



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program doprava

Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury



ČISTOPIS

Číslo změny:	Obsah změny:	Datum změny:
01	-	-
02	-	-
03	-	-

Investor:



SŽDC, s.o.
Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
tel.: +420 222 335 777
e-mail: szdc@szdc.cz

Generální projektant:



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

Hlavní inženýr projektu:

ING. MARTIN RAIBR

Garant profese:

-

Zpracovatel části:

Ing. Jiří Princ
technické výpočty, projekty, expertízy
Choceradská 22, Praha 4

Vedoucí střediska:	Odpovědný projektant SO, IO, PS:	Vypracoval:	Kontroloval:
-	ING. JIŘÍ PRINC	ING. JIŘÍ PRINC	-

Název akce:	Číslo smlouvy:
	16-333.208
Část:	Projektový stupeň:
	DSP
ENERGETICKÉ VÝPOČTY	Datum:
	11/2017
	Číslo části:
	B.5.1

Rekonstrukce trati v úseku Kyjice – Chomutov

Energetické výpočty

pro celou trať

TNS Karlovy Vary – Chomutov – Koštov

Objednatel: SUDOP Praha, a. s.
Olšanská 1a, Praha 3

Objednávka: 16 387 208 K01 (4/2017)

Vypracoval: Ing. Jiří Princ

Vypracováno: květen – červenec 2017

OBSAH

	strana
1.) Úvod a použité podklady	3
2.) Technická a dopravní charakteristika tratí	4
3.) Základní trakční a energetické výpočty	4
3a) Výpočet spotřeby energie	4
3b) Výpočet odebíraných proudů vlaků	7
4.) Zásadní návrh energetického napájení tratí	8
5.) Zatížení a výkony napájecích stanic	9
6.) Úbytek napětí a dimenzování trakčního vedení	12
7.) Závěr	16

Příloha č. 1

Tabulka č. 1 – č. 6

Schéma č. 1 – č. 3

Diagram č. 1 a č. 3

1.) Úvod a použité podklady

Energetické výpočty řeší podle požadavku objednatele napájení celé trati od stávající TNS Karlovy Vary po Koštov před Ústím nad Labem po jejím přechodu na střídavou trakci 25 kV, 50 Hz, který se uvažuje postupně ve dvou etapách, a to: nejprve přesun stykového místa 25 kV, 50 Hz/3 kV ss ze současného km cca 138,87 u Kadaně do km cca 60,800 za stanicí Chomutov-město a později až před uzel Ústí nad Labem do prostoru u měřírny Koštov (mezi Bílinou a Koštovem se samozřejmě jedná o obě trati, tj. přes Oldřichov a přes Úpořiny).

Výpočty mají podle objednávky zejména:

- a) Zjistit, do jaké vzdálenosti je schopna TT Karlovy Vary napájet trať při výluce TT Kadaň (např. při její rekonstrukci cca 2 roky).
- b) Stanovit dimenzování TT Kadaň, TM Most a TM Světec (ovšem přebudované na střídavé TT) pro výhledovou dopravu.
- c) Ověřit předpokládanou možnost zrušení TM Oldřichov bez náhrady (zrušení TM Chomutov je samozřejmé vzhledem k malým vzdálenostem od TT Kadaň a budoucí TT Most).
- d) Navrhnout potřebné spínací stanice.
- e) V návrhu dimenzování TT stanovit 10min., 15min., 1hod. a 2hod. maxima.

Kromě uvedených bodů výpočty samozřejmě řeší i další obvyklou problematiku, zejména potřebné dimenzování trakčního vedení.

Pro konečný návrh energetického napájení trati a odpověď na uvedené otázky bylo nutno provést množství podrobných výpočtů a kontrol, které není účelné v plném rozsahu zde uvádět, zůstávají však archivovány u zpracovatele pro případnou potřebu v budoucnu. V dalším textu technické zprávy jsou uvedeny zásadní postupy a výsledky všech výpočtů a hlavně z nich plynoucí návrhy schématu napájení a dimenzování jednotlivých pevných trakčních zařízení.

Pro zpracování všech výpočtů byly použity zejména tyto podklady:

- Podrobný psaný podélný profil všech tratí jednak předaný objednatelem a jednak ze Sbírky podélných profilů tratí ČSD z archivu zpracovatele.
- Údaje o předpokládané výhledové dopravě na všech tratích, předané ve formě tabulek objednatelem (příloha č. 1).
- Údaje o budoucí traťové rychlosti v jednotlivých traťových úsecích od objednatele.

- Schémata napájení a dělení žel. stanic a kilometrické polohy stávajících TT a TM, opět předané objednatelem.
- Platné normy a předpisy a běžné technické pomůcky pro zpracování energetických výpočtů.

2.) Technická a dopravní charakteristika tratí

Všechny traťové úseky od Karlových Varů až po Ústí nad Labem jsou 2-kolejné. Úsek od TNS Karlovy Vary po km 60,800 u Chomutova je cca 62,6 km dlouhý, trakčně obecně středně náročný (redukované sklony v obou směrech do 10 ‰), pro převažující těžké nákladní vlaky však daná stoupání znamenají zásadně potřebu dvou lokomotiv a mimořádně vysoké odebírané proudy. Úsek 2. etapy přechodu na systém 25 kV, 50 Hz od km 60,800 po Koštov přes Oldřichov je dlouhý cca 58,2 km (neutrální pole u Koštova uvažováno kolem km 6,7 a menší posuny nemají pro návrh energetického napájení žádný význam) a z trakčního hlediska podstatně příznivější; pouze mezi Oldřichovem a Koštovem redukované sklony do 6 ‰, opět v obou směrech a jinde trať blízka vodorovné. Paralelní trať z Bíliny přes Úpořiny do Koštova (zde neutrální pole uvažováno kolem km 2,2) je dlouhá cca 24,0 km a trakčně je nejpříznivější – mírné stoupání od Koštova do Bíliny s nejvyšší redukovanou hodnotou +4,3 ‰. Redukované podélné profily všech tří traťových úseků, odvozené běžnou metodou z podrobných profilů v podkladech, jsou na schématech č. 1, 2 a 3.

Traťová rychlost s výjimkou trati Bílina – Koštov přes Úpořiny (zde vzhledem k malým poloměrům oblouků je většinou pouze 60 km/hod.) je s menšími odchylkami 120 km/hod., což se ve výpočtech uvažuje pro rychlíky; u Os vlaků s ohledem na časté zastávky předpokládáme 100 km/hod. a u Pn vlaků a Nex vlaků dle podkladů 90, resp. 100 km/hod.

Údaje o předpokládané intenzitě výhledové dopravy vč. trakčních vozidel a hmotností jsou na příloze č. 1.

3.) Základní trakční a energetické výpočty

3a) Výpočet spotřeby energie

Výpočet denní spotřeby energie byl proveden běžnou metodou na základě redukovaného podélného profilu a diagramu měrné spotřeby energie typových vlaků

(diagram č. 1). Ze zadané výhledové dopravy vycházejí výpočtem následující dopravní toky v jednotlivých traťových úsecích:

Rychlíky

V celé trati Karlovy Vary – Koštov přes Oldřichov

$$D_t = 3.465 \text{ t/d} \quad \text{v každém směru.}$$

Po trati Bílina – Úpořiny – Koštov nepojedou.

Sp a Os vlaky

V úseku Karl. Vary – Kadaň

$$D_t = 3.600 \text{ t/d} \quad \text{v každém směru}$$

V úseku Kadaň – Most

$$D_t = 5.200 \text{ t/d} \quad \text{v každém směru}$$

V úseku Most – Bílina

$$D_t = 8.200 \text{ t/d} \quad \text{v každém směru}$$

V úseku Bílina – Oldřichov

$$D_t = 5.200 \text{ t/d} \quad \text{v každém směru}$$

V úseku Oldřichov – Koštov

$$D_t = 8.800 \text{ t/d} \quad \text{v každém směru}$$

V úseku Bílina – Úpořiny – Koštov (jen Os vlaky)

$$D_t = 3.000 \text{ t/d}$$

Nex vlaky

V úseku Karl. Vary – Kadaň – Most

$$D_t = 3.540 \text{ t/d} \quad \text{v každém směru}$$

V úseku Most – Bílina

$$D_t = 8.850 \text{ t/d} \quad \text{ve směru do Mostu}$$

$$D_t = 7.080 \text{ t/d} \quad \text{ve směru z Mostu}$$

V úseku Bílina – Oldřichov – Koštov

$$D_t = 1.770 \text{ t/d} \quad \text{v každém směru}$$

V úseku Bílina – Úpořiny – Koštov

$$D_t = 7.080 \text{ t/d} \quad \text{ve směru do Bíliny}$$

$$D_t = 5.310 \text{ t/d} \quad \text{ve směru z Bíliny}$$

Pn vlaky

V úseku Karl. Vary – Kadaň – Most

$D_t = 23.870 \text{ t/d}$ ve směru do Karl. Varů

$D_t = 21.700 \text{ t/d}$ ve směru z Karl. Varů

V úseku Most – Bíliny

$D_t = 51.840 \text{ t/d}$ v každém směru

(vzhledem k malé změně zátěže v Českých Zlatnících odb. uvažována střední hodnota z obou podúseků)

V úseku Bílina – Oldřichov – Koštov

$D_t = 19.440 \text{ t/d}$ ve směru do Bíliny

$D_t = 17.820 \text{ t/d}$ ve směru z Bíliny

V úseku Bílina – Úpořiny – Koštov

$D_t = 66.360 \text{ t/d}$ ve směru do Bíliny

$D_t = 68.730 \text{ t/d}$ ve směru z Bíliny

Hodnoty měrných spotřeb energie podle diagramu č. 1 byly s ohledem na konkrétní podmínky (rychlost vlaků a u vlaků Os hustota zastávek) upraveny takto:

Rychlíky

Čára č. 2 +20 % (nad +8 ‰ jen +5 %) v celé trati

Sp + Os vlaky

Čára č. 4 +20 % (nad +8 ‰ jen +5 %) v celé trati

kromě úseku přes Úpořiny, kompromis mezi Sp a Os vlaky v hustotě zastávek

Čára č. 4 na trati Bílina – Úpořiny – Koštov

Nex vlaky

Čára č. 7 +30 % (nad +8 ‰ jen +10 %) v celé trati

kromě úseku přes Úpořiny

Čára č. 7 -10 % na trati Bílina – Úpořiny – Koštov

Pn vlaky

Čára č. 6 +30 % (nad +8 ‰ jen +10 %) v celé trati

přes Oldřichov

Čára č. 6 -5 % na trati přes Úpořiny

Postup všech výpočtů a výsledky jsou přehledně shrnuty pro jednotlivé traťové úseky v tabulkách č. 1, 3 a 5.

Celková denní spotřeba energie vychází

$A_d = 75,9 \text{ MWh/d}$ v úseku TNS Karlovy Vary – Kadaň

$A_d = 24,1 \text{ MWh/d}$ v úseku Kadaň – km 60,800

$A_d = 108,5 \text{ MWh/d}$ v úseku km 60,800 – Most – Oldřichov – Koštov

$A_d = 51,3 \text{ MWh/d}$ v úseku Bílina – Úpořiny – Koštov

3b) Výpočet odebíraných proudů vlaků

Výpočet odebíraných proudů vlaků při jízdě ustálenou rychlostí byl proveden pomocí běžných vzorců trakční mechaniky a energetiky pro jednotlivé druhy vlaků za těchto předpokladů:

Rychlíky

Váha vlaku vč. loko $G = 385 \text{ t}$
Rychlost $v = 120 \text{ km/hod.}$
Jízdní odpory $p_o = 5,5 \text{ kg/t}$
Vlastní spotřeba vč. soupravy $I_{vl.} = 16 \text{ A}$

Vlaky Sp + Os

Váha el. jednotky $G = 200 \text{ t}$
Rychlost $v = 100 \text{ km/hod.}$
Jízdní odpory $p_o = 3,5 \text{ kg/t}$
Vlastní spotřeba $I_{vl.} = 10 \text{ A}$
(Na trati přes Úpořiny $v = 60 \text{ km/hod.}$, $p_o = 2,8 \text{ kg/t}$)

Vlaky Nex

Váha vlaku vč. loko $G = 1770 \text{ t}$
Rychlost $v = 100 \text{ km/hod.}$
Jízdní odpory $p_o = 5,5 \text{ kg/t}$
Vlastní spotřeba $I_{vl.} = 20 \text{ A}$
(Na trati přes Úpořiny $v = 60 \text{ km/hod.}$, $p_o = 3,0 \text{ kg/t}$)

Vlaky Pn

Váha vč. loko v úseku K. Vary – Most 2170 t
v úseku Most – Oldřichov – Koštov ... 1620 t
v úseku Bílina – Úpořiny – Koštov 2370 t
Rychlost $v = 90 \text{ km/hod.}$
Jízdní odpory $p_o = 4,5 \text{ kg/t}$
Vlastní spotřeba $I_{vl.} = 20 \text{ A}$
(Na trati přes Úpořiny $v = 60 \text{ km/hod.}$, $p_o = 2,7 \text{ kg/t}$)

Uvažované stř. napětí	$U = 24 \text{ kV}$
Účinnost loko (jednotky)	$\eta = 0,90$
Účinit loko (jednotky)	$\cos \varphi = 0,95$

Postup výpočtů a dílčí i konečné výsledky jsou shrnuty v tabulkách č. 2, 4 a 6.

Maximální proudy vlaků při plném výkonu (při akceleraci) mohou být podle uvažovaných lokomotiv až

340 A u vlaků R	676 A u vlaků Nex
110 A u vlaků Os	320 A u vlaků Pn.

4.) Zásadní návrh energetického napájení tratí

V úseku již provozovaném systémem 25 kV, 50 Hz, tj. TNS Karlovy Vary – TNS Kadaň, zůstane samozřejmě současné schéma napájení: z každé transformovny po spínací stanici Vojkovice přibližně uprostřed úseku. Druhý transformátor 110/27 kV v TNS Kadaň bude po realizaci 1. etapy přechodu na st systém napájet trať přes Chomutov po neutrální pole v km 60,800; obě trať by měla být s ohledem na snížení nesymetrie ve spojení do „V“. Měnič Chomutov bude zrušen bez náhrady.

V prostoru km 60,800 bude ve 2. etapě (prodloužení systému 25 kV, 50 Hz až do Koštova) nutná klasická 4vypínačová spínací stanice. V zájmu snížení úbytků napětí by bylo účelné vybudovat její „zárodek“ již v 1. etapě s jedním příčným vypínačem, není to však nezbytné; téhož účelu by šlo dosáhnout příčným propojením obou stop TV odpojovačem při vazbě obou napáječů v TT Kadaň.

Při výpadku TT Kadaň bude celá trať napájena přes spínací stanici Vojkovice z TNS Karlovy Vary, jako je tomu na jiných tratích ČD; budou nutná určitá dopravní omezení a napětí v TV může klesat až k hodnotě 19 kV. **Napájení z TNS Karlovy Vary dále k Chomutovu nepřichází vůbec v úvahu**, jak prokazují provedené kontroly úbytků napětí (resp. teoreticky by byla možná výlučně osobní doprava, a to ještě s omezeními – vyloučení souběhu vysokých odběrů více vlaků). Proto bude třeba rekonstrukci TT Kadaň s jejím vyloučením z provozu provést ještě před prodloužením st trakce po km 60,800.

Ve 2. etapě bude nutno měnič v Mostě a Světcích přebudovat na st trakční transformovny, měnič Oldřichov se zruší bez náhrady.

V TT Most budou 2 trakční transformátory ve spojení do „V“ – jeden pro napájení k nové spínací stanici v km cca 60,800 a druhý pro úsek až po neutrální pole u další TT Světec na obou tratích směr Koštov. Úsek obou tratí od žel. st. Bílina po připojení TNS Světec bude napájen přes dálkově ovládané odpojovače, které umožní odpojení úseku

při poruše nebo výluce v něm. Vzhledem ke vzdálenosti obou transformoven pouze cca 16 km nepřichází v úvahu obvyklé schéma s neutrálním polem a spínací stanicí uprostřed mezi nimi.

V TT Světec se navrhuje 2 transformátory zapojené mezi stejné fáze, z nichž jeden bude napájet trať do Koštova přes Oldřichov a druhý přes Úpořiny. V Koštově před neutrálními poli mezi systémy 25 kV, 50 Hz a 3 kV ss se TV obou tratí podélně propojí přes dálkově ovládané odpojovače a vznikne tak oboustranně napájený úsek jako u ss trakce. Mezi napáječi v TT Světec musí být vazba napáječů s ohledem na vypínání zkratů.

Druhou variantou (obě sledují účel snížení úbytků napětí v TV) je napájení obou tratí do Koštova odděleně (pak mohou být trať ve Světcích zapojena do „V“) a příčné propojení obou stop každé trati v Koštově dálkově ovládaným odpojovačem; pak je nutná vazba dvojice napáječů pro každou trať v TT Světec.

V Rz 27 kV musí být 2 napáječe připojené ke kterékoli z obou tratí do Bíliny (normálně ovšem vypnuté), které budou napájet trať do Mostu v případě výpadku TT Most. Krátký úsek druhé trati mezi Bílinou a neutrálním polem pře TT Světec se v takovém případě bude napájet přes odpojovače nebo spínací stanici v Bílině.

Uvažovaná spínací stanice v Bílině není za normálního provozu potřebná, avšak je nutná při výluce TNS Světec a napájení obou tratí až do Koštova z TNS Most. Bude osazena 5, příp. 6 vypínači (4 podélné a 1 až 2 příčné – buď jen jeden před el. dělením na straně k Mostu, nebo jeden za dělením na každé trati ke Koštovu).

Eventuálně je možné variantní řešení, a to místo spínací stanice Bílina využít Rz 27 kV v TNS Světec, která by ovšem musela být speciálně navržena a provozována i při výpadku napájecí stanice.

V Oldřichově bude potřebná spínací stanice pro vypínání zkratů pouze v případě napájení odbočné trati do Litvínova (není předmětem těchto výpočtů).

5.) Zatížení a výkony napájecích stanic

Ke všem napájecím stanicím platí následující: Střední a efektivní výkony „během dopravní špičky“ jsou vypočteny z denních spotřeb energie v tabulkách č. 1, 3 a 5 přepočtem v poměru zadané dopravní zátěže za 2 hodiny a za 24 hodin a jsou rozhodující pro dimenzování trakčních transformátorů z hlediska **trvalého výkonu** (protože dopravní špička trvá obvykle mnohem déle než 2 hodiny). Naopak dále vypočtená hodinová a 15minutová maxima (ta ze zadané výhledové dopravy nelze přesně vypočítat a jsou stanovena odborným odhadem na základě zkušeností z jiných tratí s provedeným měřením průběhu zatížení) jsou

potřebná pro obchodní jednání s energetikou, ale transformátory je s rezervou pokryjí svou přetížitelností.

TNS Karlovy Vary, trafo směr Kadaň

Denní spotřeba energie	$A_d = 34,9 \text{ MWh/d}$
Střední výkon v době dopravní špičky	$N_S = 4,17 \text{ MW}$
Efektivní výkon v době dopravní špičky	$N_{ef} = 5,42 \text{ MW} \approx 5,71 \text{ MVA}$
Střední výkon ve špičkové hodině	$N_{S \text{ hod.}} = 7,52 \text{ MW}$
Efektivní výkon ve špičkové hodině	$N_{ef \text{ hod.}} = 9,02 \text{ MW} \approx 9,50 \text{ MVA}$
Čtvrthodinové maximum (zhruba stejné je i 10minutové a to platí i pro všechny další TNS)	$N_{15min.} \approx 11\text{--}12 \text{ MW.}$

Poznámka:

U všech dalších TNS platí stejné symboly bez slovního označení jednotlivých hodnot.

TNS Kadaň, trafo směr Karlovy Vary

$A_d = 41,0 \text{ MWh/d}$	$N_{S \text{ hod.}} = 7,97 \text{ MW}$
$N_S = 4,9 \text{ MW}$	$N_{ef \text{ hod.}} = 9,56 \text{ MW} \approx 10,07 \text{ MVA}$
$N_{ef} = 6,37 \text{ MW} \approx 6,71 \text{ MVA}$	$N_{15min.} \approx 11 \text{ MW}$

TNS Kadaň, trafo směr km 60,800

$A_d = 24,12 \text{ MWh/d}$	$N_{S \text{ hod.}} = 4,46 \text{ MW}$
$N_S = 2,46 \text{ MW}$	$N_{ef \text{ hod.}} = 5,57 \text{ MW} \approx 5,87 \text{ MVA}$
$N_{ef} = 3,44 \text{ MW} \approx 3,63 \text{ MVA}$	$N_{15min.} \approx 7,0 \text{ MW}$

TNS Kadaň celkem

$A_d = 65,11 \text{ MWh/d}$	$N_{S \text{ hod.}} = 11,31 \text{ MW}$
$N_S = 7,35 \text{ MW}$	$N_{ef \text{ hod.}} = 13,0 \text{ MW} \approx 13,69 \text{ MVA}$
$N_{ef} = 8,83 \text{ MW} \approx 9,29 \text{ MVA}$	$N_{15min.} \approx 14 \text{ MW}$

V obou transformovných vyhovuje 1 transformátor 12,5 MVA do každého směru. V TNS Kadaň by sice výkonově stačil jediný (1+1 rezervní), ale jsou nutné oba do „V“ s ohledem na úbytky napětí při okamžitých maximálních proudech.

Nouzové napájení z TNS Karlovy Vary po vyloučenou TNS Kadaň

$$N_{\text{ef}} = 10,4 \text{ MW} \approx 11,0 \text{ MVA}$$

$$N_{\text{ef hod.}} = 15,0 \text{ MW} \approx 15,76 \text{ MVA}$$

$$N_{15\text{min.}} \approx 16 \text{ MW}$$

V praxi budou výkony spíše o něco nižší vzhledem k určitým dopravním omezením s ohledem na úbytky napětí.

TNS Most, trafo směr km 60,800

$$A_d = 29,47 \text{ MWh/d}$$

$$N_S = 3,01 \text{ MW}$$

$$N_{\text{ef}} = 4,21 \text{ MW} \approx 4,44 \text{ MVA}$$

$$N_{S \text{ hod.}} = 5,46 \text{ MW}$$

$$N_{\text{ef hod.}} = 6,83 \text{ MW} \approx 7,18 \text{ MVA}$$

$$N_{15\text{min.}} \approx 8,5 \text{ MW}$$

TNS Most, trafo směr Světec

$$A_d = 45,25 \text{ MWh/d}$$

$$N_S = 4,64 \text{ MW}$$

$$N_{\text{ef}} = 6,03 \text{ MW} \approx 6,35 \text{ MVA}$$

$$N_{S \text{ hod.}} = 5,53 \text{ MW}$$

$$N_{\text{ef hod.}} = 6,63 \text{ MW} \approx 6,98 \text{ MVA}$$

$$N_{15\text{min.}} \approx 8,4 \text{ MW}$$

TNS Most celkem

$$A_d = 74,72 \text{ MWh/d}$$

$$N_S = 7,65 \text{ MW}$$

$$N_{\text{ef}} = 9,18 \text{ MW} \approx 9,66 \text{ MVA}$$

$$N_{S \text{ hod.}} = 9,80 \text{ MW}$$

$$N_{\text{ef hod.}} = 11,27 \text{ MW} \approx 11,86 \text{ MVA}$$

$$N_{15\text{min.}} \approx 12,5 \text{ MW}$$

Dimenzování jako v TNS Kadaň $2 \times 12,5 \text{ MVA}$ ve spojení do „V“.

TNS Světec, trafo směr Oldřichov

$$A_d = 31,2 \text{ MWh/d}$$

$$N_S = 3,16 \text{ MW}$$

$$N_{\text{ef}} = 4,11 \text{ MW} \approx 4,32 \text{ MVA}$$

$$N_{S \text{ hod.}} = 4,18 \text{ MW}$$

$$N_{\text{ef hod.}} = 5,02 \text{ MW} \approx 5,28 \text{ MVA}$$

$$N_{15\text{min.}} \approx 7,5 \text{ MW}$$

TNS Světec, trafo směr Úpořiny

$$A_d = 43,53 \text{ MWh/d}$$

$$N_S = 5,15 \text{ MW}$$

$$N_{\text{ef}} = 6,7 \text{ MW} \approx 7,05 \text{ MVA}$$

Hodinová maxima zde vycházejí stejná jako maxima po dobu dopravní špičky.

$$N_{15\text{min.}} \approx 8,5 \text{ MW}$$

Při propojení TV obou tratí v Koštově se zatížení obou transformátorů přibližně vyrovná.

TNS Světec celkem

$$A_d = 74,73 \text{ MWh/d}$$

$$N_S = 8,31 \text{ MW}$$

$$N_{ef} = 9,56 \text{ MW} \approx 10,06 \text{ MVA}$$

$$N_{S \text{ hod.}} = 8,78 \text{ MW}$$

$$N_{ef \text{ hod.}} = 10,10 \text{ MW} \approx 10,63 \text{ MVA}$$

$$N_{15min.} \approx 11,5 \text{ MW}$$

Dimenzování opět $2 \times 12,5 \text{ MVA}$ na stejných fázích nebo do „V“ (viz výše podle schématu napájení).

6.) Úbytky napětí a dimenzování trakčního vedení

Přesný výpočet úbytků napětí není možný bez detailního výhledového grafikonu a záruky jeho přesného dodržování, což prakticky není možné. Proto byl zvolen běžný postup s výpočtem pro několik variant nepříznivého, ale ještě pravděpodobného rozmístění vlaků v každém napájecím úseku; vodítkem byl při tom potřebný interval (následné mezidobí) vlaků při zadaném jejich počtu za hodinu zvýšeném o 1 vlak.

V dalším textu je uveden nástin konkrétních předpokladů a výsledek výpočtů pro každý napájecí úsek. Jako „ekvivalentní impedance“ pro výpočet úbytků napětí byly uvažovány hodnoty ... $z' = 0,47 \Omega/\text{km}$ pro sestavu TV 50 Bz + 100 Cu

$$z' = 0,35 \Omega/\text{km} \text{ pro sestavu s 1 zesilovacím lanem (min. 95 AlFe).}$$

Úsek TNS Karlovy Vary – spínací stanice Vojkovice

TNS km 184,0

spín. st. km 164,0

kolej pro směr do Karl. Varů

Nepříznivá situace např.

$$P_n \text{ v km } 164,5 \dots 372 \text{ A}$$

$$O_s \text{ v km } 170,0 \dots 43 \text{ A}$$

$$R \text{ v km } 177,0 \dots 105 \text{ A}$$

Výpočtem vychází při základní sestavě TV

$$\Delta U = 4,04 \text{ kV.}$$

Napětí v TNS při zanedbatelné zátěži v opačném směru podle diagramu č. 3

$$U_{NS} = 25,6 \text{ kV}$$

a napětí na lokomotivě

$$U_{loko} = 21,56 \text{ kV.}$$

Požadované napětí $U_{\min.} = 22,5 \text{ kV}$ lze dosáhnout jedině **doplněním zesilovacího lana** ($\Delta U = 3,01 \text{ kV}$ a $U_{\text{loko}} = 22,59 \text{ kV}$). Za normálního stavu bude splněno i v důsledku příčného propojení TV ve spínací stanici, pokud nebude nepříznivá situace současně i na druhé koleji (např. jediný odběr Pn vlak v km 178,0 s $I = 414 \text{ A}$, proud transformátoru 934 A , $U_{\text{NS}} = 24,18 \text{ kV}$, $\Delta U = 2,64 \text{ kV}$, $U_{\text{loko}} = 21,54 \text{ kV}$), což je málo pravděpodobné; tato možnost ovšem není při výluce jedné koleje.

Úsek TNS Kadaň – spínací stanice Vojkovice

TNS v km 138,9 spín. st. v km 164,0 kolej pro směr jízdy do K. Varů

Nepříznivá situace např.

vlak Nex v km 163,5 ... 205 A

Pn v km 153,5 ... 199 A

R v km 146,0 ... 64 A

Vychází $\Delta U = 3,95 \text{ kV}$, při TV se zesilovacím lanem $\Delta U = 2,94 \text{ kV}$.

Proud transformátoru ... $I = 468 \text{ A}$, **$U_{\text{NS}} = 25,76 \text{ kV}$**

$U_{\text{loko}} = 21,81 \text{ kV}$ nebo $U_{\text{loko}} = 22,2 \text{ kV}$.

Při současném odběru na druhé koleji 286 A (vlak Pn v úseku č. 2) klesne napětí v transformovně na $U_{\text{NS}} = 24,85 \text{ kV}$ a potom **$U_{\text{loko}} = 20,90 \text{ kV}$ nebo $21,91 \text{ kV}$.**

Při příčném spojení ve spínací stanici a odběrech

vlak R v km 163,0 ... 47 A

Nex v km 154,0 ... 137 A

Pn v km 146,0 ... 123 A

vychází provedením všech propočtů

$U_{\text{NS}} = 24,78 \text{ kV}$ $\Delta U = 2,95 \text{ kV}$ nebo $2,20 \text{ kV}$

a **$U_{\text{loko}} = 21,83 \text{ kV}$ nebo $22,58 \text{ kV}$.**

Z výsledků vyplývá, že napětí $U_{\min.} = 22,5 \text{ kV}$ lze zajistit **jedině doplněním zesilovacího lana** a při příčném propojení obou stop.

Napětí 19 kV je ovšem zajištěno i při současném TV a výluce jedné koleje.

Úsek TNS Kadaň – km 60,800

TNS km 138,9 spín. st. km 60,800 kolej pro směr od Kadaně

Nepříznivá situace např.

vlak Nex v km 61,5 ... 119 A

Pn v km 125,5 ... 348 A

R v km 130,0 ... 62 A

Vychází $\Delta U = 3,39$ kV nebo 2,49 kV (se zesilovacím lanem).

Za předpokladu proudu na druhé koleji pouze cca 100 A bude $U_{NS} = 25,25$ kV a **$U_{loko} = 21,86$ kV nebo 22,56 kV.**

Příčné propojení ve spínací stanici i v tomto úseku pomůže **pouze při příznivé situaci na druhé koleji**, a proto i zde je **potřebné TV se zesilovacím lanem**.

Úsek TNS Most – spínací stanice v km 60,800

TNS v km 46,3 spín. st. v km 60,800 (km 49,8 \equiv 45,7) kolej pro směr od Mostu

Nepříznivá situace např.

vlak Pn v km 60,6 ... 413 A

Pn v km 53,0 ... 216 A

R v km 47,3 ... 65 A

Současně na druhé koleji Pn v úseku č. 5 ... 108 A.

Vychází $\Delta U = 4,60$ kV nebo 3,42 kV, $U_{NS} = 24,7$ kV

$U_{loko} = 20,1$ kV nebo 21,3 kV.

Při příčném sepnutí TV vychází

$\Delta U = 2,63$ kV nebo 1,96 kV

a potom **$U_{loko} = 22,07$ kV nebo $U_{loko} = 22,74$ kV.**

Zesilovací lano je naprosto nutné a i tak bude nová norma na napětí alespoň 22,5 kV splněna pouze za normálního stavu (obě koleje v provozu a příčné spojení TV).

Úsek TNS Most – neutrální pole u TNS Světec

TNS v km 46,3 neutrální pole v km 30,4, resp. 22,1 kolej pro směr ke Světcí

Nepříznivá situace např.

Pn v km 30,5 ... 150 A

Pn v km 37,0 ... 108 A

Pn v km 44,0 ... 108 A

Při obdobné zátěži na druhé koleji (celkem v TNS 732 A) vychází

$$U_{NS} = 24,95 \text{ kV} \quad \Delta U = 1,7 \text{ kV bez zesilovacího lana}$$

$$U_{loko} = 23,25 \text{ kV.}$$

V tomto úseku vyhoví jednoznačně TV bez zesilovacího lana.

Úsek TNS Světec – Úpořiny – Koštov (styk st/ss)

TNS km 22,1 konec st systému km 2,2 kolej pro směr ke Světcí

Nepříznivá situace např.

Pn v km 2,3 ... 102 A

Pn v km 11,5... 153 A

Nex v km 21,0 ... 123 A

Situace je velmi příznivá, napětí na vzdálené lokomotivě vychází při TV bez zesilovacího lana

$$U_{loko} = 23,74 \text{ kV.}$$

Úsek TNS Koštov – Oldřichov – Koštov (styk st/ss)

TNS v km 30,4 konec st systému km 6,7 kolej pro směr ke Světcí

Nepříznivá situace např.

Pn v km 6,8 ... 294 A

R v km 12,0 ... 88 A

Pn v km 18,7 ... 205 A

Os v km 25,0 ... 15 A

V opačném směru 1 Pn v úseku č. 4 s $I = 150 \text{ A}$ (velmi nepravděpodobné, že by byl právě v krátkém úseku č. 2)

$$I_{NS} = 752 \text{ A} \quad U_{NS} = 24,85 \text{ kV}$$

$$\Delta U = 5,19 \text{ kV nebo } \Delta U = 3,86 \text{ kV}$$

$$U_{loko} = 19,66 \text{ kV nebo } U_{loko} = 21,00 \text{ kV.}$$

Ani TV se zesilovacím lanem nezajišťuje požadované $U_{min.} = 22,5 \text{ kV}$.

Ideálním řešením je propojení TV obou tratí u Koštova (TV „těžší“ koleje z Koštova k Oldřichovu s TV „lehčí“ koleje od Úpořin ke Koštovu a naopak), čímž vznikne oboustranně napájený úsek jako u ss trakce.

Podrobným propočtem při nepříznivé situaci na obou tratích vychází pak (TV přes Oldřichov se zesilovacím lanem)

$$U_{\text{loko}} = 22,32 \text{ kV.}$$

Protože nepříznivá situace současně na obou tratích je mimořádně nepravděpodobná, lze výsledek považovat za plně vyhovující.

Druhou variantou (místo propojení TV obou tratí) je příčné spojení obou stop od Oldřichova přes dálkově ovládaný odpojovač. Potom vychází v nejnepříznivějším případě

$$U_{\text{loko}} = 22,48 \text{ kV}$$

(opět samozřejmě TV se zesilovacím lanem).

Protože 1. varianta neřeší situaci při výluce na trati přes Úpořiny a 2. varianta při výluce jedné koleje oldřichovské trati, doporučuje se takové uspořádání odpojovačů v Koštově, aby byly možné obě varianty (nepoužijí se ale současně s ohledem na vypínání zkratů).

7.) Závěr

Přechod na systém 25 kV, 50 Hz nejprve od Kadaně po km 60,800 je dobře možný. TNS Kadaň bude napájet jedním trafem jako v současnosti po spínací stanici Vojkovice a druhým po dočasný konec úseku v km 60,800.

Napájení pouze z TNS Karlovy Vary při výluce TNS Kadaň až po km 60,800 je zcela nepřijatelné, a proto rekonstrukce této TNS musí proběhnout ještě za provozu ss systémem směrem k Chomutovu.

Po přechodu na st trakci tratí dále až po Koštov budou nutné 2 TNS po dvou trafech 12,5 MVA v Mostě a Světcí. První v obvyklém schématu (každé trafo pro napájení na jednu stranu od TNS), druhá pro napájení obou tratí směrem ke Koštovu – každé z nich jedním transformátorem.

Spínací stanice budou nutné v km 60,800 a v Bílině (tato jako speciální případ – viz výše), případně v Oldřichově (pokud se bude odtud napájet trať do Litvínova).

Trakční vedení v úseku TNS Most – Bílina – Úpořiny – Koštov a krátký úsek oldřichovské trati z Bíliny po TNS Světec bez zesilovacího lana, všude jinde se zesilovacím lanem alespoň 95 AlFe, aby byl splněn nový požadavek na $U_{\text{min.}} = 22,5 \text{ kV}$. Pokud to v úseku TNS Karlovy Vary – TNS Kadaň nebude zatím proveditelné, bude zde třeba připustit i napětí mezi 19,0 kV a 22,5 kV.

Tabulka Chyba! V dokumentu není žádný text v zadaném stylu.-1: Rozsah osobní dopravy – výhledový stav [počet vlaků za 24 hodin / za 2 h dopravní špičky]

Směr	Směr Ústí nad Labem – Cheb			Směr Cheb – Ústí nad Labem			
Úsek	R	Sp	Os	R	Sp	Os	Celkem
Ústí nad Labem hl.n. – Ústí nad Labem západ	9 / 1	8 / 1	51 / 6	9 / 1	8 / 1	51 / 6	136 / 16
Ústí nad Labem západ – Bílina	---	---	15 / 2	---	---	15 / 2	30 / 4
Ústí nad Labem západ – Oldřichov u Duchcova	9 / 1	8 / 1	36 / 4	9 / 1	8 / 1	36 / 4	106 / 12
Oldřichov u Duchcova – Bílina	9 / 1	8 / 1	18 / 2	9 / 1	8 / 1	18 / 2	70 / 8
Bílina – Most	9 / 1	8 / 1	33 / 4	9 / 1	8 / 1	33 / 4	100 / 12
Most – Kadaň-Pruněřov	9 / 1	8 / 1	18 / 2	9 / 1	8 / 1	18 / 2	70 / 8
Kadaň-Pruněřov – Klášterec nad Ohří	9 / 1	8 / 1	10 / 2	9 / 1	8 / 1	10 / 2	54 / 8

Typové soupravy byly stanoveny pro vlaky:

- R: HV řady 380, délka vlaku 185 m, hmotnostní normativ Rk 300 t
- Sp, Os: jednotka řady 640 RegioPanter

Tabulka Chyba! V dokumentu není žádný text v zadaném stylu.-2: Rozsah osobní dopravy – výhledový stav [počet vlaků v maximální variaci]

Směr	Směr Ústí nad Labem – Cheb			Směr Cheb – Ústí nad Labem			
Úsek	Nex dlouhý	Nex, Pn	Mn	Nex dlouhý	Nex, Pn	Mn	Celkem
Ústí nad Labem hl.n. – Ústí nad Labem západ	2	11	2	1	11	2	29
Ústí nad Labem západ – Bílina	4	28	2	3	29	2	68
Ústí nad Labem západ – Bílina	1	12	2	1	11	2	29
Bílina – České Zlatníky	5	34	2	4	34	2	81
České Zlatníky – Most	5	29	2	4	29	2	71
Most – Klášterec nad Ohří	2	11	1	2	10	1	27

Typové soupravy byly stanoveny pro vlaky:

- Nex dlouhý: HV Bombardier TRAXX, délka vlaku 740 m, hmotnostní normativ S 1600 t
- Nex, Pn: HV řady 363, délka vlaku 500 m, hmotnostní normativ:
 - Ústí nad Labem – Most přes Oldřichov u Duchcova S 1450 t
 - Ústí nad Labem – Most – Chomutov přes Světec S 2200 t
 - Chomutov – Sokolov – Cheb, postrk HV řady 363 S 2000 t

Ústí nad Labem – Světec / Oldřichov za 60 min

2 R, 2 Sp, 10 Os, 11 Pn

Světec / Oldřichov – Most za 60 min

2 R, 1 Sp, 8 Os, 8 Pn

Most – Klášterec nad Ohří za 60 min

2 R, 1 Sp, 4 Os, 6 Pn

Výpočet spotřeby energie na trati
Kadaň-Pruněrov – TNS Karlovy Vary

Číslo úseku			1	2	3	4	5	6
Délka úseku (km)			2,45	5,6	18,3	13,7	4,1	2,5
Redukovaný sklon (‰)		→	+8,3	-5,5	+2,35	+9,0	-9,8	-0,1
		←	-8,3	+5,7	-0,55	-7,6	+10,6	+0,9
Rychlíky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	↔	8,489	19,40	63,41	47,47	14,21	8,663
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	52,5	8	38	55	6	27,5
		←	6	50,5	26	6	61	30
	Denní spotřeba (kWh/d)	→	446	155	2410	2611	85	238
←		51	980	1649	285	867	260	
Sp + Os vlaky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	↔	8,820	20,16	65,88	49,32	14,76	9,000
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	63	22	49	65	22	39,5
		←	22	62	38,5	22	71	44,5
	Denní spotřeba (kWh/d)	→	556	444	3228	3206	325	356
←		194	1250	2536	1085	1048	401	
Nex vlaky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	↔	8,673	19,82	64,78	48,50	14,51	8,850
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	44	3,5	26,5	47,5	3,5	17
		←	3,5	42	15	3,5	52,5	21,5
	Denní spotřeba (kWh/d)	→	382	69	1717	2304	51	150
←		30	832	972	170	762	190	
Pn vlaky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	→	58,48	133,7	436,8	327,0	97,87	59,68
		←	53,17	121,5	397,1	297,3	88,97	54,25
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	40	3	23	44	3	13
		←	3	37	11	3	50	18
Denní spotřeba (kWh/d)	→	2339	401	10046	14388	294	776	
	←	160	4496	4368	892	4449	977	
Celková denní spotřeba energie (MWh/d)			4,16	8,63	26,93	24,94	7,88	3,35

Výpočet odebíraných proudů vlaků na trati

Kadaň-Pruněrov – TNS Karlovy Vary

Číslo úseku			1	2	3	4	5	6
Redukovaný sklon (‰)	→		+8,3	-5,5	+2,35	+9,0	-9,8	-0,1
	←		-8,3	+5,7	-0,55	-7,6	+10,6	+0,9
Rychlíky 300 t	Tažná síla (t)	→	5,31	—	3,02	5,58	—	2,08
		←	—	4,31	1,91	—	6,20	2,46
	Výkon (kW)	→	1735	—	987	1824	—	680
		←	—	1408	624	—	2026	804
	Proud (A)	→	101	16	64	105	16	49
		←	16	85	47	16	115	55
Sp + Os vlaky 200 t	Tažná síla (t)	→	2,36	—	1,17	2,5	—	0,68
		←	—	1,84	0,59	—	2,82	0,88
	Výkon (kW)	→	643	—	319	681	—	185
		←	—	501	161	—	768	240
	Proud (A)	→	42	10	26	43	10	19
		←	10	35	18	10	48	22
Nex vlaky 1600 t	Tažná síla (t)	→	24,43	—	13,89	25,67	—	9,56
		←	—	19,82	8,76	—	28,50	11,39
	Výkon (kW)	→	6653	—	3783	6991	—	2603
		←	—	5398	2386	—	7761	3102
	Proud (A)	→	346	20	205	363	20	148
		←	20	285	137	20	400	172
Pn vlaky 2000 t	Tažná síla (t)	→	27,78	—	14,87	29,30	—	9,55
		←	—	22,13	8,57	—	32,77	11,72
	Výkon (kW)	→	6809	—	3645	7181	—	2341
		←	—	5424	2100	—	8032	2873
	Proud (A)	→	354	20	199	372	20	135
		←	20	286	123	20	414	161

Výpočet spotřeby energie na trati
Kadaň-Prunéřov – neutrální pole v km 60,800

Číslo úseku			6	7	8	9
Délka úseku (km)			0,4	3,4	3,9	8,25
Redukovaný sklon (‰)		→	+9,3	+1,4	-6,1	-1,5
		←	-8,6	-1,3	+8,1	+2,0
Rychlíky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	↔	1,386	11,78	13,51	28,59
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	55,5	33,5	6	22
		←	6	23	53	36
	Denní spotřeba (kWh/d)	→	77	395	81	629
		←	8	271	716	1029
Sp + Os vlaky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	↔	2,08	17,68	20,28	42,9
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	66	45	22	33,5
		←	22	34	62	48
	Denní spotřeba (kWh/d)	→	137	796	446	1437
		←	46	601	1257	2059
Nex vlaky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	↔	1,416	12,04	13,81	29,21
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	48	23	3,5	10,5
		←	3,5	11,5	44	26
	Denní spotřeba (kWh/d)	→	68	277	48	307
		←	5	138	608	759
Pn vlaky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	→	9,548	81,16	93,09	196,9
		←	8,68	73,78	84,63	179,0
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	44	19,5	3,5	8
		←	3,5	9	40	22
Denní spotřeba (kWh/d)	→	420	1583	326	1575	
	←	30	664	3385	3938	
Celková denní spotřeba energie (MWh/d)			0,79	4,73	6,87	11,73

Výpočet odebíraných proudů vlaků na trati
Kadaň-Prunéřov – neutrální pole v km 60,800

Číslo úseku			6	7	8	9
Redukovaný sklon (‰)		→	+9,3	+1,4	-6,1	-1,5
		←	-8,6	-1,3	+8,1	+2,0
Rychlíky 300 t	Tažná síla (t)	→	5,70	2,66	—	1,54
		←	—	1,62	5,24	2,89
	Výkon (kW)	→	1863	869	—	503
		←	—	529	1712	944
	Proud (A)	→	107	59	16	41
		←	16	42	100	62
Sp + Os vlaky 200 t	Tažná síla (t)	→	2,56	0,98	—	0,4
		←	—	0,44	2,32	1,1
	Výkon (kW)	→	697	267	—	109
		←	—	120	632	300
	Proud (A)	→	44	23	10	15
		←	10	16	41	25
Nex vlaky 1600 t	Tažná síla (t)	→	26,20	12,21	—	7,08
		←	—	7,43	24,07	13,28
	Výkon (kW)	→	7135	3325	—	1928
		←	—	2023	6555	3617
	Proud (A)	→	370	183	20	114
		←	20	119	341	197
Pn vlaky 2000 t	Tažná síla (t)	→	29,95	12,80	—	6,51
		←	—	6,94	27,34	14,11
	Výkon (kW)	→	7341	3137	—	1596
		←	—	1701	6701	3458
	Proud (A)	→	380	174	20	98
		←	20	103	348	189

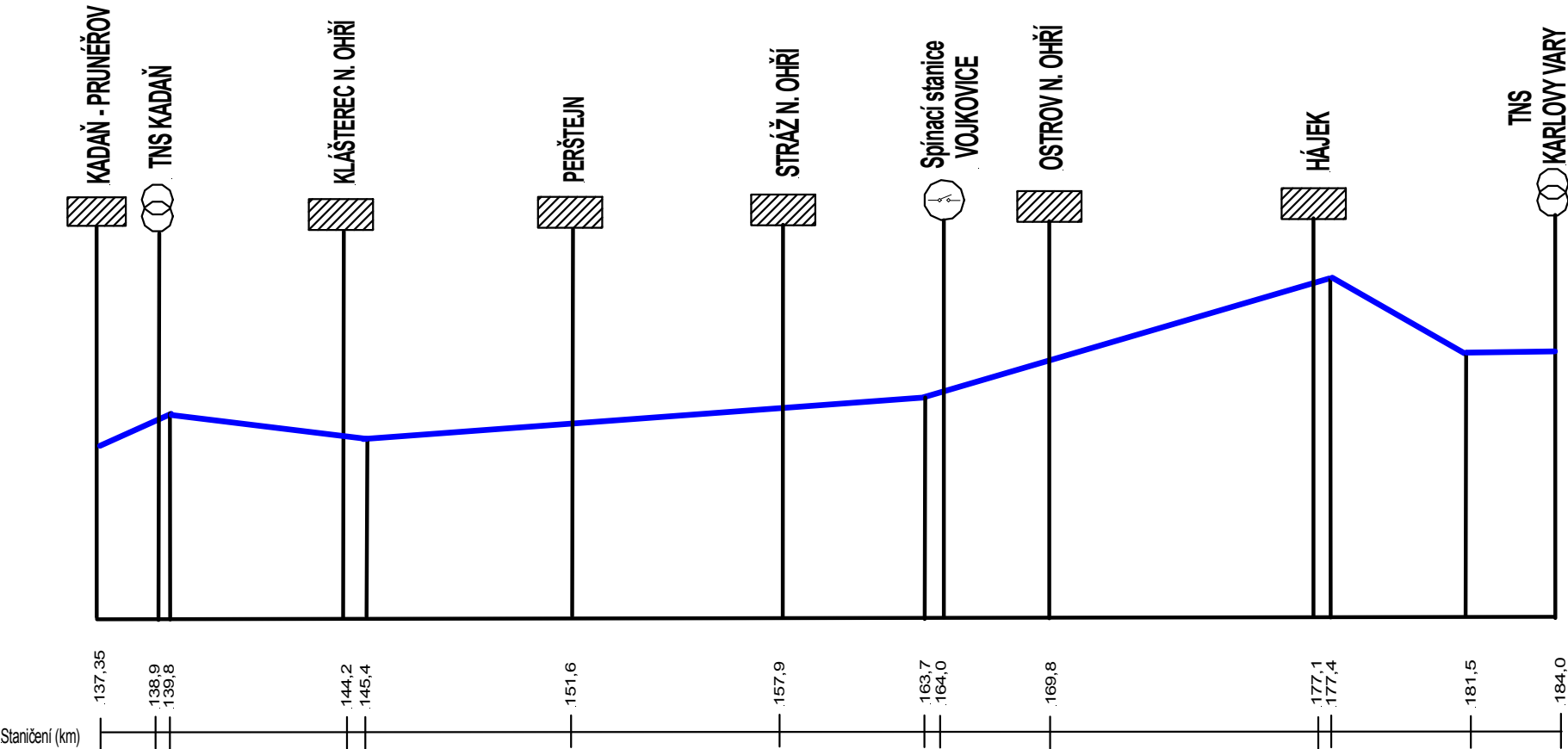
Výpočet spotřeby energie na tratích
Koštov – Oldřichov – Most – km 60,800
a Koštov – Bílina

Číslo úseku			1	2	3	4	5a	5b	6	1	2	3
Délka úseku (km)			9,6	2,5	4,5	10,3	12,9	11,1	7,5	8,2	11,2	4,8
Redukovaný sklon s _r (‰)		→	+6,1	-5,1	+5,0	-1,6	+2,4	+2,4	+9,3	+1,6	+4,3	+1,3
		←	-5,8	+5,9	-4,7	+2,2	-1,4	-1,4	-8,6	-0,1	-1,9	-0,5
Rychlíky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	↔	33,26	8,66	15,59	35,69	44,70	38,46	25,99	—	—	—
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	51,5	9	48	21	38	38	56	—	—	—
		←	6	51	10	37	23	23	6	—	—	—
	Denní spotřeba (kWh/d)	→	1713	78	748	749	1699	1461	1455	—	—	—
		←	200	442	156	1321	1028	885	156	—	—	—
Sp + Os vlaky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	↔	84,48	22,0	39,6	53,56	105,8	57,72	39,0	24,6	33,6	14,4
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	63	22	59,5	33	49	49	66	38	47	37,5
		←	22	62,5	22	48	34	34	22	32,5	27	32
	Denní spotřeba (kWh/d)	→	5322	484	2356	1767	5184	2828	2574	935	1579	540
		←	1859	1375	871	2571	3597	1962	858	800	907	461
Nex vlaky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	→	16,99	4,43	7,97	18,23	22,83	39,29	26,55	58,06	79,30	33,98
		←	16,99	4,43	7,97	18,23	22,83	39,29	26,55	43,54	59,47	25,49
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	43,5	3,5	39	10	26,5	26,5	48	16	25	16
		←	3,5	43	3,5	26	10,5	10,5	3,5	11,5	6,5	10,5
Denní spotřeba (kWh/d)	→	739	16	311	182	605	1041	1274	929	1983	544	
		←	59	190	28	474	240	413	93	501	387	268
Pn vlaky	Denní dopravní výkon (10 ³ tkm/d)	→	186,6	48,60	87,48	200,2	668,7	265,0	179,0	544,2	743,2	318,5
		←	171,1	44,55	80,19	183,5	668,7	240,9	162,8	563,6	769,8	329,9
	Měrná spotřeba (Wh/tkm)	→	39	3,5	35	8	23,5	23,5	44,5	14,5	23	14,5
		←	3,5	38,5	3,5	23	8,5	8,5	3,5	9,5	5	8
Denní spotřeba (kWh/d)	→	7277	170	3062	1602	15714	6228	7966	7891	17094	4618	
		←	599	1715	281	4221	5684	2048	570	5354	3850	2639
Celková denní spotřeba energie (MWh/d)			17,77	4,47	7,81	12,89	33,75	16,87	14,95	16,41	25,8	9,07

Výpočet odebíraných proudů vlaků na tratích
Koštov – Oldřichov – Most – km 60,800
a Koštov – Bílina

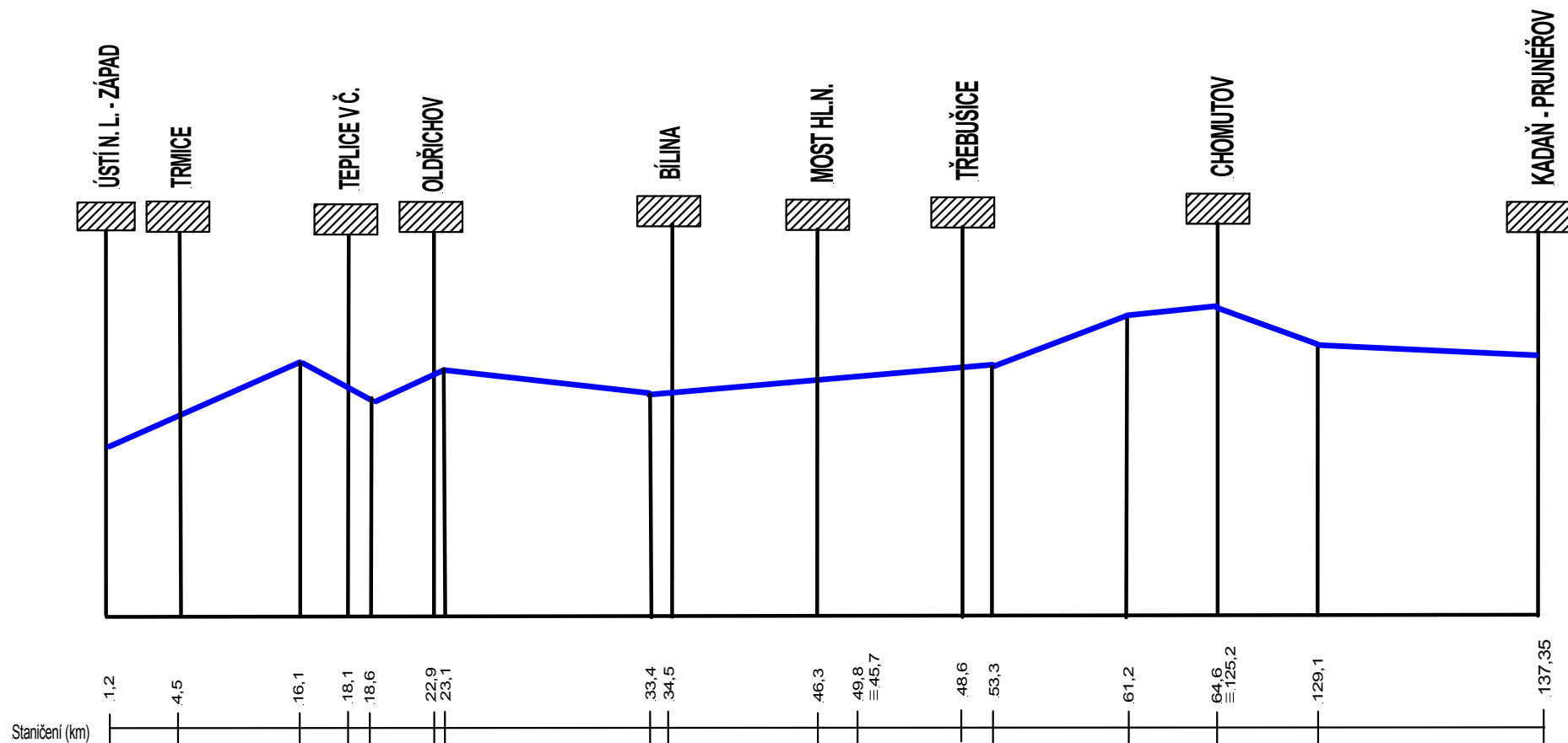
Číslo úseku			1	2	3	4	5	6	1	2	3
Redukovaný sklon s_r (‰)	→		+6,1	-5,1	+5,0	-1,6	+2,4	+9,3	+1,6	+4,3	+1,3
	←		-5,8	+5,9	-4,7	+2,2	-1,4	-8,6	-0,1	-1,9	-0,5
Rychlíky 300 t	Tažná síla (t)	→	4,47	0,15	4,04	1,50	3,04	5,70	—	—	—
		←	—	4,39	0,31	2,96	1,58	—	—	—	—
	Výkon (kW)	→	1461	49	1320	490	993	1863	—	—	—
		←	—	1435	101	967	516	—	—	—	—
	Proud (A)	→	88	18	81	40	65	107	—	—	—
		←	16	86	21	63	41	16	—	—	—
Sp + Os vlaky 200 t	Tažná síla (t)	→	1,92	—	1,7	0,38	1,18	2,56	0,88	1,42	0,82
		←	—	1,88	—	1,14	0,42	—	0,54	0,18	0,46
	Výkon (kW)	→	523	—	463	103	321	697	144	232	134
		←	—	512	—	310	114	—	88	29	75
	Proud (A)	→	36	10	33	15	26	44	17	21	17
		←	10	35	10	25	16	10	14	11	14
Nex vlaky 1600 t	Tažná síla (t)	→	20,53	0,71	18,59	6,90	13,98	26,20	8,14	12,92	7,61
		←	—	20,18	1,42	13,63	7,26	—	5,13	1,95	4,43
	Výkon (kW)	→	5591	193	5063	1879	3807	7135	1330	2111	1243
		←	—	5496	387	3712	1977	—	838	319	724
	Proud (A)	→	294	29	268	112	207	370	85	123	81
		←	20	289	39	202	117	20	61	36	55
Pn vlaky 1450/2200 t	Tažná síla (t)	→	17,17	—	15,39	4,70	16,35	32,71	10,19	16,59	9,48
		←	—	16,85	—	10,85	7,35	—	6,16	1,90	5,21
	Výkon (kW)	→	4208	—	3772	1152	4007	8017	1665	2711	1549
		←	—	4130	—	2659	1801	—	1007	310	851
	Proud (A)	→	226	20	205	76	216	413	102	153	96
		←	20	222	20	150	108	20	69	35	62

REDUKOVANÝ PODÉLNÝ PROFIL TRATI KADAŇ-PRUNÉŘOV - KARLOVY VARY



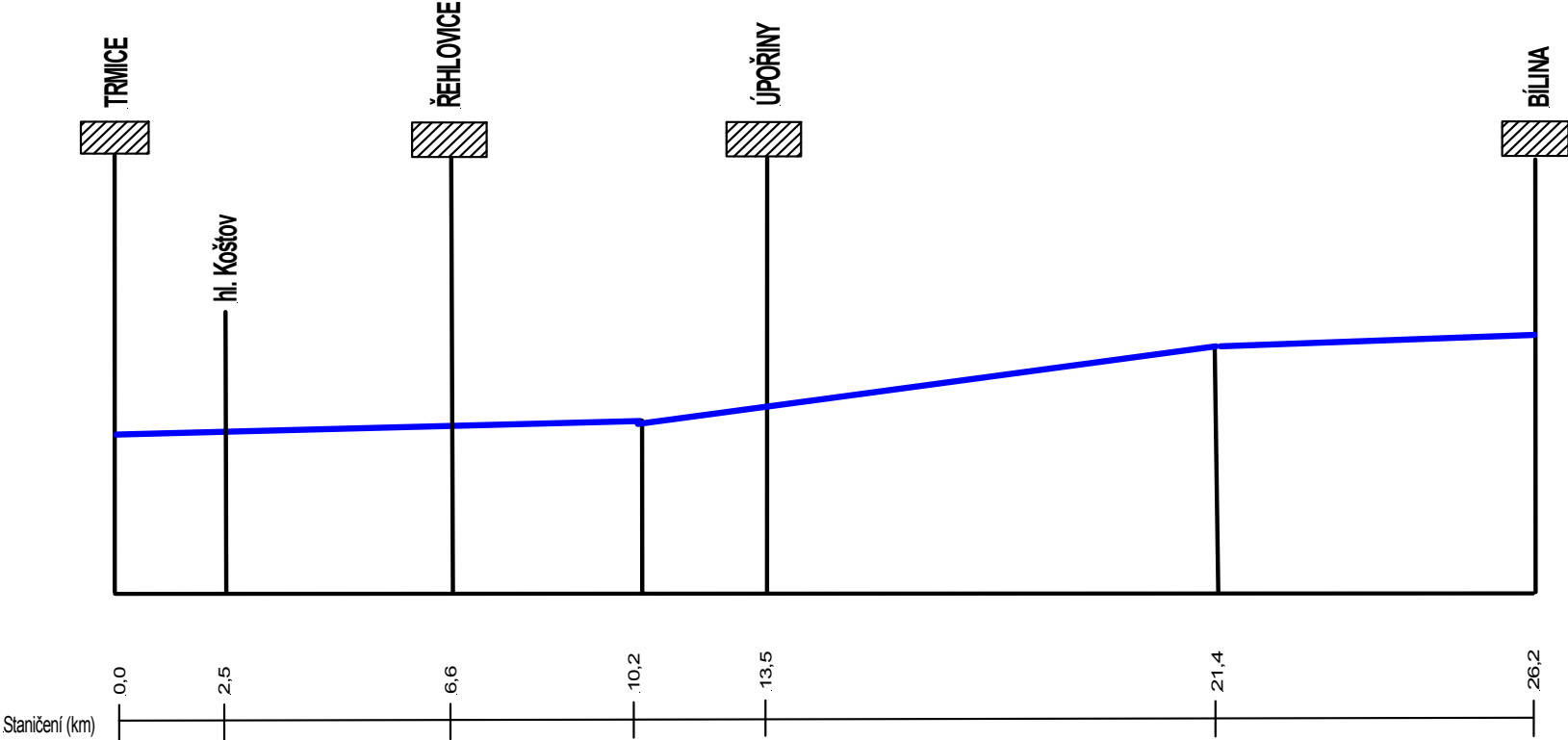
Číslo úseku	1	2	3	4	5	6
Délka úseku (km)	2,45	5,6	18,3	13,7	4,1	2,5
Redukovaný sklon (‰)	→ +8,3	-5,5	+2,35	+9,0	-9,8	-0,1
	← -8,3	+5,7	-0,55	-7,6	+10,6	+0,9

REDUKOVANÝ PODÉLNÝ PROFIL TRATI ÚSTÍ N.L. - OLDŘICHOV - BÍLINA - MOST - CHOMUTOV - KADAŇ-PRUNĚŘOV



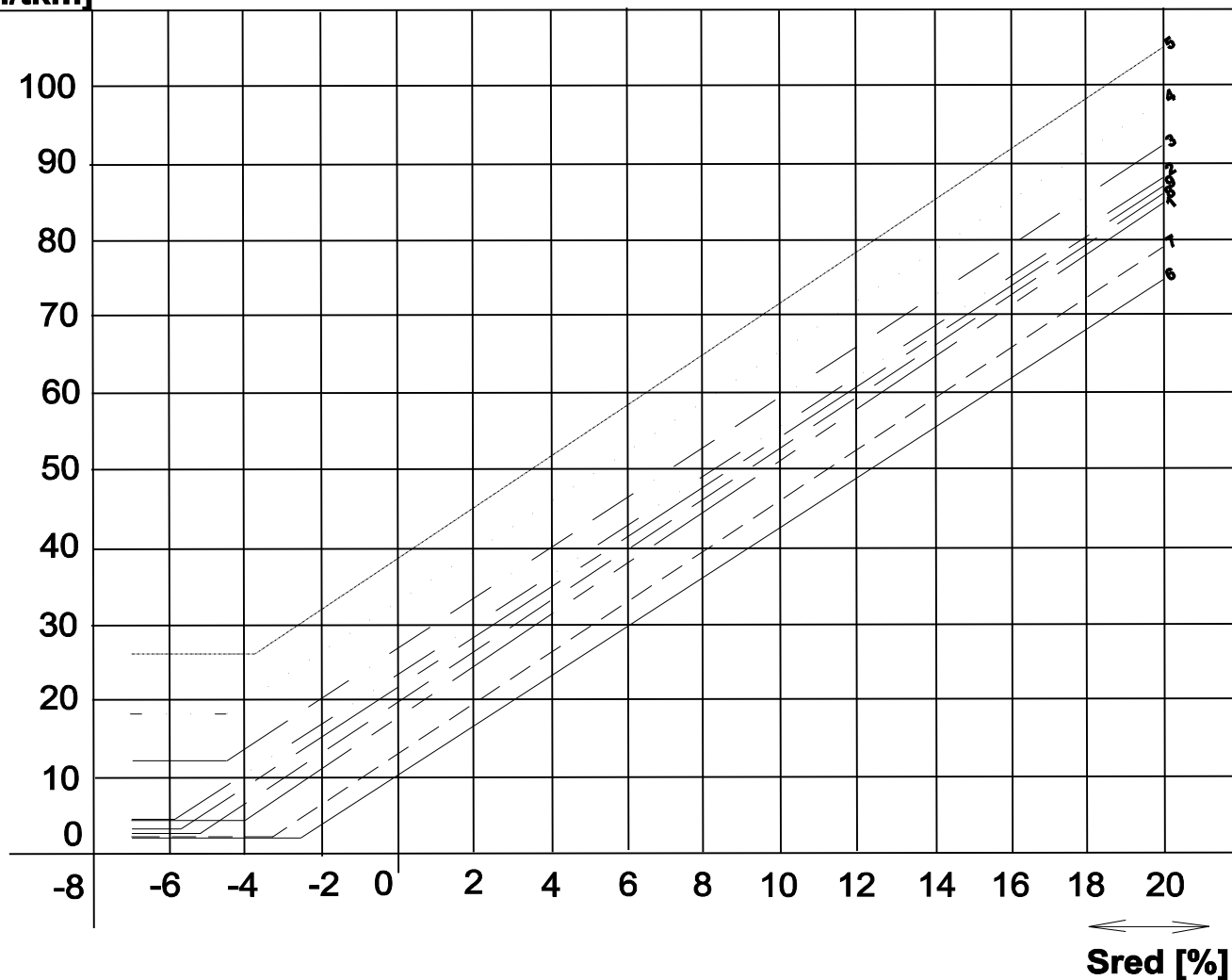
Číslo úseku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Délka úseku (km)	14,9	2,5	4,5	10,3	24,0	8,9	3,4	3,9	8,25
Redukovaný sklon (‰)	→ +6,1	→ -5,1	→ +5,0	→ -1,6	→ +2,4	→ +9,3	→ +1,4	→ -6,1	→ -1,5
	← -5,8	← +5,9	← -4,7	← +2,2	← -1,4	← -8,6	← -1,3	← +8,1	← +2,0

REDUKOVANÝ PODÉLNÝ PROFIL TRATI TRMICE - BÍLINA



Číslo úseku		1	2	3
Délka úseku (km)		10,2	11,2	4,8
Redukovaný sklon (‰)	→	+1,6	+4,3	+1,3
	←	-0,1	-1,9	-0,5

W [wh/tkm]



—————	1 Rychlíky	$v = 70$ km/hod	$n_b = 1/20$ km
- - - - -	2 Rychlíky	$v = 100$ km/hod	$n_b = 1/50$ km
—————	3 Os vlaky	$v = 70$ km/hod	$n_b = 1/5,5$ km
- - - - -	4 Os vlaky	$v = 70$ km/hod	$n_b = 1/3,5$ km
.....	5 Pt jednotky	$v = 90$ km/hod	$n_b = 1/4$ km
—————	6 Pn vlaky	zátěž T	
- - - - -	7 Pn vlaky	zátěž S	
- . - . -	8 Pn vlaky	zátěž U	
—————	9 Rn vlaky	(zátěž U)	

SUDOP

ÚBYTKY NAPĚTÍ A VÝKON TRANSFORMÁTORU 10/12,5 MVA

DIAGRAM
2.3

