

## DOKUMENTACE K PŘIPOMÍNKOVÉMU ŘÍZENÍ

			ČÍSLO SOUPRAVY:
REVIZE Č.	DATUM	ZMĚNA	



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



SUDOP PRAHA a.s.  
Olšanská 1a, 130 80 Praha 3  
tel.: +420 267 094 111  
e-mail: praha@sudop.cz

OBJEDNAVATEL:	SŽDC, s.o., Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 Stavební správa východ (organizační jednotka)		tel. : +420 972 625 804 E-mail: sudop@sudop-brno.cz			
PROFESNÍ SKUPINA:	12 MOSTY	VEDOUcí PROF. SKUPINY Ing. Karel Pukl	GENERÁLNÍ ŘEDITEL Ing. Kamil Chmela			
ODPOVĚDNÝ PROJ. ZAKÁZKY Ing. Radomír Hanák v.r.		ODPOVĚDNÝ PROJ. PS, SO Jiří Podhradský	NAVRHL, VYPRACOVAL Jiří Podhradský		KONTROLOVAL Ing. Jiří Pelc	
KRAJ: Jihomoravský, Olomoucký		POVĚŘENÝ OÚ: Vyškov			STUPEŇ: DŮR	
<div>Modernizace trati Brno - Přerov</div> <div>3. stavba Vyškov - Nezamyslice</div> <div>Energetické výpočty</div>					ZAK. ČÍSLO 17051-01-1118	ARCH. ČÍSLO 2018120034
					MĚŘÍTKO	POČET FORMÁTŮ
					DATUM: 11/2018	
					ČÁST DOKUM. B 4.1	PŘÍLOHA

## 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>2</b>
3.1	POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY .....	2
3.2	MODEL INFRASTRUKTURY, JÍZDNÍ ŘÁD A HV.....	3
<b>4</b>	<b>VSTUPNÍ DATA .....</b>	<b>4</b>
4.1	PARAMETRY AC SÍTĚ .....	4
4.2	PARAMETRY TRAKČNÍCH NAPÁJECÍCH STANIC (TNS).....	4
4.3	PARAMETRY TRAKČNÍHO VEDENÍ .....	5
4.4	PARAMETRY HNACÍCH VOZIDEL .....	6
<b>5</b>	<b>METODA VÝPOČTU.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY – DEFINITIVNÍ STAV.....</b>	<b>9</b>
6.1	MINIMÁLNÍ NAPĚTÍ TV.....	10
6.2	PARAMETRY VZTAHUJÍCÍ SE K VÝKONNOSTI NAPÁJECÍ SOUSTAVY .....	10
6.3	PROUDOVÁ ZATÍŽITELNOST STŘÍDAVÉ SOUSTAVY, STOJÍCÍ VLAKY .....	15
6.4	REKUPERAČNÍ BRZDĚNÍ .....	15
6.5	OPATŘENÍ PRO KOORDINACI ELEKTRICKÉ OCHRANY .....	15
6.6	VÝKONY STŘÍDAVÝCH NAPÁJECÍCH STANICE .....	15
6.7	NAPÁJECÍ VEDENÍ.....	16
<b>7</b>	<b>DIMENZOVÁNÍ ZPĚTNÉHO VEDENÍ .....</b>	<b>16</b>
<b>8</b>	<b>STAVEBNÍ POSTUPY .....</b>	<b>16</b>
8.1	2. STAVBA, BLAŽOVICE – VYŠKOV .....	16
8.2	3. STAVBA, VYŠKOV (MIMO) – NEZAMYSLICE.....	16
8.3	5. STAVBA, KOJETÍN - PŘEROV.....	17
8.4	4. STAVBA, NEZAMYSLICE (MIMO) – KOJETÍN (MIMO) .....	17
<b>9</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>18</b>
<b>10</b>	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>19</b>
10.1	MODELOVÝ GRAFIKON BRNO - PŘEROV (6 H - 8H).....	20
10.2	MODELOVÝ GRAFIKON – NEZAMYSLICE - OLOMOUČ (6H - 8H).....	21
10.3	MINIMÁLNÍ NAPĚTÍ TV.....	22
10.4	NAPĚTÍ MEZI KOLEJNICÍ A ZEMÍ .....	25
10.5	ZATÍŽENÍ TNS.....	28
10.6	PROUDOVÉ ZATÍŽENÍ NAPAJEČŮ A SBĚRNICE.....	30

## 2 Úvod

Tyto energetické výpočty řeší napájení úseku Brno – Přerov s přidruženým úsekem Nezamyslice - Olomouc a mají za cíl navrhnout střídavé napájení AC 25kV 50Hz po celé délce řešeného úseku s ohledem na budoucí uvažovanou dopravu. Dále v této dokumentaci je prověřeno několik stavebních postupů. **Základním podkladem pro výpočet je dopravní technologie, kde se uvažuje již s vybudováním Železničního uzlu Brno. Jako zdroj napájení jsou uvažovány frekvenční měniče.** Výpočty byly zpracovány formou simulace za pomoci programů OpenTrack a OpenPowerNet. Nyní je řešený úsek napájený střídavou proudovou soustavou AC 25 kV 50Hz i DC 3kV, viz obrázek níže.

**Stávající rozmístění TNS:**



Do simulace byly zahrnuty tratě 300 a 301.

## 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

Energetické výpočty

- 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 objednatele (Moravia Consult Olomouc) a odpovídá zpracovaným projektům (výhledovému stavu). Stejně tak byly převzaty polohy výhybek a nástupišť.

- **Jízdní řád**

Byl zpracován po konzultaci s dopravním technologem objednatele a na základě toho byl vypracován modelový dvouhodinový špičkový 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 R, NEx, Pn, Vn a Rn se uvažuje s lokomotivou typu Vectron. U vlaků kategorie Os a Sp se uvažuje s elektrickou soupravou 640 RegioPanter. Model napájení. U vlaků typu REx uvažujeme elektrickou lokomotivu typu ICE 7. U vlaků typu EC uvažujeme lokomotivu typu Vectron a EC VRT.

- **Napájecí stanice**

Rozmístění napájecích stanic odpovídá současnému stavu. 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.

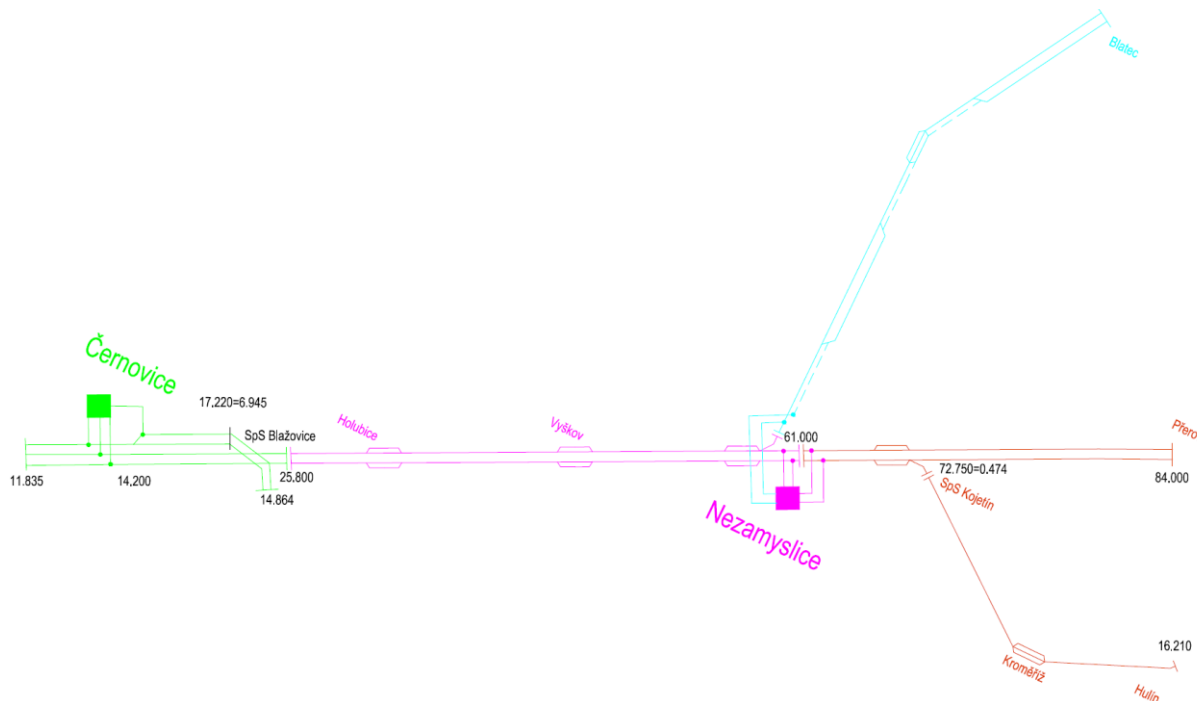
- **Hnací vozidla**

V modelu se 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:



### 4.1 Parametry AC síť

- Napětí 25 kV
- Frekvence 50 Hz

### 4.2 Parametry trakčních napájecích stanic (TNS)

- 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 Černovice v km 13,000 (Brno - Přerov)
- TNS Nezamyslice v km 61,900 (Brno - Přerov)
- Rekuperace TNS umožňuje přetok energie zpět do sítě

### 4.3 Parametry trakčního vedení

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

#### 4.3.1 Parametry trakčního vedení

##### Vodiče

##### **Nosné lano 50Bz**

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| • geometrická poloha [x ; y]        | [0 ; 6,6] m            |
| • ekvivalentní poloměr <sup>1</sup> | 3,578 mm               |
| • činný odpor                       | 0,44 Ω/km              |
| • teplotní součinitel               | 0,004 °C <sup>-1</sup> |
| • uvažovaná teplota vodiče          | 80°C                   |

##### **Nosné lano 70Bz**

- |                                     |                        |
|-------------------------------------|------------------------|
| • geometrická poloha [x ; y]        | [0 ; 6,6] m            |
| • ekvivalentní poloměr <sup>2</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                     |

##### **Trolej 150Cu**

- |                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| • geometrická poloha [x ; y] | [0 ; 5,6] m              |
| • ekvivalentní poloměr       | 4,395 mm                 |
| • činný odpor                | 0,122Ω/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>3</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 |
| • činný odpor při 20°C       | 0,416 Ω/km      |

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

<sup>2</sup> Ekvivalentní poloměr je takový poloměr, který by měl kulovitý vodič o plném průřezu se stejnými elektrickými parametry.

<sup>3</sup> Odpor kolejnice vychází ze změřených hodnot uvedených v dopise zn. 21480/2017-SŽDC-O14 pro tvar kolejnice UIC 60 po připočtení odporu překlenutého izolovaného styku.

- teplotní součinitel 0,004 °C<sup>-1</sup>
- uvažovaná teplota vodiče 60°C

**Napájecí vedení 120Cu**

- geometrická poloha [x ; y] [-4;6] m
- ekvivalentní poloměr<sup>4</sup> 4,685 mm
- činný odpor 0,150 Ω/km
- teplotní součinitel 0,004 °C<sup>-1</sup>
- uvažovaná teplota vodiče 80°C

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

- geometrická poloha [x ; y] [0 ; -715]m
- ekvivalentní poloměr 465 m
- činný odpor 0,0393 Ω/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>5</sup> 0,01 S/k

**4.4 Parametry hnacích vozidel**

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

**EC (100-132;201-233;401-532)**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva 2xVelaro 350

**EC (150-156;251-257)**

- Hmotnost bez lokomotivy 400t
- Jízdní odpor R
- Lokomotiva Vectron

**NEx (40000-41009)**

- Hmotnost bez lokomotivy 2200t
- Jízdní odpor S
- Lokomotiva 2xVectron

**NEx (42000-47057)**

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

<sup>4</sup> Ekvivalentní poloměr je takový poloměr, který by měl kulovitý vodič o plném průřezu se stejnými elektrickými parametry.

<sup>5</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 Ω/km (u nerekonstruovaných tratí tato hodnota obvykle bývá okolo 1 Ωkm)“.

**Energetické výpočty**

**Os (2001-2260;3200-3516)**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva 2xRegioPanter 640

**Os (24050-28064;3000-3166;3600-3916)**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva RegioPanter 640

**Pn (50000-51009)**

- Hmotnost bez lokomotivy 2500t
- Jízdní odpor S
- Lokomotiva 2xVectron

**Pn (60050-67015)**

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

**R (300-316;500-833)**

- Hmotnost bez lokomotivy 400t
- Jízdní odpor R
- Lokomotiva Vectron

**R (400-459)**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva ICE 7

**REx (400-459)**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva ICE 7

**Rn**

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

**Sp (1600-1816)**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva InterPanter (2x 3dílňý)

**Sp (1901-1915)**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva ICE 7

**Vn**

- Hmotnost bez lokomotivy 660t
- Jízdní odpor S
- Lokomotiva Vectron



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

**Velaro 350**

- Maximální výkon 8,8 MW
- Maximální tažná síla 290 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

**ICE 7**

- Maximální výkon 4,95 MW
- Maximální tažná síla 264 kN
- Max. napětí při rekuperaci 29 kV
- Skutečný účinník 0,98
- Regulace výkonu dle TSI ENE ano

## 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:

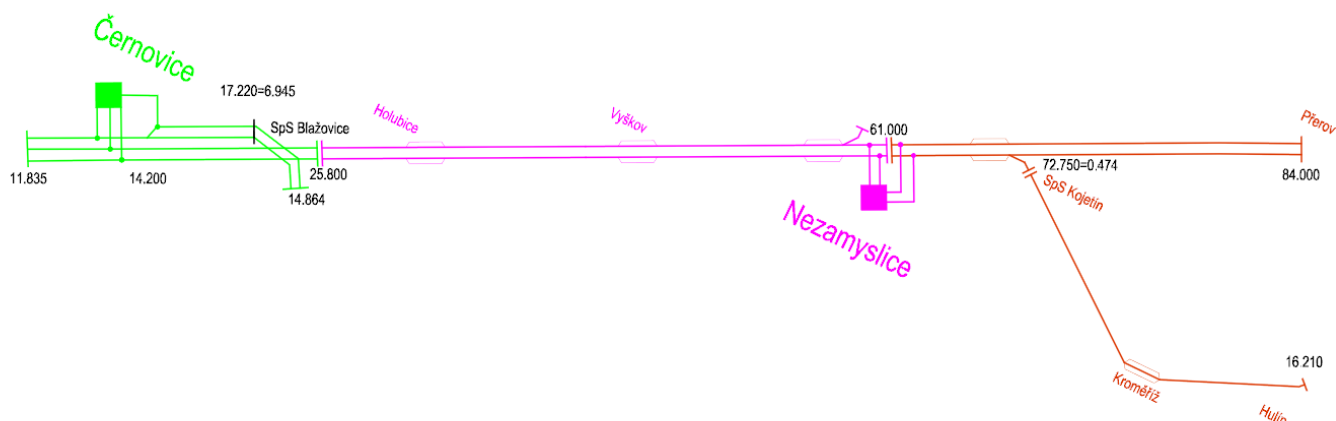
- I. OpenTrack na základě daného jízdního řádu rozmístí vlaky v oblasti.
- II. Dále spočítá na základě jejich jízdního odporu, hybnosti a trakční charakteristiky, jaký potřebují dodat výkon a tuto informaci (i s polohou vlaků) odešle programu OpenPowerNet.
- III. OpenPower následně iterační metodou spočítá, 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  $0,9U_{jm}$ ) 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 – definitivní stav

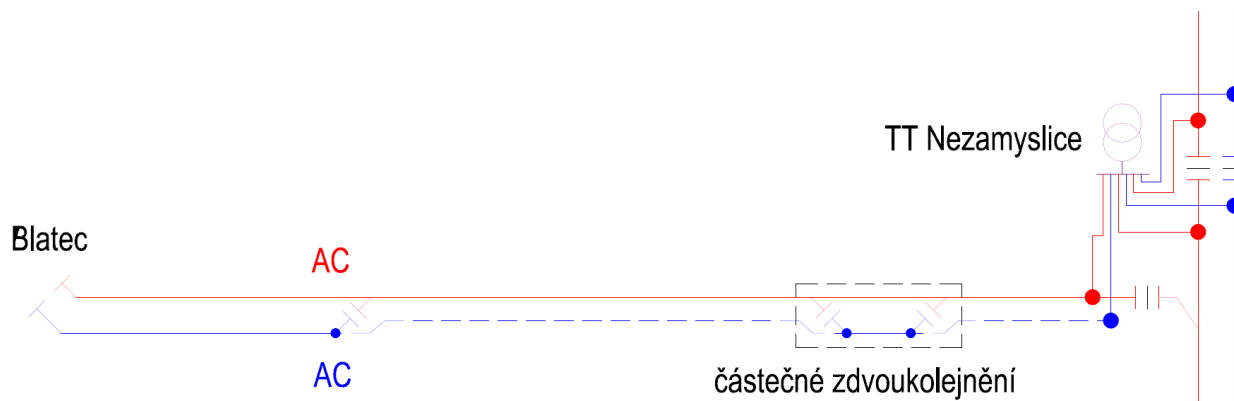
Bylo provedeno několik simulací a výsledky prokázaly schopnost navrženého trakčního vedení přenést potřebný výkon v rámci celé řešené oblasti.

Výpočet pro definitivní stav byl proveden na dvě části :

1. část obsahuje simulaci tratě Brno - Přerov, která bude napájena střídavou proudovou soustavou. Na trati Brno - Přerov je uvažováno i s elektrizací jednokolejné odbočky Kojetín - Hulín. **Trat' je napájena z TT Černovice a TT Nezamyslice, v obou případech jsou zdrojem střídavého proudu frekvenční měniče.** Spínací stanice se nachází v Blažovicích a Kojetíně, v základním stavu uvažujeme všechny spínací stanice sepnuté ve všech směrech. **Na dvoukolejné trati Brno – Přerov je navržena sestava trakčního vedení 150Cu+70Bz.** Na jednokolejné trati Kojetín – Hulín se uvažuje sestava 100Cu+50Bz.



1. část obsahuje simulaci trati Nezamyslice - Olomouc, která je ve stávajícím stavu provozována stejnosměrnou proudovou soustavou DC 3kV. Návrh se zabývá jednostranným napájením střídavou proudovou soustavou AC 25kV 50Hz z TT Nezamyslice po styk soustavy (žst. Blatec). Trakční vedení se uvažuje o sestavě 100Cu+50Bz. **Styk soustav nelze posunout blíže jak 5km k žst. Olomouc, aby nedošlo k ovlivnění zabezpečovacího zařízení.**



km 61,900 až km 67,514	- jednokolejná trať s obcházecím vedením
km 64,514 až km 72,679	- částečné zdvoukolejnění
km 72,679 až km 85,351	- jednokolejná trať s obcházecím vedením
km 85,351 až km 96,000	- částečné zdvoukolejnění
km <b>96,000</b>	- <b>styk soustav</b>

### 6.1 Minimální napětí TV

Minimální napětí této konfigurace trakční sestavy nekleslo pod 22,2 kV (viz příloha č. 10.3) **Vyhoví tedy požadavkům TSI ENE.**

### 6.2 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 10.1 a 10.2

#### Maximální proud vlaku

Subsystem 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 .

**Střední užitečné napětí**

Index kvality  $U_{\text{střední užitečné}}$  je vypočítán simulací. Minimální střední užitečné napětí na pantografovém sběrači nesmí klesnout pod 22 kV.

Tabulka 2 Střední užitečné napětí vlaku – trať Brno - Přerov

spoj	formace	lokomotivy	$U_{\text{stř}}$ V
<b>celkem</b>		<b>110</b>	<b>26.930</b>
<i>Maximum</i>		2	27.124
<i>Minimum</i>		1	26.611
EC 106	EC VRT	2	26.855
EC 108	EC VRT	2	26.779
EC 110	EC VRT	2	26.878
EC 112	EC VRT	2	26.901
EC 114	EC VRT	2	26.866
EC 207	EC VRT	2	26.926
EC 209	EC VRT	2	26.818
EC 211	EC VRT	2	26.896
EC 213	EC VRT	2	26.842
EC 215	EC VRT	2	26.611
Nex 40000	Nex (2*Vectron + S2000t)	2	26.794
Nex 40002	Nex (2*Vectron + S2000t)	2	27.041
Nex 41001	Nex (2*Vectron + S2000t)	2	26.762
Nex 41003	Nex (2*Vectron + S2000t)	2	26.924
Os 3002	Os (2*640)	2	26.980
Os 3004	Os (2*640)	2	26.789
Os 3006	Os (2*640)	2	26.919
Os 3008	Os (2*640)	2	26.856
Os 3010	Os (2*640)	2	26.915
Os 3012	Os (2*640)	2	26.942
Os 3014	Os (2*640)	2	26.995
Os 3104	Os (1*640)	1	26.989
Os 3106	Os (1*640)	1	27.065
Os 3202	Os (2*640)	2	26.823
Os 3204	Os (2*640)	2	26.853
Os 3206	Os (2*640)	2	26.918
Os 3400	Os (2*640)	2	26.830
Os 3402	Os (2*640)	2	26.993
Os 3404	Os (2*640)	2	27.031
Os 3406	Os (2*640)	2	27.095
Os 3500	Os (2*640)	2	27.072
Os 3502	Os (2*640)	2	27.005
Os 3504	Os (2*640)	2	26.907
Os 3506	Os (2*640)	2	27.035
Os 3904	Os (1*640)	1	26.965
Os 3906	Os (1*640)	1	27.068
Pn 50002	Pn 2xVectron T4 2500 t, 480 m	2	27.009
Pn 51003	Pn 2xVectron T4 2500 t, 480 m	2	26.959
R 300	R (Vectron+R400t)	1	26.845
R 302	R (Vectron+R400t)	1	26.932

R 304	R (Vectron+R400t)	1	26.856
R 306	R (Vectron+R400t)	1	26.933
R 502	R (Vectron+R400t)	1	26.800
R 504	R (Vectron+R400t)	1	26.882
R 506	R (Vectron+R400t)	1	26.926
R 603	R (Vectron+R400t)	1	26.958
R 605	R (Vectron+R400t)	1	26.878
R 607	R (Vectron+R400t)	1	26.868
R 708	R (Vectron+R400t)	1	26.842
R 710	R (Vectron+R400t)	1	26.847
R 712	R (Vectron+R400t)	1	26.924
R 714	R (Vectron+R400t)	1	26.876
R 809	R (Vectron+R400t)	1	26.751
R 811	R (Vectron+R400t)	1	26.863
R 813	R (Vectron+R400t)	1	26.901
R 815	R (Vectron+R400t)	1	26.861
Sp 1602	R InterPanter (2x 3dílný)	2	27.077
Sp 1604	R InterPanter (2x 3dílný)	2	27.047
Sp 1606	R InterPanter (2x 3dílný)	2	27.084
Sp 1703	R InterPanter (2x 3dílný)	2	27.076
Sp 1705	R InterPanter (2x 3dílný)	2	27.124
Sp 1707	R InterPanter (2x 3dílný)	2	26.944
Sp 1800	R InterPanter (2x 3dílný)	2	27.046
Sp 1802	R InterPanter (2x 3dílný)	2	27.094
Sp 1804	R InterPanter (2x 3dílný)	2	26.966
Sp 1806	R InterPanter (2x 3dílný)	2	27.097

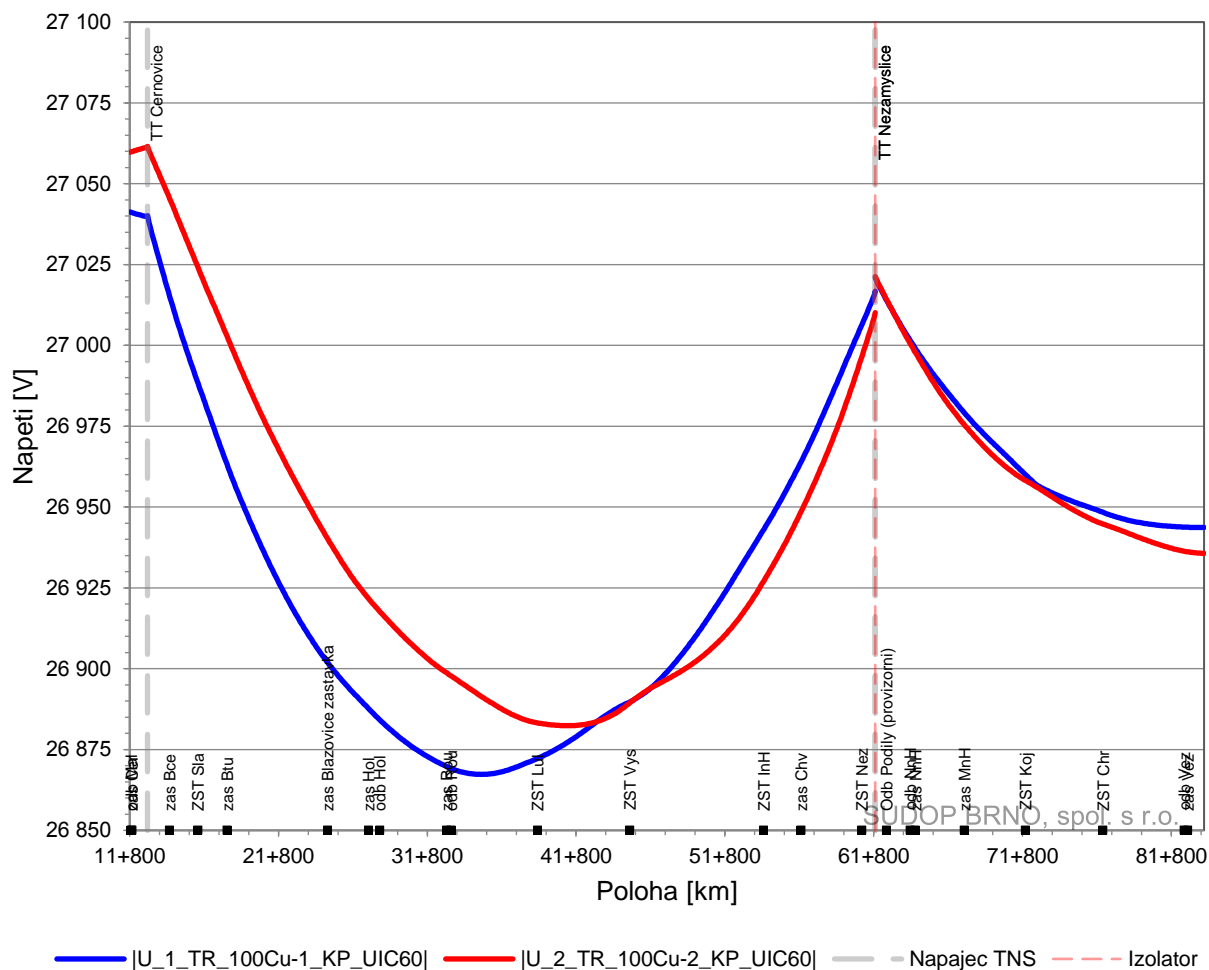
Tabulka 2 Střední užitečné napětí vlaku – trať Nezamyslice- Olomouc

spoj	formace	lokomotivy	U <sub>stř</sub> V
<b>celkem</b>		<b>20</b>	<b>26.767</b>
<i>Maximum</i>		1	27.000
<i>Minimum</i>		1	26.297
EC 104	EC (Vectron+R400t)	1	26.522
EC 106	EC (Vectron+R400t)	1	26.659
EC 205	EC (Vectron+R400t)	1	26.720
EC 207	EC (Vectron+R400t)	1	26.674
Ex 302	EC (Vectron+R400t)	1	26.973
Ex 304	EC (Vectron+R400t)	1	26.669
Ex 306	EC (Vectron+R400t)	1	26.622
Ex 403	EC (Vectron+R400t)	1	26.385
Ex 405	EC (Vectron+R400t)	1	26.577
Ex 407	EC (Vectron+R400t)	1	27.000
Os 2004	Os (1*640)	1	26.396
Os 2006	Os (1*640)	1	26.413
Os 2102	Os (1*640)	1	26.791
Os 2104	Os (1*640)	1	26.724
Os 2106	Os (1*640)	1	26.645
Os 2203	Os (1*640)	1	26.485

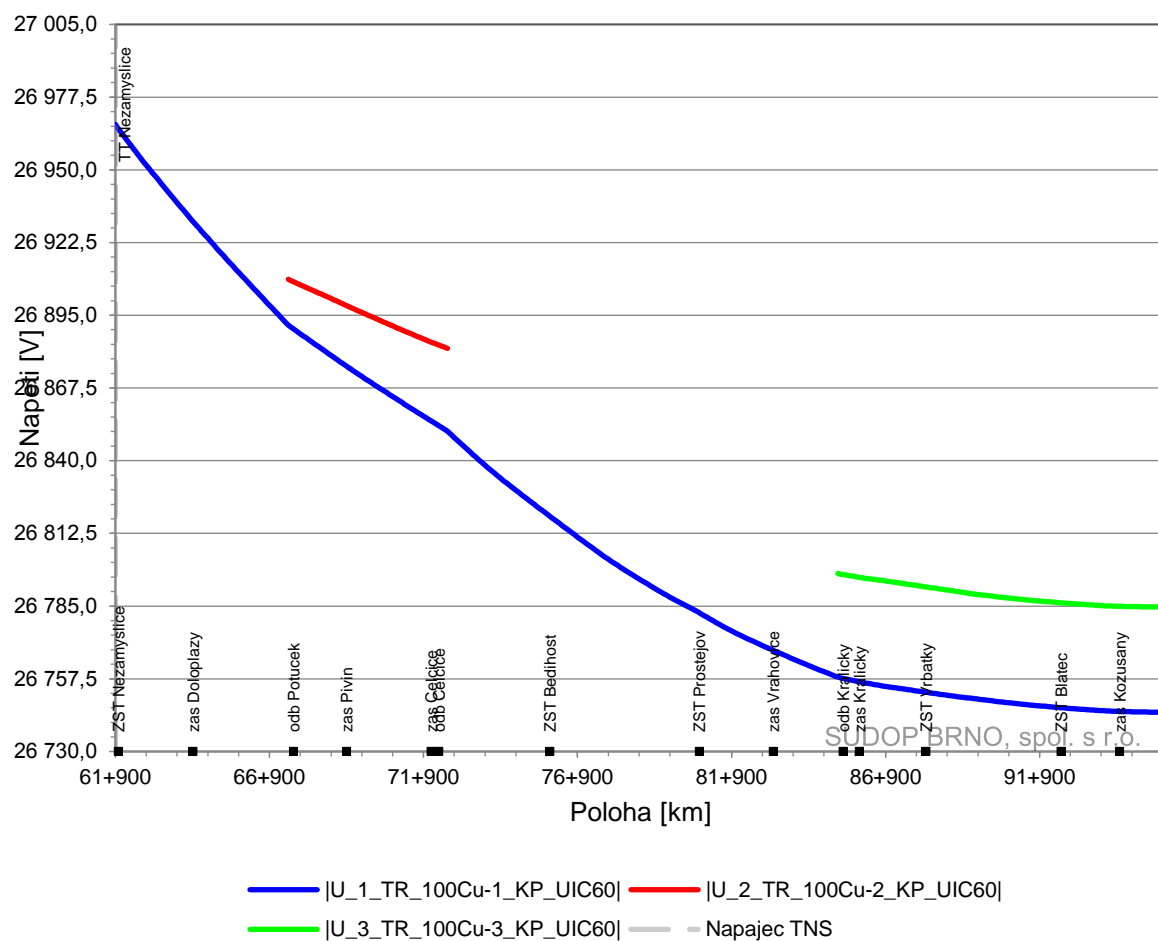
Energetické výpočty

Os 2205	Os (1*640)	1	26.714
Os 2207	Os (1*640)	1	26.916
Pn 60002	Pn Vectron T4 2400 t	1	26.297
Vn 61003	Vn Vectron U4 660 t	1	26.586

## Střední užitečné napětí oblasti – trať Brno - Přerov



## Střední užitečné napětí oblasti – trať Nezamyslice - Olomouc

**Mezní hodnoty napětí**

- |                              |         |
|------------------------------|---------|
| • Nejnižší krátkodobé napětí | 17,5 kV |
| • Nejnižší trvalé napětí     | 19 kV   |
| • Jmenovité napětí           | 25 V    |
| • Nejvyšší trvalé napětí     | 27,5 kV |
| • Nejvyšší krátkodobé napětí | 29 kV   |

Dodržení minimálních hodnot je prokázáno v příloze č. 10.3.

### 6.3 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

### 6.4 Rekuperační brzdění

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

### 6.5 Opatření pro koordinaci elektrické ochrany

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

#### 6.5.1 Ochranná opatření proti úrazu elektrickým proudem

##### Omezení potenciálu kolejnice

Navržené technické řešení neobsahuje kontinuální nebo trvalé uzemnění zpětného obvodu.

Ze simulace vyplývá, že při zadaném špičkovém grafikonu určité úseky **nevyhoví**, v dalším stupni projektu tedy budou navrhována místa, kde se kolejnice uzemní. Vzhledem k tomu, že výsledky velmi záleží na zadaném parametru odporu kolejového svršku a potom na samotném provedení izolace kolejiště, tak se doporučuje po realizaci stavby provést měření a navrhnout nezbytná opatření pro omezení šíření napětí na kolejnicích na jiná neživá zařízení.

Výsledky jsou v příloze č. 8.5

### 6.6 Výkony střídavých napájecích stanic

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

**Sekundový výkon TT Černovice – 33 MW (dimenzováno na 2x30MW)**

**Sekundový výkon TT Nezamyslice – 41 MW (dimenzováno na 2x30MW)**

Tyto špičkové výkony se v napájecích stanicích objeví za předpokladu, že bude realizován ŽUB, ale zároveň ještě nedojde k přepnutí na střídavou trakční proudovou soustavu v žst. Přerov a Olomouc. Jedná se tedy o nejnepříznivější období, na které budou TNS dimenzovány. Špičkovou dopravu v tomto případě bude možné provést i při výpadku jednoho z měničů v Nezamyslicích nebo Černovicích. Výpadek dvou měničů se pro zachování špičkového dopravního zatížení neuvažuje. Stejně tak se neuvažuje výpadek celé napájecí stanice. Pokud by se tak nicméně stalo, tak se omezí doprava.

Výkonové zatížení jednotlivých TT je uvedeno v příloze č. 10.5

#### Rozmístění TNS

Výpočet prokázal, že pro napájení celé střídavé oblasti stačí minimálně dvě střídavé napájecí stanice.

Energetické výpočty



## 6.7 Napájecí vedení

Průběh proudového zatížení napájecího vedení je v příloze číslo 10.6.

## 7 Dimenzování zpětného vedení

Z energetických výpočtů zpracovaných na základě simulace dopravní špičky vychází potřeba minimálně 2 kabelů typu 1-AYY 1x400 RM pro TNS Černovice a stejný počet a typ pro TNS Nezamyslice.

## 8 Stavební postupy

Základním parametrem při uvažování napájení pro jednotlivé varianty stavebního postupu je dokončení napájecí stanice Černovice v rámci samostatné stavby. V případě stavebního postupu jsou 2. a 3. stavba úplně nezávislé na 4. a 5. stavbě z hlediska napájení trakční soustavy.

### 8.1 2. stavba, Blažovice – Vyškov

V této variantě uvažujeme realizaci 2. stavby Blažovice – Vyškov. Jedná se o zdvoukolejnění úseku mezi Blažovicemi a Vyškovem. Nová trakční střídavá sestava 150Cu+70Bz Černovice – SpS Blažovice je napájena z TT Černovice. Nová dvoukolejná trakční střídavá sestava (150Cu+70Bz) v úseku SpS Blažovice – Vyškov a jednokolejná trakční střídavá sestava (100Cu +50Bz) v úseku Vyškov – Nezamyslice jsou napájeny z TT Nezamyslice. Částečně zdvoukolejněný úsek Nezamyslice – Olomouc je napájen stejnosměrnou proudovou soustavou z TM Nezamyslice proti TM Grygov a jednokolejný úsek Nezamyslice – Přerov je napájen z TM Nezamyslice proti TM Říkovice.

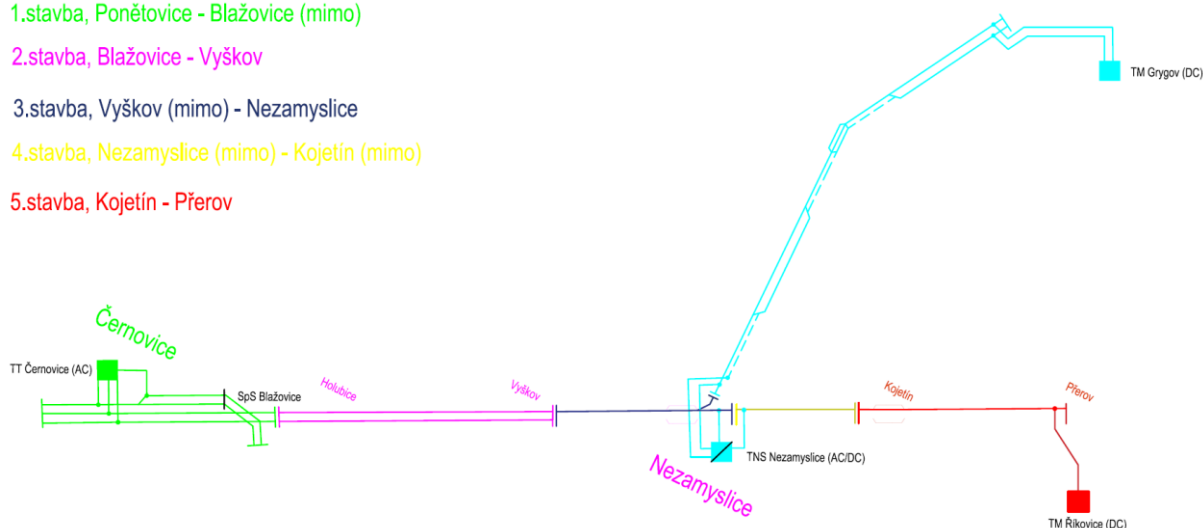
1.stavba, Ponětovice - Blažovice (mimo)

2.stavba, Blažovice - Vyškov

3.stavba, Vyškov (mimo) - Nezamyslice

4.stavba, Nezamyslice (mimo) - Kojetín (mimo)

5.stavba, Kojetín - Přerov

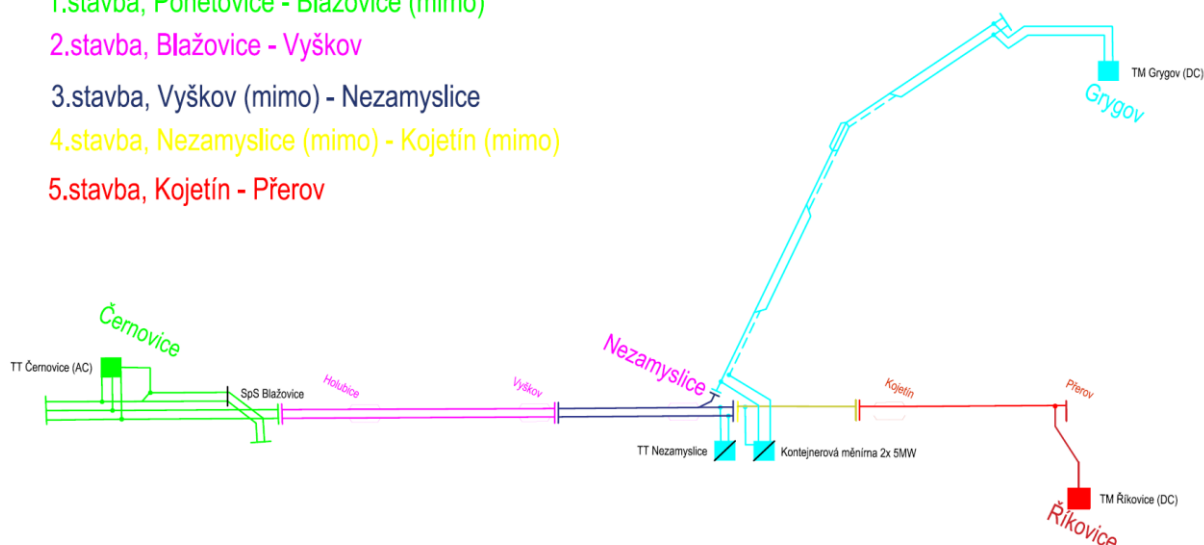


### 8.2 3. stavba, Vyškov (mimo) – Nezamyslice

Tato stavba je podmíněna výstavbou 2. stavby Blažovice – Vyškov. V tomto případě je celý úsek Černovice – Nezamyslice zdvoukolejněný se střídavou trakční sestavou 150Cu+70Bz a napájen z nové TT Nezamyslice proti TT Černovice. Z tohoto důvodu bude třeba v Nezamyslicích umístit kontejnerové měnírny o výkonu 2x5MW. V tomto stavu tedy bude úsek Nezamyslice – Olomouc napájen z kontejnerových měníren proti TM Grygov a úsek Nezamyslice – Přerov bude napájen z kontejnerových měníren proti TM Říkovice.

Energetické výpočty

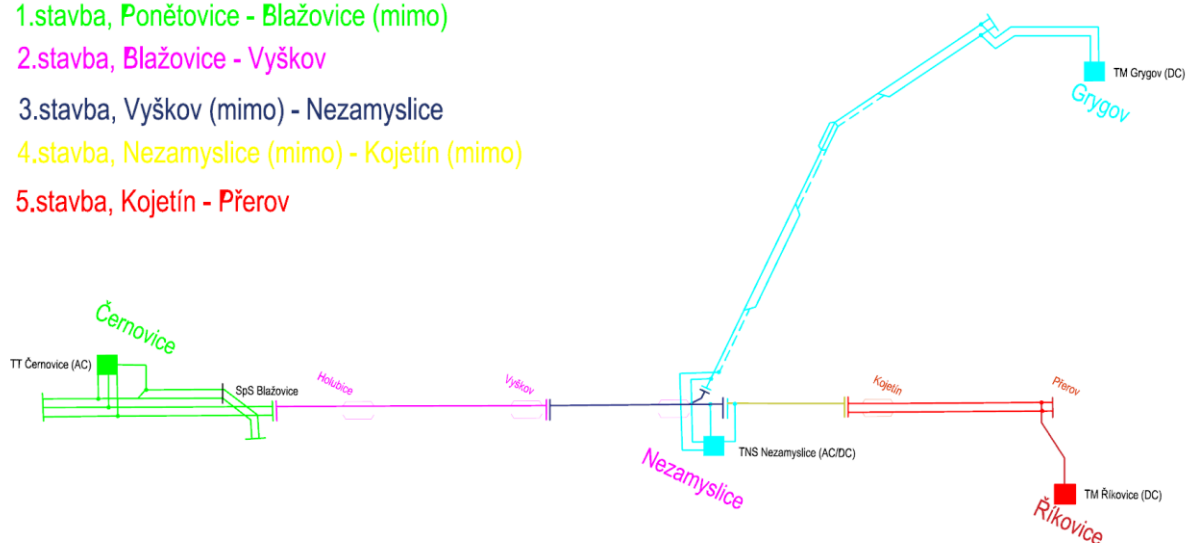
- 1.stavba, Ponětovice - Blažovice (mimo)
- 2.stavba, Blažovice - Vyškov
- 3.stavba, Vyškov (mimo) - Nezamyslice
- 4.stavba, Nezamyslice (mimo) - Kojetín (mimo)
- 5.stavba, Kojetín - Přerov



### 8.3 5. stavba, Kojetín - Přerov

Uvažujeme zdvoukolejnění úseku Kojetín – Přerov, který bude napájen stejnosměrnou proudovou soustavou z TM Říkovice proti TM Nezamyslice do doby, než bude přepnut na střídavou proudovou soustavu. Úsek Kojetín – Přerov bude vybaven novou střídavou trakční sestavou 150Cu+70Bz, **je nutné, aby trolejové vedení obou stop bylo paralelně propojeno z důvodu zajištění dostatečného průřezu TV.** Dále je nutné zajistit, aby nedocházelo k souběžnému rozjezdu více vlakových souprav v úseku Nezamyslice – Přerov a to v obou směrech.

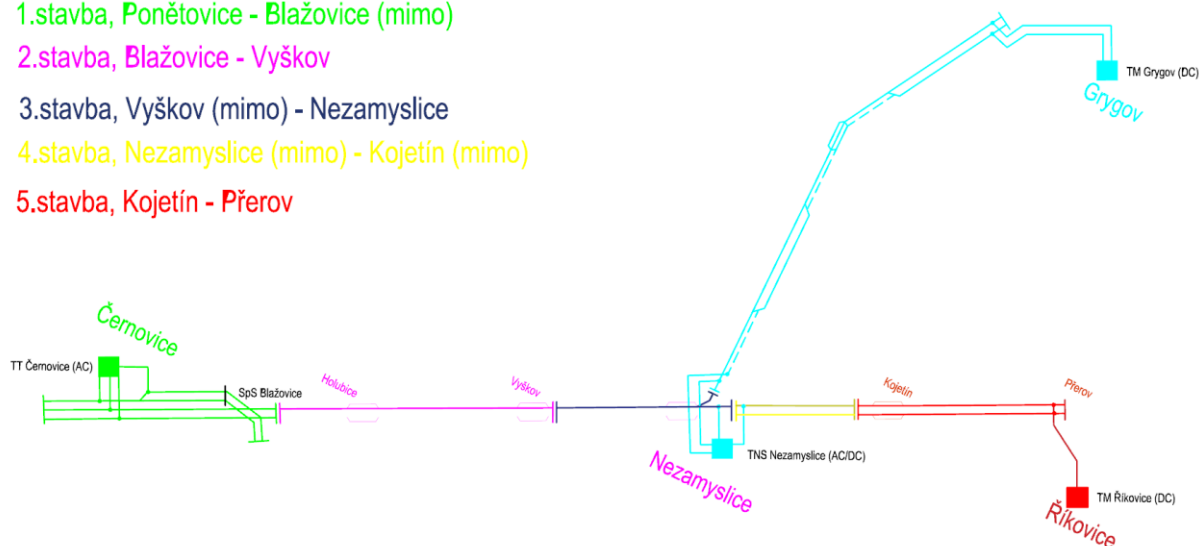
- 1.stavba, Ponětovice - Blažovice (mimo)
- 2.stavba, Blažovice - Vyškov
- 3.stavba, Vyškov (mimo) - Nezamyslice
- 4.stavba, Nezamyslice (mimo) - Kojetín (mimo)
- 5.stavba, Kojetín - Přerov



### 8.4 4. stavba, Nezamyslice (mimo) – Kojetín (mimo)

Tato stavba je podmíněna výstavbou 5. stavby Kojetín – Přerov. Uvažujeme zdvoukolejnění úseku Nezamyslice - Kojetín, který bude napájen střídavou proudovou soustavou z TT Nezamyslice proti TT Říkovice. Úsek Nezamyslice - Kojetín bude vybaven novou střídavou trakční sestavou 150Cu+70Bz.

- 1.stavba, Ponětovice - Blažovice (mimo)
- 2.stavba, Blažovice - Vyškov
- 3.stavba, Vyškov (mimo) - Nezamyslice
- 4.stavba, Nezamyslice (mimo) - Kojetín (mimo)
- 5.stavba, Kojetín - Přerov



## 9 Závěr

Navržené napájení střídavou proudovou soustavou AC 25kV 50Hz v oblasti Brno - Přerov vyhoví požadavkům dle TSI ENE.

Zpracoval:

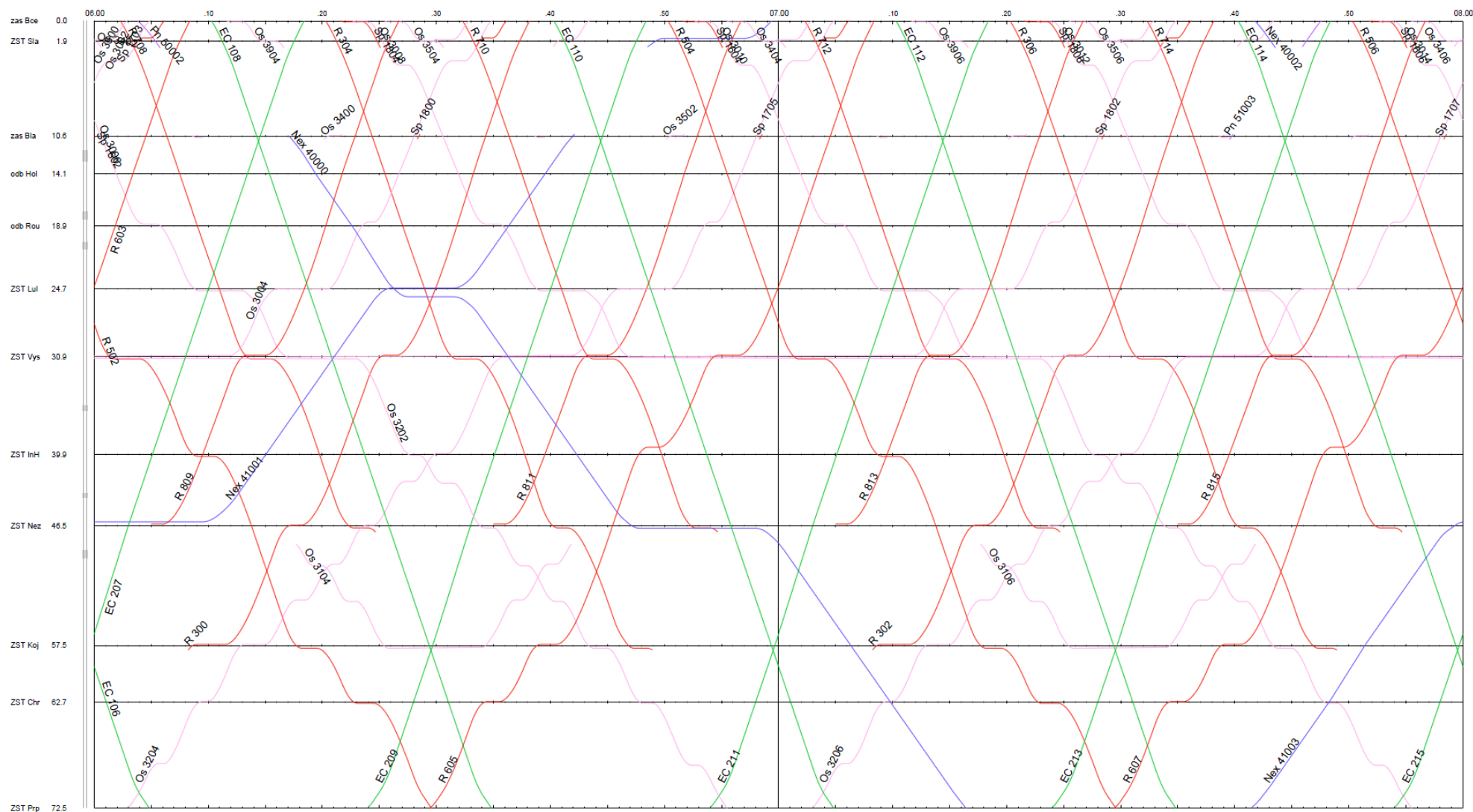
Jiří Podhradský

## 10 Přílohy

<b>10</b>	<b>PŘÍLOHY</b>	<b>19</b>
10.1	MODELOVÝ GRAFIKON BRNO - PŘEROV (6 H - 8H)	20
10.2	MODELOVÝ GRAFIKON – NEZAMYSLICE - OLMOUC (6H - 8H)	21
10.3	MINIMÁLNÍ NAPĚTÍ TV	22
10.4	NAPĚTÍ MEZI KOLEJNICÍ A ZEMÍ	25
10.5	ZATÍŽENÍ TNS	28
10.6	PROUDOVÉ ZATÍŽENÍ NAPAJEČŮ A SBĚRNICE	30

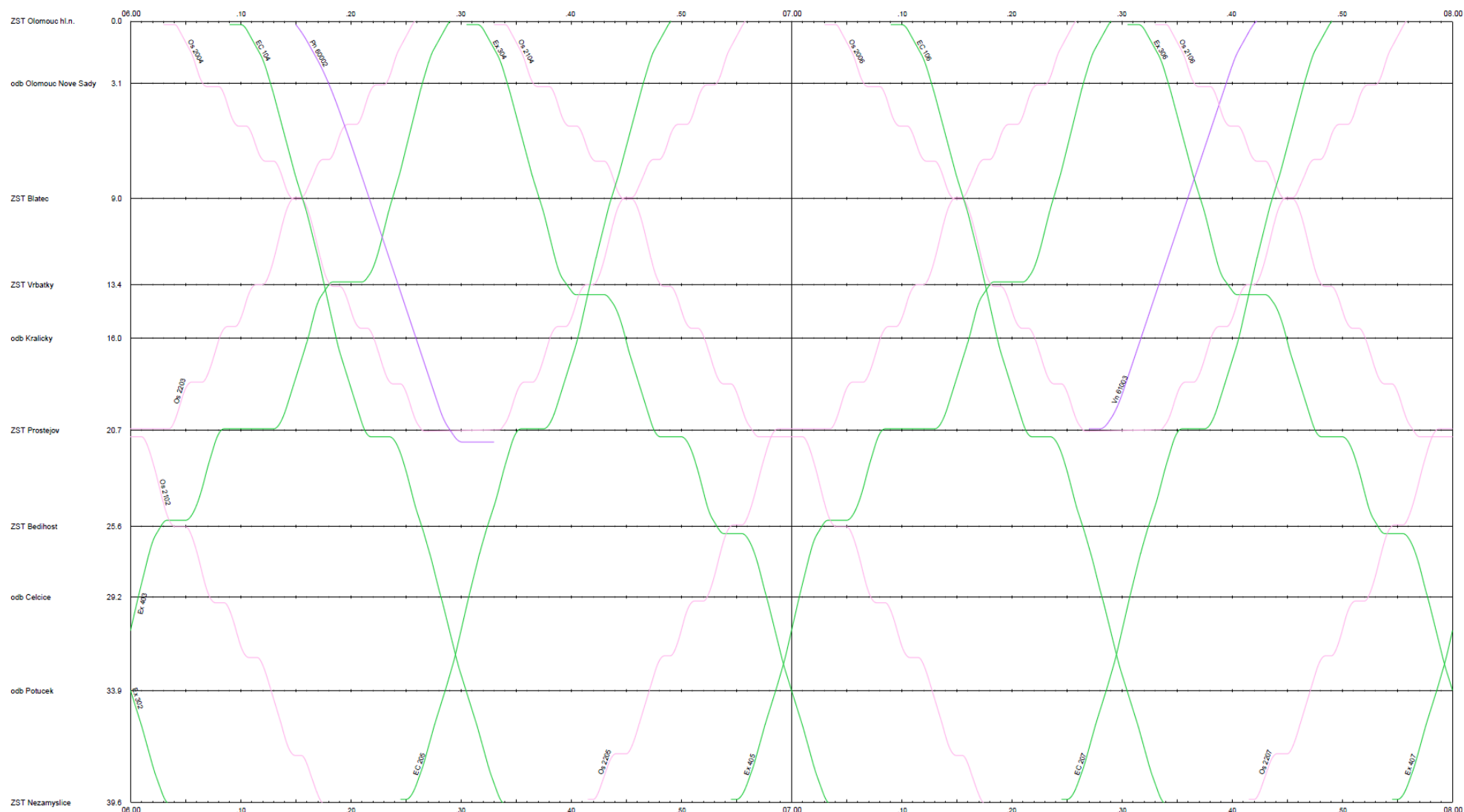
### 10.1 Modelový grafikon Brno - Přerov (6 h - 8h)

ZST ZUB - ZST Prp



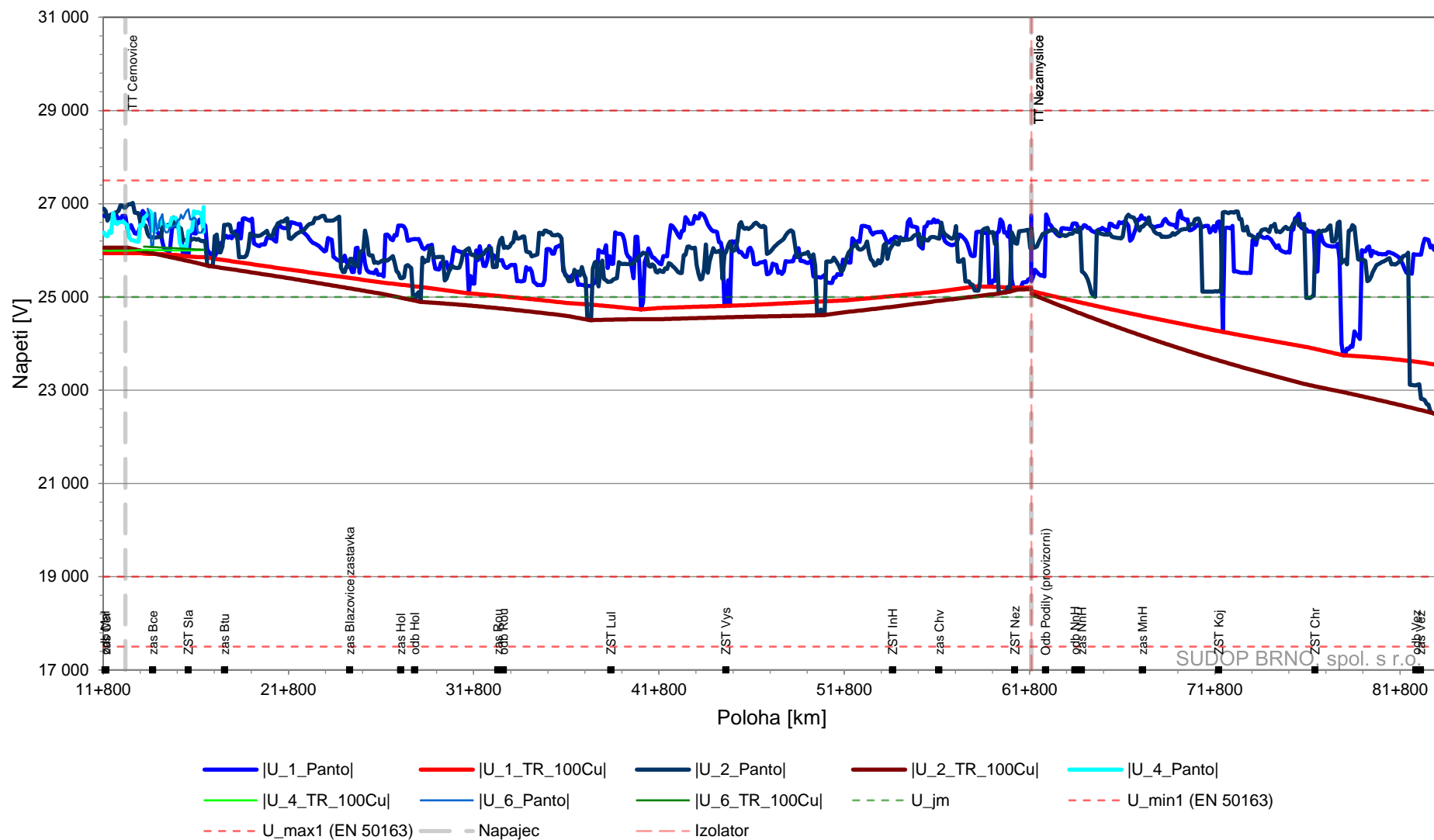
## 10.2 Modelový grafikon – Nezamyslice - Olomouc (6h - 8h)

ZST Olomouc hl.n. - ZST Nezamyslice

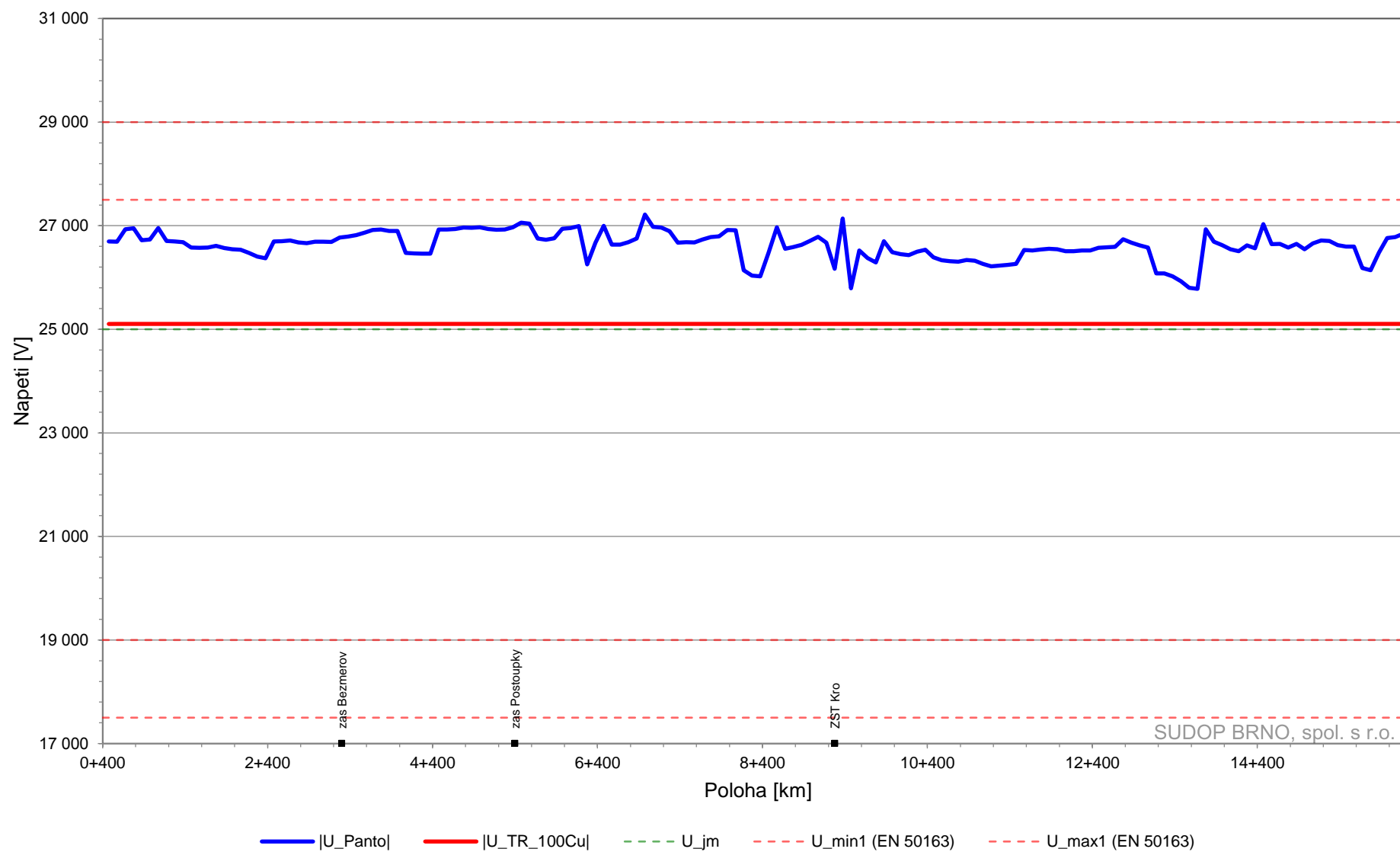


## 10.3 Minimální napětí TV

### 10.3.1 Brno - Přerov

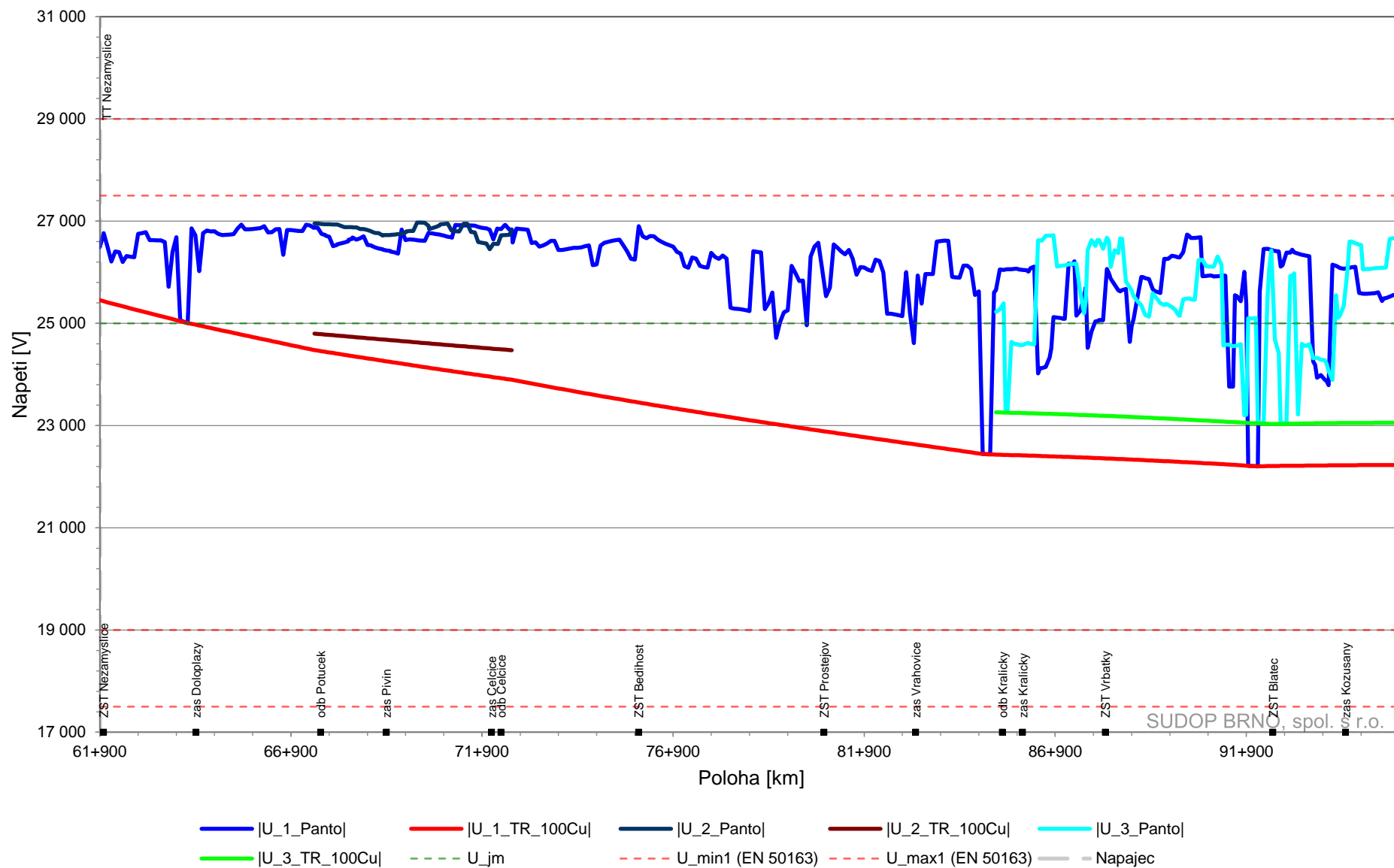


## 10.3.2 Kojetín - Hulín



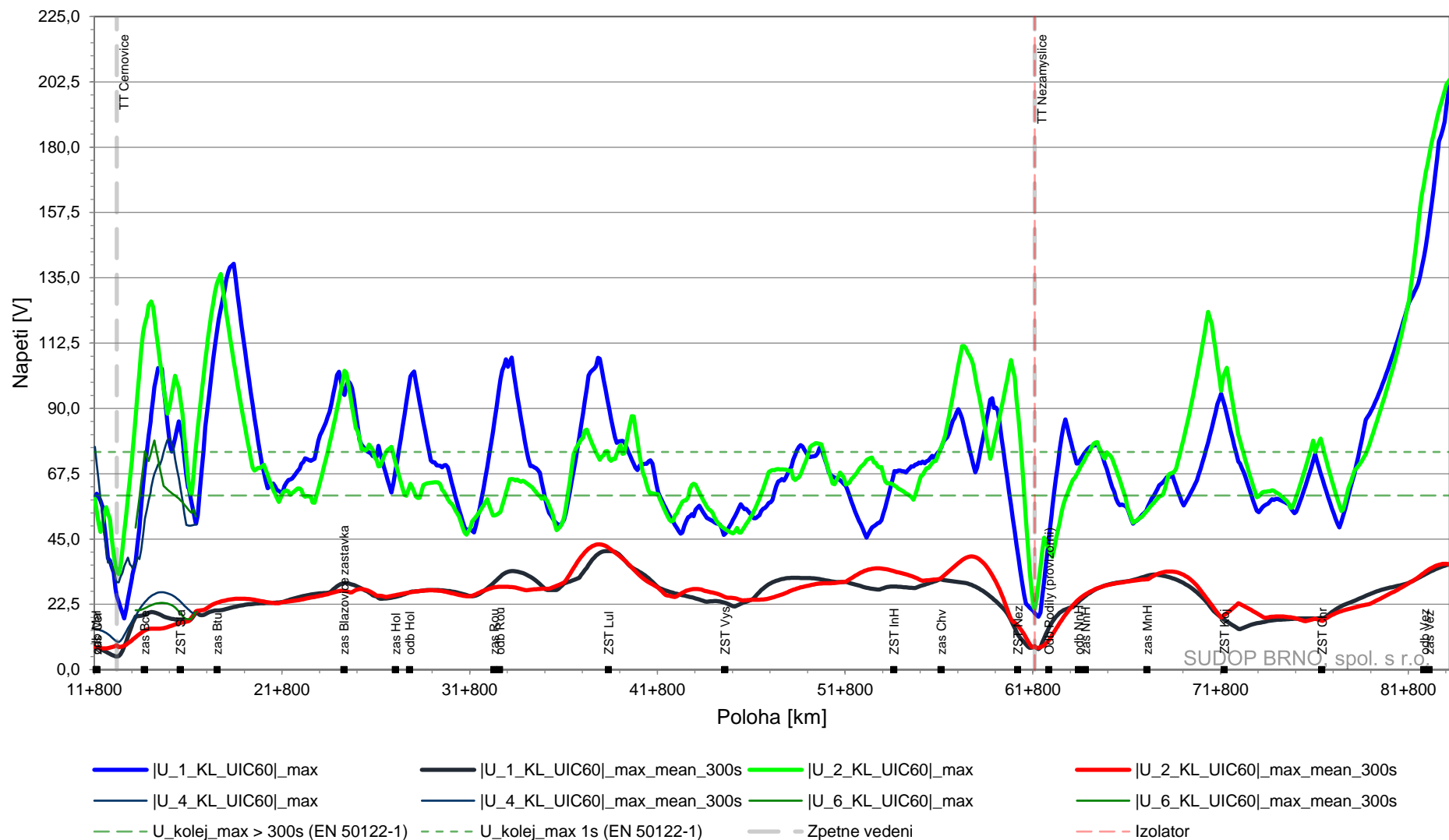


## 10.3.3 Nezamyslice - Olomouc

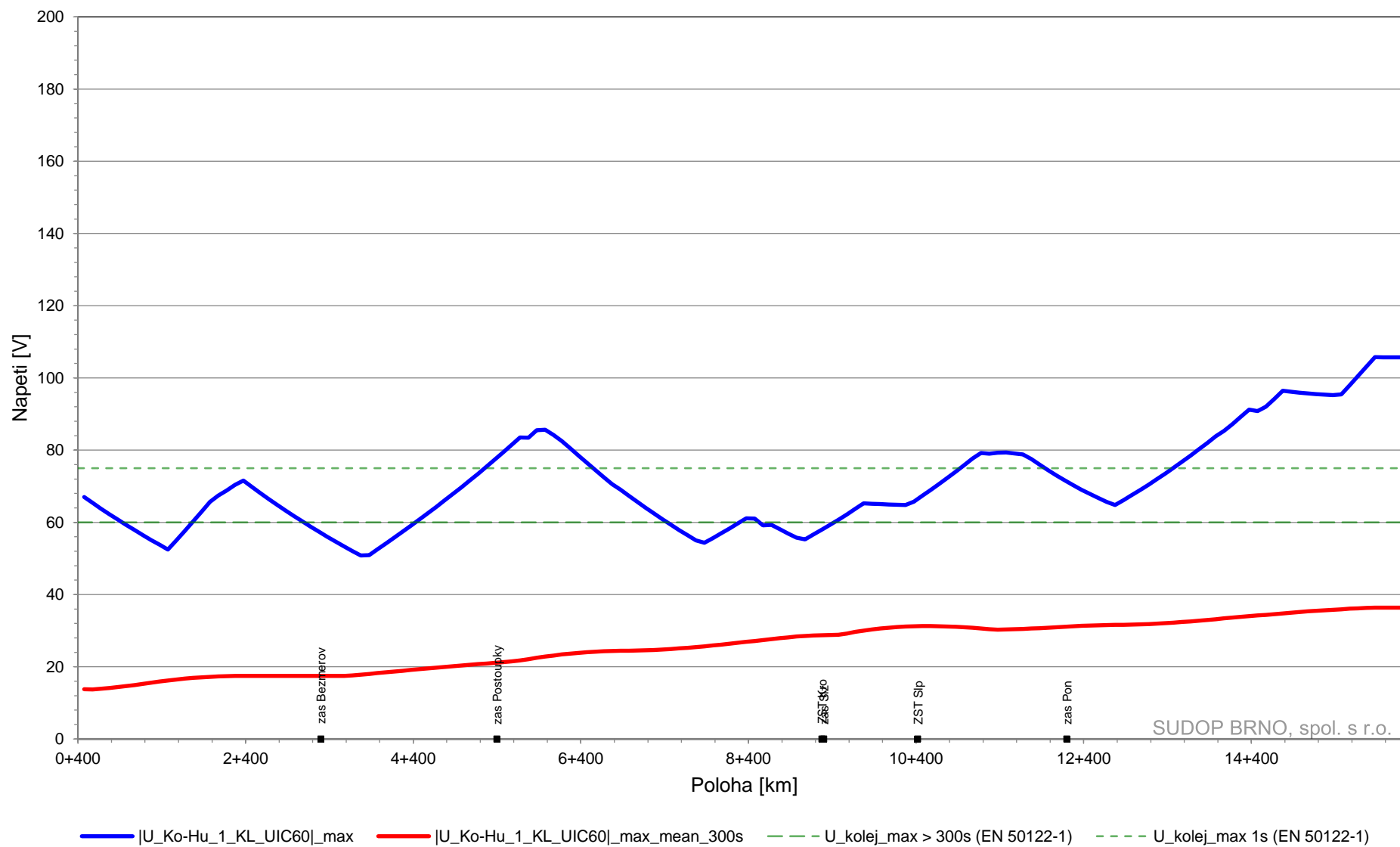


## 10.4 Napětí mezi kolejnicí a zemí

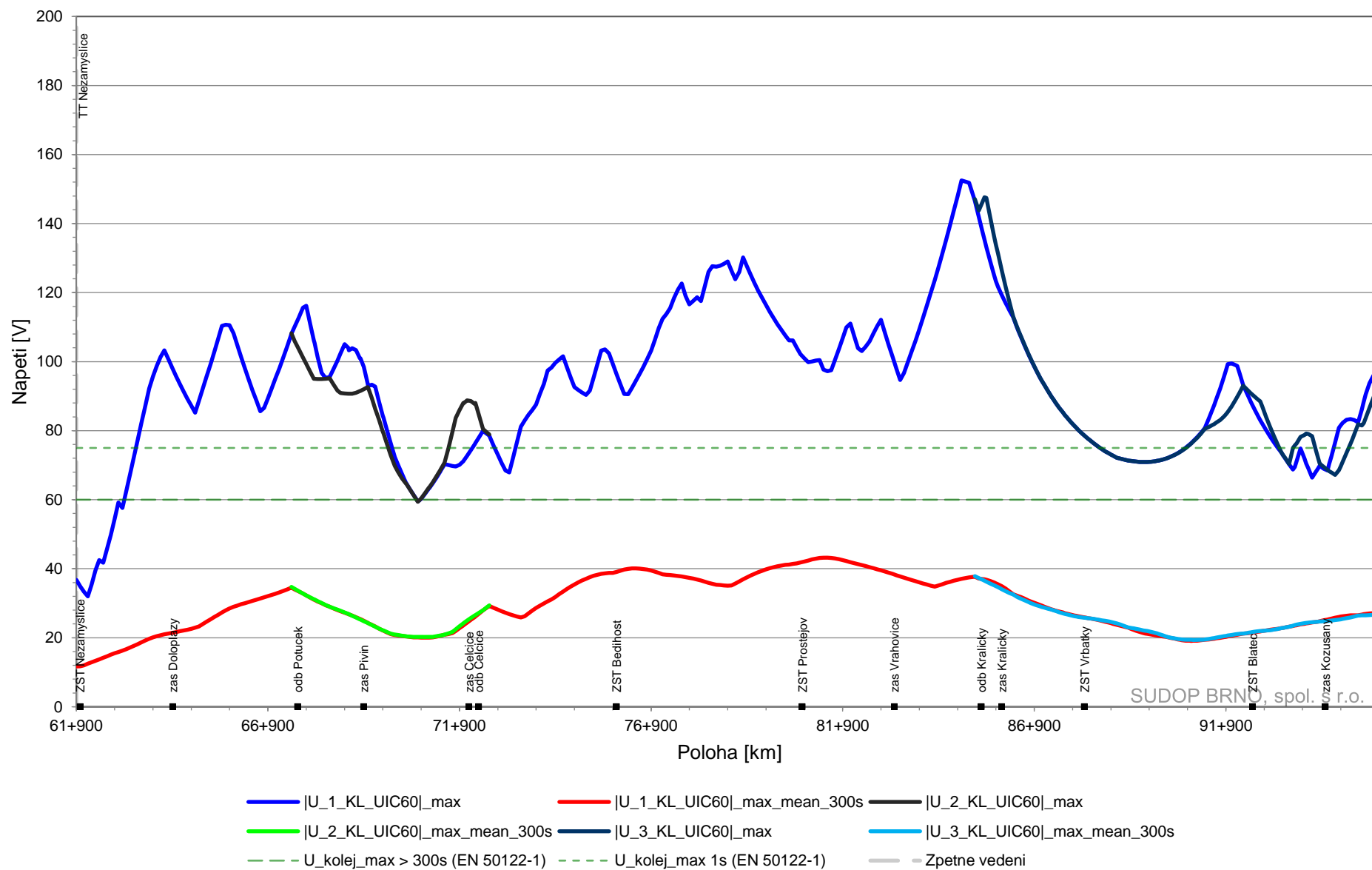
### 10.4.1 Brno – Přerov



## 10.4.2 Kojetín – Hulín

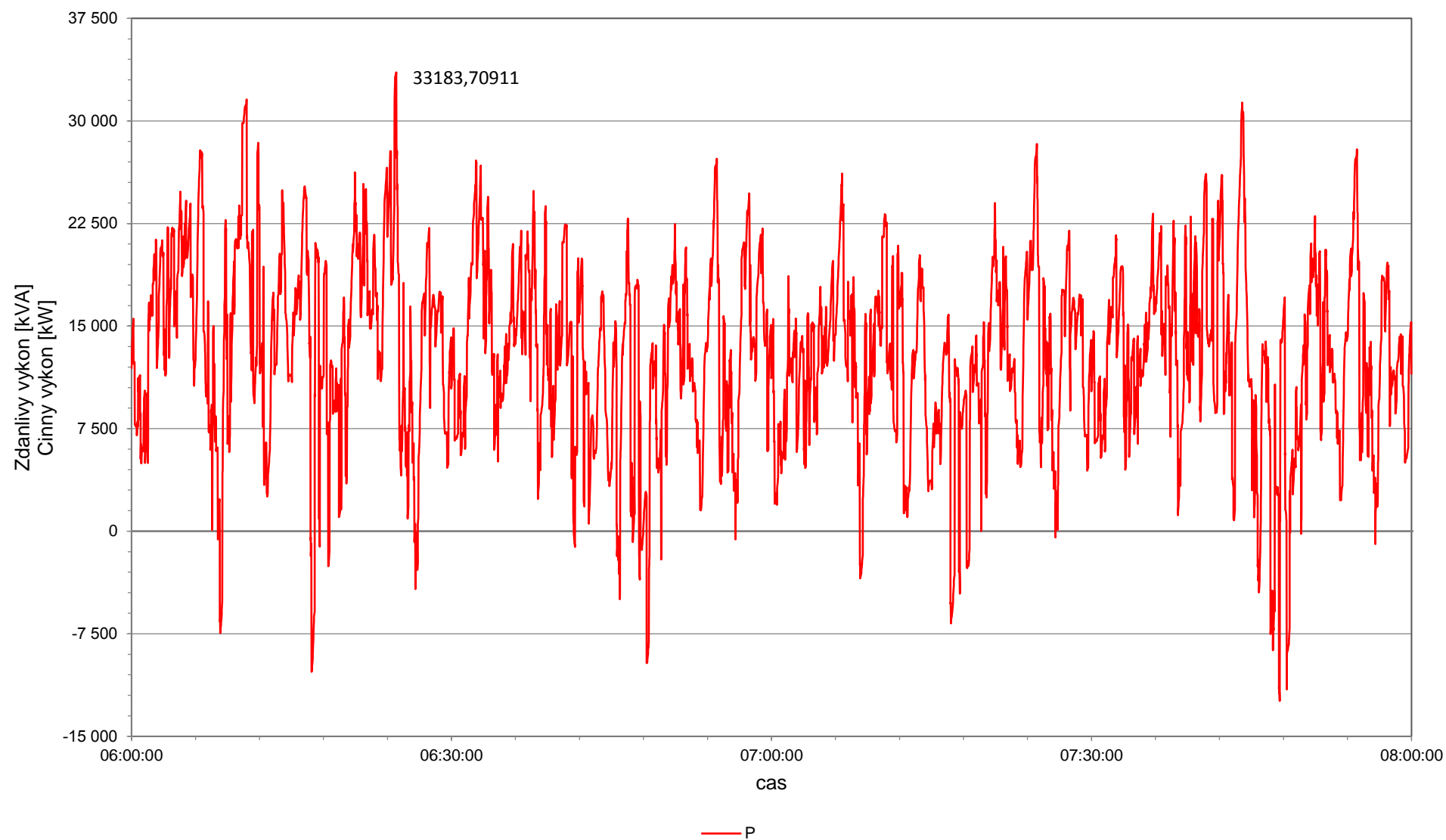


## 10.4.3 Nezamyslice – Olomouc

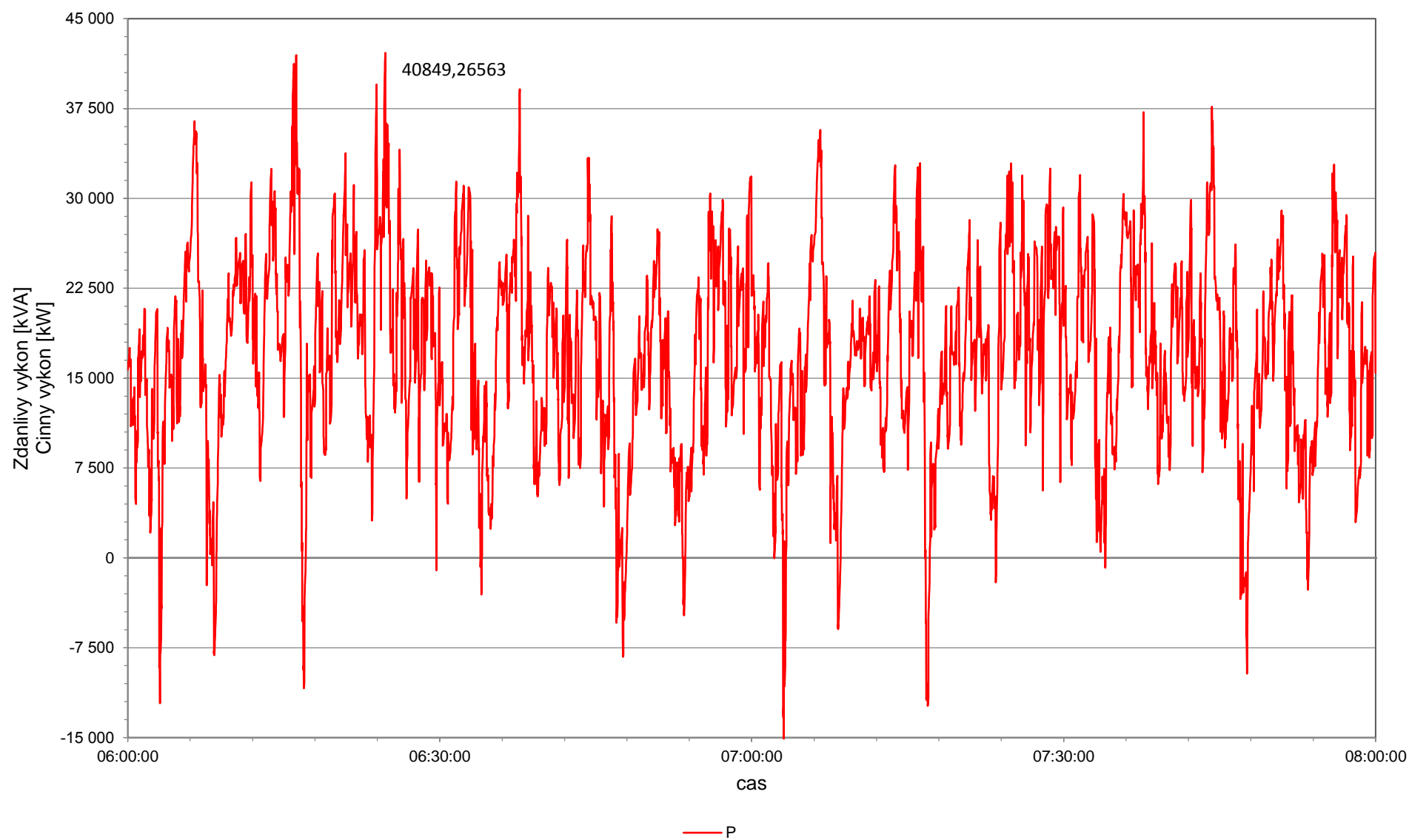


## 10.5 Zatížení TNS

### 10.5.1 TT Černovice

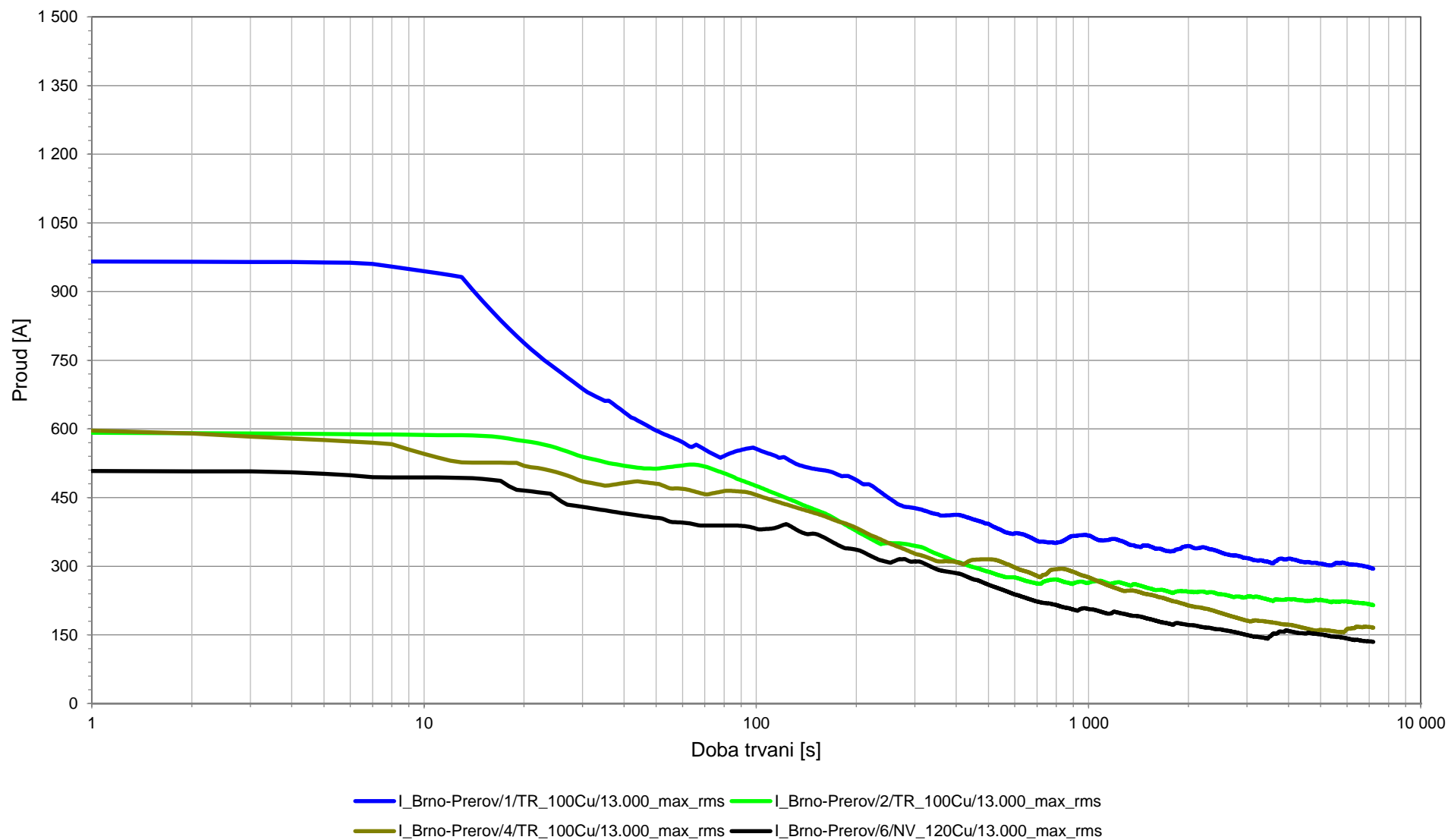


## 10.5.1 TT Nezamyslice

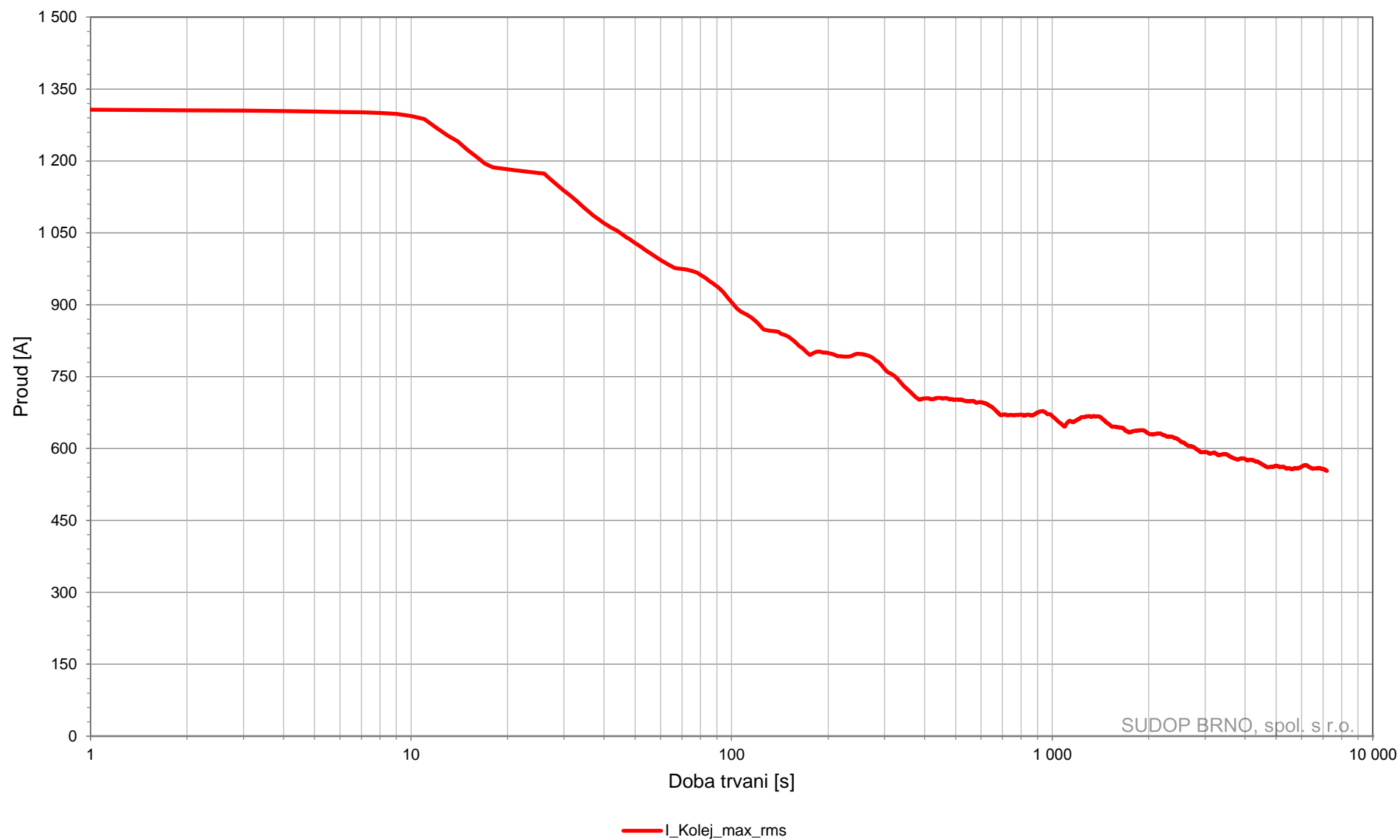


## 10.6 Proudové zatížení napaječů a sběrnice

### 10.6.1 Proudové zatížení TV – TT Černovice

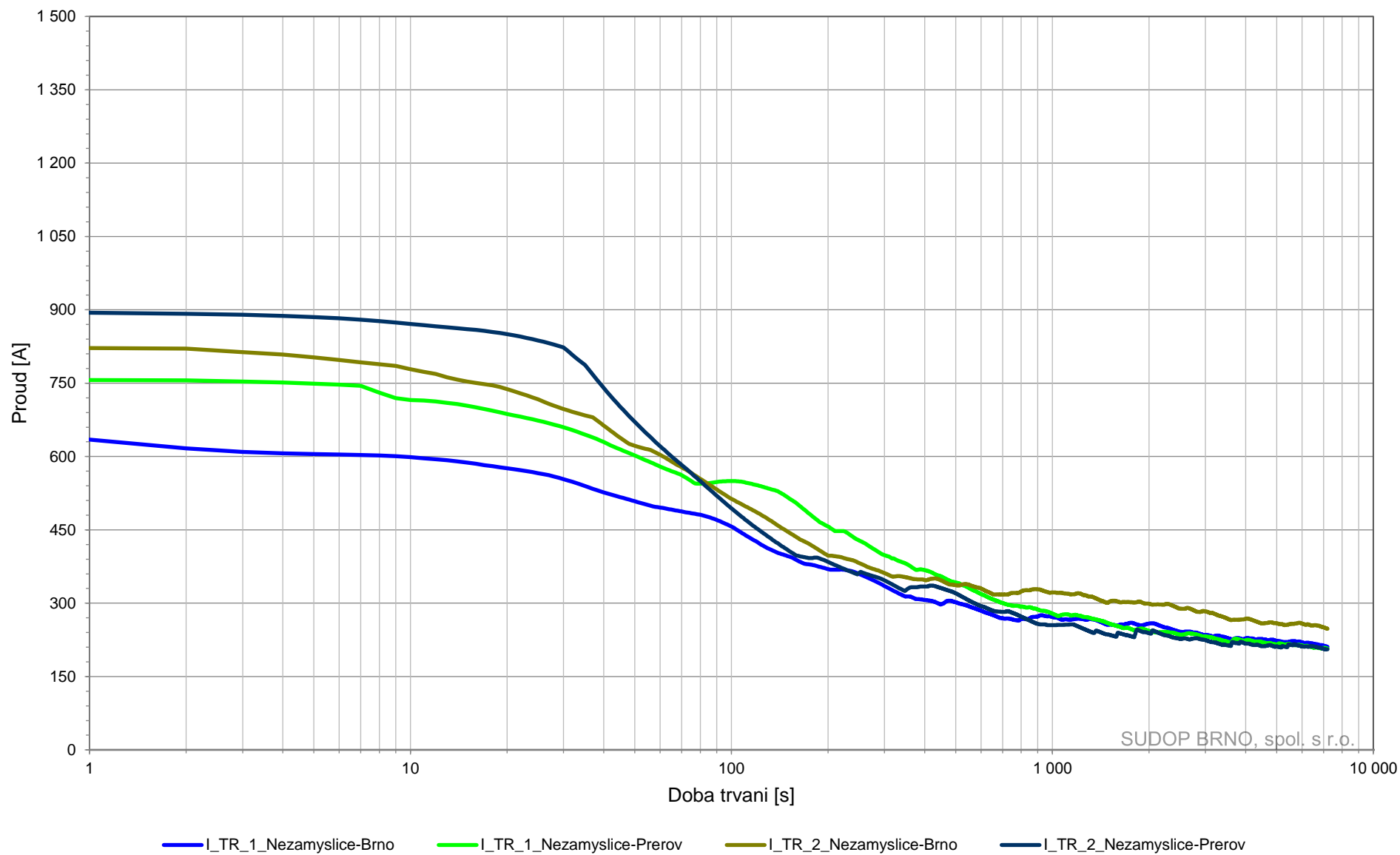


## 10.6.2 Proudové zatížení zpětného vedení – TT Černovice

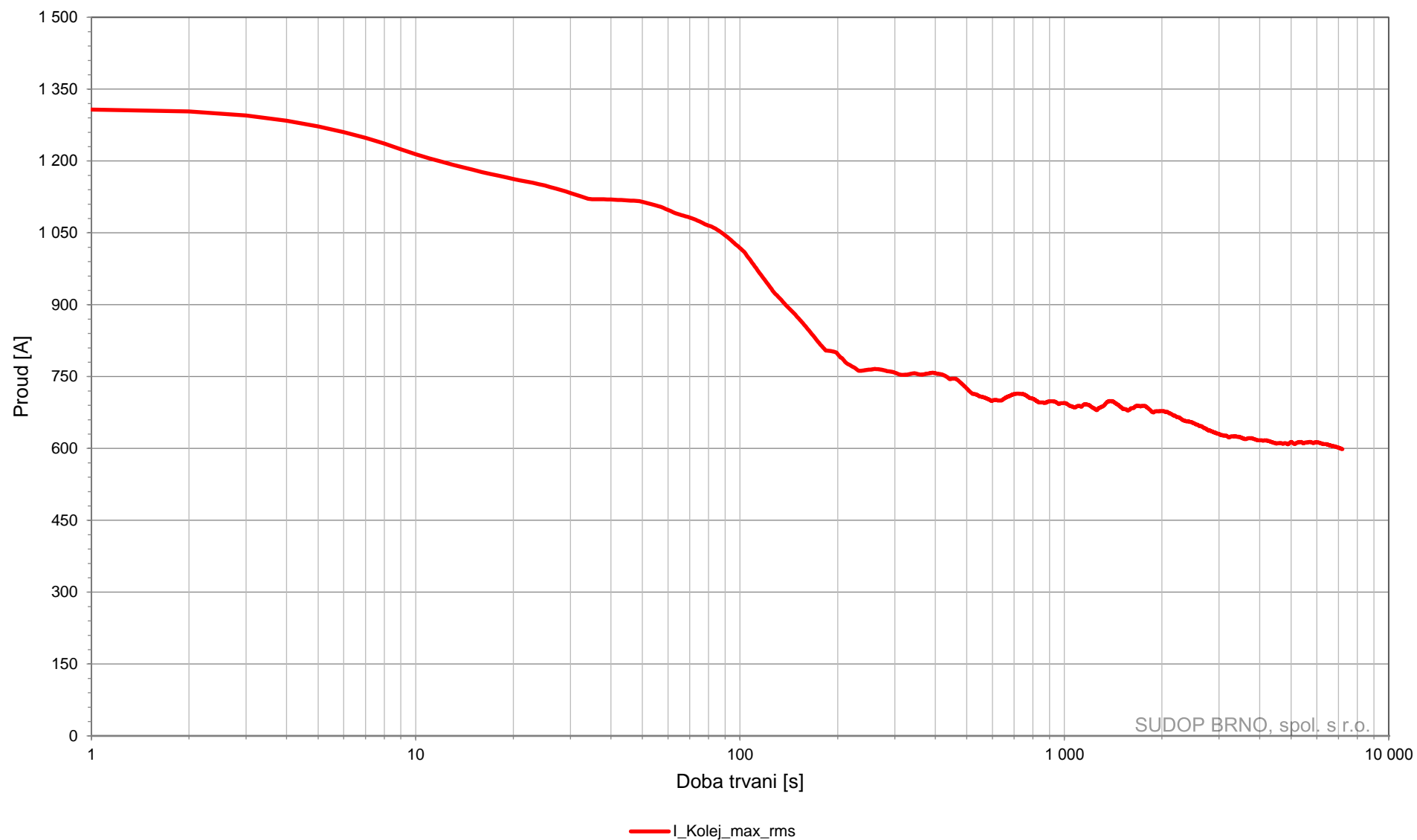




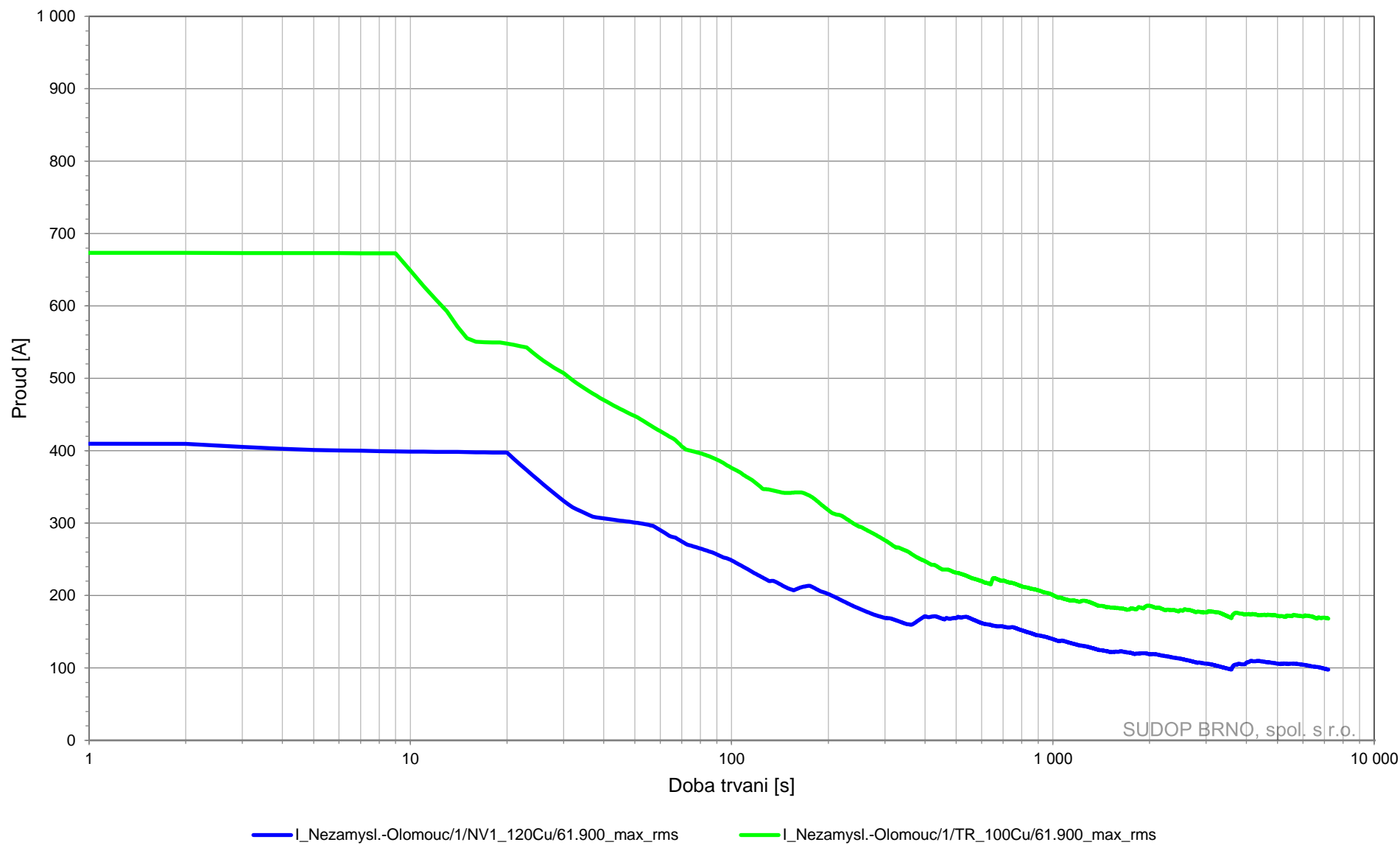
## 10.6.3 Proudové zatížení TV – TT Nezamyslice (trať Brno-Přerov)



## 10.6.4 Proudové zatížení zpětného vedení – TT Nezamyslice (trať Brno-Přerov)



## 10.6.5 Proudové zatížení TV – TT Nezamyslice (trať Nezamyslice - Olomouc)



## 10.6.6 Proudové zatížení zpětného vedení – TT Nezamyslice (trať Nezamyslice - Olomouc)

