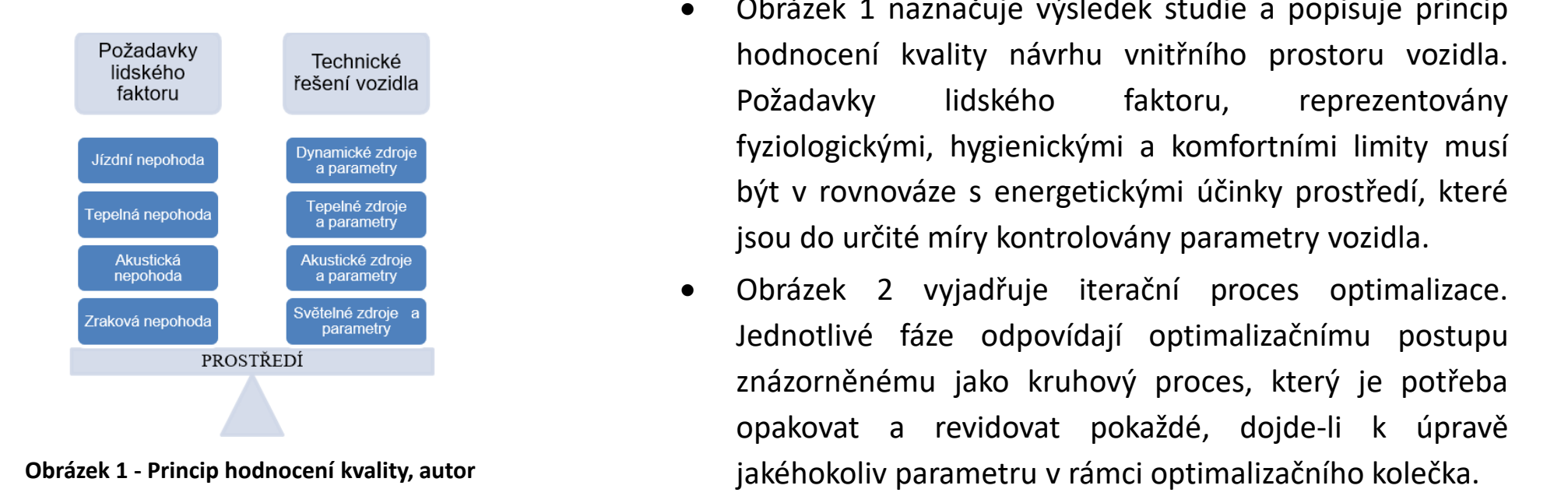


## Cíle disertační práce

Globální cíl této práce je navrhnout metodiku k hodnocení interiéru vozidla s ohledem na cestovní pohodlí cestujících. Návrh metodiky zahrnuje hlavní vlivy pohodlí – hluk, vibrace, intenzita osvětlení a teplo. Navržená metodika musí vést k porozumění návrhu kolejového vozidla již ve fázi jeho vývoje a pochopení jeho vztahu k lidskému faktoru, musí být aplikovatelná v jakémkoliv grafickém a matematickém řešiči a musí vést k optimalizaci systémových komponent návrhu kolejového vozidla.

- Z výsledků kritické rešerše disertační práce vyplývají následující konkrétní cíle potřebné k návrhu metodiky. Cílem je:
- Najít řešení systémového návrhu vnitřního prostředí kolejového vozidla prostřednictvím metodiky, díky níž je možné hodnotit různé vlivy prostředí, jako je hluk, vibrace, světlo a teplo, ve vztahu k vnímání člověka.
  - Sestavit komplexní model prostředí vozidla, který simuluje podmínky cestujících v přepravním procesu tak, aby se dal model matematicky a graficky vyjádřit a jeho výsledkem je kvalitativně-quantitativní pochopení modelové situace.
  - Popsat matematický model pomocí parametrů – intenzita, frekvence, čas, vzdálenost a orientace v prostoru tak, aby nejlépe vystihovaly jízdní situace cestujících v přepravním procesu.
  - Vyjádřit interakce studovaných vlivů (hluk, vibrace, světlo, teplo) jako přenosové funkce, které budou popisovat vztah mezi zdrojem, prostředím vozidla a pozorovatelem cestujícím v přepravním procesu.
  - Hodnotit časové průběhy jednotlivých vlivů prostředí (hluk, vibrace, světlo, teplo) a jejich efekt na cestujícího v přepravním procesu.
  - Aplikovat logaritmické funkce Weber-Fechnerova zákona a hodnotit vlivy prostředí (hluk, vibrace, světlo, teplo) ve vztahu k hygienickým, fyziologickým a psychologickým aspektům cestujících v přepravním procesu.
  - Stanovit rozhodovací kritéria, která pomohou optimalizačnímu procesu systémových změn návrhu kolejového vozidla a která budou vypovídat o kvalitě prostředí v místě cestujícího v přepravním procesu.

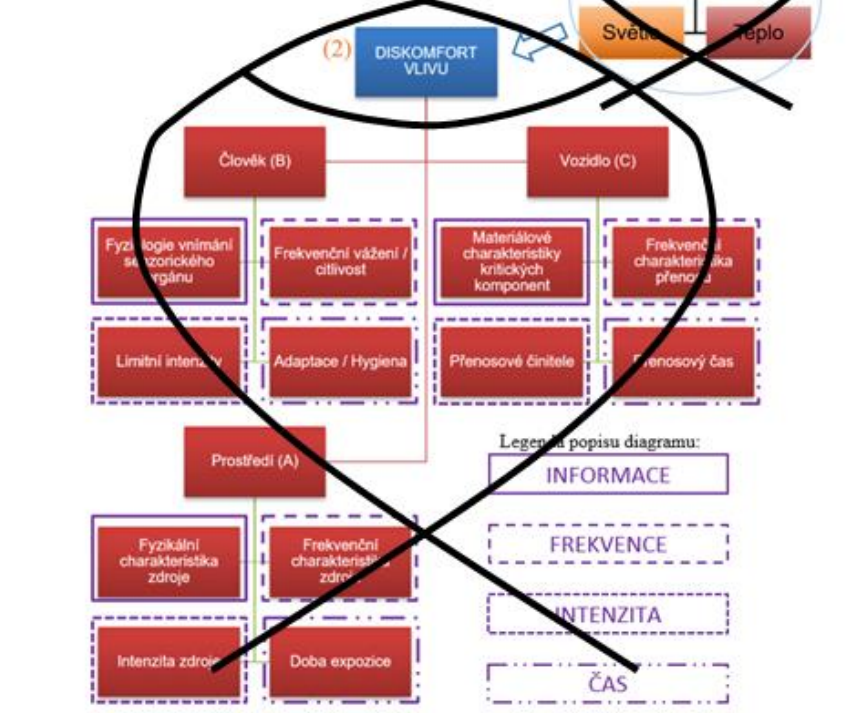
## Metodika a její proces



Obrázek 1 - Princip hodnocení kvality, autor

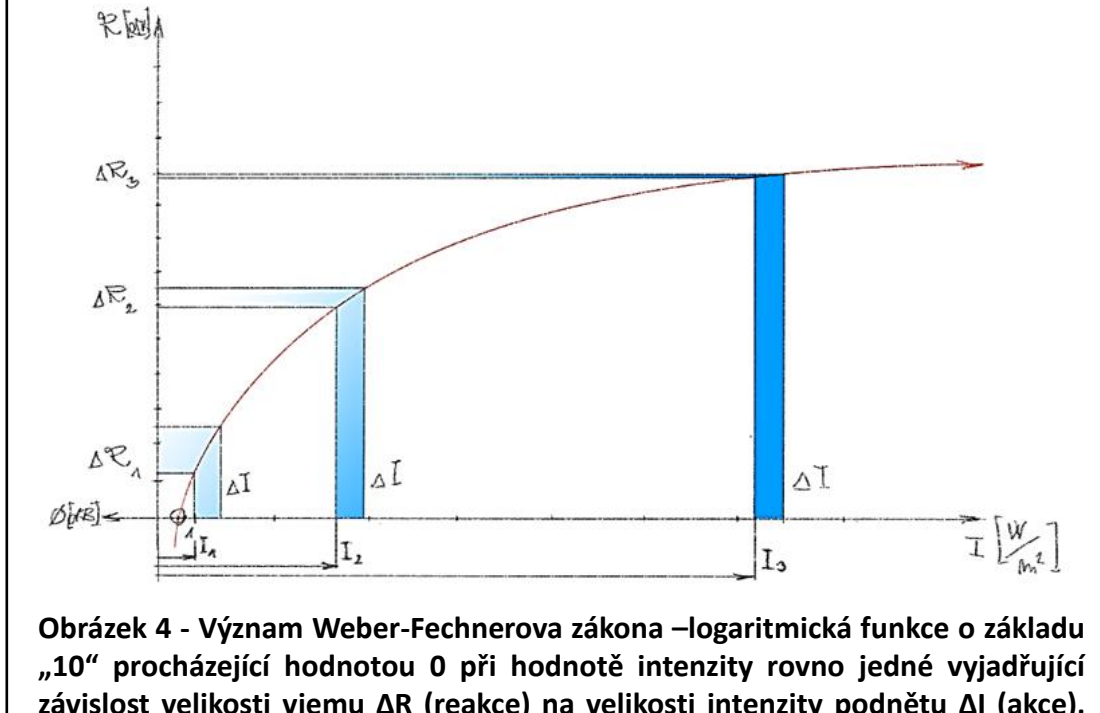
- Obrázek 1 naznačuje výsledek studie a popisuje princip hodnocení kvality návrhu vnitřního prostoru vozidla. Požadavky lidského faktoru, reprezentované fyziologickými, hygienickými a komfortními limity musí být v rovnováze s energetickými účinky prostředí, které jsou do určité míry kontrolovány parametry vozidla.
- Obrázek 2 vyjadřuje iterativní proces optimalizace. Jednotlivé fáze odpovídají optimalizačnímu postupu znázorněnému jako kruhový proces, který je potřeba opakovat a revidovat pokaždé, dojde-li k úpravě jakéhokoliv parametru v rámci optimalizačního kolečka.

## Informační management



Obrázek 3 - Informační management metodiky - Aplikace metody rybi kosti. (1) Základní schéma pro studované vlivy disertační práce. (2) Schéma konkrétního studovaného vlivu diskomfortu (hluk, vibrace, světlo, teplo).

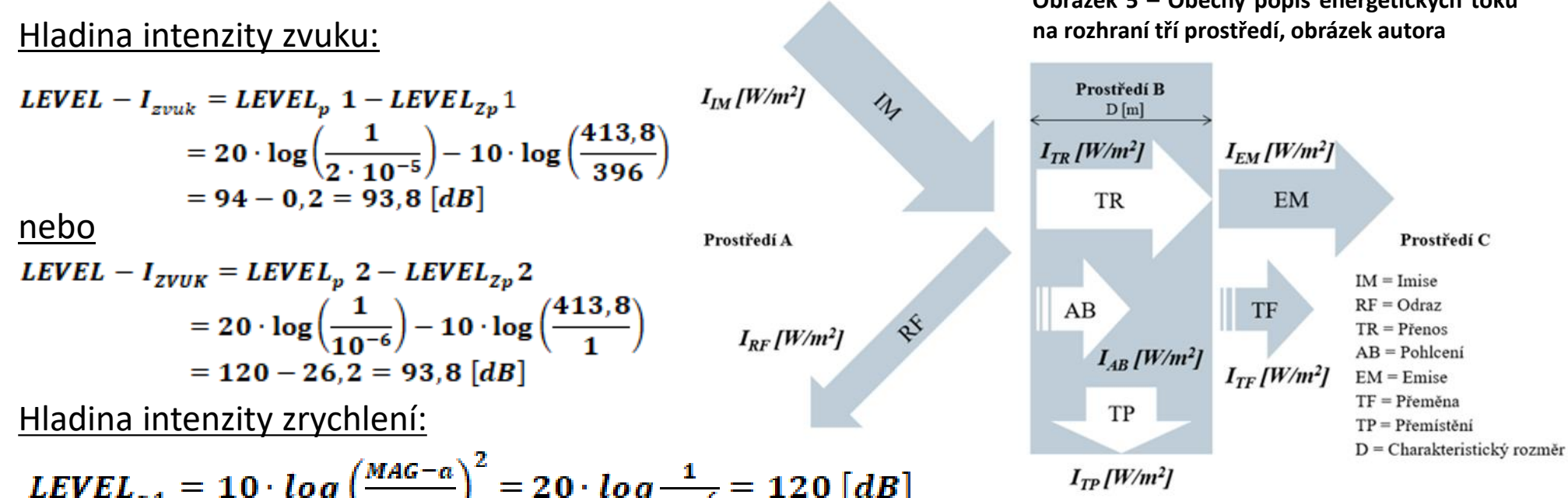
## Aplikace logaritmických funkcí a jejich rozbor



Obrázek 4 - Význam Weber-Fechnerova zákona – logaritmická funkce o základu „10“ procházející hodnotou 0 při hodnotě intenzity rovno jedné vyjadřující závažnost velikosti vjemu ΔR (reakce) na velikosti intenzity podnětu ΔI (akce), obrázek autora.

$$LEVEL = 10 \cdot \log \left( \frac{MAG}{REF} \right) = a \cdot 10 \cdot \log \left( \frac{MAG}{REF} \right) [dB]$$

## Aplikace energetických činitelů a hladin intenzit

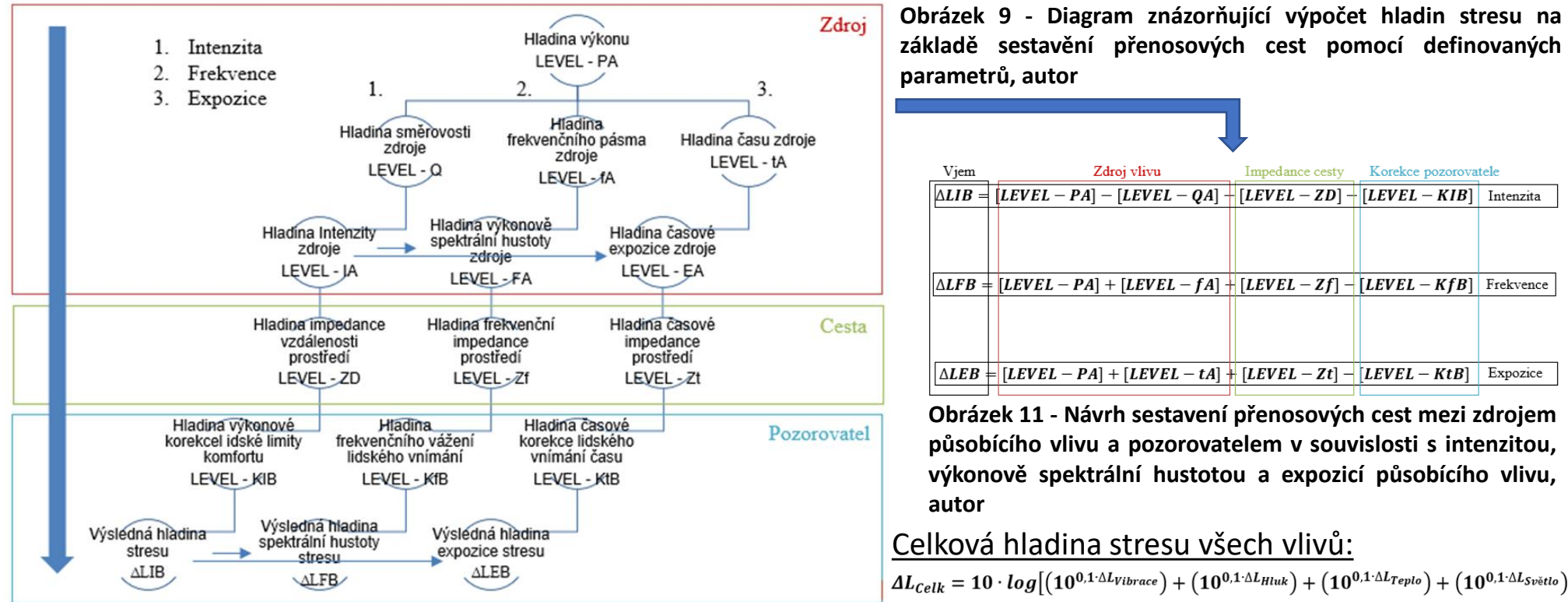


Obrázek 5 - Obecný popis energetických toků na rozhraní tří prostředí, obrázek autora

## Hladina intenzity osvětlení a hladina intenzity tepla:

$$LEVEL - I = 10 \cdot \log \frac{1}{10^{-12}} = 120 [dB]$$

## Algoritmus pro obecný výpočet hladiny stresu



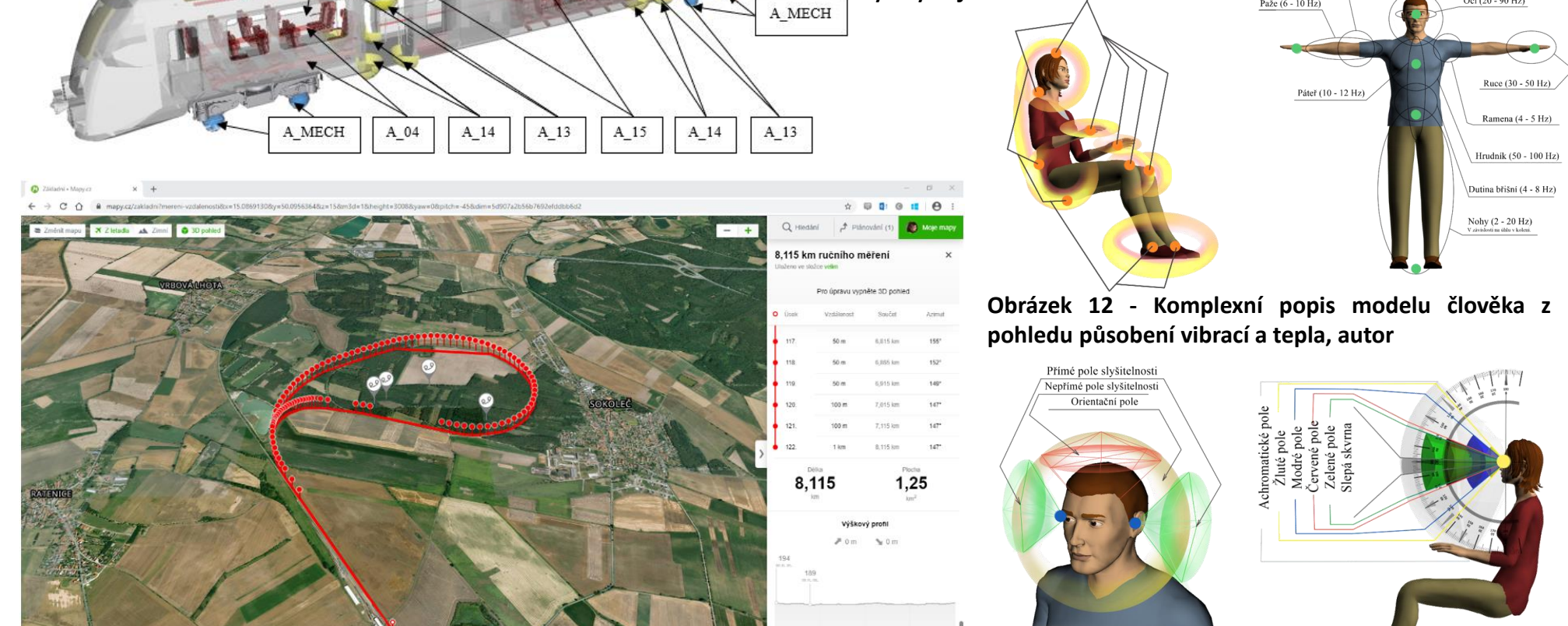
Obrázek 9 - Diagram znázorňující výpočet hladiny stresu na základě sestavení přenosových cest pomocí definovaných parametrů, autor

## Model člověka – vozidla – prostředí



Obrázek 14 - Designový návrh studované příměstské jednotky, autor

Člověk je celým tělem citlivý na bezprostřední účinky mechanické a elektromagnetického vlnění v podobě vibrací a tepla. Model člověka je definován body interakce, které se na těle člověka vyskytují.



Obrázek 12 - Komplexní popis modelu člověka z pohledu působení vibrací a tepla, autor

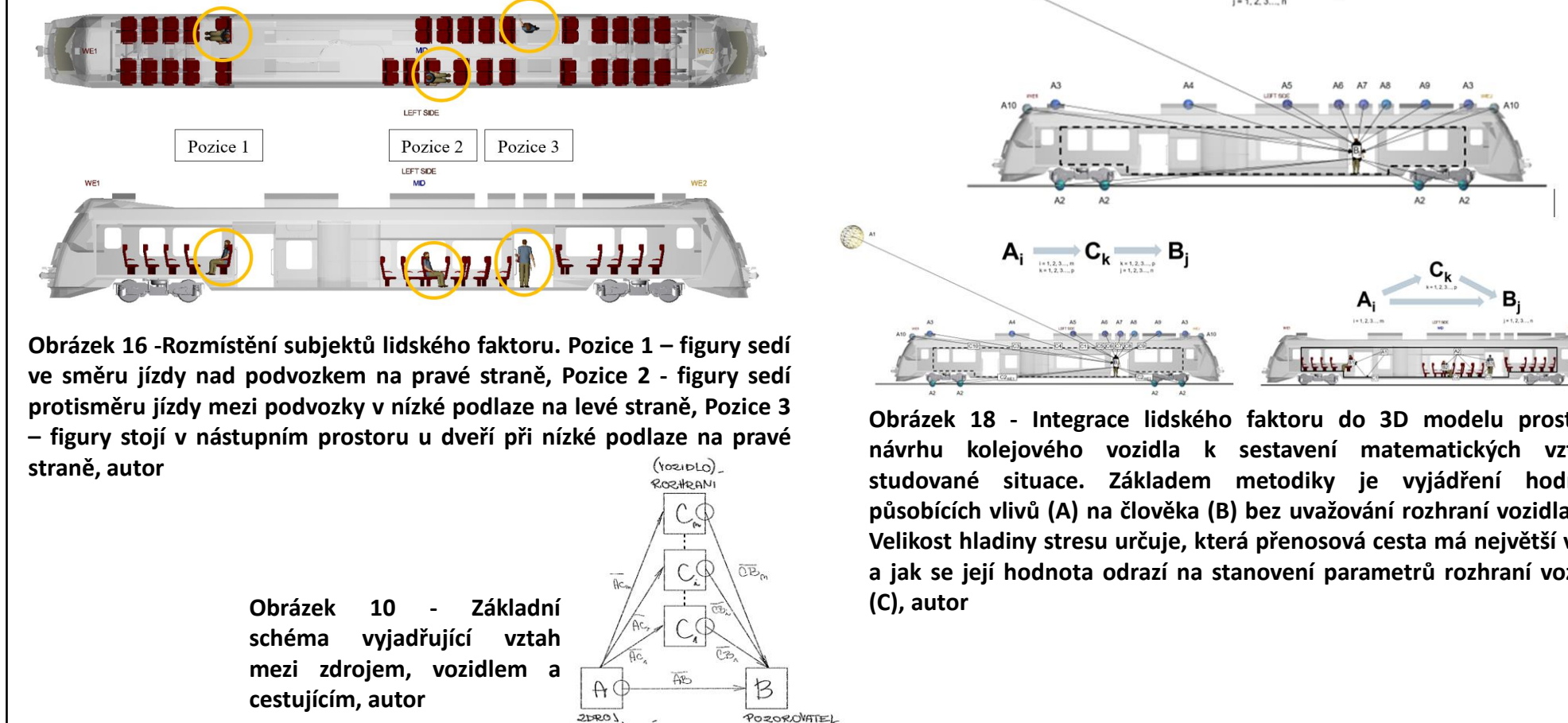
Obrázek 13 - Popis modelu člověka z pohledu působení světla a zvuku, autor

Obrázek 17 - Je simulována jízda virtuálního vozidla na virtuální trati testovacího okruhu v Cerhenicích. Vozidlo projíždí terén 80 km/h, autor

## Sestavení přenosových cest



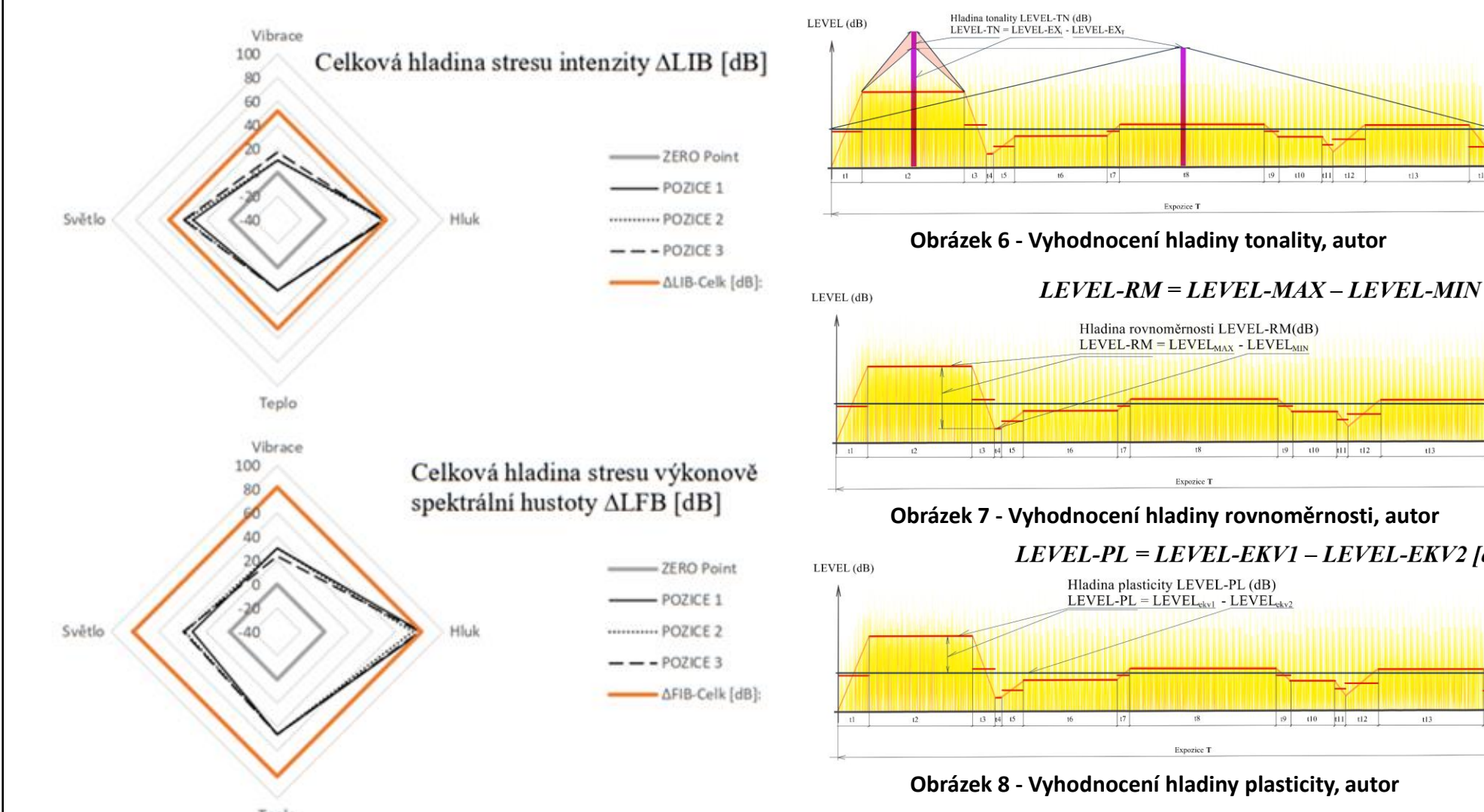
## Systémová integrace:



Obrázek 16 - Rozmístění subjektů lidského faktoru. Pozice 1 - figury sedí ve směru jízdy nad podvozkem na pravé straně, Pozice 2 - figury sedí protisměrně jízdy mezi podvozkem v nízké poloze na levé straně, Pozice 3 - figury stojí v nástupním prostoru u dveří při nízké poloze na pravé straně, autor

Obrázek 18 - Integrace lidského faktoru do 3D modelu prostředí návrhu kolejového vozidla k sestavení matematických vztahů studované situace. Základem metodiky je vyjádření hodnoty působících vlivů (A) na člověka (B) bez uvážování rozhraní vozidla (C). Velikost hladiny stresu určuje, která přenosová cesta má největší vliv a jak se její hodnota odrazí na stanovení parametrů rozhraní vozidla (C), autor

## Vyhodnocení celkových hladin stresu



Obrázek 6 - Vyhodnocení hladiny tonality, autor

Obrázek 7 - Vyhodnocení hladiny rovnoměrnosti, autor

Obrázek 8 - Vyhodnocení hladiny plasticity, autor

Obrázek 11 - Návrh sestavení přenosových cest mezi zdrojem působícího vlivu a pozorovatelem v souvislosti s intenzitou, výkonovou spektrální hustotou a expozicí působícího vlivu, autor

Obrázek 19 - Diagramy výsledků hladiny stresu intenzity, výkonové spektrální hustoty a expozice pro režim výšky slunce nad obzorem 63°. Diagramy znázorňují dílčí výsledky hladiny stresu pro jednotlivé vlivy a jejich energetický součet – celková hladina stresu, autor

## Závěr

- Lze hodnotit zdánlivě odlišné fyzikální světy jednotným matematickým přístupem, pomocí logaritmických funkcí.
- Princip metodiky je založen na sestavení pomyslných přenosových cest mezi potenčními zdroji vozidla a místem pozorovatele.
- Výsledkem grafického vyjádření, logaritmické matematiky a sestavení energetických cest ukázalo, že lze aplikovat funkční komplexní matematický model systému ČLOVĚK – VOZIDLO – PROSTŘEDÍ.
- Metodika umožňuje přidávat nebo ubírat jednotlivé vlivy prostředí, je matematicky konzistentní, systematicky hodnotí parametry vozidla pomocí hladiny stresu, stanovuje celkový stupeň příslušné izolace kritického komponentu.

## Zhodnocení přenosových cest a celkové hladiny stresu:

- Dominantní vliv na zvukové nepohodlí má zvukový projev pojezdu vozidla, tedy styk kolo-kolejnice. V pozici 1 je cestující hluchému prostředí vystaven nejvíce.
- Naopak v pozici 3 byly vypočítány nejnižší podmínky ve vztahu s vibracemi, neboť pozorovatel přímo stojí na zdroji vibrací, simulovaným matematickým řešičem Simpack.
- Vliv tepelné intenzity je nejvyšší v místě 1, neboť vzdálenost cestujících od výstřek klimatizace je nejmenší. Tepelný vliv slunce je pro všechny pozice stejný.
- Vliv intenzity osvětlení vyvolává nejvyšší hladinu stresu pro cestujícího stojícího na pozici 3, neboť jeho orientace je přímo proti oknu dveřního křídla a vystavuje se tak riziku přímého oslnění sluncem. Jak hodnocení ukazuje, intenzita stropního osvětlení je mnohonásobně vyšší než intenzita osvětlení při „zlaté hodině“. Stropní osvětlení tedy dodává intenzitu osvětlení odpovídající intenzitě slunce při výšce nad obzorem 45°, ale jeho spektrální teplota odpovídá intenzitě slunce při výšce 5° a stropní osvětlení může působit příliš „teple“ a může být unavující.