COST354:
PARAMETRY STAVU VOZOVEK POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

PERFORMANCE INDICATORS FOR ROAD PAVEMENTS

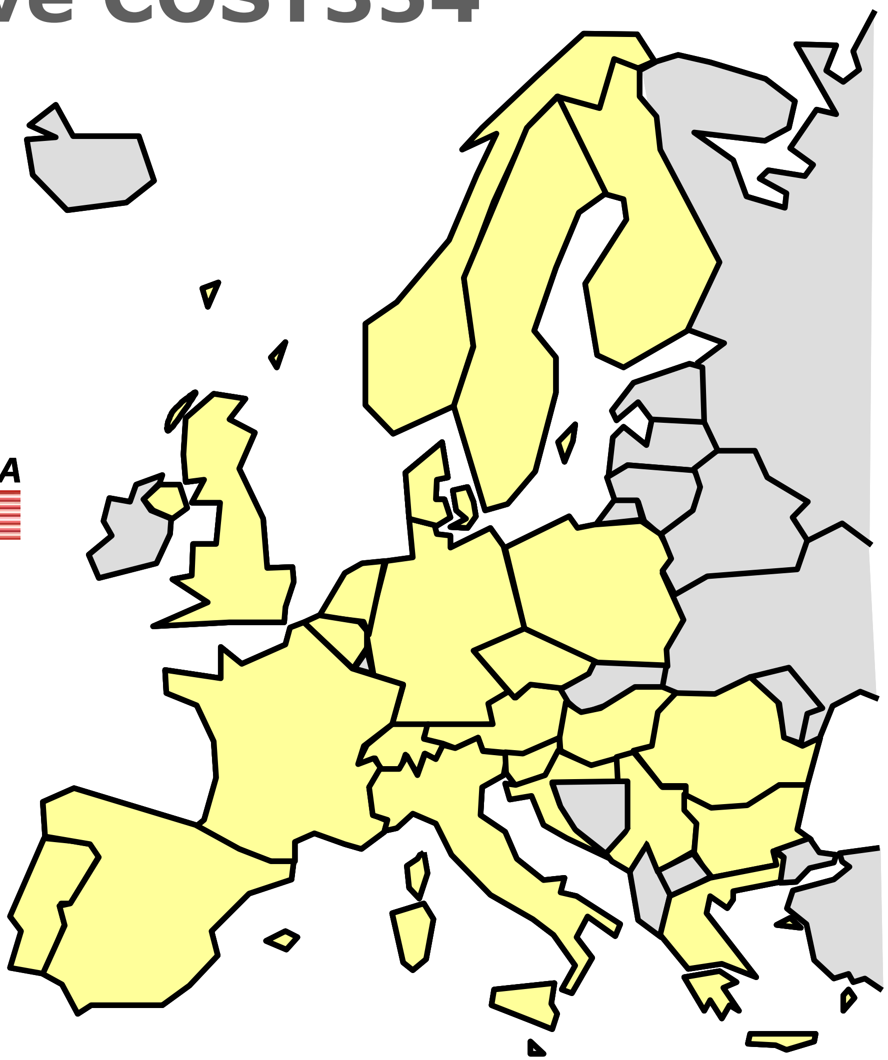
Ing. Josef Stryk
Doc. Ing. Karel Pospisil, Ph.D., MBA

http://cost354.zag.si

- **Projekt byl iniciován FEHRLem** a **Rakouskem**
- **Trvání: 4 roky**(+půlroční prodloužení)
- **Začátek řešení: březen 2004**
- **24 zemí se účastnilo řešení:** 23 evropských plus USA (FHWA)

Členové COST354

USA



Rakousko
Belgie
Bulharsko
Chorvatsko
Česká republika
Dánsko
Finsko
Francie
Německo
Řecko
Maďarsko
Itálie
Nizozemsko
Norsko
Polsko
Portugalsko
Rumunsko
Srbsko
Slovinsko
Španělsko
Švédsko
Švýcarsko
Velká Británie
USA

Celkem: 24 zemí

CÍLE

- **Definování jednotných evropských indexů vozovek jako nástroje pro podporu rozhodování správců pozemních komunikací na úrovni celé sítě**
- **Zohlednění rozdílných konstrukcí vozovek a různé třídy dopravního zatížení**
- **Klasifikace a určení hraničních hodnot pro jednoduché indexy vozovek** (pro plánované a existující vozovky)
- **Začlenění jednoduchých indexů do kombinovaných indexů**
  - z hlediska funkce
  - z konstrukčního hlediska
  - z hlediska dopadu na životního prostředí
- **Definování souhrnného indexu vozovek** (pro popis celkového stavu) **-> základ pro optimalizační procedury**

PŘÍNOSY

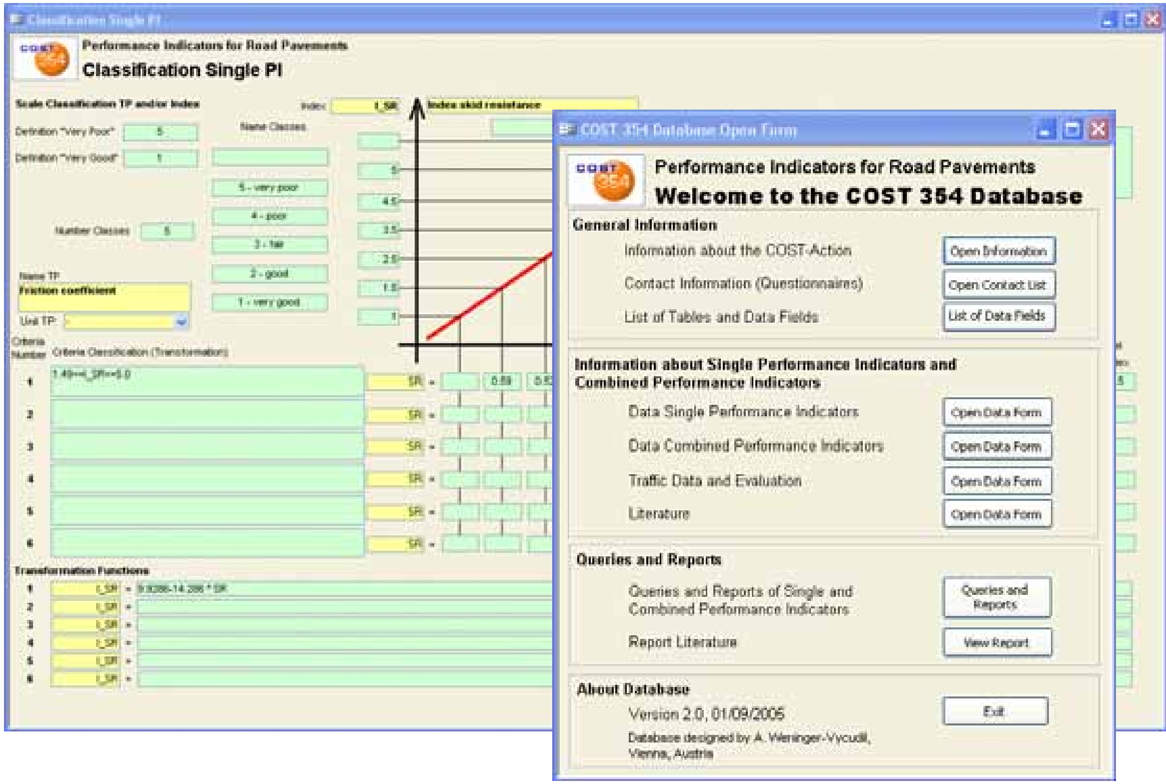
- Srovnání stavu jednotlivých silničních sítí a hodnocení investičních požadavků
- Základ pro přípravu mezinárodních standardů v oblasti sledování stavu vozovek
- Využití při auditech na národní a mezinárodní úrovni
- Rozšíření trhu zavedením jednotných pravidel
- Možnost využití indexů v analýze celkových nákladů LCA na národní a mezinárodní úrovni
- Využití při hodnocení různých strategií výstavby a údržby vozovek
- Využití indexů jako objektivních hodnotících kritérií v souvislosti s privatizací PK (PPP a jiné modely)

NÁPLŇ ŘEŠENÍ

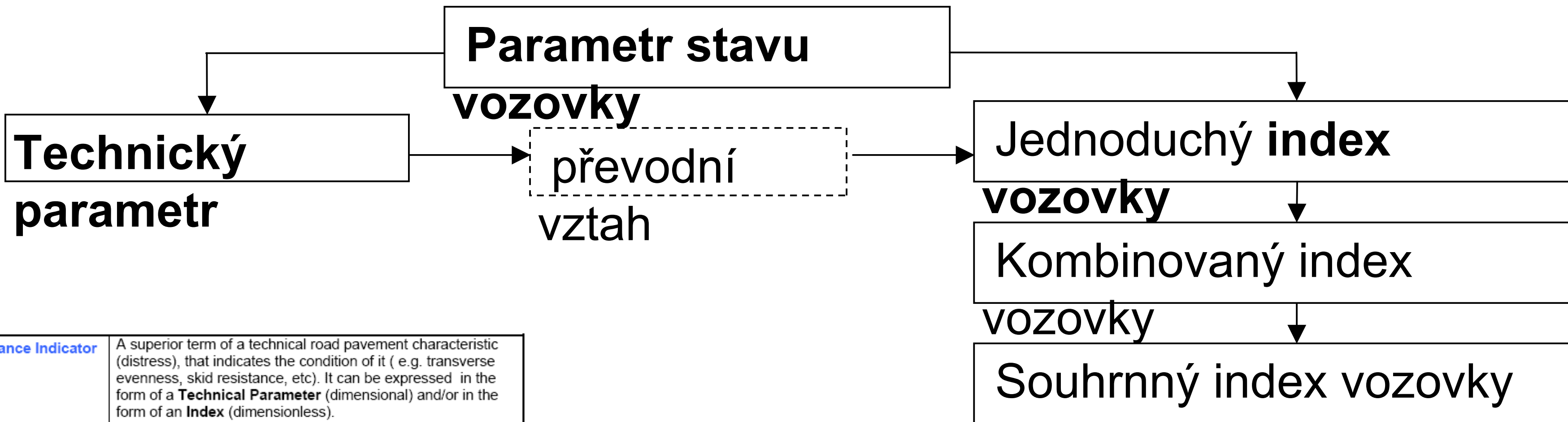
- **WP1: Sběr údajů a vytvoření databáze indexů vozovek** (ZAG, Slovinsko)
- **WP2: Výběr a hodnocení jednoduchých indexů vozovek** (Univerzita Florencie)
- **WP3: Kombinace jednoduchých indexů vozovek** (PMS Consult, Rakousko)
- **WP4: Návrh souhrnného indexu vozovky** (LNEC, Portugalsko)
- **WP5: Závěrečná zpráva** (TU Vídeň – prof. Litzka)

SBĚR ÚDAJŮ A VYTVOŘENÍ DATABÁZE INDEXŮ VOZOVEK

- **Vytvoření dotazníku**
- **Seznam používaných indexů vozovek v Evropě a USA**
- **Zahrnutí výsledků průzkumu do databáze COST354**
- **Základ pro práci ostatních WPs**



ZÁKLADNÍ POJMY



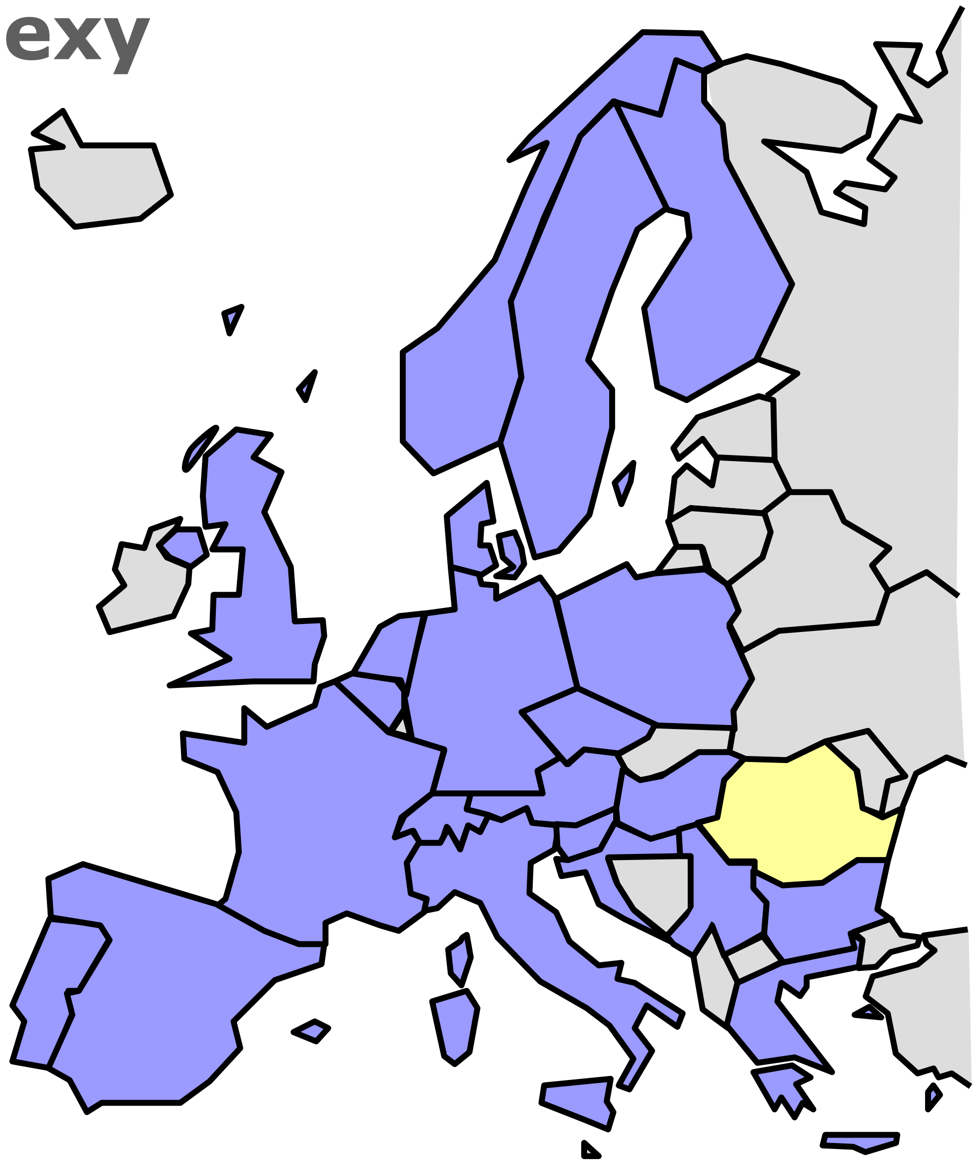
Performance Indicator	A superior term of a technical road pavement characteristic (distress), that indicates the condition of it (e.g. transverse evenness, skid resistance, etc). It can be expressed in the form of a **Technical Parameter** (dimensional) and/or in the form of an **Index** (dimensionless).
Technical Parameter (TP)	A physical characteristic of the road pavement condition, derived from various measurements, or collected by other forms of investigation (e.g. rut depth, friction value, etc.).
Transfer Function	A mathematical function used to transform a technical parameter into a dimensionless performance index.
Performance Index (PI)	An assessed Technical Parameter of the road pavement, **dimensionless** number or letter on a scale that evaluates the Technical Parameter involved (e.g. rutting index, skid resistance index, etc.) on a 0 to 5 scale, 0 being a very good condition and 5 a very poor one.
Single Performance Indicator	A dimensional or dimensionless number related to only one technical characteristic of the road pavement, indicating the condition of that characteristic (e.g. roughness) (also called Individual Performance Indicator).
Pre-combined Performance Indicator	A dimensional or dimensionless number related to two or more similar (related) characteristics of the road pavement, combined into one characteristic (e.g. linear cracking and alligator cracking combined into cracking) for further application or combination.
Combined Performance Indicator	A dimensional or dimensionless number related to two or more different characteristics of the road pavement, that indicates the condition of all the characteristics involved (e.g. PCI- Pavement Condition Index).
General Performance Indicator (GPI)	A mathematical combination of single and/or combined indicators which describe the pavement condition concerning different aspects like safety, structure, riding comfort and environment (also called Global Performance Indicator).

proměnný parametr popisující stav vozovky (např. příčná nerovnost, protismykové vlastnosti apod.) je vyjádřen ve formě technického parametru (např. hloubka vyjeté koleje udávaná v milimetrech) a/nebo ve formě bezrozměrného indexu (udává se v intervalu 0 až 5, kde 0 znamená velmi dobrý stav a 5 velmi špatný stav).

COST354 Databáze

Jednoduché indexy

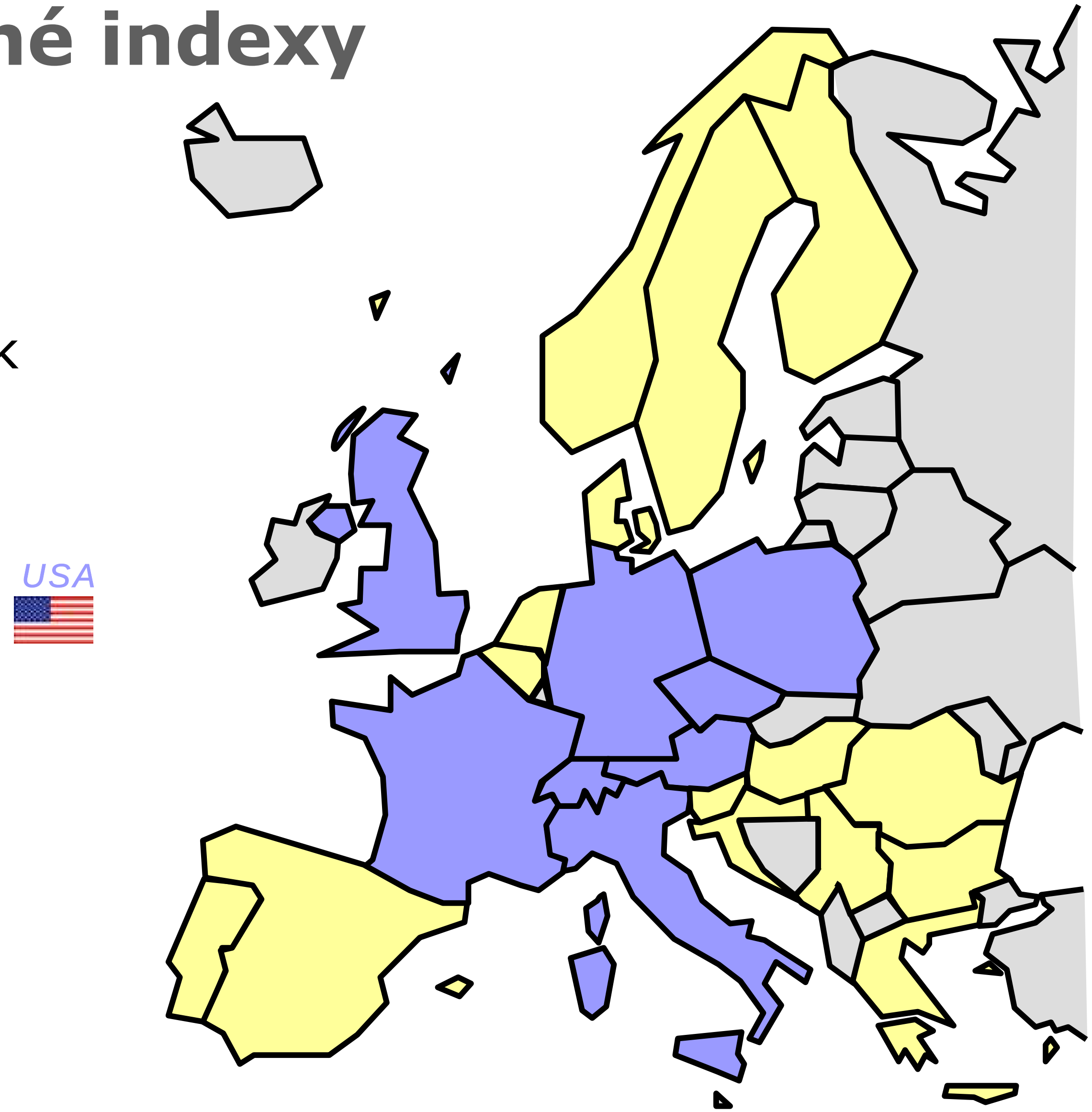
informace o **209** jednoduchých indexech vozovek



COST354 Databáze

Kombinované indexy

informace o **46** kombinovaných indexech vozovek



VÝBĚR JEDNODUCHÝCH INDEXŮ VOZOVEK

- **Podélná nerovnost PI-E: IRI** (international roughness index)
- **Příčná nerovnost PI-R: vyjeté koleje**
- **Protismykové vlastnosti PI-F: SFC** (součinitel bočního tření) **and LFC** (součinitel podélného tření)
- **Makrotextura PI-T: MPD** (měření střední hloubky profilu)
- **Únosnost PI-B: R/D** (zbytková životnost / návrhová životnost) **and SCI** (surface curvature index)

- **Hlučnost PI-N:** v současné době bez indexu
- **Znečištění ovzduší PI-AP:** v současné době bez indexu

1. Performance Indicator details			Sheet 1
Indicator Name:	Longitudinal Evenness, PI_E		
Description of Index:	Longitudinal Evenness is the deviation of the longitudinal profile from a straight reference line in a wavelength range of 0.5 m-50 m. The reference line is usually the intersection of the profile plane and the horizontal plane.		
Possible TPs:	International Roughness Index, Evenness, Wavelength, Spectral Density, Longitudinal Profile Variance and others.		
2. Proposed Technical Parameter(s)			
Technical Parameter(s):	International Roughness Index, IRI	Units:	mm/m
3. Proposed Transfer function(s), usage and Limitations			
Proposed Transfer Function(s):	$PI\_E = Max(0; Min(5; (0.1733 \cdot IRI^2 + 0.7142 \cdot IRI - 0.0316)))$ [1] $PI\_E = Max(0; Min(5; 0.816 \cdot IRI))$ [2]		
Usage of Transfer Functions(s):	Transformation [1] was developed to create a more restrictive range than transformation [2] (see range and sensitivity below). The choice of transfer function should be based on which range best suits the user's network.		
Limitations of Proposed Transfer Function(s):	Transformations [1] and [2] are both suitable for all pavement types (flexible, semi-rigid and rigid). Transformations [1] and [2] are both suitable for motorways and primary roads.		

4. Range and Sensitivity of Transfer functions					
	Very Good		→		Very Poor
Longitudinal Evenness, PI_E	0 to 1	1 to 2	2 to 3	3 to 4	4 to 5
IRI (mm/m) - Transformation [1]	0.0 – 1.1	1.1 – 1.9	1.9 – 2.6	2.6 – 3.2	3.2 – 3.7
IRI (mm/m) - Transformation [2]	0.0 – 1.2	1.2 – 2.5	2.5 – 3.7	3.7 – 4.9	4.9 – 6.1

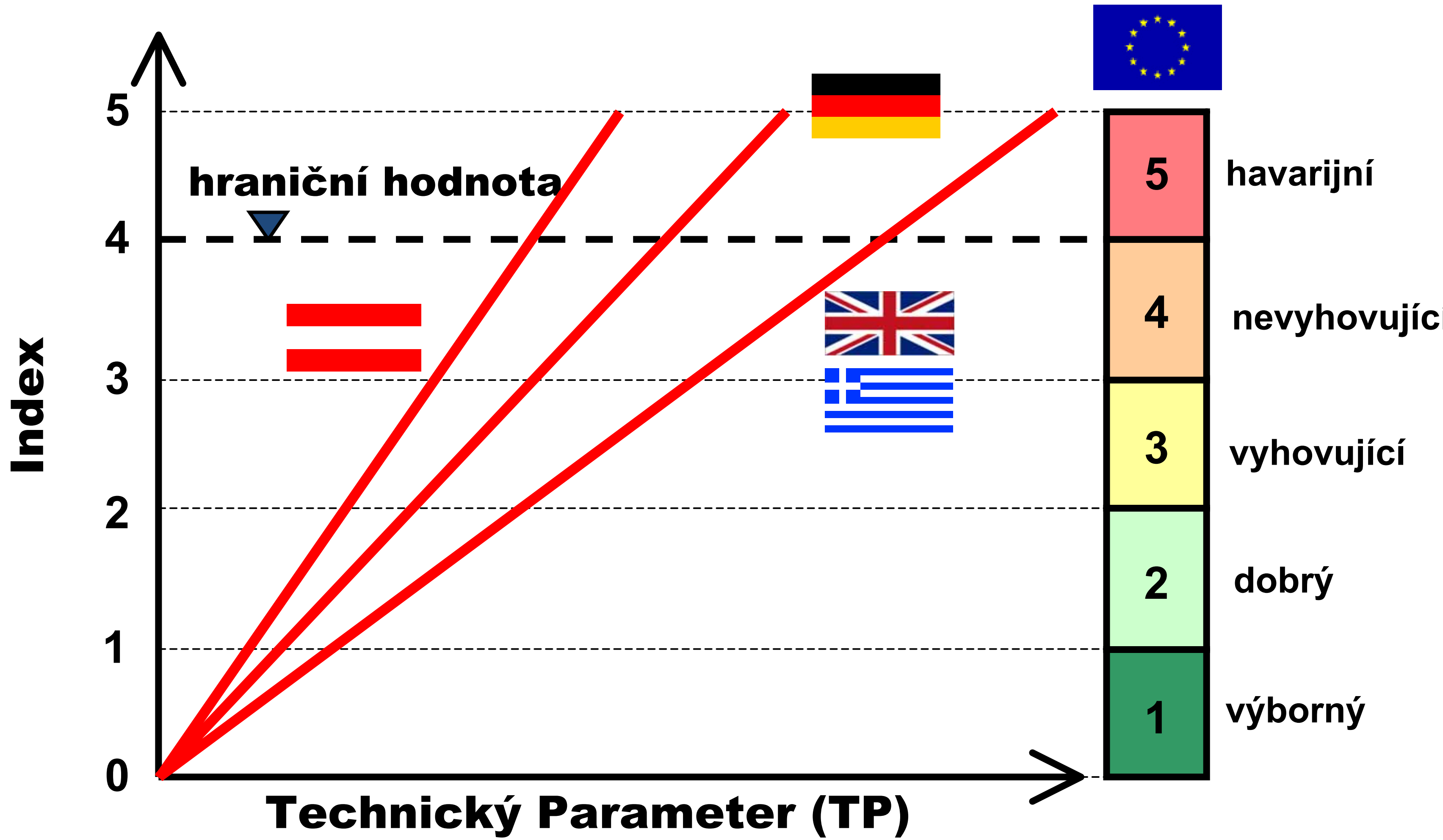
Figure 6: Sheet 1 - Longitudinal Evenness

KATALOGOVÝ LIST:

- název indexu
- popis
- možné TP
- navržený TP
- navržené transformační funkce
- klasifikace a hraniční hodnoty

Jednoduchý index vozovky

TRANSFORMACE TP na INDEX (1)

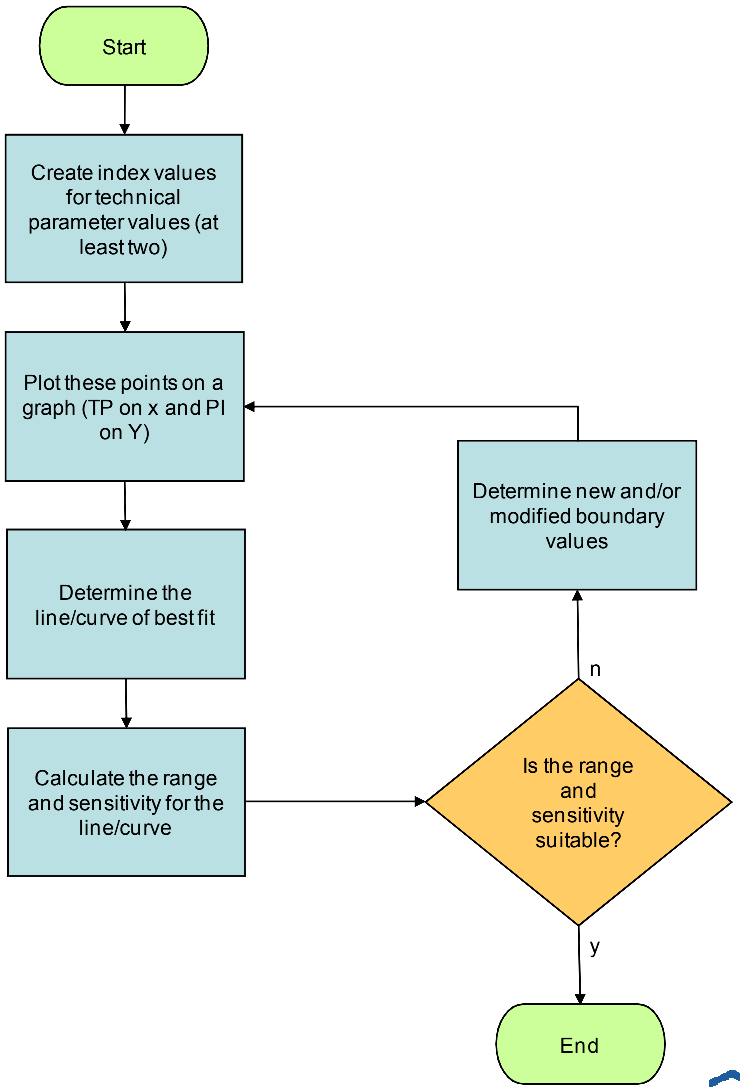


Jednoduchý index vozovky

TRANSFORMACE TP na INDEX (2)

4 varianty - použít:

- navržený TP a navrženou transformační funkci
- navržený TP a vlastní transformační funkci
- vlastní TP a vlastní transformační funkci
- stanovení indexu přímo (např. při lokálních měřeních)



INDEX TRHLINY A PORUCHY

- **Trhliny PI-CR: cracking rate** (pre-combined PI)
- **Poruchy PI-SD: surface defect rate** (pre-combined PI)

$TP_{cr} = \mathrm{Min}\ (100; TP_{cr,A} + TP_{cr,L} + TP_{cr,E})$

způsob výpočtu technického parametru liniové trhliny $TP_{cr,L}$:

$$TP_{cr,L} = \mathrm{Min}\ (100; \frac{1}{A_{ref}} \sum_n [W_n\ I_{with,l}\ \sum_i (S_{cr,l,i}\ L_i)]\ 100)$$

A_{ref}	je celková sledovaná plocha vozovky (referenční),
W_n	je váha příslušného typu trhliny (v intervalu 0 - 1),
$I_{with,l}$	je aktivní šířka pro příslušný typ trhliny (např. 0,5 m),
$S_{cr,l,i}$	je závažnost vyskytujících se trhlin typu i,
L_i	je délka vyskytujících se trhlin typu i.

podobným způsobem se postupuje při výpočtu $TP_{cr,A}$ (plošné trhliny) a $TP_{cr,E}$ (trhliny vztahující se k určitému prvku)

pro dálnice: $PI\text{-}CR = \mathrm{Max}\ (0; \mathrm{Min}\ (5; 0{,}16\ TP_{cr}))$
pro silnice první třídy: $PI\text{-}CR = \mathrm{Max}\ (0; \mathrm{Min}\ (5; 0{,}1333\ TP_{cr}))$

TVORBA KOMBINOVANÝCH INDEXŮ VOZOVEK

- **Výběr vhodných jednoduchých indexů vozovek pro tvorbu kombinovaných indexů, tak aby byly pokryty oblasti**
  - Bezpečnost jízdy
  - Pohodlí jízdy
  - Stav konstrukce
  - Dopad na životní prostředí

- **Návrh „slučovací“ funkce při zohlednění vah jednotlivých jednoduchých indexů vozovek – 2 způsoby**

Kombinované indexy vozovky

Vstupní parametry

úroveň	Pohodlí jízdy	Bezpečnost jízdy	Stav konstrukce	Životní prostředí
minimální	PI-E	PI-F	PI-B	-
standardní	PI-E, PI-SD, PI-R	PI-F, PI-R, PI-T	PI-B, PI-CR	-
optimální	PI-E, PI-SD, PI-R, PI-T, PI-CR	PI-F, PI-R, PI-T, PI-SD	PI-B, PI-CR, PI-R, PI-E	PI-N, PI-AP, PI-T, PI-E, PI-SD

PI-**E**: podélná nerovnost, PI-**F**: protismykové vlastnosti, PI-**B**: únosnost
PI-**SD**: poruchy, PI-**R**: příčná nerovnost, PI-**T**: textura
PI-**CR**: trhliny
PI-**N**: hlučnost PI-**AP**: znečištění ovzduší

TVORBA KOMBINOVANÝCH INDEXŮ VOZOVEK

Přístup 1:

$$CPI_i = Min\left(5;\ I_1 + \frac{p}{100}\ \frac{I_2 + I_3 + \ldots + I_n}{n-1}\right)$$

Přístup 2:

$$CPI_i = Min\left(5;\ I_1 + \frac{p}{100}\ I_2\right)$$

kde:

$\mathbf{I_1 = W_1\ PI_1}$; $I_2 = W_2\ PI_2$; $I_3 = W_3\ PI_3$; … $I_n = W_n\ PI_n$ a $\mathbf{I_1 \geq I_2 \geq I_3 \geq \ldots \geq I_n}$

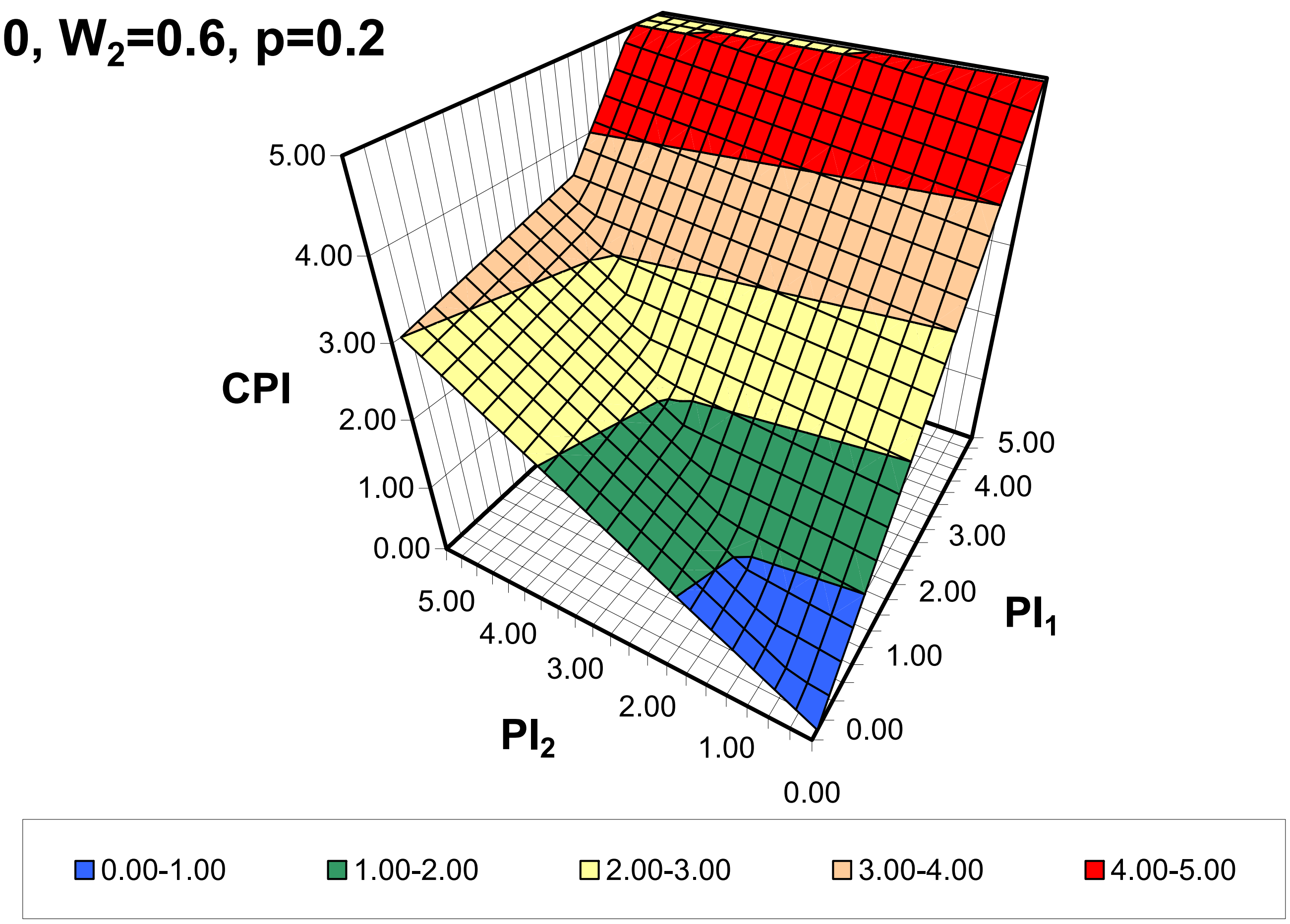
p je tzv. **faktor ovlivnění**, jehož hodnota se zpravidla volí 10 až 20 %,
n je počet indexů PI zahrnutých ve výpočtu kombinovaného indexu,
W je **váha indexu** zahrnutého do výpočtu kombinovaného indexu.

Každý správce si může vytvářet své vlastní kombinované indexy, dle potřeby a na základě dostupných informací.

Kombinovaný index vozovky

Kombinace dvou jednoduchých indexů

W_1=1.0, W_2=0.6, p=0.2



TVORBA SOUHRNNÉHO INDEXU VOZOVEK

- **Použití 4 (3) kombinovaných indexů vozovek**
- **Při výpočtu jsou použity váhy jednotlivých kombinovaných indexů, které se liší na základě cílové skupiny pro kterou se souhrnný index vytváří a kategorie PK:**
  - správce PK
  - uživatel
  - výzkumný pracovník
  - dálnice
  - silnice I. třídy
  - ostatní PK
- **2 přístupy**

$$GPI_i = \mathrm{Min}\left(5;\ I_1 + \frac{p}{100}\ \frac{I_2 + I_3 + \ldots + I_n}{n-1}\right)$$

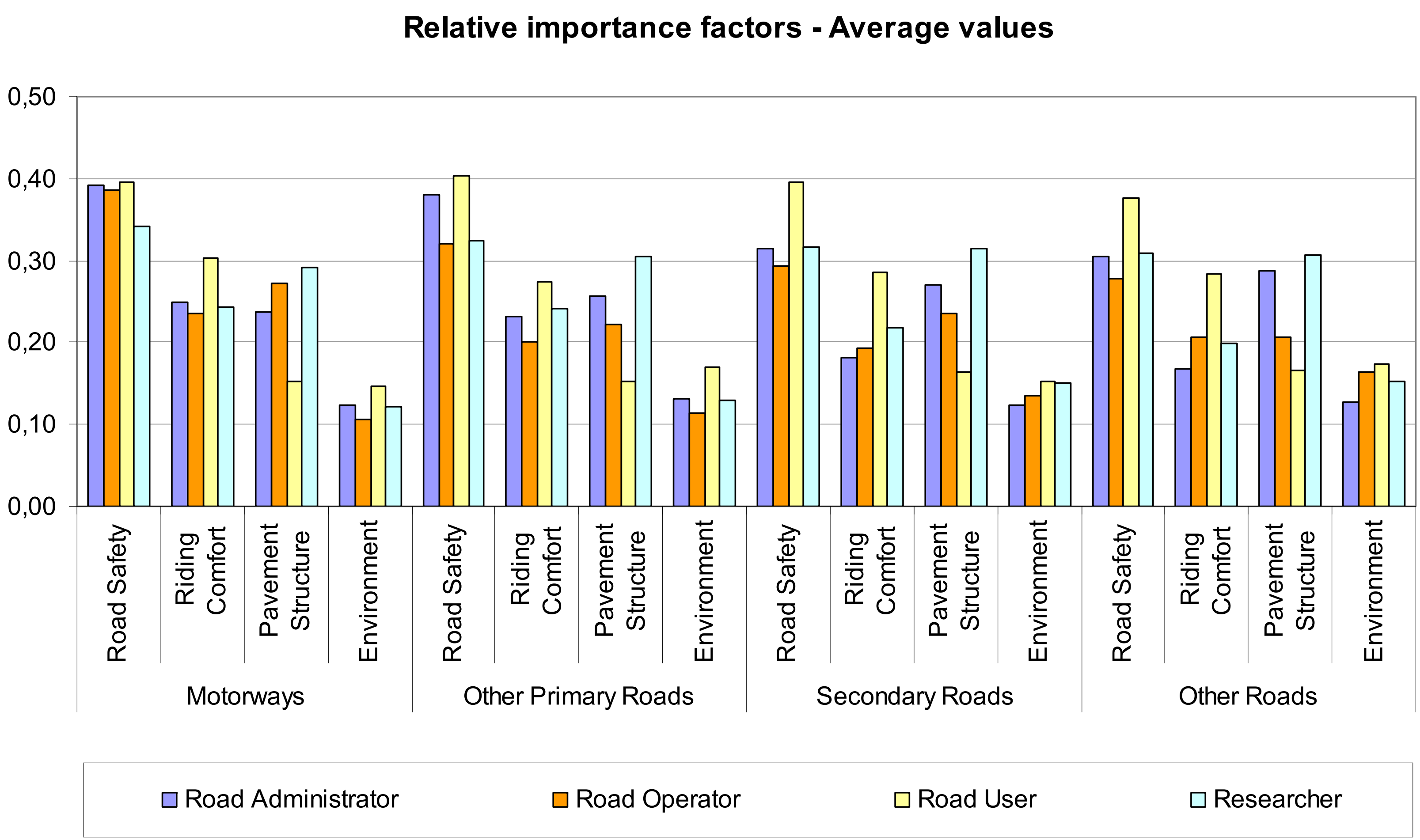
$$GPI_i = \mathrm{Min}\left(5;\ I_1 + \frac{p}{100}\ I_2\right)$$

$\mathbf{I_1 = W_1\ CPI_1}$; $I_2 = W_2\ CPI_2$; $I_3 = W_3\ CPI_3$; $I_4 = W_4\ CPI_4$

a $\mathbf{I_1 \geq I_2 \geq I_3 \geq I_4}$

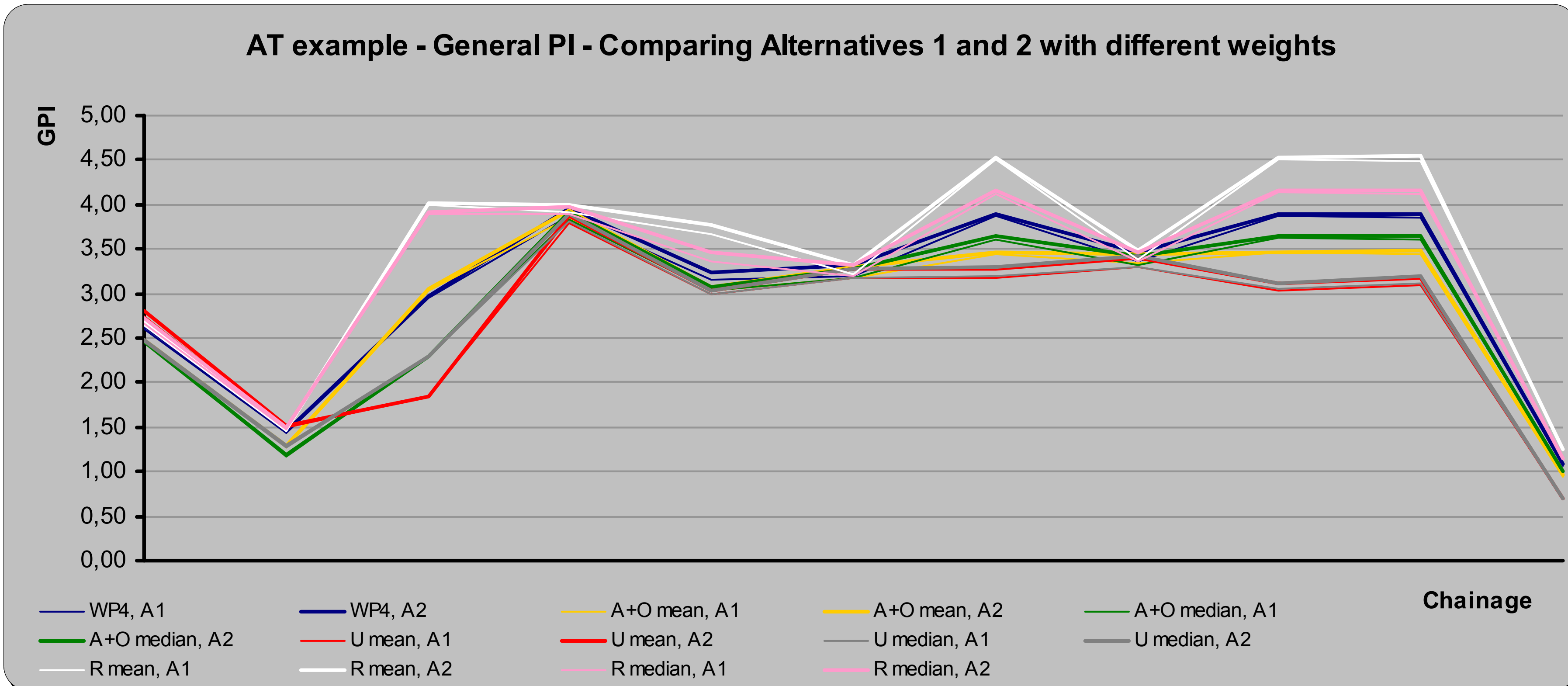
Souhrnný index vozovek

Váhy kombinovaných indexů dle cílové skupiny a kategorie PK



Analýzy v Excelu

Analýza citlivosti – srovnání obou přístupů při různých váhách CPI - Rakousko



Analýzy v Excelu

Podklad pro přímé uplatnění

Comfort Index RC

Road Section		Homogeneous section				
Road Category	ID Nr.	Description	From (km)	To (km)	Length (km)	Width (m)
Primary	1181		0,000	0,550	0,550	7,0
	1181		0,550	1,200	0,650	7,0
	1181		1,200	3,950	2,750	7,0
	1181		3,950	5,100	1,150	7,0
Primary	1181		5,100	6,050	0,950	7,0
Primary	1181		6,050	8,700	2,650	7,0
Primary	1181					
Primary	1181					
Primary	1181					
Primary	1181					
Primary	1181					
Primary	1181					
Motorway	0010					
Motorway	0010					
Motorway	0010					
Motorway	0010					

Choose Category
Motorway
Primary
Secondary

Proposed CPI Weights

Choose CPI weights combination → Proposed

Proposed
Administrator+Operator mean
Administrator+Operator median
User mean
User median
Researcher mean
Researcher median

Riding Comfort	Road Safety		
0,70	1,00		
0,70	1,00		
0,70	1,00		
0,70	1,00		
0,70	1,00	0,80	0,30
0,70	1,00	0,80	0,30
0,70	1,00	0,80	0,30
0,70	1,00	0,80	0,30
0,70	1,00	0,80	0,30
0,70	1,00	0,80	0,30
0,70	1,00	0,80	0,30
0,70	1,00	0,80	0,30
0,70	1,00	0,65	0,25
0,70	1,00	0,65	0,25
0,70	1,00	0,65	0,25
0,70	1,00	0,65	0,25

COST354 Webová stránka

COST 354 Performance Indicators for Road Pavements

hosted by ZAG

Home Solutions Objectives Benefits Work programme Organisation Timetable Members Deliverables

Home

Welcome

The specification of performance criteria from the perspectives of both road users and road operators is a key prerequisite for the efficient design, construction and maintenance of road pavements. Particularly the increasing use of life-cycle analyses as a basis for the selection of road pavements and the decision of whether or not to implement a systematic road maintenance scheme calls for an exact definition of the goals to be achieved and/or the performance criteria to be satisfied. The extent to which goals are reached or performance criteria satisfied can be quantified by calculating special indexes characterizing the road pavement, which in turn permits an assessment of the efficiency of certain approaches from both a commercial and a macro-economic standpoint.

For a Europe-wide harmonization of standards to be met by road pavements it therefore appears useful and appropriate to specify pavement characteristics in terms of uniform "performance indicators" for different road categories.

Download project overview (PDF)

ESF European Science Foundation

cost

This COST Action was initiated by:

FEHRL

http://cost354.zag.si

DISEMINACE VÝSLEDKŮ