

**Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava**

číslo 2, rok 2011, ročník XI, řada stavební

článek č. 31

**Miloslav Řezáč<sup>1</sup>****KAPACITA POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ Z HLEDISKA PŘÍPUSTNÉ ZÁTĚŽE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ****CAPACITY OF ROADS IN TERMS OF ALLOWABLE LOAD ENVIRONMENT****Abstrakt**

Článek se zabývá možností zpracování metodiky pro komplexní posouzení negativních vlivů dopravy na okolí liniových a plošných dopravních staveb, která by vyhodnotila jak jednotlivé faktory, tak i jejich synergické působení. Jednotný postup by byl určen pro odborníky stavební sféry (příprava, realizace, správa), pracovníky ochrany životního prostředí, ochrany zdraví, úředníky státní správy případně i pro zájemce z řad veřejnosti.

**Klíčová slova**

Dopravní stavby, environmentální kapacita, životní prostředí.

**Abstract**

This article deals with possibility of process procedure for the complex assessment of the negative effects of transport on the surrounding of line and surface traffic building, which it would be evaluate individual factors and their synergistic causation. The Integrated practice would be diagnosis for the specialists of construction scope (preparation, realization, mending), workers of the environment conservation, health protection, executive officer and others interested persons.

**Keywords**

Transport constructions, environmental capacity, environment.

**1 TEORIE ENVIRONMENTÁLNÍ KAPACITY**

Prudký nárůst dopravy přináší sebou i významné environmentální dopady na globální i lokální úrovni. Doprava na pozemních komunikacích představuje riziko překročení environmentální kapacity oblasti, kterou prochází na životní prostředí, působí řada negativních vlivů, vyvolaných dopravou (hluk, vibrace, zplodiny, prašnost a další) a to jak jednotlivě, tak i spolupůsobením.

Environmentální kapacita závisí na typu krajiny a neměla by být překračována negativními vlivy např. z dopravy, ale ani v synergii s jinými zdroji. Je možno předpokládat hypotézu, že nepřekročí-li se environmentální kapacita každého jednotlivého prvku oblasti, nepřekročí se ani celková environmentální kapacita oblasti a bude zabezpečen její trvale udržitelný rozvoj.

Pro stanovení environmentální kapacity dopravní infrastruktury daného území je potřebné definovat environmentální kapacitu pozemní komunikace (PK), železnice, letiště, světelně řízené křižovatky, parkoviště, atd. Kapacitu pozemní komunikace je možno obecně popsat hodnotou, do které je pozemní komunikace schopná umožnit dopravní pohyb za daných okolností.

<sup>1</sup> Doc. Ing. Miloslav Řezáč, Ph.D., Katedra dopravního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podestě 1875/17, 708 33 Ostrava – Poruba, tel.: (+420) 597 321 313, e-mail: miloslav.rezac@vsb.cz

Tato definice umožňuje různé použití slova „kapacita“

- ekonomická kapacita PK
- dopravní kapacita PK
- environmentální kapacita PK

Zatímco dopravní kapacita je pojem známý a jeho stanovení se věnuje relativně dostatečná pozornost, zejména termín environmentální kapacita není dosud u nás používán (i když není neznámý), protože pro něj nejsou stanovená kritéria a podmínky používání.

Koncepce environmentální kapacity je v souladu se zásadou udržitelného rozvoje, že činnost, kterou tento rozvoj vyžaduje, nesmí přesáhnout únosnou kapacitu životního prostředí. Považujeme-li za tuto činnost v daném území dopravu po pozemních komunikacích, potom je cílem stanovit hranice, kdy nepřesáhneme jejich environmentální kapacitu.

Environmentální kapacita pozemní komunikace je pojem, který byl obvykle aplikovaný, při plánování dopravních skeletů a tras komunikací, které ovlivňují převážně osídlené oblasti. Je popisována jako schopnost komunikace přenést dopravu dynamickou a statickou s ohledem na potřebu udržet vybrané (zvolené) environmentální standardy.

Dopravní inženýr tak musí řešit problém zajistit na uvažované komunikaci kapacitu pro výhledovou velikost dopravního proudu vozidel a zároveň nepřekročit stanovenou kapacitu environmentální. Například [2] zahrnuje termín „ekologická kapacita komunikace“, definovaná jako „povolená maximální intenzita jejího výhledového zatížení za uvažovaných geometrických a dopravních podmínek (rychlost a skladba dopravního proudu vozidel apod.), při které ještě nejsou překročeny limitní hodnoty negativních účinků z dopravy (hluk, emise, vibrace) životního prostředí v okolí komunikace“.

Pojmy „ekologická kapacita PK“ a „environmentální kapacita PK“ je možno považovat za rovnocenné - jejich správné použití zatím není jednoznačné - v zahraniční literatuře převládá pojem environmentální kapacita.

Dále se uvádí, že „kapacita navrhované komunikace musí být větší než její předpokládané návrhové zatížení a nemá se při jejím dosažení překročit ekologická kapacita“.

Pro výpočet ekologické/environmentální kapacity neexistuje žádný postup, který by řešil komplexní hodnocení vlivu komunikace na její okolí zahrnutím většiny vlivů jedním algoritmem nebo sumární kritériální hodnocení.

## 2 PODKLADY PRO VÝPOČET ENVIRONMENTÁLNÍ KAPACITY

Z hlediska uvedené definice environmentální kapacity PK je zřejmé, že pro stanovení environmentální kapacity je potřebné určit i kritickou úroveň (limitní hodnoty) znečištění (příp. dalších negativních jevů), která je definovaná jako maximální povolená hladina znečištění - emisní standard - hluku, exhalátů, vibrací z hlediska bezpečnosti a pohody chodců a cyklistů a vizuálního rušení, jejichž zdrojem je pozemní komunikace - doprava na ní. Environmentální standardy přípustné v dané lokalitě se mohou podstatně měnit v závislosti na času, typu pozemní komunikace apod.

Na určení environmentální kapacity PK je tedy potřebné určit celkové emise znečištění, generované všemi faktory spojenými s pozemní komunikací, přičemž cílem je stanovit environmentální kapacitu různých typů pozemních komunikací - určit dopravní podmínky - kvantifikovat dopravní charakteristiky, při kterých je dosažená environmentální kapacita pozemní komunikace. Obecně je možno formulovat:

$$EKPK = f(H, E, V, N, P, Ú) \quad (1)$$

kde:

*EKPK* - environmentální kapacita PK - nejvyšší intenzita hodnocené pozemní komunikace (voz/h/profil) při které ještě nejsou překročeny limitní hodnoty hluku a zároveň exhalátů a zároveň vibrací v jejím okolí

<i>H</i> -	hluk z dopravy
<i>E</i> -	emise z dopravy
<i>V</i> -	vibrace z dopravy
<i>N</i> -	dopravní nehodovost
<i>P</i> -	prašnost
<i>Ú</i> -	ropné úkapy

Praktické naplnění takto definované funkce environmentální kapacity pozemní komunikace si vyžaduje stanovení konkrétního matematického postupu, podle požadované přesnosti výsledků je nutno volit mezi vybranými faktory nebo jejich co nejširší škálou. Výsledkem bude výpočet dopravního zatížení jako parametru ekologické/environmentální kapacity pozemní komunikace při stanovených kritériích.

### **3 HLUK JAKO JEDEN Z LIMITUJÍCÍCH FAKTORŮ ENVIRONMENTÁLNÍ KAPACITY POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ**

Jedním z faktorů je hluk, který byl vybrán jako představitel negativního působení dopravy na okolí liniových či plošných dopravních staveb. Popisem výskytu hluku ve venkovním prostoru – dopravního, průmyslového a komunálního - se zabývá urbanistická akustika. Akustická situace je dána znalostí o prostoru a času působení všech zdrojů akustické energie. Praktické možnosti omezují získat a ve výpočtu využít neúměrného množství informací, proto se akustická situace ve venkovním prostoru charakterizuje do modelu:

- A – v sídlech s vysokým stupněm motorizace dominuje v denní době silniční provoz, s výjimkou lokalit v blízkosti výrazných zdrojů hluku, respektive s výjimkou míst, jež jsou ovlivňována přelety letadel či jízdou dopravních prostředků kolejové dopravy.
- B – při zvětšující se vzdálenosti observačních míst od pozemních dopravních cest začínají převládat účinky lokální zdroje hluku – komunální aktivity, provoz průmyslových zařízení atd.
- C – v noční době dochází v důsledku poklesu intenzity provozu na pozemních dopravních cestách k přechodu od výskytu liniových zdrojů hluku (související dopravní proud) ke zdrojům bodovým (jednotlivé dopravní prostředky).
- D – součtem (superpozicí) akustických účinků uváděných zdrojů akustické energie (hluku) vzniká akustická situace (pole), která je závislá na typech a době výskytu zdrojů hluku.

Závažnost zdrojů hluku z dopravy je dána možností působení v kterékoli denní či noční době, přičemž díky své mobilitě dostanou co nejbližší k místům pobytu lidí (bytům, školám, zdravotnickým zařízením).

Hladina hluku generovaného dopravou na PK závisí na mnoha faktorech a je možné ji vypočítat podle různých modelů s rozdílnou přesností. Je nutné vytvořit model, který by umožňoval výpočet hluku z dopravy pro všechny možné kombinace geometrických a dopravních podmínek všech typů PK.

Tento požadavek naznačuje, že najít takový, který by umožňoval přesný výpočet hluku na místních komunikacích (vliv na obyvatelstvo) je náročné, protože provoz na místních komunikacích zahrnuje různé režimy a jejich matematický popis je komplikovaný. Hladina hluku je přímo výsledkem vztahu hluku a dopravních charakteristik pozemních komunikací. Hladina hluku v okolí komunikací je výsledkem vztahu hluku a dopravních charakteristik pozemních komunikací.

Při stanovení environmentální kapacity pozemní komunikace z pohledu hluku budeme vycházet z u nás platného výpočtového modelu podle [2] ve smyslu novely metodiky a platné legislativy pro ochranu životního prostředí a zdraví obyvatel.

Pro základní dopravno-urbanistickou situaci můžeme stanovit:

1. environmentální kapacitu v referenční vzdálenosti 7,5 m od zdroje hluku
2. environmentální kapacitu v posuzované vzdálenosti se zahrnutím korekcí (útlumu hluku), které zohledňují
  - terén mezi zdrojem a referenčním bodem pohltivý/odrazivý,
  - šířku komunikace,
  - délku úseku komunikace,
  - útlum hluku nízkou zástavbou,
  - útlum hluku překážkou nebo konfigurací terénu,
  - vliv přílehlé souvislé zástavby,
  - narušování plynulosti dopravního proudu,
  - vliv zeleně,
  - případně další prokazatelné vlivy mohou měnit hladinu hluku ze zdroje

Vhledem k odlišným limitním hodnotám hladin hluku v průběhu dne (den/noc), bude i environmentální kapacita PK odlišná pro den/noc. Výsledná hodnota environmentální kapacity PK je vždy nižší z nich - u řady typů PK jsou limitní hodnoty hluku překračovány v noční době. Problémem, který ve vztahu k výpočtu environmentální kapacity PK možno označit, je kvantifikování dopravních charakteristik pro výpočet environmentální kapacity a jeho sladění s postupy výpočtu (dopravní) kapacity PK. Hlavní problémy:

- stanovení hodinové intenzity dopravy – přepočty na intenzitu den/noc vychází z hodnoty ročního průměru denních intenzit (RPDI)
- přepočet přípustné intenzity v celém profilu pozemní komunikace (resp. pro jeden, více zatížený směr/jeden jízdní pruh)
- sladění výpočtu s požadavky na kvalitu pohybu dopravního proudu (DP) - funkční úroveň PK
- definování (kvantifikace) korekcí (útlumu hluku), které mohou při specifické dopravně-urbanistické situaci environmentální kapacitu PK zvýšit - změna jedné dopravní charakteristiky způsobí změnu všech ostatních a následně vyvolá i okamžitou změnu charakteru hluku.

Z hlediska efektivního využití investice na výstavbu PK při zachování jej dopravno-technické úrovně by měl platit požadavek vyjadřující vztah mezi EKPK a kapacitou PK:

$$x_n > I_p \quad (2)$$

kde:

$x_n$  - intenzita dopravy, při které se dosáhne v posuzovaném bodě limitní úroveň akustického tlaku,

$I_p$  - hodinová dopravní kapacita PK

Když je podmínka dána vztahem (2) splněna, environmentální kapacita PK z hlediska hluku je dostatečná a posuzovaný rozsah dopravy na předemném úseku PK nebude nadměrně zatěžovat svoje okolí, v opačném případě budou přípustné hladiny hluku překročeny.

Při všech úvahách je třeba si uvědomit, že když hovoříme o dopravní kapacitě PK, máme na mysli její kapacitu za daných dopravních a geometrických podmínek - to znamená rychlosti DP, skladby DP a podmínky samotné komunikace.

#### 4 DALŠÍ LIMITUJÍCÍ FAKTORY ENVIRONMENTÁLNÍ KAPACITY POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

*Vibrace z dopravy* na pozemních komunikacích patří mezi výrazně negativní účinky, které působí na bezprostřední okolí. Provozem dopravních prostředků jsou vyvolávány otřesy a vibrace jako důsledek změn dotykových sil mezi koly vozidel a povrchem vozovky; vybudují napěťové vlny, které se šíří do okolního prostředí. Výraznou charakteristikou vibrací (otřesů z dopravy) je, že:

- mají náhodný nepravidelný charakter s délkami vln v rozmezí od 2 až 10m, při amplitudách posunutí 20 mikrometrů,
- člověk je pociťuje subjektivně jako nepříjemné a v některých případech se projevují nepříznivými účinky na lidském zdraví,
- v okolí komunikací dopravně zatížených těžkými vozidly působí prakticky nepřetržitě,
- zrychlení těchto otřesů dosahují takových hodnot, že vyvolávají vnitřní změny ve hmotách otřásaných objektů, snížení jejich pevností a krácení jejich životnosti, popř. až ohrožení jejich stability.

Účinky vibrací na okolí, vyvolané dopravou a jejich velikost, jsou dány skladbou dopravního proudu, stavem a konstrukcí vozovky (trati), kvalitou povrchu, podmínkami pro šíření vln půdou, stavebním uspořádáním objektů apod. Nejvyšší přípustné vážené hodnoty zrychlení vibrací a otřesů ve stavbách stanoví nařízení vlády č. 148/2006 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

*Emise* - složení a množství výfukových plynů je závislé na druhu motoru (zážehový, vznětový), na dalších konstrukčních parametrech vozidel, na pracovním režimu motoru, na složení pohonných látek apod. Tyto škodliviny nepůsobí samostatně, ale v kombinaci jako vznikající spaliny ve spalovacím motoru. Z látek emitovaných motorovými vozidly se spalovacími motory je možno jmenovat oxid uhelnatý (CO), který se vytváří v průběhu spalování při nedostatku kyslíku. Vznik uhlovodíků ( $C_xH_y$ ) je vyvolán neúplným spalováním paliva, případně oleje v motoru. Zkoumána je otázka karcinogenity některých emitovaných polycyklických uhlovodíků. Z oxidu dusíku ( $NO_x$ ) emitují spalovací motory, především oxid dusnatý, jako produkt spalování paliva ve vzduchu při vysokých teplotách. Oxid dusnatý v ovzduší rychle reaguje na oxid dusičný, který je považovaný za jedovatý a působí dráždivě na sliznice očí a horních cest dýchacích.

Jako doporučení ke snížení absolutního množství emisí lze uvést plynulost dopravy (koordinace křižovatek), rovinatost tras a rozmístění a výšku zástavby.

*Nehodovost* – vyhodnocení celospolečenských ztrát způsobených nehodovostí v silničním provozu je prováděna technikou přímého zjišťování nákladů na zdravotní péči, administrativu (policie, soudy, pojišťovny), vyšší sociální výdaje a hmotných škod. Pro ocenění ztrát na produkci bylo použito tzv. hrubého výnosu, tj. výše hrubého domácího produktu na obyvatele. Jsou to náklady přímé, které mají přímý dopad na výdaje státního rozpočtu.

Do ztrát nejsou zahrnuty subjektivní škody, mezi které patří bolest, utrpení, šok, ztráta naděje na dožití, ztráta životní pohody a obvyklého způsobu života, narušení rodiny a jiné, zpravidla nenahraditelné škody. Výše ocenění subjektivních škod je obtížně srovnatelná a monetárně nemůže být spolehlivě vyjádřena, i když je minimálně stejně závažnou stránkou tragédie dopravních nehod jako jejich ekonomické důsledky.

## 5 ZÁVĚR

Škála faktorů negativně ovlivňující okolí dopravních cest a staveb může být daleko širší, dokážeme-li vyjádřit zákonitosti působení na životní prostředí, případně jejich spolupůsobení s dalšími faktory, zhoršujícími životní prostředí. Právě tak může být výsledek přesnější, což vede ke zvýšení náročnosti řešení úkolu. Vzhledem k tomu, že v mnoho případech jde o prognózu řady prvků systému:

- trasa budoucího dopravního spojení
- budoucí dopravní zatížení dopravní cesty či plochy
- budoucími dopravními prostředky s kvalitativně lepšími technickými parametry

se domnívám, že by postup měl být úměrně náročný na rozsah a přesnost dat, jakož i na zpracování. Pro stanovení environmentální kapacity pozemní komunikace (a obecně jakékoli dopravní cesty či zařízení) by měla být sestavena pomůcka nebo metodika, podobně jako v jiných zemích, zahrnující v jednom postupu spektrum faktorů negativních vlivů na okolí těchto staveb. Její využití by mělo opodstatnění a využití pro odborníky stavební sféry (příprava, realizace, správa), pracovníky ochrany životního prostředí, ochrany zdraví, úředníky státní správy případně i pro veřejnost.

## LITERATURA

- [1] Kolektiv. Environmentálna kapacita pozemných komunikácií a jej aplikácia v dopravnom plánovaní. *Výzkumný úkol VEGA 1/1127/04, Technická univerzita Košice.*
- [2] Kolektiv. Parametre environmentálnej únosnosti dopravných staveb. *Výzkumný úkol VEGA 1/3314/06, Technická univerzita, STÚ Bratislava.*
- [3] SALAIOVÁ, B. Dopravno-inžinierske charakteristiky pre zvýšenie dopravno-technickej úrovne pozemných komunikácií. *Habilitační práce, Technická univerzita, Stavebná fakulta Košice, 2008.*
- [4] STN 73 6110 Projektovanie miestnych komunikácií.
- [5] Metodika identifikace a řešení míst častých dopravních nehod. Centrum dopravního výzkumu, Brno, 2001

### Oponentní posudek vypracoval:

Doc. Ing. Daniela Ďurčanská, Ph.D., Fakulta stavebná, Žilinská univerzita v Žiline.

Doc. Ing. Petr Jůza, Ústav pozemních komunikací, CSc., Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně.