Drogi zaufania

Zwiększanie Potencjału
Na Rzecz Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego

Building Road Safety Capacity

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

Drogi zaufania

Zwiększanie Potencjału
Na Rzecz Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego
Building Road Safety Capacity
Warsaw 2-4 October 2013

INFLUENCE OF GEOMETRIC SOLUTIONS AND CROSS-SECTION ON SAFETY

Prof. Francesca La Torre, PhD, PE
Full Professor of Roads, Railways and Airport Engineering
University of Florence
Civil and Environmental Engineering Department
francesca.latorre@unifi.it

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

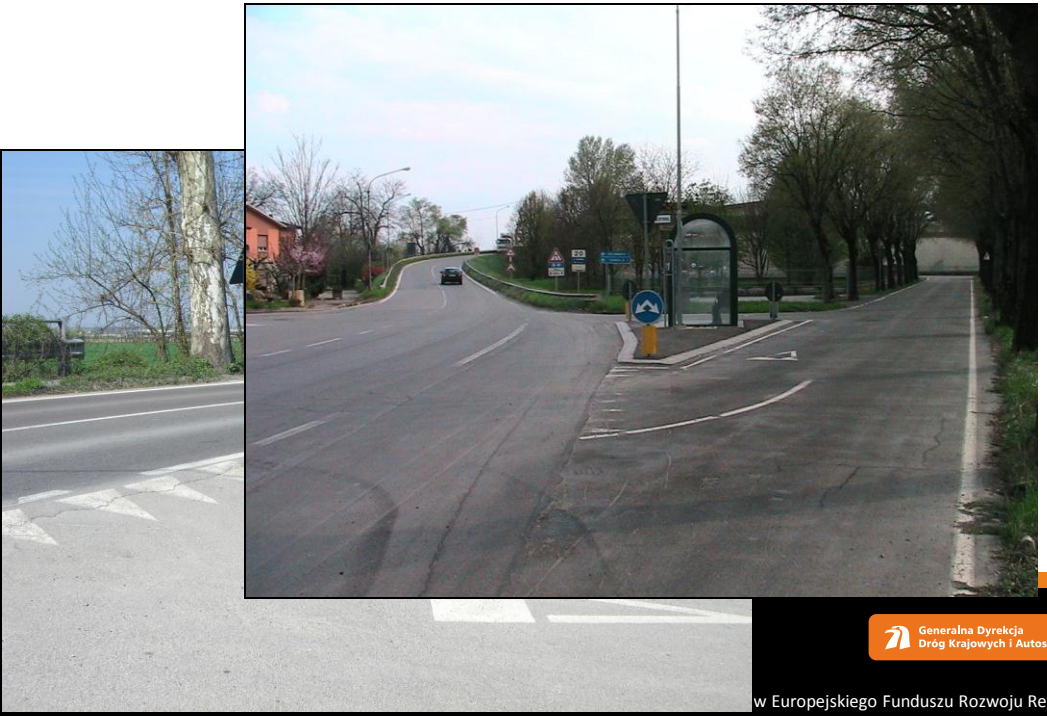
WHAT IS "SAFETY"

SUBJECTIVE SAFETY

- Perception
- Values vary between observers

OBJECTIVE SAFETY

- Quantifiable
- Independent of the observer



Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
w Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Oper

OBJECTIVE "SAFETY" – CRASH COUNTS

The driver makes a mistake

Vehicle non in perfect conditions?

Hazard in the roadside

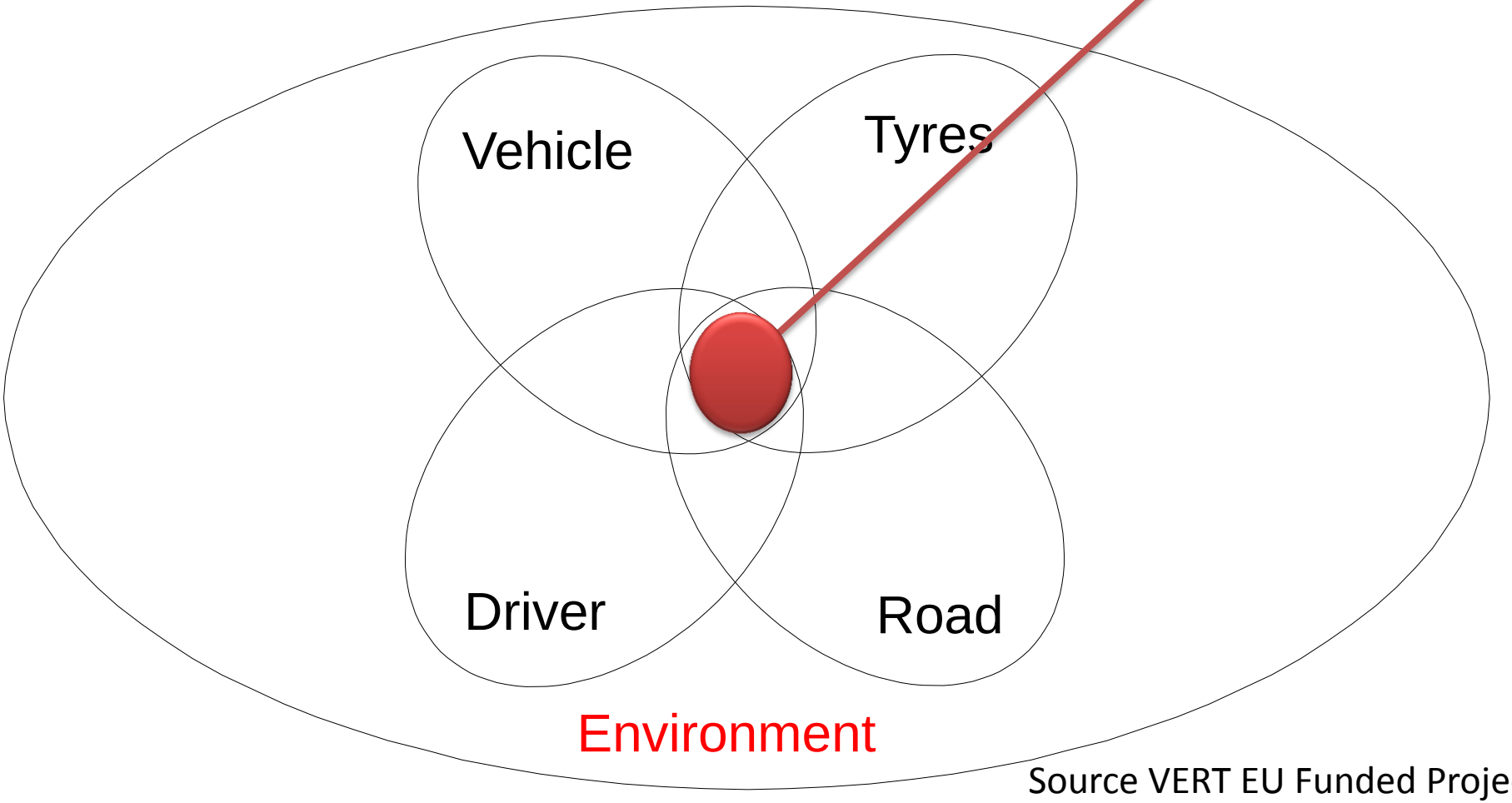
Source W. Wink, ERF Belgrade, 2005

+ an environmental condition

OBJECTIVE "SAFETY" – CRASH COUNTS

CONTRIBUTING FACTORS

VERT PROJECT

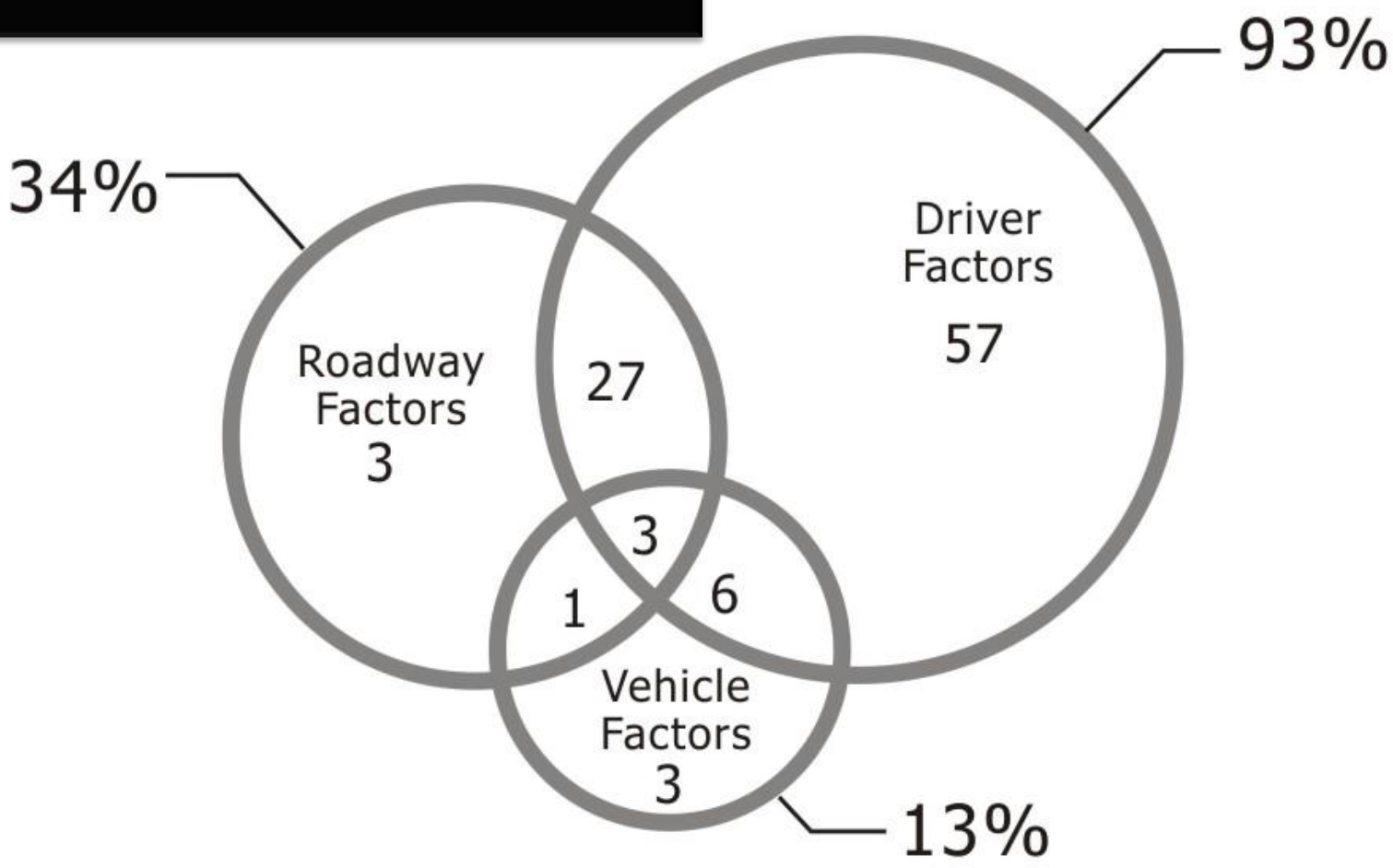


Source VERT EU Funded Project

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

OBJECTIVE "SAFETY" – CRASH COUNTS

CONTRIBUTING FACTORS

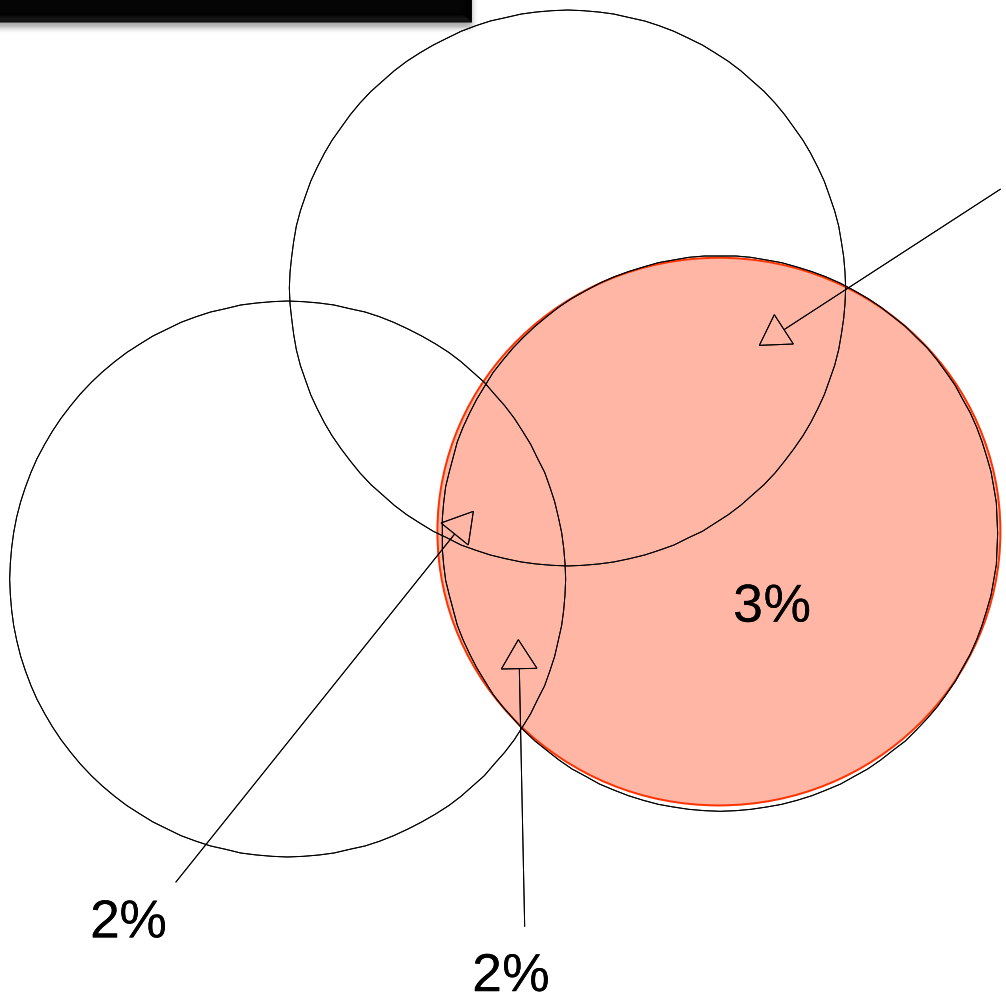


Source AASHTO HSM originally from Treat, 1979

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

OBJECTIVE "SAFETY" – CRASH COUNTS

CONTRIBUTING FACTORS



Source Lamm, 1999

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

IMPROVING SAFETY BY ROAD DESIGN

- **How do we design safer roads;**
- **How do we assess the safety effectiveness of given design solutions.**

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

IMPROVING SAFETY BY ROAD DESIGN

SELF EXPLAINING ROADS
(reduce the likelihood of a driver error)

FORGIVING ROADS/ROADSIDES
(reduce the consequence of the event)

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

SELF EXPLAINING ROADS

ERASER
Evaluations to Realise a common Approach to Self-explaining European Roads

SPACE
Speed Adaption Control by Self Explaining Roads

http://www.eranetroad.org/

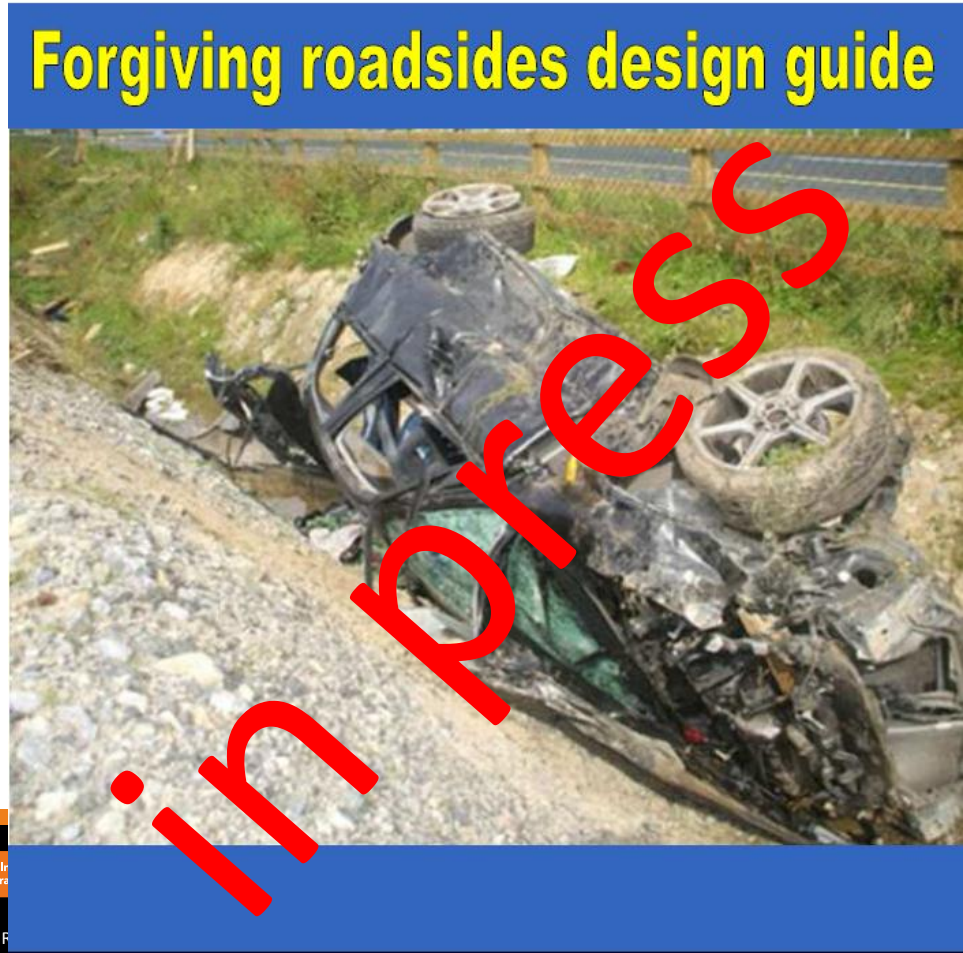
(call 2009)

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

FORGIVING ROADSIDES

CEDR
Conférence Européenne des Directeurs des Routes
Conference of European Directors of Roads

http://www.cedr.fr/



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

IMPROVING SAFETY BY ROAD DESIGN

- How do we design safer roads;
- How do we assess the safety effectiveness of given design solution.

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

Crash Modification Factor (CMF)

A value which quantifies the change in crash frequency at a site as a result of implementing a specific treatment or countermeasure

CMF is a measure of a treatment's safety effectiveness

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

CRASH MODIFICATION FACTOR (CMF)

In a given site I have recorded an average of 9.2 crashes/year

After a given intervention I have recorded 5.3 crashes/year

My CMF is 5.3/9.2=0.58 (?)

IS IT REALLY SO SIMPLE?

CRASH MODIFICATION FACTOR (CMF)

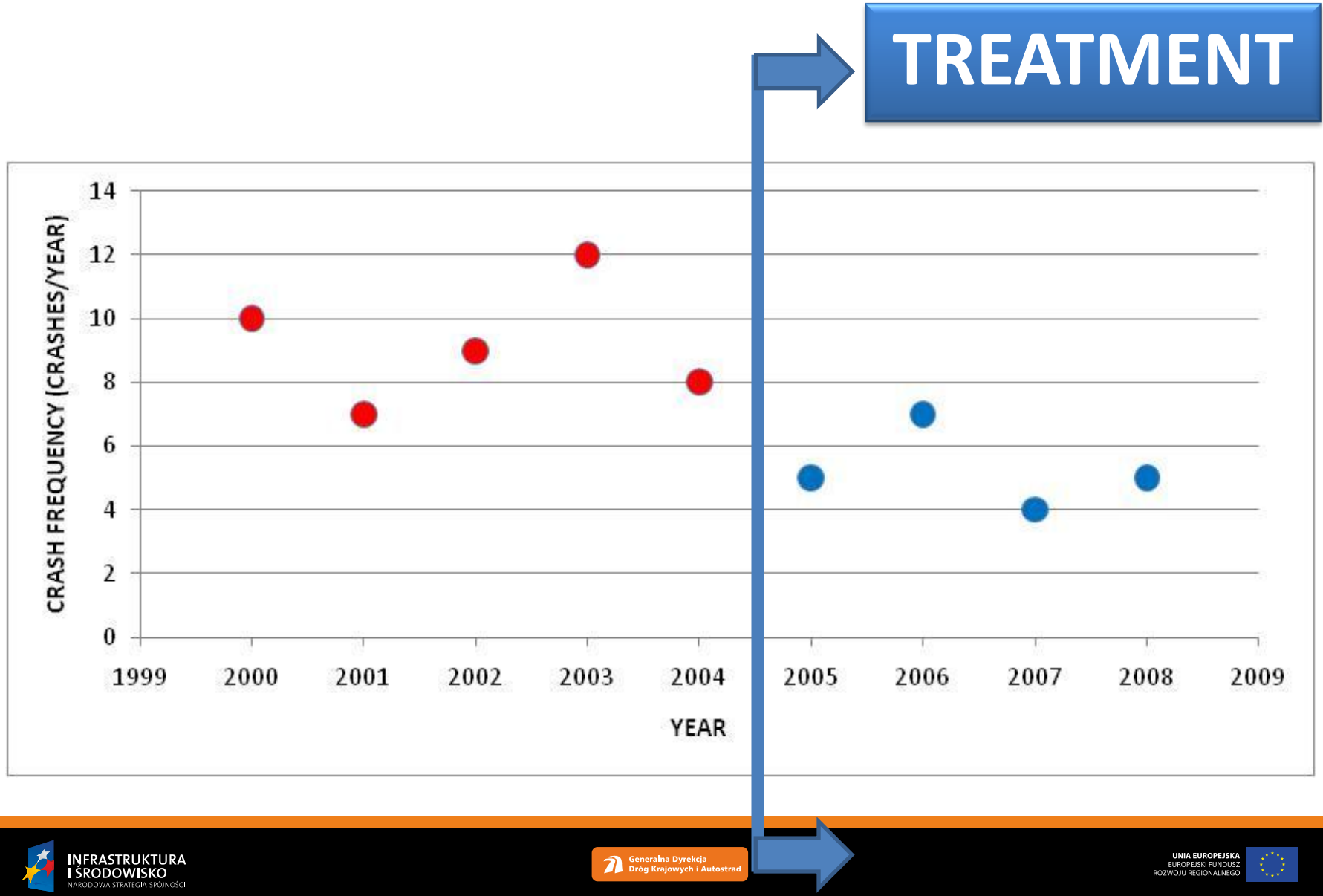
In a given site I have recorded an average of 9.2 crashes/year

I plan to make an intervention with an estimated CMF of 0.58

I expect 5.3 crashes/year after the treatment (?)

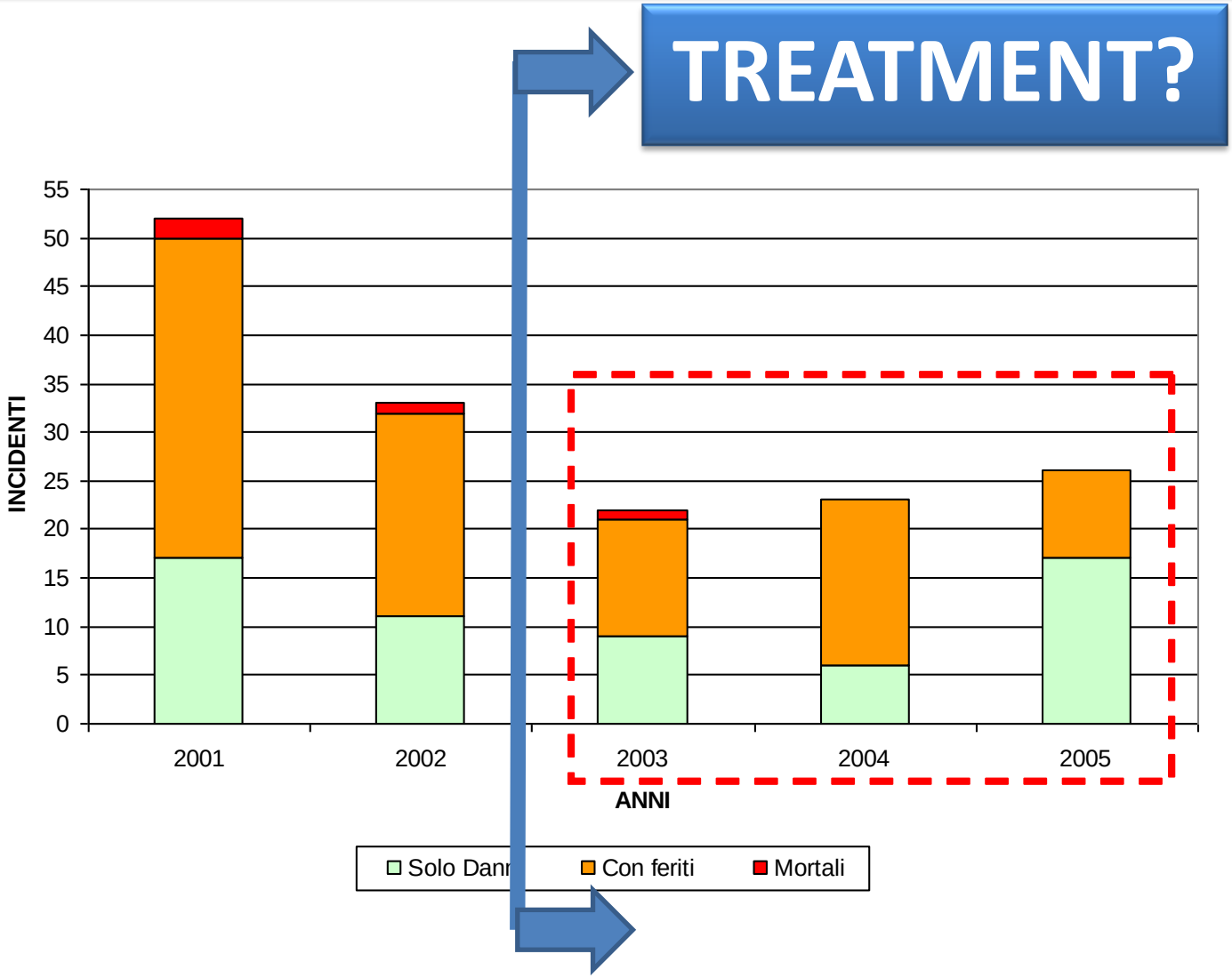
OR MAYBE NOT?

Crash Modification Factor (CMF)



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

Crash Modification Factor (CMF)



NO!!!! CHANGE IN THE NATIONAL ROAD CODE

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

CRASH MODIFICATION FACTOR (CMF)

expected crashes for condition a *[with the treatment]*

=

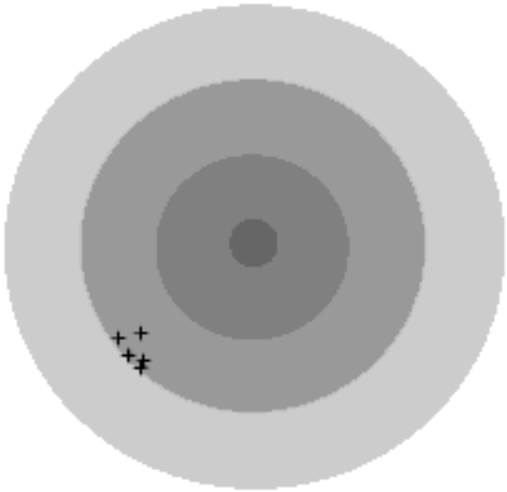
CMF x (expected crashes for condition b *[same site but without the treatment]*)

± an estimation error

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

CRASH MODIFICATION FACTOR (CMF)
ACCURACY AND PRECISION

Accuracy is the proximity of estimates to the true value. [Lack of accuracy is also called BIAS]



Precision is the degree to which repeated estimates are similar to each other.
[Precision is quantified by means of the STANDARD ERROR]

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

Key issues on CMFs

- May apply to all crashes, or specific ***subsets of crashes*** (e.g., run-off-road, night, wet weather, multi-vehicle, etc.)
- Same treatment in ***different contexts*** or highway types may have differing effects and resultant differing CMF values
- A crash modification ***function*** may apply
- CMF can be applied only to the ***base condition*** for which they are calculated
- ***Multiple CMFs*** may be applied to same location

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

Crash Modification Function

$$CMF = \frac{(1.55 \times L_C) + (80.2 / R) - (0.012 \times S)}{(1.55 \times L_C)}$$

where

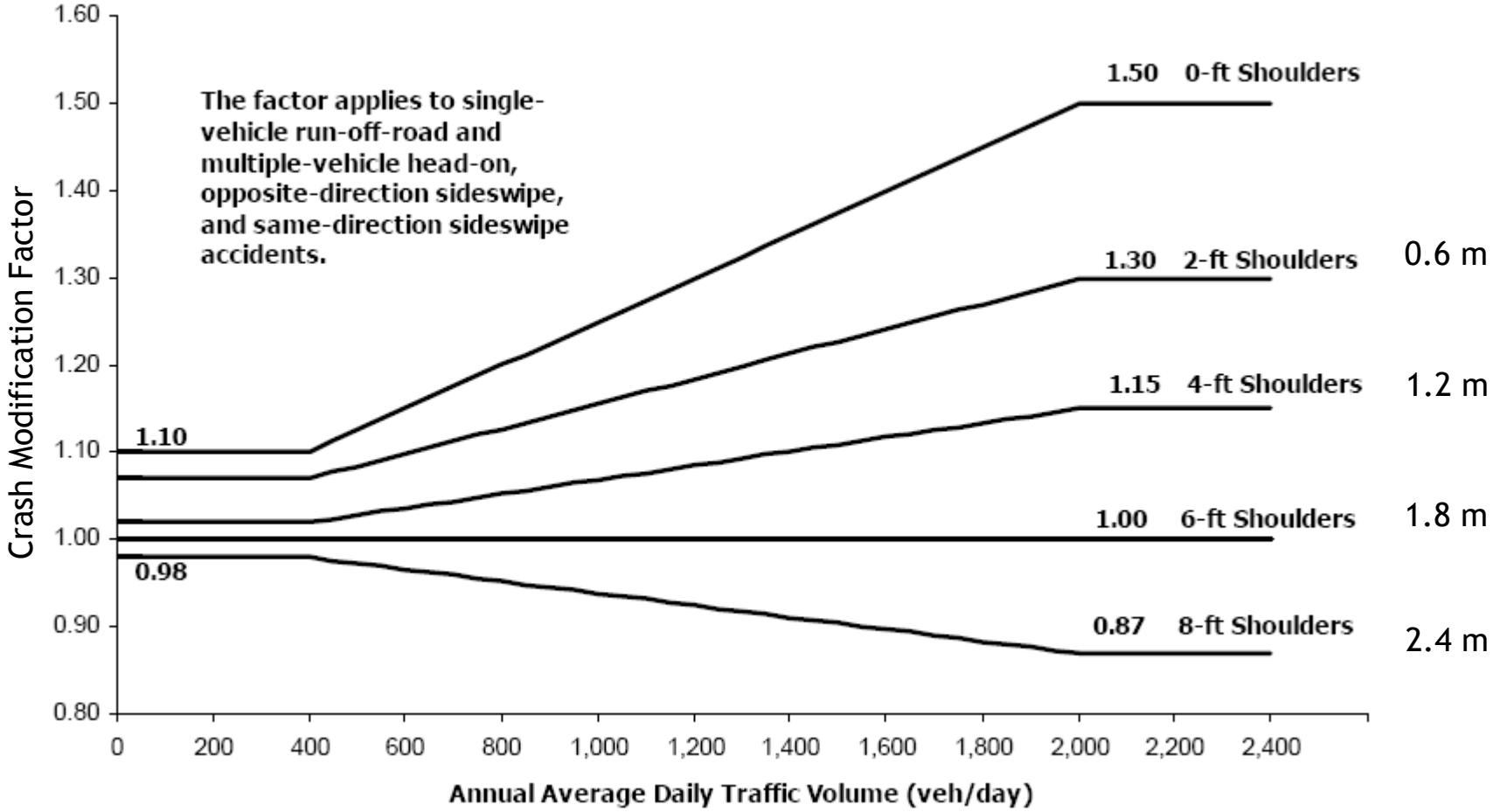
L_C ***is length of curve (mi)***

R is radius of curve in ft

S = 1.0 if spiral curve present; 0 if there is no spiral

(example – 'Modify Horizontal Curve' or rural two lane roads)

Base conditions for CMFs



This CMF gives you the expected difference in crash frequency as compared to a 6-ft (1.8 m) shoulder [base condition]

Multiplying CMFs

$$N_{predicted} = N_{base\ condition} \times [CMF_1 \times CMF_2 \times \ldots]$$

- Effect of each CMF is assumed to be independent of other effects
- Caution against using a large number of CMFs
- Take care to consider crash types each CMF applies to

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

CONCLUSIONS ON CMFS

CRASH MODIFICATION FACTORS:

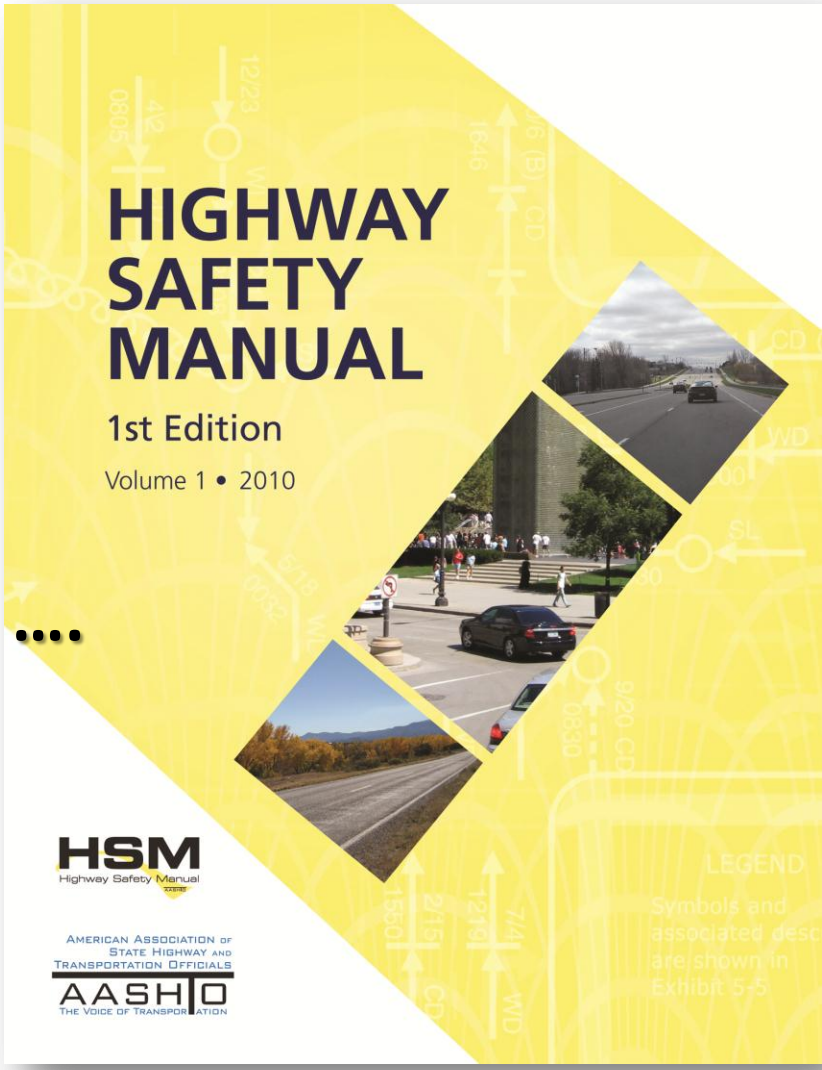
HANDLE WITH CARE!!!!!!

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

HSM
Predictive methods

$$N = C \times N_{base} \times CMF_1 \times CMF_2 \times CMF_3 \ldots.$$



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE AMBIENTALE

Part A

Introduction
Human Factors
Fundamentals

Part D

Crash Modification Factors (CMFs)

HSM
Highway Safety Manual
AASHTO

Part B

Roadway Safety Management Process

Part C

Predictive Method

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

Part A

Part B

Part C

Part D

HSM Predictive methods

- Methodology
  - 'Safety Performance Functions'
  - 'Crash Modification Factors'
  - 'Calibration'
- Applications
- Example problems
- References

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

Part A

Part B

Part C

Part D

Facilities Included in Part C

10. Rural Two-lane Roads

11. Rural Multi-lane Roads

12. Urban Suburban Arterials

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

Part A

Part B

Part C

Part D

HSM Predictive methods

- Appendix: Common Procedures
  - Calibrating predictive methods
  - Empirical Bayes -combining predicted with observed crashes

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

www.cmfclearinghouse.org

Relative Rating	Excellent	Fair	Poor
Study Design	Statistically rigorous study design with reference group or randomized experiment and control	Cross sectional study or other coefficient based analysis	Simple before / after study
Sample Size	Large sample, multiple years, diversity of sites	Moderate sample size, limited years, and limited diversity of sites	Limited homogeneous sample
Standard Error	Small compared to CRF	Relatively large SE, but confidence interval does not include zero	Large SE and confidence interval includes zero
Potential Bias	Controls for all sources of known potential bias	Controls for some sources of potential bias	No consideration of potential bias
Data Source	Diversity in States representing different geographies	Limited to one State, but diversity in geography within State (e.g., CA)	Limited to one jurisdiction in one State

excellent = 2 points, fair = 1 point, or poor = 0 points

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
UNIA EUROPEJSKA EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

on on safety

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

5 (3)

- Crash Type
- Crash Severity
- Roadway Type
- Area Type
- Intersection Type
- Intersection Geometry
- Traffic Control
- In HSM

Filter Results

Category: Alignment (48)

- Countermeasure: Change horizontal alignment
- Countermeasure: Change the horizontal curve radius from greater than 1500m to between 600m and 1500m
- Countermeasure: Change the horizontal curve radius from greater than 1500m to less than or equal to 600m
- Countermeasure: Change the number of horizontal curves from X to Y
- Countermeasure: Change vertical grade
- Countermeasure: Flatten horizontal curve
- Countermeasure: Increase degree of curve on freeways from 0 to 10 (curvature in

Countermeasure: Increase in horizontal curvature by one degree

CMF	CRF (%)	Quality	Crash Type	Crash Severity	Area Type	Reference	Comments
1.04	-4	★★★★★	Run off road	Property Damage Only (PDO)	Urban and Suburban	Hauer et al., 2004	
1.06	-6	★★★★★	Run off road	Fatal,Serious injury,Minor injury	Urban and Suburban	Hauer et al., 2004	
1.05	-5	★★★★★	Run off road	All	Urban and Suburban	Hauer et al., 2004	
1.05	-5	★★★☆☆	Truck related	All	Rural	Schneider et al., 2009	

- Countermeasure: Safety effects of horizontal curves and tangents at type 1 sag vertical curves – function for tangents at type 1 sags
- Countermeasure: Safety effects of horizontal curves and tangents at type 2 crest vertical curves – function for horizontal curves
- Countermeasure: Safety effects of horizontal curves and tangents at type 2 crest vertical curves – tangents at type 2 crests
- Countermeasure: Safety effects of horizontal curves and tangents at type 2 sag vertical curves – function for horizontal curves
- Countermeasure: Safety effects of horizontal curves and tangents at type 2 sag vertical curves – tangents at type 2 sags
- Countermeasure: Safety effects of horizontal curves and tangents on straight grades – function for horizontal curves
- Countermeasure: Safety effects of horizontal curves and tangents on straight grades – function for tangents on nonlevel grades

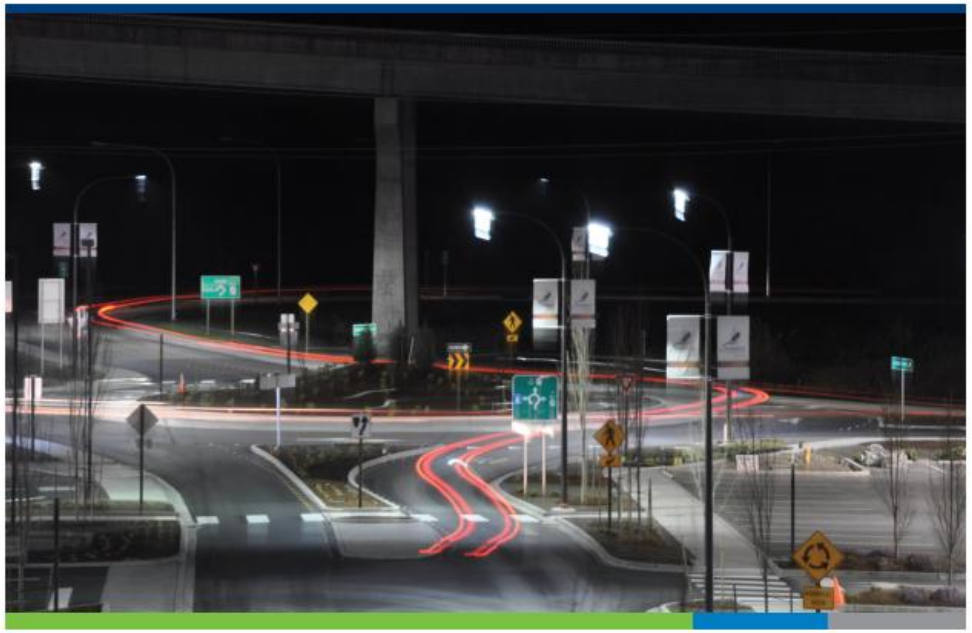
a Dyrekcja owych i Autostrad

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

ozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

International Transport Forum

Using a CMF in a context different from the one in which it was developed



Sharing Road Safety

Developing an International Framework
for Crash Modification Functions

Research Report

what still needs to be done

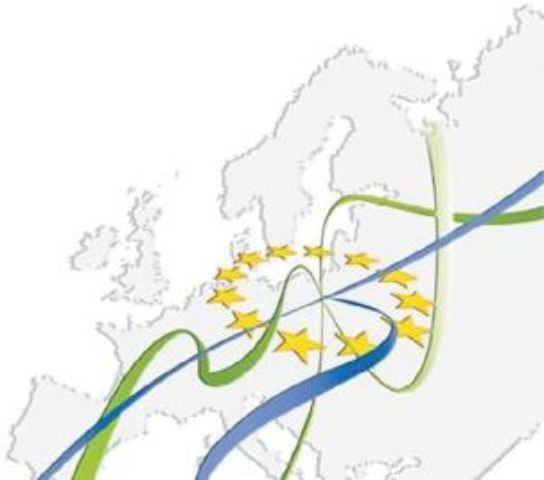
ERTRAC
EUROPEAN ROAD TRANSPORT RESEARCH ADVISORY COUNCIL

European Roadmap

Safe Road Transport

Version June 28, 2011

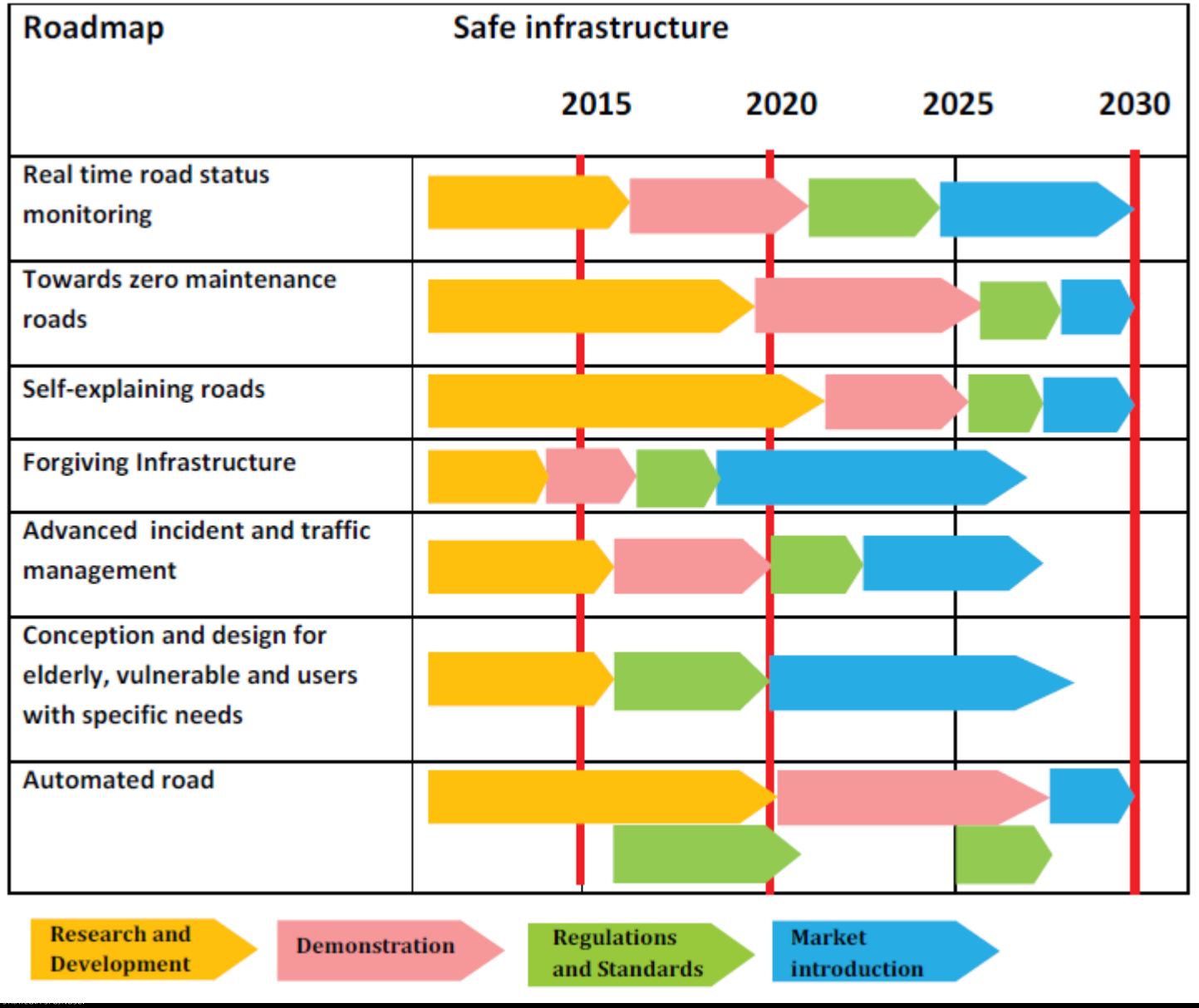
ERTRAC Working Group on
Road Transport Safety and Security



Influence of geometric solutions and cross-section on safety

Francesca La Torre

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

what still needs to be done

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

Developing smart equipment, infrastructures and services

Smart equipment and infrastructure services are of great importance for a reliable and efficient transport system of the future. Due to financial limitations and costs savings in the recent years the maintenance backlog is constantly increasing and has in some occasions led to a marked degrading of the competitiveness of countries. In order to fulfil user expectations in an optimal way, the widening gap between funds available for infrastructure maintenance and required activities and measures needs to be bridged.

In order to exploit the potential of smart, green and integrated transport operations to the fullest, **a suite of innovations will be developed and tested/demonstrated, that enables the next generation of road infrastructure and transport service operations in particular where it is concerned with advanced systems, materials and techniques for improved durability, advanced management processes, as well as in construction (from a lifecycle perspective)**.

The suite of solutions will hold 'single technologies and techniques' as well as sub-systems and even full systems level (e.g. for management of transport corridors). Such next generation technology is highly synergetic with the rapid developments in the other components of the road transport system (vehicles, logistical and mobility services, energy and information) and indeed with the other modes, through efficient interchanges (hubs, terminals, gateways).

ERTRAC
Multi-Annual Implementation Plan
for Horizon 2020

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

Developing smart equipment, infrastructures and services

Advanced systems, materials and techniques for non-intrusive maintenance and reconstruction

Climate Resilient Road Links across Europe

Advanced infrastructure telematics, fit for purpose

Advanced Infrastructure Management Systems

ERTRAC
Multi-Annual Implementation Plan
for Horizon 2020

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

EUROPEAN ACCIDENT PREDICTION MODELS BASED ON THE CMF APPROACH

CEDR

Conférence Européenne des Directeurs des Routes

Conference of European Directors of Roads

CEDR TRANSNATIONAL ROAD RESEARCH PROGRAMME

Call 2013

Safety:

- **Accident Prediction Models**

2014-2015

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

PERFORMANCE BASED GEOMETRIC DESIGN

NCHRP Project 15-47 “Developing an Improved Highway Geometric Design Process”

NCHRP Project 15-34 “Performance-Based Analysis of Geometric Design of Highways and Streets")

(ONGOING PROJECTS)

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

WHOLE LIFE COST BASED SELECTION OF ROADSIDE RESTRAINT SYSTEMS

2013-2014

www.saversproject.com

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

CONCLUSIONS (1/2)

- Crashes are caused by a combination of factors with a high percentage related to a combination of infrastructure characteristics and human behavior;
- To improve the safety effectiveness of the road geometric design we need to have design tools aimed at obtaining self-explaining and forgiving roads;
- To evaluate the potential effectiveness of different geometric solutions CMFs can be used

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

CONCLUSIONS (2/2)

- There is currently a very wide selection of CMFs addressing geometric design features;
- A number of issues need to be considered in using CMFs as the accuracy and precision as well as the actual transferability to a different network;
- There is a need for a European Accident Prediction Model (2016?)

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI FIRENZE
DICEA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

Thank you .....

INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI
Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO
Projekt współfinansowany przez Unię Europejską ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko.