

Mladá veda

Young Science



Špeciálne vydanie

Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

September 2017 (číslo 4)

Ročník piaty

ISSN 1339-3189

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Altenberger Dom, Nemecko. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

doc. Ing. Peter Adamišín, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)

prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

REDAKCIA

PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

Mgr. Martin Hajduk (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSS UKF, Nitra)

Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

www.universum-eu.sk

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

VÝPOČTOVÝ MODEL JÍZDNÍ RYCHLOSTI TĚŽKÉHO NÁKLADNÍHO VOZIDLA

CALCULATION MODEL OF THE RUNNING SPEED OF A HEAVY TRUCK

Jiří Hanzl¹

Autor působí jako odborný asistent na Katedře dopravy a logistiky Vysoké školy technické a ekonomické v Českých Budějovicích. Ve svém výzkumu se věnuje problematice dopravních staveb a dopravního inženýrství se zaměřením na bezpečnost pozemních komunikací a plynulost dopravního proudu.

The author works as an assistant professor at the Department of Transport and Logistics of the Institute of Technology and Business in České Budějovice. In his research he deals with problems of transportation construction and traffic engineering with a focus on the roads safety and traffic flow fluency.

Abstract

The aim of this paper is to familiarize the reader with the calculation of a heavy truck running speed based on the road design parameters, valid Czech legislation for designing roads and other deciding criteria. The basic assumption is that the vehicle moves on every road section as fast as the regulations, the geometry of the route and other traffic characteristics of the traffic flow allow.

Key words: Traffic flow intensity, vertical alignment, speed limits, horizontal alignment, lane width, heavy truck, calculation model

Abstrakt

Cílem příspěvku je seznámit čtenáře s výpočtem jízdní rychlosti těžkého nákladního vozidla na základě návrhových parametrů pozemní komunikace, platné české legislativy pro navrhování pozemních komunikací a dalších rozhodovacích kritérií. Základním předpokladem je fakt, že se vozidlo pohybuje takovou rychlostí, kterou mu v daném segmentu pozemní komunikace jednak dovolují předpisy, jednak umožňuje vlastní geometrie trasy a další provozní charakteristiky dopravního proudu

Klíčová slova: Intenzita dopravního proudu, podélný sklon, rychlostní omezení, směrové vedení, šířka jízdního pruhu, těžké nákladní vozidlo, výpočtový model.

¹ Adresa pracoviště: Ing. Bc. Jiří Hanzl, Ph.D., Vysoká škola technická a ekonomická v Českých Budějovicích, Katedra dopravy a logistiky, Okružní 517/10, 370 01 České Budějovice
E-mail: hanzl@mail.vstecb.cz

Úvod

Těžké nákladní vozidlo (tzv. návrhové) představuje při projektování pozemních komunikací a stanovování návrhových parametrů trasy nejvíce limitující faktor dopravního proudu. V případě zvýšených intenzit dopravy se dopravní proud vozidel na komunikaci bez možnosti předjíždění nebo s omezenou možností předjíždění pohybuje právě takovou rychlostí, jakou je rychlost těžkého nákladního vozidla. Budeme-li chtít zjistit aktuální rychlost tohoto vozidla v každém bodě (části) pozemní komunikace, musíme brát v úvahu kromě platné české legislativy také vlastní geometrii trasy a dopravní omezení vyskytující se na pozemní komunikaci.

Pro popis dané problematiky vytvořil autor odbornou řešerši rozebírající detailněji jednotlivé faktory na trase s vlivností na jízdní rychlost těžkého nákladního vozidla. Kromě maximální dovolené rychlosti jízdy jsou uvažována ještě další omezení, jako jsou např. železniční přejezdy, trasování komunikace apod. Text příspěvku vychází převážně z autorovy disertační práce s názvem „Návrh alternativních tras páteřních komunikací pro případ mimořádných i plánovaných dopravních omezení“, v níž je celá problematika popsána detailněji a jejímž výstupem je tzv. analytický model pro oceňování objízdných tras dle jejich impedance. Tento diskrétní model využívá kromě dynamiky jízdy zvoleného typu vozidla (tzv. návrhového) mimo jiné i geometrii vlastní trasy (směrové a sklonové poměry, šířkové uspořádání atd.) a rychlostní omezení na pozemní komunikaci (nejvyšší dovolená rychlost, intenzita odkláněného dopravního proudu, železniční přejezdy) doplněná o další rozhodovací kritéria.

Výpočtový model jízdní rychlosti

Pro stanovování jízdní rychlosti na trase je uvažováno tzv. návrhové pomalé vozidlo, neboť jak již bylo popsáno v úvodní části příspěvku, jedná se o nejvíce limitující faktor celého dopravního proudu (MESZAROS, 2012). Jako návrhové pomalé vozidlo je v souladu s českými technickými normami uvažováno vozidlo o celkové hmotnosti 44 t, s celkovým převodovým poměrem plynule proměnlivým v rozsahu od 2,070 do 49,680 (s ohledem na optimální pracovní podmínky hnacího agregátu), s poloměrem kola 0,526 m, účinností převodového ústrojí 0,8878, součinitelem odporu vzduchu 0,7 a čelní plochou 8,5 m² při hustotě vzduchu 1,205 kg/m³, součinitelem odporu valení 0,006 a hnacím momentem motoru 1600 Nm (pro jízdu do stoupání), 0 Nm (pro volné sjíždění) a -550 Nm (pro brždění) (ČSN 73 6101, 2004).

Vstupní parametry výpočtu, které mají významný vliv na výslednou jízdní rychlost návrhového pomalého vozidla na daném segmentu pozemní komunikace, uvádí Tabulka 1. Segmentací pozemní komunikace se rozumí její rozdělení na jednotlivé úseky (entity) s obdobným charakterem provozu, kdy následně výpočtový model vybírá na daném segmentu pozemní komunikace rychlost minimální (nebo též maximálně omezující). Tato rychlost je potom v daném úseku rychlostí směrodatnou, kterou se bude pohybovat celý dopravní proud (FÜTYŮ and GÁL, 2013), (HANZL et al., 2016).

a) šířka jízdního pruhu pozemní komunikace	a [m]
b) směrové poměry pozemní komunikace (poloměr oblouku)	R [m]
c) sklonové poměry pozemní komunikace (podélný sklon)	s [%]
d) nejvyšší dovolená rychlost na pozemní komunikaci	v_{vk} [km/h]
e) rychlostní omezení na pozemní komunikaci	v_{om} [km/h]
f) dopravní omezení pro těžká nákladní vozidla na pozemní komunikaci	
g) předpokládaná intenzita dopravy na pozemní komunikaci	I [voz/h]

Tabulka 1 – Vstupní parametry výpočtu vycházející z geometrie pozemní komunikace, legislativních předpisů a provozních charakteristik dopravního proudu

Zdroj: HANZL, 2017

Vybrané parametry z Tabulky 1 jsou podrobněji popsány v následujících kapitolách článku.

Parametry s vlivem na jízdní rychlost

a) šířka jízdního pruhu pozemní komunikace a [m]

Šířkové uspořádání pozemní komunikace a s tím související šířka jízdního pruhu představuje důležitý parametr pro volbu návrhové rychlosti při projektování pozemních komunikací. Pro stanovení jízdní rychlosti v závislosti na šířce jízdního pruhu pozemní komunikace je využita tabulka „Návrhové kategorie dvoupruhových silnic“ z (ČSN 73 6101, 2004).

Návrhová kategorie				Jízdní pruh
písmenný znak	b [m]	návrhová rychlost v_n [km/h]	třída komunikace	a [m]
-	-	-	-	-
S	6,5	60	III.	2,75
S	7,5	70	II., III.	3,00
S	9,5	80	I., II.	3,50
S	11,5	90	I.	3,50

Tabulka 2 – Závislost návrhové rychlosti na šířce jízdního pruhu pozemní komunikace

Zdroj: ČSN 73 6101, 2004

b) směrové poměry pozemní komunikace (poloměr oblouku) R [m]

Poloměr směrového oblouku je jedním z nejdůležitějších parametrů pozemní komunikace, který zásadním způsobem ovlivňuje rychlost průjezdu vozidla obloukem. Ve výpočtech pro zjednodušení autoři uvažují prostý kružnicový oblouk bez přechodnic, pro který lze dle (ČSN 73 6102, 2011) použít následující vzorec pro výpočet mezní rychlosti v_m , kterou je ještě možné daný oblouk bezpečně projet. Spolu s velikostí poloměru R vstupuje do výpočtu ještě tíhové zrychlení g a příčný sklon komunikace p . (HANZL et al., 2016).

Obecný vzorec výpočtu mezní rychlosti v_m má následující tvar:

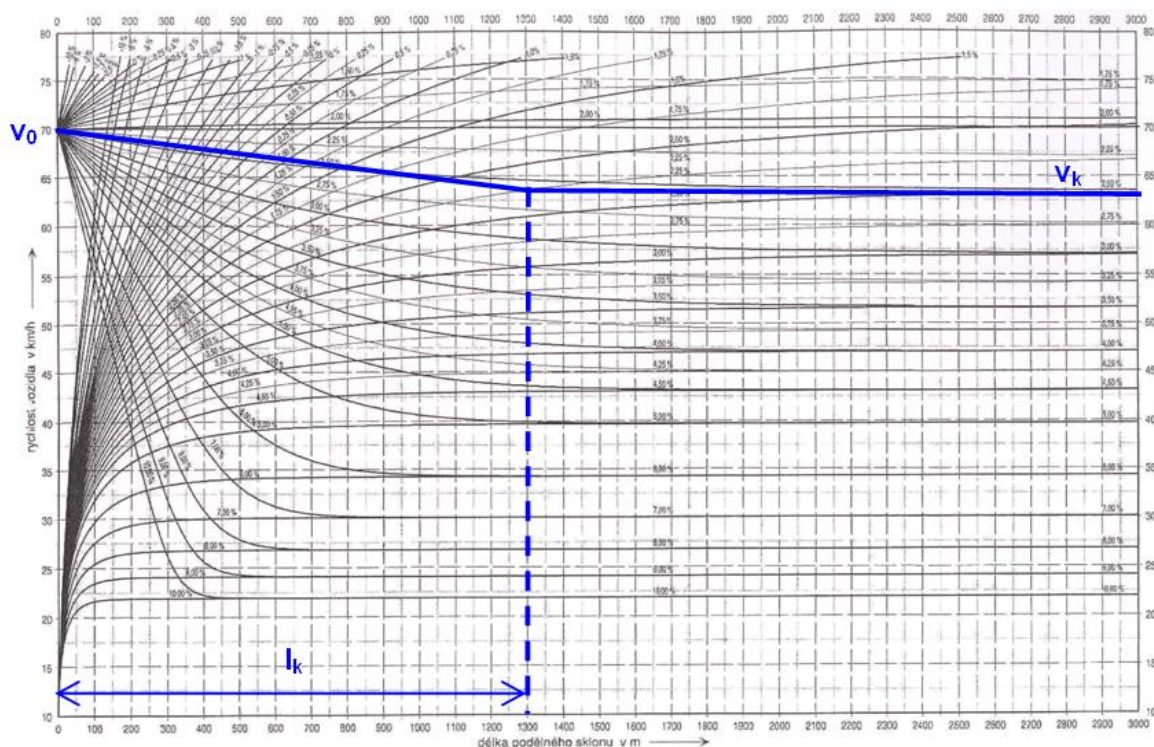
$$v_m = 3,6 \cdot \sqrt{g \cdot R \cdot (f + 0,01 \cdot p)} \quad (1)$$

kde

- v_m ...mezní rychlost [km/h],
 R ...poloměr směrového oblouku [m],
 f ...využitelná hodnota součinitele adheze, pro výpočet dosažitelné rychlosti se uvažuje $f = 0,25$ [-],
 p ...dostředný příčný sklon, pokud je ve směrovém oblouku opačný příčný sklon, dosazuje se do vzorce záporná hodnota [%],
 g ...gravitační zrychlení $9,81$ [m/s²]. (ČSN 73 6102, 2011)

c) sklonové poměry pozemní komunikace (podélný sklon) s [%]

Výpočet jízdní rychlosti návrhového pomalého vozidla vychází z obrazové přílohy „K2 – Vztah podélného sklonu nivelety a rychlosti návrhového vozidla pro ostatní silniční síť (počáteční rychlosti 70 km/h)“ normy (ČSN 73 6101, 2004). Vzhledem k tomu, že změna rychlosti v závislosti na velikosti podélného sklonu není charakterizována lineární křivkou, bylo nutné tyto křivky linearizovat (Obr. 1) za účelem vyjádření poměru změny rychlosti v závislosti na délce úseku, na kterém k této změně došlo. Dosazením počáteční rychlosti v_0 [km/h], konvergentní rychlosti v_k [km/h], koeficientu změny rychlosti Δv [s⁻¹] a délky úseku l_k [m] do rovnice rovnoměrně zrychleného pohybu, je možné vypočítat průměrnou rychlost pomalého vozidla vlivem podélného sklonu pozemní komunikace v_s [km/h].



Obr. 1 – Linearizace křivek vyjadřujících vztah podélného sklonu pozemní komunikace a rychlosti vozidla
Zdroj: (HANZL et al., 2016)

d) nejvyšší dovolená rychlost na pozemní komunikaci v_{VK} [km/h]

V České republice je dle (CZ, Zákon č. 361/2000 Sb) stanovena nejvyšší dovolená rychlost těžkých nákladních vozidel na volné komunikaci bez rychlostních omezení dle Tabulky 3:

písmenný znak komunikace	v_{VK} [km/h] - extravilán	v_{VK} [km/h] - intravilán
D	80 km/h	50 – 80 km/h
S I, II, III	80 km/h	50 – 80 km/h
MK	80 km/h	50 – 80 km/h

Tabulka 3 – Nejvyšší dovolená rychlost těžkých nákladních vozidel na pozemních komunikacích v ČR
Zdroj: (HANZL, 2017)

e) rychlostní omezení na pozemní komunikaci v_{om} [km/h]

Rychlostní omezení na pozemní komunikaci mohou být reprezentovaná jednak svislým dopravním značením, jednak železničními přejezdy. Svislé dopravní značení č. B 20a – „Nejvyšší dovolená rychlost“ (Obr. 2), přímo určuje nejvyšší dovolenou rychlost v kilometrech za hodinu vyjádřenou číslem na značce. Za touto značkou se předpokládá maximální rychlost těžkého nákladního vozidla rovna údaji na značce (HANZL et al., 2016).



Obr. 2 – Dopravní značení „Nejvyšší dovolená rychlost“ a „Konec nejvyšší dovolené rychlosti“
Zdroj: (Revize TP 65, 2013)

V případě železničního přejezdu křižujícího pozemní komunikaci je nutné při stanovování omezující rychlosti vycházet z §28 zákona č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů. Řidič motorového vozidla v závislosti na stupni zabezpečení železničního přejezdu je povinen snížit svou rychlost na předepsanou hodnotu a v předepsané vzdálenosti před železničním přejezdem. Bude-li se jednat o železniční přejezd se světelnou signalizací (svítí-li přerušované bílé světlo signálu přejezdového zabezpečovacího zařízení), smí řidič 50 m před železničním přejezdem a při jeho přejíždění jet rychlostí nejvýše 50 km/h. Bude tedy platit, že $v_{om} = 50 \text{ km/h}$. V případě, že nesvítí přerušované bílé světlo signálu přejezdového zabezpečovacího zařízení (železniční přejezd neřízený světelnou signalizací), smí řidič 50 m před železničním přejezdem a při jeho přejíždění jet rychlostí nejvýše 30 km/h. Proto bude platit, že $v_{om} = 30 \text{ km/h}$ (CZ, Zákon č. 361/2000 Sb).

f) dopravní omezení pro těžká nákladní vozidla na pozemní komunikaci

Pro výpočet jízdní rychlosti těžkých nákladních vozidel je důležité, aby pozemní komunikace nezakazovala a ani jinak neomezovala jízdu těchto vozidel. Bude-li na pozemní komunikaci nějaké dopravní omezení dle Tabulky 4, nemá smysl pokračovat ve výpočtu jízdní rychlosti.

Piktogram	Kód SDZ	Název SDZ
	B 4	Zákaz vjezdu nákladních automobilů
	B 12	Zákaz vjezdu vyznačených vozidel
	B 13	Zákaz vjezdu vozidel, jejichž okamžitá hmotnost přesahuje vyznačenou mez
	B 14	Zákaz vjezdu vozidel, jejichž okamžitá hmotnost připadající na nápravu přesahuje vyznačenou mez
	B 15	Zákaz vjezdu vozidel, jejichž šířka přesahuje vyznačenou mez
	B 16	Zákaz vjezdu vozidel, jejichž výška přesahuje vyznačenou mez
	B 17	Zákaz vjezdu vozidel nebo souprav, jejichž délka přesahuje vyznačenou mez

Tabulka 4 – Potenciální dopravní omezení, která se mohou na pozemní komunikaci vyskytovat
Zdroj: (HANZL, 2017)

g) předpokládaná intenzita dopravy na pozemní komunikaci I [voz/h]

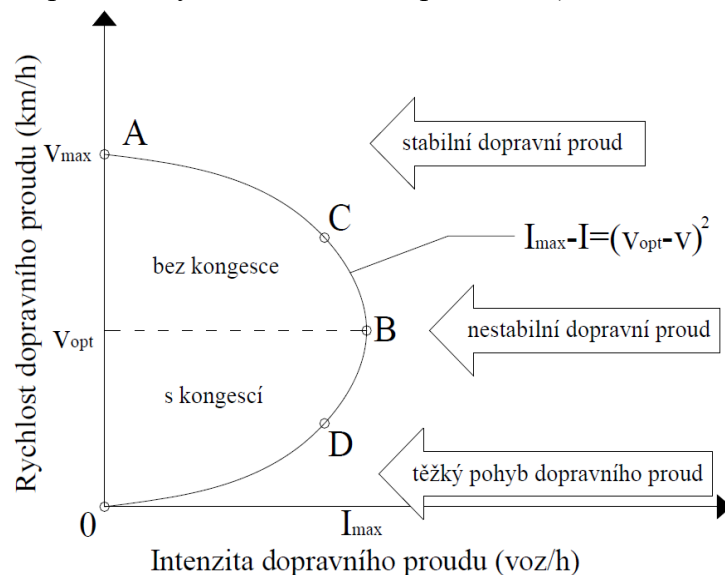
Poslední vstupní parametr výpočtu, vycházející z provozních charakteristik dopravního proudu, je intenzita dopravy. S rostoucími intenzitami se budou jednotlivá vozidla při jízdě vzájemně ovlivňovat, což se projeví na výsledné rychlosti celého dopravního proudu. Tedy nejen popsane geometrické parametry pozemní komunikace a dopravní omezení na trase (a z nich vypočtené maximálně omezující rychlosti), ale také celková intenzita dopravního proudu budou mít vliv na jeho výslednou rychlost (HANZL, 2017).

Pro ÚKD ve stupni „E“, při minimálním podélném sklonu a při minimálním podílu pomalých vozidel platí pro dvoupruhovou silnici dle (ČSN 73 6101, 2004) následující hodnoty:

Typ komunikace	Hustota dopravy při UKD ve stupni „E“ H_{opt} [voz/km]	Kapacita JP I_{max} [voz/h]	Optimální rychlost při dosažení kapacity v_{opt} [km/h]
2 - pruhová silnice	20 voz/km	1250 voz/h	62,5 km/h

Tabulka 5 – Charakteristiky dopravního proudu při kritické hustotě pro 2 – pruhovou silnici
Zdroj: (HANZL, 2017)

Z fundamentálního diagramu (Obr. 3) vyjadřujícího závislost rychlosti dopravního proudu na intenzitě je patrné, že je tento vztah parabolický. S rostoucí rychlostí intenzita dopravního proudu stoupá až do doby, kdy je dosaženo její maximální hodnoty (kapacity komunikace) I_{max} . Následně začne i přes růst rychlosti intenzita opět klesat (MATUZSKOVÁ, 2013).



Obr. 3 – Parabolický průběh závislosti rychlosti dopravního proudu na intenzitě dopravy
Zdroj: (MATUZSKOVÁ, 2013)

Křivka paraboly má rovnici:

$$I_{max} - I = (v_{opt} - v)^2 \quad (2)$$

kde

- I_{max} ...maximální hodnota intenzity dopravy (= kapacita jízdního pruhu pozemní komunikace) [voz/h],
- I ...okamžitá intenzita dopravy [voz/h],
- v_{opt} ...optimální rychlost, při níž dopravní proud dosahuje maximální intenzity I_{max} [km/h],
- v ...okamžitá rychlost dopravního proudu [km/h]. (HANZL, 2017)

Úpravou rovnice (2) a dosazením za proměnné I_{max} a v_{opt} hodnoty z Tabulky 5 získáme rovnici pro výpočet rychlosti dopravního proudu na vybraném úseku pozemní komunikace jako funkci intenzity dopravního proudu:

$$v_I = v_{opt} \pm \sqrt{I_{max} - I} \quad (3)$$

kde

- v_I ...rychlost dopravního proudu na daném úseku pozemní komunikace v 1 jízdním pruhu v závislosti na intenzitě dopravy [km/h],
- v_{opt} ...optimální rychlost, při níž dopravní proud dosahuje maximální intenzity I_{max} v 1 jízdním pruhu [km/h], $v_{opt} = 62,5$ km/h,
- I_{max} ...maximální hodnota intenzity dopravy (= kapacita jízdního pruhu pozemní

komunikace) $[voz/h]$, $I_{max} = 1250 \text{ voz/h}$,

I ...aktuální intenzita dopravy na pozemní komunikaci $[voz/h]$.

Na základě aktuální hustoty dopravy $H_j [voz/km]$ na pozemní komunikaci v 1 jízdním pruhu a dle Obr. 3 je vybrán příslušný vzorec výpočtu z následujících rovnic:

- 1) $H_j < H_{opt}$ $v_{I,j} = 62,5 + \sqrt{1250 - I}$,
- 2) $H_j = H_{opt}$ $v_{I,j} = 62,5$,
- 3) $H_j > H_{opt}$ $v_{I,j} = 62,5 - \sqrt{1250 - I}$. (HANZL, 2017)

Výstup výpočtového modelu jízdní rychlosti těžkého nákladního vozidla

Jak již bylo zmíněno dříve, tak výpočtový model vybírá na daném úseku pozemní komunikace vždy rychlost minimální (maximálně omezující) v_{min} . Její schematické znázornění udává Obr. 4. Bude tedy platit, že:

$$v_{min} = \min \{v_n; v_m; v_s; v_{vk}; v_{om}; v_I\} \quad (4)$$

kde

v_{min} ...rychlost minimální (maximálně omezující) na daném úseku pozemní komunikace $[km/h]$,

v_n ...návrhová rychlost na daném úseku pozemní komunikace $[km/h]$,

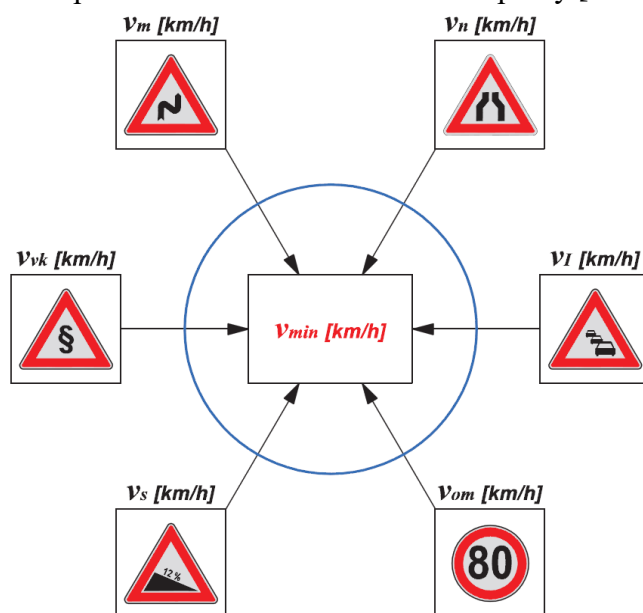
v_m ...mezní rychlost na daném úseku pozemní komunikace $[km/h]$,

v_s ...průměrná rychlost vlivem podélného sklonu na daném úseku pozemní komunikace $[km/h]$,

v_{vk} ...nejvyšší dovolená rychlost na daném úseku pozemní komunikace $[km/h]$,

v_{om} ...rychlostní omezení na daném úseku pozemní komunikace $[km/h]$,

v_I ...rychlost dopravního proudu na daném úseku pozemní komunikace v 1 jízdním pruhu v závislosti na intenzitě dopravy $[km/h]$. (HANZL, 2017)



Obr. 4 – Schematické znázornění maximálně omezujících rychlostí na daném úseku pozemní komunikace
Zdroj: (HANZL, 2017)

Závěr

Hlavním cílem tohoto článku bylo seznámit čtenáře s hlavními faktory, které mají vliv na výslednou rychlost těžkého nákladního vozidla (tzv. návrhového), jako nejvíce limitujícího faktoru celého dopravního proudu pohybujícího se po pozemní komunikaci. V příspěvku jsou popsány jednotlivé parametry (charakteristiky) přímo ovlivňující jízdní rychlost tohoto vozidla. Jedná se nejen o legislativní opatření vycházející z (CZ, Zákon č. 361/2000 Sb), ale také o návrhové parametry pozemní komunikace vycházející z (ČSN 73 6101, 2004), (ČSN 73 6102, 2011) a charakteristiky dopravního proudu popsané detailněji v (HANZL, 2017). Pro názornost jsou všechny výše uvedené faktory s vlivností na výslednou rychlost jízdy ještě schematicky představeny na Obr. 4. Jak již bylo zmíněno dříve, text příspěvku vychází převážně z (HANZL, 2017), v níž je celá problematika detailněji popsána jako součást tzv. analytického modelu pro vzájemné hodnocení pozemních komunikací vyjádřená finančním ekvivalentem.

Tento článek doporučil na publikování ve vědeckém časopisu Mladá veda: Ing. Ladislav Bartuška

Použitá literatura

1. (CZ) Zákon č. 361/2000 Sb. o provozu na pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.
2. ČSN 73 6101: 2004, *Projektování silnic a dálnic*.
3. ČSN 73 6102, ZMĚNA Z1: 2011, *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*.
4. FÜTYŮ, I. and G. GÁL, 2013. Implementing the qualitative consistency of traffic flows in equilibrium models. In: *Logi - Scientific Journal on Transport and Logistics*, Vol. 4, No. 1, pp. 40-52. ISSN 1804-3216.
5. HANZL, J., et al., 2016. A Theoretical Model for the Calculation of Slow Vehicle Travel Times on Designated Routes. In: *Proceedings of 20th International Conference Transport Means 2016*. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, s. 354 – 360. ISSN 1822-296X. Dostupné z: https://dl.dropboxusercontent.com/u/81523466/Transport_means_2016.pdf
6. HANZL, J., 2017. *Návrh alternativních tras páteřních komunikací pro případ mimořádných i plánovaných dopravních omezení: disertační práce*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní.
7. MATUZSKOVÁ, R., 2013. *Zvýšení propustnosti úzkých hrdel způsobených dopravním omezením: diplomová práce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební.
8. MESZAROS, F., R. MARKOVITS-SOMOGYI, Z. BOKOR, 2012. Modelling and multi-criteria optimization of road traffic flows considering social and economic aspects. In: *Logi - Scientific Journal on Transport and Logistics*, Vol. 3, No. 1, pp. 70-82. ISSN 1804-3216.
9. Revize TP 65: *Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích*, 2013 [online]. Praha: Ministerstvo dopravy ČR, [cit. 25. srpna 2017]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_8_TP/TP_65.pdf