



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV ŽELEZNIČNÍCH KONSTRUKCÍ A STAVEB

INSTITUTE OF RAILWAY STRUCTURES AND CONSTRUCTIONS

METODIKA NAVRHOVÁNÍ UKONČENÍ KUSÝCH  
KOLEJÍ

METHODOLOGY FOR DESIGNING THE DEAD END TRACKS

TEZE DISERTAČNÍ PRÁCE

SHORT VERSION OF DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Petr Guziur

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. RICHARD SVOBODA, Ph.D.

BRNO 2021

### ***Klíčová slova***

Zarážedlo, kinetická energie, brzdná síla, zpomalení, kusá kolej, vlaková cesta, boční ochrana, mimořádná událost.

### ***Key words***

Buffer stop, kinetic energy, braking force, deceleration, dead-end track, train route, flank protection, extraordinary event.

Vysoké učení technické v Brně  
Fakulta stavební  
Ústav železničních konstrukcí a staveb

© Ing. Petr Guziur, 2021  
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební  
Veveří 331/95  
602 00 Brno

## Obsah

ÚVOD.....	5
1 STAV V ČESKÉ REPUBLICE .....	6
2 CÍLE PRÁCE .....	6
3 REŠERŠE NAVRHOVÁNÍ UKONČENÍ KUSÝCH KOLEJÍ A TYPŮ ZARÁŽEDEL V ZAHRANIČÍ.....	6
3.1 Obecné požadavky na zarážedla .....	7
3.2 Návrh zarážedla.....	8
3.3 Typy zarážedel .....	8
4 ANALÝZA RIZIKA MOŽNÉHO OHROŽENÍ NA KUSÉ KOLEJI.....	9
5 NÁVRH ZARÁŽEDLA .....	11
5.1 Návrh pohyblivého zarážedla.....	13
5.1.1 <i>Nárazová rychlost</i> .....	13
5.1.2 <i>Určení hmotnosti kolejových vozidel</i> .....	13
5.1.3 <i>Kinetická energie</i> .....	13
5.1.4 <i>Koeficient bezpečnosti</i> .....	14
5.1.5 <i>Brzdná síla</i> .....	14
5.1.6 <i>Brzdná práce</i> .....	15
5.1.7 <i>Brzdné zpomalení</i> .....	16
5.1.8 <i>Posouzení</i> .....	16
6 VÝPOČTOVÝ PROGRAM.....	17
7 ZÁVĚR.....	22
POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE .....	24
ŽIVOTOPIS.....	26
ABSTRACT .....	28



## Úvod

Metodika navrhování ukončení kusých kolejí se zabývá navrhováním zarážedel. Zarážedlo je zařízení na konci kusé koleje nebo koleje uzavřené, jehož úkolem je zastavení kolejového vozidla. Jedná se o konstrukci železničního spodku, která má omezit dopady mimořádných událostí na kusé koleji, zejména projetí návěsti zakazující jízdu vlaku a nedostatečné brždění před koncem koleje.

Snaha zabránit pohybu kolejového vozidla za konec koleje je zřejmá již z prvních úprav konců kusých kolejí. Za nejjednodušší možnosti ukončení kusé koleje můžeme považovat kolej se zasypávkou vhodným materiálem (například pískem, zeminou či štěrkem) nebo připevnění dřevěného pražce či trámce na kolejnice. V tomto případě se nedá říct, že by se jednalo o zarážedla, jak je známe dnes. Jedná se především o způsob, jakým ke zpomalení a zastavení kolejového vozidla dochází. V případě zásypu koleje nebo trámce na koleji dochází k „nárazu“ na úrovni prvního dvojkolí, kde je zabráněno volnému odvalování kol dále po kolejnicích.

Dalším krokem ve vývoji se dostáváme k pevným zarážedlům, u kterých, na rozdíl od výše zmíněných způsobů, dochází ke kontaktu vlaku a zarážedla v úrovni předních nárazníků. Může se jednat o konstrukci tvořenou z dřevěných trámů, ocelových profilů, kolejnic či masivní betonový prvek, případně kombinace výše uvedených. V dnešní době se jedná o nejpoužívanější typ ukončení kusých kolejí.

Se zvyšujícími se rychlostmi a požadavky na bezpečnost však pevná zarážedla přestávají v určitých případech vyhovovat a byly vyvinuty nové typy zarážedel – takové, které zpomalí kolejové vozidlo postupně. Můžeme tedy jmenovat další typy zarážedel a to zarážedla pohyblivá a zarážedla hydraulická (pevné nebo pohyblivé zarážedlo s hydraulickými nárazníky). Tato zarážedla dosahují větších odolností, než zarážedla pevná a zpomalí kolejové vozidlo postupně.

Pohyblivá zarážedla obvykle sestávají z pevného ocelového rámu s nárazníky, který je pomocí brzdných prvků uchycen ke kolejnicím. V případě nárazu je kinetická energie přeměněna na teplo, které vzniká při tření brzdných prvků o kolejnice. Energie, kterou je schopno zarážedlo absorbovat závisí tedy na počtu brzdných prvků, brzdné síle brzdných prvků a délce brzdění. Vzhledem k tomu, že Pohyblivá zarážedla vyžadují určitou pracovní délku koleje (brzdnou vzdálenost), nelze je umístit bezprostředně na konec koleje. Dochází tak ke zkrácení užitečné délky koleje, resp. k větším prostorovým nárokům při použití tohoto druhu zarážedla.

Hydraulická zarážedla tvoří pevný betonový blok nebo ocelový rám (kotvený do betonové desky nebo na kolejnice), na který jsou upevněny hydraulické nárazníky, které se liší od klasických nárazníků na pevných zarážedlech. Hydraulický systém je navržen tak, aby se kinetická energie z nárazu absorbovala postupně a vlak byl zastaven plynuleji než u pevného zarážedla s mechanickými nárazníky. Účinnost hydraulických nárazníků je však menší, než účinnost pohyblivých zarážedel a ke zpomalení vlaku dochází na podstatně menší vzdálenosti.

# 1 STAV V ČESKÉ REPUBLICE

Předpis SŽDC (ČD) Ž9, Vzorové listy železničního spodku [3], Zarážedla uvažuje čtyři druhy pevných zarážedel, a to zarážedlo zemní, zarážedlo kolejnicové, zarážedlo betonové typ „SUDOP“ a zarážedlo betonové typ „DSB“. Předpis připouští použití i zarážedel jiných konstrukcí, avšak případy odlišné od vzorového listu podléhají schvalovacímu řízení. Předpis neobsahuje žádné informace jak k návrhu ukončení kusé koleje přistupovat, který typ z uvedených konstrukcí volit na základě např. kolejových vozidel, které na kusou kolej pravidelně zajíždí, úrovně zabezpečení atd.

Hodnoty odolností pevných zarážedel používaných v ČR jsou zobrazeny v Tab. 1.1.

Tab. 1.1 Odolnosti pevných zarážedel dle Ž9 [3]

Typ zarážedla	6 vozů po 15 t	1 vůz 80 t
Kolejnicové	1,0 km.h <sup>-1</sup>	1,6 km.h <sup>-1</sup>
Betonové typ	0,7 km.h <sup>-1</sup>	1,1 km.h <sup>-1</sup>
Betonové typ "DSB"	1,0 km.h <sup>-1</sup>	1,6 km.h <sup>-1</sup>

Odolnost zemních zarážedel nebyla statickým výpočtem stanovena.

V porovnání se zarážedly jiných konstrukcí jsou hodnoty odolností nízké a při jejich překročení dochází k destrukci zarážedla a zpravidla i kolejového vozidla.

## 2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem práce je sestavení metodiky pro navrhování ukončení kusých kolejí na tratích v České republice. V současné době je ve vzorových listech Správy železnic zakotveno použití pevných zarážedel na konci kusých kolejí, která ovšem nevyhovují současným požadavkům. Tato metodika by měla být primárně určena projektantům, kterým by usnadnila práci s návrhem ukončení kusých kolejí.

Do návrhu vstupuje řada faktorů jako např. úroveň zabezpečení, počet vlaků, které zajíždějí na kusou kolej, typy vlaku, jejich hmotnost, rychlost apod. Do rozhodovacího procesu vstupuje také poloha kusé koleje, tj. zda může dojít k ohrožení osob nebo konstrukcí v okolí zarážedla. Vzhledem k závažnostem dopadu mimořádných událostí na těchto kusých kolejích je potřeba ukončení kusé koleje dobře zvážit a navrhnout vhodné opatření.

## 3 REŠERŠE NAVRHOVÁNÍ UKONČENÍ KUSÝCH KOLEJÍ A TYPŮ ZARÁŽEDEL V ZAHRANIČÍ

Přístup navrhování ukončení kusých kolejí v zahraničí je pomocí kinetické energie. Jako základní návrhový parametr, kterému by mělo každé ukončení kusé koleje vyhovovat, můžeme uvažovat nárazovou rychlost a hmotnost pohybujícího se kolejového vozidla, tedy schopnost zarážedla absorbovat kinetickou energii a kolejové vozidlo zastavit.

### 3.1 OBECNÉ POŽADAVKY NA ZARÁŽEDLA

Při návrhu zarážedla nebo při volbě typu zarážedla je potřeba vzít v úvahu různé faktory, které ovlivňují rychlost a sílu nárazu na zarážedlo. Tyto požadavky jsou přehledně shrnuty například v britském standardu GC/RT 5033 [9].

Mezi hlavní faktory patří:

- typ drážního vozidla;
- hmotnost vlaku;
- sklon koleje před zarážedlem;
- adhezni podmínky, zahrnující například vliv počasí či sněhové pokrývky na brzdící výkon;
- uspořádání zabezpečovacího zařízení a viditelnost;
- dovolená rychlost na vstupu do zarážedla;
- světelné podmínky.

Dalšími parametry vstupující do návrhu jsou:

- prostorové možnosti na pracovní délku zarážedla;
- systém spřahování vozů (druh táhlového a narážecího ústrojí);
- požadavky na izolované kolejnicové styky a elektrickou izolaci zarážedla;
- provozní zatížení trati (počet vlaků);
- případné ohrožení rizikových oblastí v blízkosti zarážedla jako například provozovaná kolej, stavební konstrukce, pěší zóna a jiné;
- počet případů nepovoleného vjetí za konec vlakové nebo posunové cesty;
- přeprava nebezpečných nákladů, případně nákladů jiného typu omezující rychlost nárazu na zarážedlo.

Průměrné zpomalení vlaku nemá přesáhnout 0,15g (tj.  $1,47 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ). U vlaků s menším nápravovým zatížením lze uvažovat i s vyšší hodnotou brzdění, nejvyšší hodnota však nesmí přesáhnout 0,25g (tj.  $2,45 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ) [9].

V místech, kde existuje vyšší nebezpečí, že ujetí vlaků a jeho případné následné vykolejení může způsobit zranění lidí či poškození důležitých konstrukcí, je doporučeno navrhovat za zarážedly ochranné zdi. Pro zhodnocení rizika a potřeby návrhu ochranných zdí je vhodné zvážit:

- umístění kritických konstrukcí a pilířů;
  - výskyt míst s větší koncentrací lidí (pracoviště, obchody apod.);
  - místa s větším pohybem lidí (např. pěší zóny);
  - další riziková místa.
- Pro snížení pravděpodobnosti ujetí vozů je možné přijmout přidavná bezpečnostní opatření jako je zlepšení osvětlení, odstranění prvků rozptylující pozornost strojvedoucího (např. reklamní poutače) nebo omezení rychlosti v koleji před zarážedlem.

### 3.2 NÁVRH ZARÁŽEDLA

Kinetická energie pohybujícího se kolejového vozidla (výpočet kinetické energie je za předpokladu, že při nárazu nedochází u kolejového vozidla k brzdění):

Jako základní podmínku správného návrhu můžeme uvažovat schopnost zarážedla absorbovat kinetickou energii nárazu, zvýšenou o koeficient bezpečnosti  $k$ :

$$R \geq E_{kin} k \quad (3.1)$$

Koeficient bezpečnosti je klasifikován podle požadovaného stupně zabezpečení a typu vlaku. Velikost koeficientu  $k$  nabývá hodnot mezi 1,0 a 2,0 [7][8][12][14].

Rychlost nárazu je definována jako maximální dovolená rychlost vlaku při nárazu do zarážedla.

V následujícím textu jsou shrnuty návrhové kolizní rychlosti uvažované u vybraných železničních správ.

Německo uvažuje s kolizní rychlostí dle typu vlaku [8]:

- vlaky osobní dopravy – 15 km.h<sup>-1</sup>;
- vlaky nákladní dopravy – 10 km.h<sup>-1</sup>.

Rakousko rozlišuje kolizní rychlost dle kategorie trati [14][18]:

- vlaky osobní dopravy – 15 km.h<sup>-1</sup>;
- vlaky nákladní dopravy a posun – 10 km.h<sup>-1</sup>;
- posun na vlečkách – 5 km.h<sup>-1</sup>.

### 3.3 TYPY ZARÁŽEDEL

Zarážedla můžeme rozdělit do několika skupin podle různých hledisek.

Dle účelu použití:

- zarážedla trvalá;
- zarážedla dočasná – pro dočasné ukončení koleje, např. při opravách či jiných výlukách koleje.

Dle konstrukce:

- ocelová;
- betonová;
- zemní.

Dle principu statické funkce:

- zarážedla pevná – absorbují kinetickou energii na místě;
- zarážedla pohyblivá – při nárazu drážního vozidla dojde k záměrnému posunutí zarážedla, vyžadují určitou pracovní délku koleje.

Dle typu nárazníků:

- mechanická;
- hydraulická.



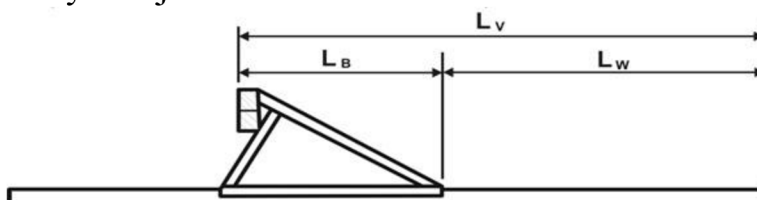
### Situace v zahraničí

Jednoznačně jsou preferovány konstrukce zarážedel s postupným snižováním energie vlaku, na větší délce koleje, tedy pohyblivá zarážedla, případně zarážedla s hydraulickými nárazníky. Od navrhování pevných zarážedel s mechanickými nárazníky se upouští.

### *Pohyblivá zarážedla*

Pohyblivá zarážedla obvykle sestávají z pevného ocelového rámu s nárazníky, který je pomocí brzdných prvků uchycen ke kolejnicím. V případě nárazu je kinetická energie přeměněna na teplo, které vzniká při tření brzdných prvků a kolejnic. Energie, kterou je schopno zarážedlo absorbovat závisí tedy na počtu brzdných prvků, brzdné síle brzdných prvků a délce brzdění.

Vzhledem k tomu, že pohyblivá zarážedla vyžadují určitou pracovní délku koleje (brzdnou vzdálenost), nelze je umístit bezprostředně na konec koleje. Dochází tak ke zkrácení užitečné délky koleje.



Obr. 3.1 Délka koleje pro instalaci pohyblivého zarážedla [12]

## **4 ANALÝZA RIZIKA MOŽNÉHO OHROŽENÍ NA KUSÉ KOLEJI**

V průběhu přípravy metodického pokynu probíhaly konzultace s provozovatelem dráhy a odborníky z oboru rizikového inženýrství. Výsledkem spolupráce je následující analýza rizika možného ohrožení na kusé koleji. Jedná se o hodnocení rizik dopadů mimořádných událostí pouze v okolí ukončení kusé koleje, nikoli cestujících ve vozidle. Pro analýzu rizika byly použity metody Brainstorming, Co se stane když...? a Analýza možných chyb a následků. Byly definovány nehodové scénáře a následovalo jejich vyhodnocení. Scénáře byly porovnány s mimořádnými událostmi, které proběhly na kusých kolejích ukončenými zarážedly. Dále byl charakterizován význam dopadu mimořádné události, pravděpodobnost výskytu rizika a jeho odhalení. Na základě analýzy rizika byl navržen zjednodušený postup hodnocení rizika na kusé koleji pomocí určení prioritního rizikového čísla s významem hodnocení míry rizika.

V Tab. 4.1 jsou zobrazeny počty mimořádných událostí v letech 2019 a 2020. Jedná se o mimořádné události spojené s nedovolenou jízdou za návěstidlo zakazující jízdu vlaku.

Přehled vybraných mimořádných událostí na kusých kolejích ukončených zarážedlem v letech 2017-2019 je zobrazen v Tab. 4.2. Informace jsou převzaty ze závěrečných zpráv Drážní inspekce.

Z popisu událostí je patrné, že při těchto mimořádných událostech došlo k pochybení osoby řídící drážní vozidlo. Rychlost drážního vozidla byla před nárazem do zarážedla plynule snižována. Snižování rychlosti však nebylo dostatečné.

Jako přispívající faktor je ve všech případech absence vlakového zabezpečovače, který by aktivním způsobem zabránil nedovolené jízdě vlaku.

**Tab. 4.1 Nedovolená jízda na návěstidlo zakazující jízdu včetně následné srážky nebo vykolejení [28]**

	2020			2019		
	počet MU	vlak	posun	počet MU	vlak	posun
leden	15	10	5	14	12	2
únor	15	9	6	21	12	9
březen	11	8	3	20	15	5
duben	10	7	3	11	8	3
květen	7	7	0	7	5	2
červen	18	13	5	14	10	4
červenec	14	9	5	10	4	6
srpen	9	7	2	11	7	4
září	13	6	7	6	5	1
říjen	12	8	4	7	6	1
listopad	13	7	6	17	13	4
prosinec	12	10	2	11	7	4
Počet MU 1.1. - 31.12.	149	101	48	149	104	45

**Tab. 4.2 Přehled vybraných mimořádných událostí [28]**

Rok	2017	2017	2018	2019
Místo	žst. Praha hl.n.	žst. Přerov	žst. Praha Radotín	žst. Liberec
Popis události	Nedovolená jízda vlaku za návěstidlo s návěstí "Konec vlakové cesty", srážka se zarážedlem	Nedovolená jízda vlaku za hlavní (cestové) návěstidlo, srážka s betonovým zarážedlem	Nedovolená jízda, srážka se zádržným pražcem kusé odvrtné koleje, vykolejení vozidla,	Nedovolená jízda vlaku za hlavní (cestové) návěstidlo, srážka s kolejnicovým zarážedlem, vykolejení a následná srážka s vybavením stanice
Bezprostřední příčina	Nerespektování návěstí stůj strojvedoucím vlaku	Nerespektování návěstí stůj strojvedoucím vlaku	Nerespektování návěstí Posun zakázán vedoucím posunu	Nerespektování návěstí "Stůj" strojvedoucím vlaku
Informace o rychlosti	Nejvyšší dovolená rychlost vlaku 40 km.h <sup>-1</sup> . Rychlost byla snižována plynule. Cca 16 m před zarážedlem došlo ke ztrátě adheze v rychlosti 20 km.h <sup>-1</sup> . Další průběh rychlosti není znám. Průměrné brzdné zpomalení před ztrátou adheze 0,52 m.s <sup>-2</sup> .	Nejvyšší dovolená rychlost vlaku v místě MU 50 km.h <sup>-1</sup> . Rychlost byla snižována plynule. Vlak míjí rychlosti 30 km.h <sup>-1</sup> hlavní návěstidlo. Rychlost při nárazu 25 km.h <sup>-1</sup>	Nejvyšší dovolená rychlost posunového oddílu (sunutí) 30 km.h <sup>-1</sup> . Překročena nejvyšší dovolená rychlost. Rychlost při nárazu 12 km.h <sup>-1</sup> .	Nejvyšší dovolená rychlost vlaku v místě MU 40 km.h <sup>-1</sup> . Rychlost byla snižována plynule. Vlak míjí rychlosti 18 km.h <sup>-1</sup> cestové návěstidlo. Rychlost při nárazu 10 km.h <sup>-1</sup> .
Přispívající faktor	Absence technických prostředků zabezpečení, které by při pochybení osoby řídící hnací drážní vozidlo aktivním zásahem do řízení vlaku zabránily nedovolené jízdě vlaku za návěstidlo, které zakazuje jízdu vlaku	Absence technických prostředků zabezpečení, které by při pochybení osoby řídící hnací drážní vozidlo aktivním zásahem do řízení vlaku zabránily nedovolené jízdě vlaku za návěstidlo, které zakazuje jízdu vlaku	Nebylo definováno	Absence technických prostředků zabezpečení, které by při pochybení osoby řídící hnací drážní vozidlo aktivním zásahem do řízení vlaku zabránily nedovolené jízdě vlaku za návěstidlo, které zakazuje jízdu vlaku
Následky	2 lehce zranění, škoda na majetku	31 osob utrpělo újmu na zdraví (28 cestujících ve vlaku, 3 zaměstnanci dopravce), škoda na majetku	1 újma na zdraví, škoda na majetku	Škoda na majetku

## 5 NÁVRH ZARÁŽEDLA

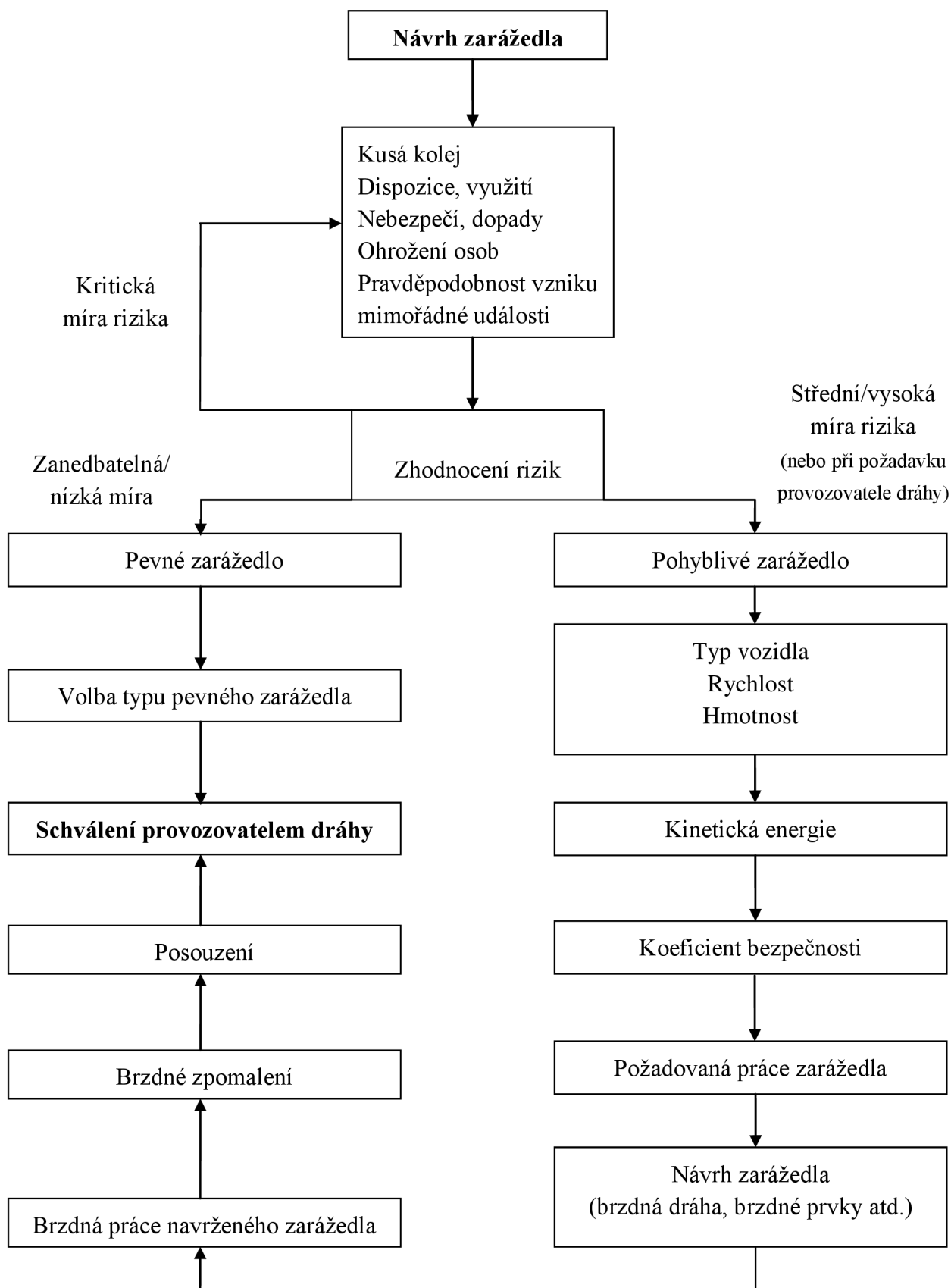
Způsob ukončení kusých kolejí se stanovuje na základě hodnocení rizik.

Pevné zarážedlo lze navrhnout v případě, že míra rizika vyplývající ze zhodnocení rizik je zanedbatelná nebo nízká. V případě střední nebo vysoké míry rizika se navrhne zarážedlo pohyblivé. Kritická míra rizika je nepřijatelná. V takovém případě je nutné zavést další opatření, kterými se míra rizika sníží.

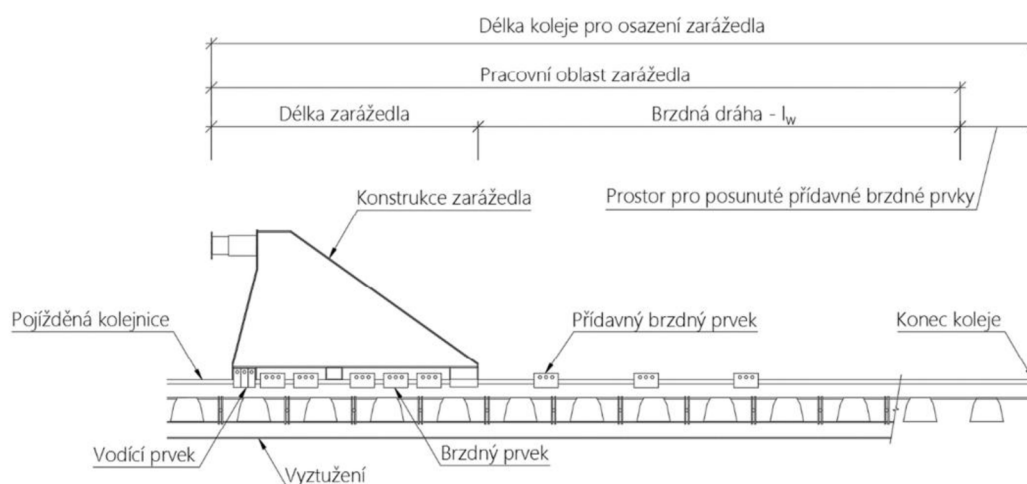
Pokud nelze v případě střední nebo vysoké míry rizika navrhnout z důvodu stísněných poměrů pohyblivé zarážedlo, je možné navrhnout pevné zarážedlo za podmínek stanovených provozovatelem dráhy.

Zhodnocení rizik se neprovádí pro účelová kolejiště provozovatele dráhy v uzavřených areálech a pro odvrtné koleje. V těchto případech lze navrhnout jakýkoliv typ ukončení kusé koleje se zohledněním místních podmínek. Ve zvláštních případech může být na základě požadavku provozovatele dráhy posouzení rizik požadováno i v těchto případech.

Proces návrhu ukončení kusé koleje je schematicky zobrazen na diagramu níže.



## 5.1 NÁVRH POHYBLIVÉHO ZARÁŽEDLA



Obr. 5.1 Schéma pohyblivého zarážedla

### 5.1.1 Nárazová rychlost

Na základě poznatků z rešeršní části, s přihlédnutím na rychlosti v kusých kolejích, hospodárnost návrhu a konstrukční možnosti zarážedel se rychlost do výpočtu kinetické energie při navrhování pohyblivého zarážedla uvažuje následovně:

- $V = 10 \text{ km.h}^{-1}$  – pro nákladní vlaky a posun;
- $V = 15 \text{ km.h}^{-1}$  – pro vlaky osobní dopravy.

Ve vazbě na navrhované parametry vlakového zabezpečovacího zařízení nebo konkrétní dispoziční řešení stanice je možné po odsouhlasení provozovatele dráhy stanovit odlišné rychlosti.

### 5.1.2 Určení hmotnosti kolejových vozidel

Ze stanoveného obsazení vlakové soupravy cestujícími jsme schopni určit nejvyšší hmotnost vlaku, kterou lze využít při stanovení kinetické energie.

Pro výpočet maximální kinetické energie se uvažuje hmotnost nejtěžšího vozidla, které do kusé koleje pravidelně zajíždí nebo ve výhledovém stavu bude zajíždět. Druh vozidla a jeho hmotnost se stanoví s ohledem na užitečnou délku příslušné koleje nebo délku příslušné nástupní hrany. Dle charakteru provozu na kusé koleji je nutné při stanovení hmotnosti uvažovat s obsazením vozidla cestujícími nebo s naloženým nákladem.

V případě, že se posuzuje nejlehčí vozidlo osobní dopravy v pravidelném provozu z hlediska brzdného zpomalení, uvažuje se jeho hmotnost při poloviční obsazenosti.

### 5.1.3 Kinetická energie

Z rešerše je patrné, že právě pohyblivé zarážedlo je nejvhodnější konstrukce pro ukončení kusých kolejí, neboť jejich odolnosti dosahují nejvyšších hodnot.

Návrh zarážedla sleduje trendy v zahraničí a provádí se pomocí kinetické energie. Právě tento přístup je vhodný, protože nám dobře popisuje chování vlaku při nárazu a jeho možnosti zastavení.

Obecně lze napsat, že jako podmínku správného návrhu zarážedla můžeme uvažovat jeho schopnost bezpečně absorbovat kinetickou energii při nárazu, která je zvětšena o bezpečnostní koeficient.

Pro určení kinetické energie se využívá zjednodušený výpočet se zanedbáním energie rotujících hmot:

$$E_{kin,p} = \frac{1}{2}mv^2 \quad (5.1)$$

#### 5.1.4 Koeficient bezpečnosti

Koeficient bezpečnosti  $k$ , je používán pro zvýšení kinetické energie kolejového vozidla při nárazu. Případně se dá také říct, že zvyšuje požadovanou brzdnu práci zarážedla. Zohledňuje nejistotu některých vstupních parametrů jako je například rychlost nárazu. Dále vstupní parametry, které jsou pro praktický výpočet zanedbávány pro jejich zanedbatelný vliv či náročnost určování. Jedná se například o energii rotujících hmot nebo sklon kusé koleje v oblasti zarážedla.

Dále koeficient zohledňuje závažnost následků v případě mimořádné události. Jednotlivé scénáře uspořádání kusých kolejí a jejich okolí, stejně tak jako zhodnocení míry rizika.

Hodnoty koeficientu bezpečnosti jsou zvoleny na základě poznatků z rešeršní části této práce a voleny tak, aby co nejvíce vystihovaly podmínky použití zarážedel na kolejích v České republice a výsledná požadovaná práce zarážedla a brzdna dráha byly technicky proveditelné a hospodárné.

Tab. 5.1 Hodnoty koeficientu bezpečnosti

$k$	Popis charakteristiky provozu nebo okolí kusé koleje
1,2	pro nákladní vlaky a posun
1,5	pro všechny vlaky a posun, pokud se v blízkosti zarážedla (vedle něho nebo za ním) nachází zařízení nebo stavby, které je potřeba ochránit
1,8	pro všechny vlaky a posun, pokud se v blízkosti zarážedla (vedle něho nebo za ním) vyskytují důležité plochy, např. nástupiště nebo příchod na něj, provozně významné budovy nebo obytné domy
2,0	v případě, že je potřeba zabránit případnému pádu vozu nebo vlaku z výšky nebo nárazu vlaku na pevnou překážku, např. do skalního svahu, opěrné nebo zárubní zdi, piliře apod.

#### 5.1.5 Brzdná síla

Brzdná síla je závislá na uspořádání brzdných prvků pohyblivého zarážedla, resp. přídatných brzdných prvků za zarážedlem.

Vzhledem k hodnotám zpomalení a velikosti brzdné síly po délce brzdné dráhy je vhodné navrhovat delší brzdnu dráhu s postupným nárůstem brzdné síly pro snížení negativních dopadů při nárazu do zarážedla (zpomalení působící na vozidlo). Velké délky brzdné dráhy mají však negativní dopad na potřebnou délku koleje pro práci zarážedla a jsou méně efektivní také z pohledu účinku brzdných prvků, které vlivem tření a opotřebení ztrácejí svou účinnost.

V následující tabulce jsou zapsány brzdné síly brzdných prvků, s rozdělením brzdné dráhy do dílčích úseků

Tab. 5.2 Brzdná síla jednoho brzdného prvku v závislosti na délce brzdné dráhy

Délka brzdné dráhy [m]	Brzdná síla $F_b$ [kN]
0 - 5	40
5 - 8	36
8 - 12	32
12 - 20	28

### 5.1.6 Brzdná práce

Velikost brzdné práce  $n$  brzdných prvků při konstantní síle  $F_b$  na délce brzdné dráhy  $l_w$  se určí ze vztahu:

$$W = nF_b l_w \quad (5.2)$$

Pro brzdnu dráhu delší než 5 m se brzdná dráha rozdělí na dílčí úseky dle Tab. 5.2 pro každou skupinu brzdných prvků zvlášť. Určí se délky jednotlivých dílčích úseků a brzdné síly pro jednotlivé brzdné prvky v každém úseku brzdné dráhy. Brzdná práce  $i$ -té skupiny brzdných prvků se stejnou brzdnu silou se pak určí dle vztahu:

$$W_i = n_i \sum_{j=1}^n F_{b,i,j} l_{i,j} \quad (5.3)$$

$W_i$  ..... brzdná práce  $i$ -té skupiny brzdných prvků [kJ]

$n_i$  ..... počet brzdných prvků v  $i$ -té skupině brzdných prvků [-]

$F_{B_{i,j}}$  ..... brzdná síla jednoho brzdného prvku v  $i$ -té skupině brzdných prvků v  $j$ -tém dílčím úseku brzdné dráhy dle Tab. 5.2 [kN]

$l_{i,j}$  ..... délka  $j$ -tého dílčího úseku brzdné dráhy  $i$ -té skupiny brzdných prvků [m]

$i$  ..... číslo skupiny brzdných prvků [-]

$j$  ..... číslo úseku brzdné dráhy [-]

Celková brzdná práce zarážedla se stanoví jako součet brzdných prací v jednotlivých dílčích úsecích:

$$W = \sum_{i=1}^s W_i \quad (5.4)$$

kde  $s$  je počet skupin brzdných prvků.

### 5.1.7 Brzdné zpomalení

Posuzujeme-li vlaky osobní dopravy s cestujícími, které pravidelně zajíždí na kusou kolej, je zapotřebí přihlížet také ke zpomalení působící na vlak při nárazu a následném brzdění, resp. průběhu snižování kinetické energie vlivem práce zarážedla. Průběh zpomalení je zpravidla skokový a to při nárazu vlaku do zarážedla a dále při každé aktivaci přidavných brzdných prvků za zarážedlem.

$$a_{\max} = \frac{F_{B,\max}}{m} \quad (5.5)$$

$a_{\max}$  ..... maximální brzdné zpomalení [ $m \cdot s^{-2}$ ]

$F_{B,\max}$  ..... největší brzdná síla po délce brzdné dráhy [kN]

$m$  ..... hmotnost vozidla [t]

### 5.1.8 Posouzení

Při posuzování správného návrhu zarážedla je potřeba porovnat, zda maximální brzdná práce pohyblivého zarážedla je větší, než kinetická energie vozidla zvětšená o koeficient bezpečnosti:

$$W \geq E_{kin} k \quad (5.6)$$

Doporučená hodnota zpomalení pro vlaky osobní dopravy je  $a=1,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Maximální hodnota zpomalení při návrhu se uvažuje  $a=2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Další podmínkou správného návrhu je tedy dodržet maximální hodnotu zpomalení sledovaného vlaku osobní dopravy s cestujícími pod touto hodnotou:

$$a_{\max} \leq 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad (5.7)$$

Podmínka dle vzorce (5.6) musí být dodržena pro všechny vlaky pravidelně zajíždějící na kusou kolej.

Podmínka (5.7) musí být dodržena pro všechny vlaky osobní dopravy s cestujícími, které pravidelně zajíždějí na kusou kolej.

Zpravidla je potřeba posoudit nejtěžší a nejlehčí vlak, který na kusou kolej zajíždí. Těžké vlaky vyvolávají požadavky na velké brzdné síly, které však mají negativní dopad na zpomalení lehkých vlaků při nárazu, které při velkých brzdných silách



dosahují vysokých hodnot zpomalení. Je tedy vidět, že návrh je nutno správně optimalizovat tak, aby vyhovoval široké škále vlaků různých hmotností a nárazových rychlostí.

## 6 VÝPOČTOVÝ PROGRAM

Pro zjednodušení návrhu ukončení kusé koleje pohyblivým zarážedlem byl vyvinut výpočetní program v tabulkovém editoru využívající jazyk Visual Basic. Vzhledem k velké variabilitě návrhu – počet brzdných prvků, délka brzdné dráhy, rozmístění skupin brzdných prvků po délce brzdné dráhy atd. – je návrh ručním výpočtem zdlouhavý a při nevhodně uspořádaném návrhu (k čemuž se dojde zpravidla na konci výpočtu) je nutné celý návrh opakovat do doby, kdy jsou splněny všechny podmínky pro všechny vlaky.

V této kapitole jsou popsány základní sepsané funkce, které slouží pro výpočet. Kompletní zápis programu je obsažen v příloze B. Příkazy používané v jazyku visual basic tabulkového editoru jsou zvýrazněny **červeně**. Hodnoty proměnných **modře** a identifikátory **černě**. **Zelenou** barvou jsou zvýrazněny popisky a komentáře autora pro orientaci v kódu, které do výpočtu nijak nezasahují.

### *Funkce VypocetBrzdneSily*

Hlavní funkce výpočtu brzdné síly pro jednotlivé skupiny brzd. Po deklaraci proměnných je prvním krokem načtení vstupních hodnot.

Jako první se načtou hodnoty brzdné síly jednoho brzdného prvku (čelisti) z důvodu její proměnlivosti po délce brzdné dráhy – využívá tabulku „Úbytek brzdné síly jedné čelisti po délce“. Dalším krokem je načtení počtu brzdných prvků v každé skupině z tabulky „Návrh zarážedla“. Dalším krokem je načtení hodnot z tabulky „Převodní tabulka“. Tato tabulka slouží pro rozdělení brzdné dráhy i-té skupiny brzdných prvků do dílčích částí v závislosti na brzdné síle.

Po načtení těchto vstupních hodnot přichází na řadu samotný výpočet průběhu kinetické energie a brzdné síly pro každou skupinu brzd zvlášť. V kódu níže je zobrazen výpočet jen pro první skupinu brzd (zarážedlo) a druhou skupinu brzd (první řadu přídavných brzdných prvků).

**Návrh zarážedla**

Lehký vlak			
Typ:	el. tři vozová jednotka ř. 471		Kinetická energie lehkého vlaku: 1458,33 kJ
Hmotnost vlaku:	168	t	$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$
Předpokládaná rychlost při nárazu:	15	km/h	

Těžký vlak			
Typ:	el. jednotka ř. 380 + 8 osobních vozů		Kinetická energie těžkého vlaku: 3819,44 kJ
Hmotnost vlaku:	440	t	$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$
Předpokládaná nárazová rychlost:	15	km/h	

Koeficient bezpečnosti: 2,00

**Požadovaná práce zarážedla  $W_{\text{min}}$ : 7638,89 kJ**

Návrh zarážedla						
	1. skupina	2. skupina	3. skupina	4. skupina	5. skupina	6. skupina
Počet brzdných prvků $n_b$	6	4	4	4	0	0
Brzdná dráha $l_i$ [m]	19,00	14,00	9,00	4,00	0,00	0,00
Brzdná práce $W_i$ [kJ]	3792	1968	1360	640	0	0
Brzdná práce celkem $W$ [kJ]	7760					

**Výpočet zpomalení**

$$a_{\text{max}} = \frac{F_{\beta, \text{max}}}{m}$$

Lehký vlak	2,24 m.s <sup>-2</sup>
Těžký vlak	1,36 m.s <sup>-2</sup>

Spustit výpočet

Obr. 6.1 Rozhraní tabulkového editoru pro návrh pohyblivého zarážedla

Úbytek brzdné síly jedné čelisti po délce			
40 kN	pro $l_w$	0	5 m
36 kN	pro $l_w$	5	8 m
32 kN	pro $l_w$	8	12 m
28 kN	pro $l_w$	12	20 m

Brzdná práce po částech					
Zarážedlo	1. řada	2. řada	3. řada	4. řada	5. řada
1200	800	800	640	0	0
648	432	432	0	0	0
768	512	128	0	0	0
1176	224	0	0	0	0

Převodní tabulka										
Zarážedlo	1. řada		2. řada		3. řada		4. řada		5. řada	
19,00	14,00	9,00	9,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,00	14,00	5,00	9,00	5,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,00	11,00	3,00	6,00	3,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,00	7,00	4,00	2,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Obr. 6.2 Pomocné tabulky jejichž obsah je využit ve Funkci VypocetBrzdneSily

### Function VypocetBrzdneSily()

Dim PocetCelisti As Variant

Dim PrvniBunka As Range

Dim PosledniBunka As Range

Dim BrzdnaSilaCelisti As Variant 'hodnoty síly v závislosti na délce brzdění

Dim DilciBrzdneDrahy As Variant 'z pomocné tabulky, rozdělení kvůli úbytku brzdné síly

Dim BrzdneDrahyCelisti As Variant 'brzdné dráhy čelistí z hlavní tabulky pro výpočet

'načtení hodnot

'úbytek brzdné síly jedné čelisti po délce

Set PrvniBunka = Sheets("Výpočet").Range("A29")

Set PosledniBunka = Sheets("Výpočet").Range("A32")

BrzdnaSilaCelisti = Range(PrvniBunka, PosledniBunka)

'počet čelistí z hlavní tabulky

Set PrvniBunka = Sheets("Výpočet").Range("B22")

Set PosledniBunka = Sheets("Výpočet").Range("G22")

PocetCelisti = Range(PrvniBunka, PosledniBunka)

'Převodní tabulka

Set PrvniBunka = Sheets("Výpočet").Range("P29")

Set PosledniBunka = Sheets("Výpočet").Range("Z32")

DilciBrzdneDrahy = Range(PrvniBunka, PosledniBunka)

'brzdné dráhy přídavných čelistí

Set PrvniBunka = Sheets("Výpočet").Range("C23")

Set PosledniBunka = Sheets("Výpočet").Range("G23")

BrzdneDrahyCelisti = Range(PrvniBunka, PosledniBunka)

'výpočet

Dim i As Integer

Dim j, k As Integer

Dim x As Double

Call ZjistiPocetRadku

ReDim BrzdnasilaZ(1 To PocetRadku) As Double

'výpočet pro zarážedlo

j = 0

k = 0

x = 0.01

For i = 1 To PocetRadku

    If i <= (DilciBrzdneDrahy(1, 1) / x) Then

        BrzdnasilaZ(i) = PocetCelisti(1, 1) \* BrzdnaSilaCelisti(1, 1)

        j = i + 1

    Else

        If i = PocetRadku Then

            j = j + 1

        End If

        If i <= (DilciBrzdneDrahy(2, 1) / x) + j - 1 Then

            BrzdnasilaZ(i) = PocetCelisti(1, 1) \* BrzdnaSilaCelisti(2, 1)

k = i

Else

If i <= (DilciBrzdneDrahy(3, 1) / x) + k Then

BrzdnasilaZ(i) = PocetCelisti(1, 1) \* BrzdnaSilaCelisti(3, 1)

Else

BrzdnasilaZ(i) = PocetCelisti(1, 1) \* BrzdnaSilaCelisti(4, 1)

End If

End If

End If

Next i

'výpočet pro 1. řadu čelistí

ReDim Brzdnasila1(1 To PocetRadku) As Double

Dim l As Integer

j = 0

k = 0

l = 0

For i = 1 To PocetRadku

If i <= (PocetRadku - BrzdneDrahyCelisti(1, 1) / x) - 1 Then

Brzdnasila1(i) = 0

j = i + 1

Else

If i = PocetRadku Then

j = j + 1

End If

If i <= (DilciBrzdneDrahy(1, 3) / x) + j - 1 Then

Brzdnasila1(i) = PocetCelisti(1, 2) \* BrzdnaSilaCelisti(1, 1)

k = i

Else

If i = PocetRadku Then

k = k + 1

End If

If i <= (DilciBrzdneDrahy(2, 3) / x) + k Then

Brzdnasila1(i) = PocetCelisti(1, 2) \* BrzdnaSilaCelisti(2, 1)

l = i

Else

If i = PocetRadku Then

l = l + 1

```

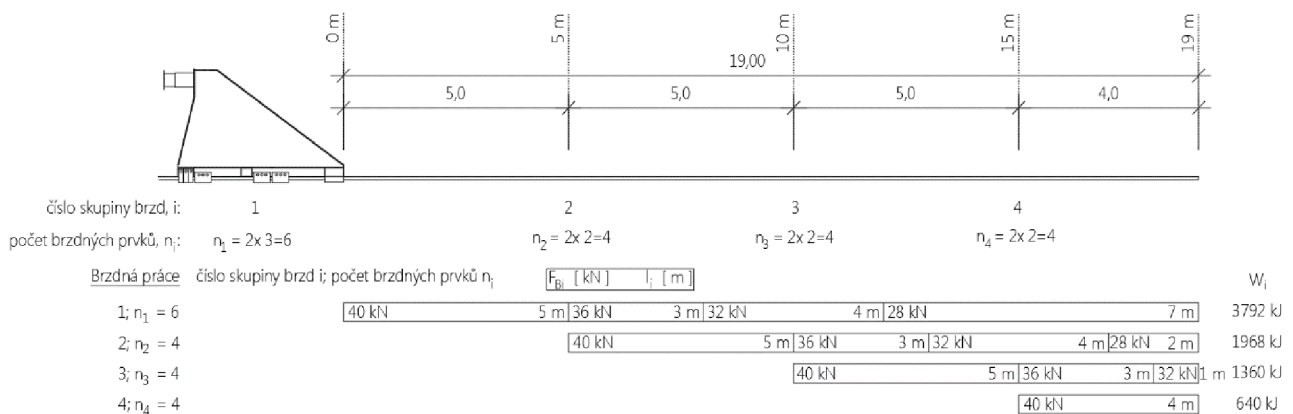
End If
If i <= (DilciBrzdneDrahy(3, 3) / x) + 1 Then
    Brzdnasila1(i) = PocetCelisti(1, 2) * BrzdnaSilaCelisti(3, 1)
Else
    Brzdnasila1(i) = PocetCelisti(1, 2) * BrzdnaSilaCelisti(4, 1)
End If
End If
End If
End If
Next i

```

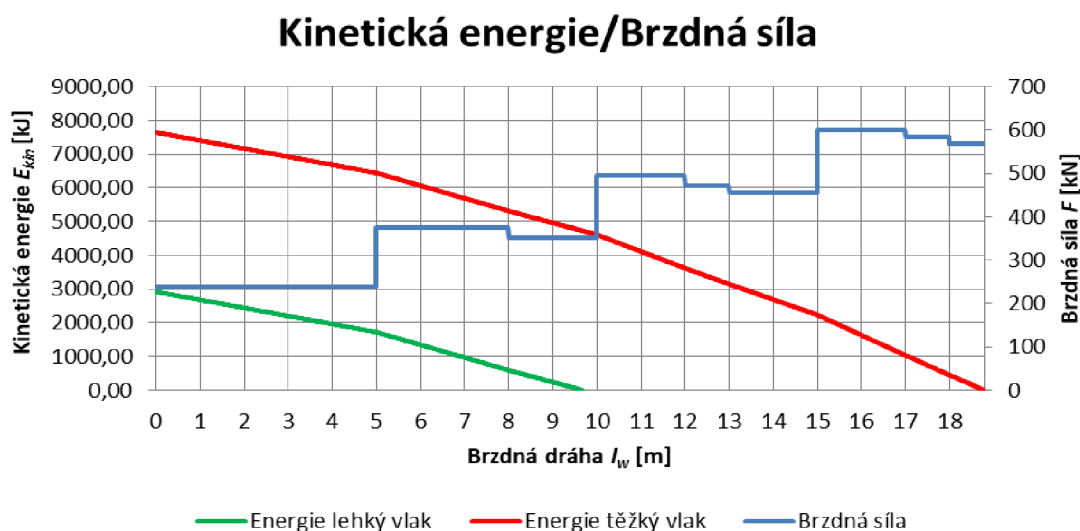
Grafickým výstupem programu jsou grafy zobrazující průběh kinetické energie a brzdné síly v závislosti na brzdě dráze a průběh brzděného zpomalení v závislosti na brzdě dráze. Příklady výstupu jsou zobrazeny na Obr. 6.4 a Obr. 6.5 pro příklad návrhu ukončení kusé koleje pohyblivým zarážedlem se vstupními hodnotami:

- hmotnost těžký vlak: 440 t, lehký vlak 168 t.
- rychlost nárazu  $v = 15 \text{ km.h}^{-1}$ .
- koeficient bezpečnosti  $k = 2,0$ .

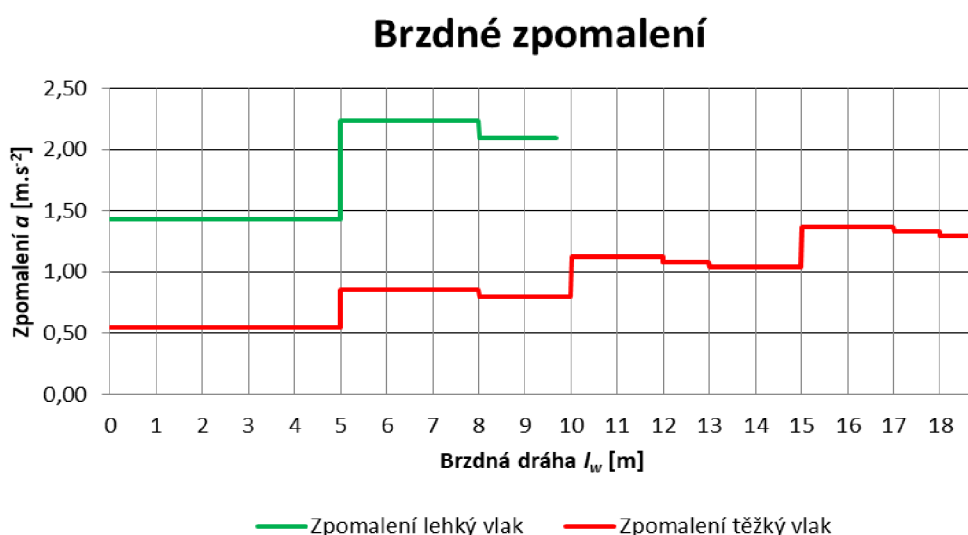
Návrh uspořádání skupin brzd je pro daný příklad zobrazen na Obr. 6.3.



Obr. 6.3 Rozdělení brzdě dráhy do dílčích úseků



Obr. 6.4 Průběh kinetické energie a brzdné síly v závislosti na brzdné dráze



Obr. 6.5 Průběh brzdného zpomalení v závislosti na brzdné dráze

## 7 ZÁVĚR

Obecně můžeme zarážedla do tří kategorií, v závislosti na principu absorbování kinetické energie kolejového vozidla při nárazu. Jedná se o:

- zarážedla pevná (s mechanickými nárazníky);
- zarážedla hydraulická (pevná nebo pohyblivá zarážedla s hydraulickými nárazníky);
- zarážedla pohyblivá.

U pevných zarážedel s mechanickými nárazníky dochází k absorbování kinetické energie na velmi krátké vzdálenosti a výsledné zpomalení je z důvodu bezpečnosti při vyšších rychlostech nepřijatelné. Také odolnosti pevných zarážedel jsou ve srovnání s jinými typy velmi nízké. Mají však své opodstatnění na kolejích, kde se kolejová vozidla pohybují nízkou rychlostí a neslouží pro přepravu cestujících.

Vhodnější konstrukce ukončení kusé koleje je zarážedlo pohyblivé. Konstrukce zpomalí kolejové vozidlo postupně a vykazuje větší odolnosti než zarážedla pevná. Při správném návrhu nedochází tedy k poškození zarážedla ani kolejového vozidla.

Při navrhování ukončení kusých kolejí je zapotřebí brát v úvahu mnoho faktorů, jako například umístění kusé koleje, dopravní zatížení, hmotnost kolejových vozidel a jejich rychlosti, úroveň zabezpečení, stavby či vybavení v okolí kusé koleje, možné ohrožení vlakové cesty aj. Každý případ je nutné vyhodnotit samostatně v závislosti na okolnostech, které do návrhu vstupují.

Jako výchozí podklad byla provedena rozsáhlá rešerše předpisů zahraničních správců železniční infrastruktury. Dále analýza odborných článků a také podkladů výrobců zarážedel.

V dalším kroku byla provedena analýza mimořádných událostí na kusých kolejích ukončených zarážedlem se zaměřením na jejich četnost, průběh samotné mimořádné události a její následky. Na základě těchto podkladů byl sestaven postup zhodnocení rizik možného ohrožení v okolí ukončení kusé koleje. Vhodný typ ukončení kusé koleje je pak vybírán na základě hodnocení rizik pro konkrétní případ.

Práce se dále zaměřuje na návrh ukončení kusé koleje pohyblivým zarážedlem. Z rešeršní části této práce vyplývá, že právě pohyblivá zarážedla jsou vzhledem ke své variabilitě uspořádání preferovaným typem ukončení kusé koleje, což potvrzují i zahraniční zkušenosti. V práci jsou zhodnoceny a popsány vstupní parametry, které do návrhu vstupují, a dále je popsán samotný návrh ukončení kusé koleje pohyblivým zarážedlem. Pro usnadnění návrhu ukončení kusé koleje pohyblivým zarážedlem byl sestaven výpočetní program s využitím tabulkového editoru a jazyka Visual Basic s grafickým výstupem v podobě grafů zobrazujících průběh kinetické energie, brzdné síly a brzdného zpomalení v závislosti na brzdě dráze.

Cílem práce bylo zhodnocení vybraných faktorů a na jejich základě navrhnout metodiku navrhování ukončení kusých kolejí. Tento cíl byl v průběhu tvorby této disertační práce splněn, neboť došlo k sestavení výše zmíněné metodiky. Dokument s názvem „Návrh ukončení kusých kolejí“ je veden jako Metodický pokyn Správy železnic, státní organizace. Autor této práce se na tvorbě dokumentu podílel a v samotném metodickém pokynu jsou zahrnuty dílčí výsledky a poznatky této práce.

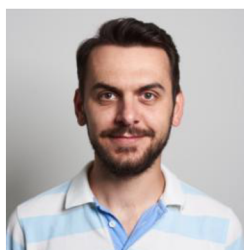
## **Použitá literatura a zdroje**

- [1] BUGARÍN, M. R., DÍAZ-DE-VILLAGEAS, J-M. G. *Conception of buffer stop blocks*, 2001 [online]. Updated 2001. UIC: poster. Dostupné z: <<http://www.railway-research.org/IMG/pdf/329.pdf>>.
- [2] ČD V15/I *Předpis pro obsluhu brzdových zařízení železničních kolejových vozidel*, změna č. 3. České dráhy, a.s. Praha 1997. V účinnosti od 28. 12.1997.
- [3] ČD Ž9 *Železniční spodek, Vzorový list železničního spodku, Zaráždla*. České dráhy, s.o., Divize dopravní cesty, o. z. Praha. 2001. V účinnosti od 1. 4. 2002.
- [4] ČSN 73 6310 *Navrhování železničních stanic*. Český normalizační institut, Praha 1996. V účinnosti od 1. 9. 1996.
- [5] ČSN 73 6360-1 *Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 1: Projektování*. Český normalizační institut, Praha 2008. V účinnosti od 1. 10. 2008.
- [6] Infrabel: *Spécification technique – Fourniture de heurtoirs*. 2006
- [7] AB-EBV: *Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung*. 2012.
- [8] DB: DS 800 01. *Bahnanlagen entwerfen - Allgemeine Entwurfsrichtlinien*.
- [9] British Standard: GC/RT 5033. *Terminal Tracks-requirements for Buffer Stops, Arresting Devices and Impact Walls*. Issue 2, December 2007
- [10] FIALA, L. *Provozní dopady aplikace ochranných vzdáleností podle TNŽ 34 2620*. Pardubice. 2010. Diplomová práce. Dopravní fakulta Jana Pernera - Univerzita Pardubice. Vedoucí práce: Pavel Drda.
- [11] *Guide for the application of TSI LOC&PAS*. Version 2.0. European Railway Agency. France. 2015.
- [12] ISRAEL RAILWAYS LTD. *Railway buffer stops planning guidelines*, 2009, [online]. Updated 2013. Netevei Israel. From: <[http://www.iroads.co.il/sites/default/files/imce/ir\\_buffer\\_stops\\_guidelines.doc](http://www.iroads.co.il/sites/default/files/imce/ir_buffer_stops_guidelines.doc)>.
- [13] MAJERČÁK, J. a kol. *Železničná dopravná prevádzka*. Žilinská univerzita v Žilíně. Žilina. 2008. 230 stran. ISBN 978-80-8070-887-0.
- [14] ÖBB: DV B 53. *Die Gestaltung von Oberbauanlagen*.
- [15] ÖBB: Technische Lieferbedingungen Nr. 07.09.29 – Gleisabschlüsse. 2015
- [16] OLEO International [online]. Oleo end stops. Dostupné z: <<http://www.oleo.co.uk/products/end-stops>>.
- [17] RAWIE GmbH & Co. KG [online]. Rewie – Bahntechnik-Strassenbahn. Dostupné z: <<http://www.rawie.de/index.php/de/bahntechnik/strassenbahn>>.
- [18] RVE 05.05.31 *Oberbau, Oberbaukonstruktionen, Gleisabschlüsse*. Wien. 2014.
- [19] SŽDC D1 *Dopravní a návěsní předpis*, změna č. 3. Správa železniční dopravní cesty, státní organizace, Odbor základního řízení provozu. Praha 2015. V účinnosti od 1. 5. 2015.
- [20] ŠIROKÝ, J. *Mechanika v dopravě I – kolejová vozidla*, [online]. Updated 2003. Dostupné z: <[http://homen.vsb.cz/~s1i95/mvd/Skr\\_MvD.pdf](http://homen.vsb.cz/~s1i95/mvd/Skr_MvD.pdf)>.



- [21] TNŽ 28 2605 *Kolejová vozidla – železniční. Trubkové nárazníky s korýtkovým vedením. Typy, základní parametry, technické požadavky, zkoušení*. Nymburk: ČSD, 1991. V účinnosti od 1. 7. 1991.
- [22] TNŽ 34 2620 *Železniční zabezpečovací zařízení. Staniční a traťové zabezpečovací zařízení*. Olomouc: České dráhy, s.o., 2002. V účinnosti od 1. 7. 2002.
- [23] VESELÝ, J. *Technologie dopravy*. SNLT – Nakladatelství technické literatury, Praha 1987. První vydání. 224 stran. 04 – 318 – 87.
- [24] TRÖGEL, M. *Problematika dojezdu vlaku ke konci oprávnění k jízdě v ETCS z pohledu SŽDC, 2018*, [online]. Dostupné z: <<https://www.fel.zcu.cz/rest/cmism/document/workspace://SpacesStore/8b29194c-45d0-4319-bff9-053ecba477ff;1.0/content>>
- [25] NACHTIGALL, P., OUŘEDNÍČEK, J. *Zajištění dohledu nad zastavením (snížením rychlosti) v ERTMS/ETCS v souvislostech*. Vědeckotechnický sborník ČD č. 47/2019. [online]. Dostupné z: <[https://vts.cd.cz/documents/168518/233051/11\\_4719\\_Nachtigall%2C+Ourednicek\\_Zajistenidohledunadzastavenim+\(snizenim+rychlosti\)+v+ERTMSETCS+v+souvislostech\\_kor.pdf/bf57499e-aac1-4a0f-9ebd-b523361d694a](https://vts.cd.cz/documents/168518/233051/11_4719_Nachtigall%2C+Ourednicek_Zajistenidohledunadzastavenim+(snizenim+rychlosti)+v+ERTMSETCS+v+souvislostech_kor.pdf/bf57499e-aac1-4a0f-9ebd-b523361d694a)>
- [26] HRUBAN, I., NACHTIGALL, P., ŠTĚPÁN, O. *Přínosy zavedení ETCS z pohledu brzdných křivek*. Vědeckotechnický sborník ČD č. 40/2015. [online]. Dostupné z: <<https://vts.cd.cz/documents/168518/195426/4009.pdf/1a8897f3-50f4-4c6f-8216-9071b7bc35d5>>
- [27] Správa železnic, s.o. [online]. Dostupné z: < <https://www.spravazeleznic.cz/>>
- [28] Drážní inspekce [online]. Dostupné z: < <http://www.dicr.cz/>>

## *Životopis*



### **Ing. Petr Guziur**

e-mail: guziur.petr@seznam.cz

tel.: 776 072 976

datum narození: 2. 6. 1987

adresa: Vendryně 1020, 739 94 Vendryně

---

### **PRŮBĚH ZAMĚSTNÁNÍ**

#### **2018 – současnost**

MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.: projektant železničních konstrukcí a staveb

#### **2018 – 2018**

Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně, Ústav železničních konstrukcí a staveb: odborný asistent

#### **2015 – 2018**

Fakulta stavební Vysoké učení technické v Brně, Centrum AdMaS: vědecký pracovník

---

### **VZDĚLÁNÍ**

#### **2013 – současnost**

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno, Doktorský studijní program

Obor, specializace: Konstrukce a dopravní stavby, Železniční konstrukce a stavby

#### **2011 – 2013**

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno, Magisterský studijní program

Obor, specializace: Konstrukce a dopravní stavby, Železniční konstrukce a stavby

#### **2006 – 2011**

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno, Bakalářský studijní program

Obor, specializace: Konstrukce a dopravní stavby, Ocelové konstrukce

#### **2000 – 2006**

Gymnázium, Třinec, příspěvková organizace, Třinec

---

### **ZNALOSTI A OSVĚDČENÍ**

#### **Jazykové znalosti:**

- Čeština – mateřský jazyk
- Angličtina – aktivní; 2006 – First Certificate in English (Level B2)
- Němčina – základy

#### **Počítačové znalosti:**

- MicroStation – pokročilý

- AutoCAD (+RailCad) – pokročilý
- Microsoft Office – pokročilý
- Scia Engineering – základy
- MATLAB - základy

#### **Řidičský průkaz:**

- skupina B

### **Zkouška odborné způsobilosti K-03.**

---

#### **PRAXE A PROJEKTY**

- Přípravy projektové dokumentace železničních staveb ve stupních Studie, Záměr projektu, DUR, DSP, DPS
- Novelizace TNŽ 73 6334 Oplocení a zábradlí na drahách celostátních a regionálních
- Návrh a ověření nové metodiky ocenění za výlukovou jednotku na železničních tratích ve správě SŽ
- Metodika navrhování ukončení kusých kolejí – úkol technického rozvoje SŽ
- Zapojení do projektu TAČR CESTI a Shift2Rail S-Code
- Pedagogická činnost, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, zaměření: Železniční konstrukce a stavby

## ***Abstract***

This work aim is designing of dead-end tracks with focus mainly on the friction buffer stop design. There are numerous factors in decision-making process of ending the dead-end track, such as position of the track in station, level of train control system, area capabilities, number and types of trains that regularly run on the track, etc.

The recherche part of this work shows that friction buffer stop is the most suitable construction and preferred type of ending the dead-end track abroad. This is the reason for paying attention to that type of buffer stop with emphasis on the process of design itself. This work includes design of a program using a spreadsheet editor and Visual basic to make the design of friction buffer stop easier. There are described selected factors with highest impact on the design.