

The Swiss Alpine Helicopter Experience based on GNSS as the Primary NAV Sensor

AHORN 2018

Heinz Wipf AIRNAV CONSULTING Zurich

Outline

- Introduction
- Problem Statement
- Example
- Outlook

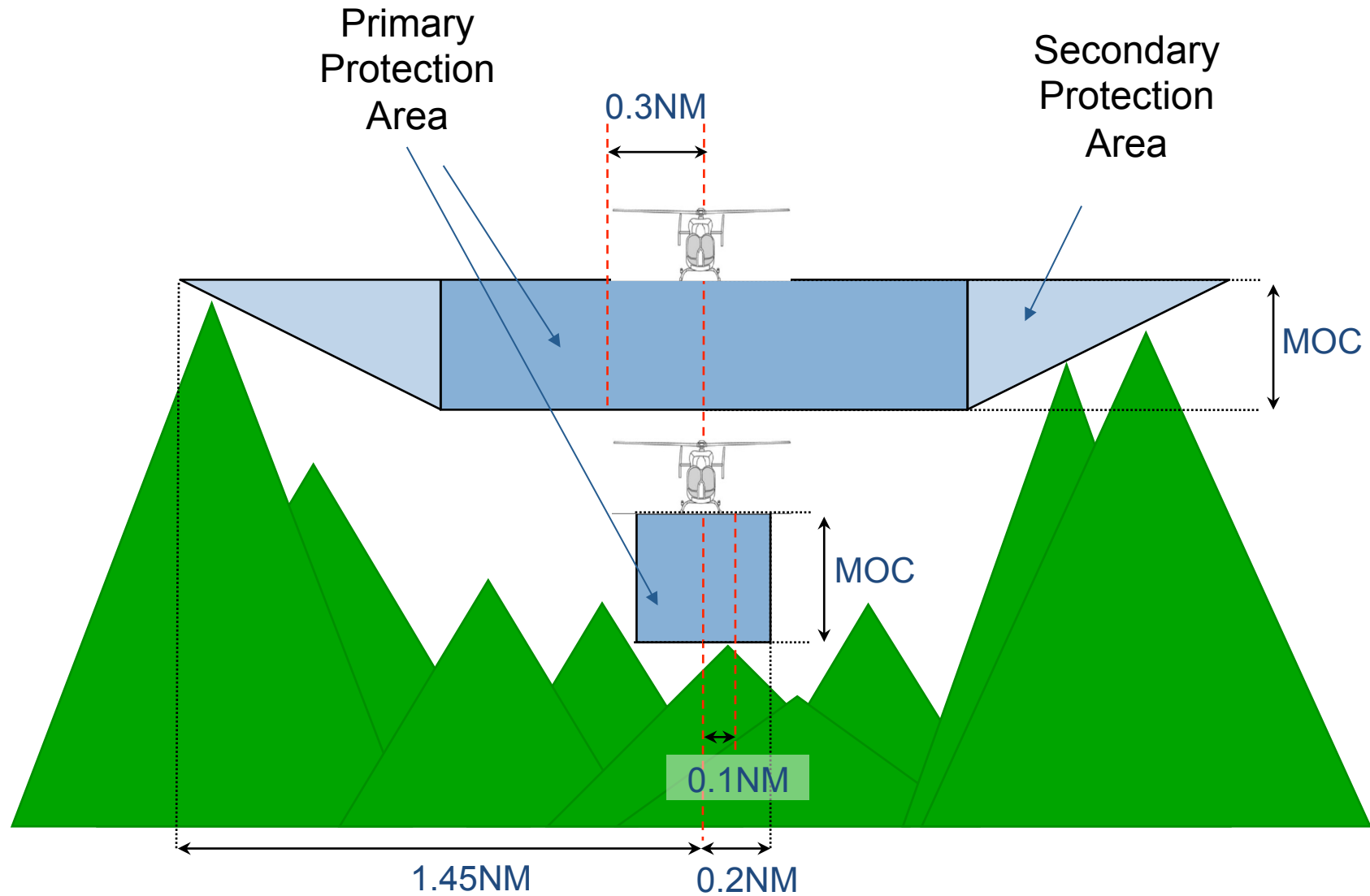


Photo Rega



Photo Rega

Procedure Design in Mountainous Areas

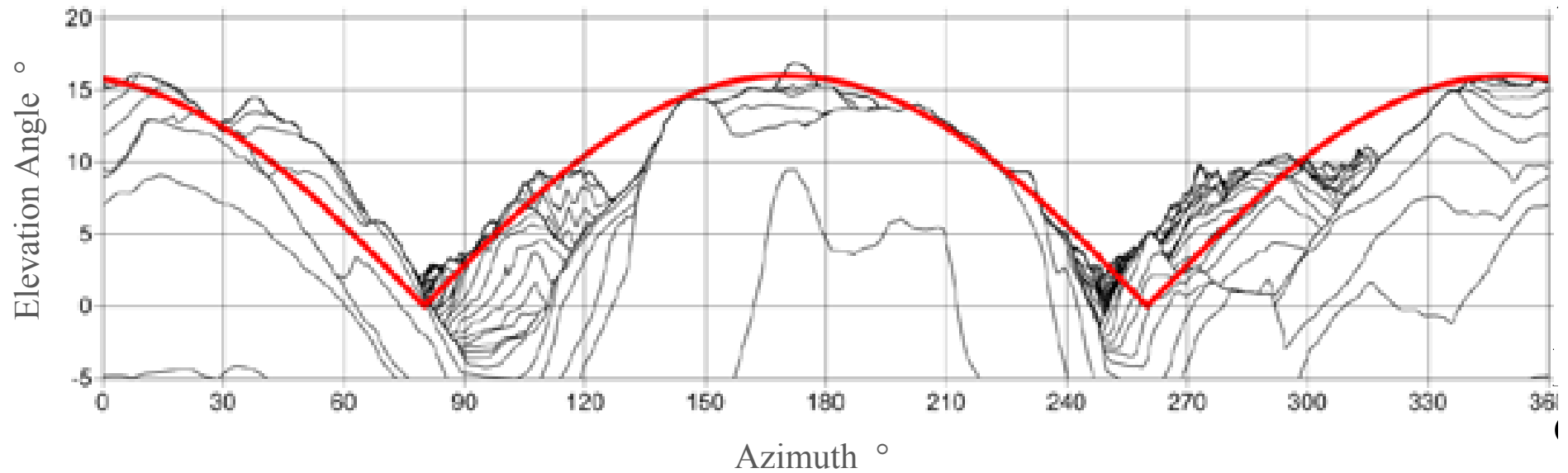


NAV - GPS/SBAS only



Photo Rega

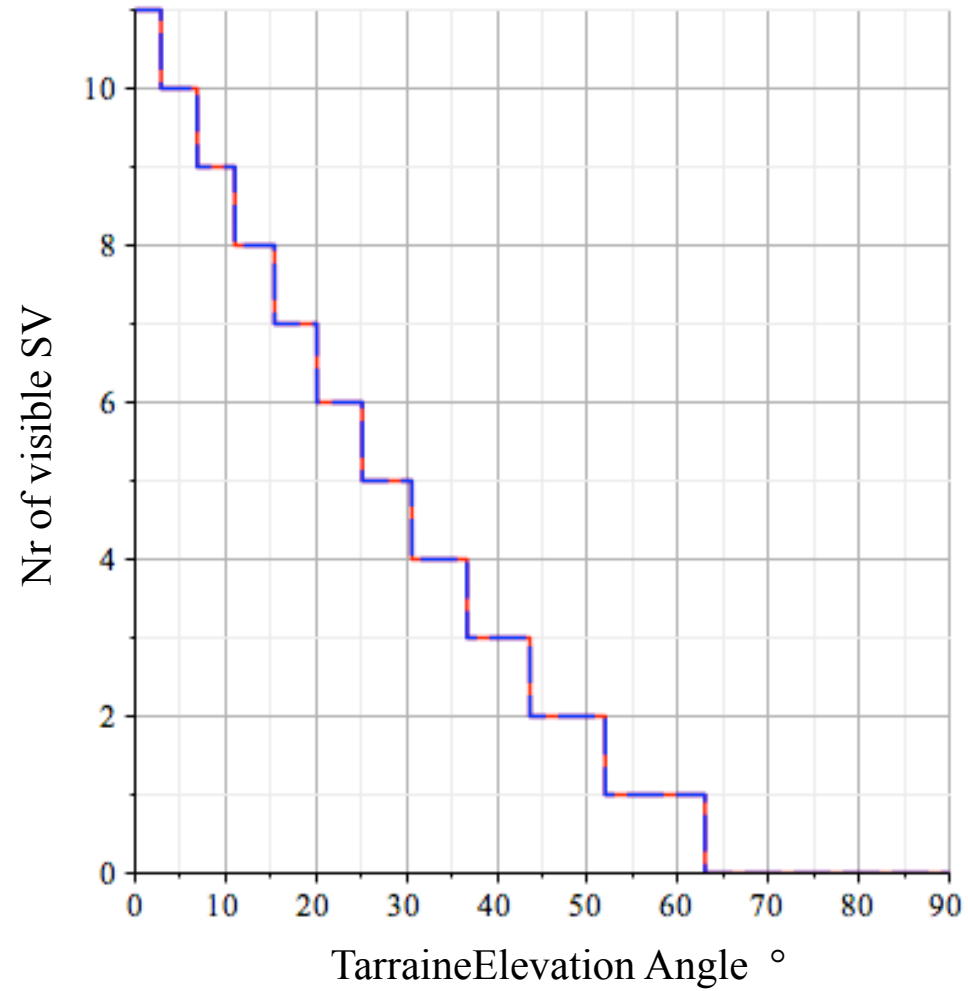
Typical Swiss Alpine Valley



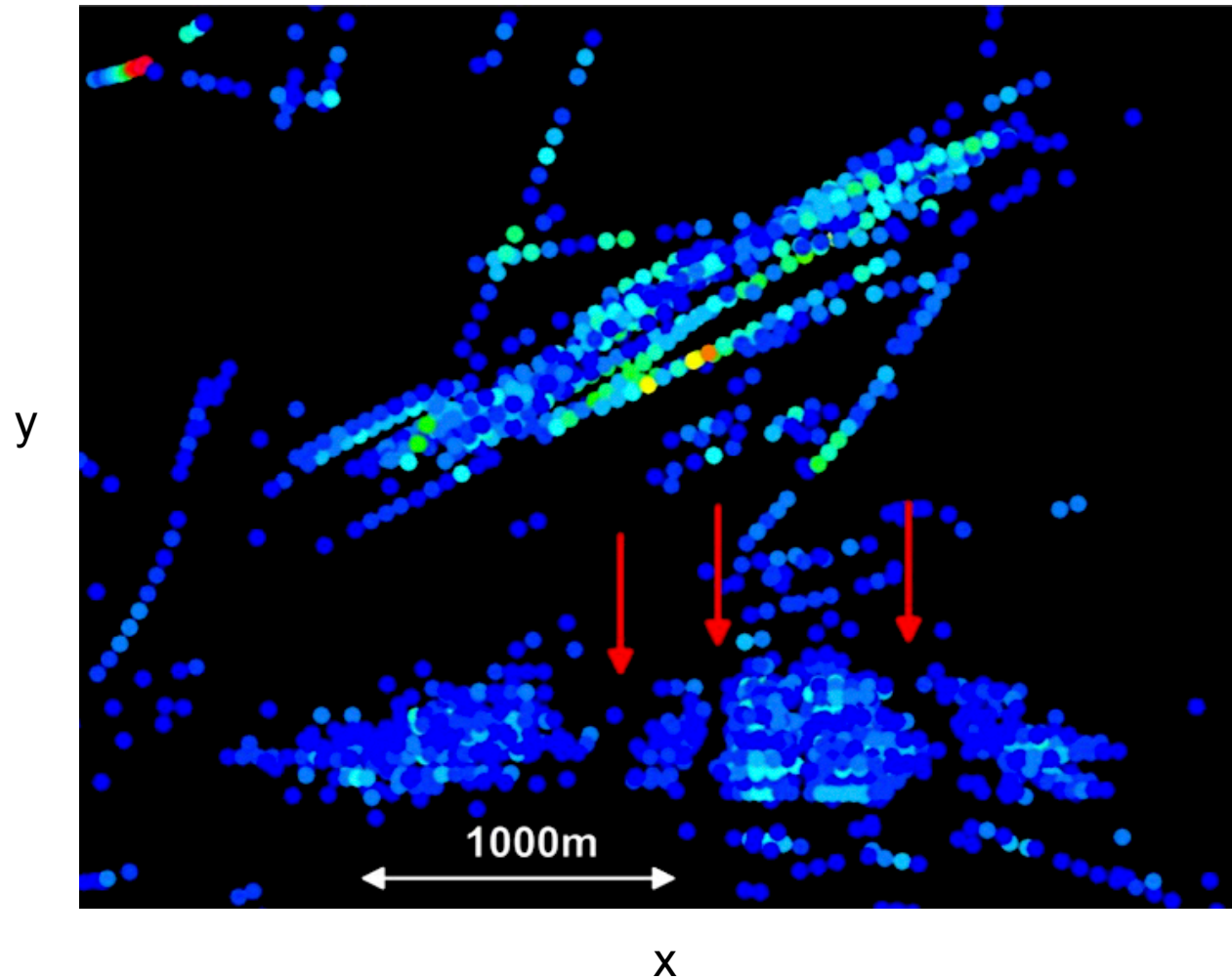
Terrain silhouette and elevation angles

from Geiger A., Wipf H., Scaramuzza M. PLANS 2014

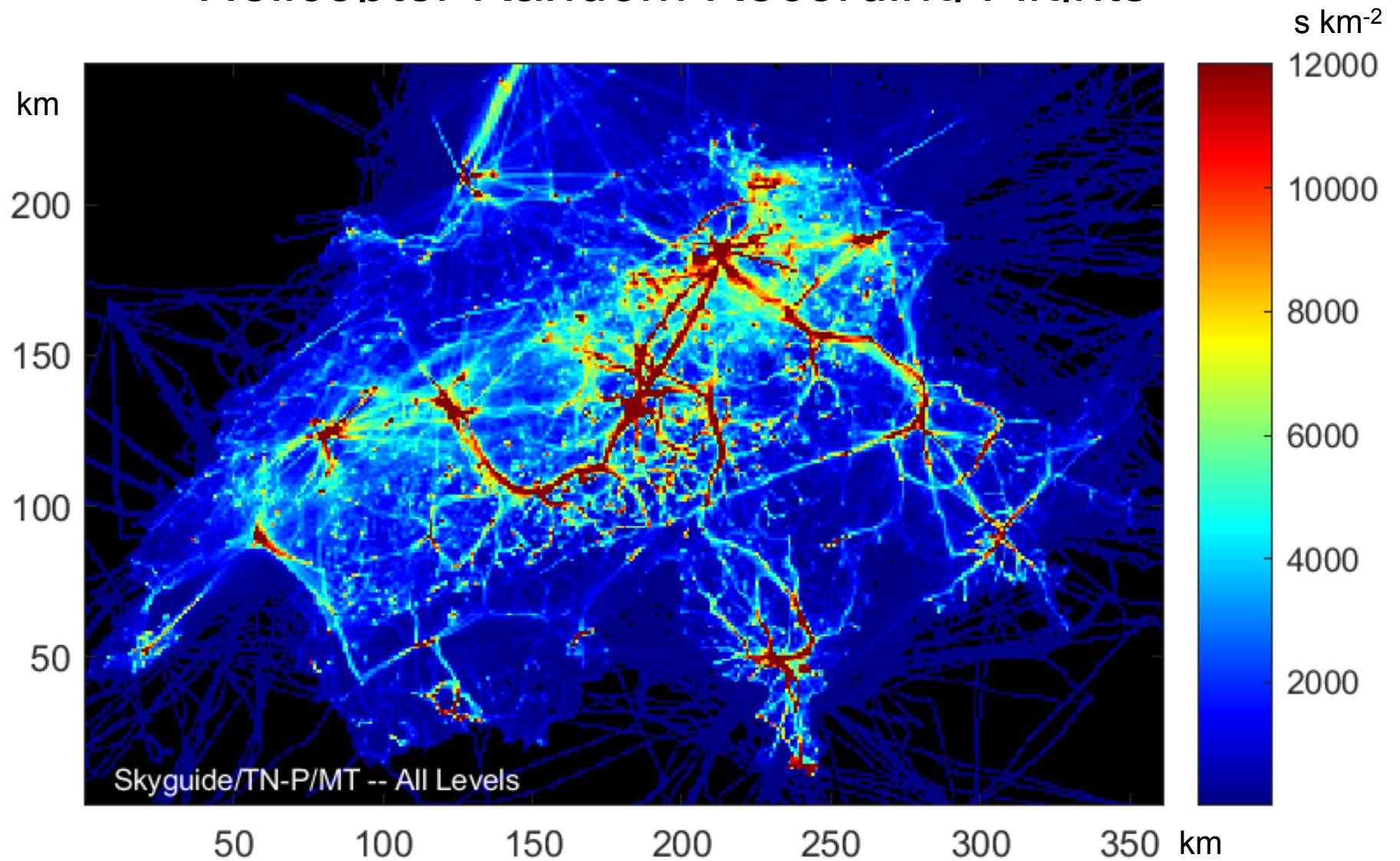
GPS Terrain shadowing in Alpine Valleys



Potential GPS Signal Interferences



Helicopter Random Recording Flights



from Troller M.

Flight Trials – NAV Performance

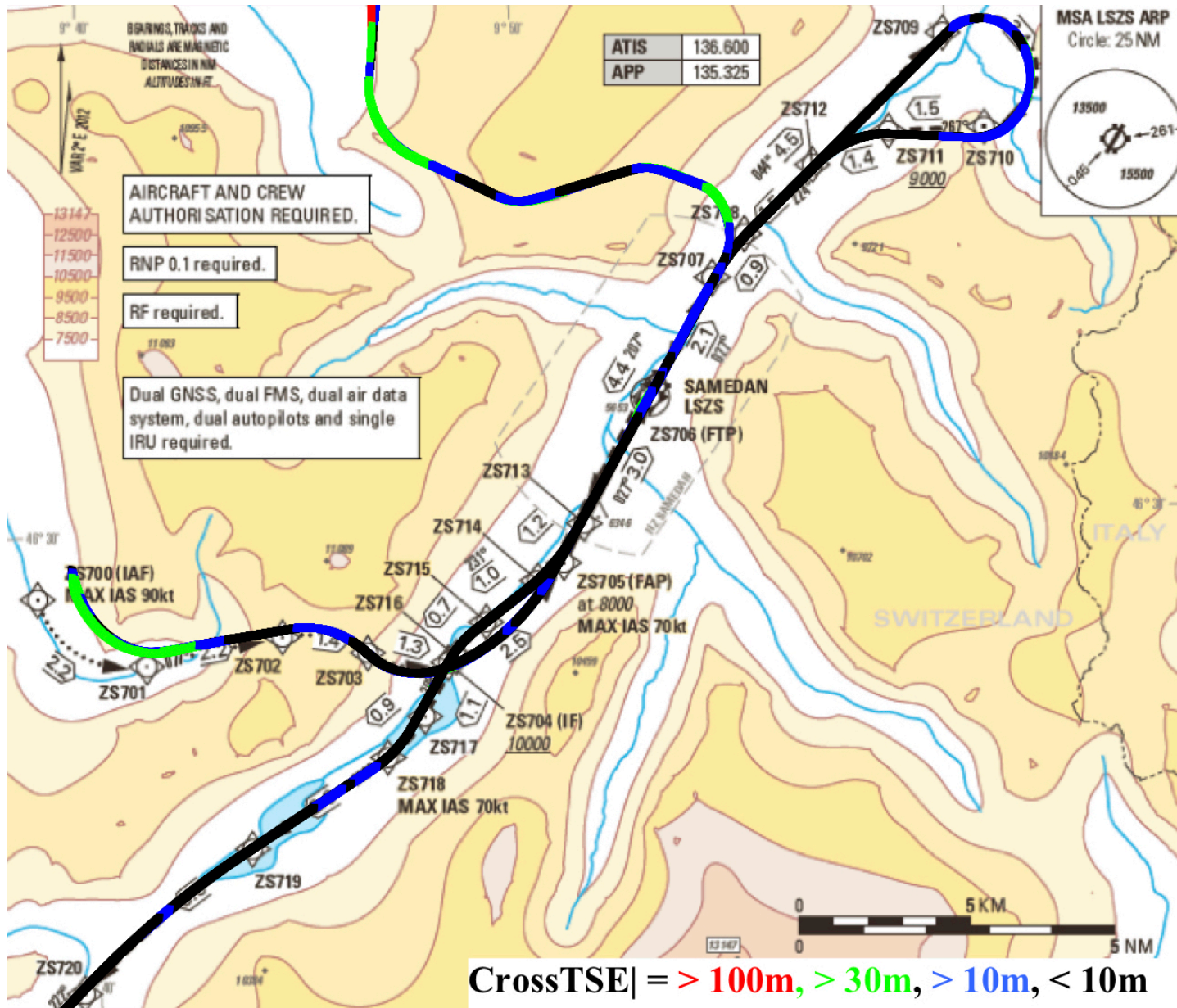
- 6 separate flights from Bivio to Samaden via Julier
- Cross Track – Lateral Errors
 - Navigation System Error (NSE)
 - Total System Error (TSE)
- Statistical Modeling

$TSE = f\langle NSE, \text{attitude, nonphysical track, pilot intervention, autopilot} \rangle$

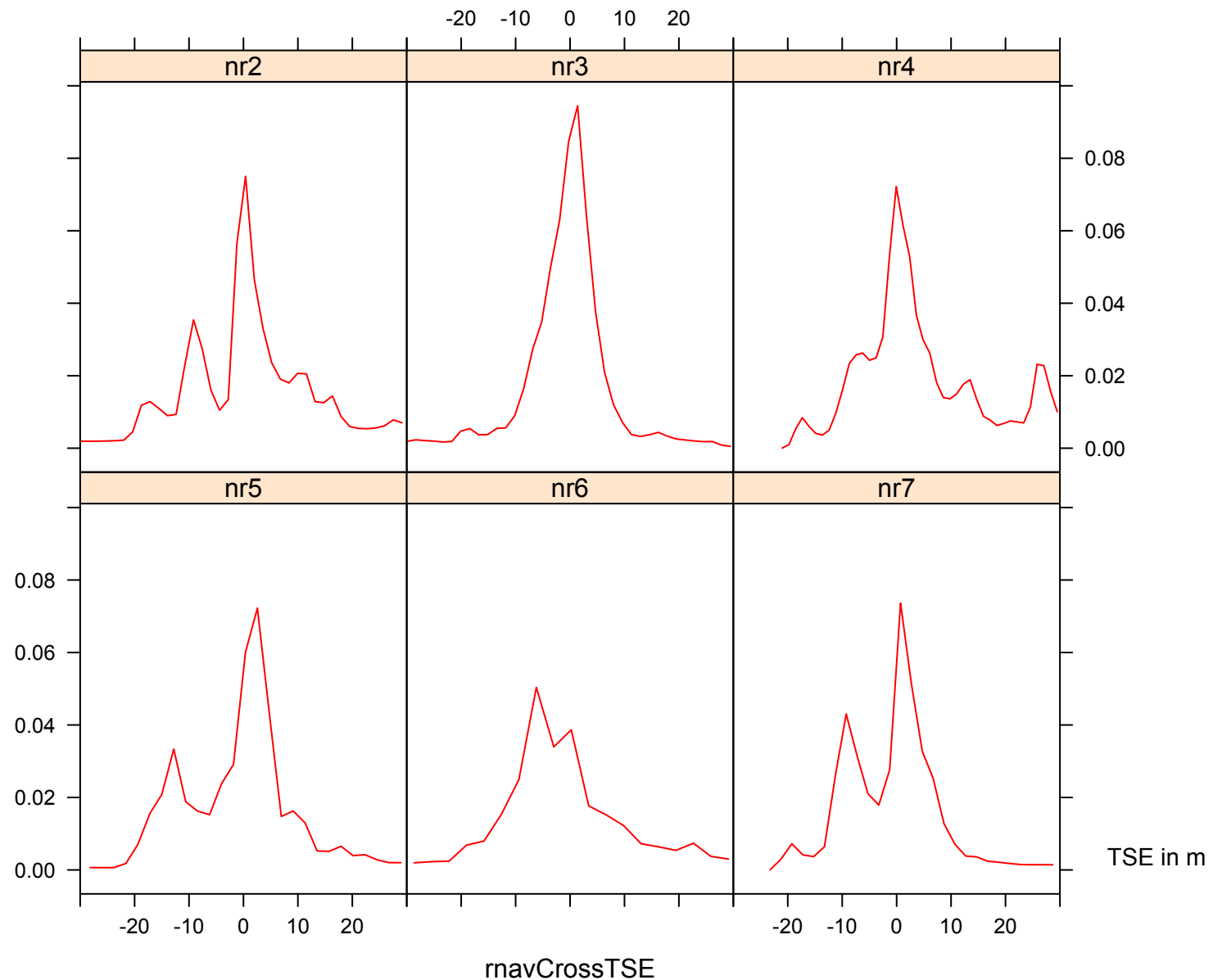
$\text{Autopilot} = f\langle \text{Wind, control loop characteristics, initial heading} \rangle$

- Units
 - error distances in m
 - sample time $\Delta t = 0.1\text{s}$

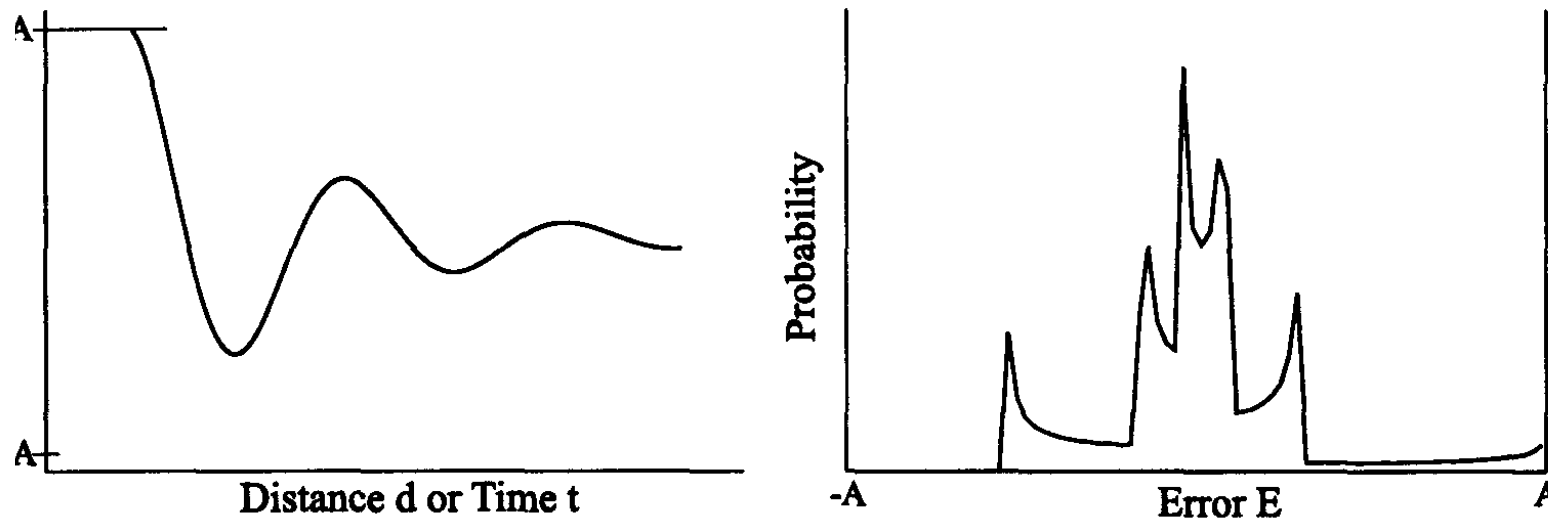
PROuD IFR Flight Trials



Probability Density Function Lateral TSE

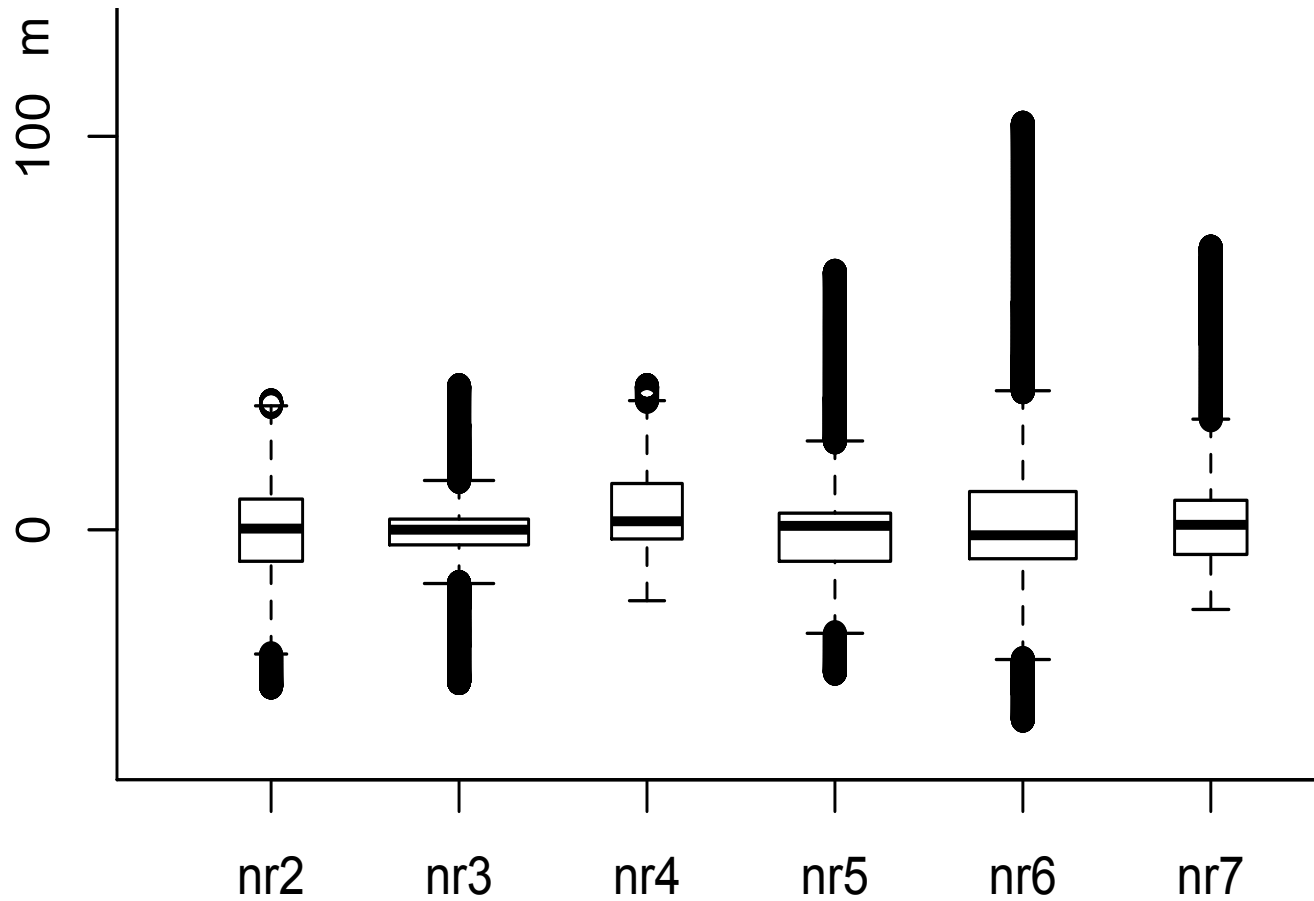


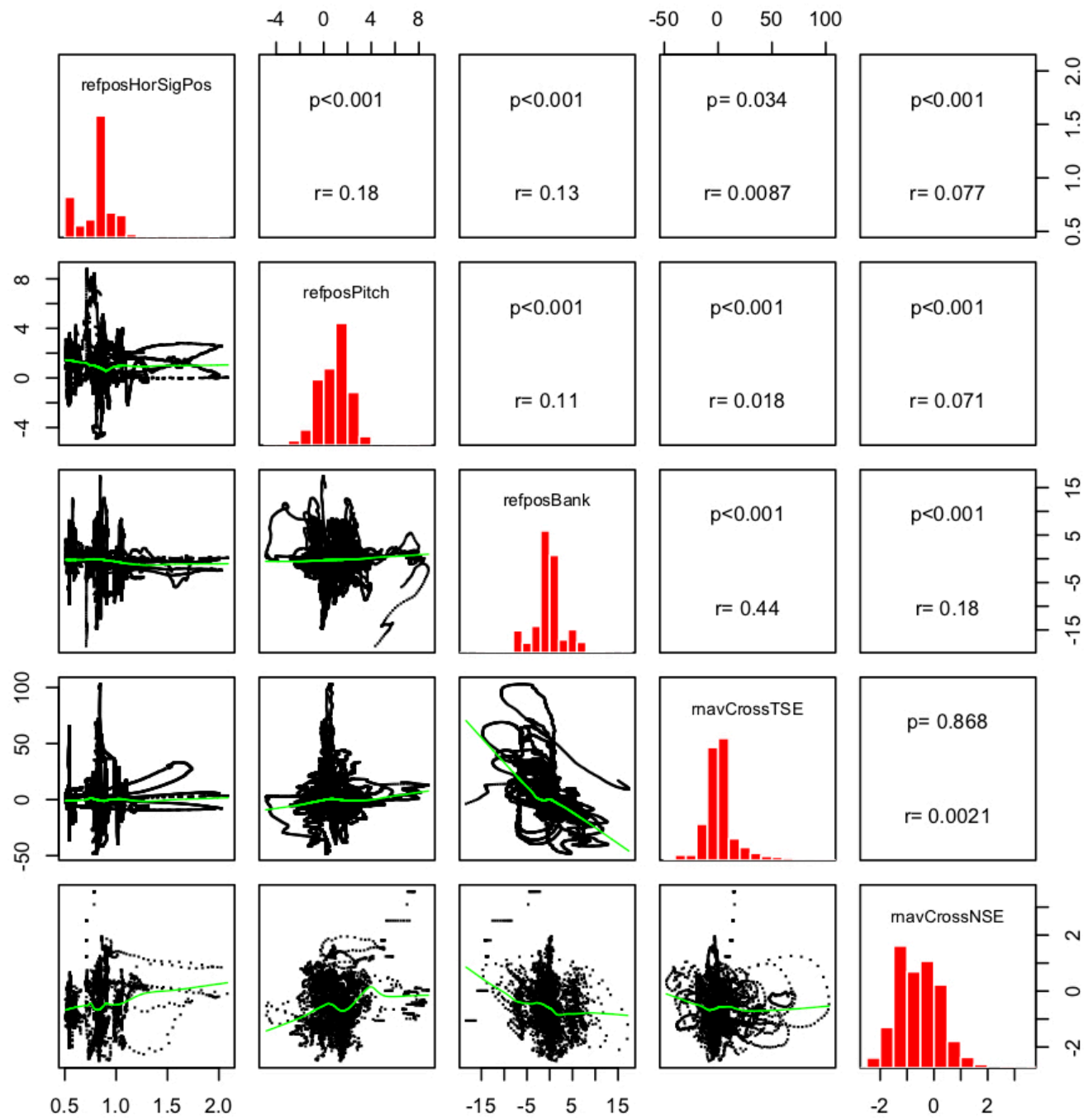
Typical theoretical TSE - Autopiloted



3.10.: Damped oscillation describing a modeled error depending on time or distance (left) and corresponding error distribution (right).

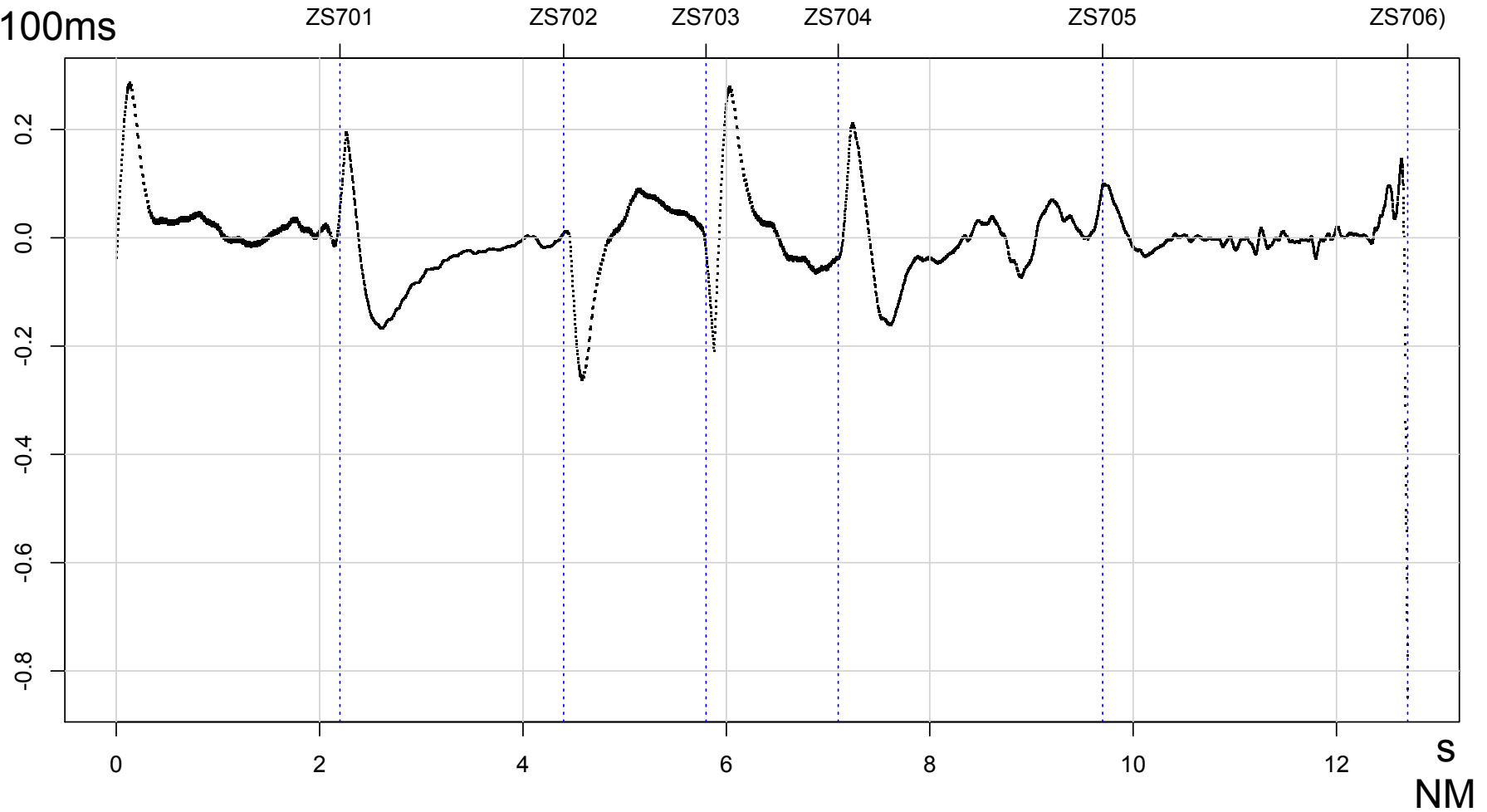
Analysis Lateral Total System Error





Run nr3

dTSE/dt
m/100ms



SCHWEIZERISCHE ZEITSCHRIFT FÜR
VERMESSUNG UND KULTURTECHNIK
Revue technique Suisse des Mensurations et du Génie rural

Herausgeber: Schweiz, Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik. Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft f. Photogrammetrie

Editeur: Société Suisse de Mensuration et du Génie rural. Organe officiel de la Société Suisse de Photogrammétrie

REDAKTION: Dr. h. c. G. F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)

Redaktionschluß: Am 1. jeden Monats

Expedition, Administration und Inseratenannahme:

BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR AG., Telephon (052) 2 22 52

Schluß der Inseratenannahme am 6. jeden Monats

NR. 6 • II. JAHRGANG

der „Schweizerischen Geometer-Zeitung“
Erscheinend am 2. Dienstag jeden Monats

12. JUNI 1951

INSERATE: 25 Rp. per einspalt. mm-Zelle.
Bei Wiederholungen Rabatt gemäß spez. Tarif

ABONNEMENTE:

Schweiz Fr. 15.—, Ausland Fr. 20.— jährlich

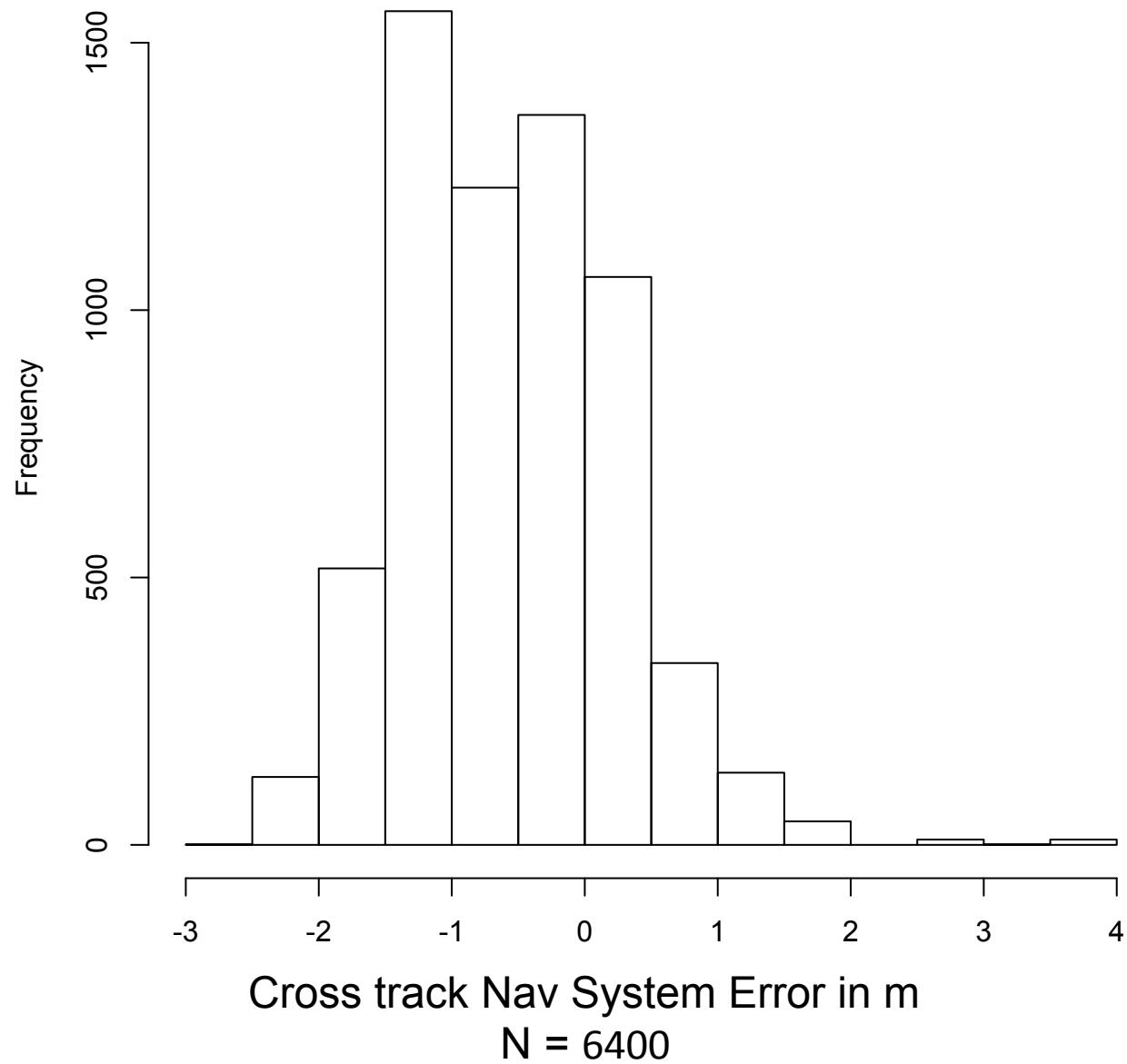
Für Mitglieder der Schweiz. Gesellschaft für
Photogrammetrie Fr. 10.— jährlich

Die Klothoide als Übergangskurve im Straßenbau

Von E. Bachmann, dipl. Ing.

Der Übergang von einer Geraden in einen Kreisbogen ist immer sprunghaft, wenn dies auch bei sehr großen Radien oder geringen Fahrgeschwindigkeiten nicht ohne weiteres spürbar ist. Die Eisenbahnen, welche gegen Ende des letzten Jahrhunderts große Fahrgeschwindigkeiten erreichten, begannen schon damals ihre Kurven zu überhöhen und zwischen Gerade und Kreis eine Übergangskurve einzuschalten. Diese, den besonderen Fahreigenschaften der Bahnen angepaßte Übergangskurve ist die sogenannte kubische Parabel.

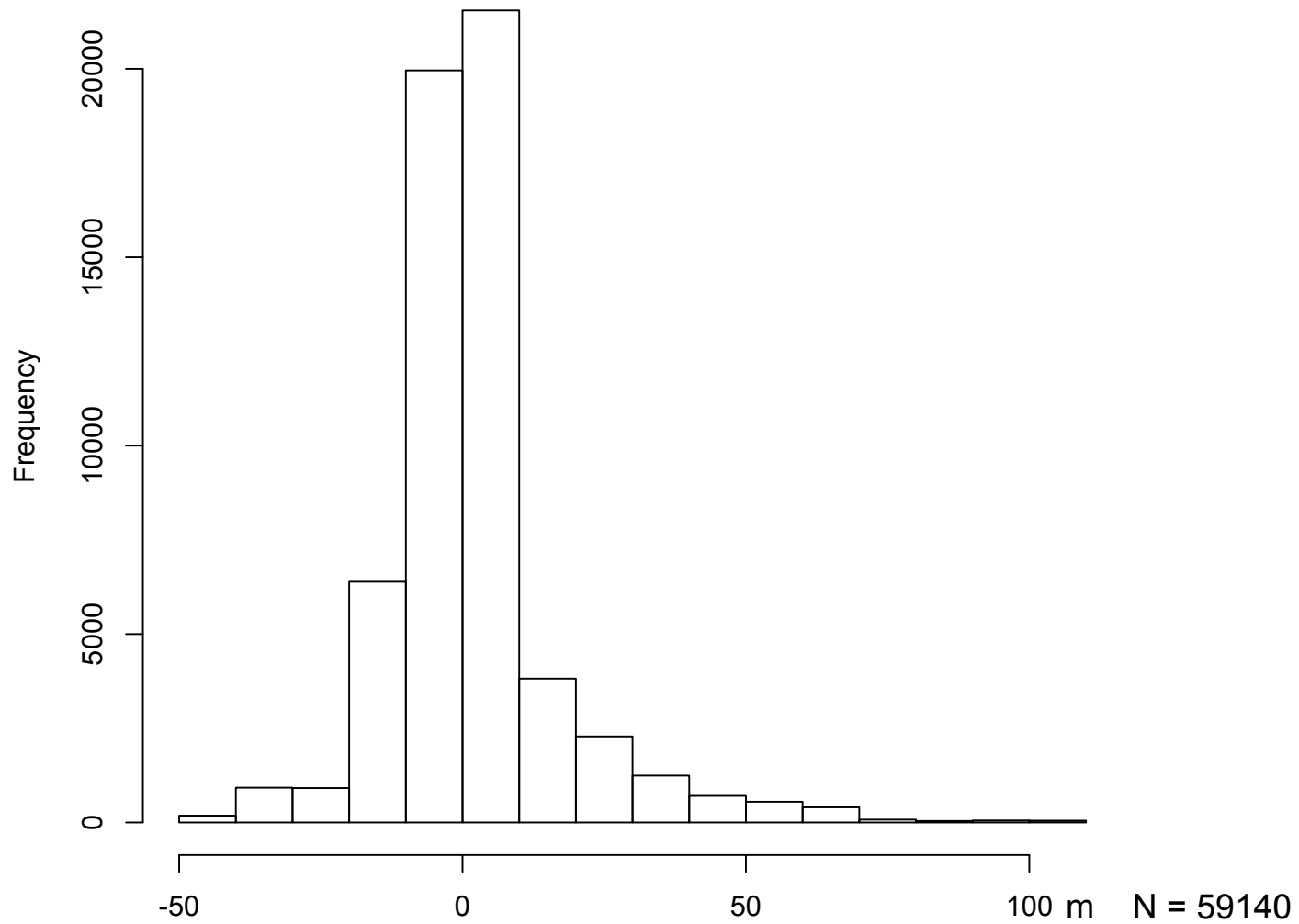
Lateral Navigation System Error



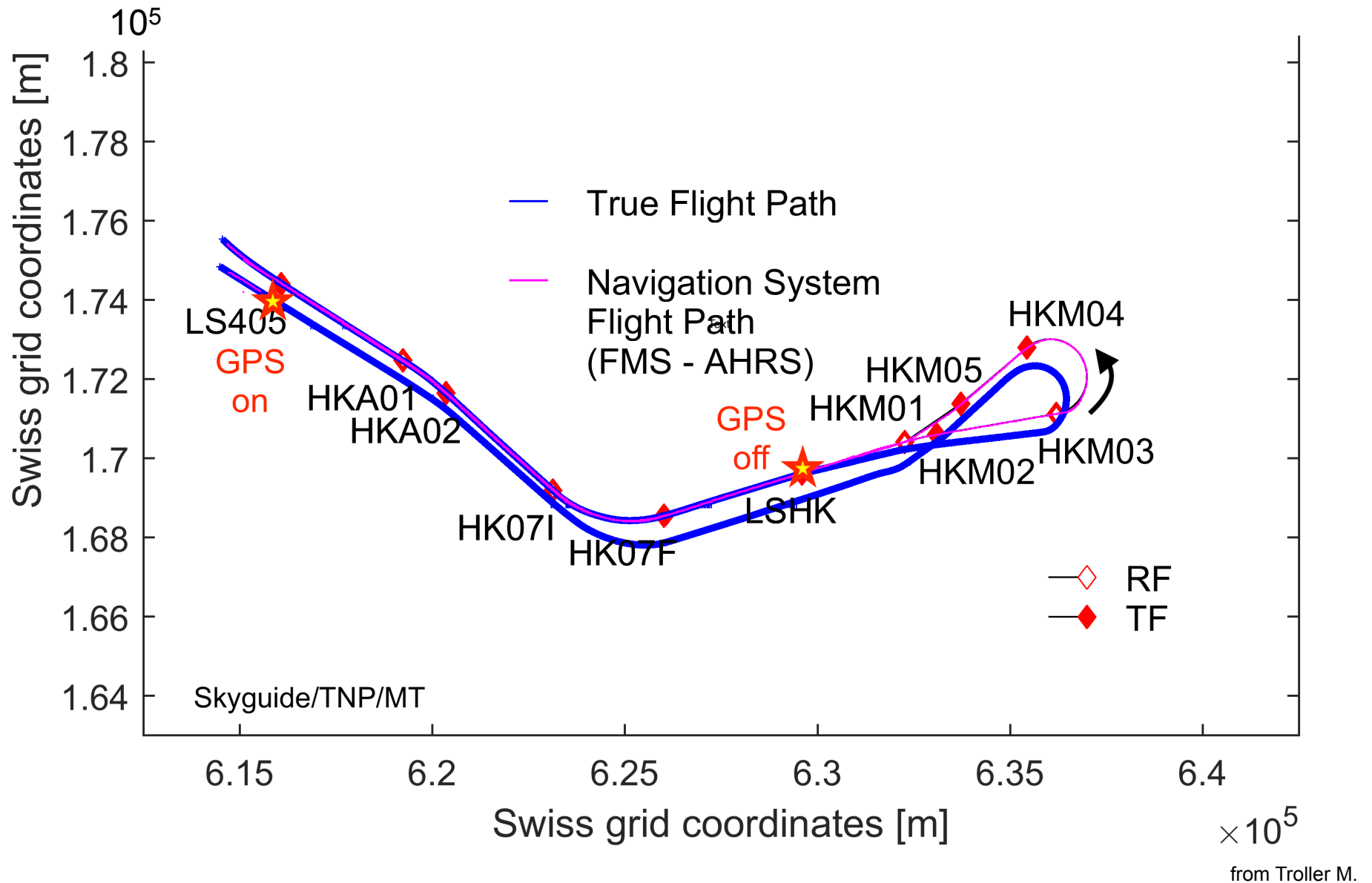
Lateral Total System Error

Quantile **95%** 99% 99.9% 99.99% 99.999%

31.54336 60.73640 98.43133 103.00122 103.06084 m



Attitude Heading Reference System - AHRS



Outlook

Available Publications

- Geiger et al. „Simplified GNSS Positioning Performance Analysis“
2014 PLANS Monterey USA
- Scaramuzza et al. RFI „Detection in Switzerland based on Helicopter Recording Random Flights“
2014 IFIS Oklahoma USA
- Schwendener „Flight Inspection of Helicopter Procedures in a Challenging Topographic Environment“
2014 IFIS Oklahoma USA
- Troller et al. „Flight Performance Investigations of enhanced Rotorcraft Operations in Mountainous Areas“
2016 ION GNSS+ Portland, Oregon USA
- Wipf H. “Total System Error (TSE) Analysis of Helicopter Procedure in an Alpine Environment Flying
Advanced RNP Procedures “Procs 2018 International Flight Inspection Symposium ION and ICASC
Monterey CA