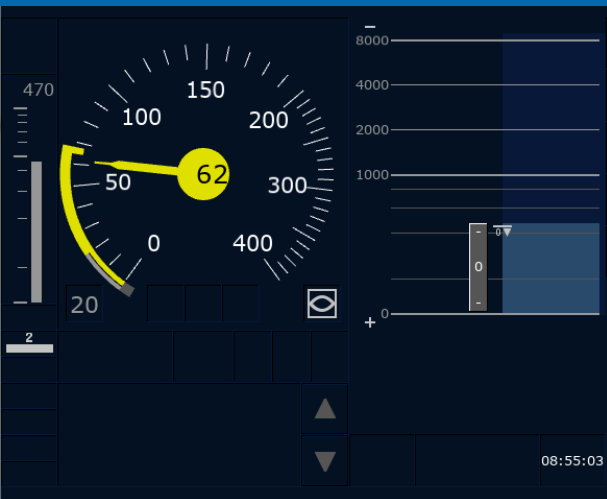




Správa železniční dopravní cesty



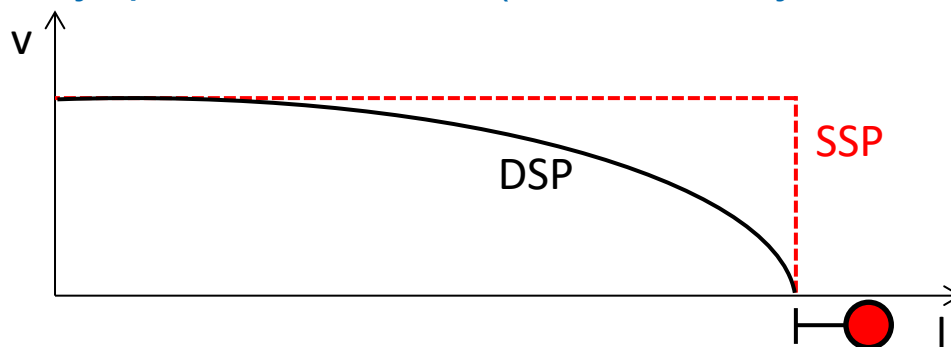
Problematika dojezdu vlaku ke konci oprávnění k jízdě v ETCS z pohledu SŽDC

Ing. Martin Trögel

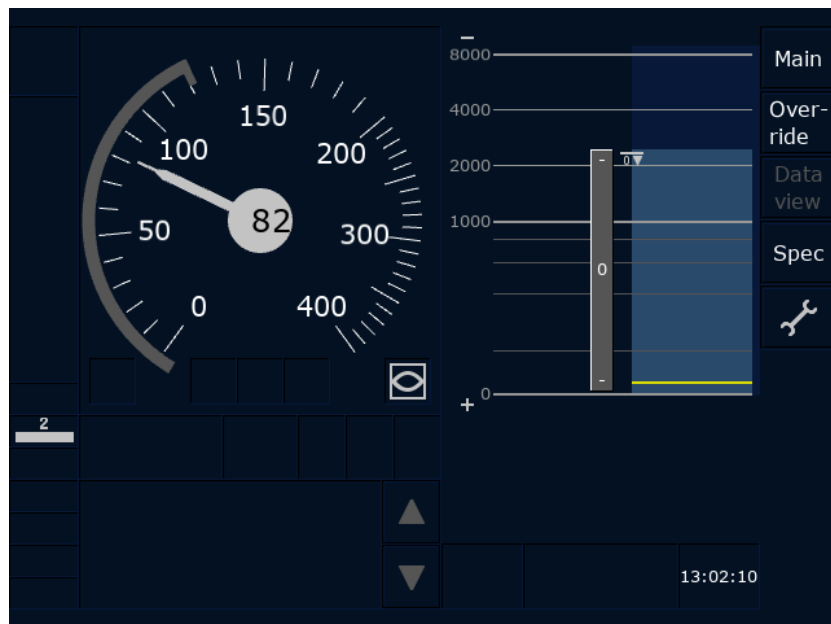
seminář
K aktuálním problémům zabezpečovací techniky
ZČU Plzeň, 23. 5. 2018

Základní princip dohledu jízdy vlaku v systému ETCS:

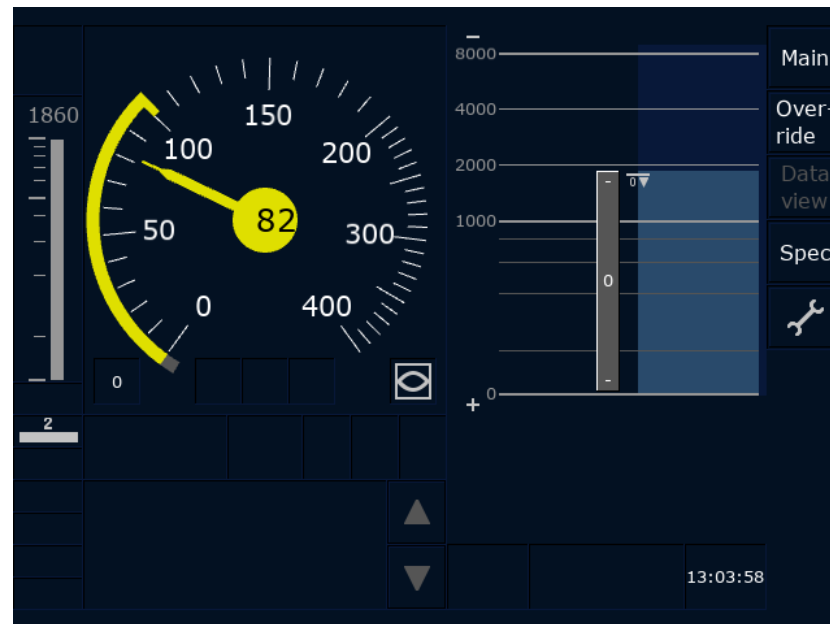
- strojvedoucí musí před jízdou zadat vlaková data, mj.
 - délka vlaku
 - brzdící procenta
 - režim brzdy (G, P, ...)
- traťová část posílá na vozidlo oprávnění k jízdě (MA) se statickým rychlostním profilem (SSP)
- mobilní část vypočítává z výše uvedených informací dynamický rychlostní profil (DSP) na základě uloženého brzdného modelu
- mobilní část neustále porovnává vypočtenou povolenou rychlost a okamžitou rychlost
- výstupem porovnání je příslušná reakce (indikace strojvedoucímu, povel brzdy)



Indikace strojvedoucím na DMI

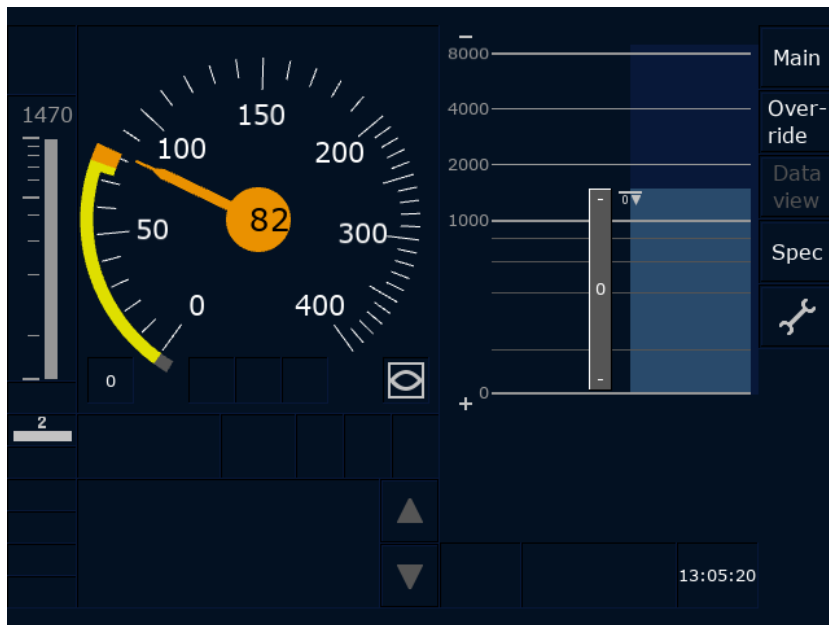


základní stav

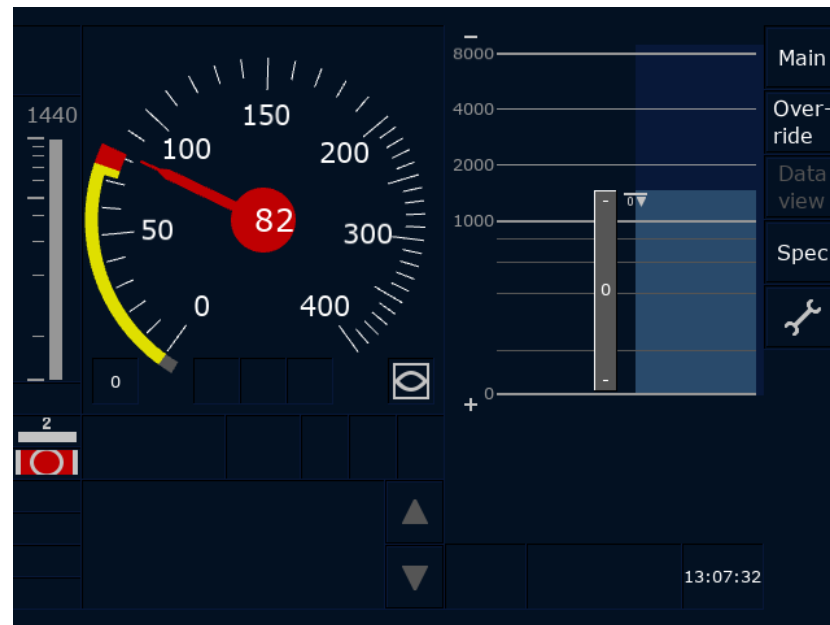


indikace
(překročena indikační křivka)

Indikace strojvedoucím na DMI



překročení rychlosti / varování
(překročena křivka povolené rychlosti)



zásah brzdy
(překročena křivka intervence)

Problém – výpočet křivek

Popis brzdění vlaku je relativně složitá záležitost:

- průběh snížení tažné síly
- náběh brzdové síly
- chování vlaku – typ brzd, materiál brzdových špalků, typ nákladu ...
- otázka adheze – styk kolo-kolejnice

Od strojvedoucího získá mobilní část jen „základní informace“ ze zadaných vlakových dat (délka vlaku, režim brzdy, brzdná procenta).

Z předem naprogramovaného modelu mobilní část vypočítává skupinu křivek. ETCS je zabezpečovací zařízení – každé zjednodušení či aproximace výpočtu musí být provedeno bezpečnějším směrem – **indikace či intervence dříve.**

Problém zejména u dlouhých nákladních vlaků v režimu brzdy G.

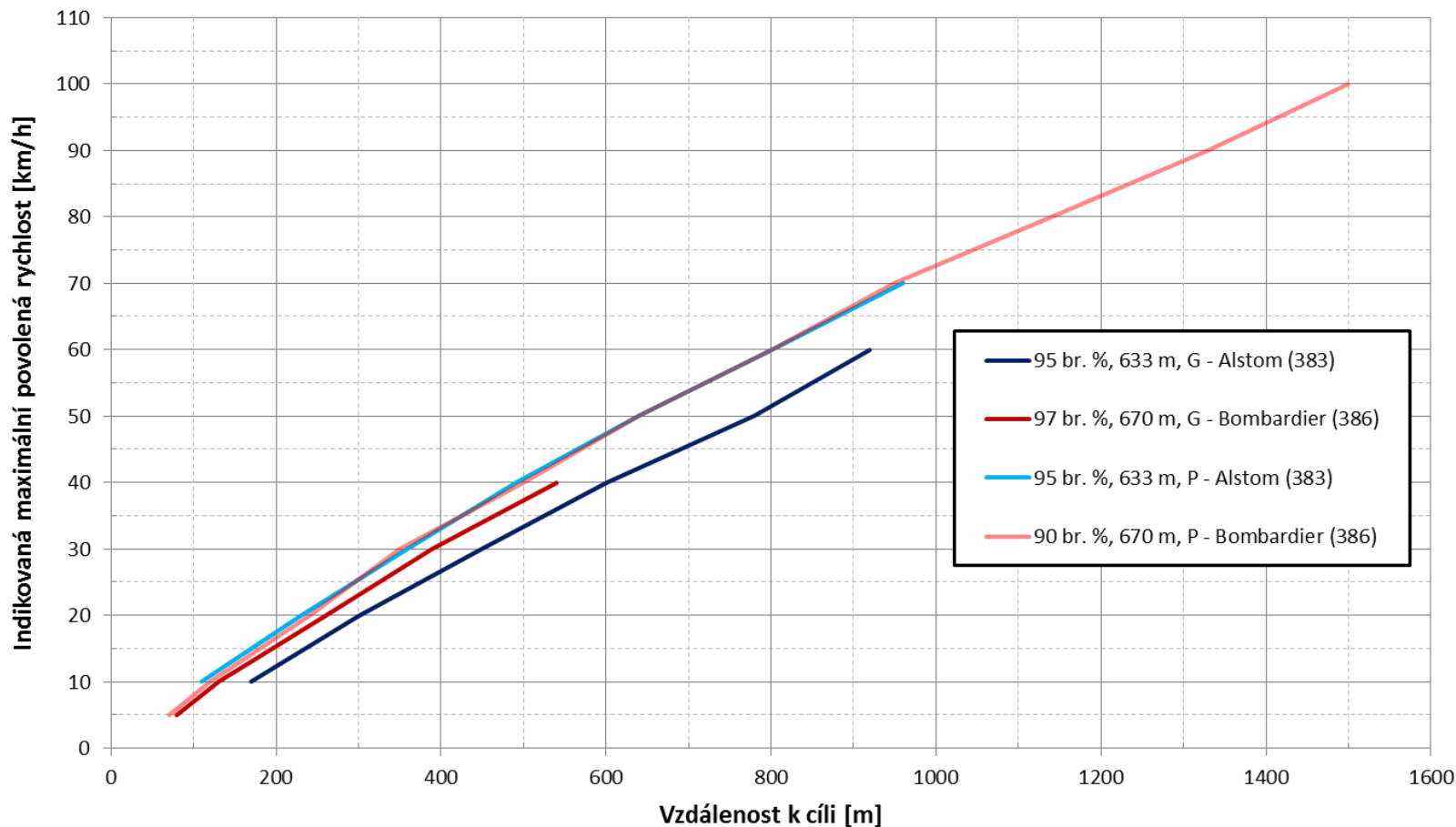
Lepší situace – ucelené jednotky (umožňují přesnější brzdny model).

Situaci zlepší i „pochtivě provedené“ rozhraní k systémům vozidla (TIU) – mobilní část odtud může získat informace o aktuálním stavu vozidla (brzd) a průběžně modifikovat příslušné křivky (závislost na stylu jízdy / brzdění).

Brzdny model je duševním vlastnictvím výrobce mobilní části, správce infrastruktury jej samozřejmě nezná.

Problém – výpočet křivek

Příklady průběhu křivky povolené rychlosti (nákladní vlaky)



V případě takovéto aplikace systému ETCS se plně projeví negativní důsledky:

- prodloužení jízdních dob (vlak musí brzdit dříve)
- nemožnost dojetí do blízkosti návěstidla s návěstí „stůj“
 - problém u nástupišť, u kterých je hlavní návěstidlo
 - zkrácení užitečné délky staničních kolejí (celou délku využívají dlouhé nákladní vlaky, u kterých je problém právě nejpalčivější) – dle (zatím velmi omezených) zkušeností je dlouhý nákladní vlak v režimu brzdy G nucen zastavit až 150 m před koncem oprávnění k jízdě a posledních cca 100 – 200 m, které ještě může jet, jede velmi pomalu (< 20 km/h)
- prodloužení následných mezidobí (konec pomalu jedoucího vlaku déle uvolňuje zadní zhlaví)
- snížení kapacity dráhy

- **Prodloužení staničních kolejí**

- staniční kolej o cca 150 m delší, než nejdelší vlak, který se na ní má vejít
- v případě kolejí pro kratší vlaky a v případě provozu jen osobních vlaků / ucelených souprav stačí prodloužení znatelně menší (typicky novostavba VRT)
- na naši stávající infrastrukturu v podstatě neaplikovatelné

- **Využití uvolňovací rychlosti (release speed, RS)**

- RS je rychlost, kterou je vlaku dovoleno dojet ke konci oprávnění k jízdě (EoA). Pokud čelo vlaku mine EoA, mobilní část aktivuje nouzovou brzdu.
- Za zastavení před EoA (návěstidlem s návěstí „stůj“) **je odpovědný strojvedoucí.**
- Mobilní část ETCS donutí strojvedoucího zpomalit na uvolňovací rychlost, nadále mu indikuje blížící se EoA, ale zasáhne **jen v případě překročení RS nebo projetí EoA.**

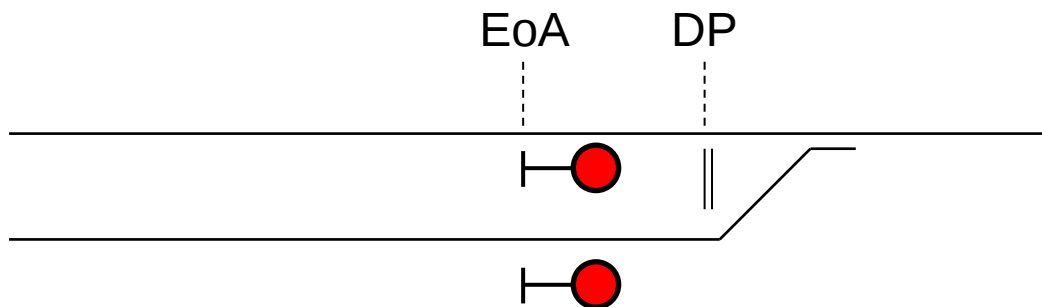
Uvolňovací rychlost a DP

Projetí EoA samo o sobě nebývá nebezpečné. Riziko přináší až minutí **nebezpečného místa** (danger point, DP), typicky:

- námezník výhybky pojížděné po hrotu
- začátek hrotu výhybky pojížděné proti hrotu
- výkolejka
- zarážedlo

Součástí MA je informace o vzdálenosti od EoA k DP. Hodnotu uvolňovací rychlosti:

- vypočte mobilní část na základně znalosti vzdálenosti od EoA k DP a brzdných schopností vlaku (vzhledem k dříve řečenému má toto smysl jen pro vzdálenosti nad cca 100 m), nebo
- **pošle traťová část** v oprávnění k jízdě.



Pro ujasnění podmínek, za kterých lze dovolit aplikaci nenulové uvolňovací rychlosti je potřeba vědět, na jaké dráze zastaví vlak, který projel EoA uvolňovací rychlostí.

Byly provedeny brzdové zkoušky s různými typy vlaků (sólo HV, elektrická jednotka, nákladní vlaky v režimu brzdy P a G).

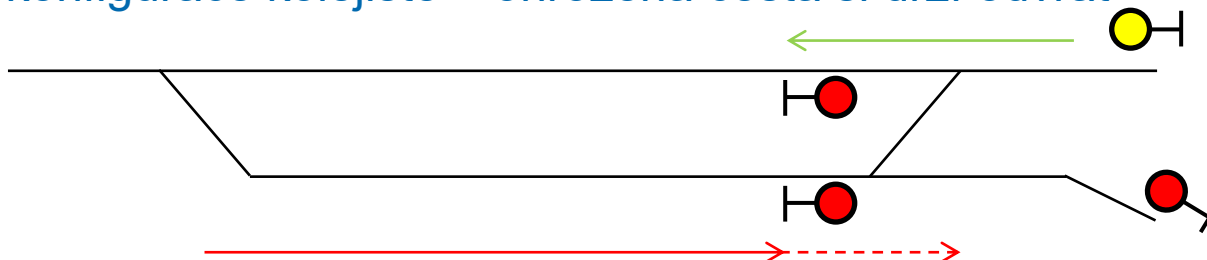
Výsledek:

- pro $RS = 10$ km/h je nutné zajistit ochrannou dráhu minimálně 50 m
- pro $RS = 20$ km/h je nutné zajistit ochrannou dráhu minimálně 75 m

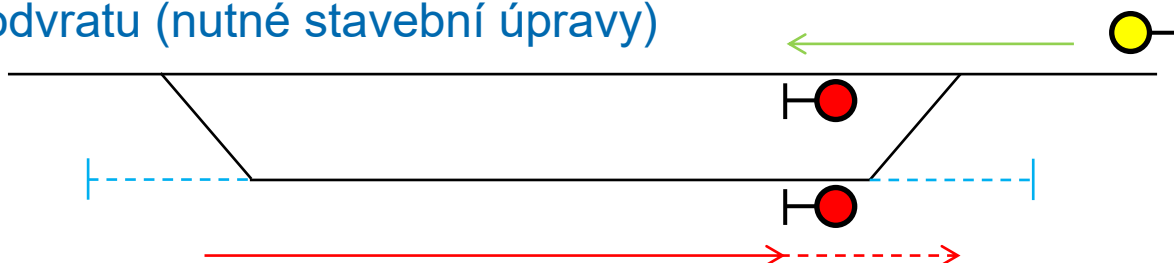
U SŽDC je předepsaná minimální vzdálenost hranice kolejového úseku dopravní koleje od námezníku dle TNŽ 34 2620 čl. 6.2.6 (podle délky koleje) 7, 10, resp. 15 m.

Možnosti zajištění ochranné dráhy

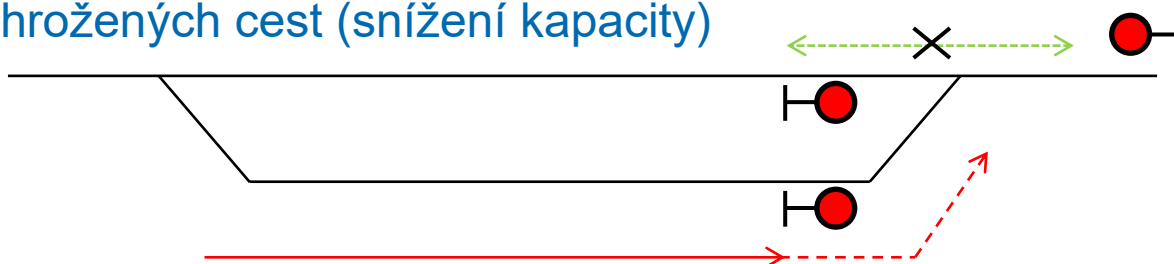
- příznivá konfigurace kolejíště – ohrožená cesta si drží odvrát



- zřízení odvratu (nutné stavební úpravy)



- vyluka ohrožených cest (snížení kapacity)



Sledované řešení

stávající infrastruktura

Požadavky při doplňování ETCS na infrastrukturu ve stávající konfiguraci (nyní se týká úseků ETCS Kolín – Břeclav, Petrovice u K. – Břeclav):

- nezřizovat odvraty, neměnit konfiguraci stanice
- nezřizovat výluky ohrožených cest
- **posoudit stávající konfiguraci z hlediska zajištění ochranné dráhy**

Definovány byly tyto podmínky:

Nenulovou RS lze u návěstidla konce cesty aplikovat, **je-li zajištěna ochranná dráha**:

- min. 75 m (RS = 20 km/h), respektive min. 50 m (RS = 10 km/h) od EoA
- v ochranné dráze nesmí být:
 - možnost ohrožení jízdní cesty s $v > 60$ km/h
 - zarážedlo
- je-li v ochranné dráze do 50 m za návěstidlem výkolejka nebo PZS, RS = 10 km/h
- je-li v ochranné dráze protisměrné hlavní návěstidlo, **předsadit EoA o 10 m** před návěstidlo konce cesty, je-li protisměrné hlavní návěstidlo do 50 m za návěstidlem konce cesty, RS = 10 km/h



Uvolňovací rychlost bude vždy **nulová**:

- u vjezdových a oddílových návěstidel (s výjimkou vjezdů do stanic s částí kolejiště nezavázanou do ETCS)
- u návěstidel, u kterých nekončí vlakové cesty
- u kolejí delších než 940 m, pokud není ve vzdálenosti do 100 m před návěstidlem konec nástupiště.

Nenulová uvolňovací rychlost se vždy změní na nulovou po zastavení čela vlaku na staniční koleji.

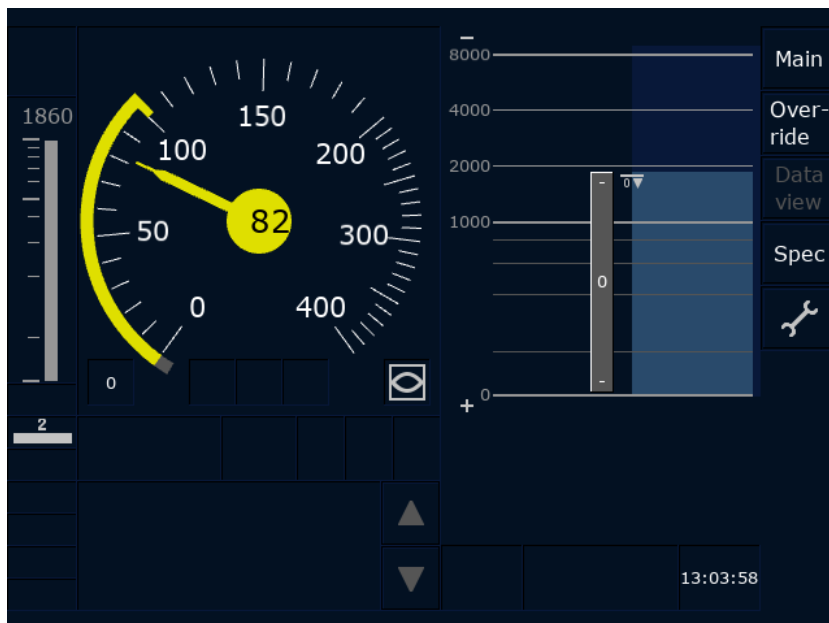
Probíhá analýza rizik popsaného řešení dle prováděcího nařízení komise (EU) č. 402/2013.

Část tabulky RS

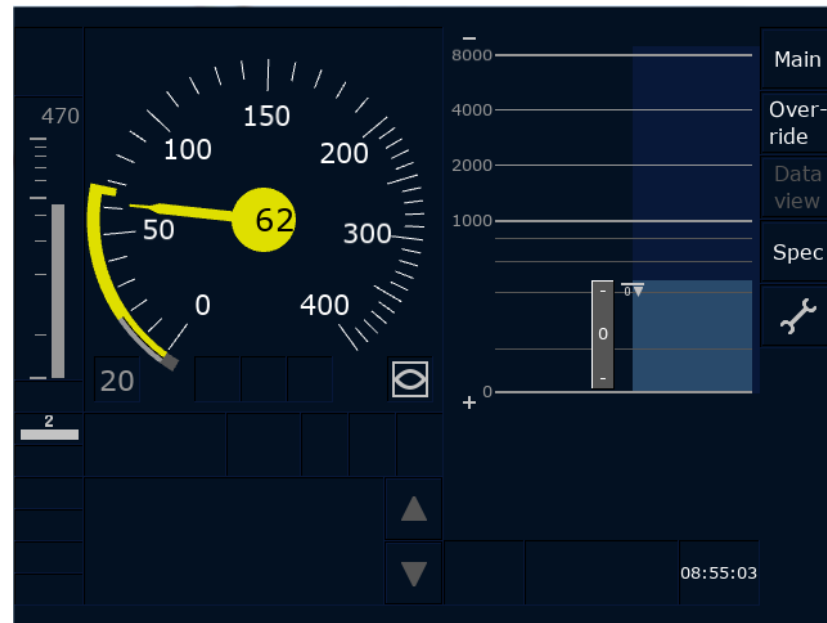
Stanice	Směr Kúty (sudý)				
	Návěstidlo	Uvolňovací rychlost	Rychlost cesty za návěstidlem	Poznámka	Předsazení EoA
Šakvice	S5	0	60	vzdálenost k námezvníku 21 m	
	S1	20	T	ohr. cesta V = 60	
	S2	20	T	vzd. k námezvníku se spojkou z 1. koleje (V=80) 110 m	
	S4	20	60	odvrat, vzdálenost k HVk1 > 50 m	
	S6	0	40	pouze začínající vlaky	
Zaječí	S3	10	60	vzdálenost k námezvníku 59 m	
	S1	20	T	ohr. cesta V = 60	
	S2	20	T	vzd. k námezvníku se spojkou z 1. koleje (V=80) 122 m	
	S6	20	60	odvrat, vzdálenost k Se8 184 m	
	Sc4	20	40	protisměr. náv. Lc6 74 m	předsadit EoA
	Sc6a	20	60	protisměr. náv. Lc6 77 m	
Podivín	S7a	20	40	odvrat, vzdálenost k Vk1 50 m	
	S5	20	40	vzdálenost k námezvníku s 1K 101 m	
	S3	10	60	vzdálenost k námezvníku 64 m	
	S1	20	T	vzdálenost k okraji přejezdu 49 m	předsadit EoA
	S2	20	T	vzdálenost k okraji přejezdu 91 m	
	S6	0	60	vzdálenost k námezvníku 31 m	
	Sc7	20	40	protisměr. náv. Se8 82 m	

Tabulka RS bude procházet stejným schvalovacím procesem jako ZT.

RS z pohledu strojvedoucího

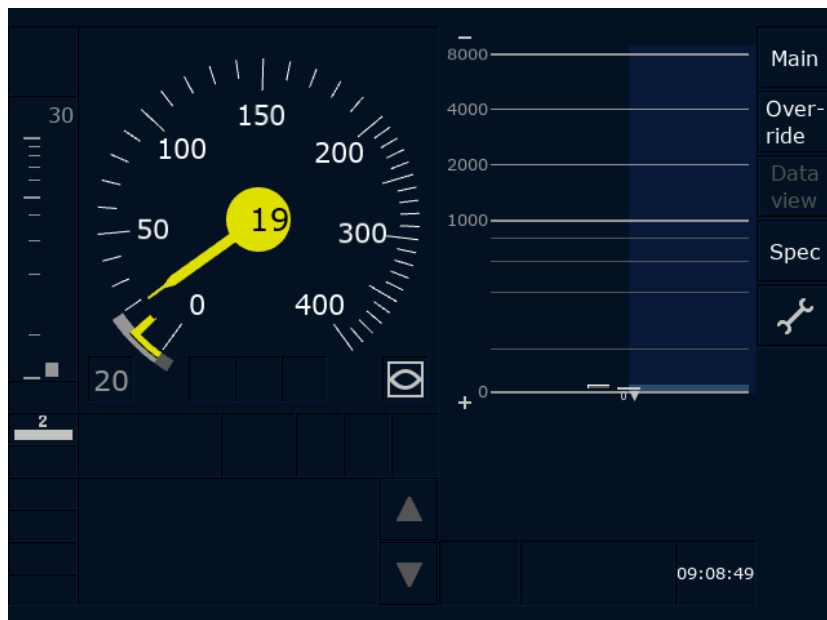


Vlak se blíží k EoA (stav indikace).
RS je 0 km/h.

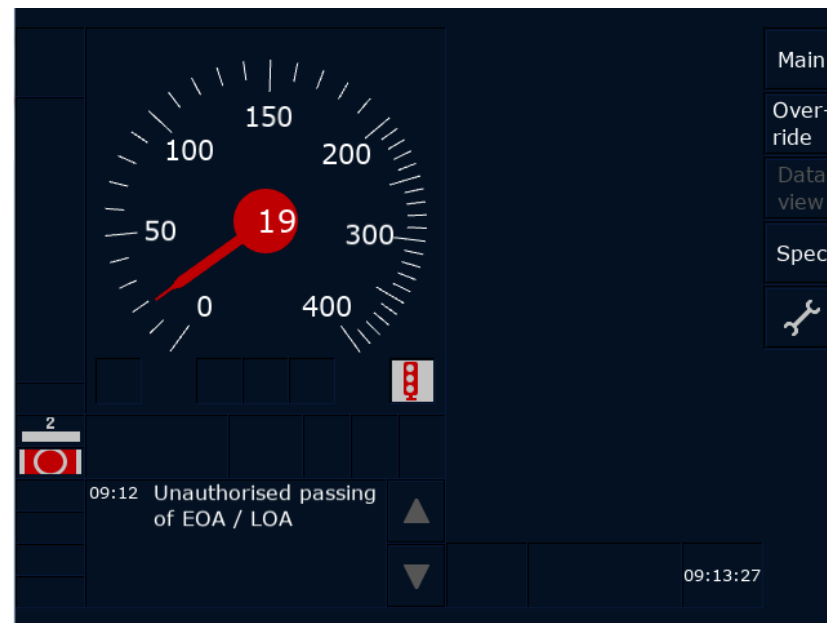


Vlak se blíží k EoA (stav indikace).
RS je 20 km/h.

RS z pohledu strojvedoucího



Vlak se pohybuje v blízkosti EoA. Indikovaná povolená rychlost dále klesá až k nule (dle počítané křivky).



Čelo vlaku projelo EoA, mobilní část přešla do módu Nedovolené projetí (Trip) a aktivovala nouzovou brzdu.

SŽDC zadala studii „Tvorba metodického pokynu pro projektování systému ERTMS/ETCS“ (zpracovává SUDOP Praha, a. s.).

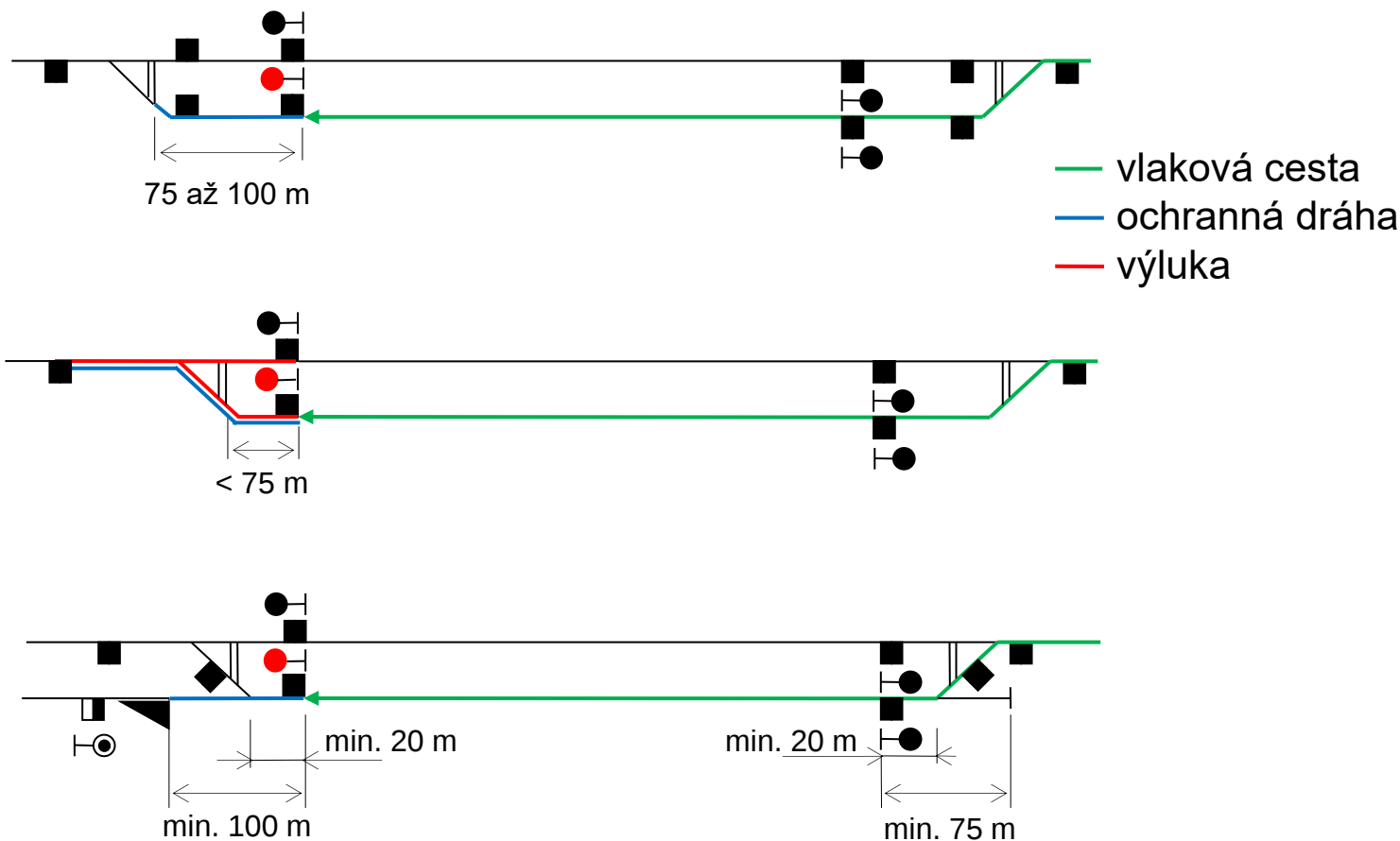
Do doby vypracování této studie byl pro účely projektování nových staveb s ETCS vydán O14 ve spolupráci s O6 GŘ SŽDC dopis „Zásady pro návrh technického řešení ETCS ve vazbě na kolejová řešení dopraven“.

Požadované zásady podobné dříve řečeným, s následujícími odlišnostmi:

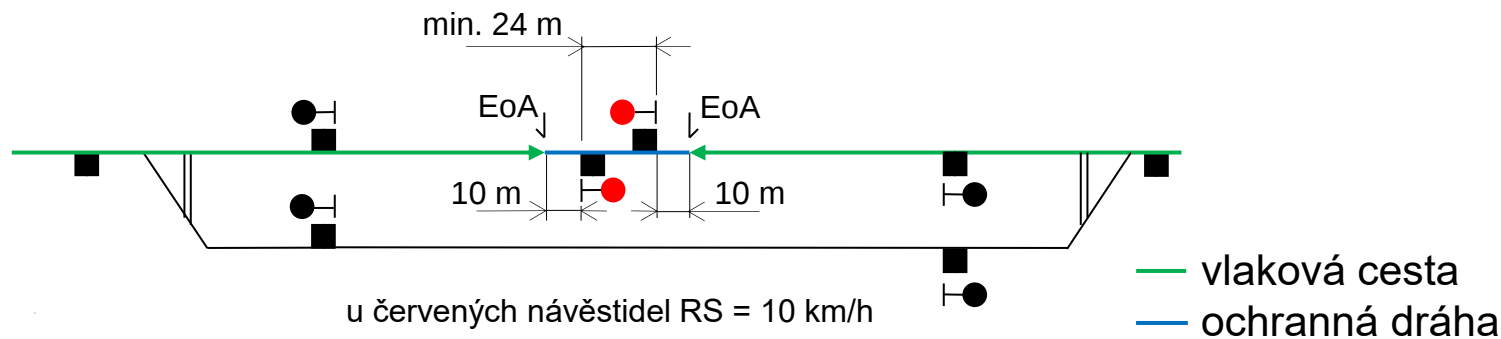
- obecně RS 20 km/h, ochranná dráha 100 m, lze **v odůvodněných případech** zkrátit (až na 75 m)
- požadovaná ochranná dráha se násobí koef. 1,3 za každých dosažených 5 ‰ klesání (posuzováno 200 m před EoA a v ochranné dráze)
- RS 10 km/h jen v případě PZS do 50 m za EoA a v případě blízkých protisměrných hlavních návěstidel
- RS 5 km/h v případě pevného zarážedla do 75 m za EoA
- RS dle dimenzace dynamického zarážedla v případě dyn. zarážedla do 50 m za EoA
- v případě odvratu musí být vzdálenost mezi EoA a hrotem odvratné výhybky min. 20 m
- v ochranné dráze nesmí být výkolejka
- ochrannou dráhu lze zajistit konfigurací kolejiště, nebo výlukou ohrožených cest

Nové stavby

příklady zajištění ochranné dráhy



Ve stísněných případech lze předsadit EoA o 10 m před návěstidlo.



Předsazení EoA o 10 m před návěstidlo:

- podle předpisu SŽDC D1 má vlak zastavit min. 10 m před návěstidlem s návěstí „stůj“
- mobilní část odhaduje polohu čela vlaku na základě měření vzdálenosti ujeté od poslední balízové skupiny, projetí EoA je vyhodnoceno až v okamžiku, kdy polohu EoA mine minimální bezpečné čelo vlaku, které je vždy několik jednotek až desítek metrů za skutečným čelem (v závislosti na ujeté vzdálenosti od poslední balízové skupiny)

ETCS jako vlakový zabezpečovač s kontrolou rychlosti přináší dosud u nás se nevyskytující provozní aspekty.

Jeden z nich – restriktivní chování v blízkosti EoA – lze částečně eliminovat použitím nenulové uvolňovací rychlosti.

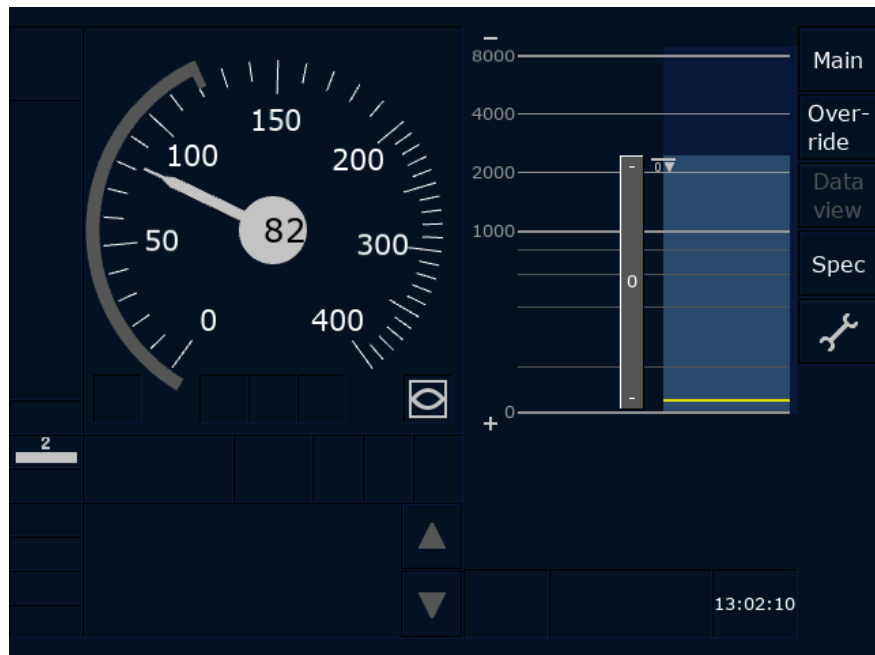
Při jízdě uvolňovací rychlostí je vlak stále kontrolován systémem ETCS, zastavení před EoA je však v kompetenci strojvedoucího.

V případě projetí konce oprávnění k jízdě systém ETCS zasáhne nouzovým brzděním.

Pro snížení míry rizika plynoucího z projetí EoA uvolňovací rychlostí na akceptovatelnou úroveň **musí být stanovena příslušná opatření na straně infrastruktury.**



Správa železniční dopravní cesty



Děkuji za pozornost

Ing. Martin TRÖGEL

tel. 972 244 343

e-mail: trogel@szdc.cz



Správa železniční dopravní cesty

Problematika dojezdu vlaku ke konci oprávnění k jízdě v ETCS z pohledu SŽDC

© Správa železniční dopravní cesty, státní organizace

www.szdc.cz