychology of real-world human performance. A situational framework-model was developed for the time domain. 20 scenarios, developed from interview data, were analysed with the model.	Simple information-processing based models were considered inadequate since train driver performance with AWS/ATC needs to be understood in terms of the context and situation. The developed model and method rely heavily on a competent and experienced analyst. The strength is the ability to focus on complex psychological factors of real-time human performance.
[58]	Present preliminary data by describing findings from a pilot field study on train drivers' visual attention.	Eye position recordings from a previous filed study. Subsequent analyses determined the number of fixations and fixation durations for each object.	During the final seconds of signal approach the drivers fixate on other objects more than two-thirds of the time. Fixations on signals are substantially shorter than on other objects (< 0.5 s mean). The aspect of the signal just passed considerably influence how the drivers organize and control their visual strategies and attention for upcoming signals.
[60]	To study the differences between physical, mental and emotional workload. Suggest/demonstrate a method that differentiates the indicators of workload. Special emphasis to search for physiological indicator variables	12 train drivers on high speed track 11 train drivers on mountain track Differentiation between physical, emotional, mental and subjective workload. Simultaneous recording of heart rate and physical activity/motion. Subjective ratings by the driver and by observers in the cabin.	From 100 km/h and up to 200, heart rate decreased, indicating a monotony effect. Starting and coming to a halt showed greater emotional workload as compared to moving. Several discrepancies were found between observer ratings of stress and subjective ratings of stress by the drivers. Discrepancies were also found between physiological parameters and corresponding stress ratings.
[61]	Validate and extend the concept of MTR	1. Literature review	Three types of solution was identified for

	(minimum reading time). - variability in time for signal reading - hazards associated with signal reading - how to mitigate hazards	2. Cognitive task analysis (CTA) 3. Survey driver attitudes to hazards	hazard impact. Approximately 7.2 s are required for signal reading (MTR standard: 8 s).
[63]	Book extract: Method description of Task analysis	Sub-Goal Template (SGT) Method	
[66]	To gain insight into the influence of three different concepts of aiding in signal detection, preview, predictive and advisory.	Two displays were compared for two speed profiles. One display having predictive aiding (speed prediction) and one without. Experiments were performed in a high speed simulator (Volpe, VNTSC) by 9 test students. Tasks: keeping the current speed and stopping at stations Measures: speed control, station stop deviation, workload, control actions	Speed control performance seemed to be improved by the predictor. The train stopping task is performed with more accuracy with the predictor. A lot of the mental workload is taken over by the predictor during the station stopping task. All subjects liked the predictor aiding.
[68]	Investigate drivers perception of their visual strategies	Verbal reports from a larger study. Drivers perception of their visual strategies when approaching signals and complex driving scenes. Comparisons were made to their measured eye movements.	Drivers visual strategies are affected by a number of factors; the signal aspect; complexity of the driving scene; the previous aspect passed; potential hazards; weather and position on route. Also non-visual strategies were identified.
[71]	To create a generic performance based understanding of human factors. To outline the Human Factors SPAD Hazard Checklist	Very brief description of the 8-point checklist with motivations for some of its parts and fundamental theories.	The human factors SPAD checklist brings together an understanding of the driver task and human error mechanisms…

[73]	Optimize the arrangement of a panel layout for Chinese railway locomotive cab	Computer algorithm for panel layout: Constraint Satisfaction Problem (CSP)	The results produced by the algorithm have shown that it could be applied to the multiple panels' layout This model has been applied to the standardizing work of Chinese railway locomotive cab
[74]	Proposing a scheme of train speed control 1. Optimal solution for thrust-braking profiles for a high-speed train. 2. An integrated speed control display No intention to provide answers to cab design.	Discussion.	An optimal solution to train speed control has been proposed.
[75]	Illustrate a pragmatic methodology used to create a more efficient auditory system for the French high-speed train driving cab. Step 1: Evaluate existing sounds. Step 2: co-operative system design of sounds	Simulator/lab study with 12 train drivers. Step 1: 23 sounds evaluated with questionnaire. Step 2: Simulator scenario with 7 sections. The drivers' eye-movements and driving performance were measured.	Not clear

7 Appendix A

Publications within the TRAIN-Project

Hollnagel, E. (1999). *Accident analysis and Barrier Functions.* IFE/HR/F-99/1121. Institutt for Energiteknikk, Halden, Norge.
Hollnagel, E. , Sverrbo, M., Green, M. (1999). *Projekt TRAIN: Slutrapport från delprojekt 2, etapp 1.* IFE/HR/F-99/1130 Institutt for Energiteknikk, Halden, Norge.
Hollnagel, E., Lindberg, E., Sverrbo, M., Olsson, E. & Skriver, J. (1999). *Analyser av järnvägsolyckor- och tillbud.* IFE/HR/F-99/1137. Institutt for Energiteknikk, Halden, Norge.
Ingre, M., Söderström, M., Kecklund, G., Åkerstedt, T., Kecklund. L. (2000). *Lokförares arbetssituation med fokus på arbetstider, sömn, stress och säkerhet.* Stockholm, Institutet för psykosocial medicin (IPM). Stressforskningsrapporter nr. 292. 63
Jansson, A., Olsson, E., Lindberg, E. (1999). *Trafiksäkerhet och informationsmiljö för lokförare: Litteraturöversikt och olycksanalyser.* Technical report 2001-016. ISSN 1404-3203. Uppsala, Institutionen för informationsteknologi, Uppsala Universitet.
Jansson, A., Olsson, E. och Kecklund, L. (2000). *Att köra tåg: Lokförarens arbete ur ett systemperspektiv.* Technical report 2000-031. Uppsala Institutionen för informationsteknologi, Uppsala Universitet, ISSN 1404-3203.
Kecklund, G., Ingre, M., Åkerstedt, T. (1999). Lokförarens arbetssituation och konsekvenser för säkerhet, stress och sömnighet: litteraturöversikt, olycksanalys och turlisteanalys. Stockholm, Institutet för psykosocial medicin (IPM). Stressforskningsrapporter nr 288. .
Kecklund, G., Ingre, M., Åkerstedt, T. (2001). *Tågtrafik och säkerhet: hur kan lokförarens arbetsmiljö förbättras.* Stockholm, Institutet för psykosocial medicin (IPM). Stressforskningsrapport nr.298.
Kecklund, L. och projektgruppen i TRAIN (2001). Slutrapport från TRAIN-projektet. Risker och förslag till säkerhetshöjande åtgärder i tågförarsystemet. Borlänge: Banverket.
Kecklund, L., Jonsson, Ö., Svensson, U. Fogelström, T. & Olsson, E. (2001). Användarperspektiv på förändringar av signalanläggningen – slutrapport från arbetet i signalgruppen i TRAIN etapp 3. Borlänge: Banverket.
Lindberg, E., Almqvist, P., och Kecklund, L. (2000). *Tågförarsystemets organisatoriska resurser.* Rapport från institutionen för beteendevetenskap. Linköpings Universitet.
Olsson, E., Sandblad, B. (2000), *Kommunikation mellan lokförare och trafikledningscentraler.* Technical report 2000-033. Uppsala, Institutionen för informationsteknologi, Uppsala Universitet.
Olsson, E., Kecklund, L. och Ingre, M. (2001). *ATC och informationsergonomi – enkätundersökning av lokförare i Stockholm hösten 1999.* Technical report 2001-013. Uppsala, Institutionen för informationsteknologi, Uppsala Universitet.
Olsson E., Stjernström R., Borälv E., Jansson A. & Kecklund L. (2001). *Utveckling av lokföraren informationsmiljö genom användarcentrerad systemutveckling*. Uppsala, Institutionen för informationsteknologi, Uppsala Universitet.
Skjerve, A.M. m.fl. (2000). *Projekt TRAIN: Slutrapport från delprojekt 2, etapp 2.* Ej publicerat manus. Institutt for Energiteknikk, Halden, Norge.
Stjernström, R. (2001). *User-centered Design of a Train Driver Display.* Technical report 2001-016. ISSN 1404-3203. Institutionen för informationsteknologi, Uppsala Universitet.
Söderström, M., Ingre, M., Kecklund, G., Åkerstedt, T., Kecklund. L. (2000). *Lokförarens arbetsbelastning, sömn, trötthet och prestation: en delstudie i TRAIN*64 *projektet.* Stockholm, Institutet för psykosocial medicin (IPM).

TRAIN – translations or reviews of the reports above

Kecklund, G., Ingre, M., Åkerstedt, T. (1999). Train drivers´working conditions and their impact on safety, stress and sleepiness: a literature review, analyses of accidents

and scheduled. National Institute for Psychosocial Factors and Health. Stress Research Report no. 288. Translation of Swedish report.
Kecklund, L. Ingre, M., Kecklund, G., Söderstöm, M., Åkerstedt, T., Lindberg, E., Jansson, A., Olsson, E., Sandblad, B. & Almqvist, P. (2000). *Railway safety and the train driver information environment.* In Computers in Railways VII, J. Allen, R.J. Hill, C.A. Brebbia, G. Sciutto & S. Sone (Ed.). Southampton: WIT Press.
Kecklund, L. (2001). The TRAIN–project: Railway safety and the train driver information environment and work situation - A summary of the main results. In Automatisierungs- und Assistenzsysteme für Transportmittel, Möglichkeiten, Grenzen, Risiken. Beiträge zum gleichnamigen 2.e Braunschweiger Symposium vom 20. und 21. Februar 2001, Techniche Universität Braunschweig. Forschr.-Ber. VDI Reihe 12 Nr. 460. Düsseldorf: VDI Verlag.