

			ČÍSLO SOUPRAVY:
1	07/2020	Aktualizace energetických výpočtů	
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	



**SUDOP BRNO**

**SUDOP BRNO, spol. s r.o.**  
**Kounicova 26**  
**611 36 Brno**

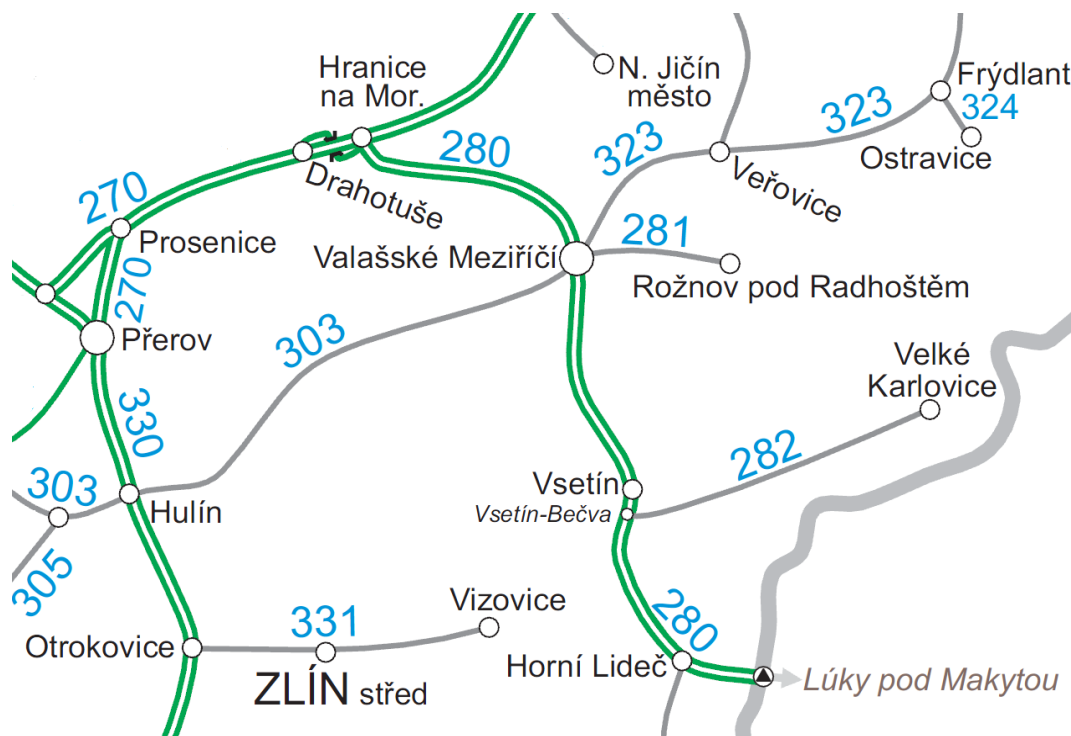
OBJEDNAVATEL:	Správa železnic, státní organizace, Dlážďená 1003/7, 110 00 Praha 1 Stavební správa východ (organizační jednotka)		tel. : +420 972 625 804 E-mail: sudop@sudop-brno.cz	
PROFESNÍ SKUPINA:	23 TRAKČNÍ VEDENÍ	VEDOUČÍ PROF. SKUPINY Ing. Jiří Pelc	GENERÁLNÍ ŘEDITEL Ing. Kamil Chmela	
ODPOVĚDNÝ PROJ. ZAKÁZKY Ing. Jiří Pelc	ODPOVĚDNÝ PROJ. PS, SO Jiří Podhradský	NAVRHL, VYPRACOVAL Ing. Ondřej Svoboda	KONTROLOVAL Ing. Jiří Pelc	
KRAJ: Zlínský	POVĚŘENÝ OÚ: Vsetín		STUPEŇ: Záměr projektu	
Státní hranice Slovenská republika (Střelná) - Vsetín (mimo) - konverze			ZAK. ČÍSLO 18105-01-0919	ARCH. ČÍSLO 2019230003
			MĚŘÍTKO	POČET FORMÁTŮ
			DATUM: 11/2020	
ENERGETICKÉ VÝPOČTY			ČÁST DOKUM.	PŘÍLOHA K2

## 1 Obsah

<b>1</b>	<b>Obsah .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Podklady.....</b>	<b>3</b>
3.1	Použité normy a předpisy .....	3
3.2	Model infrastruktury, jízdní řád a HV.....	3
3.3	Model napájení .....	3
<b>4</b>	<b>Vstupní data .....</b>	<b>4</b>
4.1	Parametry AC sítě .....	4
4.2	Parametry trakčních napájecích stanic (TT).....	4
4.3	Parametry SFC .....	5
4.4	Parametry trakčního vedení.....	5
4.5	Parametry hnacích vozidel .....	6
<b>5</b>	<b>Metoda výpočtu.....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>9</b>
6.1	Střídavá soustava .....	9
6.2	Minimální napětí TV .....	9
6.3	Parametry vztahující se k výkonnosti napájecí soustavy.....	9
6.4	Proudová zatížitelnost střídavé soustavy, stojící vlaky .....	10
6.5	Rekuperační brzdění .....	10
6.6	Opatření pro koordinaci elektrické ochrany.....	10
6.7	Výkony střídavých napájecích stanic.....	11
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>11</b>

## 2 Úvod

Tyto energetické výpočty mají za cíl prověřit navržené střídavé napájení AC 25 kV 50 Hz napájení trati Ústí u Vsetína – Státní hranice SR (Střelná) (Púchov) s ohledem na budoucí uvažovanou dopravu. Výpočty byly zpracovány formou simulace za pomoci programů OpenTrack a OpenPowerNet. Nyní je řešený úsek napájený stejnosměrnou proudovou soustavou DC 3 kV.



Obrázek 1 – Ústí u Vsetína – Státní hranice SR (Střelná) – trať 280

V rámci studie se řeší čtyři varianty napájení tratě Ústí u Vsetína - Státní hranice SR (Střelná) (Púchov).

1. První varianta uvažuje základní stav napájení (Ústí u. V. – Púchov), a to spoluprací nové napájecí stanice Střelná (technologie 2x SFC 20 MVA) proti trakční napájecí stanici Púchov (technologie TT) – neutrální pole na státních hranicích sepnuto. V simulaci je uvažováno s maximálním dopravním a maximálním zatížením nákladních vlaků a to 3200t.
2. Druhá varianta řeší napájení trati Ústí u. V. – státní hranice SR a to z TNS Střelná vybavené dvěma paralelně řazenými statickými frekvenčními měniči o jmenovitém výkonu 20 MVA. Nákladní doprava uvažuje s nákladními vlaky o hmotnosti až 3200t. Do výsledků simulace jsou doplněny i hodnoty při maximální hmotnosti nákladních vlaků 2400t.
3. Třetí varianta je z hlediska napájení stejná jako varianta č. 2, ovšem uvažuje se s výpadkem/údržbou jednoho z frekvenčních měničů v TNS Střelná.
4. Poslední varianta, čtvrtá, řeší kompletní výpadek TNS Střelná a napájení celé trati Ústí u. V. – Púchov z TNS Púchov.

## 3 Podklady

Celá simulace byla provedena v programu OpenTrack, kde je namodelována veškerá infrastruktura a dopravní technologie kromě napájení (koleje, výhybky, jízdní řád, zabezpečovací zařízení atd.) a v programu OpenPowerNet, kde bylo namodelováno napájení (vodiče, napájecí stanice, trakční propojení atd.)

### 3.1 Použité normy a předpisy

- ČSN 34 1530 ed.2
- ČSN 34 1500 ed.2
- ČSN EN 50 119 ed.2
- ČSN EN 50 122-1 ed.2
- ČSN EN 50 122-2 ed.2
- ČSN EN 50 163 ed.2
- ČSN EN 50 388 ed.2
- Nařízení komise (EU) č. 1301/2014
- Předpis SŽDC SR 34 s úpravou dle dopisu zn.: 21480/2017-SŽDC-O14

### 3.2 Model infrastruktury, jízdní řád a HV

- **Koleje**  
Niveleta koleje byla převzata od zadavatele a odpovídá zpracovaným projektům (výhledovému stavu). Stejně tak byly převzaty polohy výhybek a nástupišť.
- **Jízdní řád**  
Byl zpracován po konzultaci s dopravním technologem a na základě toho byl vypracován modelový dvouhodinový špičkový grafikon, viz 8.1 Modelový grafikon.
- **Zabezpečovací zařízení**  
Hlavní návěstidla a oddíly byly také navrženy dle zadání objednatele a respektují výhledový stav.
- **Hnací vozidla**  
V simulaci se uvažuje s typizovanými lokomotivami a elektrickými jednotkami. Pro vlaky kategorie EC uvažuje s lokomotivou typu Vectron +R500t, vlaky typu NEx uvažujeme s lokomotivou Vectron +S1800t. U vlaků kategorie Os se uvažuje s elektrickou soupravou RegioPanter 640 a RegioPanter 650, u vlaků Pn se uvažuje lokomotiva typu Vectron T4 2400t/3200t.

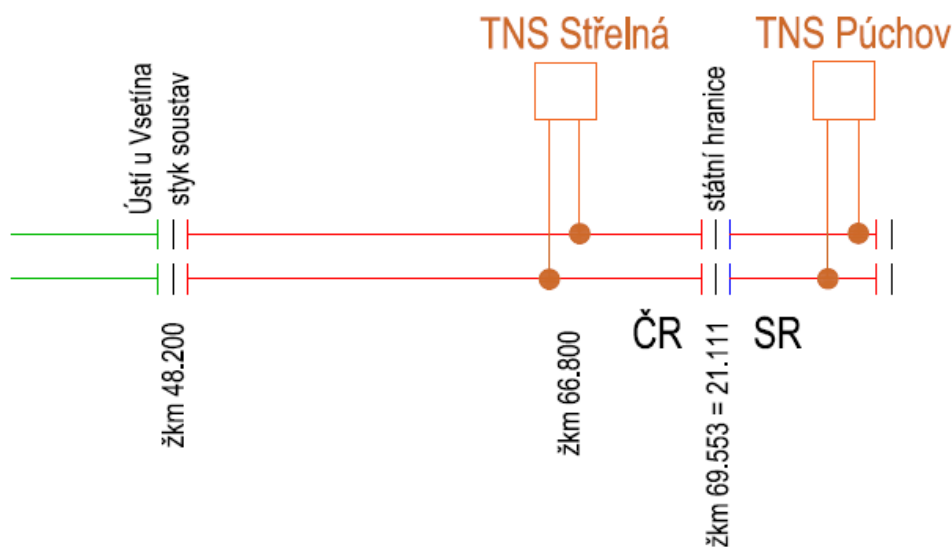
### 3.3 Model napájení

- **Napájecí stanice**  
Úsek napájený střídavým napětím má napájecí stanici TNS Ústí u Vsetína a TNS Střelná. Systém napájení byl převzat z výhledových schémat napájení a dělení.
- **Trakční vedení**  
Sestava trakčního vedení včetně základního propojení byla také převzata z projektů a odpovídá výhledovému stavu.
- **Hnací vozidla**  
Kromě vlaků kategorie Os se v modelu uvažuje s regulací výkonu dle TSI ENE a s povolenou rekuperací.

## 4 Vstupní data

Energetický model byl navržen v programu OpenPowerNet a zahrnuje v sobě model napájecích stanic, trakčního vedení a elektrických parametrů lokomotiv. Program OpenPowerNet využívá ke svému výpočtu program OpenTrack, ve kterém byla vymodelována infrastruktura kolejí, výhybek, nástupišť a zabezpečovacího zařízení. V programu OpenTrack byl také zpracován model vlaků, lokomotiv a elektrických souprav včetně jízdního řádu.

Model napájení byl rozdělen následovně:



Obrázek 2 – Schéma navrhnuté trakční sítě

### 4.1 Parametry AC sítě

- Napětí 25 kV
- Frekvence 50 Hz

### 4.2 Parametry trakčních napájecích stanic (TT)

- Napětí nakrátko 16 %
- Ztráty nakrátko 96 kW
- Ztráty naprázdno 7,5 kW
- Proud naprázdno 0,1 A
- Jmenovitý výkon 16 MVA
- Primární napětí 115 kV
- Sekundární napětí 27 kV
- TNS Púchov v km 0.828
- Rekuperace TNS umožňuje přetok energie zpět do sítě

### 4.3 Parametry SFC

- |                     |  |
|---------------------|--|
| • Jmenovitý výkon   | 20 MVA                                   |
| • Primární napětí   | 110 kV                                   |
| • Sekundární napětí | 27 kV                                    |
| • SFC Střelná       | v km 66.800                              |
| • Rekuperace        | SFC umožňuje přetok energie zpět do sítě |

### 4.4 Parametry trakčního vedení

Všechny vodiče včetně kolejnic a země jsou v modelu definovány svými elektrickými a geometrickými vlastnostmi.

#### 4.4.1 Parametry trakčního vedení – AC soustava

##### Vodiče

##### Nosné lano 50Bz

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| • geometrická poloha [x ; y]        | [0 ; 6,6] m            |
| • ekvivalentní poloměr <sup>1</sup> | 3,578 mm               |
| • činný odpor                       | 0,32 Ω/km              |
| • teplotní součinitel               | 0,004 °C <sup>-1</sup> |
| • uvažovaná teplota vodiče          | 80°C                   |

##### Trolej 100Cu

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| • geometrická poloha [x ; y] | [0 ; 5,6] m              |
| • ekvivalentní poloměr       | 4,395 mm                 |
| • činný odpor                | 0,183 Ω/km               |
| • teplotní součinitel        | 0,00393 °C <sup>-1</sup> |
| • uvažovaná teplota vodiče   | 80°C                     |

##### Pravá kolejnice

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| • geometrická poloha [x ; y]        | [0,7175 ; 0] m         |
| • ekvivalentní poloměr              | 38,54 mm               |
| • činný odpor <sup>2</sup> při 20°C | 0,416 Ω/km             |
| • teplotní součinitel               | 0,004 °C <sup>-1</sup> |
| • uvažovaná teplota vodiče          | 60°C                   |

##### Levá kolejnice

- |                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| • geometrická poloha [x ; y] | [-0,7175 ; 0] m        |
| • ekvivalentní poloměr       | 38,54 mm               |
| • činný odpor při 20°C       | 0,416 Ω/km             |
| • teplotní součinitel        | 0,004 °C <sup>-1</sup> |
| • uvažovaná teplota vodiče   | 60°C                   |

<sup>1</sup> Ekvivalentní poloměr je takový poloměr, který by měl kulovitý vodič o plném průřezu se stejnými elektrickými parametry.

<sup>2</sup> Odpor kolejnice vychází ze změřených hodnot uvedených v dopise zn. 21480/2017-SŽDC-O14 pro tvar kolejnice UIC 60.

---

**Osová vzdálenost dvou kolejí**                      **4 m**

**země**

- geometrická poloha [x ; y]                      [0 ; -715]m
- ekvivalentní poloměr                      465 m
- činný odpor                      0,0393  $\Omega$ /km

Propojky

- Vzdálenost mezikolejnicových propojení jedné stopy                      1 km
- Vzdálenost mezikolejových propojení na jedné trati                      5 km
- Propojení troleje a nosného lana                      1 000 S/km
- Propojení kolejnice a země<sup>3</sup>                      0,01 S/km

## 4.5 Parametry hnacích vozidel

Výpočet potřebného výkonu pro jízdu vozidla počítá program OpenTrack pro uvedené typy vlaků:

**EC**

- Hmotnost bez lokomotivy                      500t
- Jízdní odpor                      R
- Lokomotiva                      Vectron

**NEx (60073;60091;60091)**

- Hmotnost bez lokomotivy                      1800t
- Jízdní odpor                      S
- Lokomotiva                      2xVectron

**NEx (60073;60093)**

- Hmotnost bez lokomotivy                      1800t
- Jízdní odpor                      S
- Lokomotiva                      Vectron

**Os (2501;2503;2505;2507)**

- Jízdní odpor                      R
- Lokomotiva                      RegioPanter 650+ RegioPanter 640

**Os (2601;2603;2605;2701;2703;2705)**

- Jízdní odpor                      R
- Lokomotiva                      RegioPanter 640

---

<sup>3</sup> Hodnota vychází z odborného odhadu na základě dané maximální svodové vodivosti 0,5 S/km (ČSN EN 50 122-2 ed.2) a na základě zjištění Ing. Jana Matouše publikovaného zde [http://www.railvolution.net/czechraildays/2011/seminare/trendy\\_matous\\_a.pdf](http://www.railvolution.net/czechraildays/2011/seminare/trendy_matous_a.pdf), kde uvádí přechodový odpor kolej – zem u nových tratí jako „mnohdy převyšující hodnotu 100  $\Omega$ /km (u nerekonstruovaných tratí tato hodnota obvykle bývá okolo 1  $\Omega$ km)“.

---

**Pn (60072;60082)**

- Hmotnost bez lokomotivy 2400t
- Jízdní odpor S
- Lokomotiva Vectron

**Pn (60070;60080)**

- Hmotnost bez lokomotivy 2400t/3200t
- Jízdní odpor S
- Lokomotiva 2xVectron

Níže jsou uvedeny elektrické vlastnosti hnacích vozidel zadaných v programu OpenPowerNet.

**Vectron**

- Maximální výkon 6,4 MW
- Maximální tažná síla 300 kN
- Max. napětí při rekuperaci 29 kV
- Skutečný účinník 0,98
- Regulace výkonu dle TSI ENE ano

**640 RegioPanter**

- Maximální výkon 2,04 MW
- Maximální tažná síla 196 kN
- Max. napětí při rekuperaci 29 kV
- Skutečný účinník 0,98
- Regulace výkonu dle TSI ENE ne

**650 RegioPanter**

- Maximální výkon 1,36 MW
- Maximální tažná síla 196 kN
- Max. napětí při rekuperaci 29 kV
- Skutečný účinník 0,98
- Regulace výkonu dle TSI ENE ne



## 5 Metoda výpočtu

Výpočet byl proveden v programu OpenPowerNet, který paralelně spolupracuje s programem OpenTrack. Celý výpočet by se dal zjednodušeně popsat v následujících pěti bodech:

- I. OpenTrack na základě daného jízdního řádu rozmístí vlaky v oblasti.
- II. Dále spočítá na základě jejich jízdního odporu, hybnosti a trakční charakteristiky, jaký potřebují dodat výkon a tuto informaci (i s polohou vlaků) odešle programu OpenPowerNet.
- III. OpenPower následně iterační metodou spočítá, jakým způsobem se rozloží požadovaný výkon mezi jednotlivé napájecí stanice, spočítá ztráty v trakčním vedení a dostupný výkon pro jednotlivé vlaky.
- IV. OpenPowerNet odešle dostupný výkon pro jednotlivé vlaky (stejný jako požadovaný nebo menší způsobený např. poklesem napětí pod 22kV) programu OpenTrack.
- V. OpenTrack převezme dostupný výkon pro jednotlivé vlaky a spočítá ujetou vzdálenost za jednu sekundu. Po té znovu vypočítá potřebný výkon a celý proces se tak pro každou sekundu v jízdním řádu opakuje.

## 6 Výsledky

### 6.1 Střídavá soustava

Bylo provedeno několik simulací a výsledky prokázaly schopnost střídavého trakčního vedení přenést potřebný výkon v rámci celé řešené oblasti, viz příloha 8. **Uvažujeme trakční střídavou proudovou sestavu 100Cu+50Bz.**

Výpočet byl proveden pro čtyři varianty:

1. První varianta uvažuje základní stav napájení (Ústí u. V. – Púchov), a to spoluprací nové napájecí stanice Střelná (technologie 2x SFC 20 MVA) proti trakční napájecí stanici Púchov (technologie TT) – neutrální pole na státních hranicích sepnuto. V simulaci je uvažováno s maximálním dopravou a maximálním zatížením nákladních vlaků a to 3200t.
2. Druhá varianta řeší napájení trati Ústí u. V. – státní hranice SR a to z TNS Střelná vybavené dvěma paralelně řazenými statickými frekvenčními měniči o jmenovitém výkonu 20 MVA. Nákladní doprava uvažuje s nákladními vlaky o hmotnosti až 3200t. Do výsledků simulace jsou doplněny i hodnoty při maximální hmotnosti nákladních vlaků 2400t.
3. Třetí varianta je z hlediska napájení stejná jako varianta č. 2, ovšem uvažuje se s výpadkem/údržbou jednoho z frekvenčních měničů v TNS Střelná.
4. Poslední varianta, čtvrtá – výlukový stav, řeší kompletní výpadek TNS Střelná a napájení celé trati Ústí u. V. – Púchov z TNS Púchov.

Ve výpočtech je řešené i stávající napájení trakční soustavou 3kV DC – výsledky v příloze 8.5.

### 6.2 Minimální napětí TV

Minimální napětí ve variantě 1 nekleslo pod 23 kV (viz příloha č. 8.2). **Vyhoví tedy požadavkům TSI ENE.**

V řešené variantě 3 a 4 došlo k rapidnímu úbytku napětí v TV, bylo tedy nutné **omezit nákladní vlaky na maximální hmotnost 1800t, TV paralelně propojit a zavést el. mezidobí, poté TV z hlediska úbytku napětí vyhovělo požadavkům TSI ENE. Bližší specifikace budou určeny v dalším projektovém stupni.**

### 6.3 Parametry vztahující se k výkonnosti napájecí soustavy

Pevná trakční zařízení umožní splnit nejnáročnější podmínky, jak jsou specifikovány ve stanoveném jízdním řádu, pro:

- dobu s nejhustším provozem podle jízdního řádu, odpovídající špičkovému provozu
- charakteristiky různých použitých typů vlaků se zřetelem na zvolené hnací jednotky

Uvažovaný grafikon je v příloze č 8.1.

### Maximální proud vlaku

Subsystém energie je navržen tak, aby zaručil schopnost napájení dosáhnout stanovené výkonnosti a umožnil provoz vlaků o výkonu menším než 2MW bez omezení příkonu nebo proudu.

## 6.4 Proudová zatížitelnost střídavé soustavy, stojící vlaky

### Limitní teploty

Trolejové vedení i obvod zpětného trakčního proudu a napájecí vedení jsou navrženy tak, aby vyhovovali i při těchto maximálních teplotách:

Trolej	80 °C
Nosné lano	80 °C
Napájecí vedení	80 °C
Kolejnice	60 °C
Země	20 °C

## 6.5 Rekuperační brzdění

Systém napájení je navržen tak, že umožňuje výměnu energie s jinými vlaky. Trakční napájecí stanice umožňuje přetok energie zpět do distribuční soustavy.

## 6.6 Opatření pro koordinaci elektrické ochrany

Trakční napájecí stanice je vybavena systémem automatického odpojení od zdroje v případě poruchy na trakčním vedení.

### 6.6.1 Ochranná opatření proti úrazu elektrickým proudem

#### Omezení potenciálu kolejnice

Jestliže není možné kontinuální nebo trvalé uzemnění zpětného obvodu, musí být AC soustava navržena a provozována tak, že dotyková napětí nepřesáhnou dlouhodobě 60 V a krátkodobě do 1s 75 V (viz ČSN EN 50122-1 ed.2 – Tabulka 4) v souladu s normou ČSN EN 50122-1 ed.2.

Po dokončení stavby se u trakčních stožárů, případně dalších vodivých konstrukcí, provede měření dotykových napětí. Rovněž se před samotnou stavbou a následně po dokončení stavby provede za provozu několik opakovaných měření napětí mezi kolejnicí a zemí. Z výsledků měření vyplyne, zda bude nutná realizace dalších opatření pro snížení případného nevyhovujícího napětí mezi kolejnicí a zemí.

Navržené technické řešení neobsahuje kontinuální nebo trvalé uzemnění zpětného obvodu.

Výsledky jsou v příloze č. 8.3. Teoretické výsledky překračují povolenou mez, proto se v dalším stupni projektové dokumentace vytipují místa, která se přizemní. Tím bude snížen potenciál kolejnice na povolenou mez.

## 6.7 Výkony střídavých napájecích stanice

Napájecí stanice, které využívají jako zdroj elektrického proudu frekvenční měniče se dimenzují na sekundovou špičku výkonu.

Výkonové zatížení TNS je uvedeno v příloze č. 8.4.

Varianta 1 - TNS Střelná proti TNS Púchov				
TNS	Činný výkon [MW]			
	P <sub>1s</sub>	P <sub>1min</sub>	P <sub>15min</sub>	P <sub>2h</sub>
TNS Střelná (SFC)	40,9	37,6	19,5	7,9
TNS Púchov	<b>13,1</b>	11,5	8,3	3,2
Varianta 2 - TNS Střelná				
TNS	Činný výkon [MW]			
	P <sub>1s</sub>	P <sub>1min</sub>	P <sub>15min</sub>	P <sub>2h</sub>
TNS Střelná (SFC) - vlaky 3200t	37,1	26,6	12,1	5,5
TNS Střelná (SFC) - vlaky 2400t	<b>23,1</b>	14,9	8,8	4,6
Varianta 4 - TNS Púchov (výpadek TNS Střelná)				
TNS	Činný výkon [MW]			
	P <sub>1s</sub>	P <sub>1min</sub>	P <sub>15min</sub>	P <sub>2h</sub>
TT Púchov	34,2	33,2	21,9	8,5

## 7 Závěr

### 7.1 Základní stav napájení

Vzhledem k nízkému dovolenému nesymetrickému odběru bude pro TNS Střelná navržena technologie statických měničů. Z výsledků simulace (č.1) základního stavu, tedy napájení úseku Ústí u V. – Púchov (přes státní hranice), bylo zjištěno dostatečné zajištění napájení pro výhledovou dopravu. V dalším stupni projektové dokumentace je nutné se zabývat dostatečnou dimenzí SFC v TNS Střelná a regulací přenášeného výkonu mezi TNS Střelná a TNS Púchov.

### 7.2 Stávající stav napájení

Dále byly prověřeny stavy napájení stejnosměrnou proudovou soustavou z TM Ústí u Vsetína a TM Střelná. Z výsledků pro výhledovou dopravu bez omezení během dopravní špičky bylo zjištěno překročení proudového zatížení napájecího vedení TM Střelná, troleje jedna, směrem na hranice se Slovenskou republikou a troleje dvě, směrem na napájecí stanici Ústí u Vsetína. Dále bylo zjištěno překročení nastavení zkratové proudové ochrany obou trolejí v TM Střelná, směrem na Ústí u Vsetína. Z toho důvodu bylo v další simulaci přikročeno k omezení nákladní dopravy na 1 pár nákladních vlaků za hodinu. V případě omezení dopravy došlo k překročení proudového omezení na trolejovém vedení jedna, směrem na TM Ústí u Vsetína a přetížení trolejového vedení jedna, směrem k hranicím Slovenské republiky. Z důvodu těchto omezení musela být vypnuta veškerá nákladní doprava během

špičkového dopravního zatížení a v tom to případě vše vyhovělo (viz přílohy v kapitole 8.6.). V případě jakékoliv překročení daných proudových hodnot dojde k výpadku daného napáječe a omezení dopravy.

### 7.3 Výlukový stav

Energetické výpočty řeší i provizorní stav, kdy je celý řešený úsek napájený z jedné napájecí stanice a to TNS Púchov. V případě tohoto provizorního napájení bude nutné přijmout omezení z hlediska nákladní vlakové dopravy, kdy během dopravní špičky je možné provést pouze jeden pár nákladních vlaků (1800t) za 2 hodiny. Další dopravní omezení budou blíže specifikována v dalším stupni projektové dokumentace.

V energetických výpočtech se uvažovalo s jedním trakčním transformátorem v TNS Púchov, který bude napájet jenom úsek Púchov – Ústí u Vsetína.

Kontroloval:

Jiří Podhradský

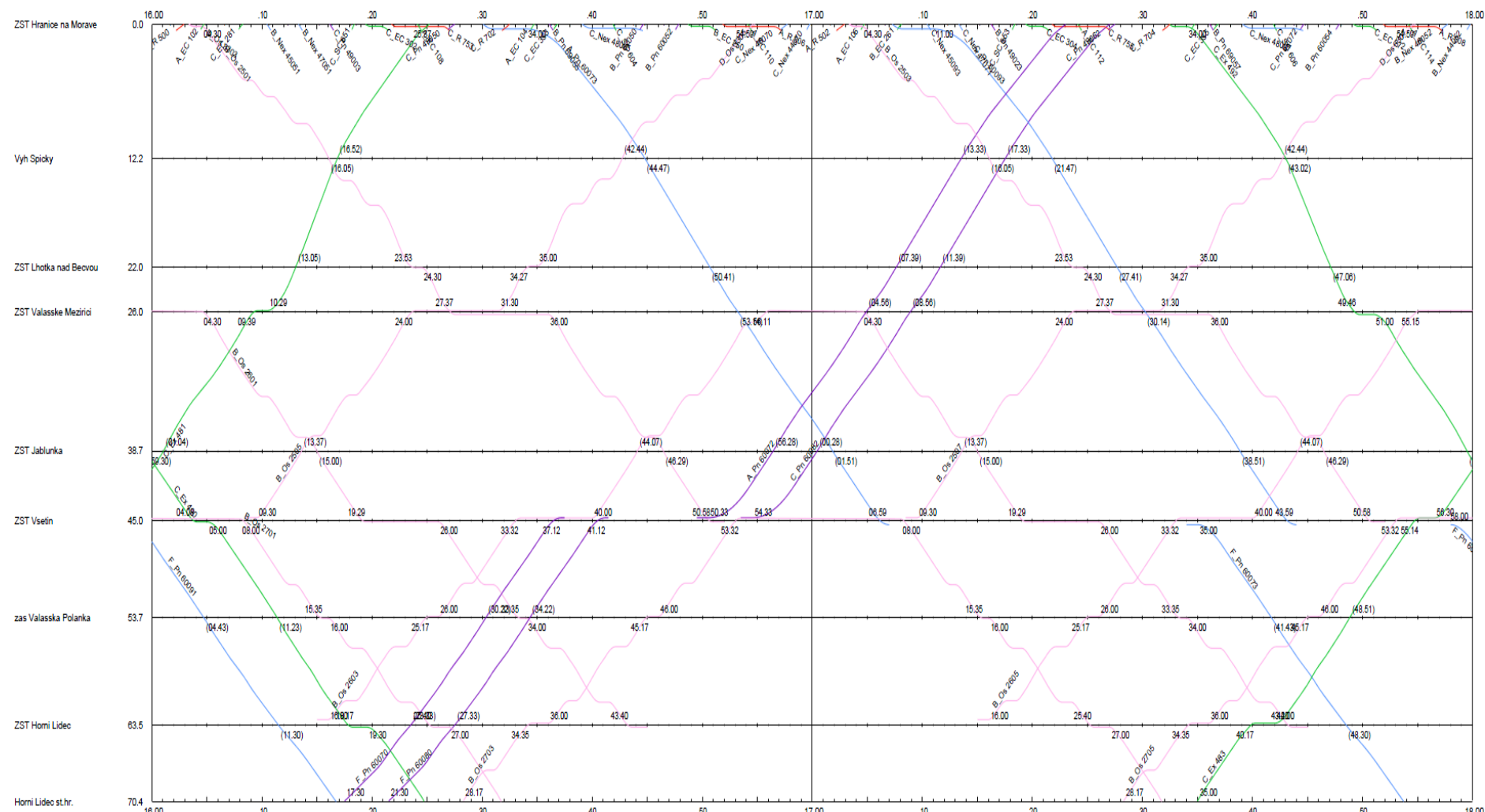
Zpracoval:

Ing. Ondřej Svoboda

## 8 Seznam příloh

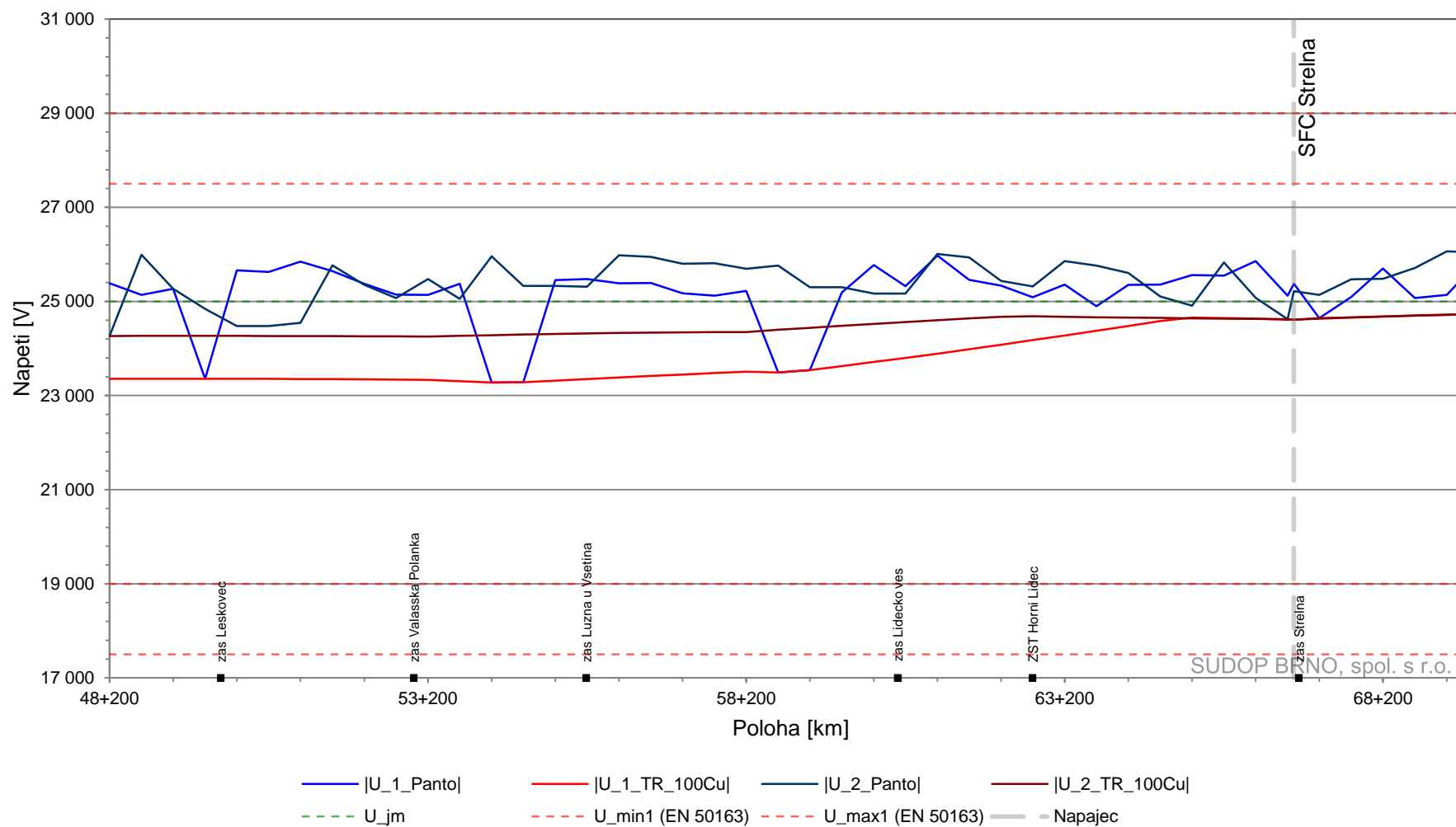
<b>8 Seznam příloh .....</b>	<b>13</b>
<b>8.1 Modelový grafikon .....</b>	<b>14</b>
<b>8.2 Minimální napětí na pantografu.....</b>	<b>15</b>
8.2.1 – Varianta č. 1 (základní stav napájení) – úsek Ústí u V. – státní hranice SR.....	15
8.2.2 Minimální napětí na pantografu – Varianta č. 1 (základní stav napájení) – úsek státní hranice SR – Púchov.....	16
8.2.3 Minimální napětí na pantografu – Varianta č. 2 vlak 3200t – úsek Ústí u V. – státní hranice SR...	17
8.2.4 Minimální napětí na pantografu – Varianta č. 2 vlak 2400t – úsek Ústí u V. – státní hranice SR...	18
8.2.5 Minimální napětí na pantografu – Varianta č. 4 – úsek Ústí u V. – státní hranice SR (výluka TNS Střelná).....	19
8.2.6 Minimální napětí na pantografu – Varianta č. 4 – úsek státní hranice SR - Púchov (výluka TNS Střelná) .....	20
<b>8.3 Napětí kolejnice vůči zemi – Varianta 1 (základní stav napájení) .....</b>	<b>21</b>
8.3.1 Napětí kolejnice vůči zemi – Varianta 1 (základní stav napájení) úsek Ústí u V. – státní hranice SR .....	21
8.3.2 Napětí kolejnice vůči zemi – Varianta 1 (základní stav napájení) úsek státní hranice SR - Púchov.	22
<b>8.4 Výkonové zatížení napáječů .....</b>	<b>23</b>
8.4.1 Výkonové zatížení napáječů TNS Střelná – Varianta 1 (základní stav napájení) .....	23
8.4.2 Výkonové zatížení napáječů TNS Púchov – Varianta 1 (základní stav napájení) .....	24
<b>8.5 Stejnoseměrná proudová soustava 3 kV .....</b>	<b>25</b>
8.5.1 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Ústí u Vsetína .....	25
8.5.2 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Střelná .....	26
8.5.3 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu s omezením na 1 pár nákladních vlaků se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Ústí u Vsetína.....	27
8.5.4 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu s omezením na 1 pár nákladních vlaků se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Střelná .....	28
8.5.5 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu BEZ nákladních vlaků se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Ústí u Vsetína.....	29
8.5.6 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu BEZ nákladních vlaků se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Střelná .....	30

## 8.1 Modelový grafikon



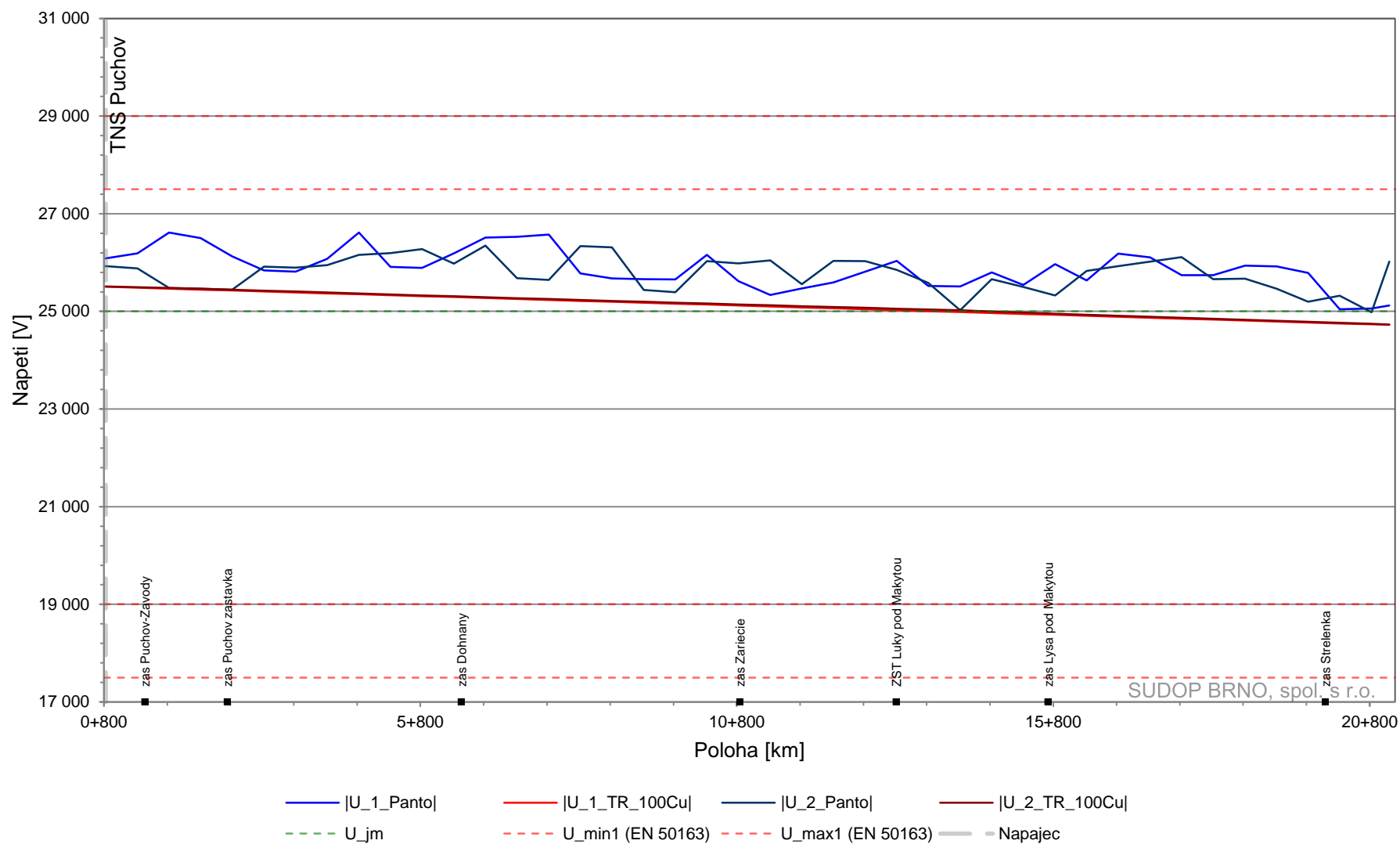
## 8.2 Minimální napětí na pantografu

### 8.2.1 – Varianta č. 1 (základní stav napájení) – úsek Ústí u V. – státní hranice SR

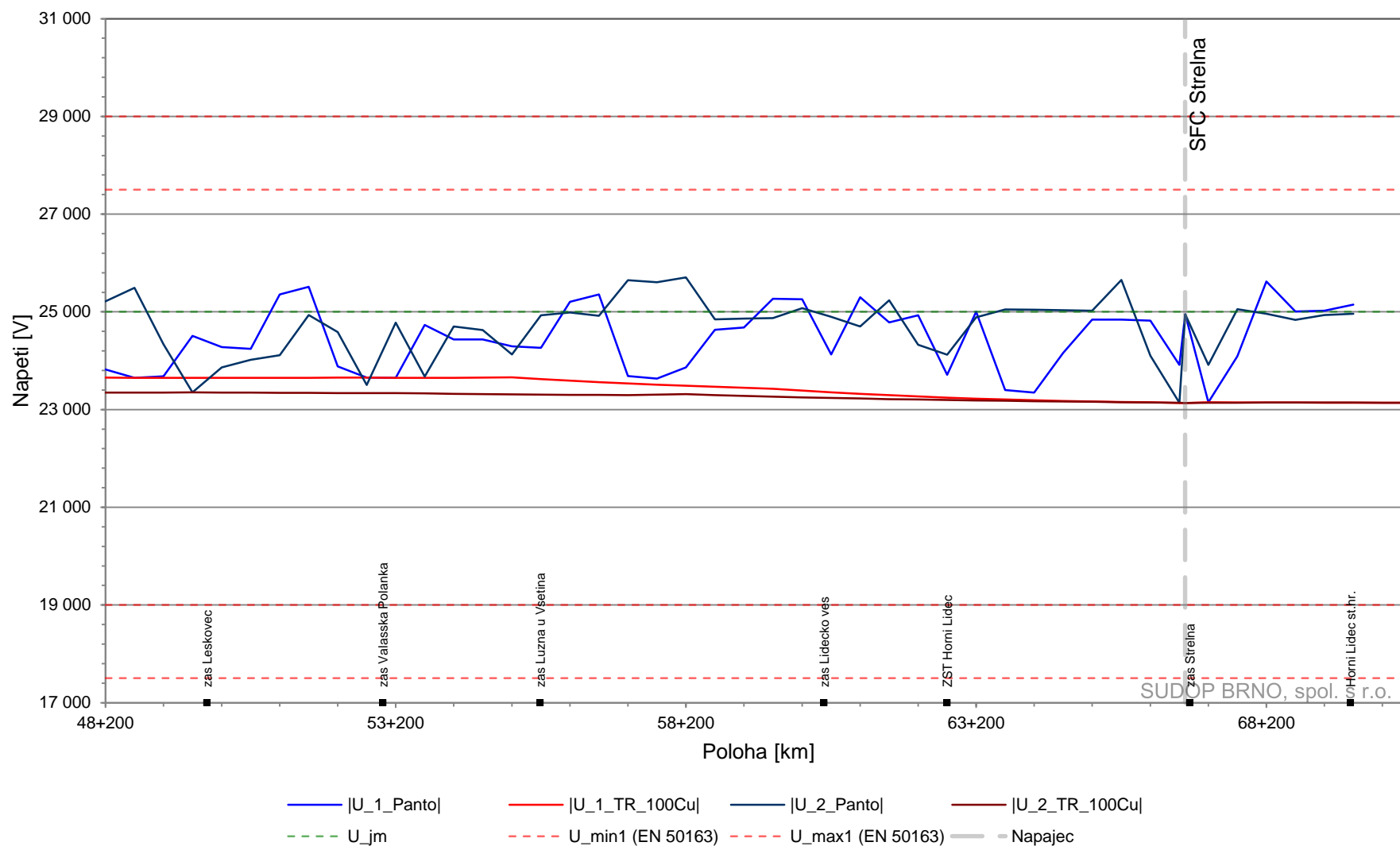




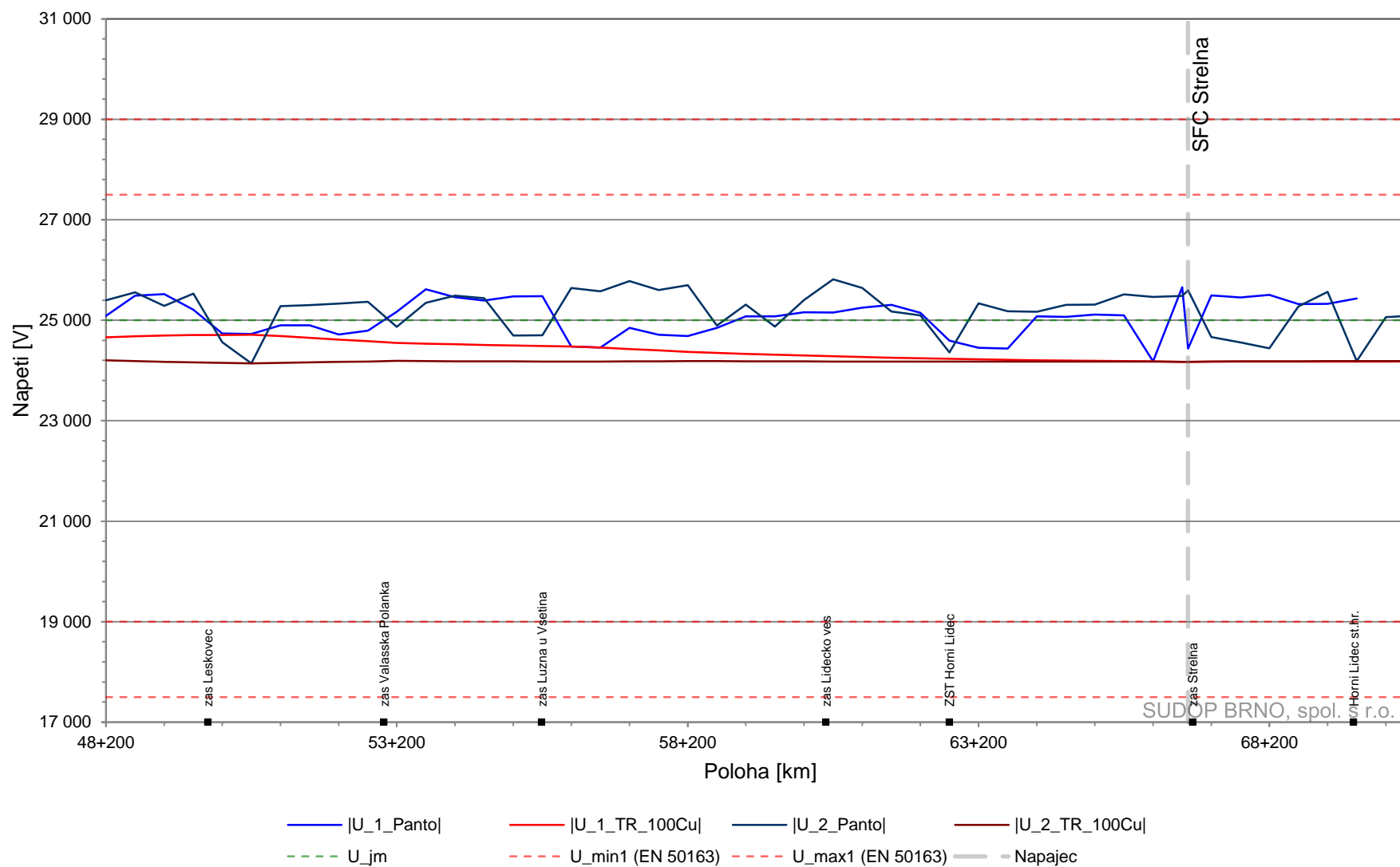
## 8.2.2 Minimální napětí na pantografu – Varianta č. 1 (základní stav napájení) – úsek státní hranice SR - Púchov



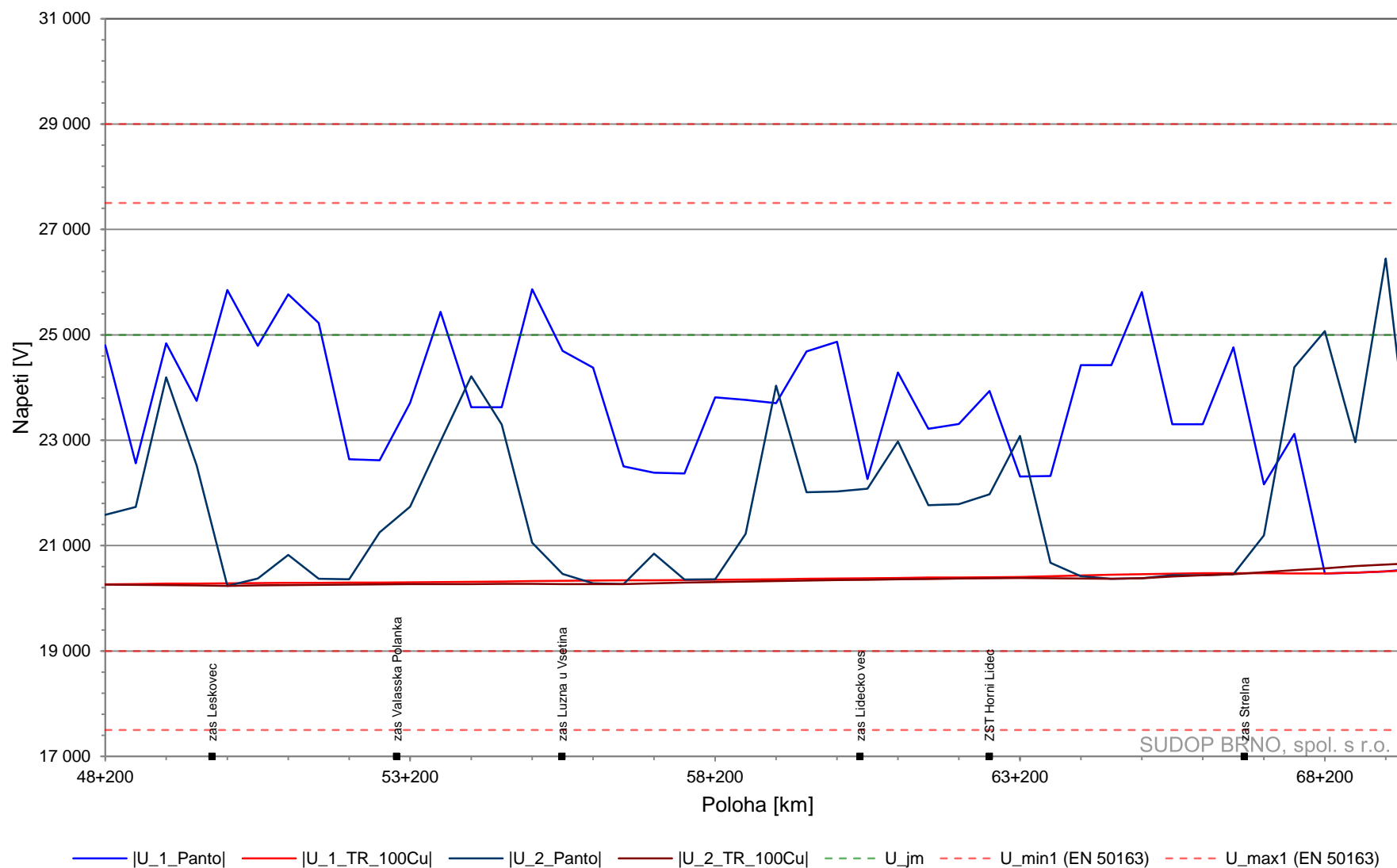
### 8.2.3 Minimální napětí na pantografu – Varianta č. 2 vlak 3200t – úsek Ústí u V. – státní hranice SR



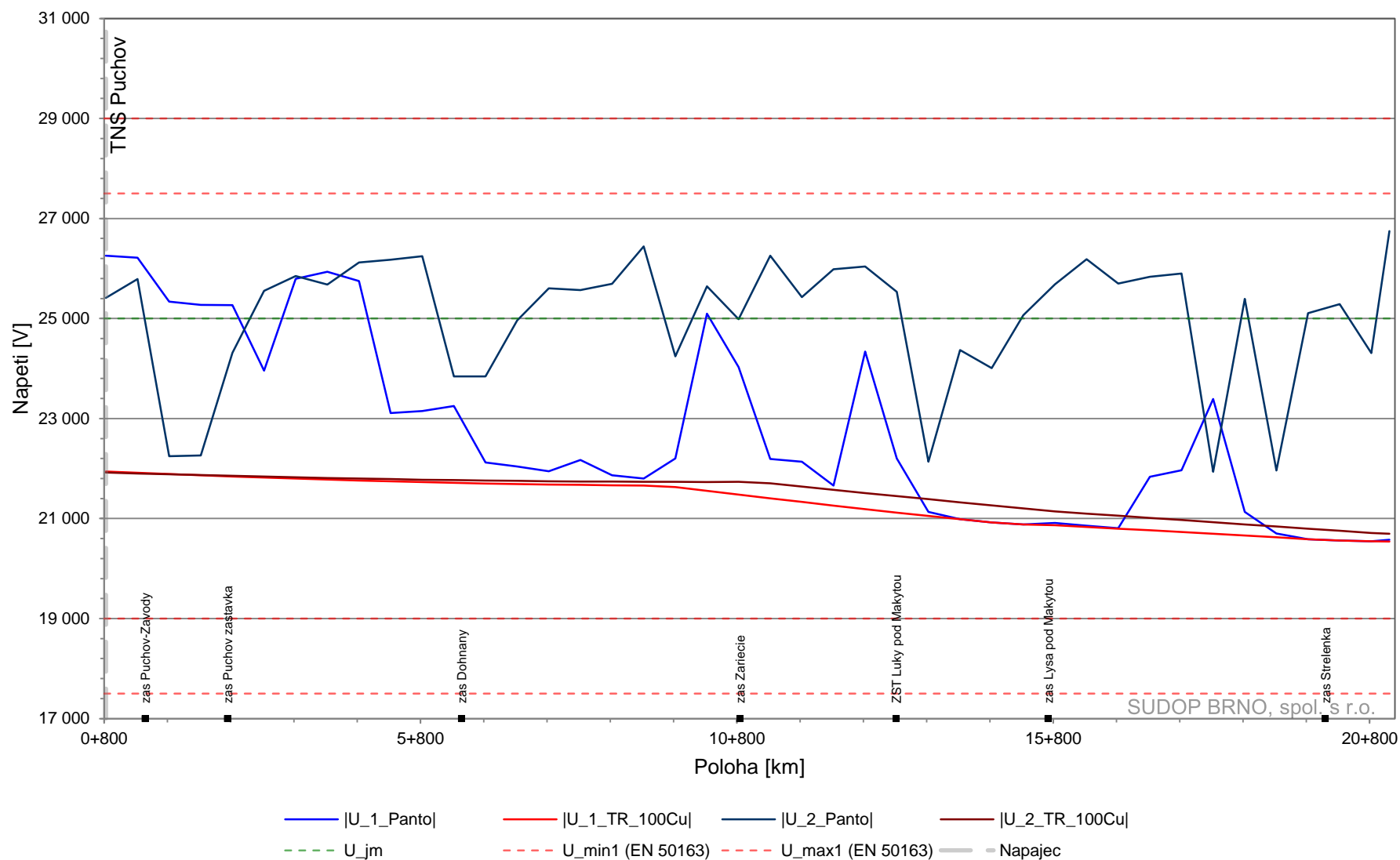
## 8.2.4 Minimální napětí na pantografu – Varianta č. 2 vlak 2400t – úsek Ústí u V. – státní hranice SR



## 8.2.5 Minimální napětí na pantografu – Varianta č. 4 – úsek Ústí u V. – státní hranice SR (výluka TNS Střelná)

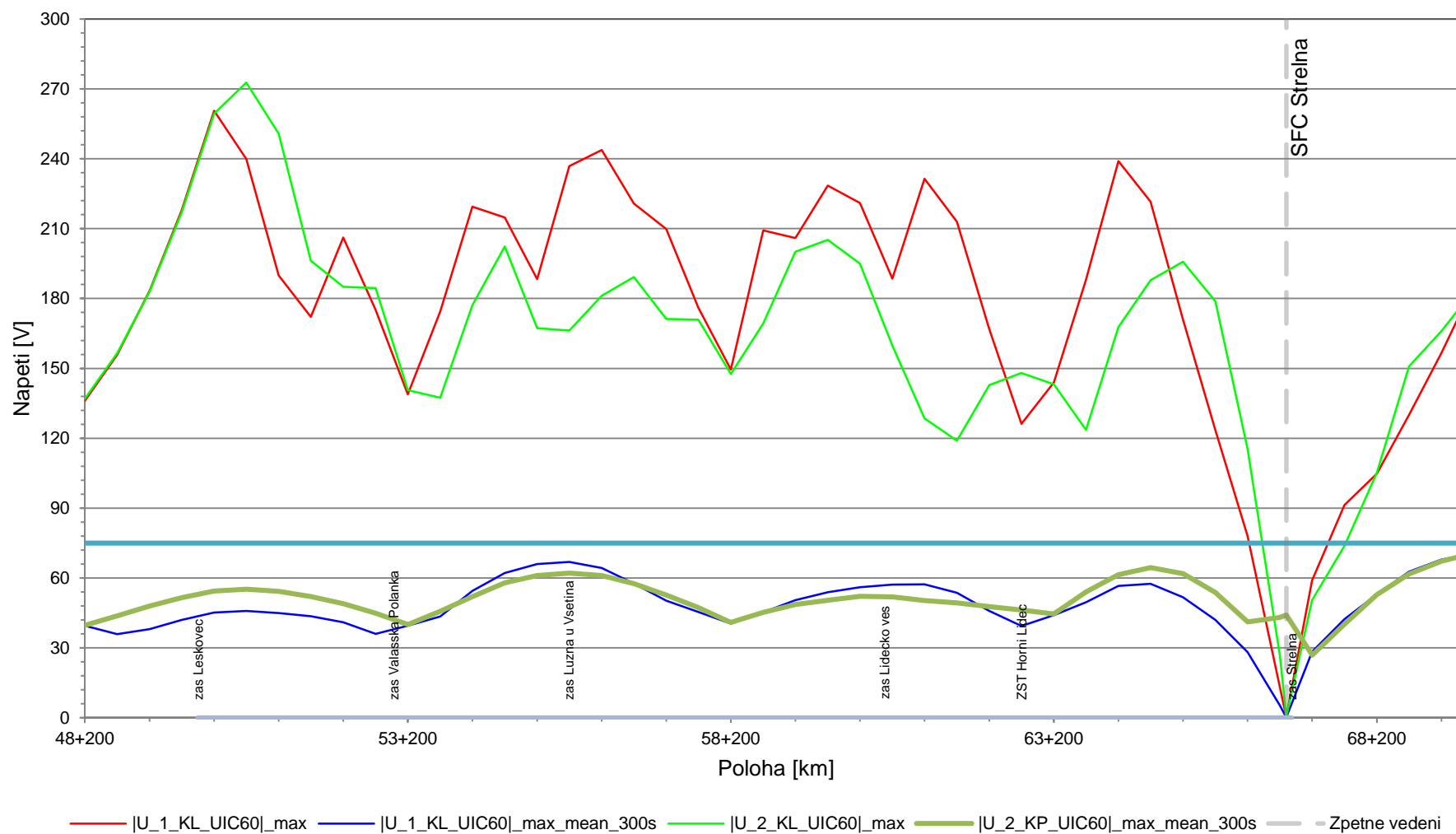


## 8.2.6 Minimální napětí na pantografu – Varianta č. 4 – úsek státní hranice SR - Púchov (výluka TNS Střelná)

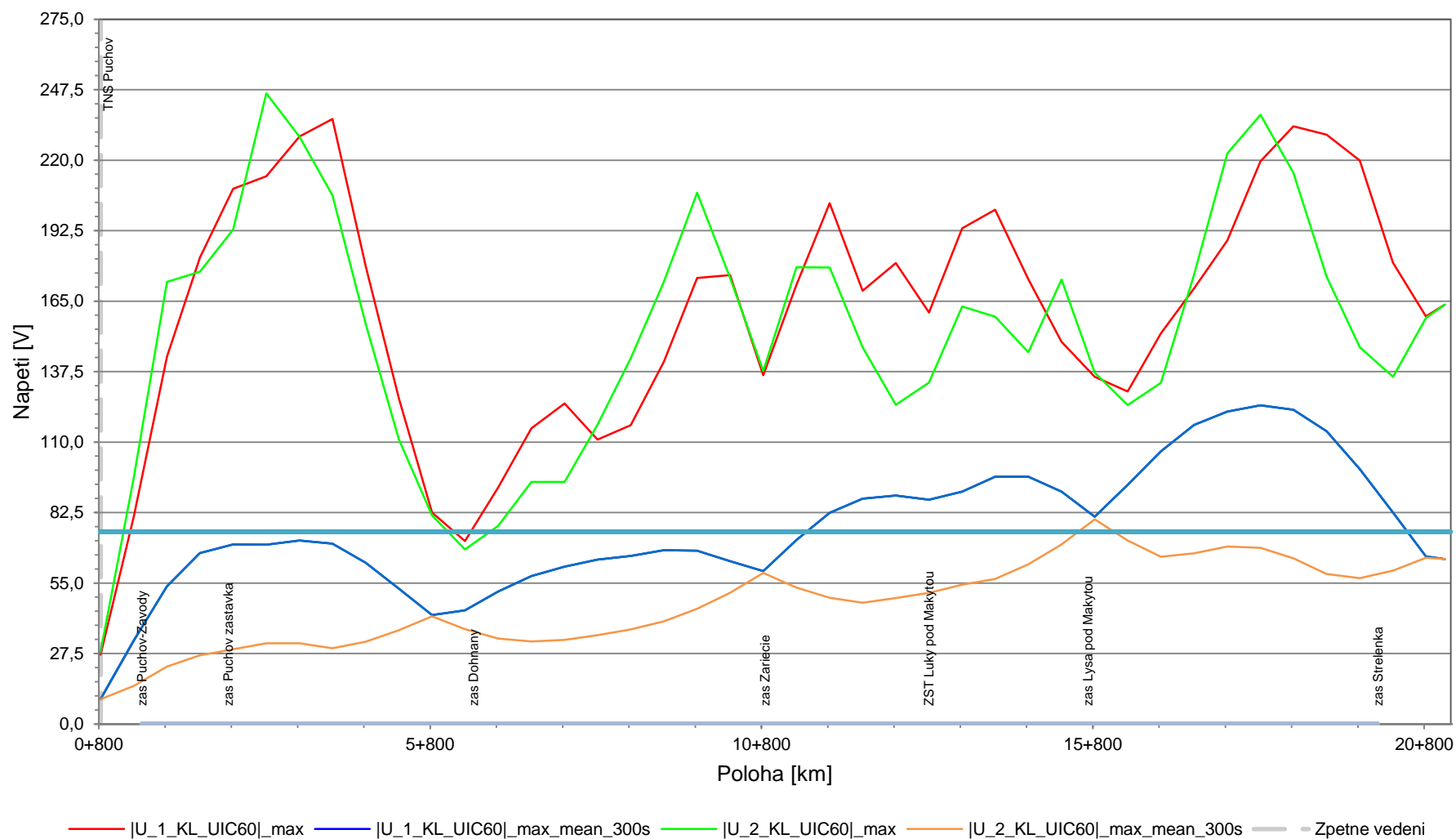


## 8.3 Napětí kolejnice vůči zemi – Varianta 1 (základní stav napájení)

### 8.3.1 Napětí kolejnice vůči zemi – Varianta 1 (základní stav napájení) úsek Ustí u V. – státní hranice SR

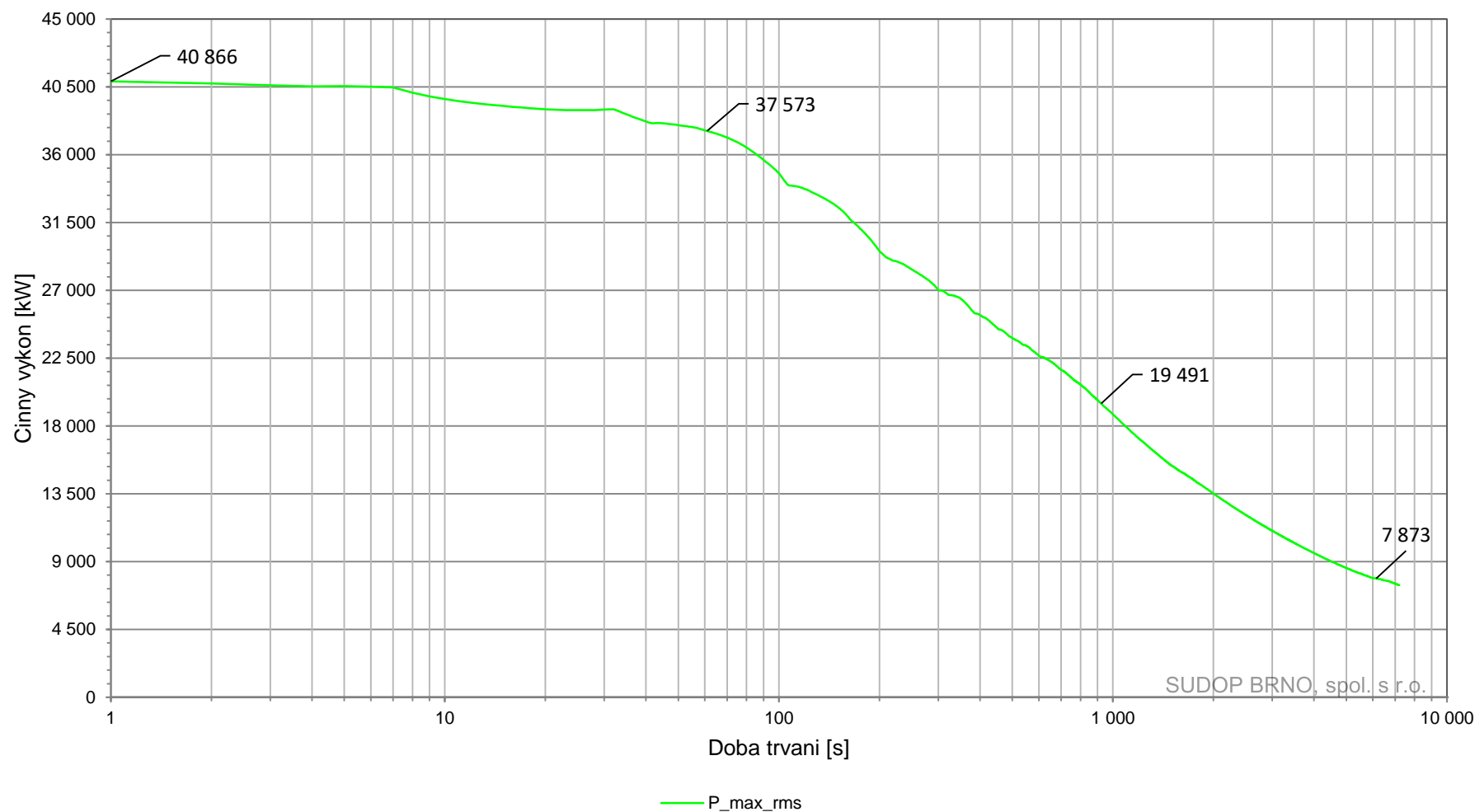


### 8.3.2 Napětí kolejnice vůči zemi – Varianta 1 (základní stav napájení) úsek státní hranice SR - Púchov



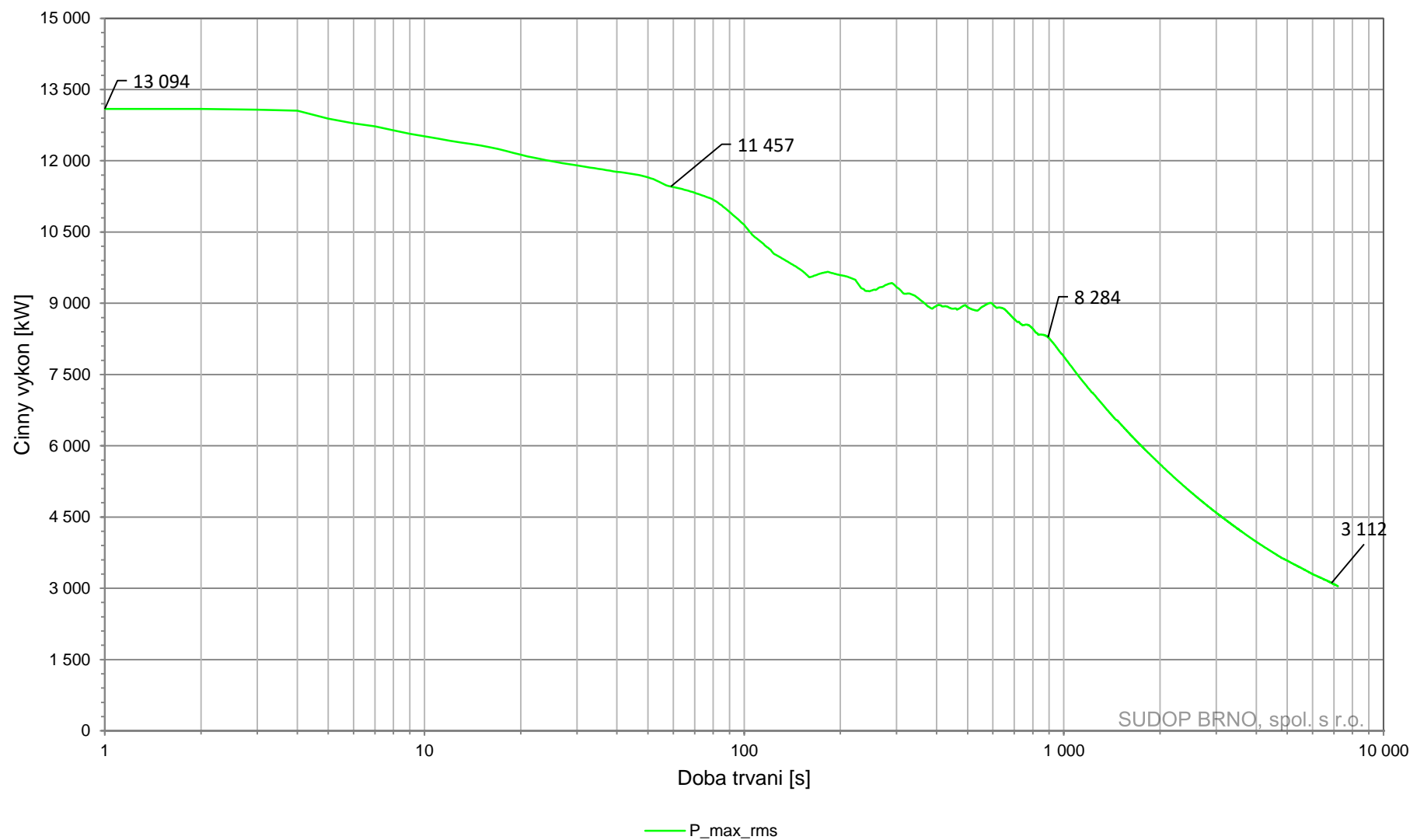
## 8.4 Výkonové zatížení napaječů

### 8.4.1 Výkonové zatížení napaječů TNS Střelná – Varianta 1 (základní stav napájení)



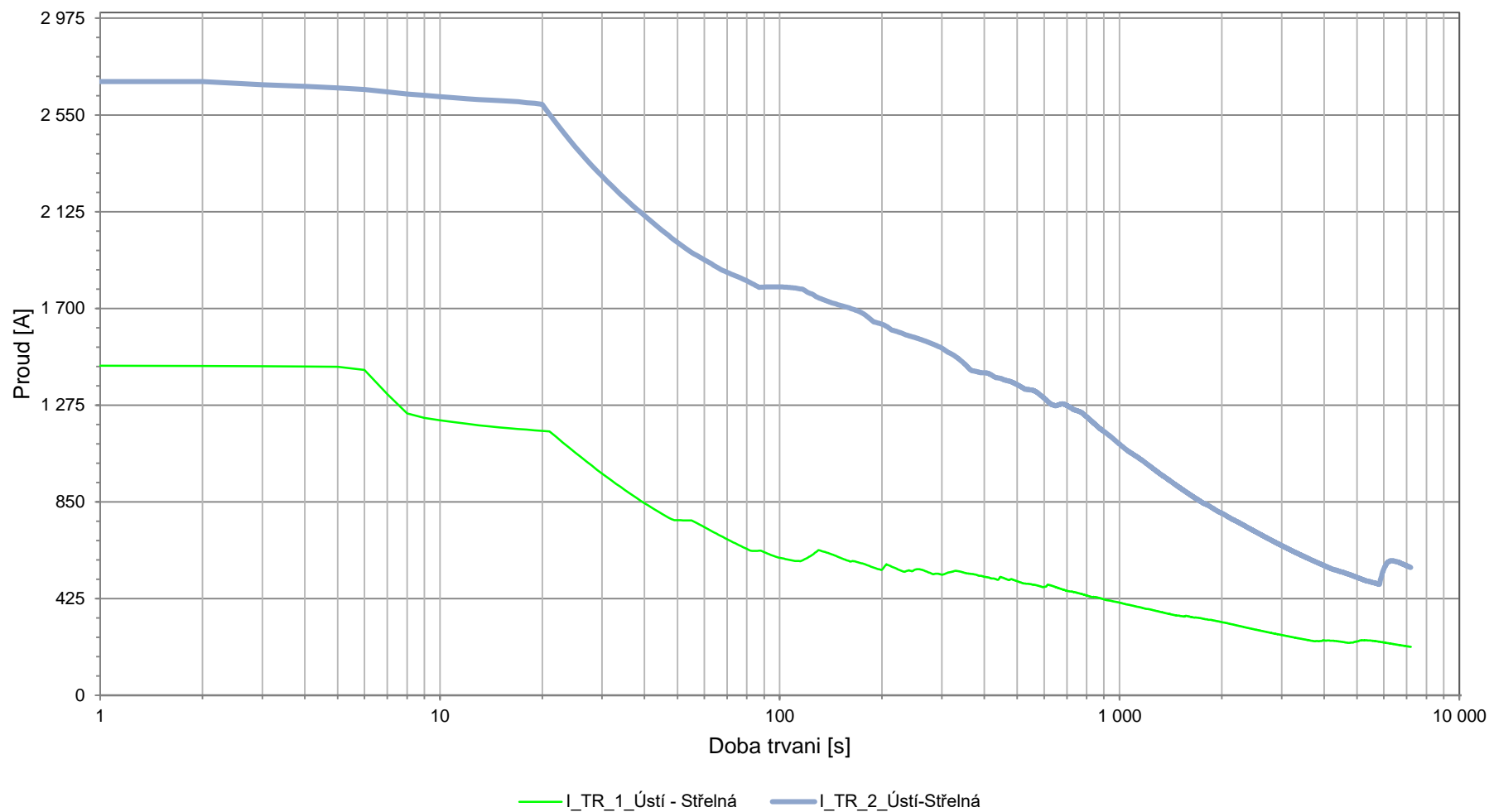


## 8.4.2 Výkonové zatížení napaječů TNS Púchov – Varianta 1 (základní stav napájení)

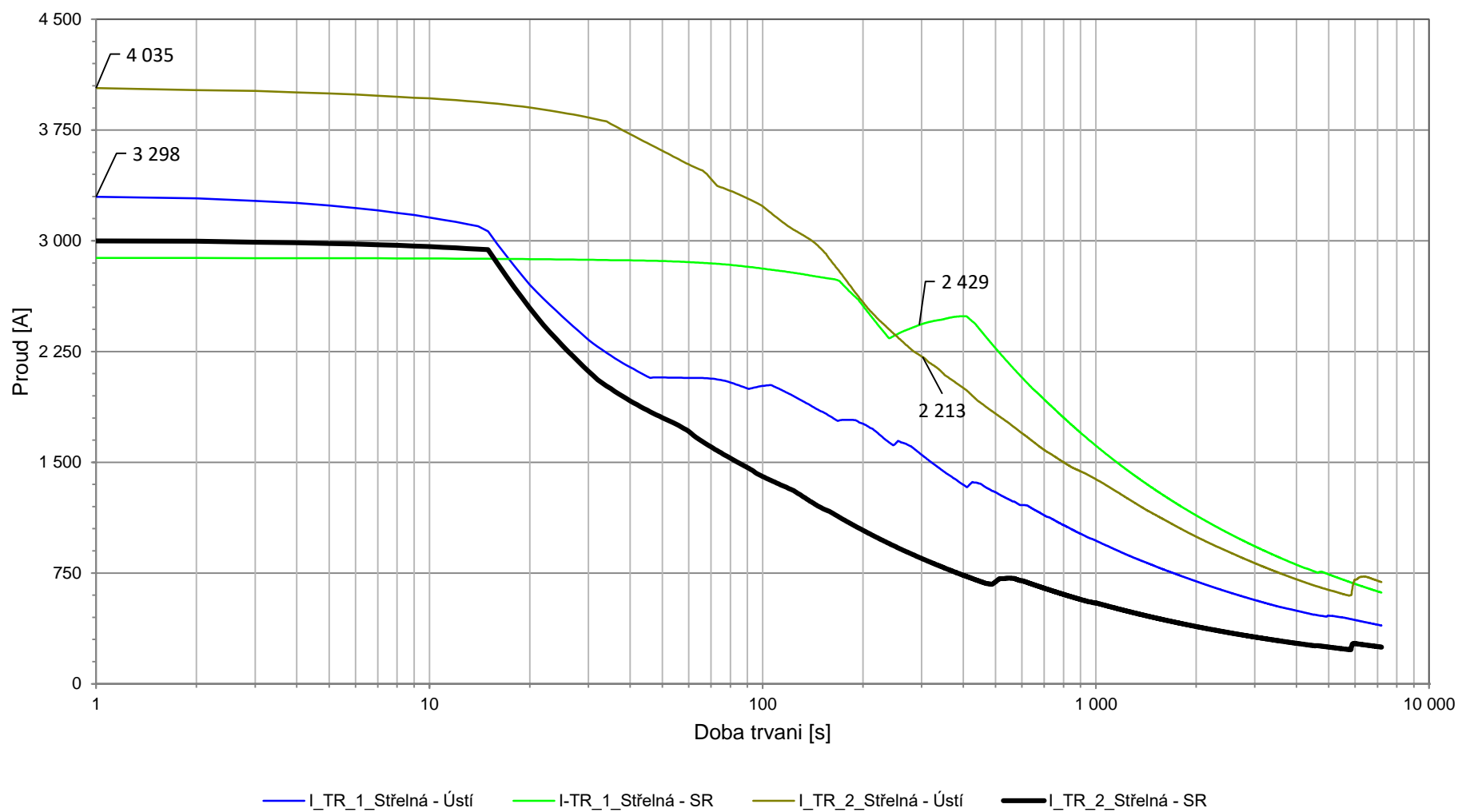


## 8.5 Stejnosměrná proudová soustava 3 kV

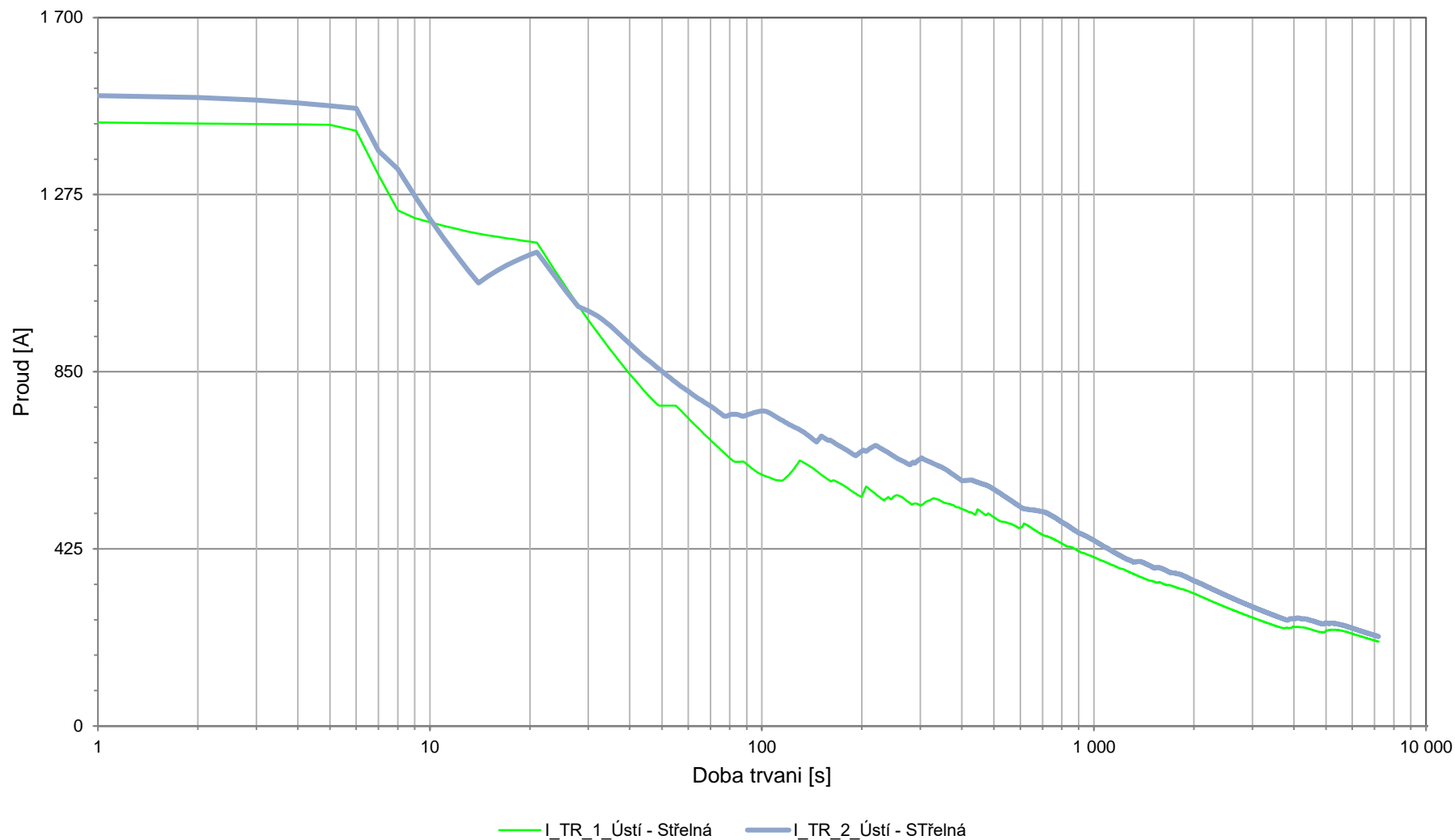
### 8.5.1 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Ústí u Vsetína



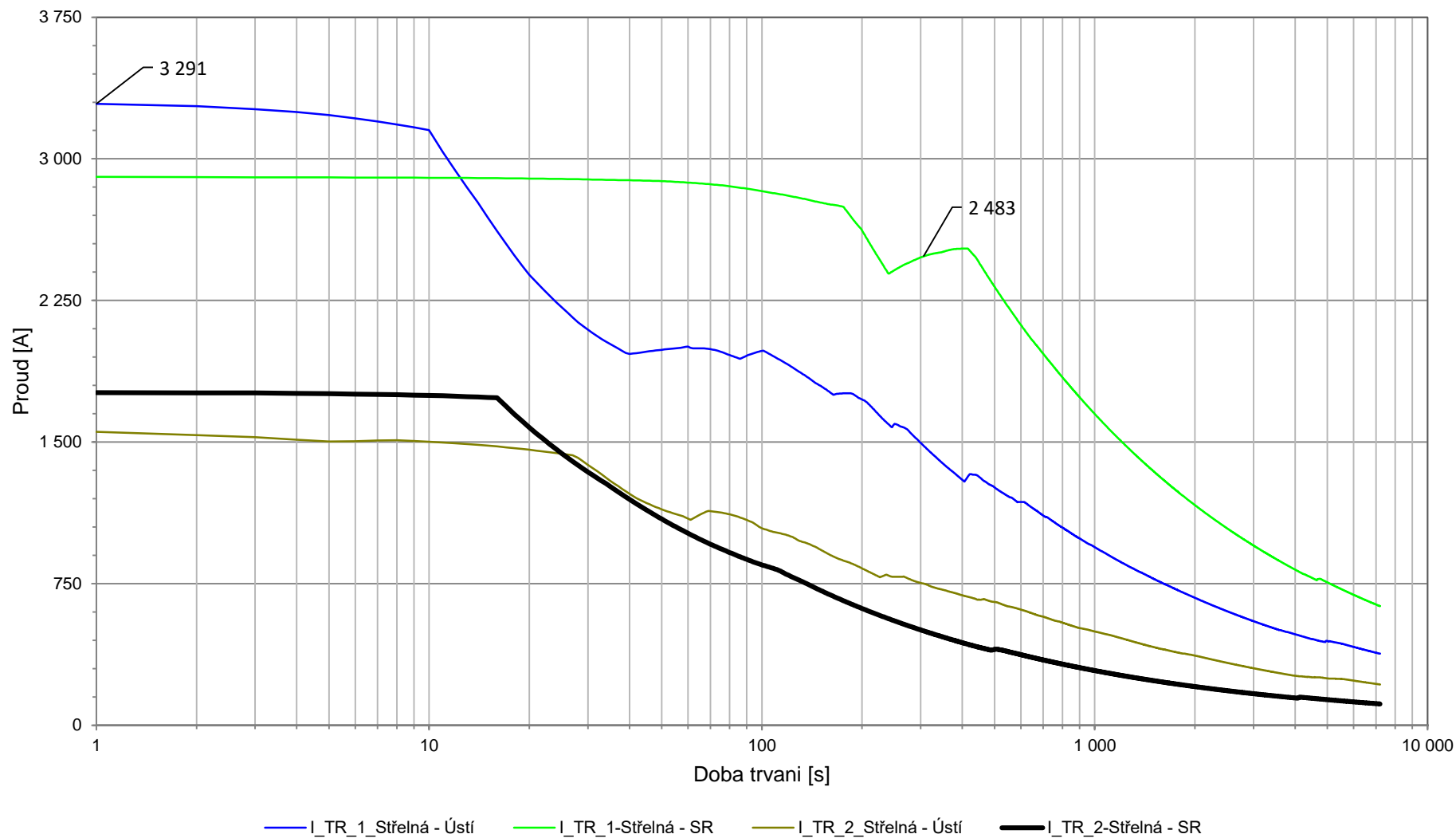
## 8.5.2 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Střelná



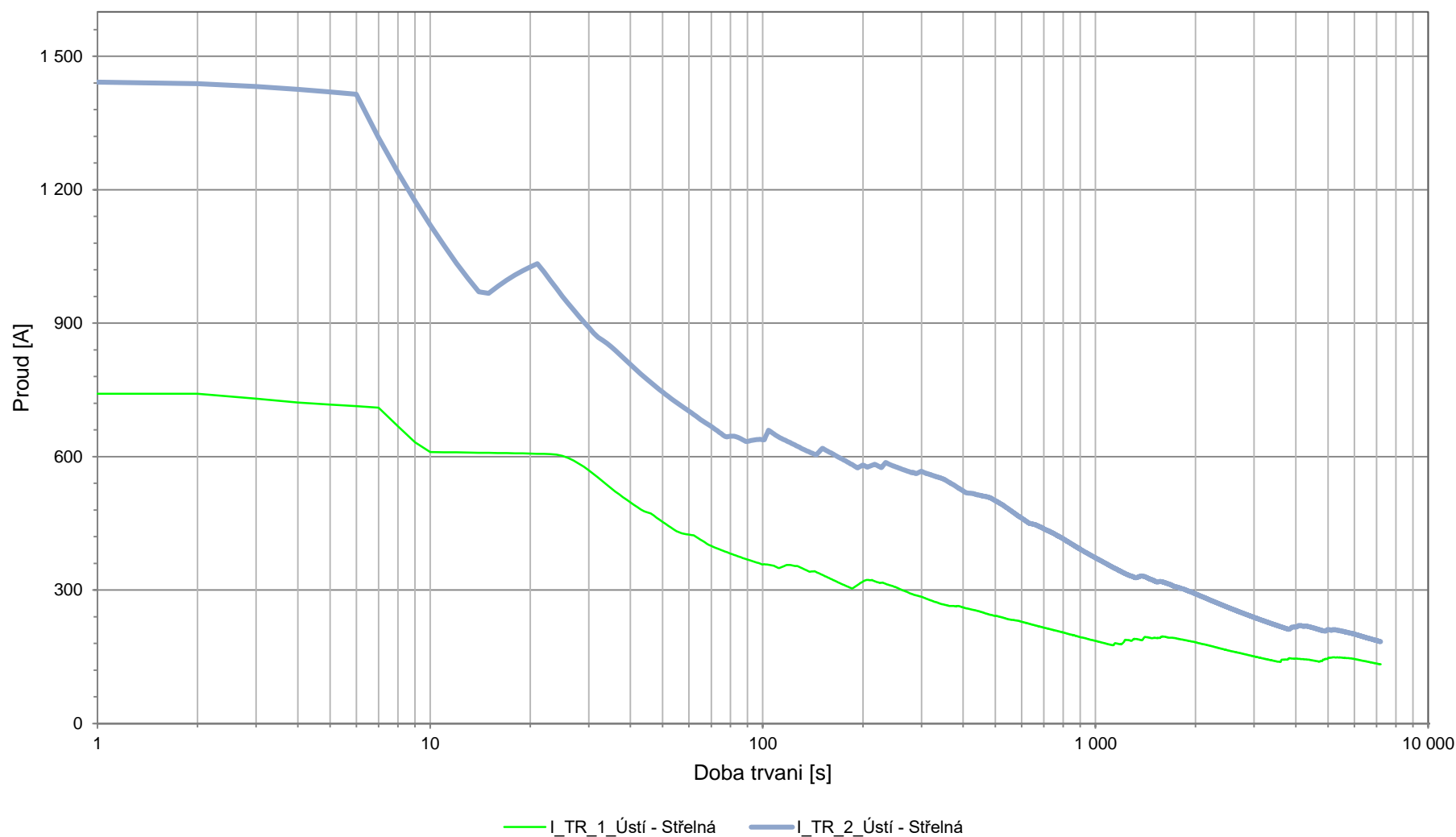
### 8.5.3 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu s omezením na 1 pár nákladních vlaků se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Ústí u Vsetína



#### 8.5.4 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu s omezením na 1 pár nákladních vlaků se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Střelná



### 8.5.5 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu BEZ nákladních vlaků se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Ústí u Vsetína



### 8.5.6 Proudové zatížení napáječů pro výhledovou dopravu BEZ nákladních vlaků se stávajícím stejnosměrným napájením 3 kV – TM Střelná

