

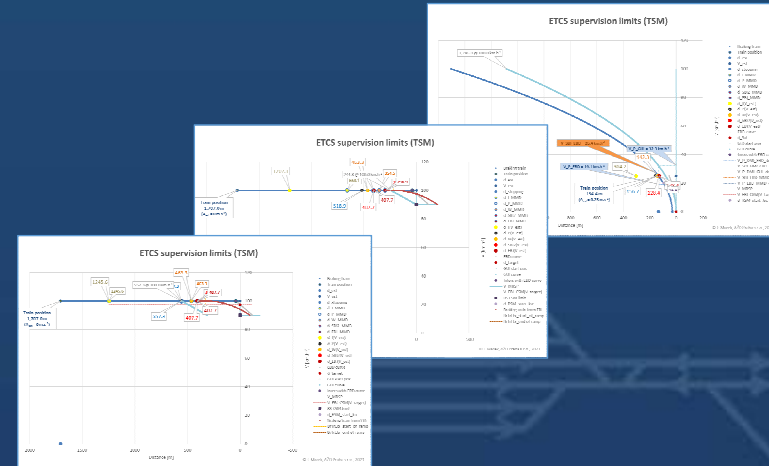


AŽD Praha s.r.o.

Brzdné křivky ETCS a jejich optimalizace na generické úrovni

Jakub Marek

Vedoucí pracovní skupiny UNISIG Braking curves TF
Zástupce AŽD v technické autoritě UNISIG SG



10. konference SZT / Olomouc, 6. 10. 2021

Kontext

Brzdné křivky ETCS

 PRAGA

 ertms

■ Možné úpravy chování ETCS:

- generická úroveň (EU specifikace)
 - SIGNAL+DRAHT, 2020 
- aplikační úroveň (národní hodnoty)
 - tento příspěvek + VTS ČD č. 47/2019

  Vedeckotechnický Sborník ČD a.s.

16. října 2019 Č. Budějovice - J. Marek 2

www.azd.cz



Obsah

- **Úvod** – základní (klíčové) myšlenky



[S+D 3 a 6/2020]



[VTS SŽ 2/2020]

- **Navrhovaná vylepšení** brzdných křivek / výpočtů dohl. lim. **ETCS**

- **Zohledňování skutečného odrychlení** vlaku – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

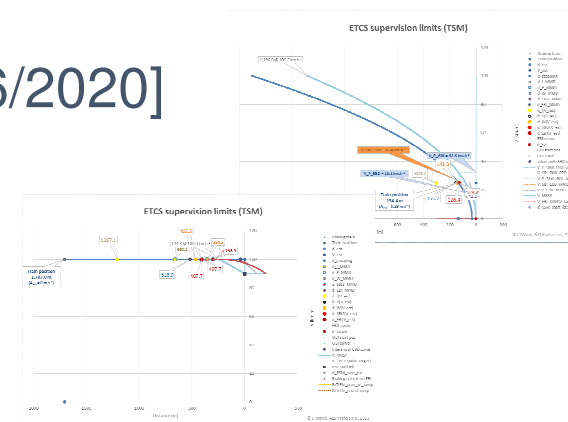
- **Redukce doby náběhu zprava** – CR1344 Item c [S+D 6/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

- **Redukce doby náběhu zleva** – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip

- **Závěr** – aktuální stav, vzájemné vazby



Obsah

- **Úvod** – základní (klíčové) myšlenky  [S+D 3 a 6/2020]

- **Navrhovaná vylepšení** brzdných křivek / výpočtů dohl. lim. **ETCS**

- **Zohledňování skutečného odrychlení** vlaku – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

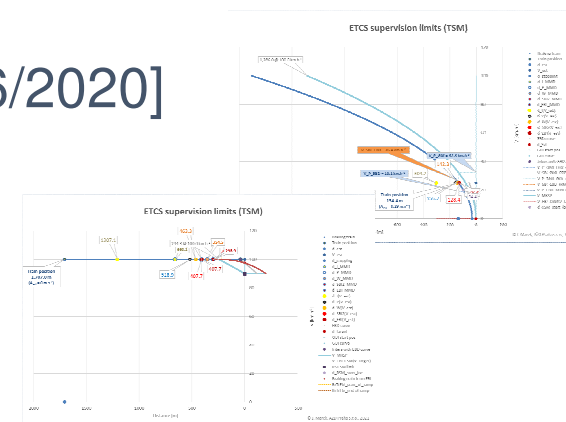
- **Redukce doby náběhu zprava** – CR1344 Item c [S+D 6/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

- **Redukce doby náběhu zleva** – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip

- **Závěr** – aktuální stav, vzájemné vazby



Základní (klíčové) myšlenky

- Představu ETCS je třeba **více přiblížit k reálnému chování vlaku**, tj.:
 - **vždy celá doba náběhu brzdy?** [S+D 6/2020, či VTS SŽ 2/2020]
 - **pouze konstantní, popř. zvyšující se rychlost vlaku?** [S+D 3/2020, či VTS SŽ 2/2020]



Vědeckotechnický sborník Správy železnic

Obsah

- **Úvod** – základní (klíčové) myšlenky



[S+D 3 a 6/2020]

- **Navrhovaná vylepšení** brzdných křivek / výpočtů dohl. lim. **ETCS**

- **Zohledňování skutečného odrychlení** vlaku – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

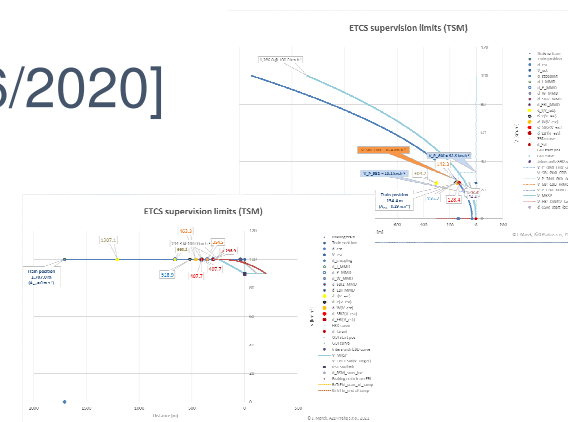
- **Redukce doby náběhu zprava** – CR1344 Item c [S+D 6/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

- **Redukce doby náběhu zleva** – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip

- **Závěr** – aktuální stav, vzájemné vazby



Obsah

- **Úvod** – základní (klíčové) myšlenky



[S+D 3 a 6/2020]

- **Navrhovaná vylepšení** brzdných křivek / výpočtů dohl. lim. **ETCS**

- **Zohledňování skutečného odrychlení** vlaku – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

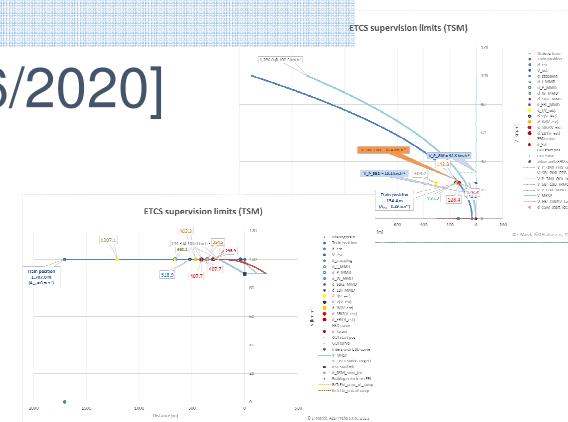
- **Redukce doby náběhu zprava** – CR1344 Item c [S+D 6/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

- **Redukce doby náběhu zleva** – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip

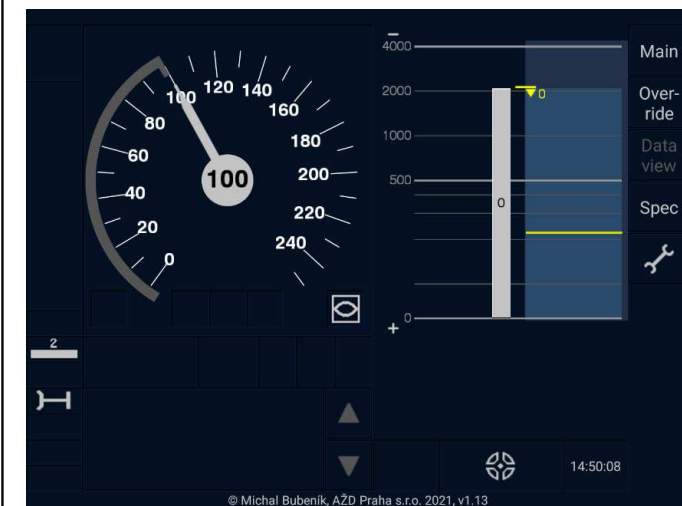
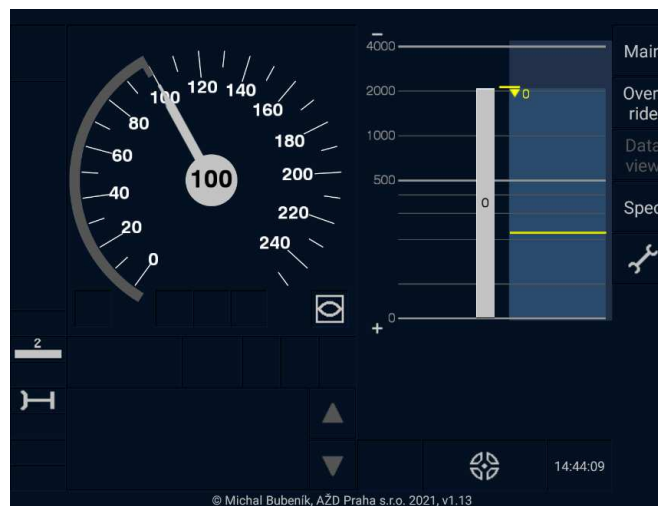
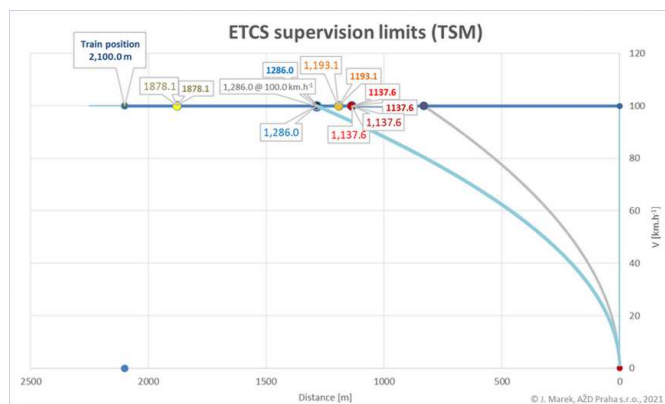
- **Závěr** – aktuální stav, vzájemné vazby



Zohledňování odrychlení – CR1385 [S+D 3/2020]

Polohy dohledových limitů ETCS	Použité výpočty a související zobrazení dle	
	ETCS SUBSET-026 & DMI specifikace [8] & [9]	Marek, Myslivec, Bubeník, Drápal [1] a [2]

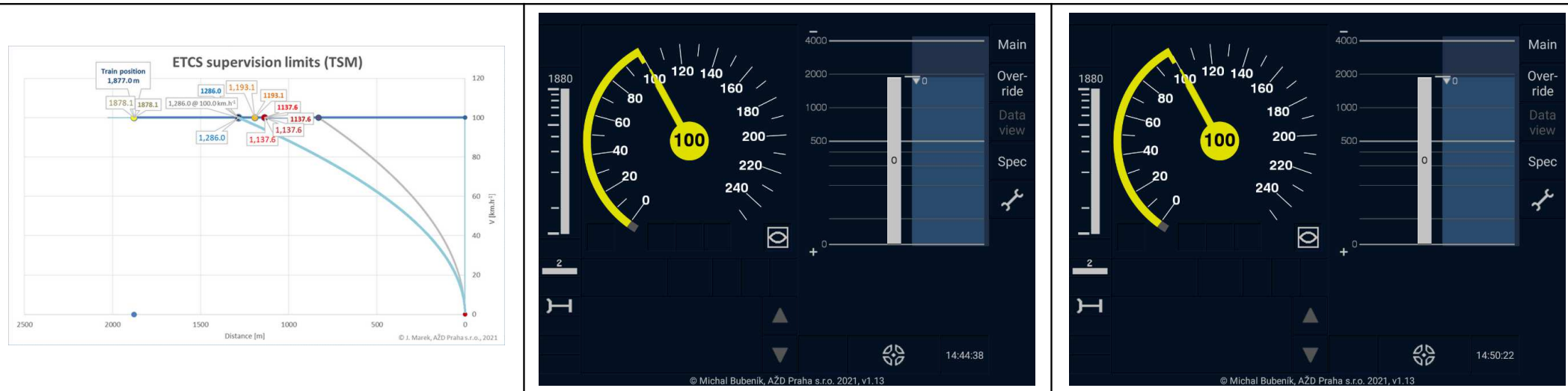
a) Přibližování vlaku k cíli konstantní rychlostí: $d_{est} = 2\,100\text{ m}$, $V_{est} = 100\text{ km.h}^{-1}$, $A_{est} = 0\text{ m.s}^{-2}$



Zohledňování odrychlení – CR1385 [S+D 3/2020]

Polohy dohledových limitů ETCS	Použité výpočty a související zobrazení dle	
	ETCS SUBSET-026 & DMI specifikace [8] & [9]	Marek, Myslivec, Bubeník, Drápal [1] a [2]

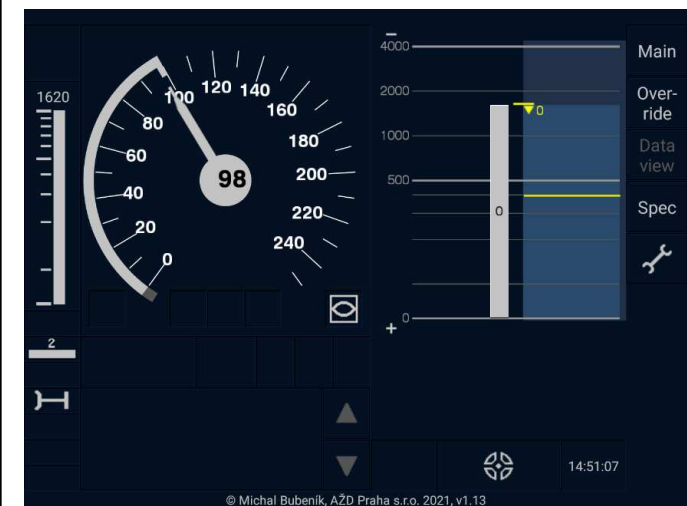
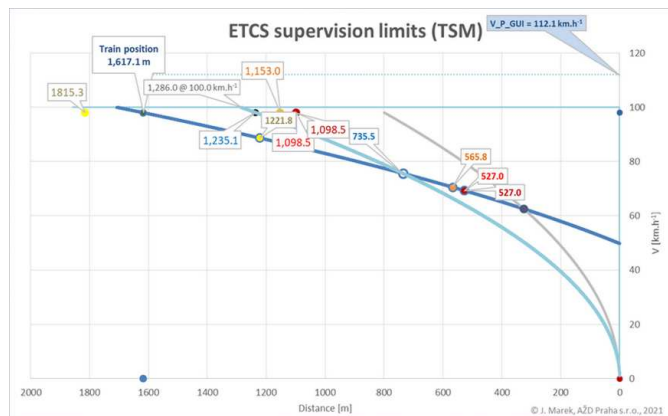
b) Strojvedoucí dostává první indikaci: $d_{est} = 1\,877\text{ m}$, $V_{est} = 100\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $A_{est} = 0\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$



Zohledňování odrychlení – CR1385 [S+D 3/2020]

Polohy dohledových limitů ETCS	Použité výpočty a související zobrazení dle	
	ETCS SUBSET-026 & DMI specifikace [8] & [9]	Marek, Myslivec, Bubeník, Drápal [1] a [2]

c) Strojvedoucí již zahájil brzdění, brzda nabíhá: $d_{est} = 1\,617\text{ m}$, $V_{est} = 98\text{ km.h}^{-1}$, $A_{est} = 0,17\text{ m.s}^{-2}$



Zohledňování odrychlení – CR1385 [S+D 3/2020]

Polohy dohledových limitů ETCS	Použité výpočty a související zobrazení dle	
	ETCS SUBSET-026 & DMI specifikace [8] & [9]	Marek, Myslivec, Bubeník, Drápal [1] a [2]

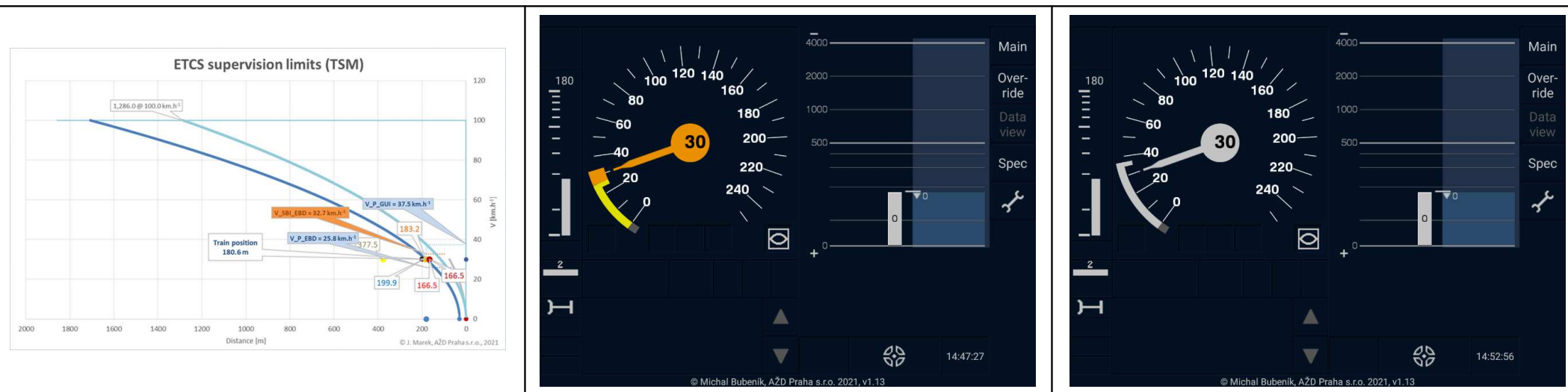
d) Vlak již brzdí k cíli s konstantním odrychlením: $d_{est} = 1\,242\text{ m}$, $V_{est} = 85\text{ km.h}^{-1}$, $A_{est} = 0,23\text{ m.s}^{-2}$



Zohledňování odrychlení – CR1385 [S+D 3/2020]











Polohy dohledových limitů ETCS	Použité výpočty a související zobrazení dle	
	ETCS SUBSET-026 & DMI specifikace [8] & [9]	Marek, Myslivec, Bubeník, Drápal [1] a [2]

e) Vlak již brzdí k cíli s konstantním odrychlením: $d_{est} = 181 \text{ m}$, $V_{est} = 30 \text{ km.h}^{-1}$, $A_{est} = 0,23 \text{ m.s}^{-2}$



Zohledňování odrychlení – CR1385 [S+D 3/2020]

- Shrnutí – přehled:

Polohy dohledových limitů ETCS	Použité výpočty a související zobrazení dle	
	ETCS SUBSET-026 & DMI specifikace [8] & [9]	Marek, Myslivec, Bubeník, Drápal [1] a [2]
a) Přiblížení vlaku k člci konstantní rychlostí: $d_{chl} = 2\ 100\text{ m}$, $V_{chl} = 100\text{ km.h}^{-1}$, $A_{chl} = 0\text{ m.s}^{-2}$		
b) Strojvedoucí dostává první indikaci: $d_{chl} = 1\ 877\text{ m}$, $V_{chl} = 100\text{ km.h}^{-1}$, $A_{chl} = 0\text{ m.s}^{-2}$		
c) Strojvedoucí již zahájil brzdění, brzda nabíhá: $d_{chl} = 1\ 617\text{ m}$, $V_{chl} = 98\text{ km.h}^{-1}$, $A_{chl} = 0,17\text{ m.s}^{-2}$		
d) Vlak již brzdí k člci s konstantním odrychlením: $d_{chl} = 1\ 242\text{ m}$, $V_{chl} = 85\text{ km.h}^{-1}$, $A_{chl} = 0,23\text{ m.s}^{-2}$		
e) Vlak již brzdí k člci s konstantním odrychlením: $d_{chl} = 181\text{ m}$, $V_{chl} = 30\text{ km.h}^{-1}$, $A_{chl} = 0,23\text{ m.s}^{-2}$		



Zohledňování odrychlení – CR1385 [S+D 3/2020]

CR ERTMS00001278 - ClearQuest Record Details

4.10.2021 10:40:14

■ CR1385:

Main	
Id_number:	1385
State:	Valid
Headline:	Possible improvements of ETCS Harmonized Braking curves model - taking into account that the train is actually braking
Impacted system :	ETCS
Type:	Enhancement
Reference Baseline Release:	ETCS B3R2 & GSM-R B1 (TSI CCS annex A set #3 as per Regulation (EU) 2016/919)
Documents and References:	SUBSET-026 v3.6.0
Recognised Organisation:	MS (Member State)
Submission Date:	23.6.2020 20:04:08
Submitter Reference Number:	Czech Republic
Project Information:	Implementation of ERTMS/ETCS L2 in the Czech Republic.
Endorsed by the following Recognised Organisation(s):	



Obsah

- **Úvod** – základní (klíčové) myšlenky



[S+D 3 a 6/2020]

- **Navrhovaná vylepšení** brzdných křivek / výpočtů dohl. lim. **ETCS**

- **Zohledňování skutečného odrychlení** vlaku – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

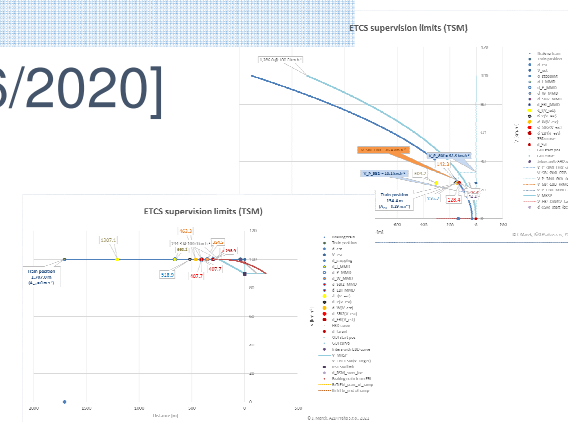
- **Redukce doby náběhu zprava** – CR1344 Item c [S+D 6/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

- **Redukce doby náběhu zleva** – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip

- **Závěr** – aktuální stav, vzájemné vazby



Obsah

- **Úvod** – základní (klíčové) myšlenky



[S+D 3 a 6/2020]

- **Navrhovaná vylepšení** brzdných křivek / výpočtů dohl. lim. **ETCS**

- **Zohledňování skutečného odrychlení** vlaku – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

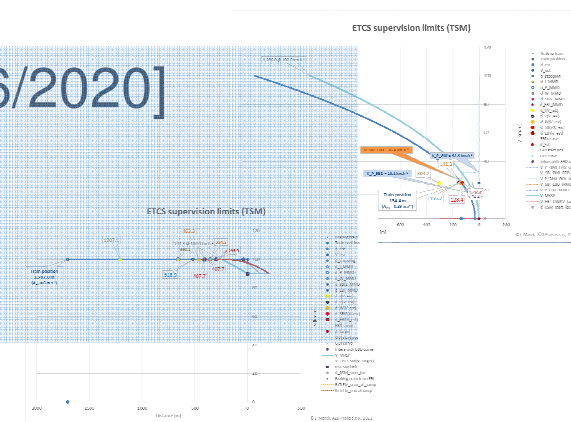
- **Redukce doby náběhu zprava** – CR1344 Item c [S+D 6/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

- **Redukce doby náběhu zleva** – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip

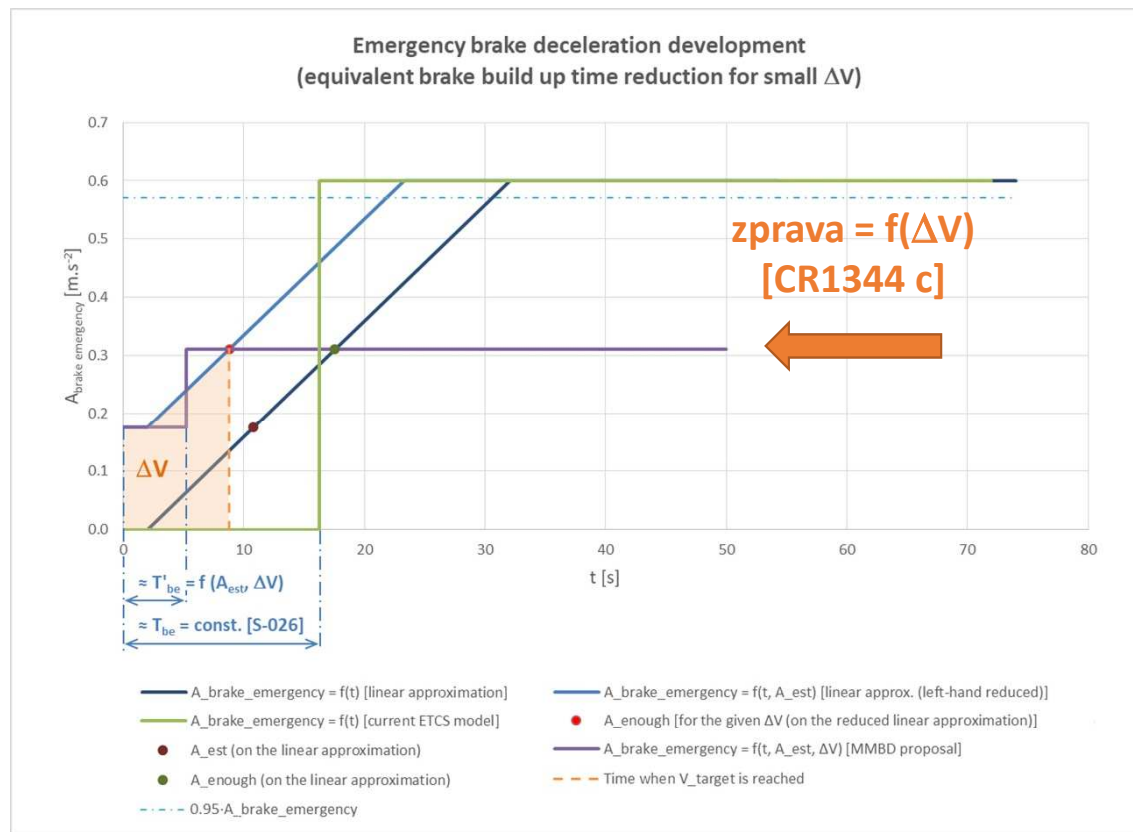
- **Závěr** – aktuální stav, vzájemné vazby



Redukce doby náběhu brzdy – CRs [S+D 3 a 6/2020]

- Obecný princip

zleva = $f(a_0)$
[CR1385]

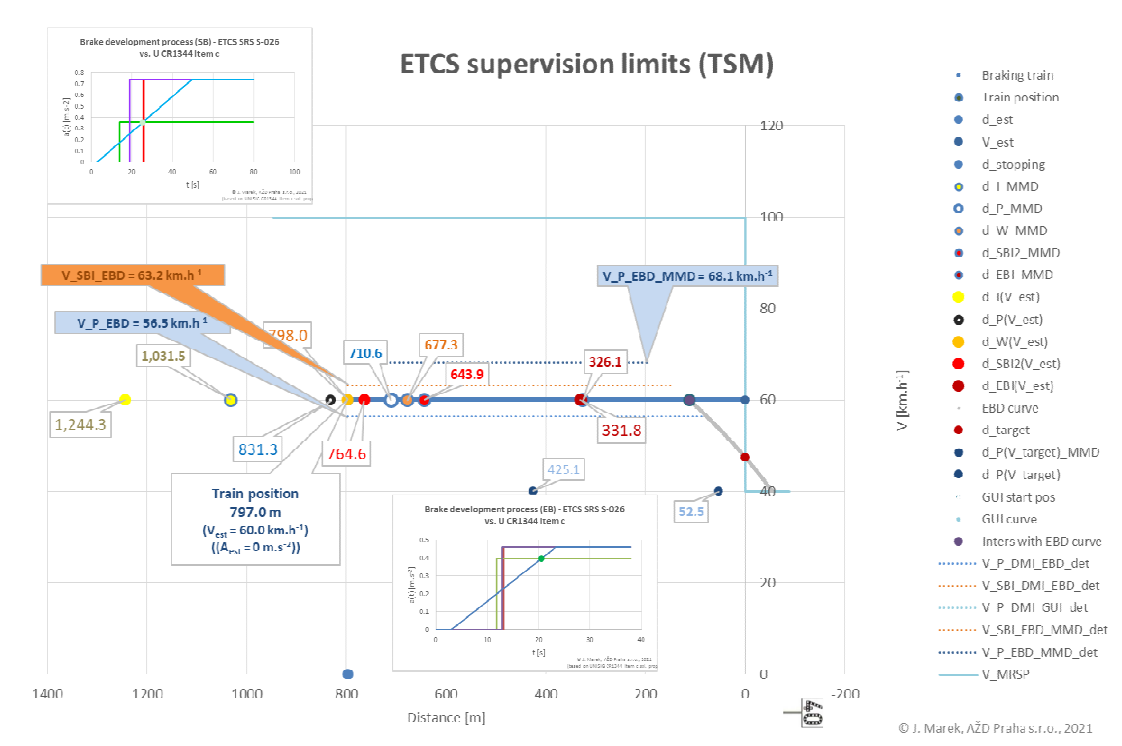


Redukce doby náběhu brzdy zprava – CR1344 Item c [S+D 6/2020]

Vizualizace dohledových limitů dle SUBSET-026 [S-026] na DMI



($V_{perm} = 57 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)



Vizualizace dohledových limitů dle CR1344 Item c, pův. [S+D 6/2020] na DMI



($V_{perm} = 68 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$)



Obsah

- **Úvod** – základní (klíčové) myšlenky



[S+D 3 a 6/2020]

- **Navrhovaná vylepšení** brzdných křivek / výpočtů dohl. lim. **ETCS**

- **Zohledňování skutečného odrychlení** vlaku – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

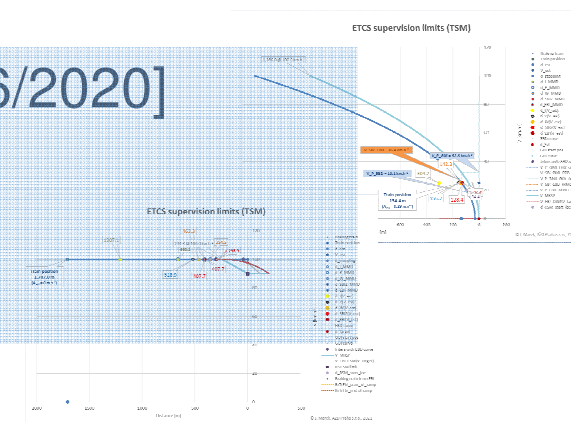
- **Redukce doby náběhu zprava** – CR1344 Item c [S+D 6/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

- **Redukce doby náběhu zleva** – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip

- **Závěr** – aktuální stav, vzájemné vazby



Obsah

- **Úvod** – základní (klíčové) myšlenky



[S+D 3 a 6/2020]

- **Navrhovaná vylepšení** brzdných křivek / výpočtů dohl. lim. **ETCS**

- **Zohledňování skutečného odrychlení** vlaku – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

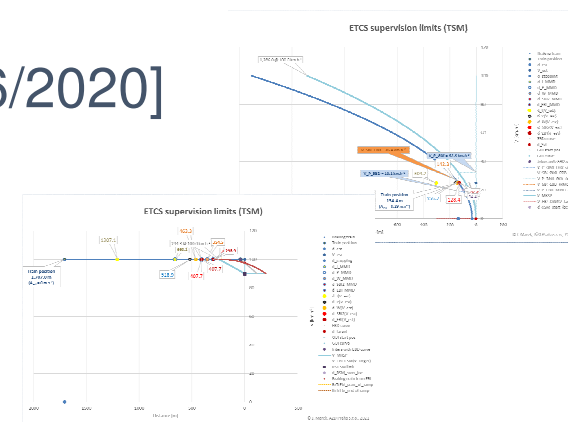
- **Redukce doby náběhu zprava** – CR1344 Item c [S+D 6/2020]

- princip + ukázka vlivu na železniční provoz

- **Redukce doby náběhu zleva** – CR1385 [S+D 3/2020]

- princip

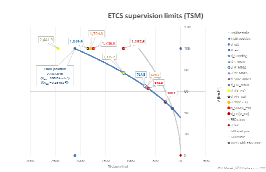
- **Závěr** – aktuální stav, vzájemné vazby



Závěr, vzájemné vazby

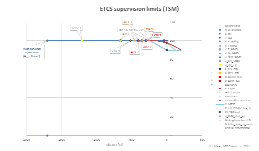
- Představu ETCS je třeba **více přiblížit k reálnému chování vlaku:**

- **zohledňování skutečného odrychlení vlaku [S+D 3/2020]:**



- CR1385 (A_{est}): založen v ERTMS CR db, validní, čeká na vyřešení CR1344 (Item c)

- **zohledňování jen potřebné doby náběhu brzdy [S+D 6/2020]:**



- CR1344 (ΔV): založen v ERTMS CR db, validní, práce probíhají, cíl TSI CCS 2022

Děkuji za pozornost

J. Marek

marek.jakub@azd.cz



Žirovnická 3146/2, Záběhlice, 106 00 Praha 10

www.azd.cz