

**Aeronautical decision-making in context:  
Influence of affect and experience on procedure violations**

**Johan Lindvall**



**UNIVERSITY OF GOTHENBURG**

Department of Psychology

Sweden, 2011

© Johan Lindvall

ISSN: 1101-718X

ISRN: GU/PSYK/AVH--256--SE

ISBN: 978-91-628-8398-0

For the e-published version of this thesis,  
please visit: <http://hdl.handle.net/2077/27956>

Printed in Sweden  
Ineko AB  
Gothenburgh, 2011

To Majka, Axel and Liv

# DOCTORAL DISSERTATION IN PSYCHOLOGY, 2011

## Abstract

Lindvall, J. (2011). *Aeronautical decision-making in context: Influence of affect and experience on procedure violations*. Department of Psychology, University of Gothenburg, Sweden.

Although pilots are well trained and there are rules, models and standard operating procedures to use in decision-making situations, aviation accidents do occur. One reason why accidents may occur is because pilots sometimes decide to violate, or deviate from standard operating procedures. The overall aim of the present thesis was to explore possible reasons for violating behavior. In Study I and II, cognitive and affective processes were studied in experimental designs. Study I took place in a laboratory setting where non-pilots made a choice between a sure or uncertain loss. Study II took place in naturalistic settings where car drivers and commercial airline pilots made a choice between either, comply with or violate a rule. In Study I and II participants made the choice either after reading or experience a probability distribution. The conditions were either affect-rich or affect-poor in both studies. Some support was found for underweighting of small probabilities in Study I replicating Hertwig, Baron, Weber and Erev (2004). Overall, the affect rich condition in Study I produced more random choices compared to the affect poor condition. However, no effect of probability presentation format or affect was found in the naturalistic settings of Study II. Data for Study III and IV were collected in connection with Study II. In Study III, other possible reasons for violating procedures among airline pilots were added, such as organizational, social, and individual factors. The result of Study III showed differences between violators and compliers in terms of subjective risk judgment, attitudes and, reasons for violation. In addition, it was found that the majority used experience-based decision-making. In Study IV focused turned towards individual differences in decision-making style, non-technical skills, and overconfidence as possible antecedents to violations. Decision-making styles were measured with the GDMS inventory (Scott & Bruce, 1995). Non-technical skills were measured with the NOTECHS system (Flin et al., 2005). Pilots were found to have a predominantly rational decision-making style. A relation between decision-making style and procedure violation was found where violators are less rational and more spontaneous compared to compliers. The result showed that not all NOTECHS items correlated with the decision-making styles in the expected direction. Furthermore, overconfidence about own non-technical skills were related to procedure violation. The results of Studies I-IV demonstrate that underweighting of probabilities might exist in a laboratory setting and that affect cannot be ignored. However, probabilities were not automatically used when people made decisions about whether to follow a rule or not, in naturalistic settings. Instead organizational, social, and individual factors were more important. The NOTECHS system may be thought of as reflecting systematic, analytic and normatively correct decision-making. The result from Study IV show that this is not always the case and that there might be reason to further develop the NOTECHS system. In conclusion: to take safety a step further and create a resilient system it is necessary to take both an individual and systemic viewpoint, and to acknowledge that these viewpoints may interact.

Keywords: Aviation, decision-making, violations, non-technical skills, experience, affect, overconfidence

---

Johan Lindvall, Department of Psychology, University of Gothenburg, Box 500, 405 30 Göteborg, Sweden. Phone +46 31 786 1701, E-mail: johan.lindvall@psy.gu.se  
ISSN: 1101-718X, ISBN: 978-91-628-8398-0, ISRN: GU/PSYK/AVH--256--SE

## **Preface**

The thesis consists of this summary and the following four studies referred to by their roman numerals:

- I. Lindvall, J., & Västfjäll, D. (2011). Affect-rich and affect-poor outcomes in decisions from description and decisions from experience. Manuscript submitted for publication.
- II. Lindvall, J., & Västfjäll, D. (2011). Decisions from description and decisions from experience among car drivers and airline pilots. Manuscript submitted for publication.
- III. Lindvall, J., & Västfjäll, D. (2011). Procedure violations and decision-making among airline pilots. Manuscript submitted for publication.
- IV. Lindvall, J., & Västfjäll, D. (2011). Non-technical skills, general decision-making styles and procedure violations among airline pilots. Manuscript submitted for publication.

## Acknowledgements

The process of completing this thesis has been a motivating, rewarding, and exciting but not an uncomplicated journey. I have often had doubts whether I would be able to make it and I have asked myself many times during this process why I do this? The answer is always: because it is so rewarding. It is like climbing a mountain. You climb a mountain because it is there. It is a challenge and it is rewarding and it is not until you have climbed a mountain that you fully understand why people do it. There is always a mountain to climb; there is always something to learn.

This journey would not have been possible without the support of people around me. I would like to thank my supervisor, Professor Daniel Västfjäll for challenging my thoughts, and for invaluable feedback and support. Daniel has followed my journey for many years and he has taught me to be an independent researcher. Thank you for both serious and some less serious and humorous discussions. Thank you for believing in me and for trusting me. Thank you also to Professor Anders Biel, my second supervisor.

I would also like to thank colleagues at the department and all friends that have supported me. I am especially thankful for my roommates at the office, Jenny Rangmar and Anna Rebelius, for invaluable, more or less philosophical discussions about anything and everything. I am also very thankful to Christopher Connant and Kathrine Roede for helping out with the design of the flight scenarios, Pär Bjälkebring and Marie Helsing for discussions about life as an adept to Daniel, Magnus Roos for discussions about methods, statistics and pandas, and Robert Broström for discussions about PhD studies, boats and other important things. I would also like to send a special thanks to Lina Rotbring for helping me organizing and analyzing data, and for invaluable discussions about writing, theory, methods, statistics, and pilots' decision-making. Thank you to Professor Monica Martinussen for reviewing this thesis and providing important comments. I am also grateful to Ann Backlund for both administrative and emotional support.

I am very thankful to all respondents in my studies. I would also like to thank the airline, which prefers to remain anonymous, that provided me with the opportunity to use simulators in my studies and which also supported me with travels to conferences. Thank you also to the whole training department and simulator instructors that made my studies possible.

I am also very grateful to my whole family for believing in me. Thank you to my mother, Anita and her husband Stig for being supportive and helping out testing questionnaires. Thank you to my father Karl-Erik that, a long time ago, kindly pointed out to me that education is important. Finally, I would like to give special attention to my wonderful wife, Majka, and my lovely children, Axel and Liv. Thank you for endless support, encouragement and for always being there and believing in me when I needed it most. You are my sunshine. You make me happy when the sky is grey.

Gothenburg, November, 2011

Johan Lindvall

## Populärvetenskaplig sammanfattning på svenska

Säkra och effektiva flygningar är beroende av piloternas förmåga att fatta lämpliga beslut. Beslutsfattande är en viktig del av piloternas arbete, speciellt när de tvingas fatta beslut i oväntade situationer. Även om piloter är väl tränade och det finns regler, modeller och standardiserade arbetsprocedurer som stöd i beslutsfattandet så inträffar det ändå olyckor. Mänskliga fel som har sitt ursprung i bedömningar och beslutsfattande har visat sig vara en bidragande orsak till en stor del av alla olyckor i kommersiell luftfart. En orsak till att olyckor sker är att människor ibland beslutar sig för att bryta mot gällande arbetsprocedurer eller regler.

Att bryta mot gällande procedurer är inte ovanligt bland piloter. Ett exempel på när piloter tenderar att bryta en procedur är under den senare delen av inflygningen och situationen är sådan att flygplanet och besättningen inte uppfyller vissa förutbestämda kriterier, en så kallad icke stabiliserad inflygning. Detta innebär att kriterier så som till exempel hastighet, flygplanskonfiguration rörande klaffposition samt landningsställ, och slutförande av checklistor inte är uppfyllda vid en viss given punkt på inflygningsprofilen, vanligen 1000 fot över marken. Enligt gängse standardiserade arbetsprocedurer (standard operating procedures, SOP) ska vid ett sådant tillfälle en obligatorisk avbruten inflygning ske. Detta innebär att besättningen avbryter inflygningen för att göra ett nytt landningsförsök. Men när denna situation uppstår i verkligheten har det visat sig att piloter sällan följer proceduren. Istället väljer man ofta att fortsätta inflygningen och landa. Bakgrunden till denna procedur är att flygplan som inte är stabiliserade riskerar att komma in till landningsbanan för snabbt, för högt, eller oförberett på annat vis. Detta i sin tur innebär en ökad risk för att flygplanet inte kan stanna inom landningsbanans gränser.

Det kan finnas många möjliga orsaker till varför piloter bryter procedurer. En flygorganisation verkar i ett sammanhang som påverkar både organisationen och dess medlemmar. Nationell kultur, företagskultur, sociala normer och värderingar är exempel på kontextuella faktorer som har visat sig påverka människors beteende i organisationer. Människor som är verksamma i komplexa miljöer som till exempel flygindustrin, agerar sällan som isolerade individer. Piloten är en del av en besättning, en grupp som formas av den sociala kontexten som därför måste tas i beaktande. Vidare så kan det också förekomma individuella skillnader som påverkar piloters beteende. Detta kan till exempel vara skillnader i beslutsfattandestil, riskuppfattning samt kognitiva och sociala färdigheter. Dessutom kan även affektiva processer påverka individers beteende.

Det övergripande målet med denna avhandling var att utforska bedömningar och beslutsfattande bland piloter i kommersiell luftfart (trafikflygare). Mer specifikt var målet att undersöka möjliga orsaker till varför piloter ibland väljer att bryta mot SOP, i det här fallet gällande stabiliserade inflygningar. Både en mer holistisk ansats och en individuell ansats har gjorts. En holistisk ansats antyder att anledningen till människors beteende och orsaker till olyckor inte enbart kan hittas genom att studera enskilda händelser eller beteenden. Istället måste man titta på systemet i sin helhet. Med en individuell ansats försöker man förstå varför en människa betedde sig som hon gjorde i en viss given situation utifrån de interna processerna. För att förstå varför ett visst beteende var helt logiskt och säkert för en operatör vid ett visst givet tillfälle, givet de psykologiska, operationella, kontextuella och organisatoriska begränsningar som gällde vid tidpunkten, måste man titta på både externa och interna faktorer som påverkar individen.

Fyra empiriska studier har genomförts, studierna I, II, III och IV. I Studie I och II undersöktes kognitiva och affektiva processer under experimentella förhållanden. Studie III hade en mer explorativ karaktär där även andra orsaker till att piloter ibland bryter procedurer undersöktes, som till exempel organisatoriska, sociala och individuella faktorer. I Studie IV vändes fokus mot individuella skillnader i beslutsfattandestil och beslutsfattandekompetens som möjliga orsaker.

Syftet med Studie I var att försöka se om människor som fattar beslut baserat på sin erfarenhet, vilket är vanligt i naturalistiska miljöer, i enlighet med tidigare studier tenderar att underskatta osannolika händelser. Detta i motsats till människor som uttryckligen får sannolikheten för ett visst utfall beskriven för sig, vilket är en vanlig situation när studier om beslutsfattande genomförs i laboratoriemiljöer. I det sistnämnda fallet tenderar människor vanligen att överskatta osannolika händelser. Icke piloter deltog i studien där en replikering av tidigare studier om underskattning genomfördes med tillägg av affekt. Affekt lades till för att närmare efterlikna verkligheten utanför laboratoriet där beslut ofta kan ha någon form av affektiv konsekvens, speciellt i sammanhang då konsekvenserna är potentiellt allvarliga. Deltagarna ställdes inför en valsituation där de fick välja mellan två alternativ antingen efter att ha fått en uttrycklig beskrivning av sannolikheten för en viss händelse eller efter att ha fått uppleva sannolikheten genom erfarenhet. Valsituationen hade antingen låg eller hög grad av affekt. Visst stöd för underskattning hittades när deltagarna baserade sitt val på erfarenhet och affekt medförde att valet blev mer slumpmässigt. Att endast ett visst stöd för underskattning hittades kan bero på att ett antal faktorer som tidigare inte kontrollerats för i tidigare studier togs i beaktande. Att ett visst stöd ändå hittades tyder på att underskattning som fenomen inte helt kan uteslutas. Effekten av affekt kan förklaras med att affekt gör att ett val blir svårare. Emotionellt laddade utfall leder till en inre konflikt som blir svårlöst, vilket skulle kunna förklara de mer slumpmässiga valen.

I Studie II undersöktes underskattning av osannolika händelser och effekten av affekt åter igen. Denna gång med bilförare och trafikflygare som deltagare. Syftet var att applicera forskningen om underskattning på en mer naturalistisk miljö. Tre experiment genomfördes. I experiment 1 fick deltagarna läsa en beskrivning av en trafiksituation där de kunde välja mellan två alternativ, antingen att följa eller bryta mot en trafikregel. Att bryta trafikregeln medförde en ökad risk för en olycka. Liksom i Studie I presenterades denna ökade risk antingen uttryckligen eller genom erfarenhet. Affekt introducerades genom att en del av deltagarna, i samband med sina val, fick se en bild av en trafikolycka tänkt att inducera affekt. I experiment 2 deltog trafikflygare i en simulatorstudie där de ställdes inför en situation då inflygningen inte var stabiliserad. Detta är en situation då SOP beskriver att det korrekta förfarandet är att avbryta inflygningen. Hälften av deltagarna fick innan simulatorflygningen uttrycklig information om risken för en incident eller olycka om man väljer att inte avbryta en inflygning som inte är stabiliserad. Hälften av deltagarna fick ingen explicit information och antogs därför fatta beslut grundat på sin erfarenhet. I experiment 3 deltog återigen trafikflygare. Denna gång i ett scenariobaserat experiment. Deltagarna fick läsa en beskrivning av en bekant situation då inflygningen inte var stabiliserad och de kunde välja mellan två alternativ, antingen att följa eller bryta proceduren. Liksom i tidigare experiment fick en del deltagare se en uttrycklig beskrivning av sannolikheten för en incident eller olycka medan andra fick basera sitt beslut på sin erfarenhet. För att inducera affekt fick en del av deltagarna, i samband med sina val, se en bild av en flygolycka. Inget stöd för varken underskattning eller effekten av affekt hittades i något



experiment. Resultatet skulle kunna förklaras med att människor i naturalistiska miljöer inte fokuserar på sannolikheter. Istället är det andra faktorer som är viktigare, som till exempel enklare beslutsregler eller erfarenhet.

I Studie III flyttades fokus bort från underskattning och mer mot andra möjliga orsaker till att piloter bryter procedurer. Studie III syftade till att explorativt undersöka möjliga faktorer som kan orsaka att piloter bryter procedurer. Dessa faktorer skapades med utgångspunkt i både tidigare forskning, kommentarer från erfarna piloter samt min egen personliga erfarenhet som trafikflygare. Dessa faktorer var ämnade att fånga upp organisatoriska, sociala och individuella dimensioner. Data till Studie III samlades in i samband med Studie II då trafikflygare deltog i dels en simulatorstudie och en scenariobaserad studie. Båda involverade en situation där inflygningen inte var stabiliserad och deltagarna kunde välja antingen att följa gällande procedur och avbryta inflygningen, eller bryta mot den och fortsätta in för att landa. Skillnader hittades mellan de som valde att följa proceduren och de som valde att bryta den. De som valde att bryta proceduren bedömde risken för en incident om man inte avbryter en icke stabiliserad inflygning som mindre, jämfört med de som följde proceduren. Dessutom kände de som valde att bryta proceduren mindre stress, en större vilja att landa till varje pris, mer press att landa och mindre stöd från sin kollega när de fattade sitt beslut. Dessutom anser de som bröt proceduren, relativt de som följde den, att proceduren är för strikt och att den inte är så viktig för flygsäkerheten. Strikthet och viktighet för flygsäkerheten kan ses som attitydmått. Vidare statistisk analys visade att alla ovan nämnda variabler, utom attitydmåtten, var relaterade till faktiskt beteende, att bryta proceduren. En förklaring till att attitydmåtten inte relaterade till faktiskt beteende är att kopplingen mellan attityder och beteende ofta är relativt svag i de flesta studier. Avslutningsvis så visade resultatet från Studie III att majoriteten av piloterna använde sig av erfarenhetsbaserat beslutsfattande oavsett om det innebar att bryta eller följa proceduren. Även om piloter är tränade till att vara analytiska och systematiska beslutsfattare så litar de flesta på sin erfarenhet när situationen kräver det.

I Studie IV flyttades fokus mer mot individuella skillnader i beslutsfattandestil och beslutsfattandekompetens. Med beslutsfattandestil avses att människor följer ett någorlunda stabilt mönster, eller har en karakteristisk stil, när de fattar beslut. De olika beslutsstilarna är rationell, intuitiv, beroende, undvikande och spontan. Beslutsfattandekompetens mättes med en del av NOTECHS-skalan (non-technical skills) som är tänkt att reflektera analytiskt, systematiskt och normativt korrekt beslutsfattande. I tillägg mättes deltagarnas egen uppfattning om hur kompetenta de var avseende NOTECHS. Beslutsfattandestil, NOTECHS och självskattad kompetens relaterades till brytande av proceduren med stabiliserad inflygning. Data till Studie IV samlades in i samband med Studie III i en simulatorstudie (experiment 1) och en scenariobaserad studie (experiment 2). I experiment 1 skattades NOTECHS av simulatorinstruktören i experiment 2 skattades NOTECHS genom självskattning. Resultatet visade att den rationella stilen dominerade bland trafikflygare i både experiment 1 och 2. I experiment 1 hittades ingen relation mellan objektiv NOTECHS och beslutsfattandestil. Däremot hittades skillnader i objektiv NOTECHS och beslutsfattandestil mellan de som valde att bryta proceduren och de som valde att följa den. Jämfört med de som bröt proceduren så har de som följde den en mer rationell beslutsfattandestil och skattades högre på objektiv NOTECHS på så sätt att man i högre grad involverade sin kollega i beslutsfattandeprocessen. Resultatet från experiment 2 visade att en hög subjektiv skattning på NOTECHS delvis var relaterat till brytande av

proceduren. Detta var inte förväntat eftersom NOTECHS är tänkt att reflektera analytiskt, systematiskt och normativt korrekt beslutsfattande. Vidare så förväntades ett positivt samband mellan NOTECHS och den rationella beslutsfattandestilen samt ett negativt samband med de övriga stilarna. Resultatet av experiment 2 visade på ett positivt samband mellan subjektiv NOTECHS och rationell, intuitiv och beroende beslutsfattandestil samt ett negativt samband till undvikande och spontan stil. En möjlig förklaring till att alla samband inte var i förväntad riktning är att NOTECHS inte till fullo reflekterar analytiskt och systematiskt beslutsfattande. NOTECHS kan fortfarande reflektera normativt korrekt beslutsfattande om man beaktar att intuitiv stil inte nödvändigtvis är negativt då intuition, i andra studier, har visat sig vara relaterat till organisatorisk effektivitet. Vidare så kan det positiva sambandet till beroende stil förklaras av att arbetsmiljön i cockpit har en beroende karaktär på så sätt att man arbetar i en grupp där alla är beroende av varandra för att säkert och effektivt utföra uppdraget. Vidare så hittades också ett samband mellan beslutsfattandestil och procedurföljande där de som bröt proceduren har en mer spontan stil. När det gäller uppfattningen om den egna kompetensen gällande NOTECHS så har vissa deltagare något som kan betraktas som en övertro, det vill säga de anser att de har högre kompetens än vad som är nödvändigt. Detta var också relaterat till brytande av proceduren. Sammanfattningsvis så visar resultaten från Studie IV att, även om NOTECHS är tänkt att reflektera analytiskt, systematiskt och normativt korrekt beslutsfattande, så är det inte alltid fallet och att ytterligare utveckla innehållet i NOTECHS-skalan kan vara av nytta.

I denna avhandling har både en holistisk och individuell ansatts gjorts. Systemet i sin helhet kan inte separeras från de enskilda delarna, de interna individuella processerna. Samtidigt är det inte tillräckligt att enbart studera de individuella processerna utan att ta hänsyn till sammanhanget. En slutsats som kan göras är att både holistiska och individuella faktorer interagerar i sin påverkan på piloters beteende. Förståelsen av hur de olika delarna i ett system interagerar för att skapa en helhet kan vara en nyckelfaktor för att skapa ett säkert system.

## Table of Contents

Introduction	1
Human error and violations	3
<i>Human error</i>	3
<i>Violations</i>	8
<i>Error and violation countermeasures</i>	11
<i>Pilot Behavior</i>	14
<i>Driving Behavior</i>	15
Judgment and Decision-making, JDM	16
<i>Background</i>	16
<i>Contemporary Research on Judgment and Decision-making</i>	17
<i>The Description-experience gap</i>	19
<i>Decision-making and Affect</i>	20
<i>Dual Process Theory</i>	22
<i>Decision-making Style</i>	23
Naturalistic decision-making, NDM	24
<i>Overview</i>	24
<i>NDM and Aviation</i>	29
Aeronautical Decision-making, ADM	29
<i>Overview</i>	29
<i>NOTECHS</i>	34
Summary of Empirical Studies	35
<i>Overview</i>	35
<i>Study I</i>	39
<i>Study II</i>	40
<i>Study III</i>	44
<i>Study IV</i>	45
Discussion	47
<i>Interpretation of the Results</i>	47
<i>Conclusion</i>	51
<i>Limitations</i>	52
<i>Applications</i>	54
<i>Final Remarks</i>	55
References	57

