

Coordination Dynamics in Disaster Response Operations: A Network Based Discrete Event Analysis

Nadia Saad Noori

<http://hdl.handle.net/10803/396129>

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (*framing*). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (*framing*). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (*framing*) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.

11 Appendix C: 2009 Schiphol Tunnel Fire Supplementary Data (Coordination Matrices, Incident Timelines)

11.1 Schiphol Tunnel Fire 2009, list of abbreviations and incident timeline (in Dutch)

Adopted from Inspectorate of Security and Justice (2009). Calamity in the Schiphol tunnel. Research towards the response to fire call. IOOV, Den Haag. (Pages 73 – 81)
Retrieved from (<https://www.ivenj.nl/actueel/inspectierapporten/rapport-calamiteit-in-de-schiphol-spoortunnel.aspx>)

Calamiteit te Schiphol | 9 december 2009

Bijlage B

Lijst met afkortingen

AAS	= Amsterdam Airport Schiphol
AB	= Adembeschermingsvoertuig
AC	= Alarmcentrale
AFO	= Airport Fire Officer
AL	= Algemeen Leider
AMS	= Airport Medical Services
BO	= Backoffice (ProRail)
BHV	= Bedrijfs hulpverlening
Blz	= Bladzijde
BT	= Beleidsteam
CBP-S	= Crisisbestrijdingsplan Schiphol
CBP.SST	= Calamiteitenbestrijdingsplan Schipholspoortunnel
CDB	= Calamiteitendatabase
CoPI	= Commando Plaats Incident
CPR	= Calamiteitenplan Rail
CVO	= Commissie van Overleg
dKMarSpl	= de Koninklijke Marechaussee District Schiphol
DMS	= Duty Manager Security
EV	= Energie Voorziening (procesaannemer)
Evt.	= Eventueel
Excl.	= Exclusief
GAOS	= Geautomatiseerd Alarm en Oproepsysteem (ProRail)
GHOR	= Geneeskundige Hulpverlening bij Ongevallen en Rampen
GOR	= Generieke Operationele Regelingen
GRIP	= Gecoördineerde Regionale Incidentenbestrijdings Procedure
HOvD	= Hoofd officier van dienst
HC	= Hoofdconductor
HSL	= Hoge Snelheidslijn
IM	= Inframanagement
Inspectie OOV	= Inspectie Openbare Orde en Veiligheid
Inspectie VenW	= Inspectie Verkeer en Waterstaat
KLPD	= Korps Landelijke Politie Dienst
KLPD DOC	= Korps Landelijke Politie Dienst Ondersteuning en Communicatie (voorheen CMK)
KM	= Kilometering
KMar	= Koninklijke Marechaussee
LBI	= Landelijk Beleidsteam Incidentmanagement Rail
LWB	= Leider Werkplek Beveiliging

Calamiteit te Schiphol | 9 december 2009

Max.	= Maximaal
MICK	= Meld-, Informatie- en Communicatiecentrum Kennemerland
Min.	= Minimaal
MK	= Meldkamer
Mcn	= Machinist
Nr.	= Nummer
NS	= Nederlandse Spoorwegen
OT	= Operationeel Team
OvD-B	= Officier van Dienst brandweer
OvD-G	= Officier van Dienst geneeskundig
OvD-KMar	= Officier van Dienst Koninklijke Marechaussee
OvD-P	= Officier van Dienst politie
PgV	= Productgroep Veiligheid (NedTrain)
Proc.	= Procedure
RBI	= Regionaal Beleidsteam Incidentmanagement Rail
RC A/PS	= Regiecentrum Aviation/Passenger Services
RV	= Redvoertuig
RvTV	= Raad voor de Transportveiligheid
SMC	= Schakel en Meldcentrum
SSI	= Schiphol Security Incident
STPI	= Schiphol Team Plaats Incident
SpV	= Spoorwegveiligheid
TAS	= Tankautospuit
TIS	= Treinincidentscenario
Trdl	= Treindienstleider
TSS	= Treinstilstand Signalering
TTI	= Tunnel technische installaties
VL	= Verkeersleiding

Calamiteit te Schiphol | 9 december 2009

Bijlage C

Chronologie van de gebeurtenissen

Tijd	NS Reizigers	ProRail	Brandweer/ Hulpverlening	Overigen
Circa 17:25		Ontstaan brand in kabelkoker als gevolg van kortsluiting en opgehoopt zwerfvuil.		
17:30	McN tr 4363 spoor 3 meldt aan treindienstleider (Trdl) brandlucht op Schiphol.			
17:31		Trdl vraagt aan mcN tr 3156 nadere info over brandlucht.		
17:32	McN tr 3156 meldt aan Trdl dat hij iets ruikt, maar neemt verder niets waar.			
17:35		Trdl wordt afgelost door collega. Bij overdracht wordt doorgegeven dat er meldingen zijn op Schiphol over brandlucht Afios Trdl krijgt storingsmelding op zijn paneel van wissels 1061 en 1063A/B. Afios Trdl meldt aan mcN tr 756 wissel spontaan in storing; vraagt aan mcN om op te letten vanwege brandlucht.		RC ontvangt melding van persoon op perron over brandlucht.
17:37	McN tr 756 meldt aan Trdl sein 1044 gedoofd.			
17:38	McN tr 3965 spoor 3 meldt aan Treindienstleider brand in tunnel en dikke rook. Geeft tevens aan dat sein	Trdl meldt aan Smc verstoring en brandlucht en vraagt storingsdienst ter plaatse.		

Calamiteit te Schiphol | 9 december 2009

	voor hem gedoofd is.	Trdl vraagt collega Trdl's treinverkeer rond Schiphol stil te zetten.		
17:39	Mcn tr 5763 spoor 1 meldt sein 1066 gedoofd; geeft tevens aan dat het 'een beetje mistig is'.			RC alarmeert brandweer (TAS 340, TAS 341 en AFO) en een ambulance op Schiphol. Meldkamer KMar ontvangt van KMar medewerker op perron melding rookontwikkeling op perron 3/4
17:40		Trdl meldt problemen aan Backoffice ProRail. Trdl besluit gestrande treinen in tunnel aan Amsterdamse zijde terug te sturen. Backoffice ProRail zorgt voor verdere alarmering instanties en hulpdiensten.		RC meldt incident aan MICK. RC meldt incident aan Kmar, AAS Havendienst, AAS DMS en AAS Operations manager.
17:41	Medewerker NS Reizigers meldt brand aan brandweer.		TAS 341 van Post Sloten uitgerukt.	Persoon op perron (medewerker NS Reizigers?) meldt brand aan brandweer via Veiligheidscentrale
17:42	Mcn tr 2169 overlegt met Trdl i.v.m. gedoofd sein.	Trdl geeft mcn tr 2169 opdracht te blijven staan.		KMar en BHV AAS besluiten tot ontruiming alle perrons Schiphol.
17:43			TAS 340 Post Rijk uitgerukt.	
17:44			AFO meldt calamiteit aan Algemeen Leider thuis en geeft info door. Algemeen Leider is dan nog niet op de hoogte van incident.	
17:45		Algemeen Leider vraagt aan Trdl		Bij RC komen meerdere

Calamiteit te Schiphol | 9 december 2009

		<p>nadere info over situatie nav melding AFO.</p> <p>Algemeen Leider ontvangt van Backoffice ProRail oproep GAOS met code TIS 1.3.</p> <p>Omroepsysteem op perrons waarschuwt publiek dat perrons verlaten moeten worden.</p> <p>Backoffice ProRail meldt aan MICK dat treinverkeer Schiphol is stilgelegd.</p>		<p>meldingen binnen over toenemende rookontwikkeling op perron 3-4.</p>
17:46	<p>Mcn tr 2169 meldt aan Trdl sterke rookontwikkeling verderop</p>	<p>Trdl geeft aan mcn tr 2169 en mcn tr 756 opdracht om hun treinen om te bouwen.</p> <p>Trdl geeft aan mcn tr 3558 (achter tr 2169) opdracht om zijn trein om te bouwen.</p> <p>Backoffice ProRail besluit (ondanks diverse meldingen rookontwikkeling en brandlucht) TIS 1.3 aan te houden en meldt dit aan MICK.</p>	<p>TAS 341 ter plaatse.</p> <p>Ambulance ter plaatse.</p> <p>BV TAS 341 constateert compacte rookontwikkeling tunnelbuis 2.</p>	
17:48		<p>Algemeen Leider spreekt met Trdl staken treinverkeer in tunnel af i.v.m. betreden tunnel door brandweer.</p>	<p>TAS 340 en AFO op Schiphol Plaza.</p> <p>AFO krijgt eerste nader bericht van BV TAS 341.</p> <p>AFO besluit dat TAS 341 tunnel moet gaan verkennen. Maar TAS 341 moet wachten op sein veilig i.v.m.</p>	

Calamiteit te Schiphol | 9 december 2009

			<p>treinvrijmaken tunnel.</p> <p>AFO verzoekt via MICK Algemeen Leider om tunnel vrij te maken.</p>	
17:50		<p>Algemeen Leider vraagt Trdl treinen niet te verplaatsen i.v.m. betreden tunnel door brandweer.</p>		
17:51		<p>Algemeen Leider belt AFO en deelt mee dat tunnelbuis 1 treinvrij is en in tunnelbuis 2 nog 3 treinen staan. Treinverkeer is stilgelegd.</p>	<p>MICK besluit op te schalen naar middelbrand, automatisch gevolgd door GRIP1.</p> <p>MICK alarmeert voor GRIP1 benodigde functionarissen.</p> <p>MICK neemt na overleg met RC regie over.</p>	
17:52			<p>BV TAS 341 betreedt na toestemming AFO met twee ploegen tunnelbuis 1. Via doorsteken zien zij in tunnelbuis 2 rookkolom.</p>	
17:53	<p>Mcn tr 2169 meldt tr omgebouwd aan Trdl. Mcn meldt aan Trdl angst voor uitbreken paniek in trein.</p>	<p>Trdl meldt aan mcn tr 2169 dat hij tunnel niet uitmag i.v.m. brandweer in tunnel.</p>	<p>AFO meldt aan TAS 340 dat brand noordelijker is dan Schiphol Plaza.</p> <p>TAS 340 gaat naar andere locatie.</p>	
17:54			<p>TAS 340 verkennt met twee ploegen tunnelbuis 1. Via doorsteken kijkt men in buis 2.</p>	
17:55		<p>Trdl vraagt aan Algemeen Leider tunnel treinvrij te mogen maken i.v.m. dreigende paniek bij reizigers.</p>		

Calamiteit te Schiphol | 9 december 2009

17:58		Trdl in gesprek met Smc i.v.m. technische problemen; Trdl onbereikbaar voor overigen.		
17:59		Trdl in gesprek met Smc i.v.m. technische problemen; Trdl onbereikbaar voor overigen.	MICK alarmeert TAS 344 (Post Hoofddorp) i.v.m. aflossing TAS 340	
18:00		Trdl in gesprek met Smc i.v.m. technische problemen; Trdl onbereikbaar voor overigen. Algemeen Leider vraagt aan AFO toestemming om tunnelbuis 2 leeg te laten rijden.	BV TAS 341 geeft sitrap aan AFO. TAS 341 heeft niets ontdekt. BV TAS 340 geeft sitrap aan AFO. TAS 340 heeft niets ontdekt. Verkenning buis 1 door TAS 340 en TAS 341 wordt i.o.m. AFO beëindigd. AFO meldt einde verkenning aan Algemeen Leider. AFO geeft aan Algemeen Leider toestemming leegrijden tunnel.	
18:01		Trdl in gesprek met Smc i.v.m. technische problemen; Trdl onbereikbaar voor overigen		
18:02		Algemeen Leider meldt aan Trdl tunnel vrij van brandweer; Trdl mag tunnel treinvrij maken.		
18:03		Algemeen Leider geeft aan Backoffice ProRail door dat leegrijden tunnel		

Calamiteit te Schiphol | 9 december 2009

		prioriteit heeft.		
18:05		Trdl geeft mc n tr 3558 toestemming tunnel te verlaten.		
18:06		Trdl geeft mc n tr 756 toestemming tunnel te verlaten. ProRail schaal t op naar TIS 2.2.	OVD-B ter plaatse. Leider CoPI ter plaatse. MICK meldt aan ProRail dat opgeschaald is naar middelbrand.	
18:09		Algemeen Leider belt met Trdl en geeft door dat brandweer buis 2 in wil. Algemeen Leider vraagt naar evacueren treinen. Trdl meldt dat één trein eruit is en tweede trein langzaam eruit gaat. Trdl zal Algemeen Leider informeren zodra tunnel vrij is.	TAS 344 ter plaatse.	
18:12				AAS operations manager geeft aan AFO door dat perrons ontruimd zijn van reizigers.
18:13		Trdl geeft mc n tr 2169 toestemming tunnel te verlaten.		
18:15	Mcn tr 756 meldt aan Trdl verlaten tunnel. Meldt tevens aan Trdl onrust / bijna paniek bij reizigers en bij treinpersoneel omdat zij bij brand tunnel niet mochten verlaten.			
18:17	Tunnel zijde Amsterdam treinvrij Treinen zijde Hoofddorp blijven staan.	Algemeen Leider belt Trdl en vraagt status leegrijden. Trdl meldt dat laatste trein tunnel uitgaat. Algemeen Leider		

Calamiteit te Schiphol | 9 december 2009

		meldt dat brandweer buis 2 in wil.		
18:20			AFO meldt aan MICK dat buis 2 vrij is. Brandweer mag buis 2 in.	
18:27		Algemeen Leider arriveert op Schiphol.	Brandweer heeft tunnel verlaten; einde calamiteit.	
18:34				RC hoort dat tunnelbuizen 1 en 2 leeg zijn.
18:47			MICK geeft regie terug aan RC.	
18:52			Leider CoPI schaal af naar GRIPO.	Leider CoPI schaalt af naar GRIPO.
18:56		Algemeen Leider belt naar Trdi en meldt dat tunnel is vrijgegeven.		
18:59			Leider CoPI laatste bericht aan MICK. AFO terug naar post.	

12 Appendix D: *Summary of Evaluation by Prof. Dr.-Ing Reiner Konrad Huber – University of Armed Forces in Munich, Germany.*

Dr.-Ing. Reiner K. Huber

Emeritus Professor of Applied Systems Science
Universität der Bundeswehr München
reiner.huber@t-unibw.de

On a Framework for Analyzing Coordination Processes in Crisis Response Operations developed by Nadia Saad Noori

Nadia Noori's research project is regarded an important novel contribution for building-up a methodically consistent and theoretically founded empirical basis to support the planning and management of complex disaster response operations that accounts for the dynamics of planned and emerging collaboration between response organizations and their teams. To this end she has developed and tested a framework for analyzing and comparing more or less well documented disaster response operations capable of visualizing how collaboration among the various participating response organizations has emerged during the respective response operations under study. This framework integrates Coordination Theory (CT), Petri Nets (PN) and the Louvain Method.

Assuming that collaboration between response organizations involves discrete coordination events, CT is the basis for constructing, from interviews on and reports of the response operations under study, a coordination matrix which identifies and describes, for each discrete time step in an operation, the participating response organizations, their embedded teams/elements and resources and the activities undertaken by them. This matrix is then used to construct PN models capturing coordination processes and networks and the flow of operations. To understand the structure of the coordination network thus emerging, the Louvain detection algorithm is used to illustrate how different clusters of teams/entities may have been formed, either within an organization (homogeneous clusters) or from different organizations (heterogeneous clusters) for efficiently addressing the various activities/tasks to be performed during response operations.

As a first case for testing her framework Noori chose the well documented emergency response operations during Elbe River Flood 2002 which involved seven response organizations the coordination of which was meant to follow well-defined hierarchical response plans. For sake of clarity the activity spectrum of the test case was limited to "flooding incidents" which, however, presented the principal incidents the responders had to cope with. Nevertheless, the results generated by Noori's framework reproduced well the conclusions derived by the documented analysis of the Elbe Flood operations (Richter, Huber, and Lechner, 2002): to cope with the with dynamics of the operational environment that overwhelmed the hierarchical response plans, a functional response network evolved

by low-level teams quickly forming functional clusters to assure that the tasks that needed to be done were cooperatively executed.

I do agree with Noori's conclusion that more cases need to be examined before the empirical basis generated by applying her model is broad enough to apply the framework model as a planning support tool that can present any type and scale of crisis and permits parametric variations to test the effectiveness and efficiency of organizational and management options. As the results of the series of case studies (including the Elbe Flood) for validating the assumptions underlying the Network-enabled Command and Control (C2) Maturity Model¹ indicate, agility of the response organizations involved, i.e. their capability for adapting management approaches and coordination networks to the dynamics of the operational environment, is an important factor considering the uncertainty of the response environment.

The framework proposed by Nadia Noori certainly has the potential to become a standard scientific tool for the analysis of coordination processes in documented historical crisis response operations as a prerequisite for broadening the empirical basis for planning and management of complex disaster response operations.

Prof. Dr.-Ing. Reiner K. Huber
(March 13, 2016)

¹ Alberts, Huber, and Moffat, Eds.: NATO NEC C2 Maturity Model, Washington DC, CCRP 2009.

13 Appendix E: List of Abbreviations

Abbreviation	Description
AAS BHV	Amsterdam Airport Schiphol Bedrijfshulpverlening
AFO	Airport Fire Officer
AMS	Airport Medical Services
ASB	Arbeiter-Samariter-Bund - Workers' Samaritan Federation
BGS	Federal Border Police - Bundespolizei / Bundesgrenzschutzes
BHV	Bedrijfshulpverlening
BW	Bundeswehr – German Armed Forces
C2C	Command and Control Centers
COP	Common operational picture
CPN	Coloured Petri Nets
CT	Coordination Theory
DES	Discrete Event Systems
DLRG	Deutsche Lebensrettungs-Gesellschaft – German Lifesaving Society
DNA	<i>Dynamic Network Analysis</i>
DRK	Deutsche Kreuz – German Red Cross
FD	Feuerwehr Sachsen- Fire Department
GHOR	Medical Assistance in Accidents and Disasters

Abbreviation	Discription
Hierarchical PN	Hierarchical PN
ICS	Incident Command Systems
JUH	Johanniter-Unfall-Hilfe – Johanniter Accident Assistance
KMAR	Royal Military Police
KMar_O	Royal Military Police Officer
<i>KLPD</i>	National Police Agency Division Railways
MHD	Malteser Hilfsdienst – Maltese Relief Service
NS Rail	National Railways
PN	Petri Net
RTC	ProRail Traffic Control
SME	Subject Matter Experts
SNA	<i>Social Network Analysis</i>
SP	Politzei Sachsen – Saxon Police
THW	Technisches Hilfswerk – Federal Technical Relief Agency
VBK	Lower Defense District Command
WBK III	Military District Command III