



# **STUDIE PROVEDITELNOSTI ZMĚNY TRAKCE Z DC 3 KV NA AC 25 KV, 50 HZ V OBLASTI „NYMBURSKO, KRÁLOVÉHRADECKO A PARDUBICKO“**

**2. dílčí plnění 05/2021**

**A.2.3.4 Energetické výpočty**

Číslo smlouvy 20-102.208

## Identifikační údaje

Název stavby: Studie proveditelnosti změny trakce z DC 3 kV na AC 25 kV, 50 Hz  
v oblasti „Nymbursko, Královéhradecko a Pardubicko“

Stupeň dokumentace: Studie proveditelnosti

Objednatel: Správa železnic, státní organizace  
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1  
IČ: 70994234, DIČ: CZ70994234

Organizační jednotka: Správa železnic, státní organizace  
Stavební správa východ  
Nerudova 773/1  
779 00 Olomouc

Zpracovatel dokumentace: SUDOP PRAHA a.s.  
Olšanská 1a, 130 80 Praha 3  
IČ: 25793349, DIČ: CZ-25793349

Odpovědný zpracovatel projektu: Ing. Miroslav Nezkusil

Zpracovatelé jednotlivých částí dokumentace:

Provozní a dopravní technologie:	Ing. Tomáš Traksl
Železniční zabezpečovací zařízení:	Ing. Petr Lapáček
Železniční sdělovací zařízení:	Ing. Petr Poupa, Vratislav Hůla
Dálková řídicí technika:	Tomáš Brada
Silnoproudá technologie:	Ing. Miroslav Nezkusil
Železniční svršek, spodek	Michal Černý Dis.
Trakční vedení:	Ing. Pavel Haušild
Silnoproudé rozvody:	Ing. Karel Košař
Organizace výstavby:	Ing. Petr Lapáček
Výpočet nákladů:	Ing. Petr Lapáček
Ekonomické hodnocení:	Ing. Dominik Žďánský
Životní prostředí:	Ing. Kateřina Hladká

## Obsah

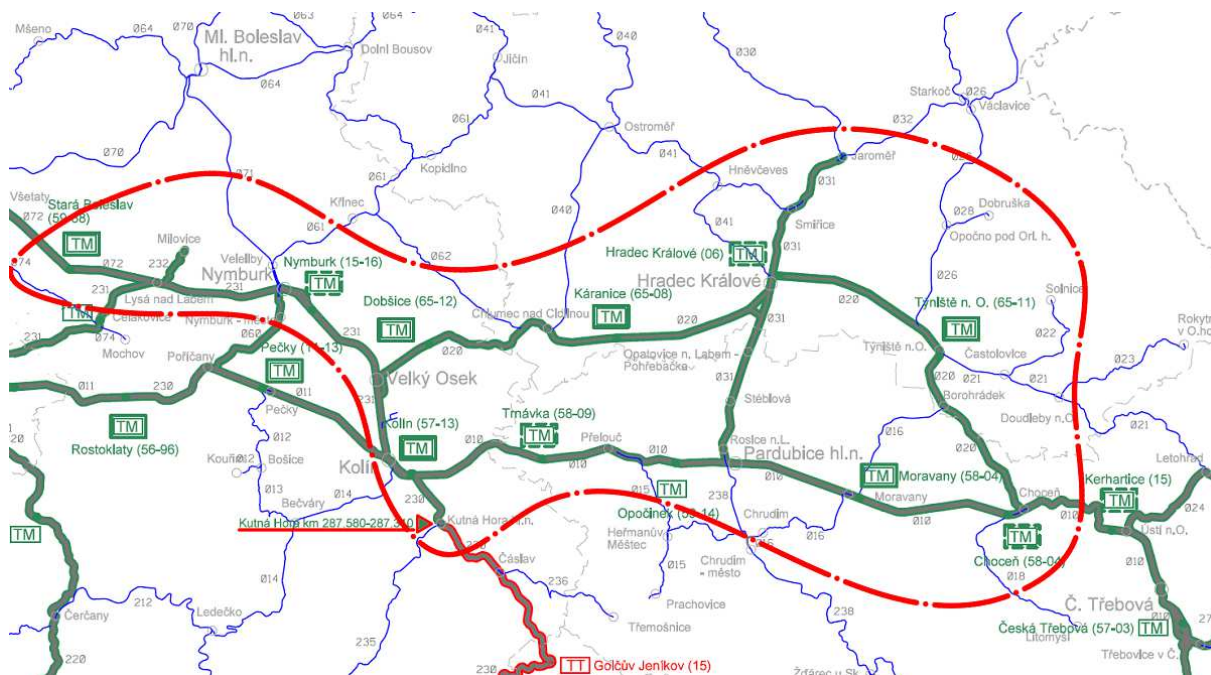
- 1) Energetické výpočty – varianta bez projektu
- 2) Energetické výpočty – projektová varianta

## 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 DC SÍTĚ .....	4
4.2	PARAMETRY TRAKČNÍCH MĚNÍREN (TM) .....	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 .....</b>	<b>10</b>
6.1	VÝKONY TRAKČNÍCH MĚNÍREN.....	11
6.2	PROUDOVÉ ZATÍŽENÍ NAPÁJEČŮ TRAKČNÍCH MĚNÍREN .....	12
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>14</b>
8.1	MODELOVÝ GRAFIKON CHOCEŇ – KOLÍN (14-16H).....	14
8.2	MODELOVÝ GRAFIKON HRADEC KRÁLOVÉ – PARDUBICE (14-16H) .....	15
8.3	MODELOVÝ GRAFIKON HRADEC KRÁLOVÉ - POŘÍČANY .....	16
8.4	MODELOVÝ GRAFIKON KUTNÁ HORA - DŘÍSY .....	17
8.5	MODELOVÝ GRAFIKON LYSÁ NAD LABEM - BALABENKA .....	18
8.6	MODELOVÝ GRAFIKON CHOCEŇ – HRADEC KRÁLOVÉ.....	19
8.7	MODELOVÝ GRAFIKON TÝNIŠTĚ NAD ORLICÍ - SOLNICE .....	20
8.8	VÝKONOVÉ ZATÍŽENÍ JEDNOTLIVÝCH TRAKČNÍCH MĚNÍREN .....	21
8.9	PROUDOVÉ ZATÍŽENÍ NAPÁJEČŮ V TRAKČNÍCH MĚNÍRNÁCH .....	33
8.10	SCHÉMA – DETAIL .....	45

## 2 Úvod

Tyto energetické výpočty mají za cíl posoudit stejnosměrné trakční vedení DC 3 kV po celé délce řešeného úseku (Choceň – Kolín – Stará Boleslav, Choceň – Hradec Králové – Dobšice a přilehlé tratě) 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 3kV, viz obrázek níže.



Do simulace byly zahrnuta trať 320,321,270,321.

## 3 Podklady

Celá simulace byla provedena v programu OpenTrack, kde je namodelována 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 (ČSD) SR 34(E) s úpravou dle dopisu zn.: 21480/2017-SŽDC-O14

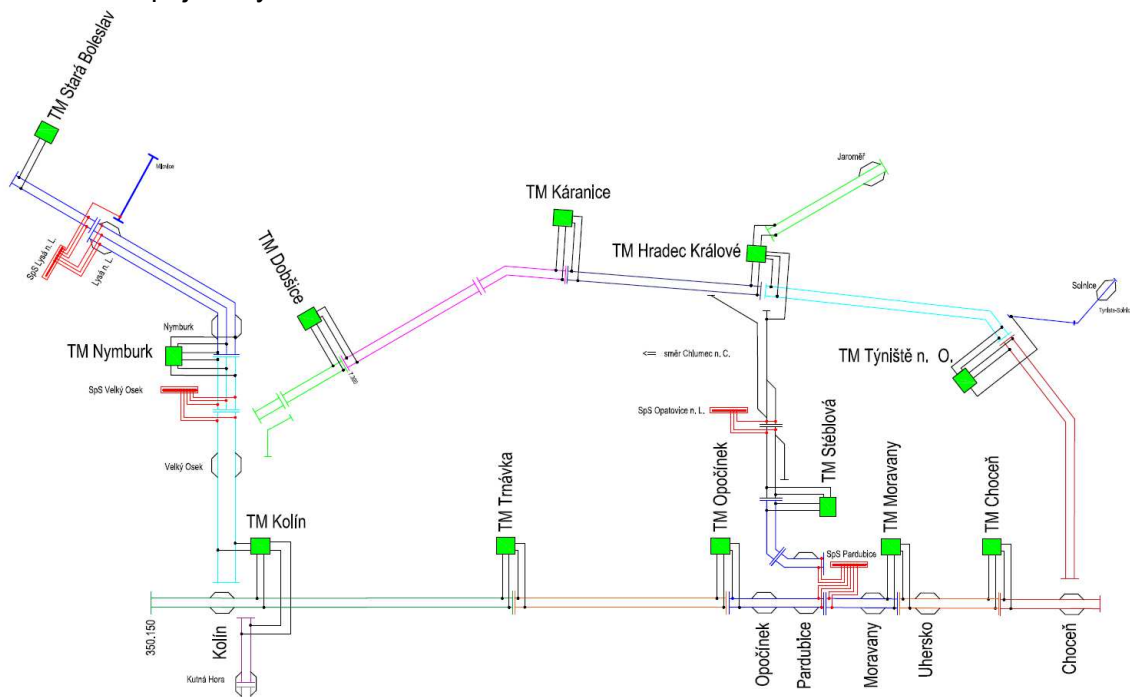
### 3.2 Model infrastruktury, jízdní řád a HV

- **Koleje**  
Niveleta koleje byla převzata od zadavatele a odpovídá stávajícímu stavu. Stejně tak byly převzaty polohy výhybek a nástupišť.
- **Jízdní řád**  
Byl zpracován po konzultaci s dopravním technologem objednatele a na základě toho byl vybrán nejhorší možný stav.
- **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.
- **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 DC sítě

- Napětí 3 kV
- Frekvence 0 Hz

### 4.2 Parametry trakčních měření (TM)

- Výstupní napětí 3,3 kV
- Vnitřní odpor 0,044  $\Omega$
- Úbytek napětí 0,005 kV při 0,001  $\Omega$

### 4.3 Parametry trakčního vedení

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

#### Vodiče

##### **Nosné lano 120Cu**

- geometrická poloha [x ; y] [0 ; 6,6] m
- ekvivalentní poloměr<sup>1</sup> 4,685 mm
- činný odpor při 20°C 0,150 Ω/km
- teplotní součinitel 0,004 °C<sup>-1</sup>
- uvažovaná teplota vodiče 80°C

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

- geometrická poloha [x ; y] [0 ; 5,6] m
- ekvivalentní poloměr 5,383 mm
- činný odpor při 20°C 0,122 Ω/km
- teplotní součinitel 0,00393 °C<sup>-1</sup>
- uvažovaná teplota vodiče 80°C

##### **Zesilovací vedení 120Cu**

- geometrická poloha [x ; y] [0 ; 6,6] m
- ekvivalentní poloměr 4,685 mm
- činný odpor při 20°C 0,150 Ω/km
- teplotní součinitel 0,004 °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
- činný odpor při 20°C 0,416 Ω/km
- teplotní součinitel 0,004 °C<sup>-1</sup>
- uvažovaná teplota vodiče 60°C

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

##### **země**

- geometrická poloha [x ; y] [0 ; -715]m
- ekvivalentní poloměr 465 m
- činný odpor 0,001 Ω/km

#### Propojky

- Vzdálenost mezikolejnicových propojení jedné stopy 1 km

<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



- |  |            |
|--|------------|
| • Vzdálenost mezikolejových propojení na jedné trati | 5 km       |
| • Propojení zesilovacího vedení a troleje            | 100m       |
| • Propojení troleje a nosného lana                   | 1 000 S/km |
| • Propojení kolejnice a země <sup>3</sup>            | 0,01 S/km  |

#### 4.4 Parametry hnacích vozidel

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

##### EC

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

##### EC

- |                           |         |
|---------------------------|---------|
| • Hmotnost bez lokomotivy | 700t    |
| • Jízdní odpor            | R       |
| • Lokomotiva              | Vectron |

##### R

- |                |                    |
|----------------|--------------------|
| • Jízdní odpor | R                  |
| • Lokomotiva   | 3x RegioPanter 640 |

##### R

- |                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| • Jízdní odpor | R                                 |
| • Lokomotiva   | RegioPanter 650 + RegioPanter 640 |

##### R

- |                |     |
|----------------|-----|
| • Jízdní odpor | R   |
| • Lokomotiva   | 242 |

##### R

- |                           |         |
|---------------------------|---------|
| • Hmotnost bez lokomotivy | 250t    |
| • Jízdní odpor            | R       |
| • Lokomotiva              | Vectron |

##### R

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

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

**Os**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva RegioPanter 640

**Os**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva RegioPanter 650

**Os**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva CitiElephant 471

**Os**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva 2xCitiElephant 471

**Os**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva 2x RegioPanter 650

**Pn**

- Hmotnost bez lokomotivy 2400t
- Jízdní odpor T4
- Lokomotiva Vectron

**Pn**

- Hmotnost bez lokomotivy 3200t
- Jízdní odpor T4
- Lokomotiva 2xVectron

**Pn**

- Hmotnost bez lokomotivy 4000t
- Jízdní odpor T4
- Lokomotiva 2xVectron

**Vn**

- Hmotnost bez lokomotivy 660t
- Jízdní odpor U4
- Lokomotiva Vectron

**NEx**

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

### Sp

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva RegioPanter 650 + 2x RegioPanter 640

### SC

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva Univerzální elektrická jednotka

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 3,6 kV
- Regulace výkonu dle TSI ENE ano

### RegioPanter 640

- Maximální výkon 2,04 MW
- Maximální tažná síla 196 kN
- Max. napětí při rekuperaci 3,6 kV
- Regulace výkonu dle TSI ENE ne

### RegioPanter 650

- Maximální výkon 1,36 MW
- Maximální tažná síla 196 kN
- Max. napětí při rekuperaci 3,6 kV
- Regulace výkonu dle TSI ENE ne

### Univerzální elektrická jednotka

- Maximální výkon 4,95 MW
- Maximální tažná síla 200 kN
- Max. napětí při rekuperaci 3,6 kV
- Regulace výkonu dle TSI ENE ano

### 471

- Maximální výkon 2 MW
- Maximální tažná síla 180 kN
- Max. napětí při rekuperaci 3,6 kV
- Regulace výkonu dle TSI ENE ne

## 5 Metoda výpočtu

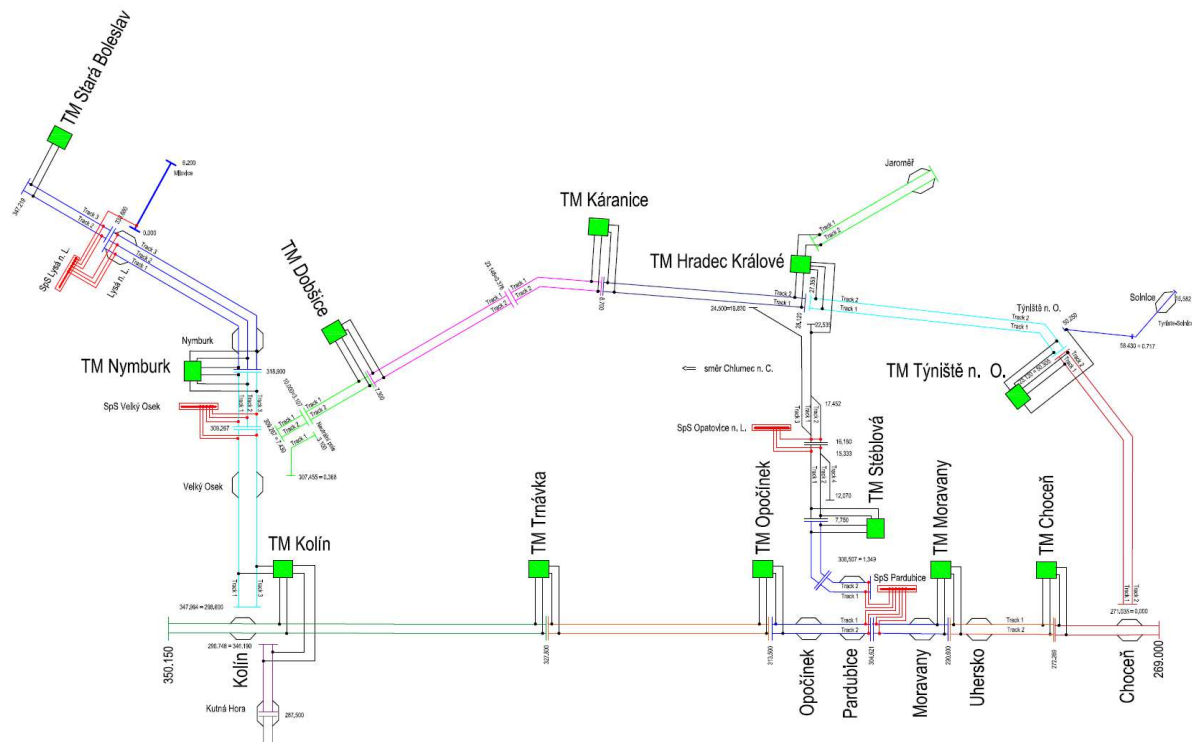
Výpočet byl proveden v programu OpenPowerNet, který paralelně spolupracuje s programem OpenTrack. Celý výpočet by se dal zjednodušeně popsat v následujících pěti bodech:

- 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  $0,9U_{jm}$ ) 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

Simulace vychází z dopravní technologie, která řeší špičku osobní dopravy, na kterou je nutné dimenzovat subsystém energie. V rámci studie byla simulována varianta Bez projektu, tedy výhledová doprava se stávajícím napájením.

V celém řešeném úseku uvažujeme stávající trakční měnírny a stejnosměrnou trakční sestavu 3 kV.



Jednotlivé meziměřírenské napájecí úseky jsou odděleny barvami.

## 6.1 Výkony trakčních měření

V této kapitole jsou vypsané jednotlivé výkony v závislosti na délce trvání všech měření v řešeném úseku. Grafické průběhy naleznete v **Příloze 9** – Výkonové zatížení jednotlivých trakčních měření.

Výkony TM - varianta Bez projektu								
TM	P <sub>1s</sub>	P <sub>10s</sub>	P <sub>1min</sub>	P <sub>5min</sub>	P <sub>10min</sub>	P <sub>15min</sub>	P <sub>60min</sub>	P <sub>120min</sub>
	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Choceň	9,50	9,30	7,80	6,50	5,90	5,50	4,40	4,35
Dobšice	10,60	10,20	9,20	7,10	6,70	6,10	5,40	5,20
Hradec Králové	14,90	14,80	11,50	7,80	6,20	6,20	5,00	4,70
Káranice	10,70	10,30	9,00	7,30	6,70	6,10	5,30	4,90
Kolín	16,00	14,70	13,00	9,50	8,70	8,20	6,90	6,60
Moravany	10,00	9,70	8,20	6,50	6,20	6,00	5,30	5,00
Nymburk	17,90	17,70	14,80	10,40	9,50	8,50	7,10	6,80
Opočíněk	10,00	9,70	8,30	6,80	6,20	5,80	5,30	5,10
Stará Boleslav	15,00	14,90	12,50	8,70	7,50	6,80	5,70	5,50
Stéblová	8,20	7,60	6,50	5,20	4,70	4,70	4,20	4,00
Trnávka	10,90	10,10	8,90	7,10	6,70	6,40	5,70	5,50
Týniště n. O.	16,10	15,90	12,40	8,70	7,20	7,20	5,80	5,40

## 6.2 Proudové zatížení napáječů trakčních měníren

Napájecí úsek	$I_{TV300s}$ [A]			$I_{TVmax}$ [A]			Proudová zátížitelnost TV 1	Proudová zátížitelnost TV 2	Proudová zátížitelnost TV 3	Maximální proudové zátížení TV 1	Maximální proudové zátížení TV 2	Maximální proudové zátížení TV 3
	$I_{TV1}$	$I_{TV2}$	$I_{TV3}$	$I_{TV1}$	$I_{TV2}$	$I_{TV3}$						
Choceň => Týniště n. O.	868	775		1870	1536		OK	OK		OK	OK	
Choceň => Moravany	1855	1236		3397	2140		OK	OK		FAIL	OK	
Moravany => Choceň	1545	1045		233	2282		OK	OK		OK	OK	
Moravany => Pardubice	1315	1045		233	1674		OK	OK		OK	OK	
Opočíněk => Pardubice	916	956		2106	2106		OK	OK		OK	OK	
Opočíněk => Trnávka	1273	916		2251	1783		OK	OK		OK	OK	
Stéblová => Pardubice	803	803		1537	1303		OK	OK		OK	OK	
Stéblová => Hradec Králové	567	538		1481	1236		OK	OK		OK	OK	
Trnávka => Opočíněk	1209	753		2338	2122		OK	OK		OK	OK	
Trnávka => Kolín	1744	1341		3391	2897		OK	OK		FAIL	OK	
Kolín => Kutná Hora	2369	2440		4061	4061		FAIL	FAIL		FAIL	FAIL	
Kolín => Nymburk	1266	1744		3523	3739		OK	OK		FAIL	FAIL	
Kolín => Trnávka	1372	1654		2944	3220		OK	OK		OK	FAIL	
Nymburk => Kolín	1244	734	867	2573	1787	1728	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Nymburk => Stará Boleslav	1756	1756	1756	3434	3864	3434	OK	OK	OK	FAIL	FAIL	FAIL
Dobšice => Velký Osek	1525	2018		2065	3710		OK	OK		OK	FAIL	
Dobšice => Káranice	1252	1687		2391	2827		OK	OK		OK	OK	
Káranice => Dobšice	1338	1500		2564	2564		OK	OK		OK	OK	
Káranice => Hradec Králové	1676	1136		2564	2564		OK	OK		OK	OK	
Hradec Králové => Káranice	452	337		766	622		OK	OK		OK	OK	
Hradec Králové => Stéblová	228			463			OK	OK		OK	OK	
Hradec Králové => Týniště n. O.	498	468		1007	1109		OK	OK		OK	OK	
Týniště n. O. => Choceň	939	697		2578	1742		OK	OK		OK	OK	
Týniště n. O. => Hradec Králové	2224	1758		3524	4556		FAIL	OK		FAIL	FAIL	
Týniště n. O. => Solnice	1317			3778			OK	OK		FAIL	OK	

Omezení, které vyplynulo ze simulací je proudové zatížení trakčního vedení v meziměřírenském úseku TM Choceň – TM Moravany, TM Trnávka – TM Kolín, TM Kolín – Nymburk – Stará Boleslav a TM Kolín směrem na žst Kutná Hora. Zatížení trakčního vedení z hlediska oteplení TV v tomto úseku dosahuje až 4061 A v úseku TM Kolín – Kutná Hora. Dále bylo proudové zatížení zkoumáno z hlediska vybavení zkratových ochran v trakčních měnících. Obecně se uvažovalo nastavení ochrany maximálně na 3000A, poté byl přetížený napáječ odpojen.

## 7 Závěr

Z výsledků vyplývá, že stávající systém stejnosměrného napájení bude omezující pro budoucí dopravu.

Kontroloval:  
Jiří Podhradský

Zpracoval:  
Ing. Ondřej Svoboda

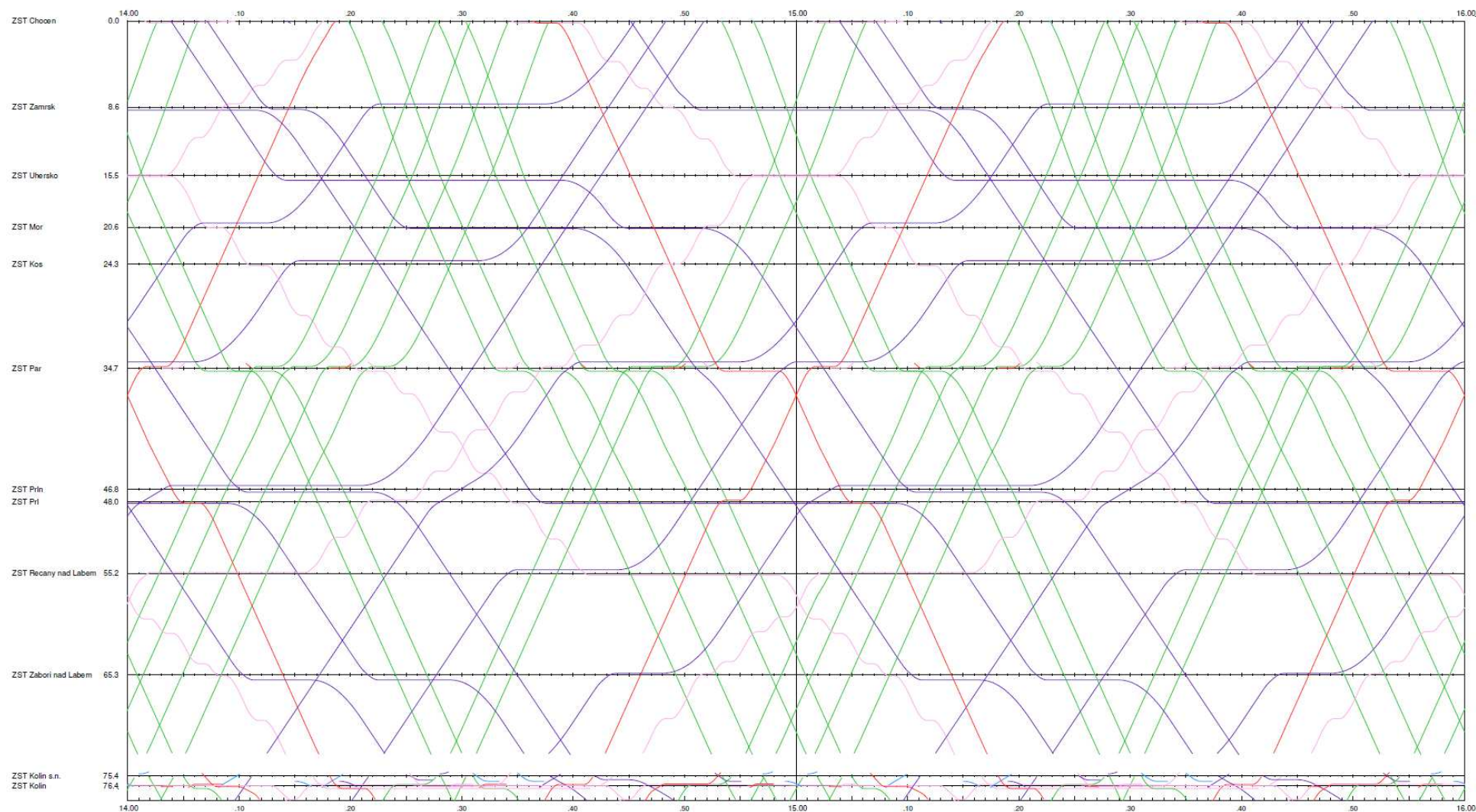
## Přílohy

<b>8</b>	<b>PŘÍLOHY</b>	<b>14</b>
8.1	MODELOVÝ GRAFIKON CHOCEŇ – KOLÍN (14-16H)	14
8.2	MODELOVÝ GRAFIKON HRADEC KRÁLOVÉ – PARDUBICE (14-16H)	15
8.3	MODELOVÝ GRAFIKON HRADEC KRÁLOVÉ - POŘÍČANY	16
8.4	MODELOVÝ GRAFIKON KUTNÁ HORA - DŘÍSY	17
8.5	MODELOVÝ GRAFIKON LYSÁ NAD LABEM - BALABENKA	18
8.6	MODELOVÝ GRAFIKON CHOCEŇ – HRADEC KRÁLOVÉ	19
8.7	MODELOVÝ GRAFIKON TÝNIŠTĚ NAD ORLICÍ - SOLNICE	20
8.8	VÝKONOVÉ ZATÍŽENÍ JEDNOTLIVÝCH TRAKČNÍCH MĚNÍREN	21
8.8.1	Výkonové zatížení TM Choceň	21
8.8.2	Výkonové zatížení TM Dobšice	22
8.8.3	Výkonové zatížení TM Hradec Králové	23
8.8.4	Výkonové zatížení TM Káranice	24
8.8.5	Výkonové zatížení TM Kolín	25
8.8.6	Výkonové zatížení TM Moravany	26
8.8.7	Výkonové zatížení TM Nymburk	27
8.8.8	Výkonové zatížení TM Opočínec	28
8.8.9	Výkonové zatížení TM Stará Boleslav	29
8.8.10	Výkonové zatížení TM Stéblová	30
8.8.11	Výkonové zatížení TM Trnávka	31
8.8.12	Výkonové zatížení TM Týniště nad Orlicí	32
8.9	PROUDOVÉ ZATÍŽENÍ NAPAJEČŮ V TRAKČNÍCH MĚNÍRNÁCH	33
8.9.1	Proudové zatížení napáječů TM Choceň	33
8.9.2	Proudové zatížení napáječů TM Dobšice	34
8.9.3	Proudové zatížení napáječů TM Hradec Králové	35
8.9.4	Proudové zatížení napáječů TM Káranice	36
8.9.5	Proudové zatížení napáječů TM Kolín	37
8.9.6	Proudové zatížení napáječů TM Moravany	38
8.9.7	Proudové zatížení napáječů TM Nymburk	39
8.9.8	Proudové zatížení napáječů TM Opočínec	40
8.9.9	Proudové zatížení napáječů TM Stará Boleslav	41
8.9.10	Proudové zatížení napáječů TM Stéblová	42
8.9.11	Proudové zatížení napáječů TM Trnávka	43
8.9.12	Proudové zatížení napáječů TM Týniště nad Orlicí	44
8.10	SCHÉMA – DETAIL	45

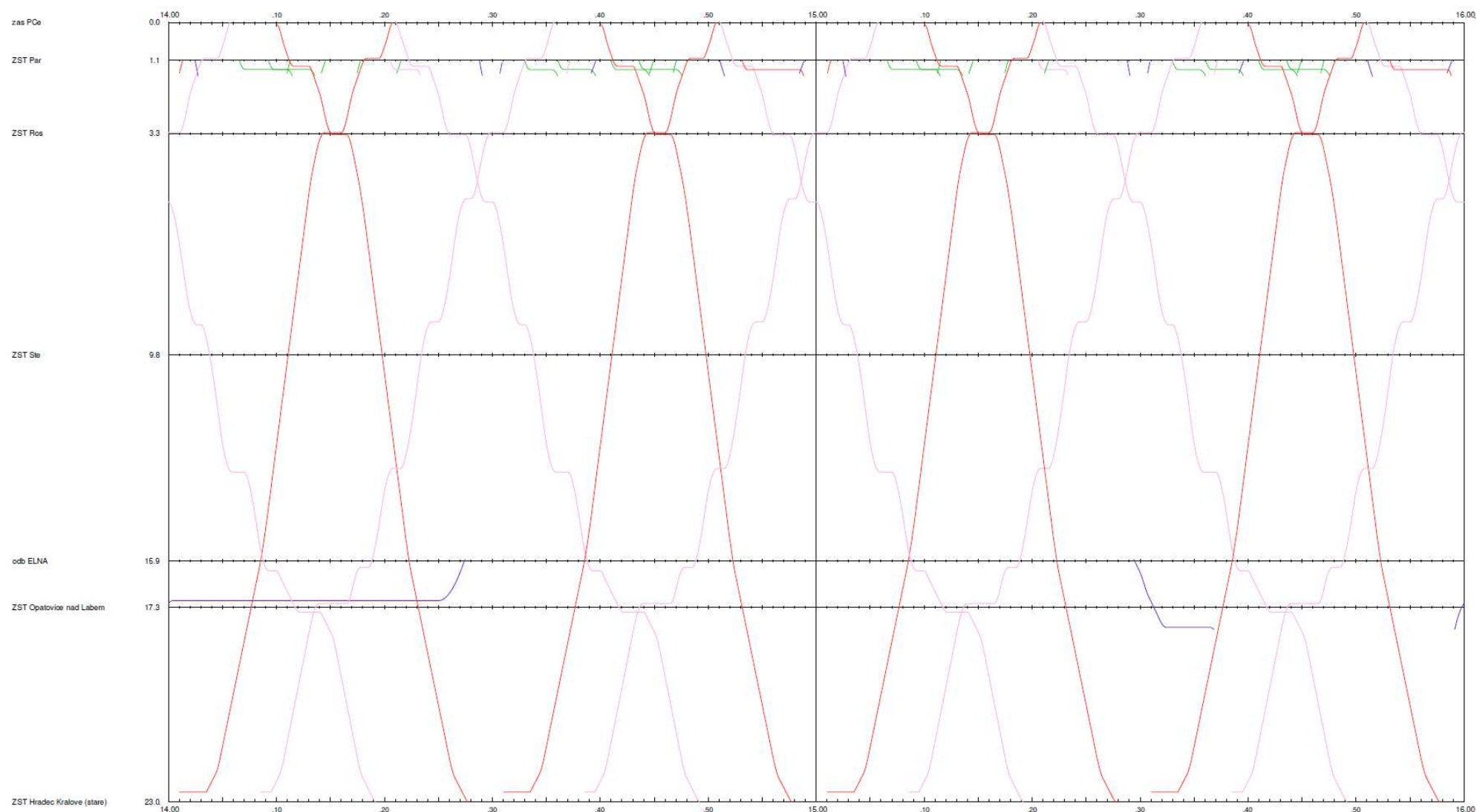


## 8 Přílohy

### 8.1 Modelový grafikon Choceň – Kolín (14-16h)

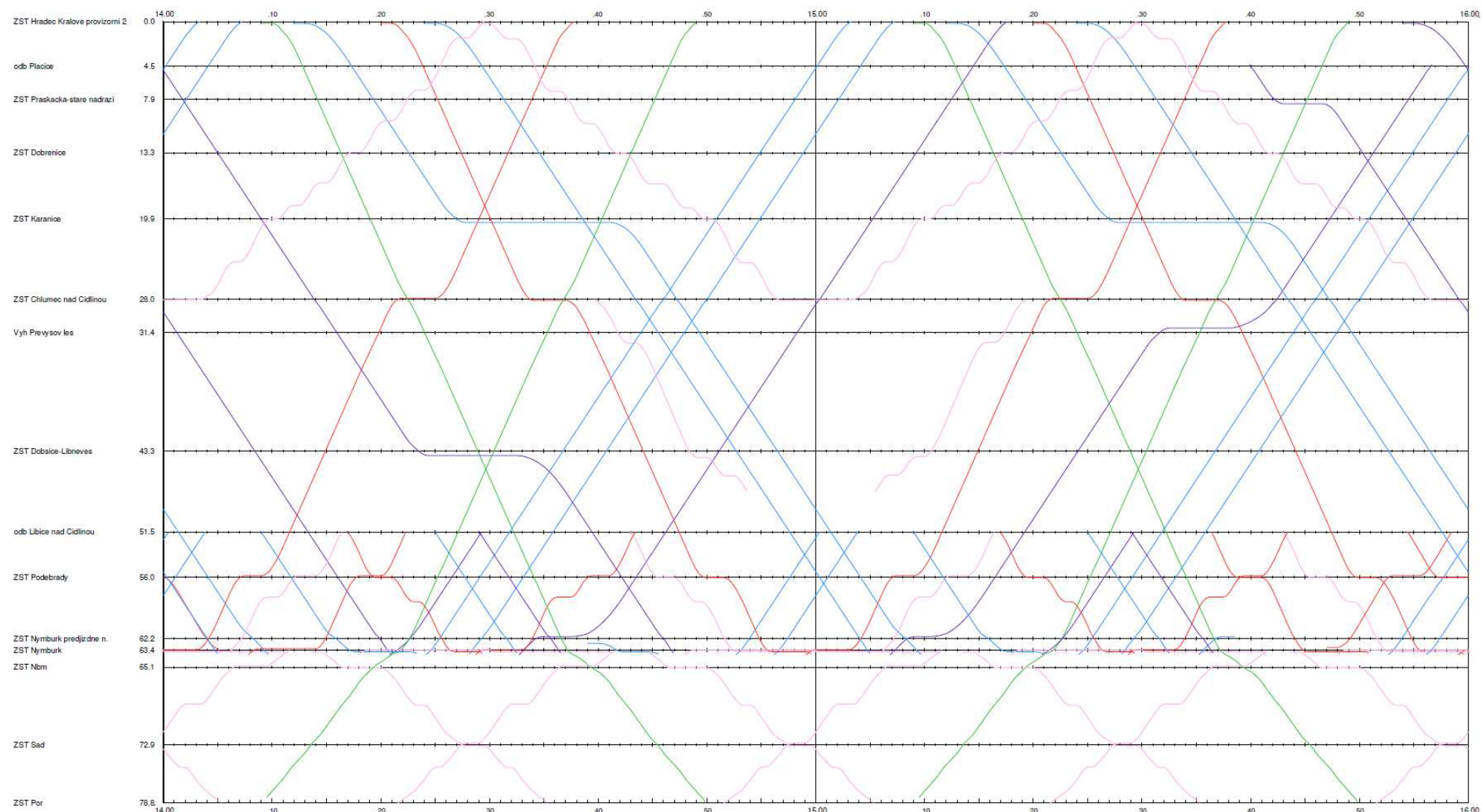


## 8.2 Modelový grafikon Hradec Králové – Pardubice (14-16h)

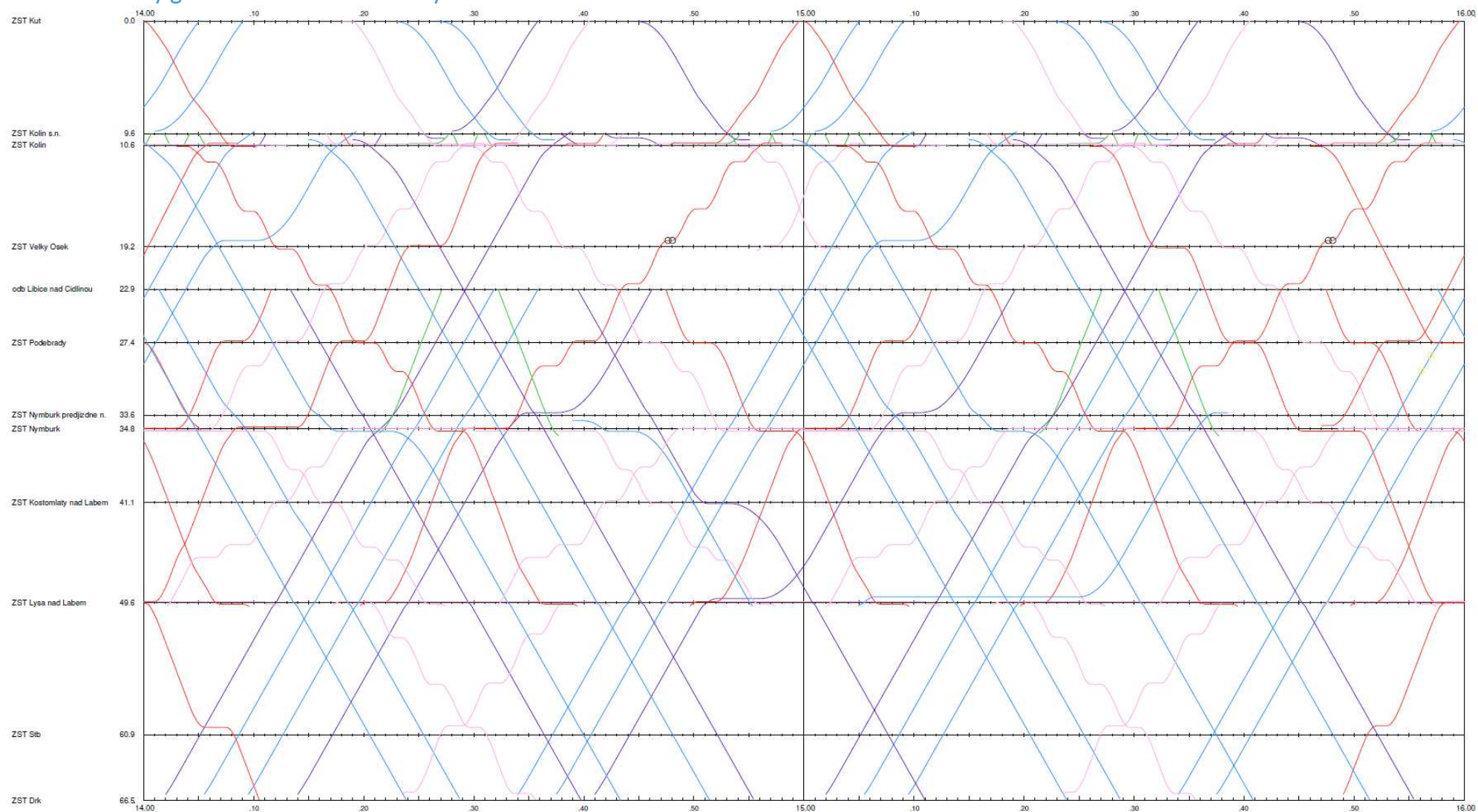




### 8.3 Modelový grafikon Hradec Králové - Poříčany

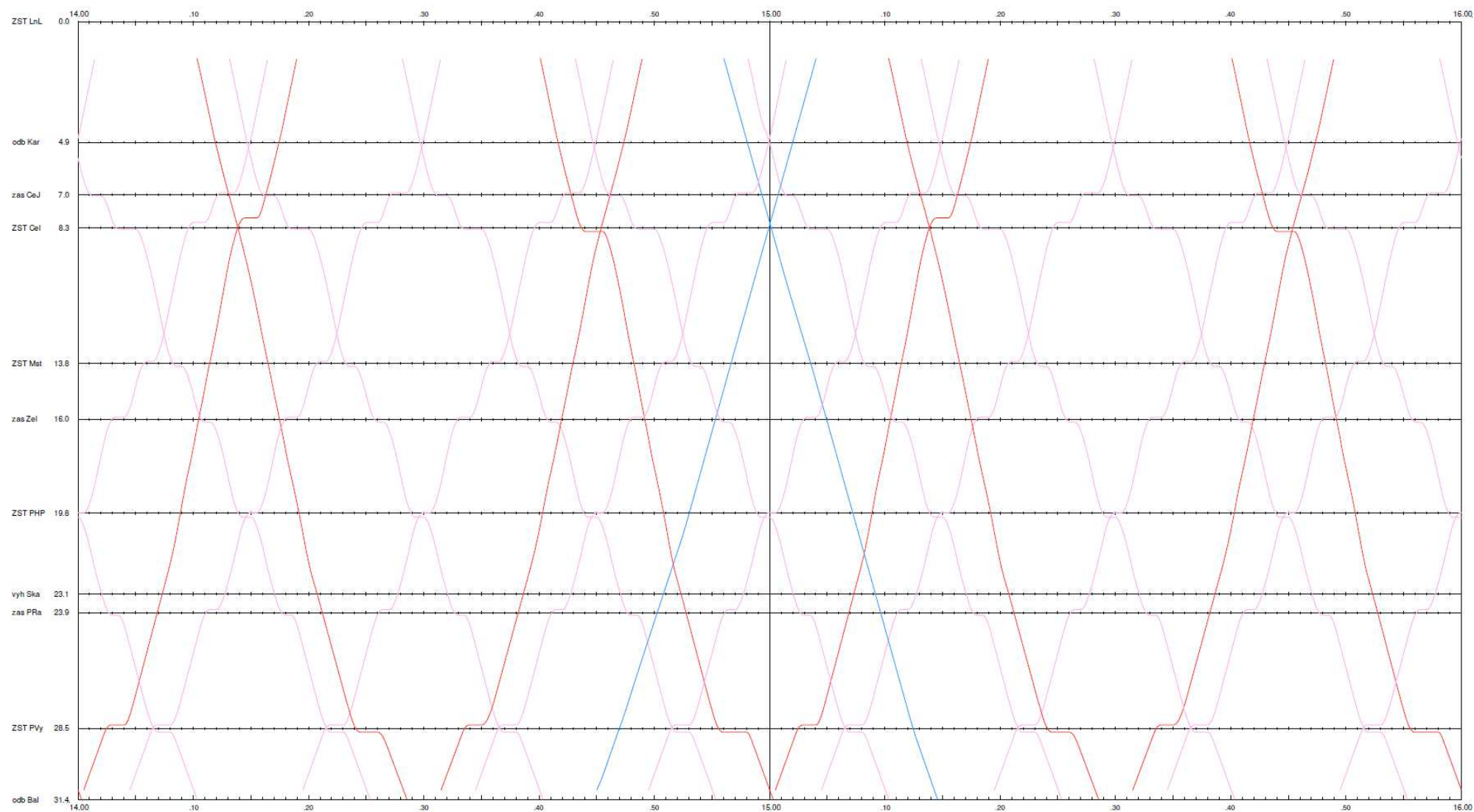


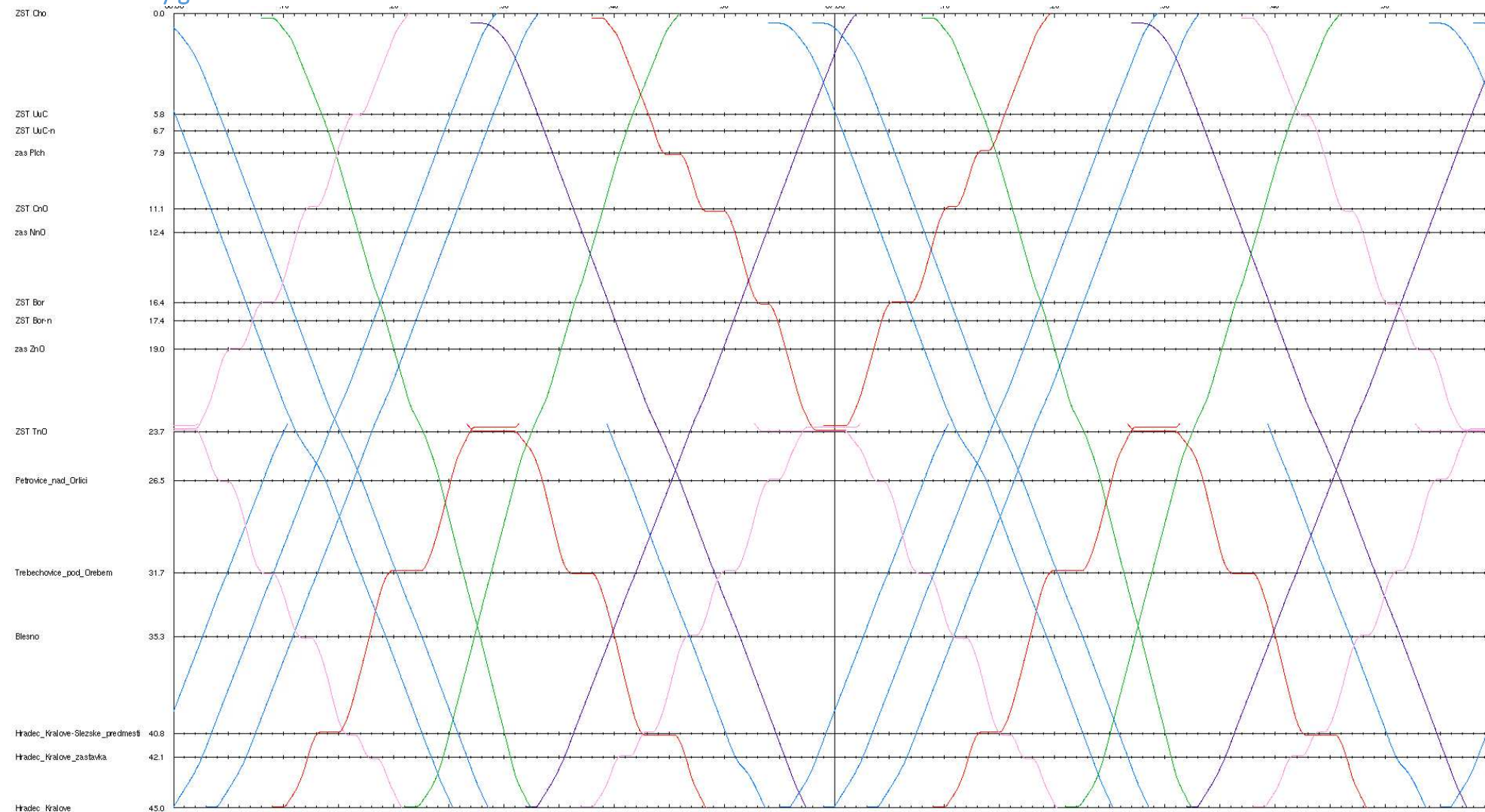
## 8.4 Modelový grafikon Kutná Hora - Dřívý



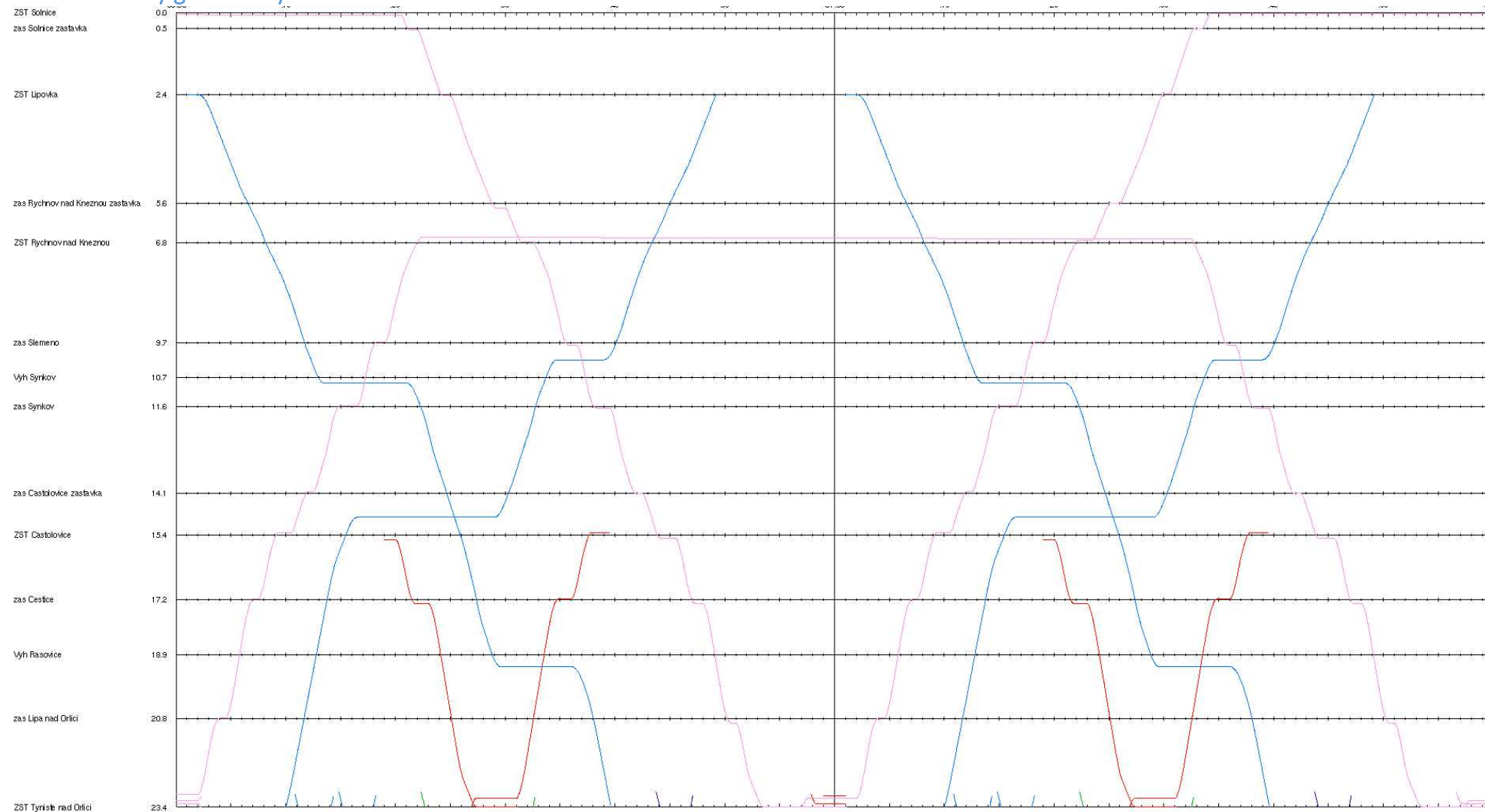


## 8.5 Modelový grafikon Lysá nad Labem - Balabenka



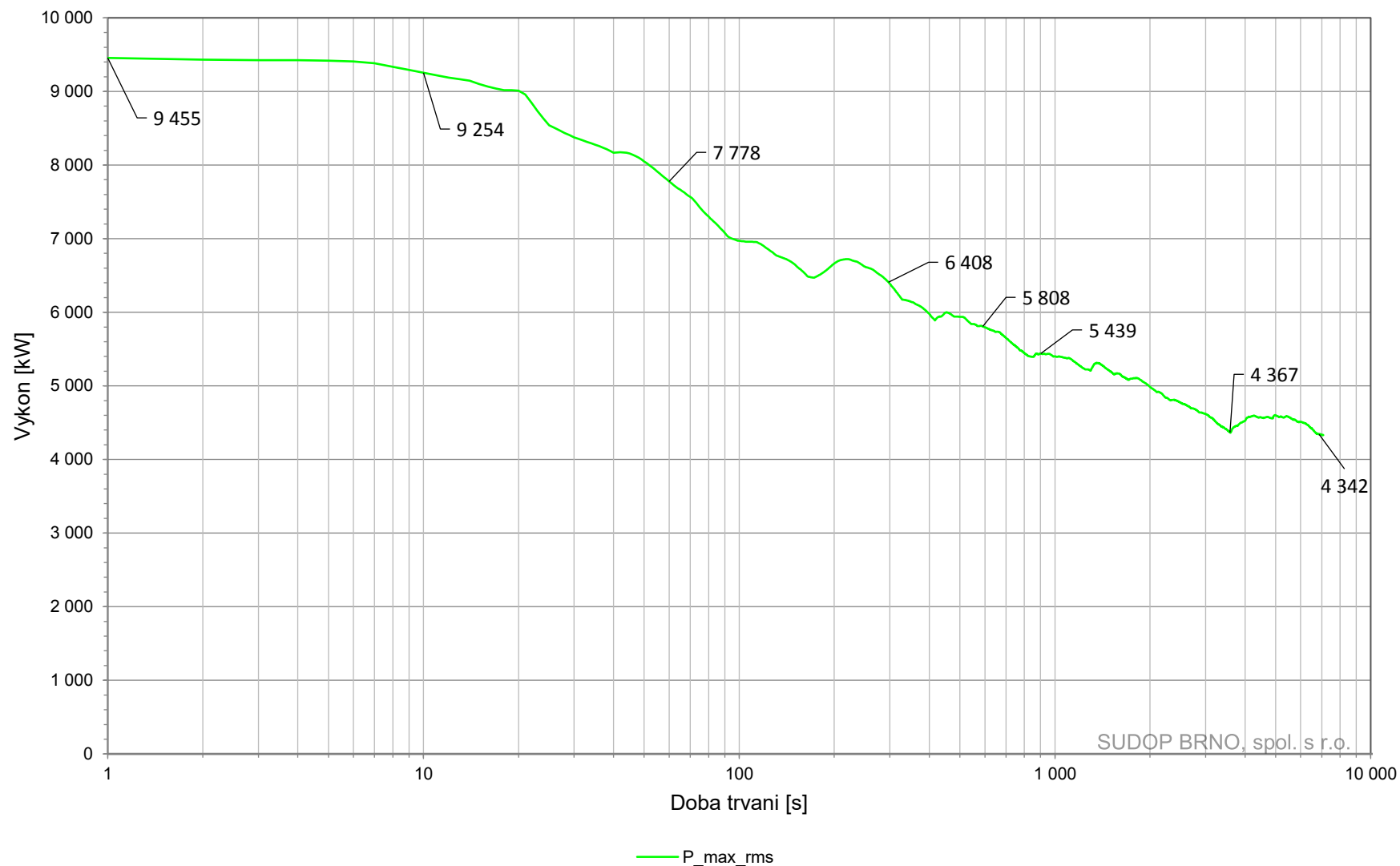


## 8.7 Modelový grafikon Týniště nad Orlicí - Solnice



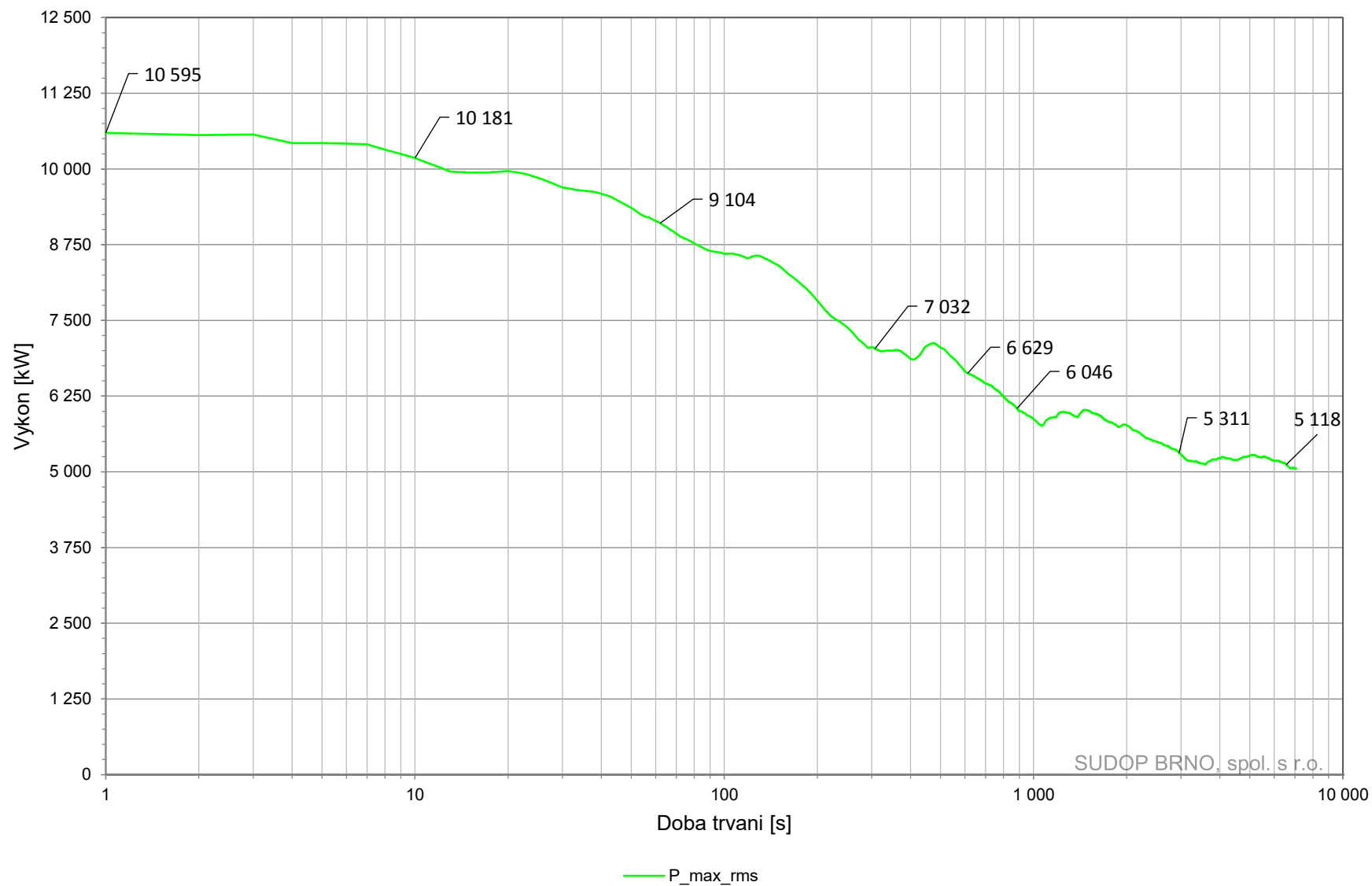
## 8.8 Výkonové zatížení jednotlivých trakčních měření

### 8.8.1 Výkonové zatížení TM Choceň

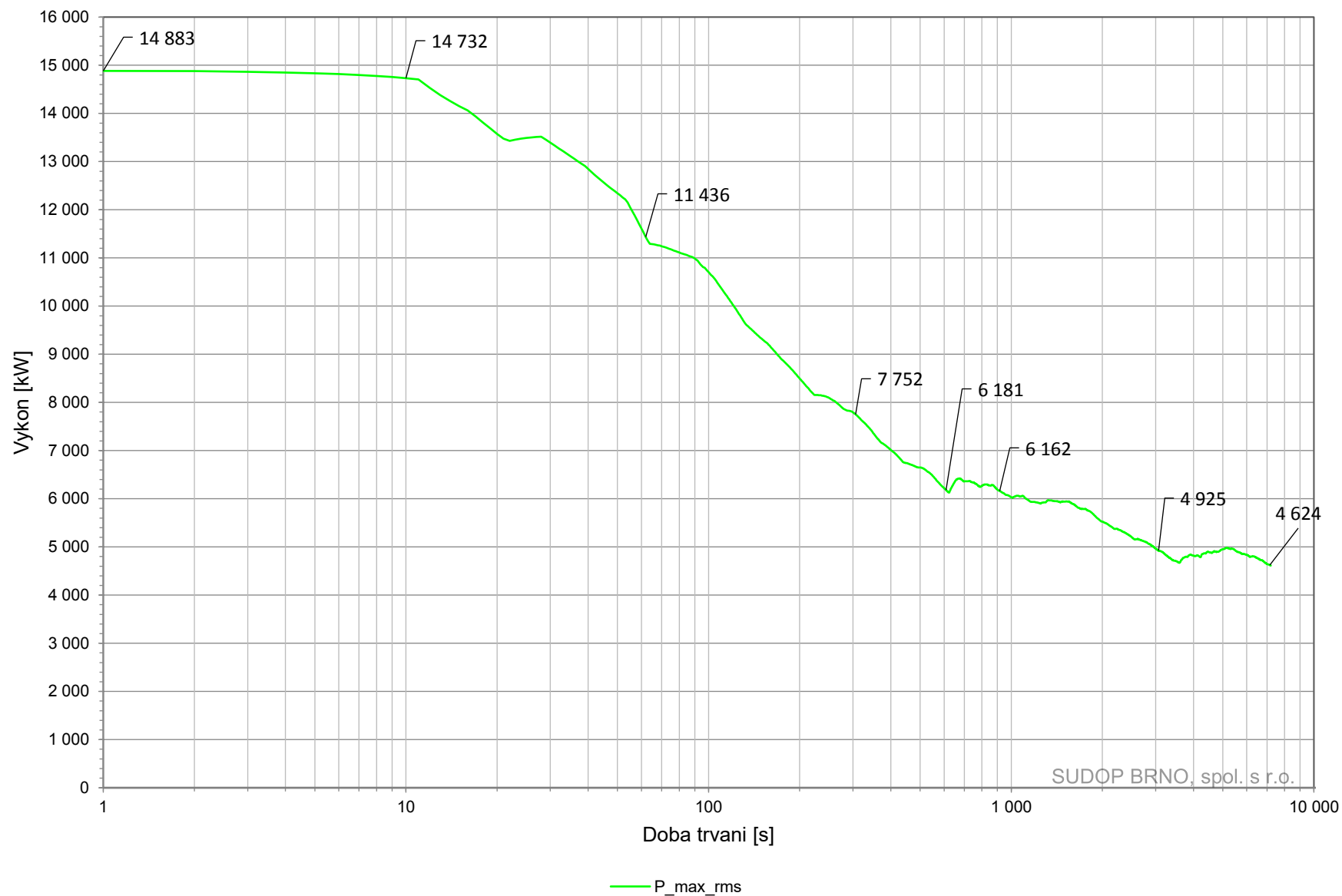




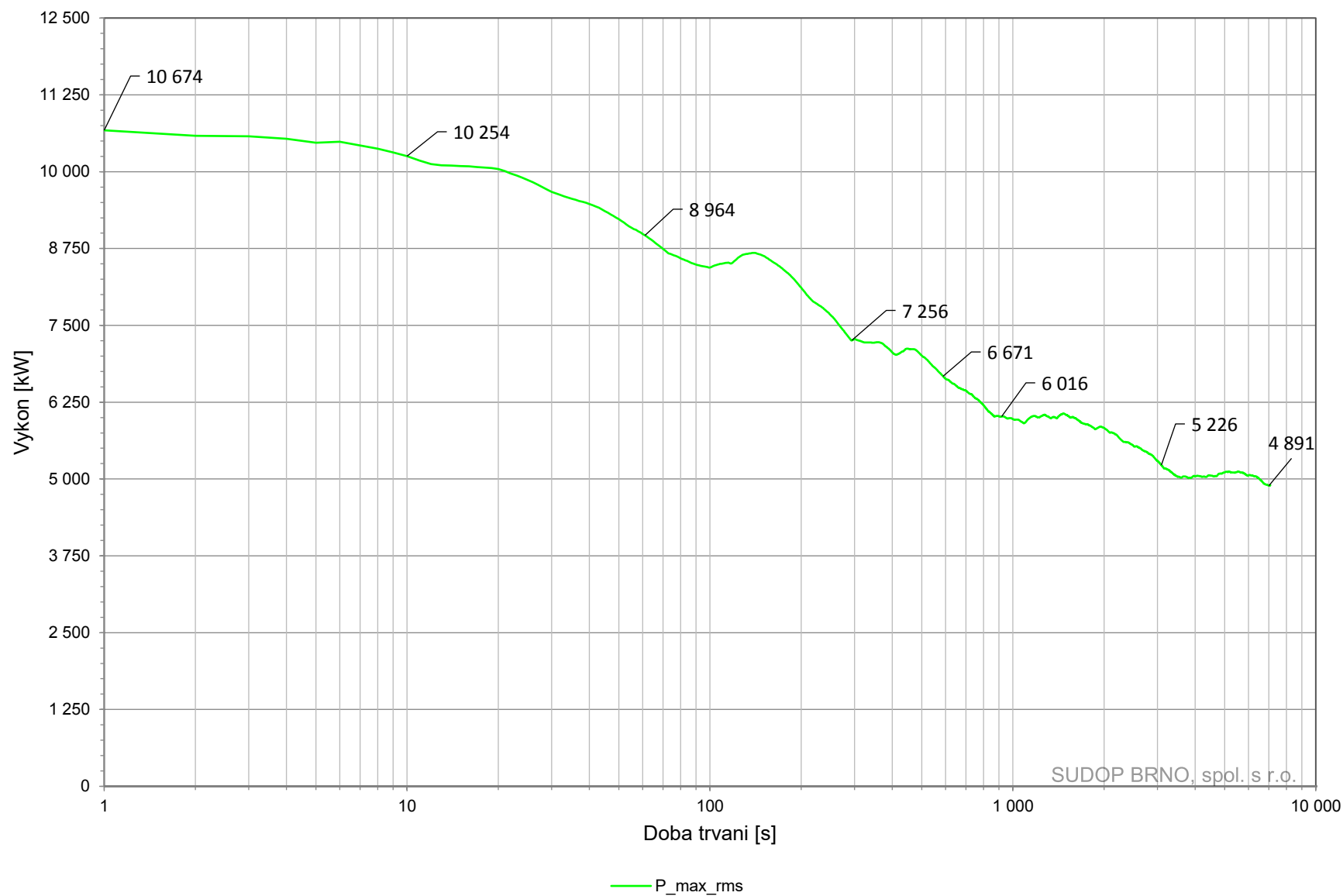
### 8.8.2 Výkonové zatížení TM Dobšice



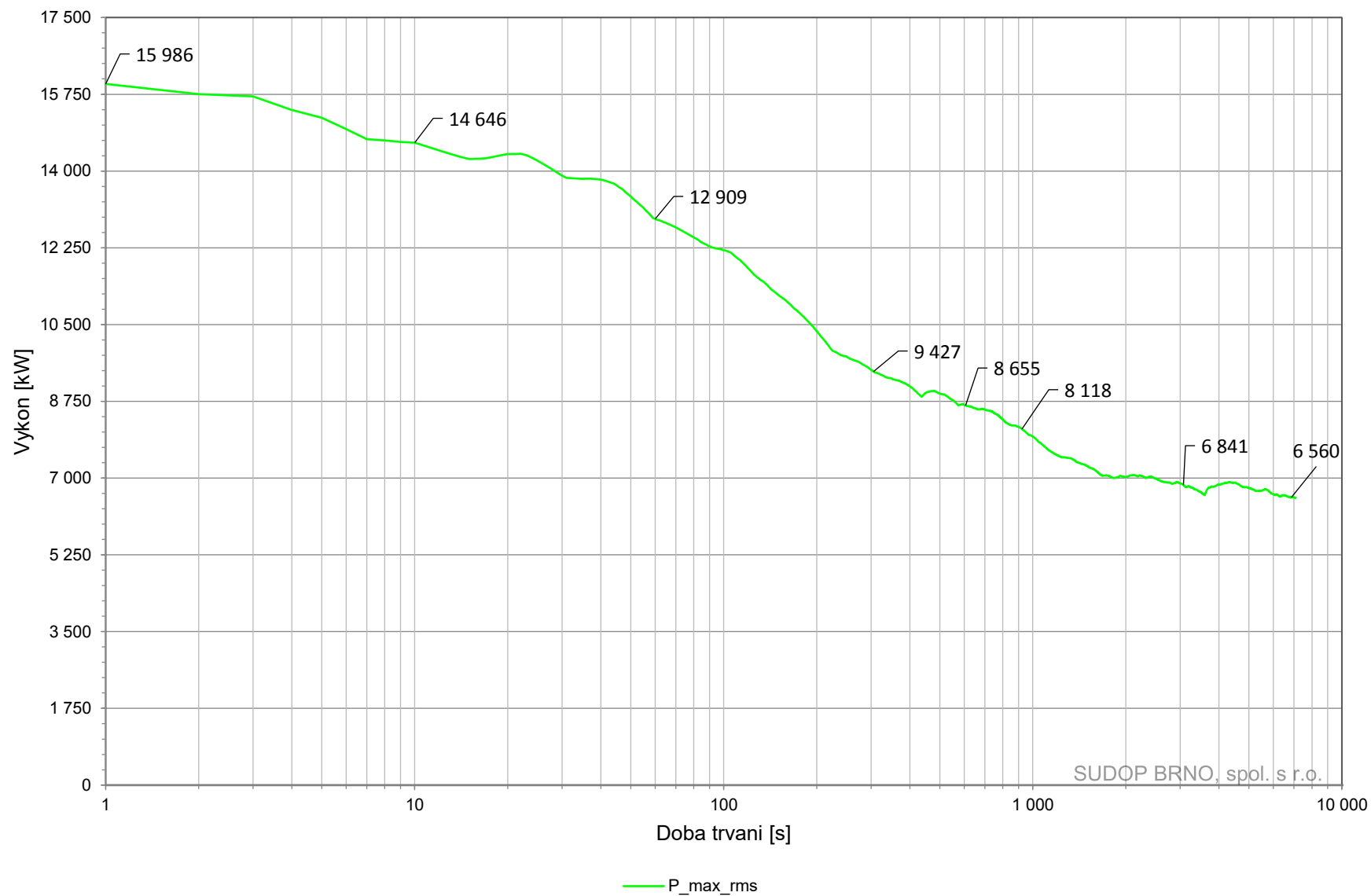
### 8.8.3 Výkonové zatížení TM Hradec Králové



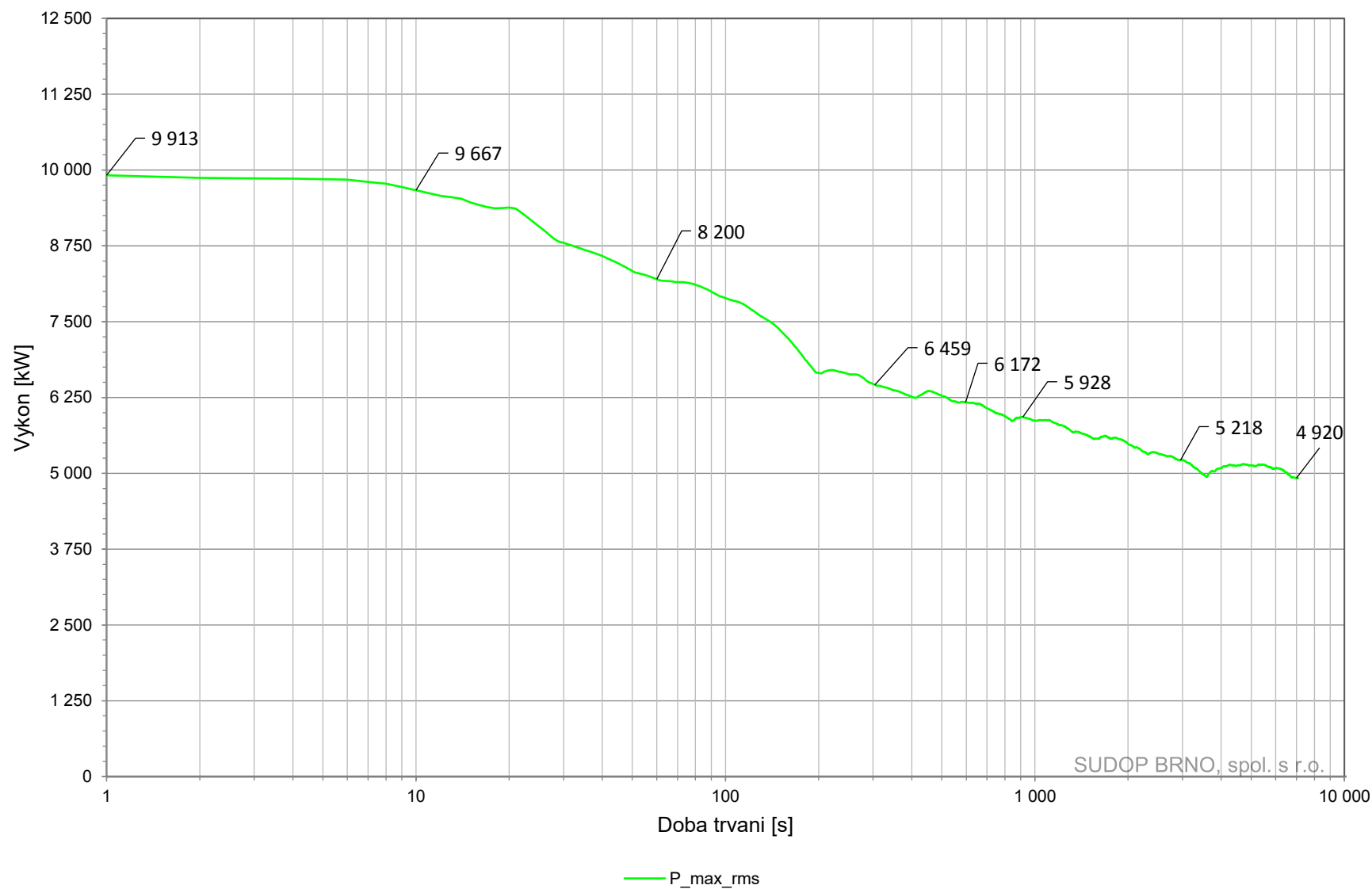
#### 8.8.4 Výkonové zatížení TM Káranice



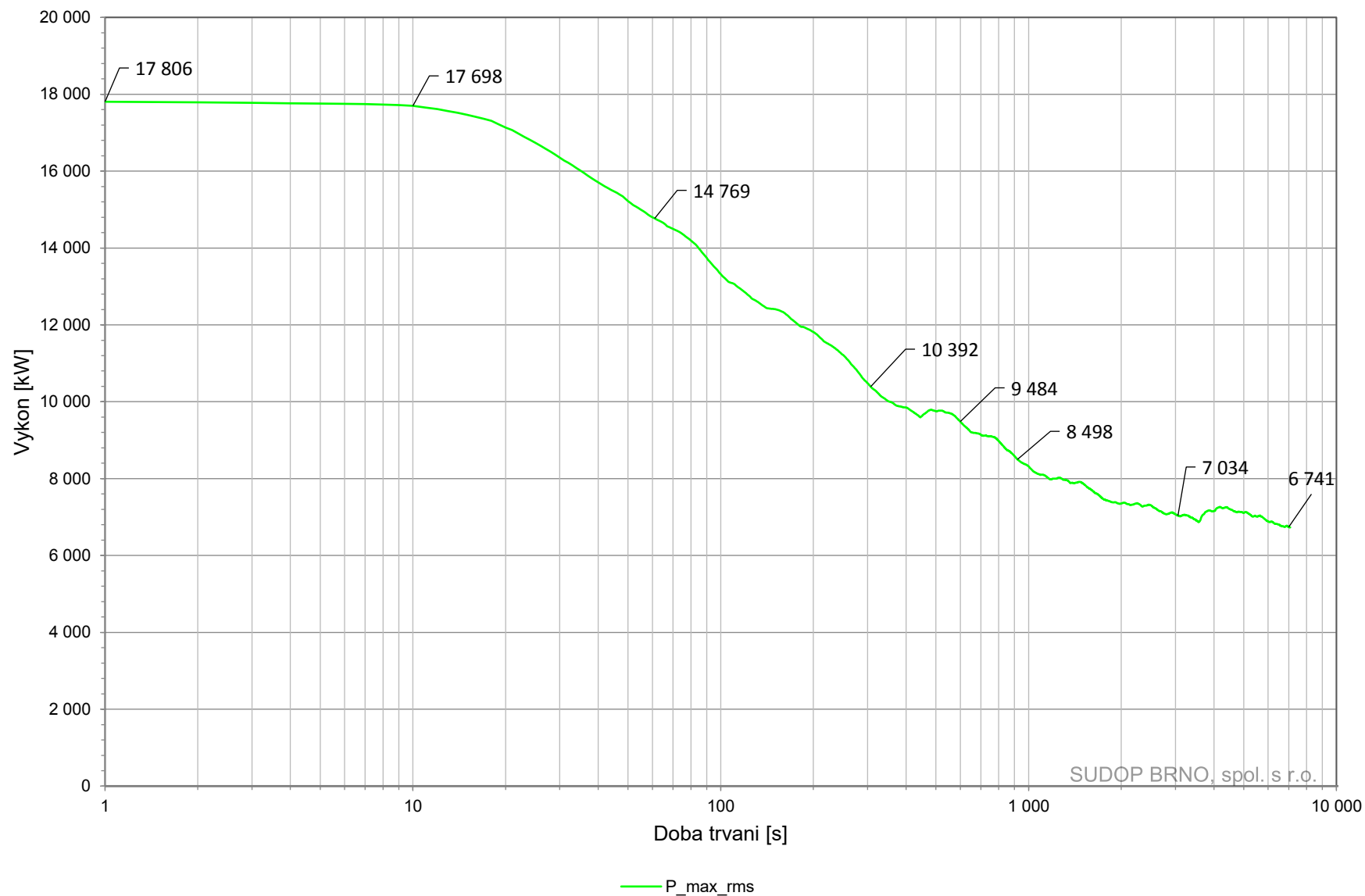
### 8.8.5 Výkonové zatížení TM Kolín



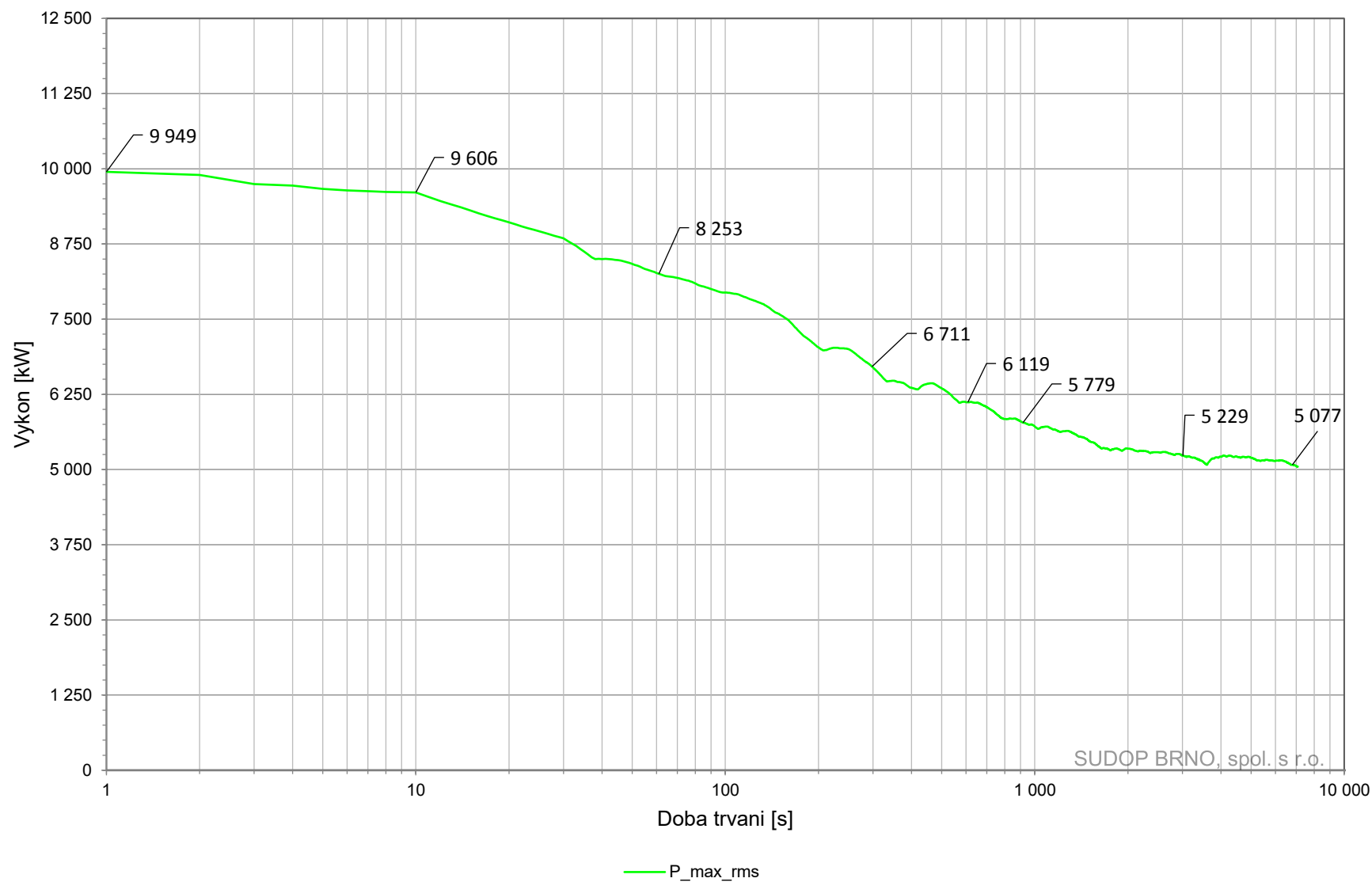
### 8.8.6 Výkonové zatížení TM Moravany



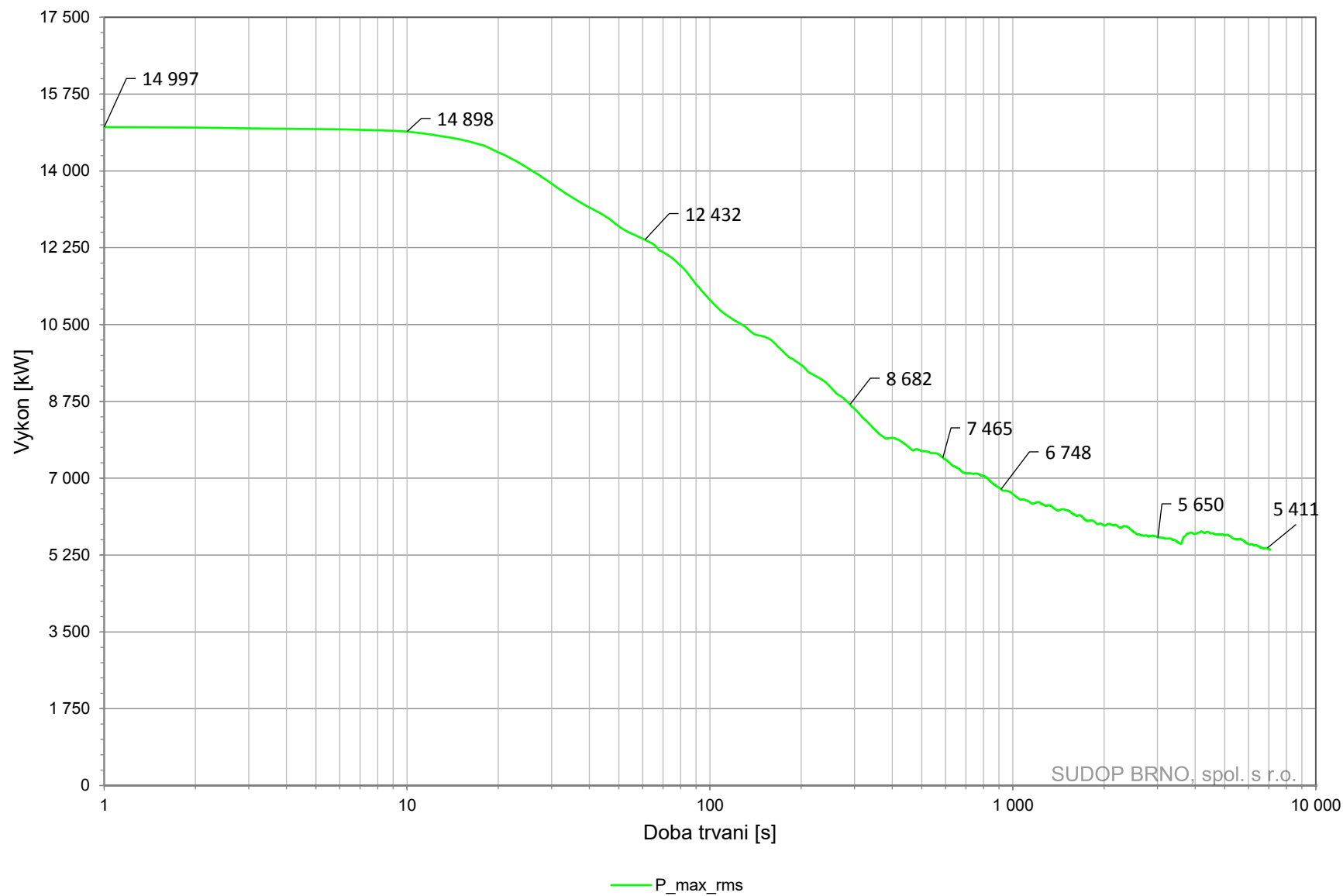
### 8.8.7 Výkonové zatížení TM Nymburk



### 8.8.8 Výkonové zatížení TM Opočíněk

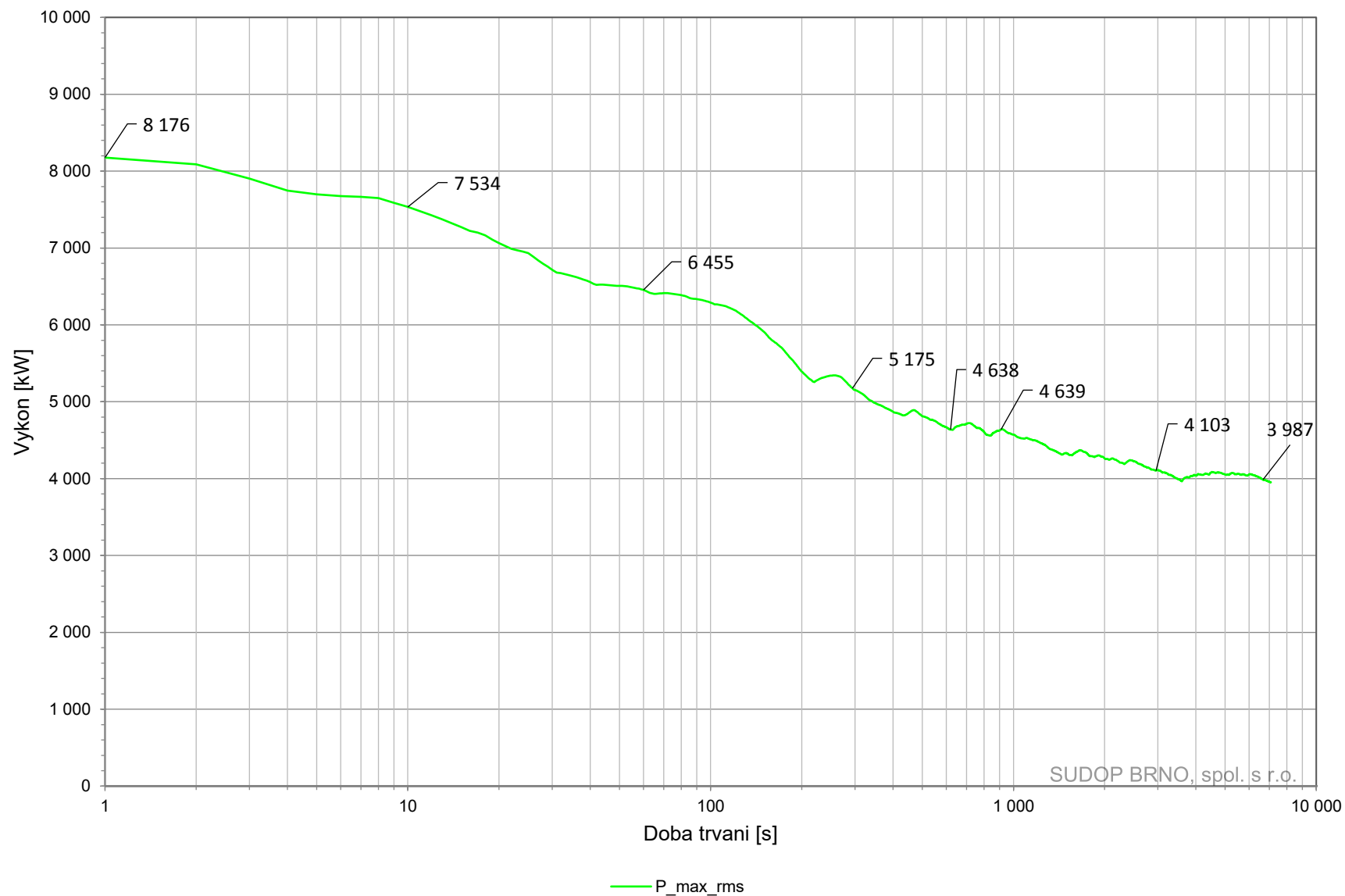


### 8.8.9 Výkonové zatížení TM Stará Boleslav

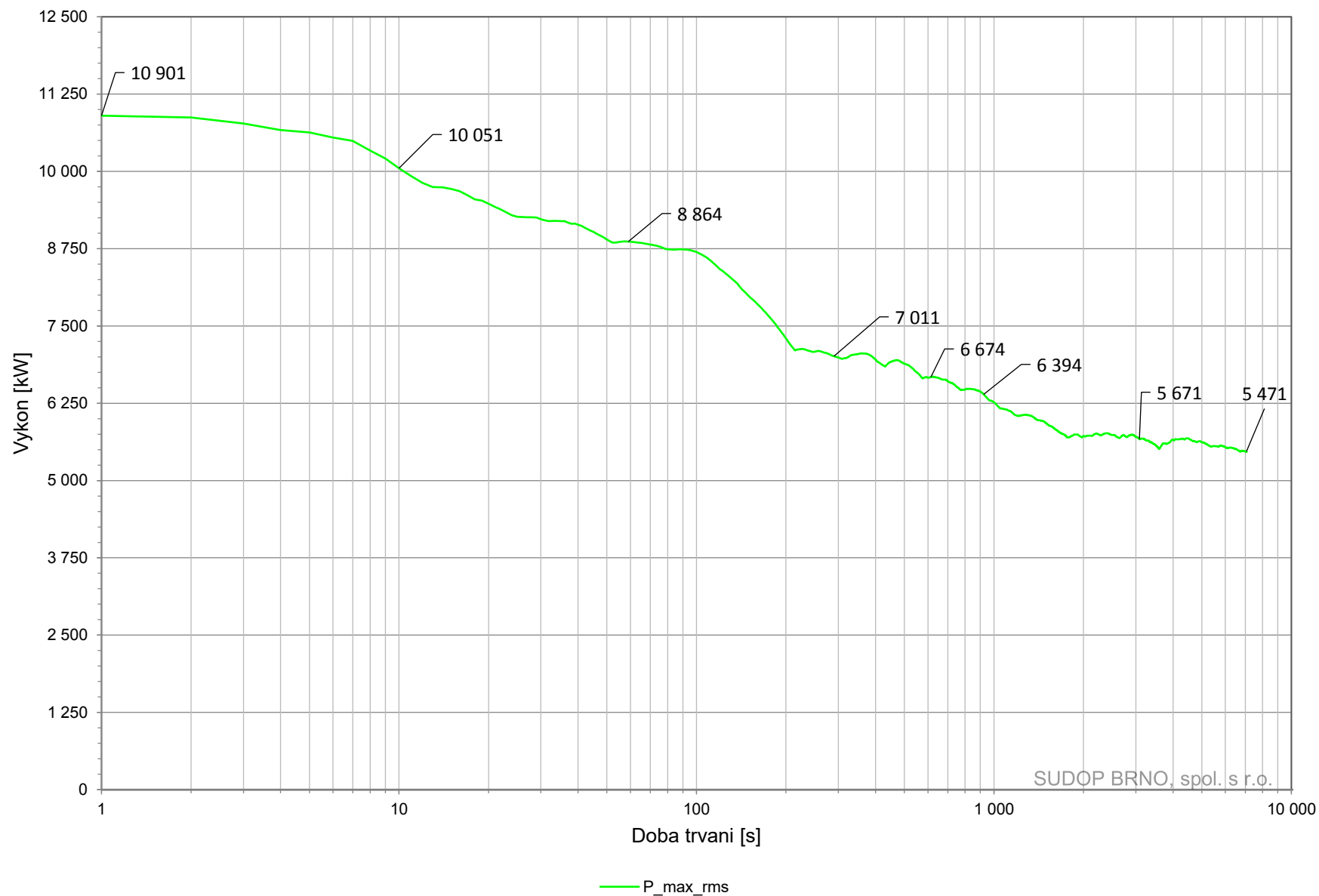




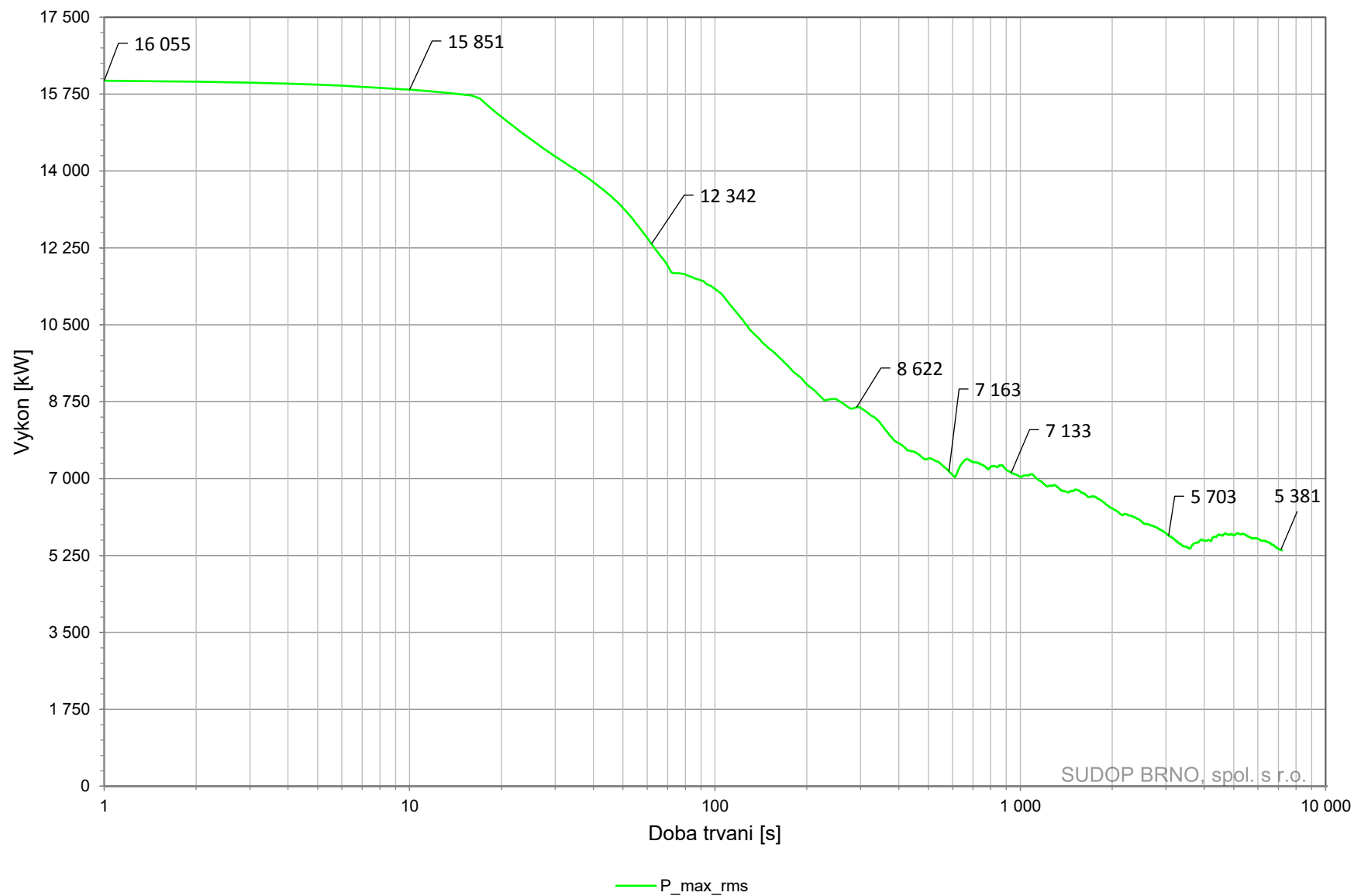
### 8.8.10 Výkonové zatížení TM Stéblová



### 8.8.11 Výkonové zatížení TM Trnávka

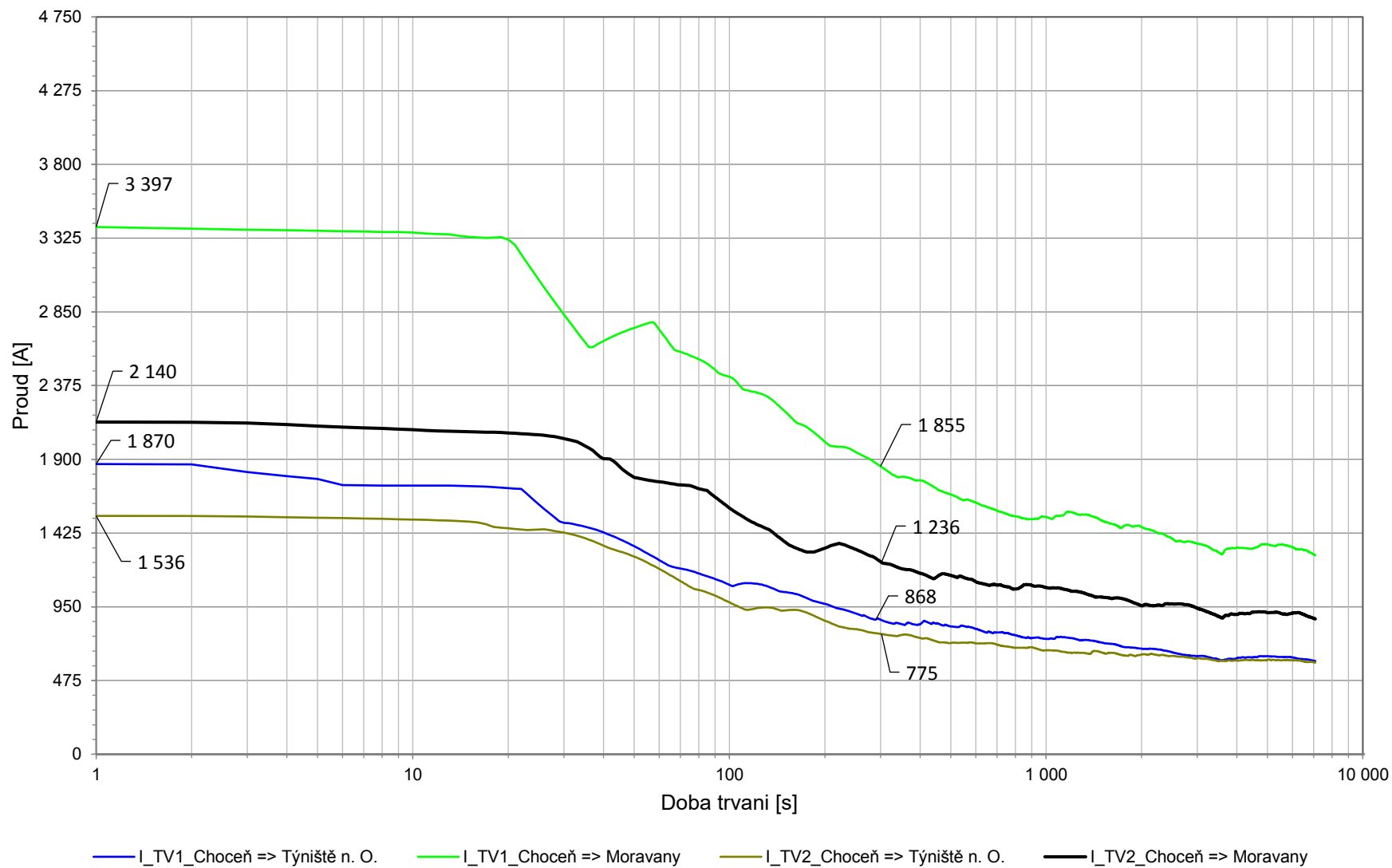


### 8.8.12 Výkonové zatížení TM Týniště nad Orlicí

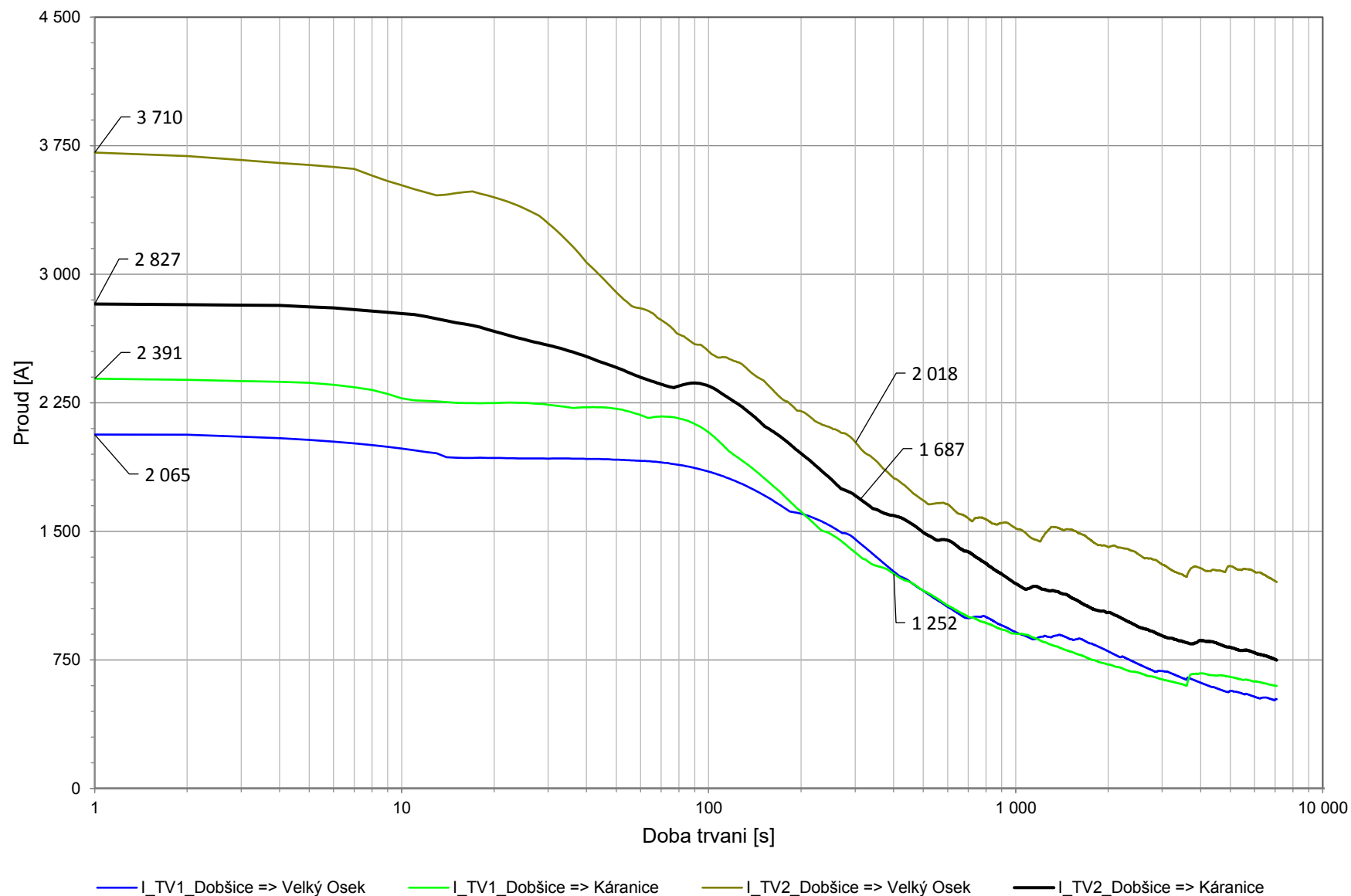


## 8.9 Proudové zatížení napáječů v trakčních měnících

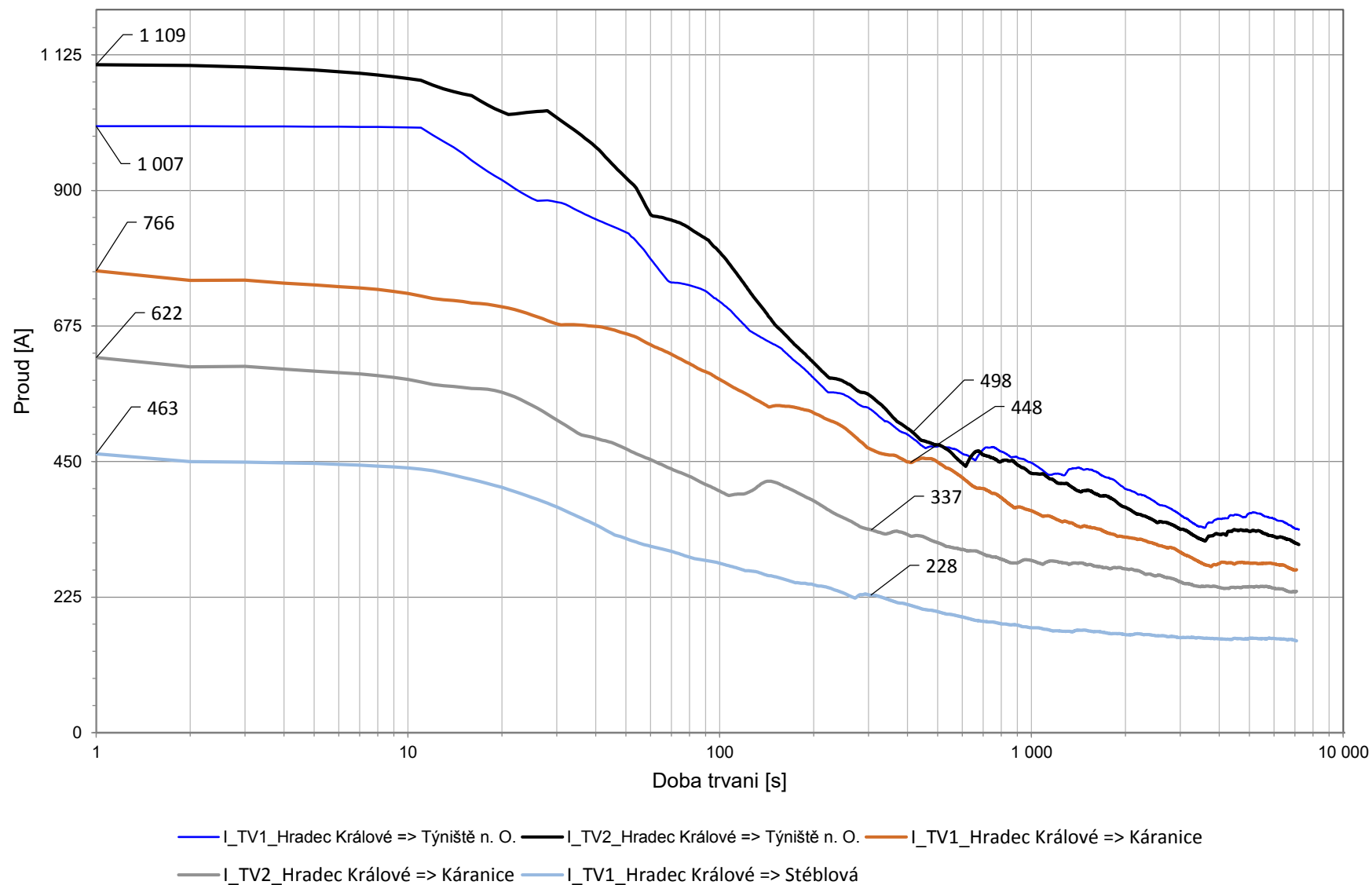
### 8.9.1 Proudové zatížení napáječů TM Choceň



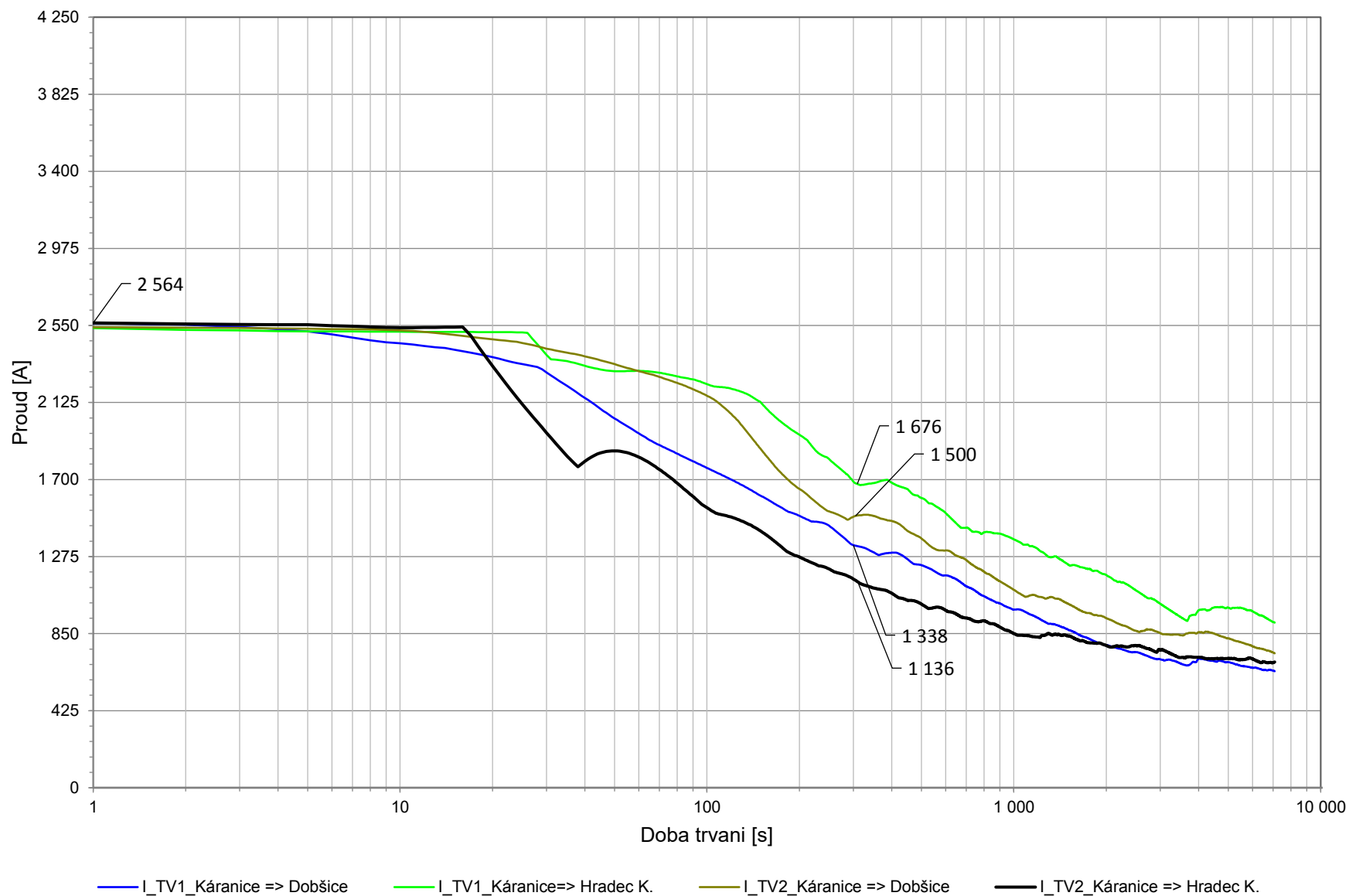
### 8.9.2 Proudové zatížení napáječů TM Dobšice



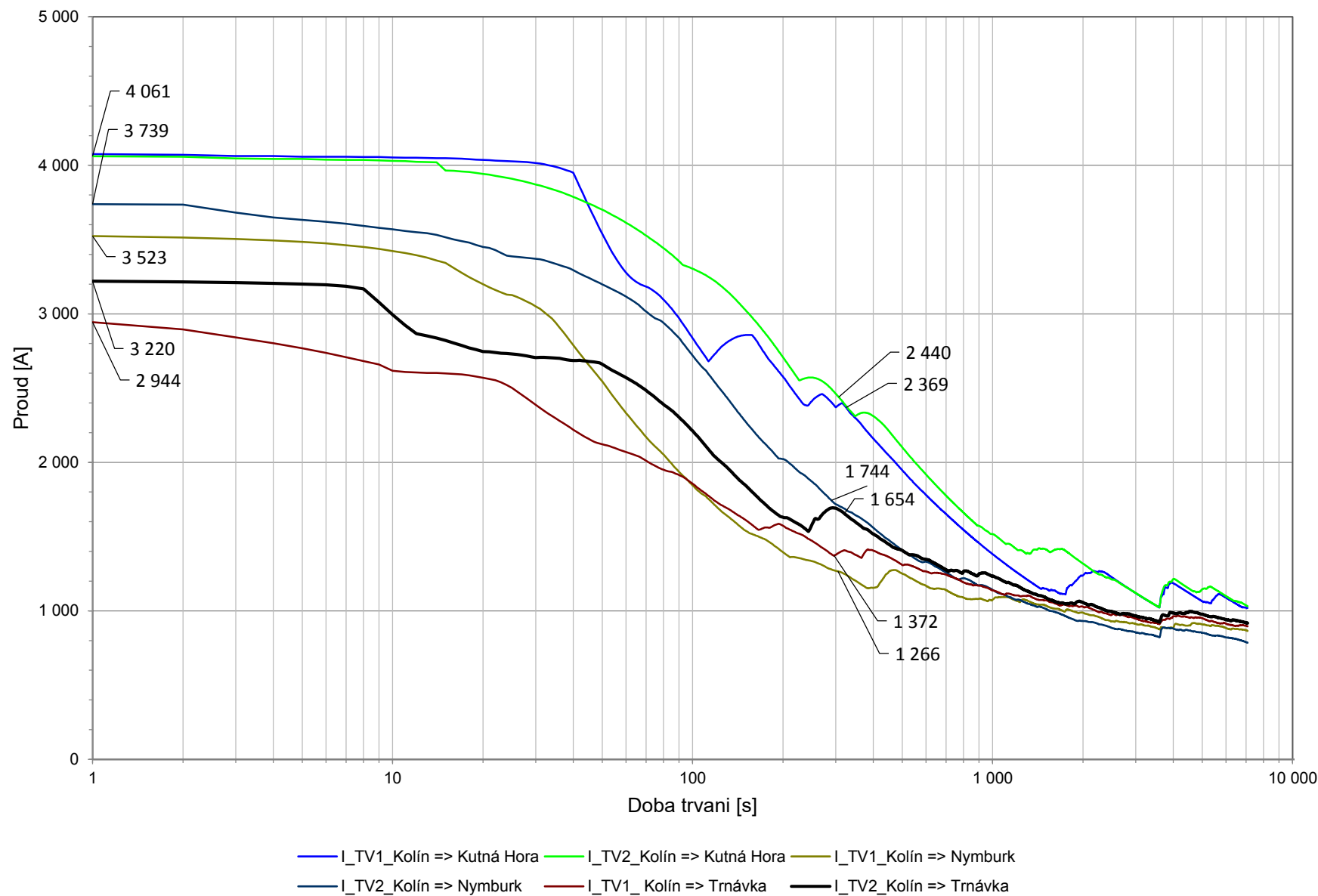
### 8.9.3 Proudové zatížení napáječů TM Hradec Králové



#### 8.9.4 Proudové zatížení napáječů TM Káranice

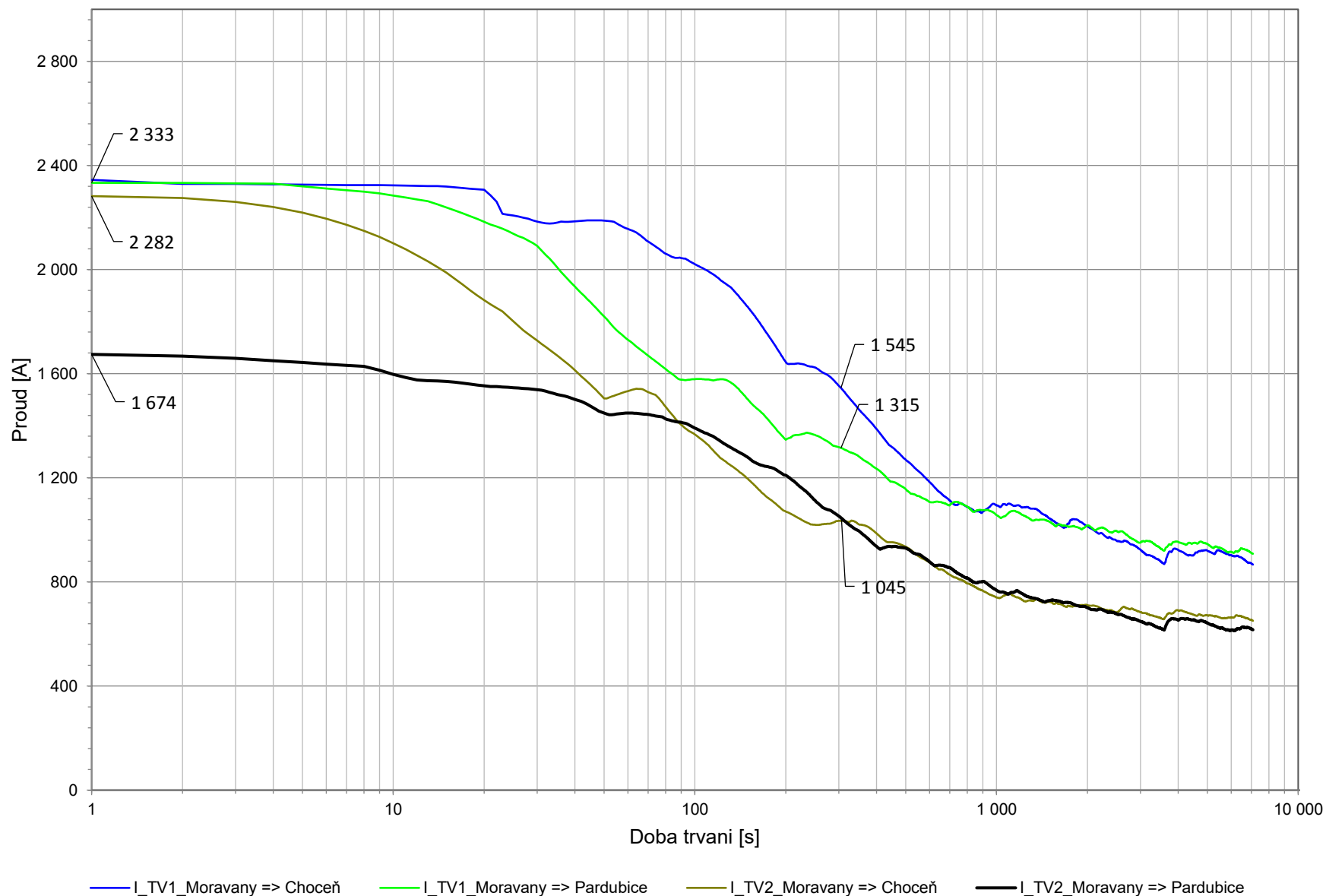


### 8.9.5 Proudové zatížení napáječů TM Kolín

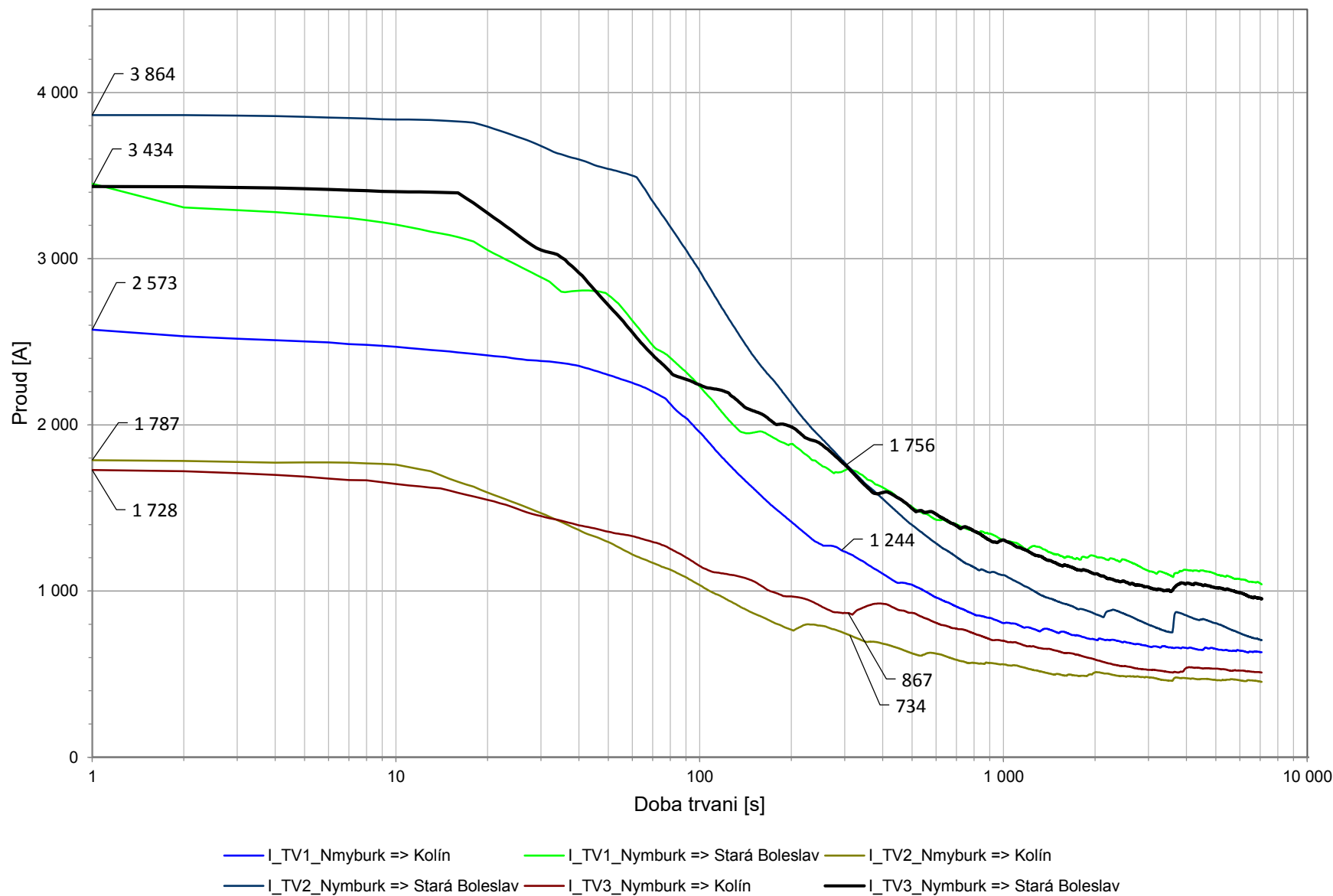




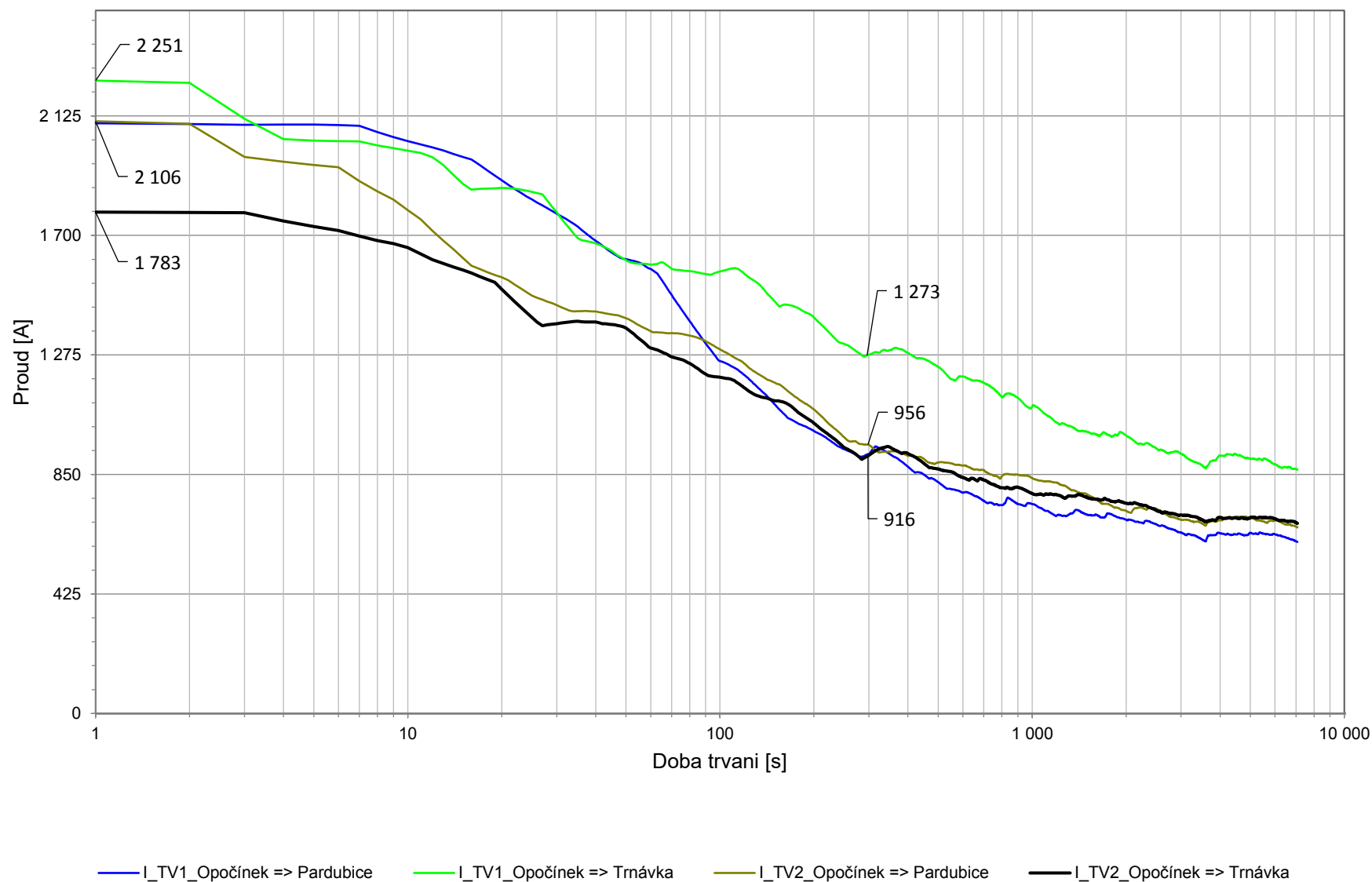
### 8.9.6 Proudové zatížení napáječů TM Moravany



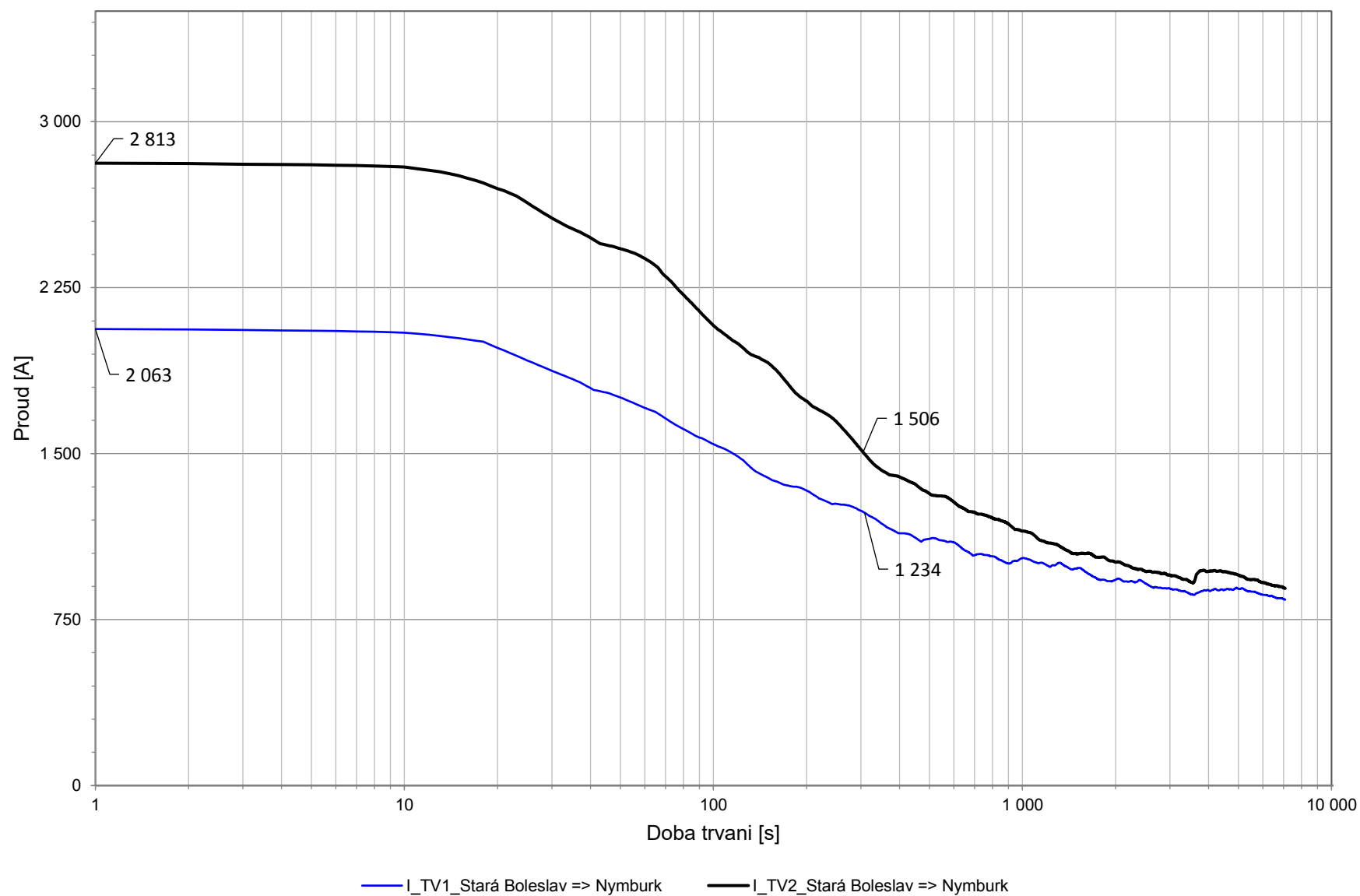
### 8.9.7 Proudové zatížení napáječů TM Nymburk



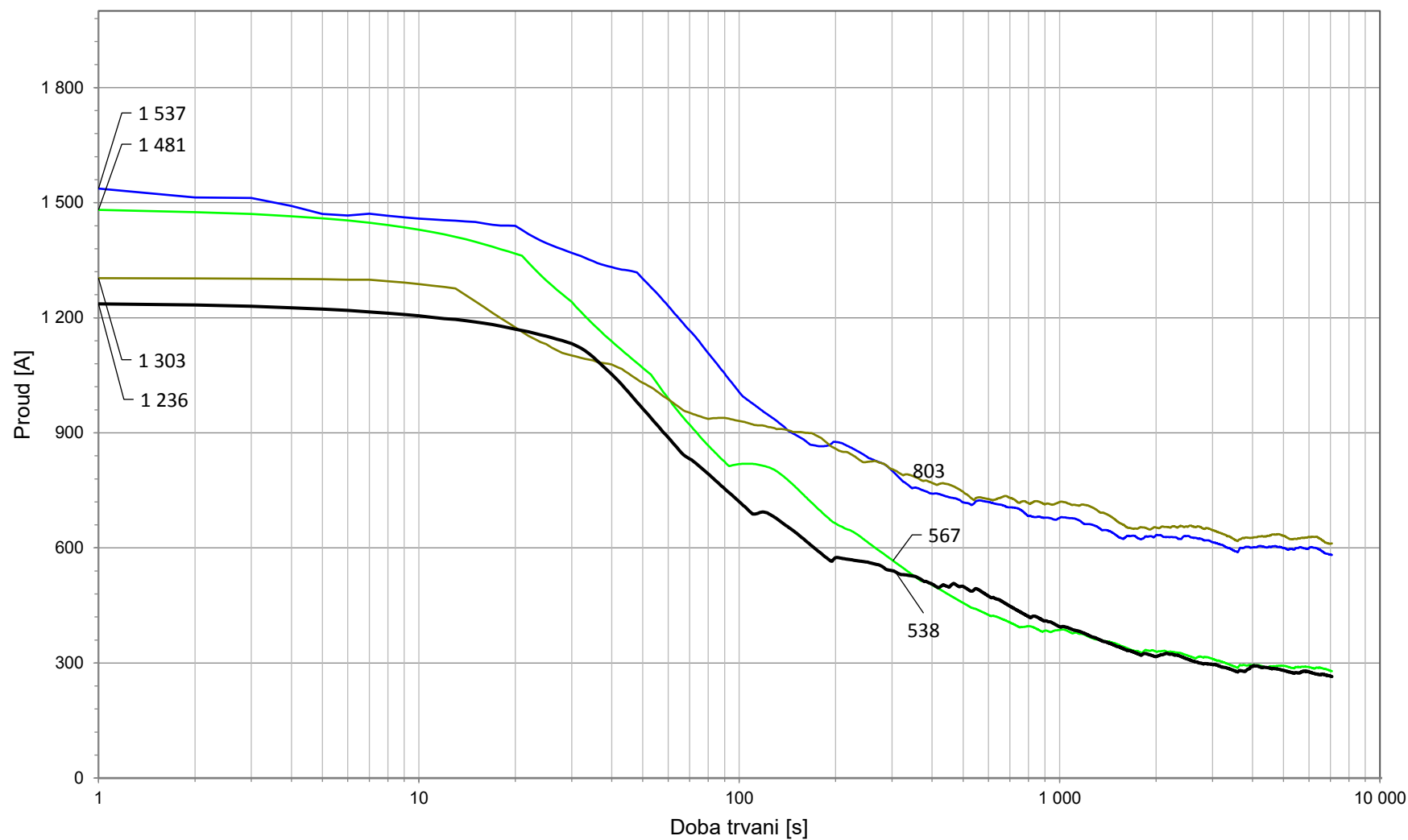
### 8.9.8 Proudové zatížení napáječů TM Opočíněk



### 8.9.9 Proudové zatížení napáječů TM Stará Boleslav

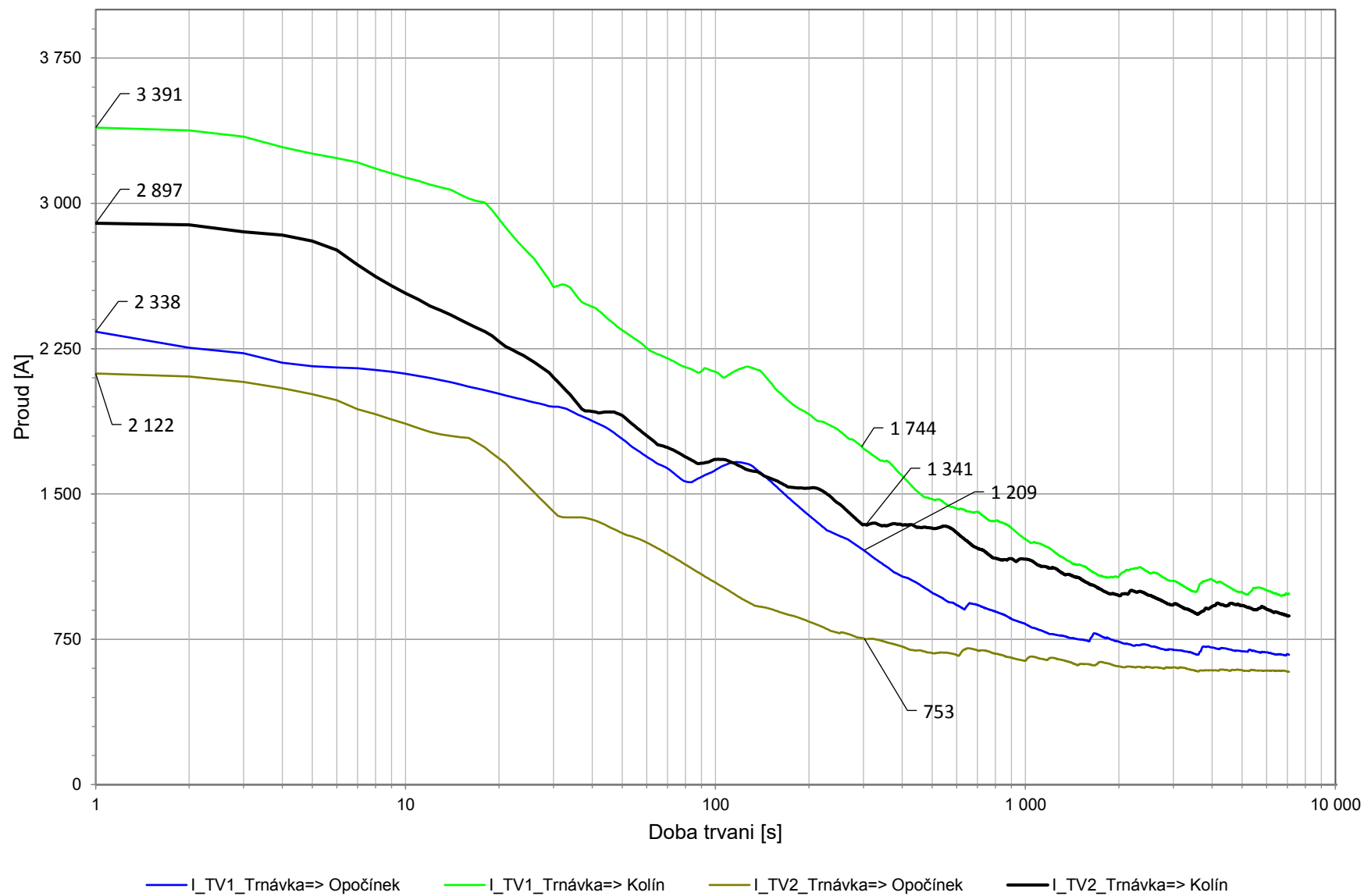


### 8.9.10 Proudové zatížení napáječů TM Stéblová

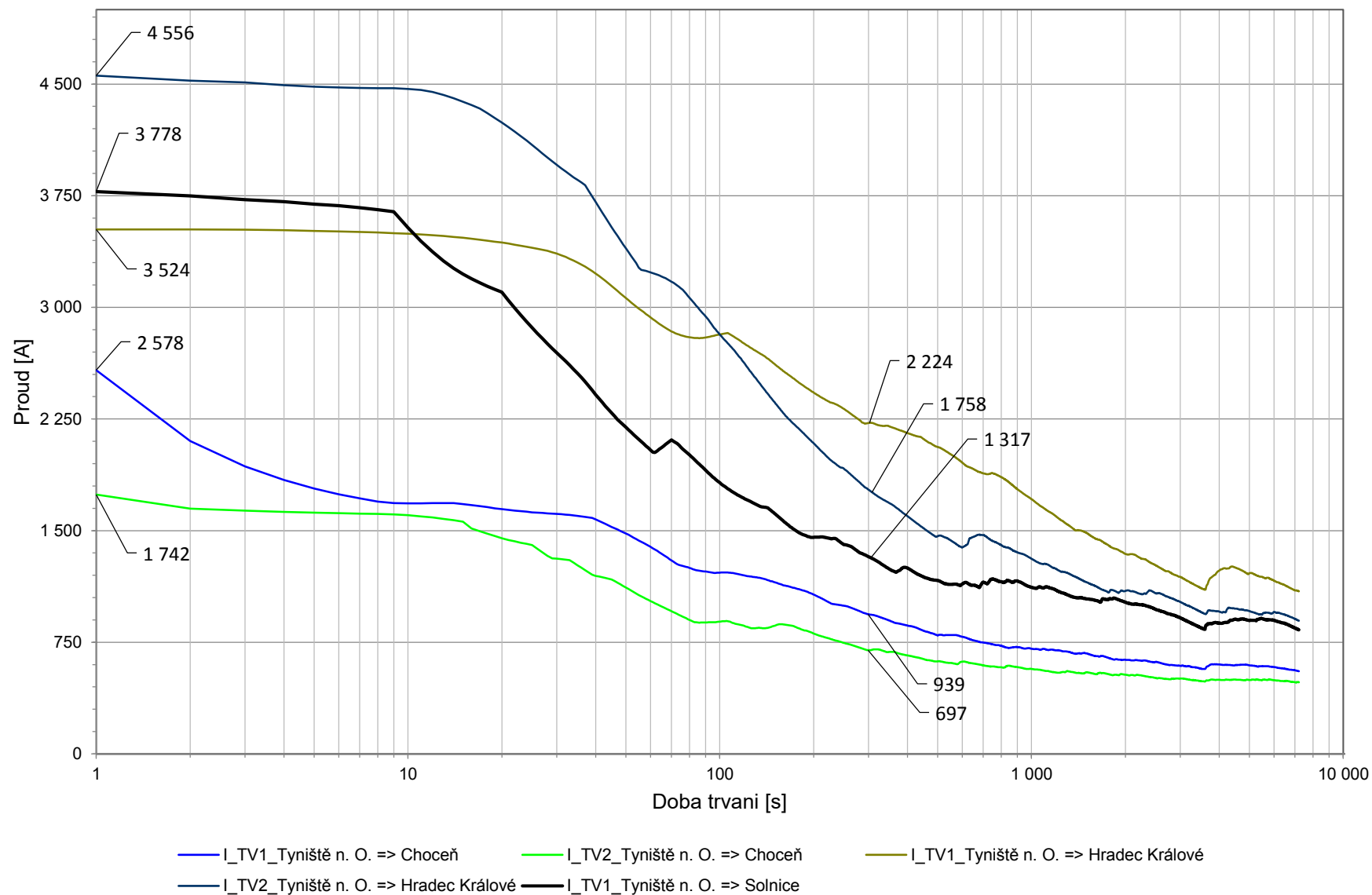


— I\_TV1\_Stéblová => Pardubice    — I\_TV1\_Stéblová => Hradec K.    — I\_TV2\_Stéblová => Pardubice    — I\_TV2\_Stéblová => Hradec K.

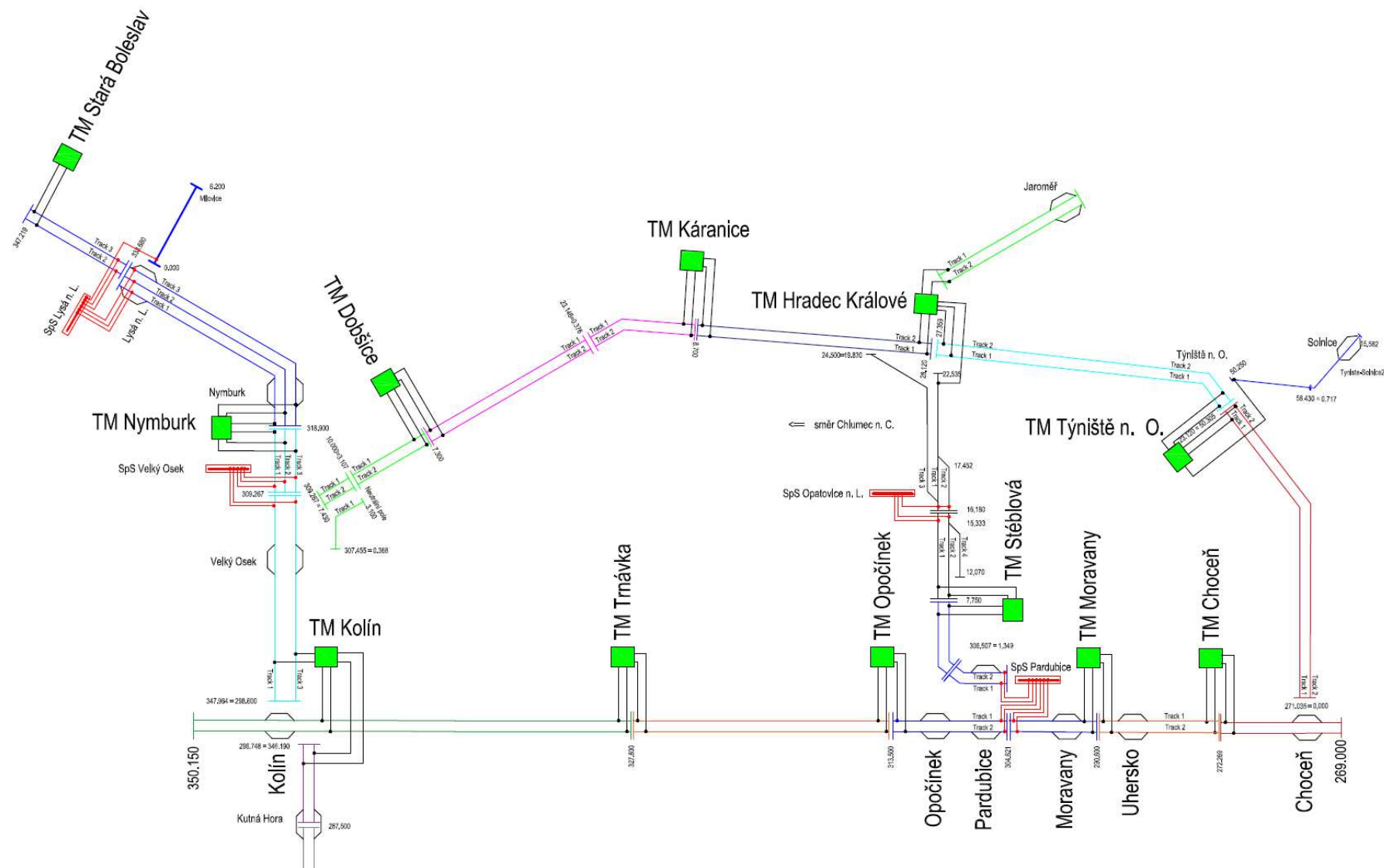
### 8.9.11 Proudové zatížení napáječů TM Trnávka



### 8.9.12 Proudové zatížení napáječů TM Týniště nad Orlicí



## 8.10 Schéma – detail





## 1 Obsah

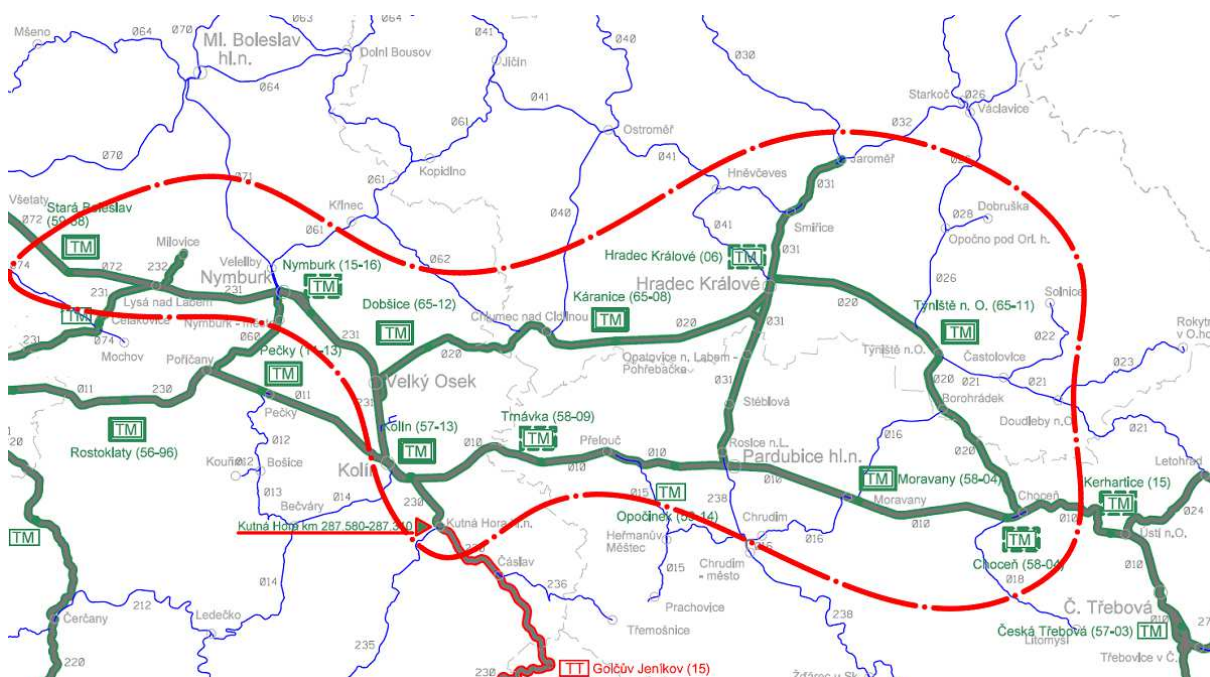
<b>1</b>	<b>OBSAH .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>PODKLADY.....</b>	<b>2</b>
3.1	POUŽITÉ NORMY A PŘEDPISY .....	2
3.2	MODEL INFRASTRUKTURY, JÍZDNÍ ŘÁD A HV.....	3
<b>4</b>	<b>VSTUPNÍ DATA .....</b>	<b>4</b>
4.1	PARAMETRY AC SÍTĚ .....	4
4.2	PARAMETRY TRAKČNÍCH NAPÁJECÍCH 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 .....</b>	<b>10</b>
6.1	VÝKONY TRAKČNÍCH NAPÁJECÍCH STANICE .....	11
6.2	PROUDOVÉ ZATÍŽENÍ NAPÁJEČŮ TRAKČNÍCH MĚNÍREN .....	12
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>14</b>
8.1	MODELOVÝ GRAFIKON CHOCEŇ – KOLÍN (14-16H).....	14
8.2	MODELOVÝ GRAFIKON HRADEC KRÁLOVÉ – PARDUBICE (14-16H).....	15
8.3	MODELOVÝ GRAFIKON HRADEC KRÁLOVÉ - POŘÍČANY .....	16
8.4	MODELOVÝ GRAFIKON KUTNÁ HORA - DŘÍSY .....	17
8.5	MODELOVÝ GRAFIKON LYSÁ NAD LABEM - BALABENKA .....	18
8.6	MODELOVÝ GRAFIKON CHOCEŇ – HRADEC KRÁLOVÉ.....	19
8.7	MODELOVÝ GRAFIKON TÝNIŠTĚ NAD ORLICÍ - SOLNICE .....	20
8.8	VÝKONOVÉ ZATÍŽENÍ JEDNOTLIVÝCH TNS.....	21
8.9	PROUDOVÉ ZATÍŽENÍ NAPÁJEČŮ V TRAKČNÍCH MĚNÍRNÁCH .....	28
8.10	SCHÉMA – DETAIL .....	35

## 2 Úvod

Tyto energetické výpočty řeší napájení úseku Stará Boleslav – Kolín – Hradec Králové - Choceň a mají za cíl navrhnout střídavé napájení AC 25kV 50Hz po celé délce řešeného úseku s ohledem na budoucí uvažovanou dopravu.

Stávající systém napájení nesplňuje požadavky pro výhledovou dopravu dle TSI ENE a to hlavně z hlediska úbytků napětí a zkratových poměrů. Zachování stávajícího stejnosměrného napájení by znamenalo snížení spolehlivosti napájení (častější výpadky) a zpoždění vlaků kvůli automatické regulaci výkonu lokomotivy. Z tohoto důvodu se v řešené oblasti uvažuje s přechodem na střídavé napájení trakčního vedení systémem AC 25kV 50Hz.

Výpočty byly zpracovány formou simulace za pomoci programů OpenTrack a OpenPowerNet. Nyní je řešený úsek napájený stejnosměrnou proudovou soustavou DC 3kV, viz obrázek níže.



Do simulace byly zahrnuta trať 320,321,270,321.

## 3 Podklady

Celá simulace byla provedena v programu OpenTrack, kde je namodelována 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 (ČSD) SR 34(E) s úpravou dle dopisu zn.: 21480/2017-SŽDC-O14

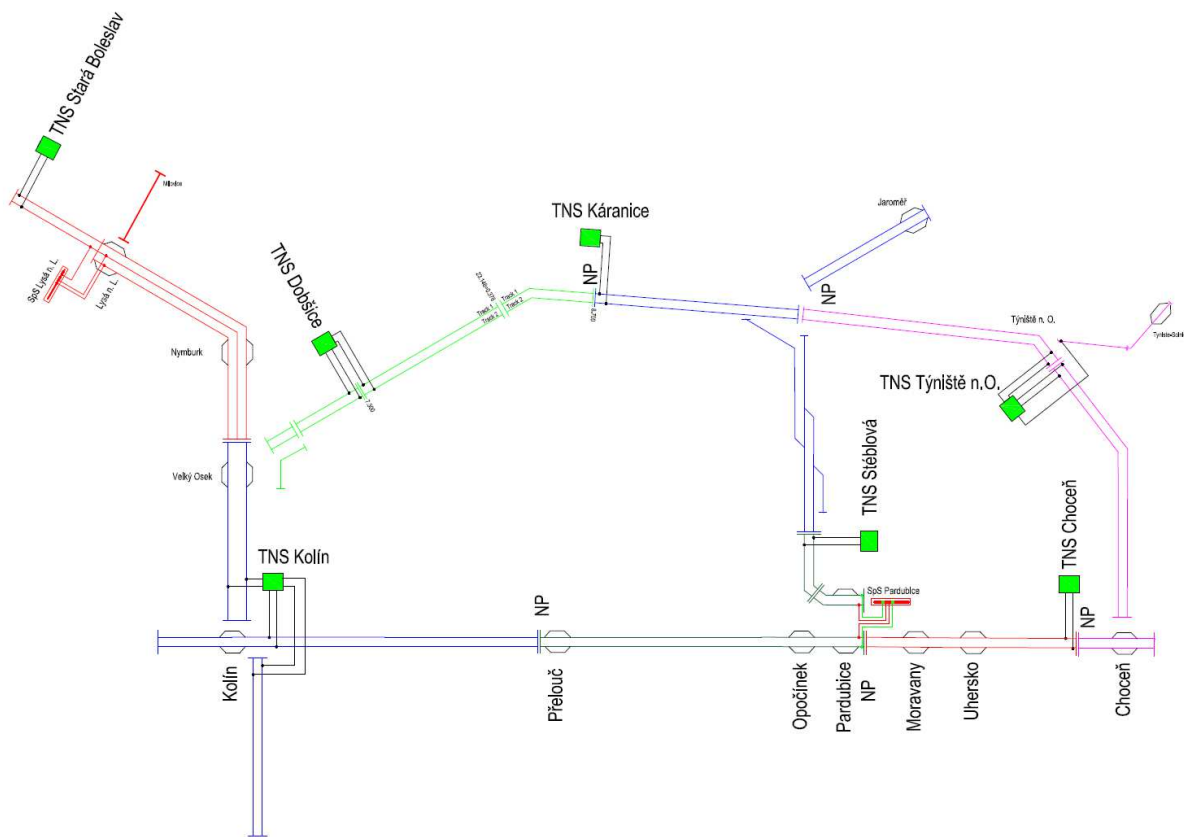
### 3.2 Model infrastruktury, jízdní řád a HV

- **Koleje**  
Niveleta koleje byla převzata od zadavatele a odpovídá stávajícímu stavu. Stejně tak byly převzaty polohy výhybek a nástupišť.
- **Jízdní řád**  
Byl zpracován po konzultaci s dopravním technologem objednatele a na základě toho byl vybrán nejhorší možný stav.
- **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.
- **Napájecí stanice**  
Rozmístění napájecích stanic odpovídá současnému stavu. Systém napájení byl převzat z výhledových schémat napájení a dělení.
- **Trakční vedení**  
Uvažuje se sestava typu „S“. 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 sítě

- 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 110 kV
- Sekundární napětí 27 kV
- TNS Stará Boleslav v km 347.219
- TNS Kolín v km 349.190
- TNS Dobšice v km 7.300

Energetické výpočty

- TNS Káranice v km 8.700
- TNS Stéblová v km 7.750
- TNS Choceň v km 272.269
- TNS Týniště nad Orlicí v km 23.120
- 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 0,32 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 0,0416 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 0,0416 Ω/km
- 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>3</sup> 4,685 mm
- činný odpor 0,15 Ω/km
- teplotní součinitel 0,004 °C<sup>-1</sup>

<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 po připojení odporu překlenutého izolovaného styku.

<sup>3</sup> Ekvivalentní poloměr je takový poloměr, který by měl kulovitý vodič o plném průřezu se stejnými elektrickými parametry.

- 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>4</sup> 0,01 S/k

#### 4.4 Parametry hnacích vozidel

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

##### **EC**

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

##### **EC**

- Hmotnost bez lokomotivy 700t
- Jízdní odpor R
- Lokomotiva Vectron

##### **R**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva 3x RegioPanter 640

##### **R**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva RegioPanter 650 + RegioPanter 640

##### **R**

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva 242

##### **R**

- Hmotnost bez lokomotivy 250t
- Jízdní odpor R
- Lokomotiva Vectron

##### **R**

- Hmotnost bez lokomotivy 400t

<sup>4</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 Ω/km)“.

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva Vectron
  
- Os**
- Jízdní odpor R
- Lokomotiva RegioPanter 640
  
- Os**
- Jízdní odpor R
- Lokomotiva RegioPanter 650
  
- Os**
- Jízdní odpor R
- Lokomotiva CitiElephant 471
  
- Os**
- Jízdní odpor R
- Lokomotiva 2xCitiElephant 471
  
- Os**
- Jízdní odpor R
- Lokomotiva 2x RegioPanter 650

- Pn**
- Hmotnost bez lokomotivy 2400t
- Jízdní odpor T4
- Lokomotiva Vectron

- Pn**
- Hmotnost bez lokomotivy 3200t
- Jízdní odpor T4
- Lokomotiva 2xVectron

- Pn**
- Hmotnost bez lokomotivy 4000t
- Jízdní odpor T4
- Lokomotiva 2xVectron

- Vn**
- Hmotnost bez lokomotivy 660t
- Jízdní odpor U4
- Lokomotiva Vectron

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

### Sp

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva RegioPanter 650 + 2x RegioPanter 640

### SC

- Jízdní odpor R
- Lokomotiva Univerzální elektrická jednotka

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 - AC 29 kV
- Skutečný účinník 0,98
- Regulace výkonu dle TSI ENE ano

### RegioPanter 640

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

### RegioPanter 650

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

### Univerzální elektrická jednotka

- Maximální výkon 4,95 MW
- Maximální tažná síla 200 kN
- Max. napětí při rekuperaci - AC 29 kV
- Skutečný účinník 0,98
- Regulace výkonu dle TSI ENE ano

### 471

- Maximální výkon 2 MW
- Maximální tažná síla 180 kN
- Max. napětí při rekuperaci - AC 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  $0,9U_{jm}$ ) 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

Při výpočtu byla pro střídavou napájecí soustavu uvažována trakční sestava 100Cu + 50Bz v úseku SpS Vojkovice – Ústí nad Labem, Děčín – Vraňany a Děčín – Stará Boleslav. Celá řešená oblast je napájena z:

**TNS Stará Boleslav,**

**TNS Dobšice,**

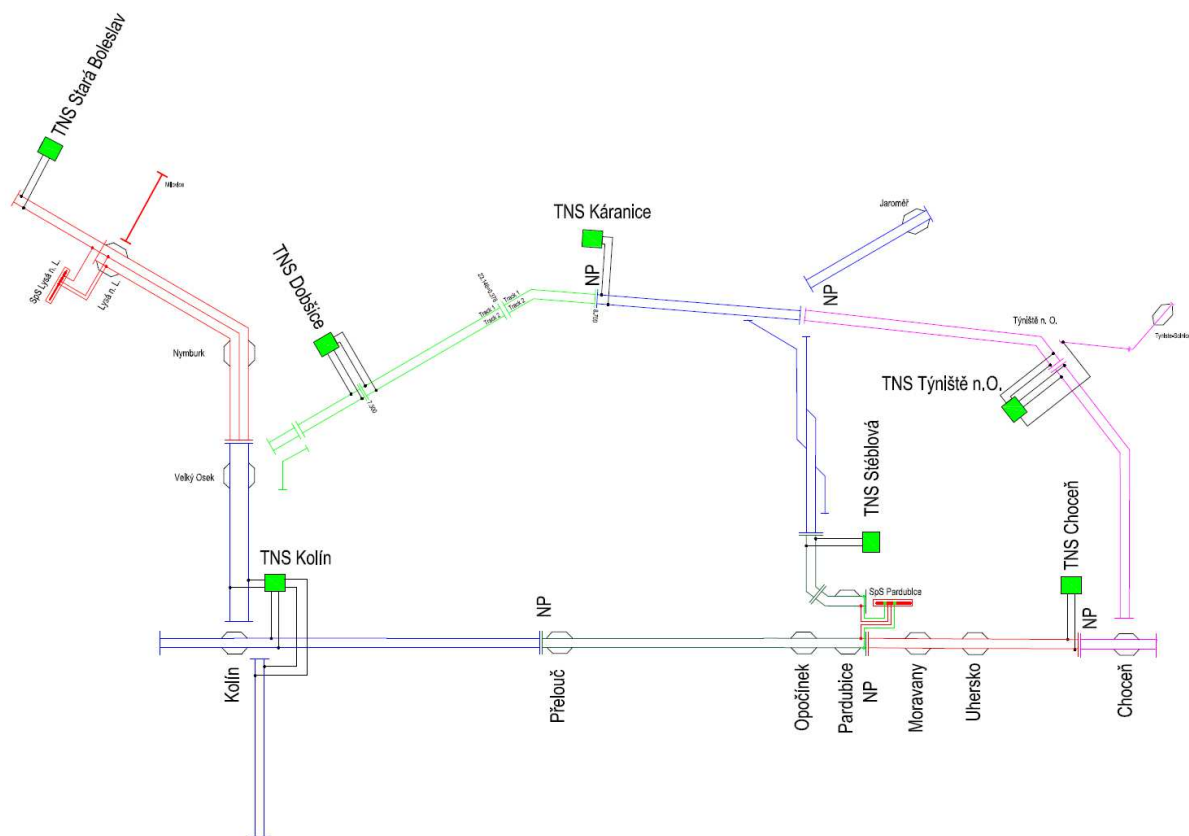
**TNS Káranice,**

**TNS Kolín,**

**TNS Stéblová,**

**TNS Choceň,**

**TNS Týniště nad Orlicí.**



Model byl rozdělen následovně:

### **TNS Stará Boleslav – Velký Osek**

Jedná se o cca 37 km dlouhý úsek napájený jednostranně z TNS Stará Boleslav přes SpS Lysá nad Labem, kde se trať z tříkolejní a je připojena odbočná trať na Milovice. Trakční vedení se uvažuje v sestavě Tr 100Cu + NL 50Bz.

### TNS Kolín – Velký Osek, Přelouč a Golčův Jeníkov

V případě úseku do Velkého Oseku se jedná o cca 11 km dlouhý dvoukolejný úsek napájený jednostranně z TNS Kolín. Dále uvažujeme neutrální pole mezi Kolínem a Pardubicemi, v žkm 318 u žst Přelouč. Tento dvoukolejný jednostranně napájený úsek je dlouhý cca 30 km a posledním jednostranně napájeným úsekem je do Golčova Jeníkova o délce 30 km. Trakční vedení se uvažuje v sestavě Tr 100Cu + NL 50Bz.

### TNS Dobšice – Velký Osek, TNS Káranice

TNS Dobšice napájí částečně tříkolejný úsek, cca 7 km, po neutrální pole u Velkého Oseku, na druhou stranu napájí dvoukolejnou trať až k neutrálnímu poli u TNS Káranice, o celkové délce 25 km. Trakční vedení se uvažuje v sestavě Tr 100Cu + NL 50Bz.

### TNS Káranice – Hradec Králové, Jaroměř, TNS Stéblová

U TNS Káranice je uvažováno s jednostranným napájením tratě až do Jaroměře přes uzel Hradec Králové a celkové délce 44 km a další odbočné tratě mezi Hradeckem Králové a Pardubicemi, tedy po neutrální pole TNS Stéblové. Tato odbočná trať je dlouhá cca 14 km. Trakční vedení se uvažuje v sestavě Tr 100Cu + NL 50Bz.

### TNS Stéblová – uzel Pardubice, Přelouč

TNS Stéblová jednostranně napájí celý uzel Pardubice až po neutrální pole v Přelouči, cca 24 km. Trakční vedení se uvažuje v sestavě Tr 100Cu + NL 50Bz.

### TNS Týniště nad Orlicí – Choceň, Hradec Králové, Solnice

TNS Týniště n. O. jednostranně napájí dvoukolejnou trať do Chocně a Hradce Králové (mimo), každý úsek je dlouhý cca 25 km. Poté napájí 23 km dlouhou odbočnou trať do Solnice. Trakční vedení se uvažuje v sestavě Tr 100Cu + NL 50Bz.

## 6.1 Výkony trakčních napájecích stanic

V této kapitole jsou vypsány jednotlivé výkony v závislosti na délce trvání všech TNS v řešeném úseku. Grafické průběhy naleznete v Příloze 8.8 – Výkonové zatížení jednotlivých trakčních napájecích stanic

Výkony TNS - odběr								
TNS	P <sub>1s</sub>	P <sub>10s</sub>	P <sub>1min</sub>	P <sub>5min</sub>	P <sub>10min</sub>	P <sub>15min</sub>	P <sub>60min</sub>	P <sub>120min</sub>
	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
Týniště nad Orlicí	30,5	29,9	23,5	17,4	14,4	14,7	11,6	11,1
Choceň	29,9	29,6	22,5	17,6	17,1	16	14,3	13,5
Stéblová	19	17,2	14	9,3	8,1	7,9	6,9	6,5
Káranice	18,1	17,6	15,5	11,9	11,4	10,9	9,2	8,6
Dobšice	24,7	24,6	22,8	27	15,1	12,8	8,4	7,7
Kolín	40,2	39,1	31,2	22,1	19,8	18,6	16,7	16,2
Stará Boleslav	39,8	39,5	34,5	25,8	21,7	19,3	15,7	14,7

Výkon TNS Stará Boleslav je pouze ze simulované části, je tedy nutné uvažovat s výkonem pro druhý směr napájení TNS. Tyto hodnoty byly převzaty ze Studie proveditelnosti změny trakce z DC 3 kV na AC 25 kV, 50 Hz v oblasti "Ústecko a Mělnicko".

Špičková hodnota výkonu se v druhém směru pohybuje kolem 19,4 MW a 15ti minutový výkon 10,7 MW.

## 6.2 Proudové zatížení napáječů trakčních měníren

Napájecí úsek	$I_{TV300s}$ [A]		$I_{TVmax}$ [A]		Proudová zatížitelnost TV 1	Proudová zatížitelnost TV 2
	$I_{TV1}$	$I_{TV2}$	$I_{TV1}$	$I_{TV2}$		
Choceň => Pardubice	516	310	876	516	OK	OK
Stéblová => Pardubice	228	286	471	571	OK	OK
Kolín => Golčův Jeníkov	281	297	499	489	OK	OK
Kolín => Velký Osek	186	300	489	534	OK	OK
Kolín => Pardubice	355	379	687	755	OK	OK
Dobšice => Velký Osek	174	314	246	588	OK	OK
Dobšice => Káranice	90	363	246	552	OK	OK
Káranice => Hradec Králové	222	155	369	285	OK	OK
Týniště n. O. => Solnice	158		395		OK	OK
Týniště n. O. => Choceň	226	188	446	417	OK	OK
Týniště n. O. => Hradec Králové	323	236	475	463	OK	OK
Stará Boleslav => Velký Osek	619	506	1433	916	OK	OK

## 7 Závěr

Kontroloval:  
Jiří Podhradský

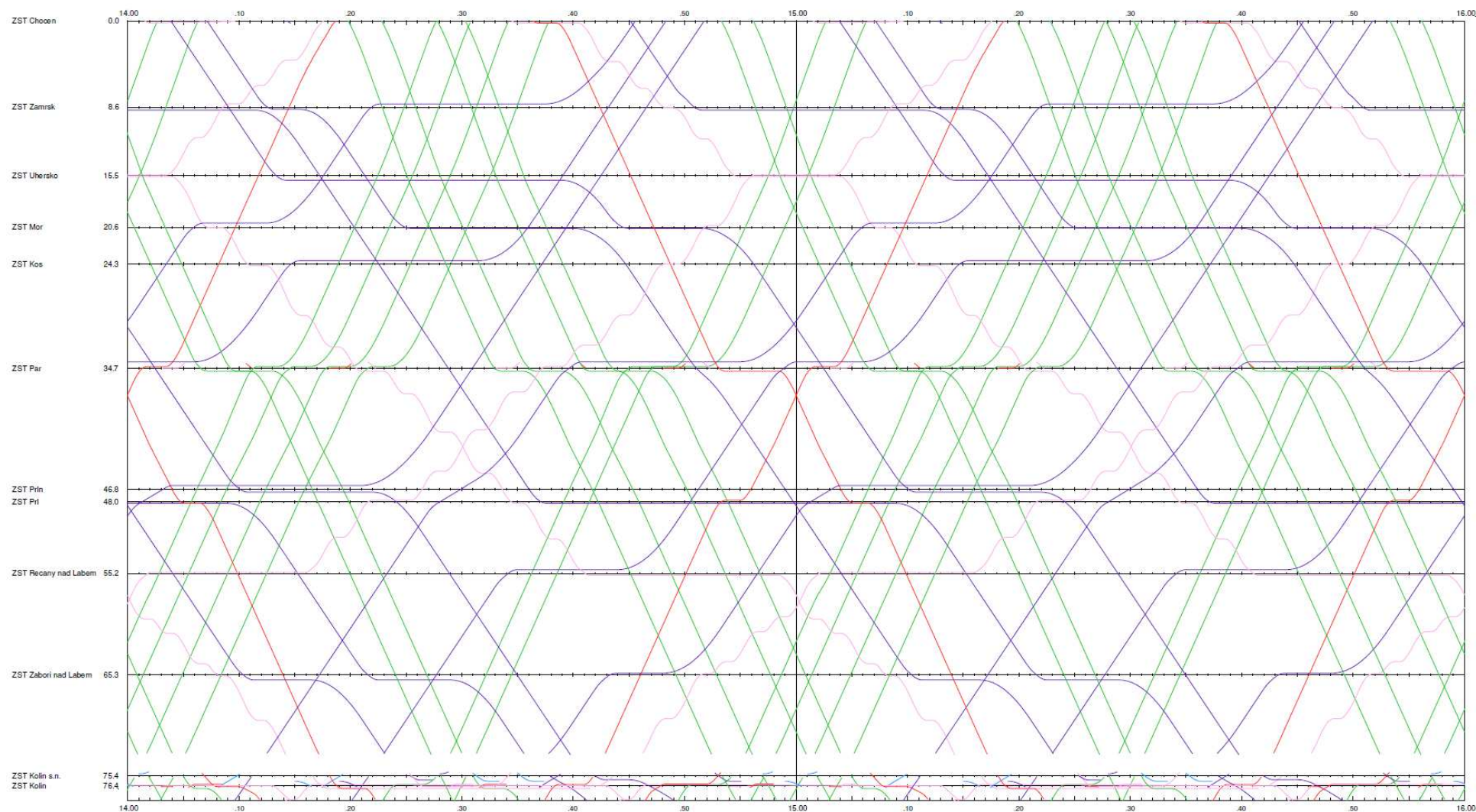
Zpracoval:  
Ing. Ondřej Svoboda

## Přílohy

<b>8</b>	<b>PŘÍLOHY</b>	<b>14</b>
8.1	MODELOVÝ GRAFIKON CHOCEŇ – KOLÍN (14-16H)	14
8.2	MODELOVÝ GRAFIKON HRADEC KRÁLOVÉ – PARDUBICE (14-16H)	15
8.3	MODELOVÝ GRAFIKON HRADEC KRÁLOVÉ - POŘÍČANY	16
8.4	MODELOVÝ GRAFIKON KUTNÁ HORA - DŘÍSY	17
8.5	MODELOVÝ GRAFIKON LYSÁ NAD LABEM - BALABENKA	18
8.6	MODELOVÝ GRAFIKON CHOCEŇ – HRADEC KRÁLOVÉ	19
8.7	MODELOVÝ GRAFIKON TÝNIŠTĚ NAD ORLICÍ - SOLNICE	20
8.8	VÝKONOVÉ ZATÍŽENÍ JEDNOTLIVÝCH TNS	21
8.8.1	Výkonové zatížení TNS Choceň	21
8.8.2	Výkonové zatížení TNS Dobšice	22
8.8.3	Výkonové zatížení TNS Káranice	23
8.8.4	Výkonové zatížení TNS Kolín	24
8.8.5	Výkonové zatížení TNS Stará Boleslav	25
8.8.6	Výkonové zatížení TNS Stéblová	26
8.8.7	Výkonové zatížení TNS Týniště nad Orlicí	27
8.9	PROUDOVÉ ZATÍŽENÍ NAPAJEČŮ V TRAKČNÍCH MĚNÍRNÁCH	28
8.9.1	Proudové zatížení napáječů TNS Choceň	28
8.9.2	Proudové zatížení napáječů TNS Dobšice	29
8.9.3	Proudové zatížení napáječů TNS Káranice	30
8.9.4	Proudové zatížení napáječů TNS Kolín	31
8.9.5	Proudové zatížení napáječů TNS Stará Boleslav	32
8.9.6	Proudové zatížení napáječů TNS Stéblová	33
8.9.7	Proudové zatížení napáječů TM Týniště nad Orlicí	34
8.10	SCHÉMA – DETAIL	35

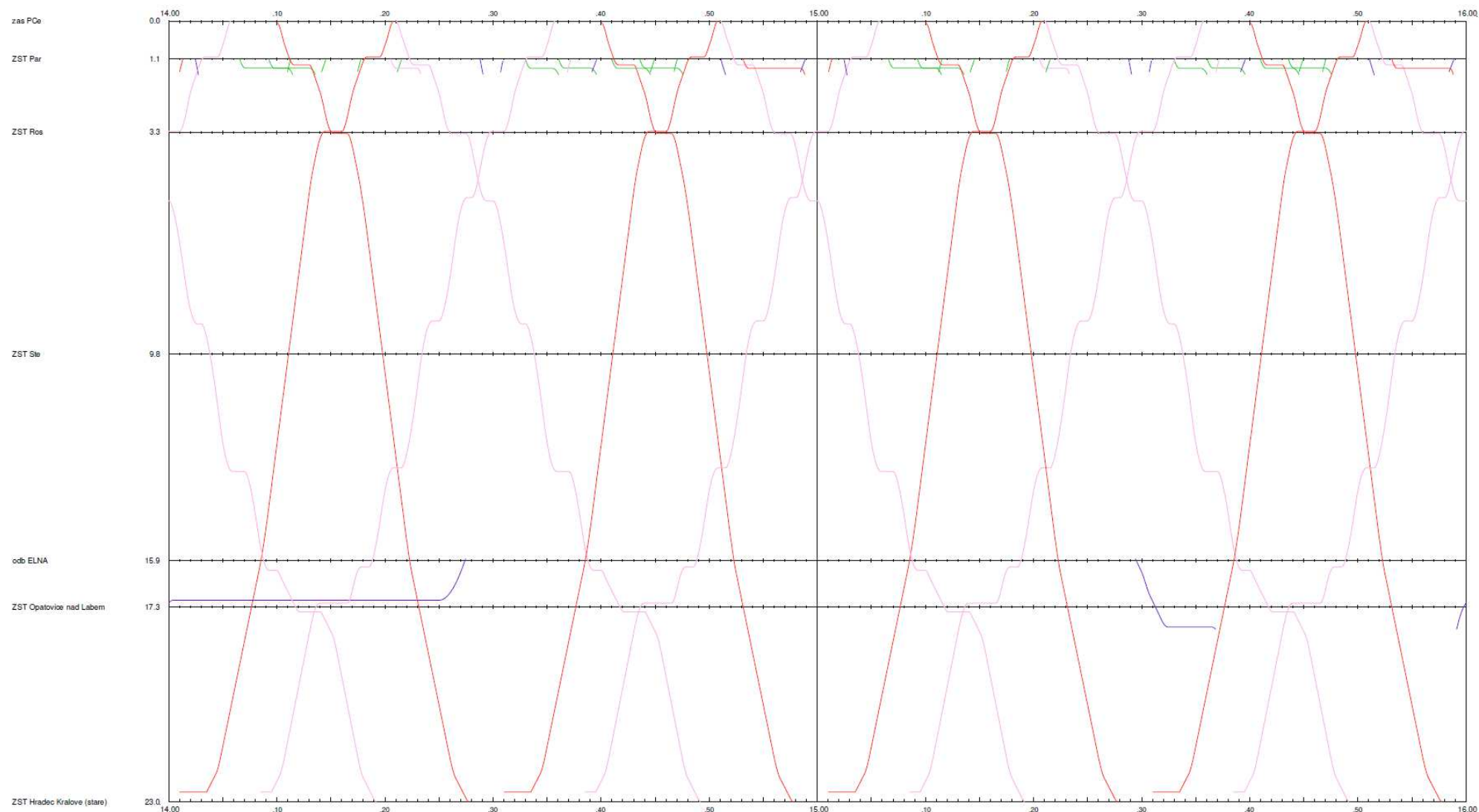
## 8 Přílohy

### 8.1 Modelový grafikon Choceň – Kolín (14-16h)

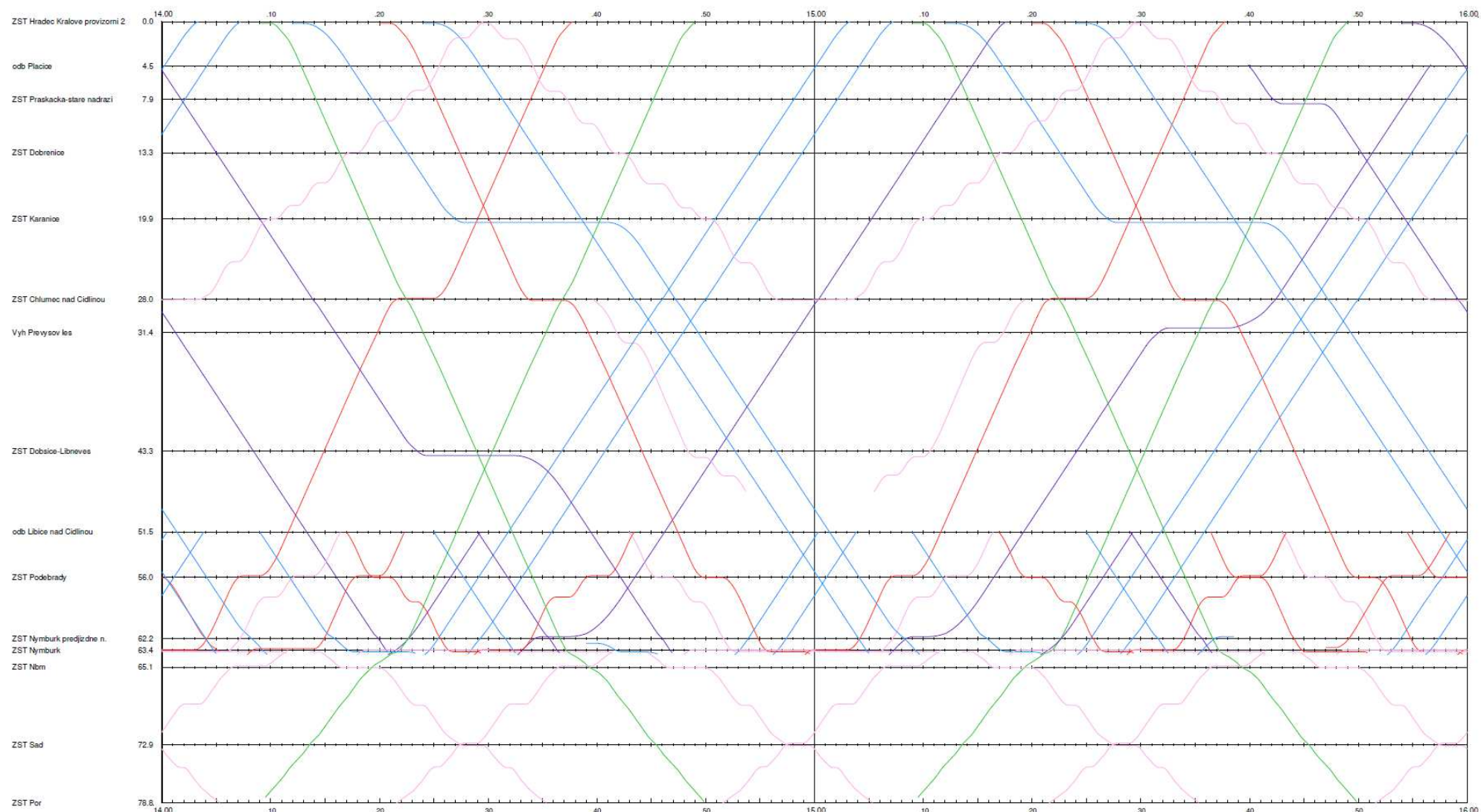




## 8.2 Modelový grafikon Hradec Králové – Pardubice (14-16h)

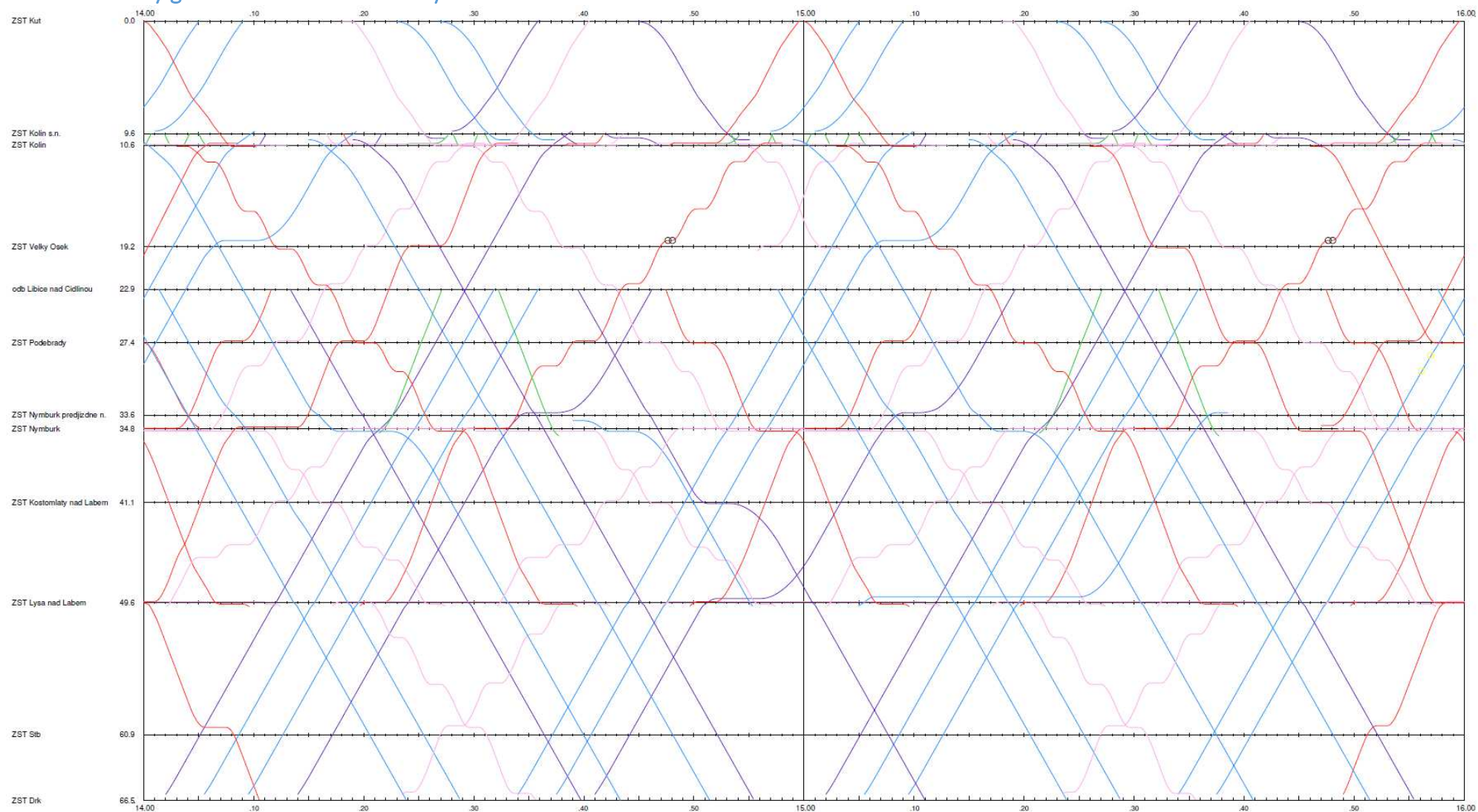


### 8.3 Modelový grafikon Hradec Králové - Poříčany

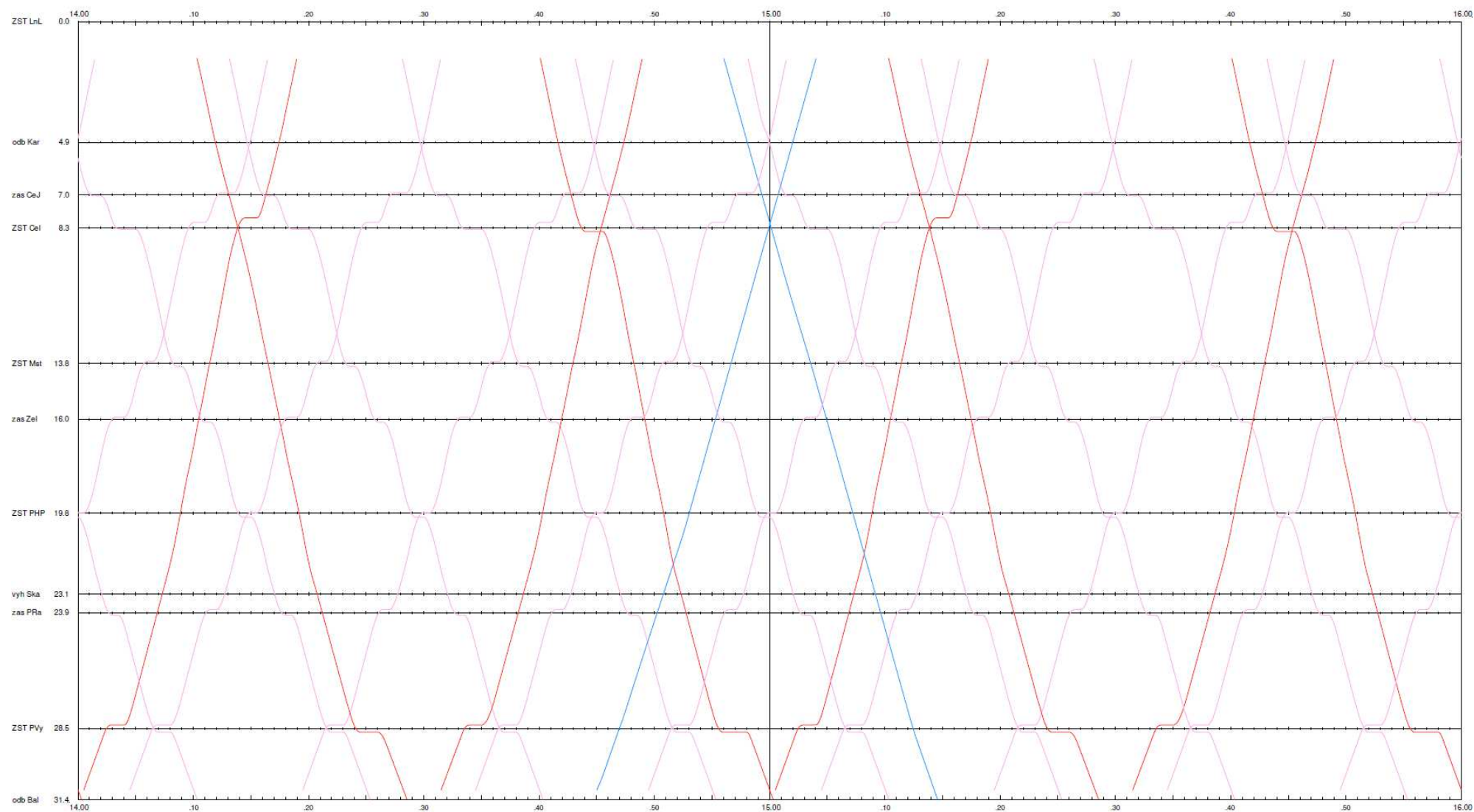


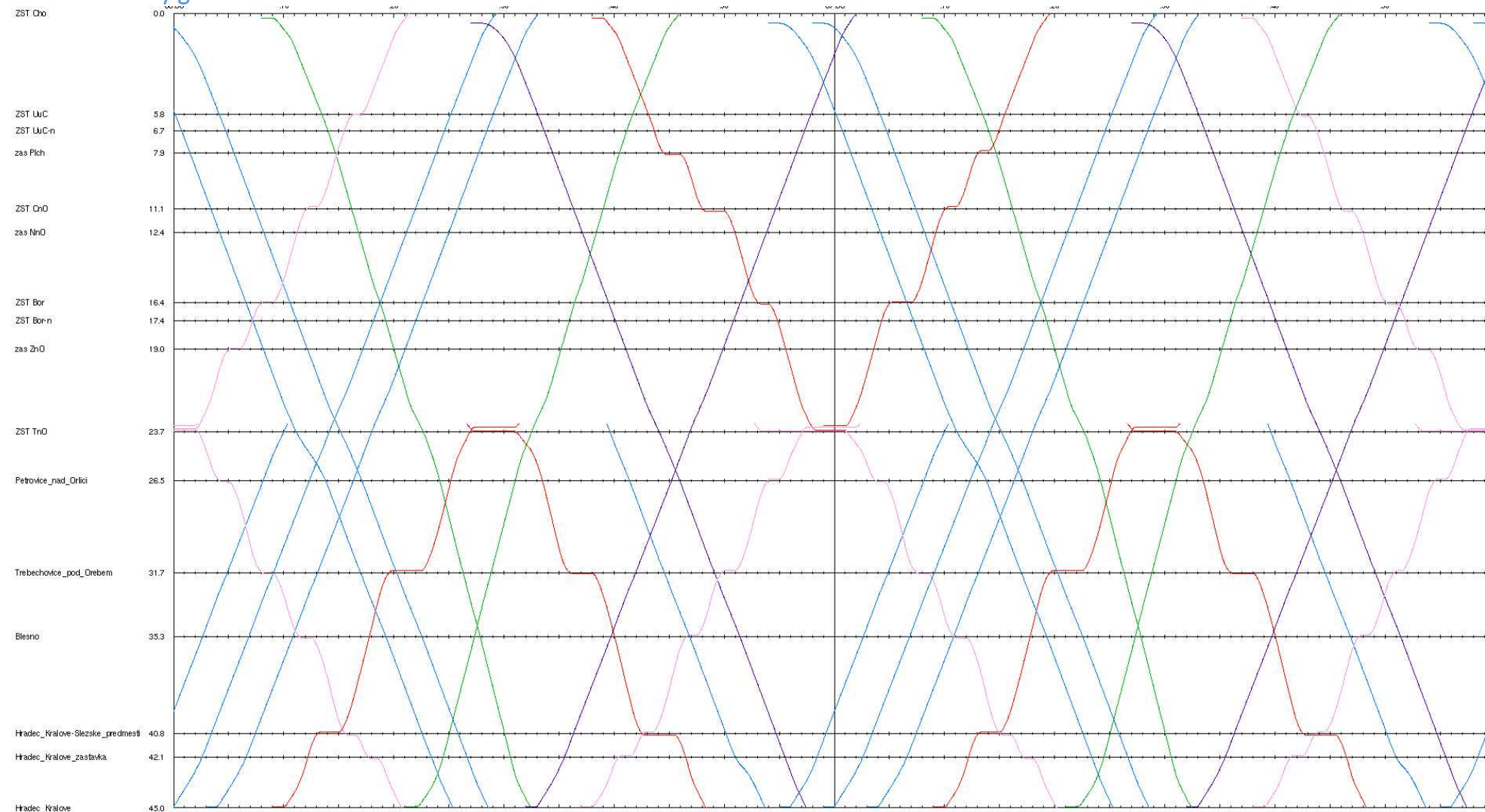


## 8.4 Modelový grafikon Kutná Hora - Dřísy



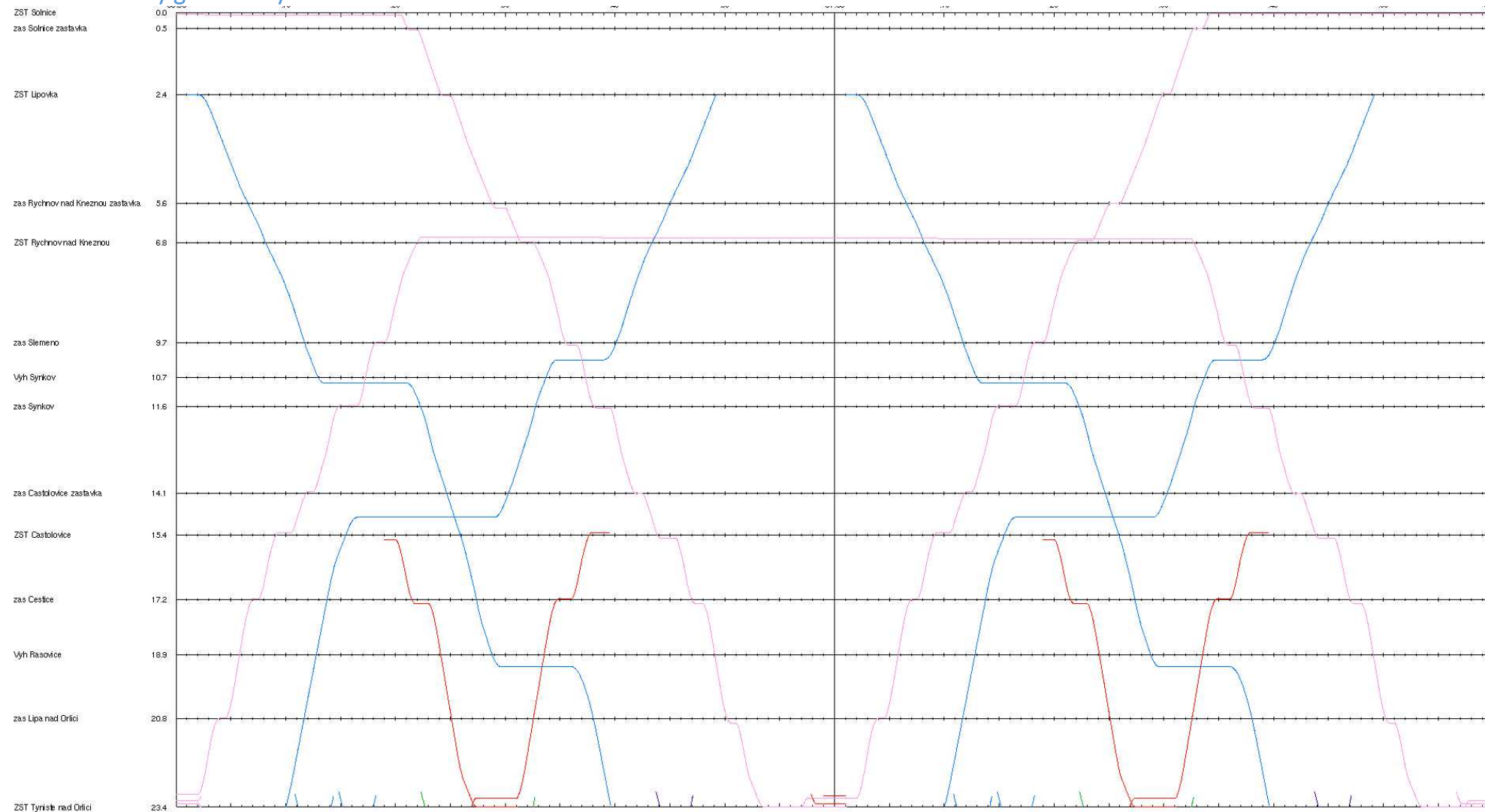
## 8.5 Modelový grafikon Lysá nad Labem - Balabenka





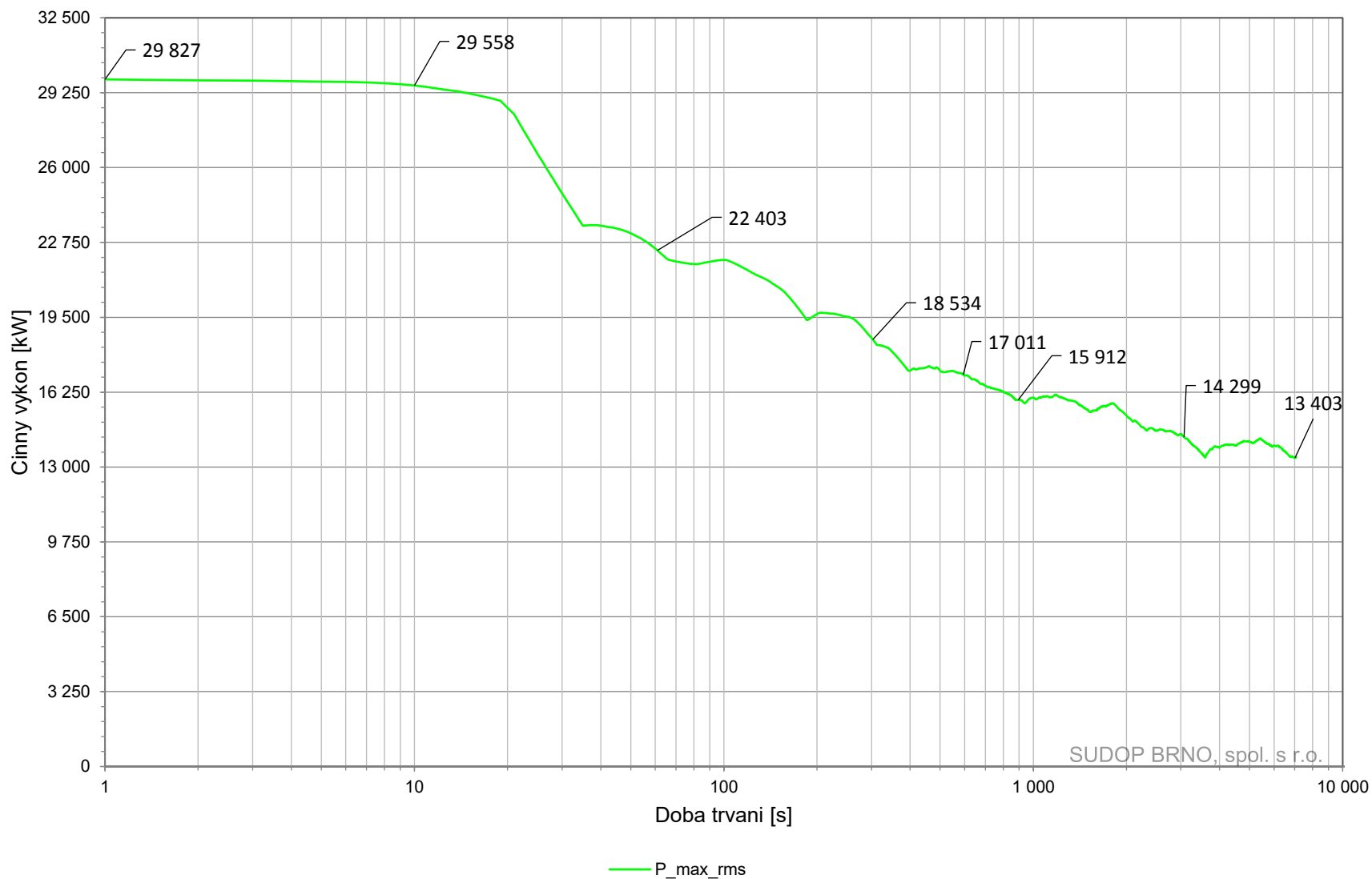


## 8.7 Modelový grafikon Týniště nad Orlicí - Solnice

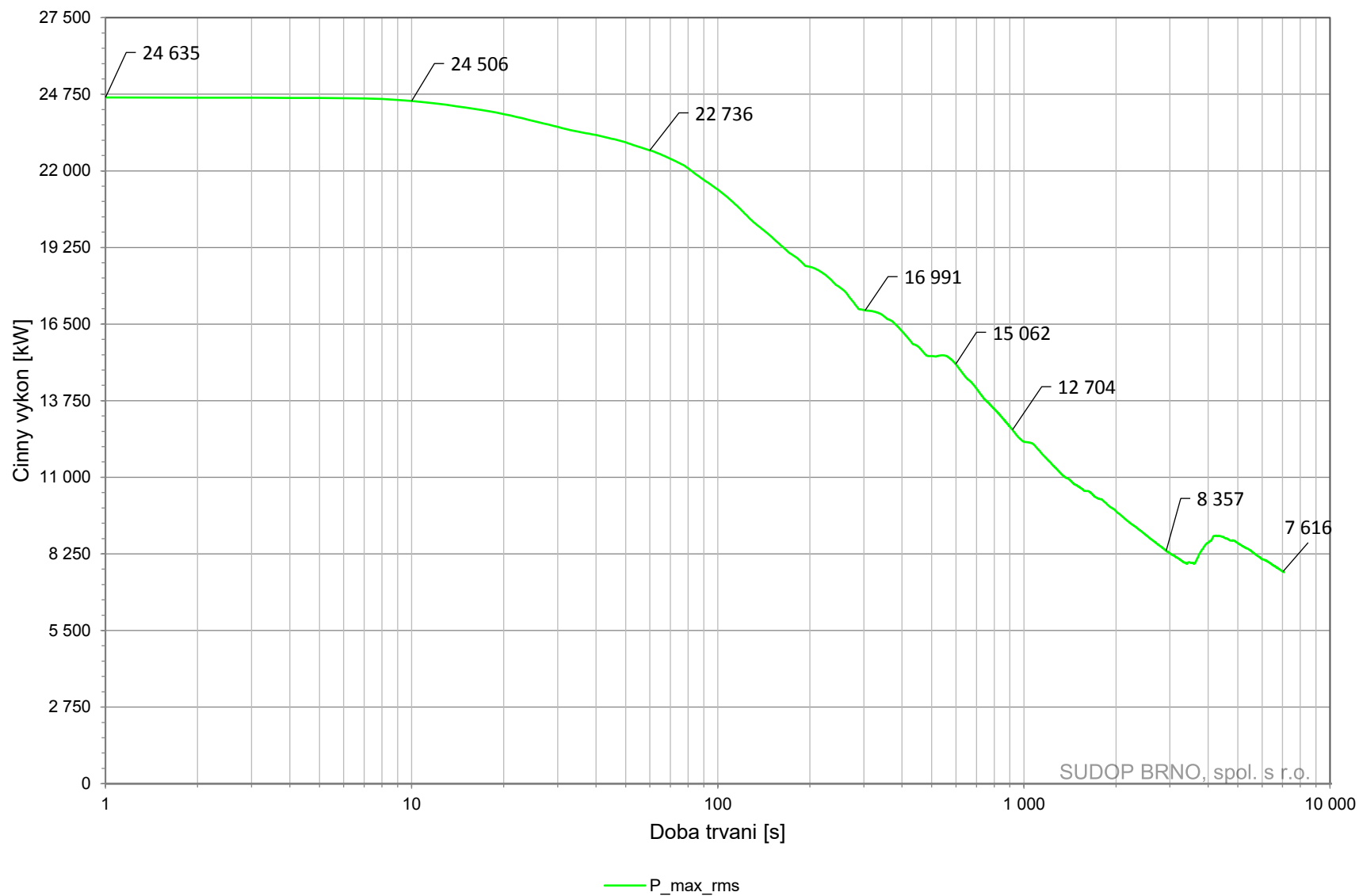


## 8.8 Výkonové zatížení jednotlivých TNS

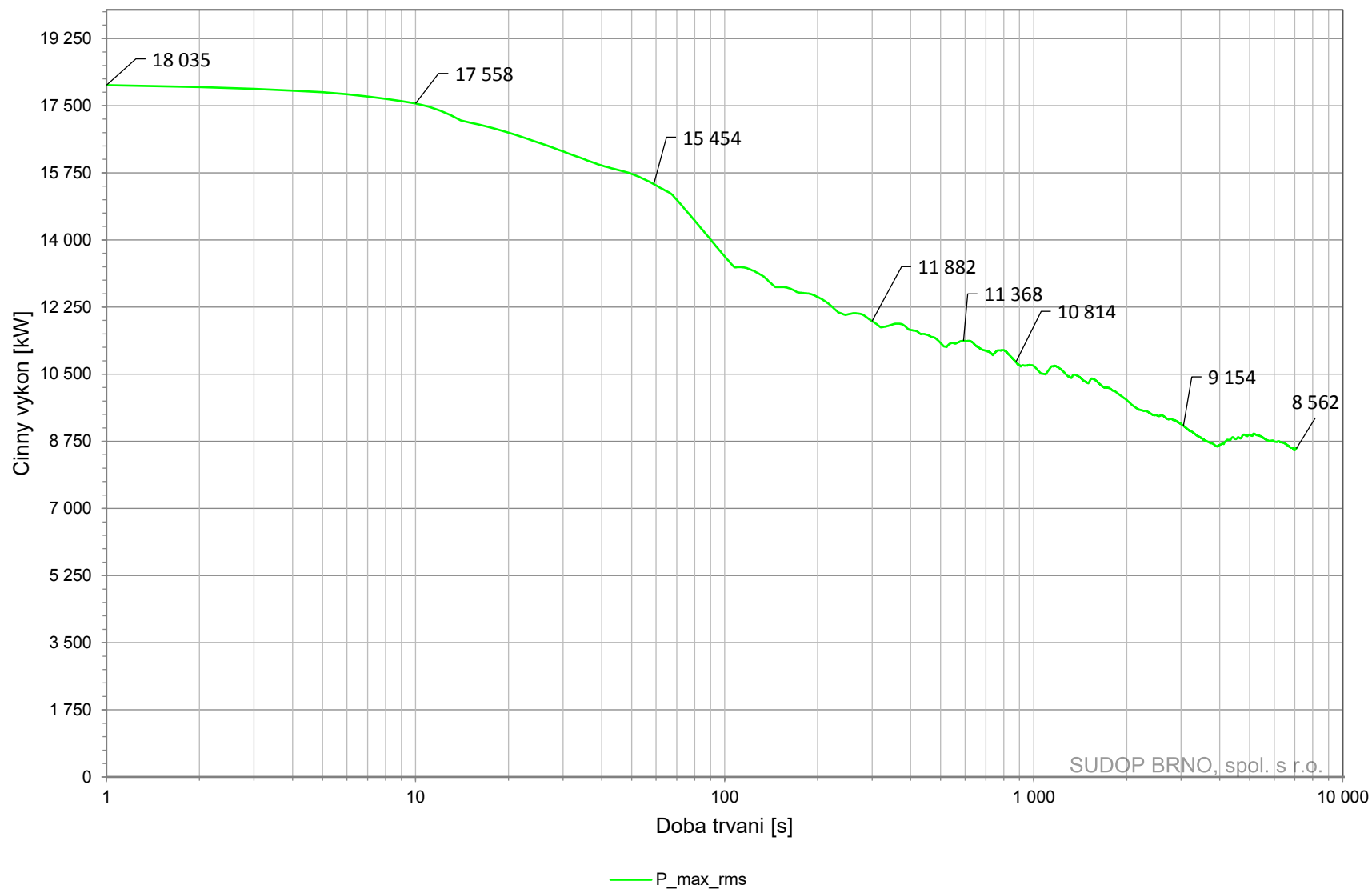
### 8.8.1 Výkonové zatížení TNS Choceň



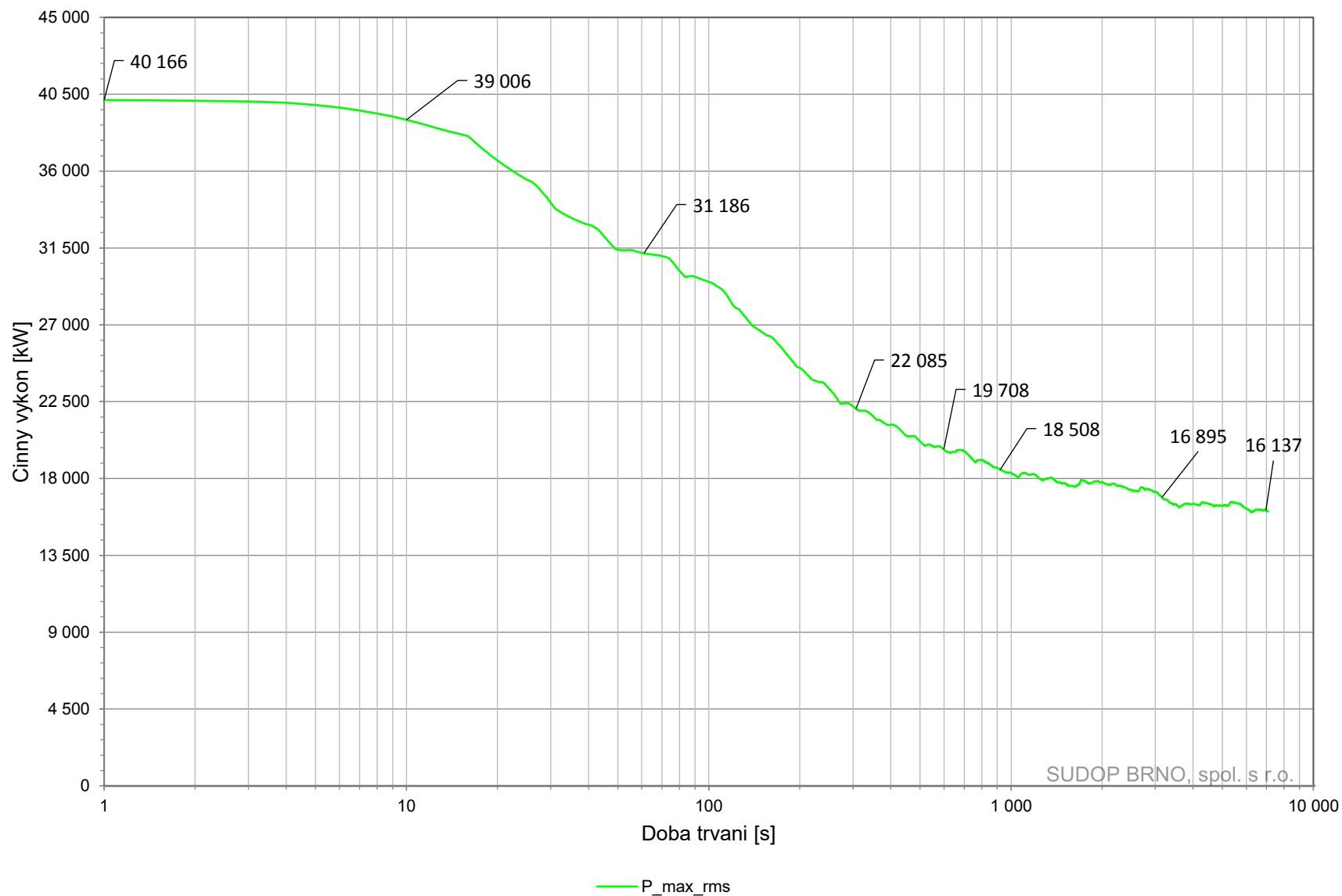
## 8.8.2 Výkonové zatížení TNS Dobšice



### 8.8.3 Výkonové zatížení TNS Káranice

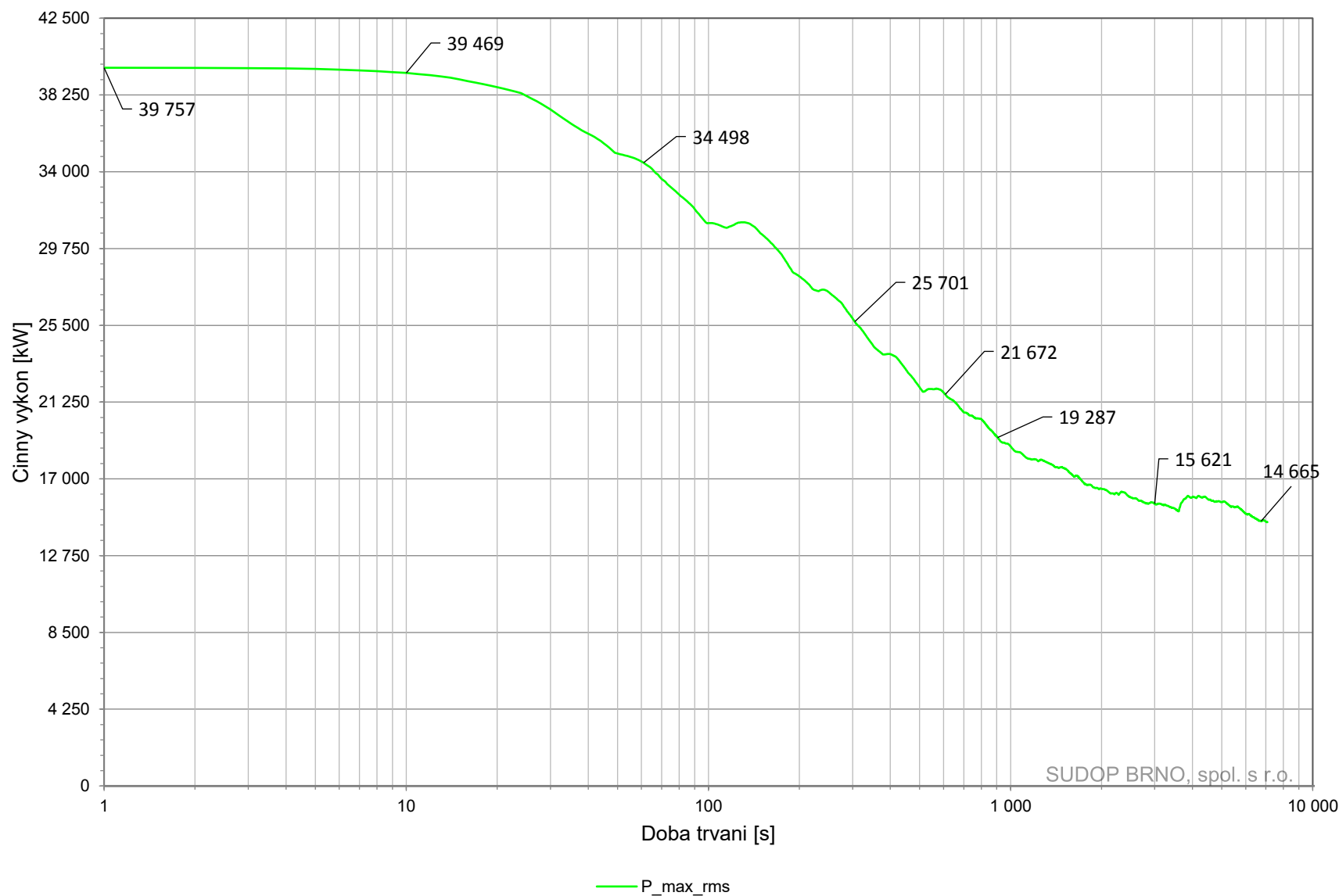


#### 8.8.4 Výkonové zatížení TNS Kolín

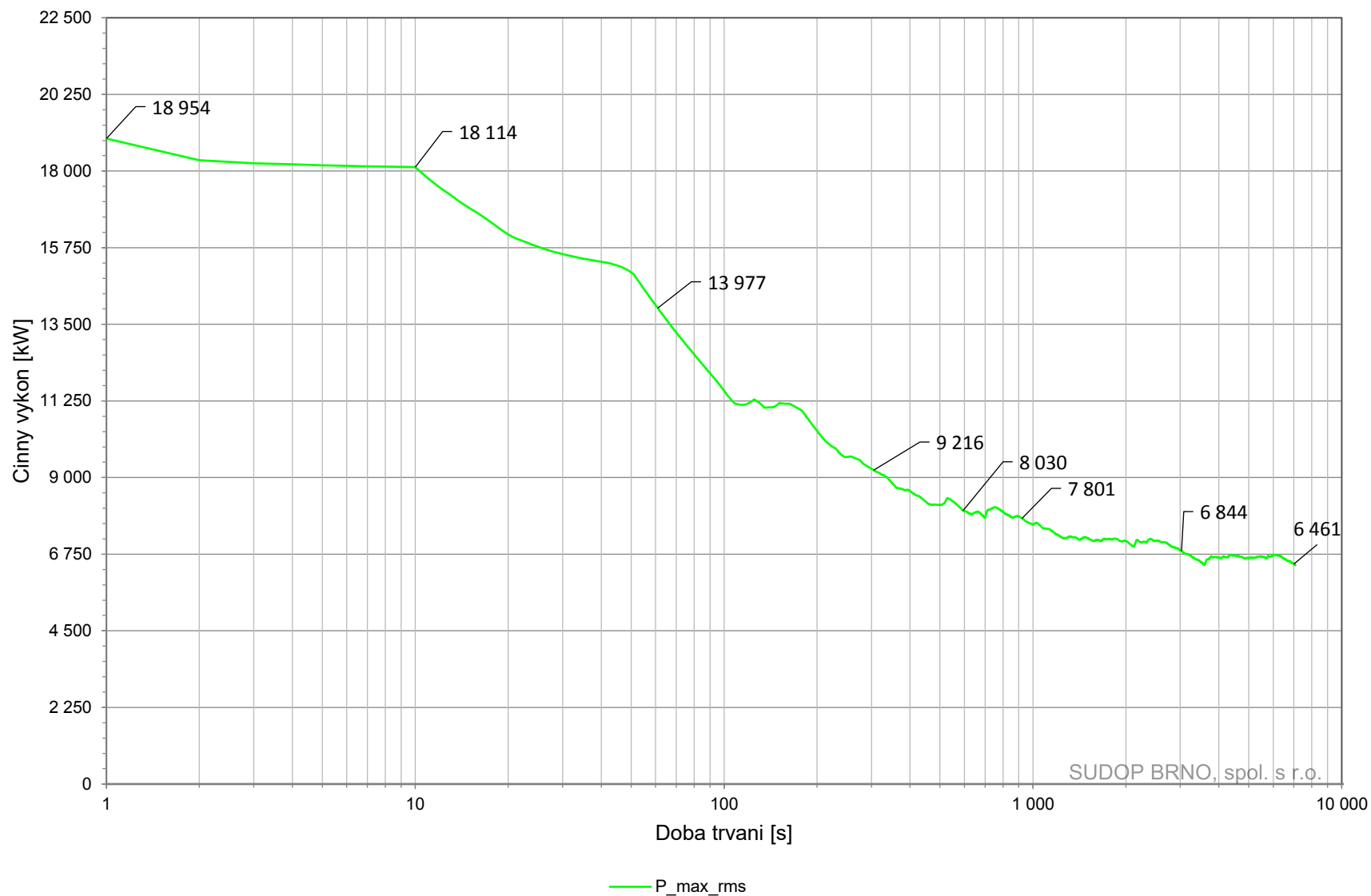




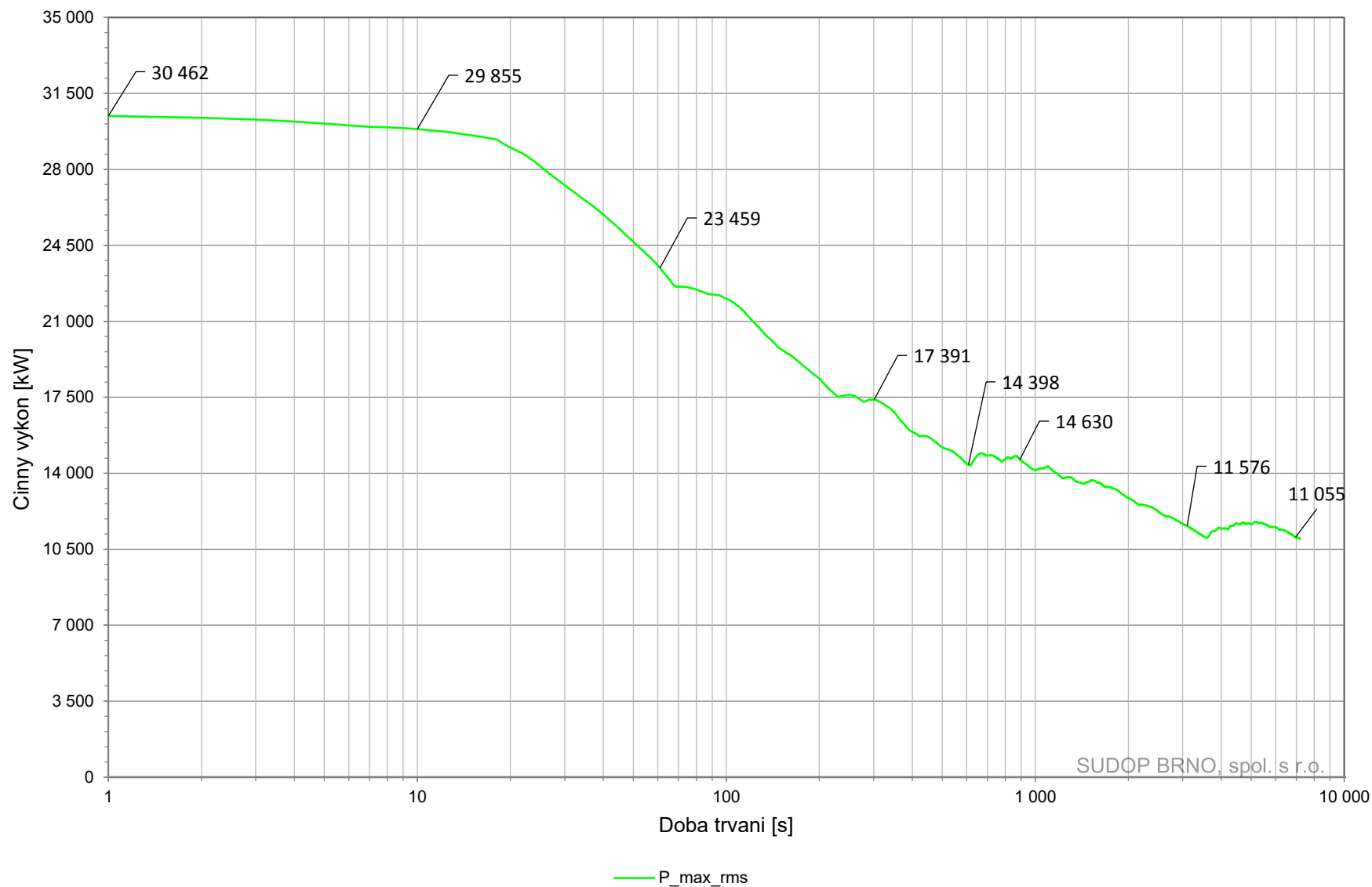
### 8.8.5 Výkonové zatížení TNS Stará Boleslav



### 8.8.6 Výkonové zatížení TNS Stéblová

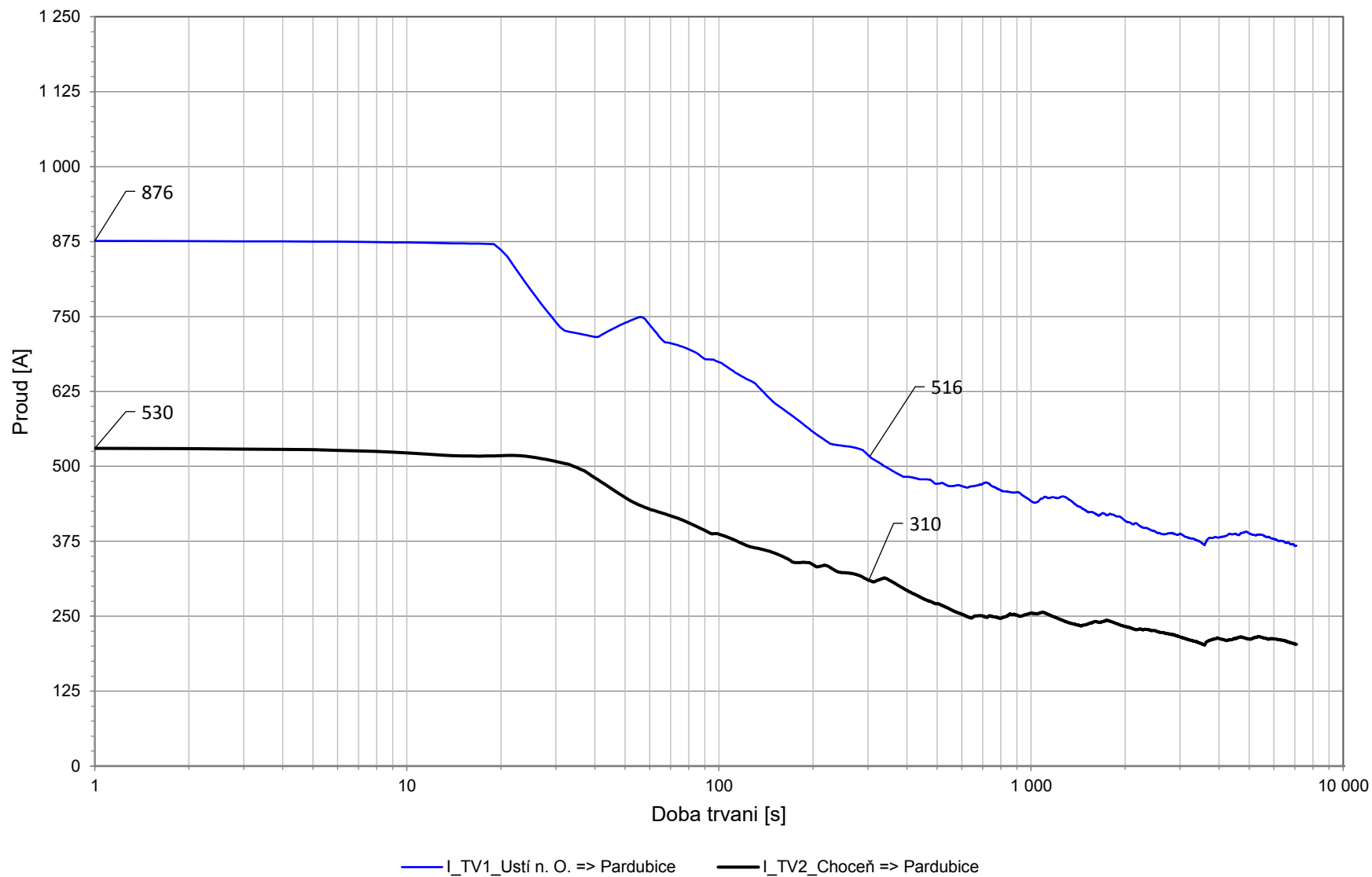


### 8.8.7 Výkonové zatížení TNS Týniště nad Orlicí

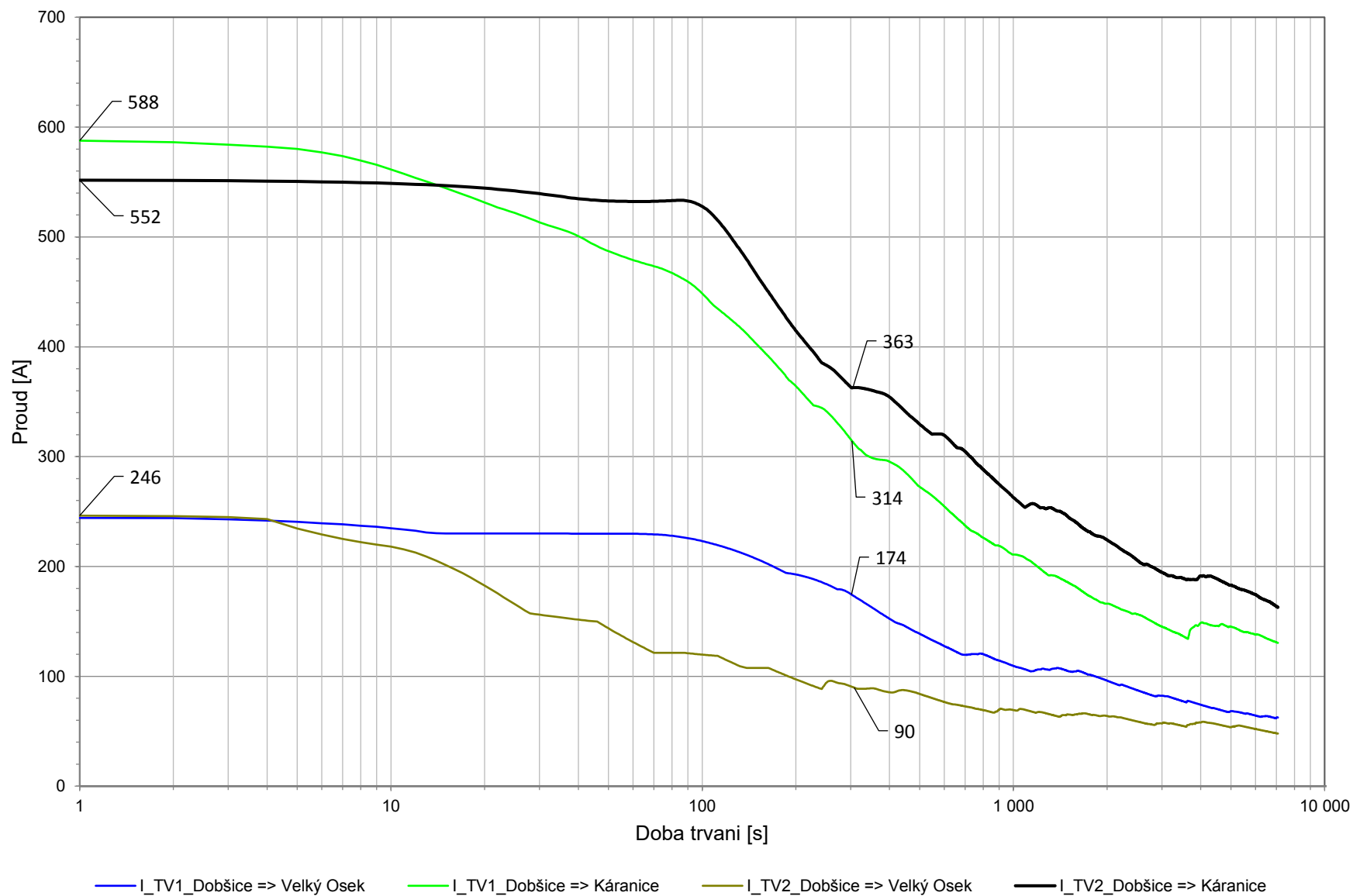


## 8.9 Proudové zatížení napáječů v trakčních měnících

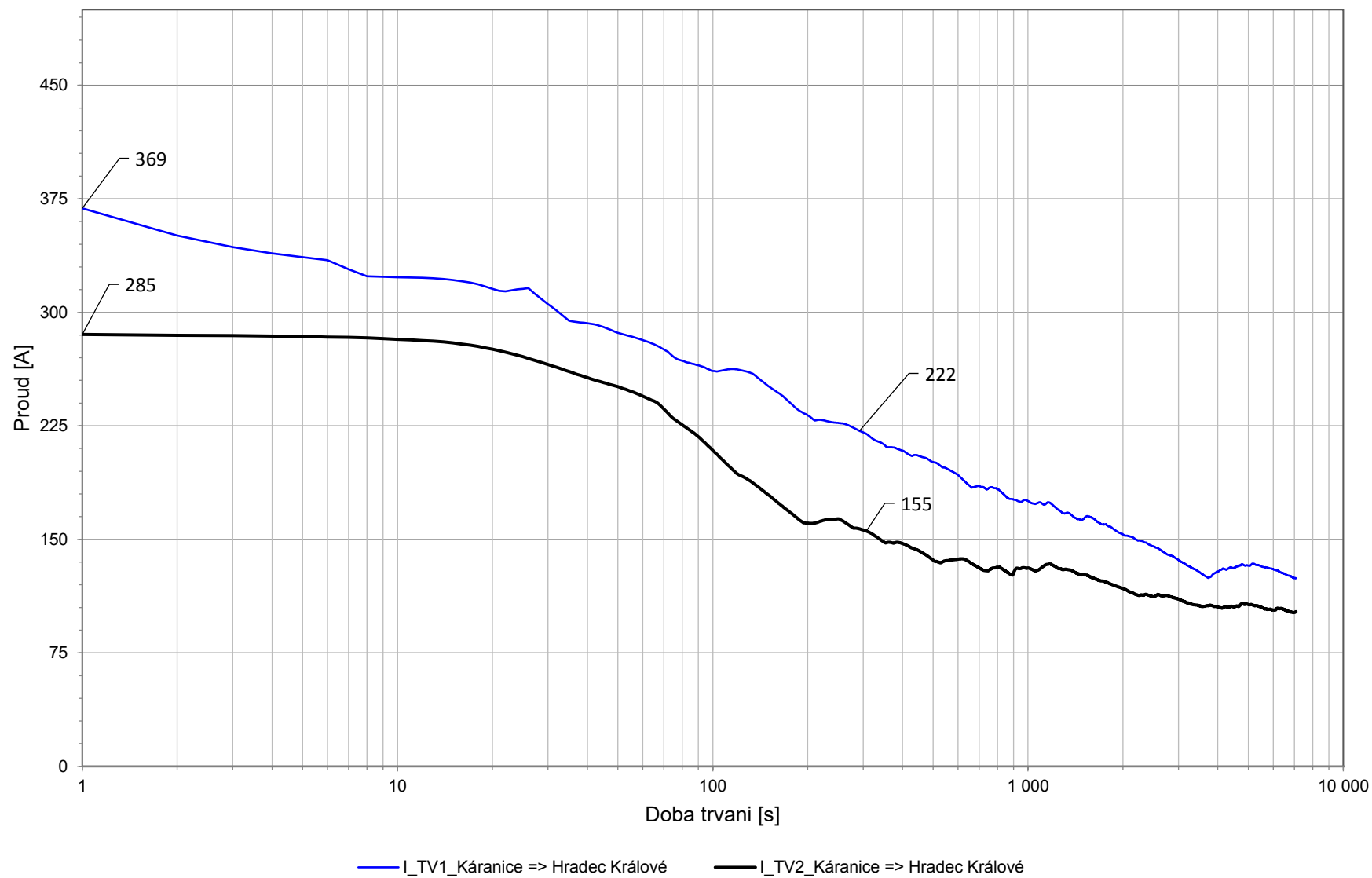
### 8.9.1 Proudové zatížení napáječů TNS Choceň



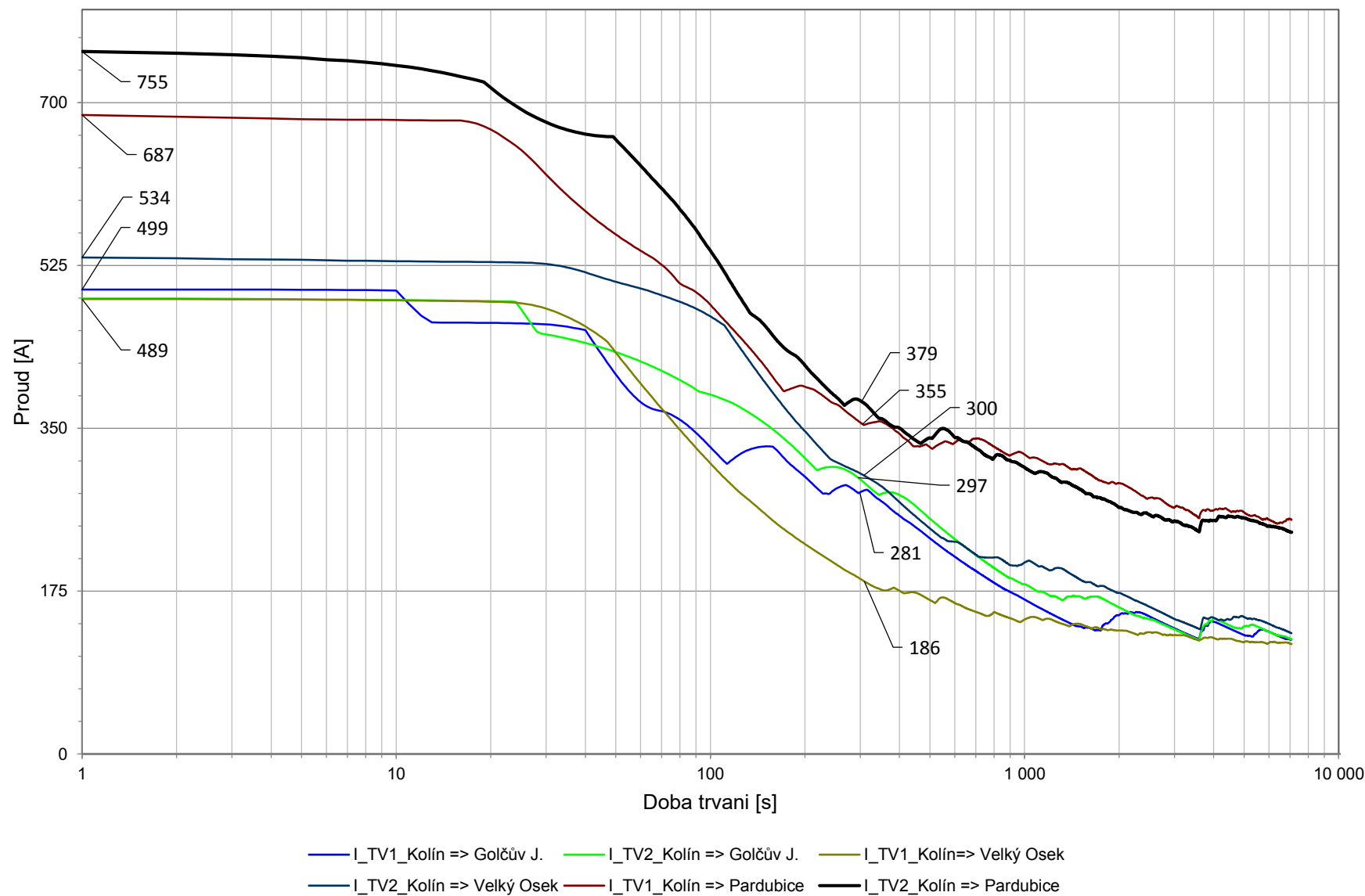
### 8.9.2 Proudové zatížení napáječů TNS Dobšice



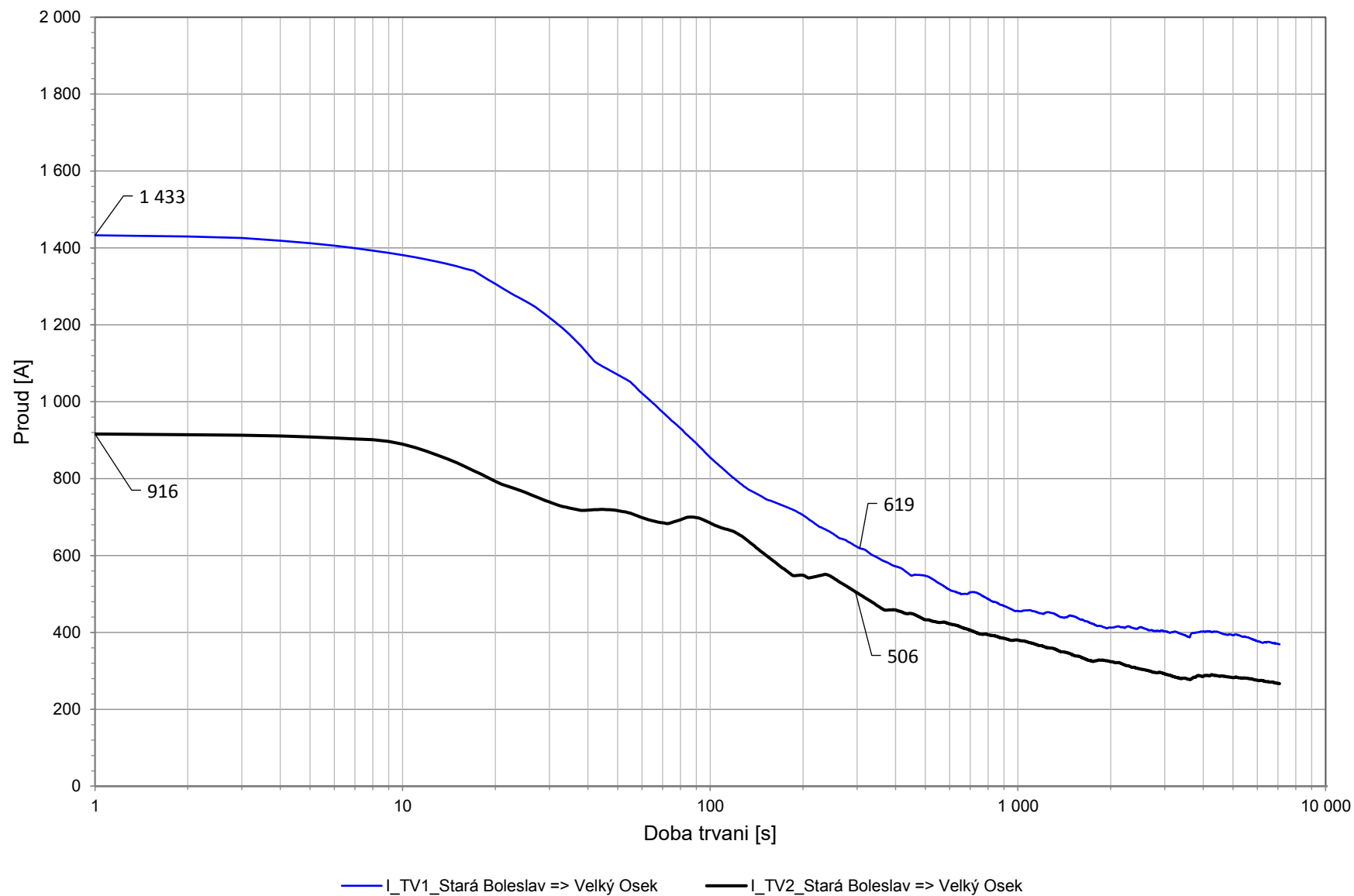
### 8.9.3 Proudové zatížení napáječů TNS Káranice



#### 8.9.4 Proudové zatížení napáječů TNS Kolín

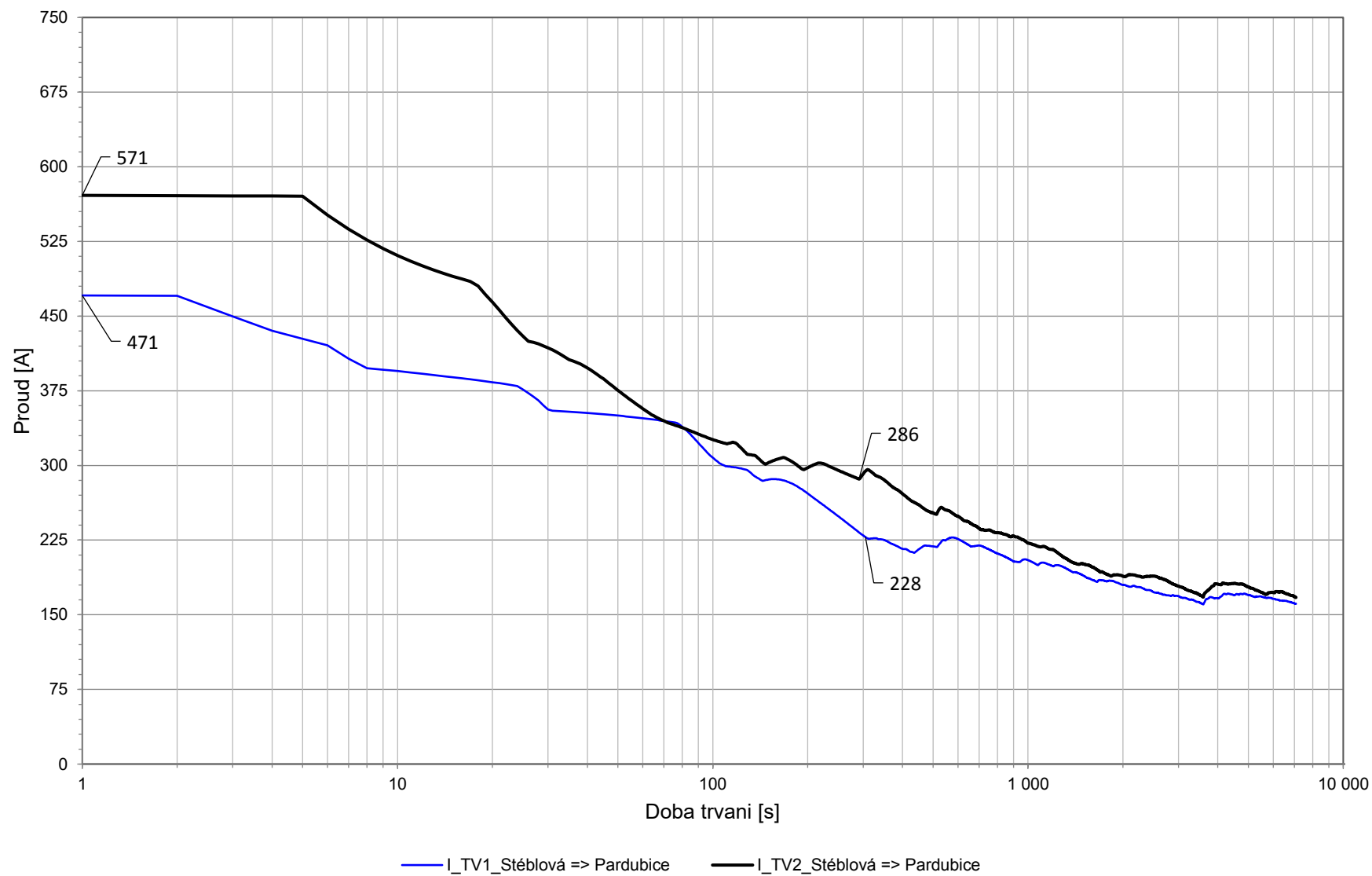


### 8.9.5 Proudové zatížení napáječů TNS Stará Boleslav

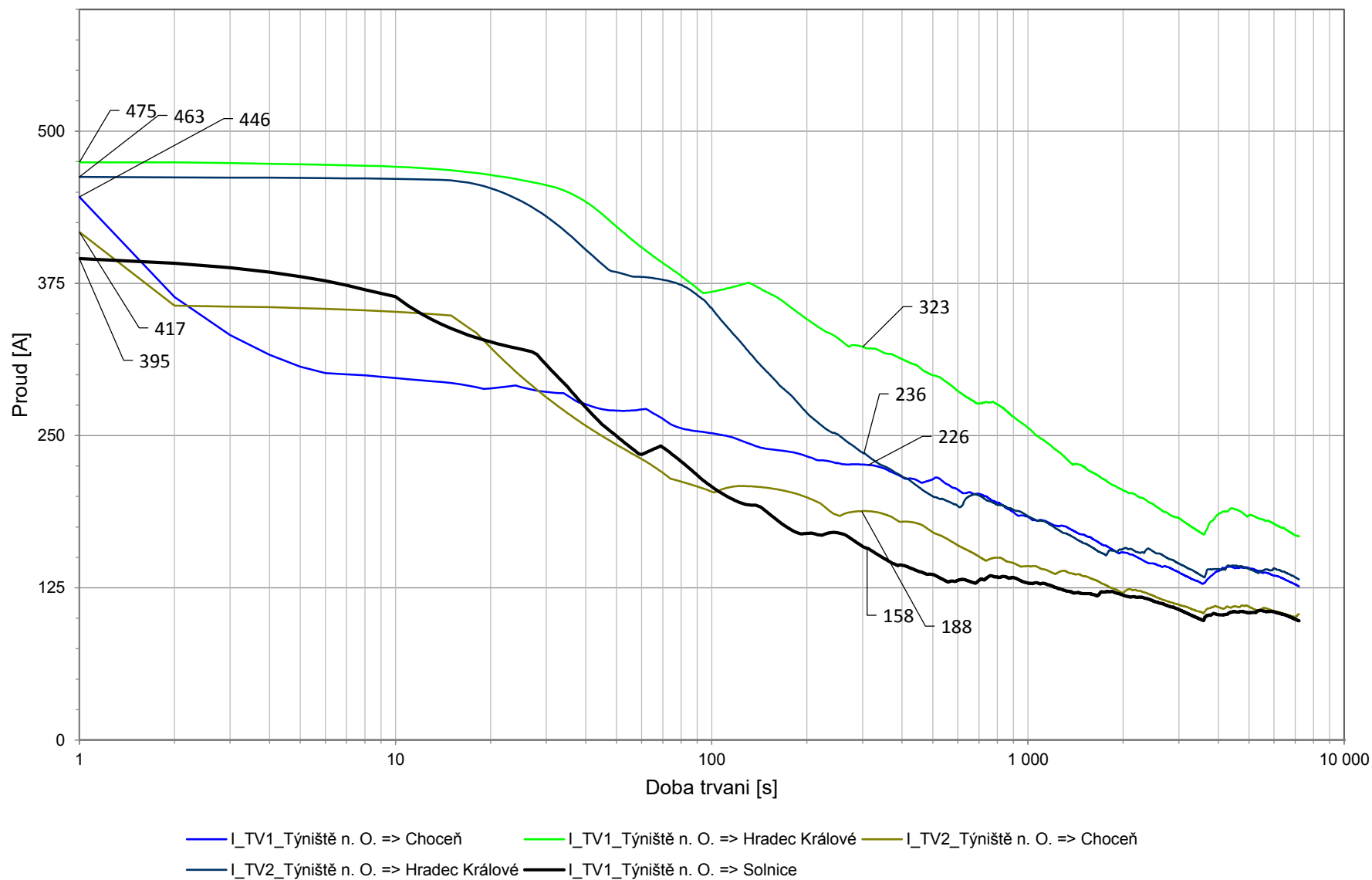




### 8.9.6 Proudové zatížení napáječů TNS Stéblová



### 8.9.7 Proudové zatížení napáječů TM Týniště nad Orlicí



## 8.10 Schéma – detail

