

AKTUALIZACE 10/2007

č. změny	Text změny - odůvodnění	Datum	Podpis



Olšanská 1a
130 80 Praha 3
Česká republika
tel.: 224 227 168
fax: 224 230 316
faxmodem: 267 094 364
e-mail: praha@sudop.cz

OBJEDNATEL	SŽDC, s.o., Prvního pluku 367/5, 186 00 Praha 8 - Karlín		
STŘEDISKO	250 PROJEKČNÍ STŘEDISKO HRADEC KRÁLOVÉ	VEDOUcí STŘEDISKA ING: PAVEL HORÁČEK	GENERÁLNÍ ŘEDITEL ING. JOSEF FIDLER
ODPOVĚDNÝ PROJEKTANT STAVBY ING. MIROSLAV KRSEK	ODPOVĚDNÝ PROJ. OBJ. - PS ING. JAN ŠETŘIL	NAVRHL, VYPRACOVAL ING. JAN ŠETŘIL	KONTROLOVAL ING. FRANTIŠEK SOUKUP
KRAJ PRAHA, STŘEDOČESKÝ	MÚ/OÚ/POVĚŘENÁ OBEC	PRAHA, BEROUN	ÚČEL
Praha – Beroun, nové železniční spojení Ochrana před účinky koroze a bludných proudů			PŘÍPR.DOK.
			DATUM
			10 / 2007
			MĚŘÍTKO
			--
			FORMÁTY
			--
			ČÁST
			B.4.5
			PŘÍL.

Obsah:

1. Úvod.....	2
2. Stručný popis mostních objektů a kovových úložných zařízení	2
3. Korozní průzkum	8
3.1 Měření zdánlivé rezistivity půdy	8
3.2 Měření stejnosměrného proudového pole.....	9
4. Vyhodnocení geoelektrických měření	9
4.1 Zdánlivá rezistivita půdy.....	10
4.2 Stejnosměrné proudové pole	11
5. Závěr - návrh protikorozních opatření.....	12
PROTOKOL MĚŘENÍ I.....	14
Měření zdánlivé rezistivity půdy Wennerovou metodou dle ČSN 038363	14
PROTOKOL MĚŘENÍ II.....	16
Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi dle ČSN 037375 a SR 5/7 (S).....	16

Přílohy

Měřicí stanoviště 1 až 18

Vektorové diagramy 1 až 16

1. Úvod

Projektová dokumentace B.4.5 „Ochrana před účinky koroze a bludných proudů“ stavby „Praha – Beroun, nové železniční spojení“ zahrnuje mostní a tunelové objekty, kovová úložná zařízení a konstrukce, které jsou touto stavbou dotčeny.

Na předem vybraných objektech byla provedena základní geoelektrická měření půdních prostředí v souladu s těmito předpisy:

- Technické a kvalitativní podmínky staveb železničních drah v ČR – TKP, kap. 25
- Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů – ČD SR 5/7 (S)

V této závěrečné zprávě jsou shromážděny a vyhodnoceny výsledky měření z dubna 2007.

Součástí závěrečné zprávy je také návrh protikorozních opatření, který byl vypracován na základě výsledků korozního průzkumu a informací získaných o dotčených kovových úložných zařízeních.

2. Stručný popis mostních objektů a kovových úložných zařízení

Předmětný úsek nového spojení Praha – Beroun a navazujících tratí bude z hlediska jejich elektrifikace rozdělen na několik úseků :

- Nové železniční spojení ŽST Praha Smíchov – Beroun - el. trakce 3kV Ss a el. trakce 25 kV Stř
- Nové železniční spojení ŽST Praha Krč - Beroun - el. trakce 3 kV Ss a el. trakce 25 kV Stř
- ŽST Praha Smíchov – Praha Radotín – Beroun osobní nádraží, Beroun nákladní nádraží el. trakce 3 kV Ss a el. trakce 25 kV Stř.
- Úsek nového železničního spojení, který prochází dvěma samostatnými tunely bude elektrizován el. trakcí 25 kV Stř a část bude elektrizována trakcí 3kV Ss.

Vliv střídavých bludných proudů na železobetonové a ocelové konstrukce resp. kovová úložná zařízení není tak nebezpečný jako je vliv bludných proudů stejnosměrného charakteru. Vzhledem k tomu, že byl ale prokázán negativní vliv střídavých bludných proudů na železobetonové konstrukce zejména ve spolupůsobení se stejnosměrnými bludnými proudy, ukládá předpis ČD SR 5/7 povinnost provádění korozních průzkumů a následných ochranných opatření alespoň ve stupni č. 4, dle tabulky 1.

V úseku tratě Praha - Beroun dochází k souběhům a křížením s kovovými úložnými zařízeními (potrubí uložená v zemi nebo spojená se zemí), dále pak s ocelovými a železobetonovými konstrukcemi (mosty, tunely a podchody).

Mostní objekty a projektované tunely, u kterých byl proveden korozní průzkum, mají charakter železobetonových resp. ocelobetonových konstrukcí a vztahují se na ně zásady ochrany proti korozi nelineiových zařízení dle ČSN 038372, TKP 25 a předpis ČD SR 5/7 (S).

Korozní průzkum byl proveden tak, aby mohl být objektivně posouzen korozní stav celého úseku nového železničního spojení. Označení měřících stanovišť 1 až 18 koresponduje s číslováním příloh, které jsou součástí této zprávy.

Přehled měřených mostních objektů a projektovaných tunelů :

Mostní objekty

Staničení	Název mostního objektu	Měřicí stanoviště
7,775	SO 02-38-01 Železniční most (Nad cyklostezkou) trati 0206 Praha Vršovice – Praha Radotín	1
8,325	SO 02-38-02 Železniční most (Vrbová, Ve studeném) trati 0206 Praha Vršovice – Praha Radotín	2
8,839	SO 02-38-03 Železniční most (U bezdomovců) trati 0206 Praha Vršovice – Praha Radotín (demolice, přestavba na propustek)	3
9,680	SO 02-38-05 Železniční most (Branický, Inteligence) trati 0206 Praha Vršovice – Praha Radotín (měřena na začátku mostu v ev. km 9,175)	4
2,365	SO 03-38-02 Železniční most (Hlubočepy, zastávka 1) trati 0741 Praha Smíchov – Středokluky (demolice)	5
2,609	SO 05-38-02 Železniční most (Dalejský potok) trati 0202 Praha Smíchov – Plzeň hl.n.	6
38,831	SO 13-38-01 Železniční most (podchod pro cestující v ŽST Beroun) trati 0202 Praha Smíchov – Plzeň hl.n.	7
38,862	SO 13-38-02 Železniční most (zavazadlový tunel v ŽST Beroun) trati 0202 Praha Smíchov – Plzeň hl.n.	7
39,063	Silniční nadjezd – ochrana proti dotyku trati 0202 Praha Smíchov – Plzeň hl.n.	8
39,391	SO 13-38-03 Železniční most trati 0202 Praha Smíchov – Plzeň hl.n.	9
41,357	SO 33-38-03 Železniční most (Královák) trati 0202 Praha Smíchov – Plzeň hl.n.	10
42,082	SO 14-38-02 Železniční most trati 0202 Praha Smíchov – Plzeň hl.n.	11
42,380	SO 14-38-03 Železniční most trati 0202 Praha Smíchov – Plzeň hl.n.	12

Tunely

Staničení	Železniční tunely	Měřicí stanoviště
10,140	Portály Chuchle	13
2,550	Portály Hlubočepy	14
5,960	Slivenec	15
27,760	Portály Beroun	16
24,230	Větrací a čerpací šachta Svatý Jan	17
16,240	Montážní komory Tachlovice	18

Měřicí stanoviště č. 7 je společné pro SO 13-38-01 a SO 13-38-02.

V souběžích a kříženích s předmětnými tratěmi ČD prochází kovová úložná zařízení. Jedná se především o potrubí ocelových plynovodů, vodovodů, teplovodů a technologických potrubí.

Plynovody

1,805-2600	Souběh tratě ČD Praha Smíchov – Plzeň hl.n. s nízkotlakým plynovodem (NTL), DN 200, PN 0,1 MPa, ocel, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 50 do 80 m, Pražská plynárenská a.s.
3,450	Křížení se středotlakým plynovodem (STL) TPE 110
3,600	Křížení se středotlakým plynovodem (STL) TPE 110
3,750	Křížení se středotlakým plynovodem (STL) TPE 110
3,940	Křížení se středotlakým plynovodem (STL) TPE 63
4,200	Křížení se středotlakým plynovodem (STL) TPE 25
4,270	Křížení se středotlakým plynovodem (STL) TPE 25
7,450	Křížení tratě ČD Praha Krč – Beroun se STL plynovodem DN 350, ocel
8,080-8,330	Souběh se STL plynovodem DN 300, ocel, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 50 m
8,330	Křížení se středotlakým plynovodem DN 300, ocel
9,350	Křížení se středotlakým plynovodem DN 500, ocel
9,400	Křížení se středotlakým plynovodem TPE 90, Pražská plynárenská a.s.
10,050	Křížení se STL plynovodem PE DN 63
7,100	Křížení se středotlakým plynovodem (STL) PE 350
7,200-7,100	Souběh tratě ČD s VTL plynovodem DN 200, PN 2,5 MPa, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 20 do 100 m
7,200	Křížení s VTL plynovodem DN 200, PN 2,5 MPa, Pražská plynárenská a.s.
8,860	Křížení s 2 x VTL plynovodem DN 500, PN 2,5 MPa
9,000	Křížení s 2 x VTL plynovodem DN 500, PN 2,5 MPa
9,600	Křížení s 2 x VTL plynovodem DN 500, PN 2,5 MPa
9,880	Křížení s 2 x VTL plynovodem DN 500, PN 2,5 MPa
10,100	Křížení s 2 x VTL plynovodem DN 500, PN 2,5 MPa
11,250	Křížení se STL plynovodem, Pražská plynárenská a.s.
11,400	Křížení se STL plynovodem, Pražská plynárenská a.s.
15,050	Křížení se STL plynovodem, TPE 90, Pražská plynárenská a.s.
15,370	Křížení se STL plynovodem, TPE 90, Pražská plynárenská a.s.
16,900	Křížení se STL plynovodem, Středočeská plynárenská a.s.
17,100	Křížení se STL plynovodem, Středočeská plynárenská a.s.
17,300	Křížení se STL plynovodem, Středočeská plynárenská a.s.
17,500	Křížení se STL plynovodem, Středočeská plynárenská a.s.
17,600	Křížení se STL plynovodem, Středočeská plynárenská a.s.
18,900	Křížení se STL plynovodem, Středočeská plynárenská a.s.
18,900-21,900	Souběh se VTL plynovodem DN 300, ocel, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 100 do 300 m
24,150	Křížení se STL plynovodem, Středočeská plynárenská a.s.
25,000-25,400	Souběh s VTL plynovodem SČP a.s., vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 300 m
25,400	Křížení s VTL plynovodem, Středočeská plynárenská a.s.
25,400-26,700	Souběh s VTL plynovodem SČP a.s., vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 150 m
26,700	Šikmé křížení s VTL plynovodem SČP a.s.
26,700-	Souběh s VTL plynovodem SČP a.s., vpravo ve směru staničení, v osové

27,400	vzdálenosti do 250 m
38,200- 39,000	Souběh s VTL plynovodem SBBH, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 50 do 100 m
39,750	Přiblížení VTL plynovodní přípojky do RS plynu, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti cca 90 m
40,825	Křížení tratě ČD se STL plynovodem České cementárny a.s. (dále ČC a.s.)
40,400- 41,060	Souběh s VTL plynovodem ČC a.s., vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 25 do 100 m a hustá STL a NTL plynovodní síť
41,400- 42,185	Souběh s VTL plynovodem 2 x DN 150, ČC a.s., vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 20 do 150 m, pro Královodvorské železářny a.s.
42,050- 42,150	Souběh s 2 x STL plynovodem, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 30 do 40 m
42,150	Křížení s 2 x STL plynovodem
42,150- 42,480	Souběh se STL plynovodem, DN 600/200/150, ocel, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 15 do 25 m, plynovodní přípojka pro pec ŠKODA KŽ
42,470- 42,600	Souběh se STL plynovodním potrubím DN 200, ocel, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 20 m, plynovodní přípojka pro žíhací pec Královodvorských železáren
42,575	Křížení se STL plynovodem DN 110, PE
42,575- 42,700	Souběh se STL plynovodem, DN 110, PE, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 15 m
42,700- 42,950	Souběh se STL plynovodem, DN, 90/63, PE, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 60 do 120 m

Vodovody

1,805- 2,600	Souběh tratě ČD s vodovodním potrubím, DN 100 a DN 300, LTH , vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 20 do 50 m
2,660	Křížení s vodovodním řádem DN 1200, ocel
2,800	Křížení s LTH vodovodem DN 400
2,800- 4,500	Souběh s vodovodními potrubí , DN 400, LTH , vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 100 do 300 m
3,450	Křížení s vodovodem DN 160, PE
3,600	Křížení s vodovodem DN 160, PE
3,750	Křížení s vodovodem DN 160, PE
3,940	Křížení s vodovodem DN 160, PE
4,200	Křížení s vodovodem DN 160, PE
4,270	Křížení s vodovodem DN 160, PE
7,330- 7,790	Souběh s vodovodním potrubím, DN 1200, ocel, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 50 m
7,790- 8,100	Souběh s vodovodním potrubím, DN 1200, ocel, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 50 m
7,790	Křížení s vodovodem DN 1200, ocel
7,630- 8,340	Souběh s vodovodním potrubím, DN 150, LTH, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 80 m
8,340	Křížení s vodovodem DN 150, LTH
6,800	Křížení tratě ČD s vodovodem DN 200, LTH
9,310	Křížení s vodovodem DN 300, LTH

9,350	Křížení s vodovodem DN 300, LTH
9,350-9,500	Souběh s vodovodním potrubím, DN 150/100, LTH, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 50 m
10,080	Křížení s vodovodem DN 400, ocel
10,100	Křížení s vodovodem DN 110, LPE
6,050	Křížení tratě ČD s vodovodem DN 150, LTH
6,050-6,400	Souběh s vodovodním řadem, DN 600, LTH, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 200 m
6,520	Křížení s vodovodem DN 150, LTH
6,610	Křížení s vodovodem DN 150, LTH
6,750	Křížení s vodovodem DN 150, LTH
6,830	Křížení s vodovodem DN 150, LTH
6,930	Křížení s vodovodem DN 150, LTH
6,950	Křížení s vodovodem DN 150, LTH
7,100	Křížení s vodovodem DN 150, LTH
7,300	Křížení s 2 x vodovodním řadem Pražské vodovody a kanalizace, LTH, DN 400 a DN 600
8,150	Křížení s vodovodním řadem, LTH, Pražské vodovody a kanalizace
8,550	Řízená stanice katodické ochrany (ŘSKAO) na vodovodním řadu, v osové vzdálenosti cca 200 m
8,860	Křížení s vodovodním řadem, ocel, Pražské vodovody a kanalizace
15,050	Křížení s vodovodem VaK Beroun
15,370	Křížení s vodovodem VaK Beroun
18,850	Křížení s vodovodem VaK Beroun
27,200-27,800	Souběh s vodovodním řadem, DN 600, LTH, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 100 do 150 m
27,800	Křížení s vodovodem VaK Beroun
28,200-38,900	Souběh s vodovodním řadem, SDC Praha (SBBH), LTH, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 70 m
39,150-39,500	Souběh s vodovodním řadem, LTH, DN 125, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 5 do 80 m
39,500	Křížení s vodovodem, LTH, DN 125, VaK Beroun
38,100-40,700	Souběh s 3x vodovodním potrubím, LTH, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 200 m
39,150-39,500	Souběh s vodovodním potrubím, LTH, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 40 do 80 m
40,300	Křížení s vodovodním řadem, LTH, SBBH
40,450-41,135	Souběh s vodovodním potrubím, Českomoravský cement a.s., síť potrubí pitné vody, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 60 do 80 m
41,440-41,530	Souběh s vodovodním potrubím, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 70 do 150 m
41,680	Křížení s vodovodem užitkové vody, Královodvorských železáren (KŽ) DN 300, ocel
41,680-42,150	Souběh s vodovodním potrubím, vodovodní síť užitkové vody, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 20 do 80 m
42,150	Křížení s vodovodem DN 150a DN 50, LTH
42,150-42,300	Souběh s vodovody užitkové vody KŽ, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 50 m, DN 300 a DN 50? LTH
42,150-42,465	Souběh s vodovody užitkové vody, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 15 m

42,525	Křížení s vodovodem KŽ, užitková voda, LTH
42,550	Křížení s vodovodním potrubím, užitková voda KŽ, LTH
42,700- 42,950	Souběh s vodovody pitné, VaK Beroun, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 70 m, LTH DN 150, kombinace s potrubím z PVC DN 90
	Souběh s vodovodem Praha - Beroun, DN 300, tvárná litina hrdlová, uloženém v betonovém loži, v levém tunelu (ve směru staničení), osazeném každých 50 m hydranty

Teplovody

40,430- 41,200	Souběh tratě ČD s horkovodem v areálu Českomoravských cementáren a.s. Beroun, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 25 do 50 m,
42,150	Křížení s horkovodem Královských železáren
42,450	Křížení s horkovodem Královských železáren
42,150- 42,475	Souběh s horkovodem KŽ, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 30 m
42,485	Křížení s horkovodem KŽ
42,475- 42,575	Souběh s horkovodním potrubím KŽ, vlevo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 25 m

Technologická potrubí

40,430- 41,200	Souběh tratě ČD s 2x produktovodem, vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti od 25 do 50 m,
41,670	Křížení s potrubím (tlakový vzduch), ocel, DN 150, Královských železáren
41,690 42,050	Souběh s technologickým potrubím (vzduch), vpravo ve směru staničení, v osové vzdálenosti do 30 m, Královské železářny

Vysokotlaké plynovody jsou ocelové opatřené zemními bitumenovými a plastovými izolacemi. Jsou aktivně chráněny stanicemi katodické ochrany a vybaveny doplňkovým zařízením protikorozi ochrany (izolační spoje, chráničky, měřicí objekty) včetně kontrolních měřících bodů (KMB). Středotlaké a nízkotlaké plynovody jsou převážně nekovové z lineárního polyethylenu LPE.

Stavbou dotčená ocelová vodovodní potrubí (přivaděčové řady) jsou katodicky chráněná a jsou osazená kontrolními měřícími body. Část předmětné vodovodní sítě je z hrdlové litiny bez KMB, část je provedena z nekovových materiálů a to z polyethylenu a PVC.

V tunelu Praha – Beroun (levý ve směru staničení) bude uložen vodovodní řad DN 300 z tvárné litiny, který bude proti korozi chráněn ochranným systémem STANDARD TT na bázi polyethylenu. Potrubí bude mít dostatečnou pasivní ochranu, jako KMB lze použít armatury hydrantů.

Stavbou dotčená potrubí teplovodů a technologická potrubí železáren a cementárny jsou vesměs ocelová, uložená v potrubních kanálech nebo na potrubních mostech a opatřena pouze nátěry a tepelnou izolací.

Kabelové rozvody silnoproudé a slaboproudé (sdělovací a zabezpečovací) jsou vesměs celoplastové se souvislou pasivní ochranou kabelů.

3. Korozní průzkum

V rámci korozního průzkumu byla na výše uvedených měřicích stanovištích provedena tato základní geoelektrická měření :

- a) měření zdánlivé rezistivity půdy
- b) měření stejnosměrného proudového pole

Korozní průzkum provedený v dubnu 2007 probíhal při teplotě ovzduší 25⁰ C. Povrch půdy byl suchý, vlhkost se objevovala až v hloubce 20 cm, v místech měřicích elektrod bylo nutno půdu zvlhčovat.

Měření se uskutečnila v době provozu katodické ochrany na souběžných dálkovodních potrubích a v blízkosti technologických provozů Královodvorských železáren a Českomoravských cementáren v Králově Dvoře resp. v Berouně.

3.1 Měření zdánlivé rezistivity půdy

Při tomto měření bylo použito čtyřelektrodové Wennerovy metody a měřené hodnoty rezistence R (Ohm) byly odečítány na přístroji PU 183.

Wennerovou metodou se zjišťovala průměrná rezistivita různých geologických vrstev od povrchu půdy až po hloubku měření t.j. 3,18 m.

Stejnou metodou byla také provedena hloubková měření pro návrhy uzemňovacích soustav technologických a zabezpečovacích zařízení.

Zdánlivá rezistivita půdy je dána výrazem :

$$\rho = 2\pi a.R$$

kde : ρ je zdánlivá rezistivita půdy (Ohm.m)

a vzdálenost sousedních elektrod (m)

R hodnota rezistence, odečtená na přístroji (Ohm)

Měření se prováděla ve dvou směrech na sebe kolmých :

ve směru jih - sever

ve směru západ - východ

Výsledky měření se přepočítávaly dle ČSN 038363 korekčním činitelem příslušného měsíce, ve kterém se měření konalo. Pro měsíc duben je koeficient $k = 1,0$.

Naměřené a vypočítané hodnoty jsou uvedeny v tabulce na str. 14 a 15 této Závěrečné zprávy (ZZ).

3.2 Měření stejnosměrného proudového pole

Velikost stejnosměrného proudového pole se určovala na základě měření úbytku napětí mezi dvěma body vzdálenými na povrchu půdy 10 m dle ČSN 038365. Referenční elektrody byly umístěny ve směru jih-sever a kolmo na tuto osu ve směru západ-východ. Pro měření byly použity dva digitální voltmetry DMM 68 s vnitřními odpory 10 MOhm/V.

Referenční elektrody Cu/CuSO₄ nevykazovaly v průběhu měření vzájemné odchylky vyšší než povoluje ČSN 038362 a ČSN 038365.

Měření byla provedena v těsné blízkosti mostních objektů a v ose projektovaných tunelů. Hodnoty napětí byly registrovány po dobu 30 minut.

Z naměřených hodnot potenciálů $U_{i1,2}$ byly stanoveny střední hodnoty intenzity elektrického pole v jednotlivých směrech E_{p1}, E_{p2} (mV.m⁻¹)

$$E_{p1,2} = \frac{\frac{1}{n_{1,2}} * \sum_{i=1}^{i=n_1, n_2} U_{1,2i}}{L_{1,2}}$$

Hustota stejnosměrného proudového pole J (μA.m⁻²) je vypočítána z výrazu

$$J_{p1} = \frac{E_{p1}}{\rho_1}, \quad J_{p2} = \frac{E_{p2}}{\rho_2}, \quad |J_p| = \sqrt{J_{p1}^2 + J_{p2}^2}$$

Střední hodnoty E_{p1}, E_{p2} , výsledné hodnoty J_{p1}, J_{p2} a J_p jsou uvedeny v tabulce na str. 16 a 17. Vektorové diagramy jsou uvedeny v přílohách č. 1 až 16.

4. Vyhodnocení geoelektrických měření

Pro vyhodnocení naměřených hodnot mostních objektů byla použita dvě základní kritéria stanovená ČSN 038375 a předpisem ČD SR 5/7 (S) :

a) agresivita prostředí podle velikosti zdánlivé rezistivity půdy

I.	velmi nízká	$\rho > 100$	Ohm.m
II.	střední	$\rho = 50 \text{ až } 100$	Ohm.m
III.	zvýšená	$\rho = 23 \text{ až } 50$	Ohm.m

IV.	velmi vysoká	$\rho < 23$	Ohm.m
-----	--------------	-------------	-------

b) agresivita prostředí vyvolaná bludnými proudy podle jejich hustoty v půdě

I.	velmi nízká	$J < 0,1$	$\mu\text{A.m}^{-2}$
II.	střední	$J = 0,1 \text{ až } 3,0$	$\mu\text{A.m}^{-2}$
III.	zvýšená	$J = 3,0 \text{ až } 100$	$\mu\text{A.m}^{-2}$
IV.	velmi vysoká	$J > 100$	$\mu\text{A.m}^{-2}$

Toto kritérium stanovené v ČSN 038375 koresponduje se stupnicí proudové hustoty, která je uvedena v tabulce č.I předpisu ČD SR 5/7 (S).

Tabulka 1 Stupně základních pasivních ochranných opatření pro omezení vlivu bludných proudů		
Základní ochranná opatření stupeň č.	Proudová hustota ($\mu\text{A.m}^{-2}$)	Provedení základních ochranných opatření
1	$J < 0,1$	1. Primární ochrana dle ČSN ISO 9690 (73 1215) a ČSN P ENV 206 (73 2403), tab.3 A - bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
2	$J = 0,1 \text{ až } 3,0$	2. Kombinace primární ochrany dle ČSN ISO 9690 a ČSN P ENV 206, tab.3 a případné sekundární ochrany dle SR, kap. III. B – bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
3	$J = 3,0 \text{ až } 100$	3. Dtto ad 2 plus C – konstrukční opatření dle SR, kapitola III., bez propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
4	$J = 100 \text{ až } 10\,000$	4. Dtto ad 2 plus D – konstrukční opatření dle SR, kapitola III., včetně propojení výztuže a jejího vyvedení na povrch konstrukce
5	$J > 10\,000$	5. Dtto ad 4 plus E – dokumentace „Elektrické rozvody a zařízení pro kontrolu vlivu bludných proudů“ umožňující elektrická a geofyzikální měření včetně realizace event. návrhu následných ochranných opatření

4.1 Zdánlivá rezistivita půdy

Podle ČSN 038375 jsou půdní prostředí mostních objektů a tunelů charakterizována takto :

Mostní objekty v žkm	Měřicí stanoviště č.	Agresivita prostředí
7,775	1	velmi nízká
8,325	2	velmi nízká
8,839	3	velmi nízká
9,680	4	velmi nízká
2,365	5	střední
2,609	6	velmi nízká
38,831	7	velmi nízká
38,862	7	velmi nízká
39,063	8	velmi nízká
39,391	9	velmi nízká
41,357	10	velmi nízká až střední
42,082	11	velmi nízká
42,380	12	zvýšená až velmi vysoká
Tunely v žkm		
10,140	13	velmi nízká
2,550	14	velmi nízká
5,960	15	velmi nízká
27,760	16	zvýšená
24,230	17	velmi nízká
16,240	18	velmi nízká

Podle tohoto kritéria jsou půdní prostředí u měřených mostních objektů převážně s velmi nízkou agresivitou. Výjimkou bylo stanoviště u železničního mostu v km 42,380 kde byla naměřena velmi vysoká agresivita půdy.

U projektovaných tunelů byla naměřena převážně velmi nízká agresivita půdního prostředí.

Protokoly měření viz str. 14 a 15 ZZ.

4.2 Stejnoseměrné proudové pole

Přehled rozložení proudové hustoty stejnosměrného elektrického pole :

Mostní objekty v žkm	Měřicí stanoviště č.	Agresivita prostředí
7,775	1	zvýšená
8,325	2	zvýšená
8,839	3	zvýšená
9,680	4	zvýšená
2,365	5	zvýšená
2,609	6	zvýšená
38,831	7	zvýšená
38,862	7	zvýšená
39,063	8	zvýšená
39,391	9	střední

41,357	10	zvýšená
42,082	11	zvýšená
42,380	12	velmi vysoká
Tunely v žkm		
10,140	13	zvýšená
2,550	14	zvýšená
5,960	15	zvýšená
27,760	16	zvýšená
24,230	17	--
16,240	18	---

Proudová hustota byla u měřených mostních objektů převážně zvýšená tj. třetího stupně – viz SR 5/7 (S) a ČSN 038375. Velmi vysoká proudová hustota byla naměřena pouze na měřicím stanovišti č. 12.

U projektovaných tunelů Praha – Beroun byla naměřená zvýšená proudová hustota stejnosměrných proudů tj. třetí stupeň agresivity půdního a horninového prostředí.

Protokol měření viz str. 16 a 17.

5. Závěr - návrh protikorozních opatření

Korozní průzkum v místech měřených mostů a tunelů prokázal přítomnost stejnosměrných elektrických polí vlivem katodové ochrany dálkových potrubí v úsecích projektovaných tunelů a vlivem stejnosměrné železniční trakce, tramvajové dopravy a podzemní dráhy na území hlavního města Prahy.

Z výsledků korozního průzkumu vychází návrh protikorozních opatření:

1. Při přestavbách stávajících resp. výstavbě nových mostních objektů a stavbě obou tunelů osadit kontrolní měřicí body (KMB), které budou vodivě propojeny s ocelovou výztuží. Postupovat v souladu s předpisem ČD SR 5/7 (S) „Ochrana železničních mostních objektů proti účinkům bludných proudů“.
2. Před zahájením provozu stavby nového železničního spojení Praha - Beroun provést na osazených KMB mostních objektů a obou tunelů předběžný korozní průzkum a jeho výsledky porovnat s dodatečným korozním průzkumem provedeným po uvedení této stavby do provozu. Do tohoto průzkumu zahrnout také měření na kovových úložných zařízeních ČD (potrubní rozvody).

Na každém měřicím stanovišti provést současně měření potenciálu a proudu OK/potrubí proti zemi (u tunelů aplikovat poločláňkovou měřicí metodu), doba měření min. 4 hod. Je navrženo celkem 88 měřicích stanovišť (z toho 18 na mostních objektech, 20 na potrubích ve správě SŽDC a 2x 25 na železničních tunelech) a celkové finanční náklady na uvedený průzkum (předběžný a dodatečný) jsou 880.000 Kč tj. 2 x 88 měřicích stanovišť x 5.000 Kč/ pro 1 měř. stanoviště.

Vzhledem k tomu, že v převažujícím úseku nového železničního spojení je střídavá trakce není nutné provádět korozní průzkum na ostatních kovových úložných zařízeních, které nejsou majetkem ve správě SŽDC a ČD.

3. Stavbu je nutno realizovat s ohledem na maximální omezení úniku zpětných trakčních proudů do země. To znamená používat také izolované ukolejňovací vodiče.

4. Trakční stožáry doporučujeme ukolejňovat přes průrazky s opakovatelnou funkcí (typ UPO). Bleskojistky montovat na trakčních stožárech izolovaně s izolovaným svodem.
5. Průběžně zajišťovat odborné posuzování nových staveb úložných zařízení a konstrukcí z hlediska jejich protikorozní ochrany na těchto pracovištích - ČD a.s., generální ředitelství, odbor automatizace a elektrotechniky O14, Nábřeží L. Svobody 12 a TÚČD SEE, DKOV, Malletova 10/2363, Praha 9 - Libeň s možností zabezpečení :
 - předběžného a dodatečného korozního průzkumu,
 - odborné spolupráce v oblasti řádného zabezpečení protikorozní ochrany,
 - kontroly a měření elektrických parametrů izolací a armatur v průběhu stavby mostních a železobetonových konstrukcí.

Vybudování kontrolních měřících bodů, předběžný resp. dodatečný korozní průzkum bude začleněno do projektů mostních objektů a tunelů.

PROTOKOL MĚŘENÍ I.
Měření zdánlivé rezistivity půdy Wennerovou metodou dle ČSN 038363

Akce	Praha – Beroun, nové železniční spojení B.4.5 Ochrana před účinky koroze a bludných proudů
Datum měření	duben 2007
Hloubka měření	3,18 m pro mostní objekty, 3,18 m až 60 m pro tunely
Použitý přístroj	měřič zemních odporů PU 183
Způsob měření	provedena 2 měření ve směru J - S a Z - V

Mostní objekty

Označení měřicího stanoviště	Měřicí stanoviště	R (Ω)	ρ_k ($\Omega \cdot m$)	Agresivita půd. prostředí dle ČSN 038375
1.	J - S	6,90	137,87	I. velmi nízká
km 7,775	Z - V	7,20	143,86	I. velmi nízká
2.	J - S	5,80	115,89	I. velmi nízká
km 8,325	Z - V	5,20	103,90	I. velmi nízká
3.	J - S	7,30	145,86	I. velmi nízká
km 8,839	Z - V	10,30	205,80	I. velmi nízká
4.	J - S	9,30	158,82	I. velmi nízká
km 9,175	Z - V	11,10	221,78	I. velmi nízká
5.	J - S	3,20	63,94	II. střední
km 2,360	Z - V	3,20	63,94	II. střední
6.	J - S	6,80	135,87	I. velmi nízká
km 2,610	Z - V	6,10	121,88	I. velmi nízká
7.	J - S	11,50	229,78	I. velmi nízká
km 38,831	Z - V	9,50	189,82	I. velmi nízká
8.	J - S	21,60	431,58	I. velmi nízká
km 39,063	Z - V	18,90	377,63	I. velmi nízká
9.	J - S	15,00	299,71	I. velmi nízká
km 39,391	Z - V	16,90	337,67	I. velmi nízká

Označení měřicího stanoviště	Měřicí stanoviště	R (Ω)	ρ_k ($\Omega \cdot m$)	Agresivita půd. prostředí dle ČSN 038375
10.	J - S	6,00	119,88	I. velmi nízká
km 41,344	Z - V	3,30	65,94	II. střední
11.	J - S	31,30	625,39	I. velmi nízká
km 42,062	Z - V	30,40	607,41	I. velmi nízká
12.	J - S	1,20	23,98	III. zvýšená
km 42,380	Z - V	1,15	22,98	IV. velmi vysoká

Tunely Praha - Beroun

Označení měřicího stanoviště	Měřicí stanoviště	R (Ω)	ρ_k ($\Omega \cdot m$)	Agresivita půd. prostředí dle ČSN 038375
13.	J - S	7,10	141,86	I. velmi nízká
Portály Chuchle	Z - V	7,10	141,86	I. velmi nízká
14.	J - S	43,00	859,16	I. velmi nízká
Portály Hlubočepy	Z - V	37,60	751,27	I. velmi nízká
15.	v ose tunelů	0,35	109,96	I. velmi nízká
Slivenec				
16.	J - S	1,82	36,36	III. zvýšená
Portály Beroun	Z - V	1,70	33,97	III. zvýšená
17.	v ose tunelů	0,70	263,89	I. velmi nízká
Větrací a čerpací šachta Svatý Jan				
18.	v ose tunelů	0,30	113,10	I. velmi nízká
Montážní komory Tachlovice				

PROTOKOL MĚŘENÍ II.
Stanovení přítomnosti bludných proudů v zemi dle ČSN 037375 a SR 5/7 (S)

Akce	Praha – Beroun, nové železniční spojení B.4.5 Ochrana před účinky koroze a bludných proudů
Datum měření	duben 2007
Vzdálenost elektrod	10 m
Použité přístroje	2x voltmetr MY 68
Způsob měření	odečty hodnot po dobu 30 min.
Poznámka	$n_1 = n_2 = n$

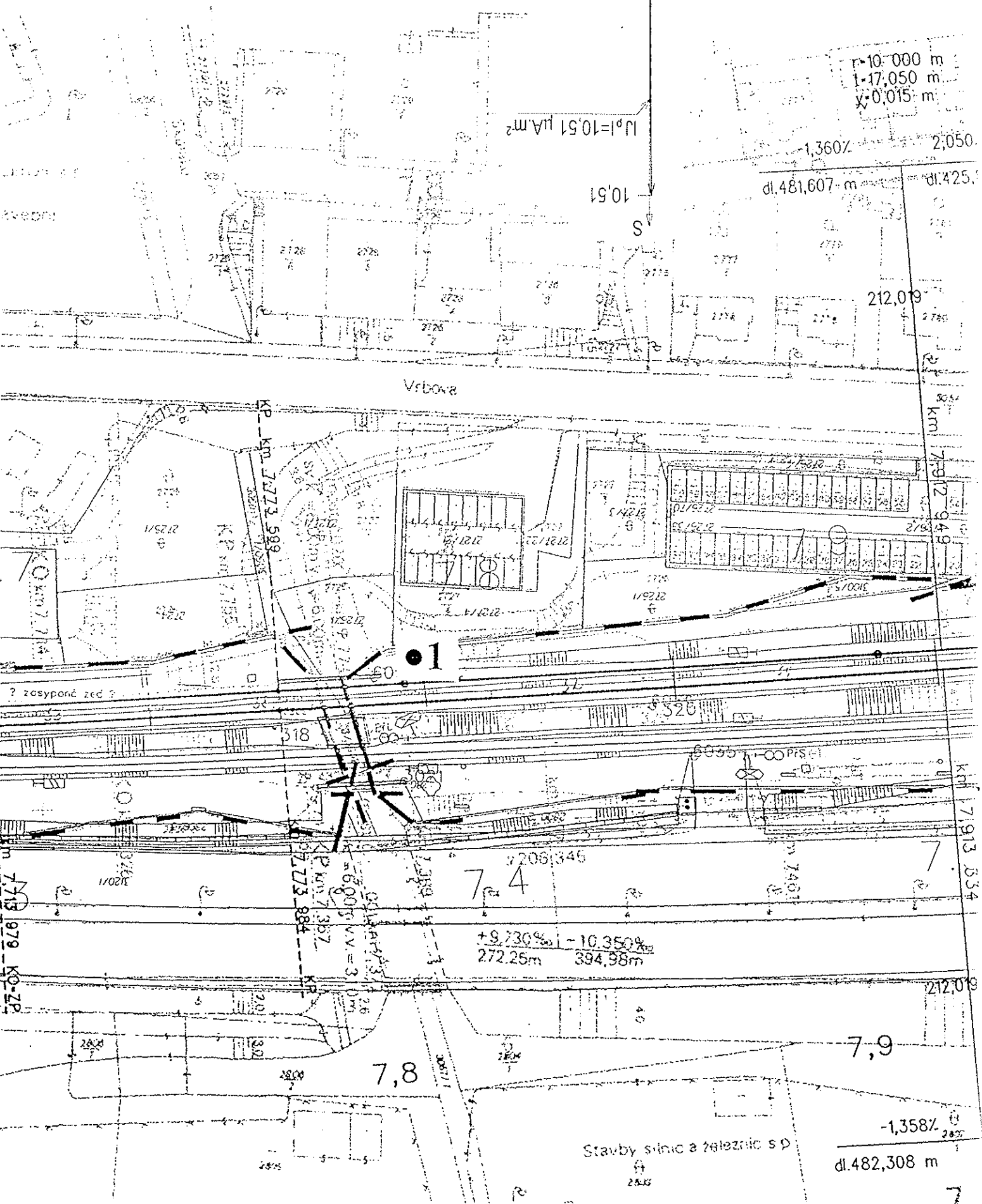
Mostní objekty

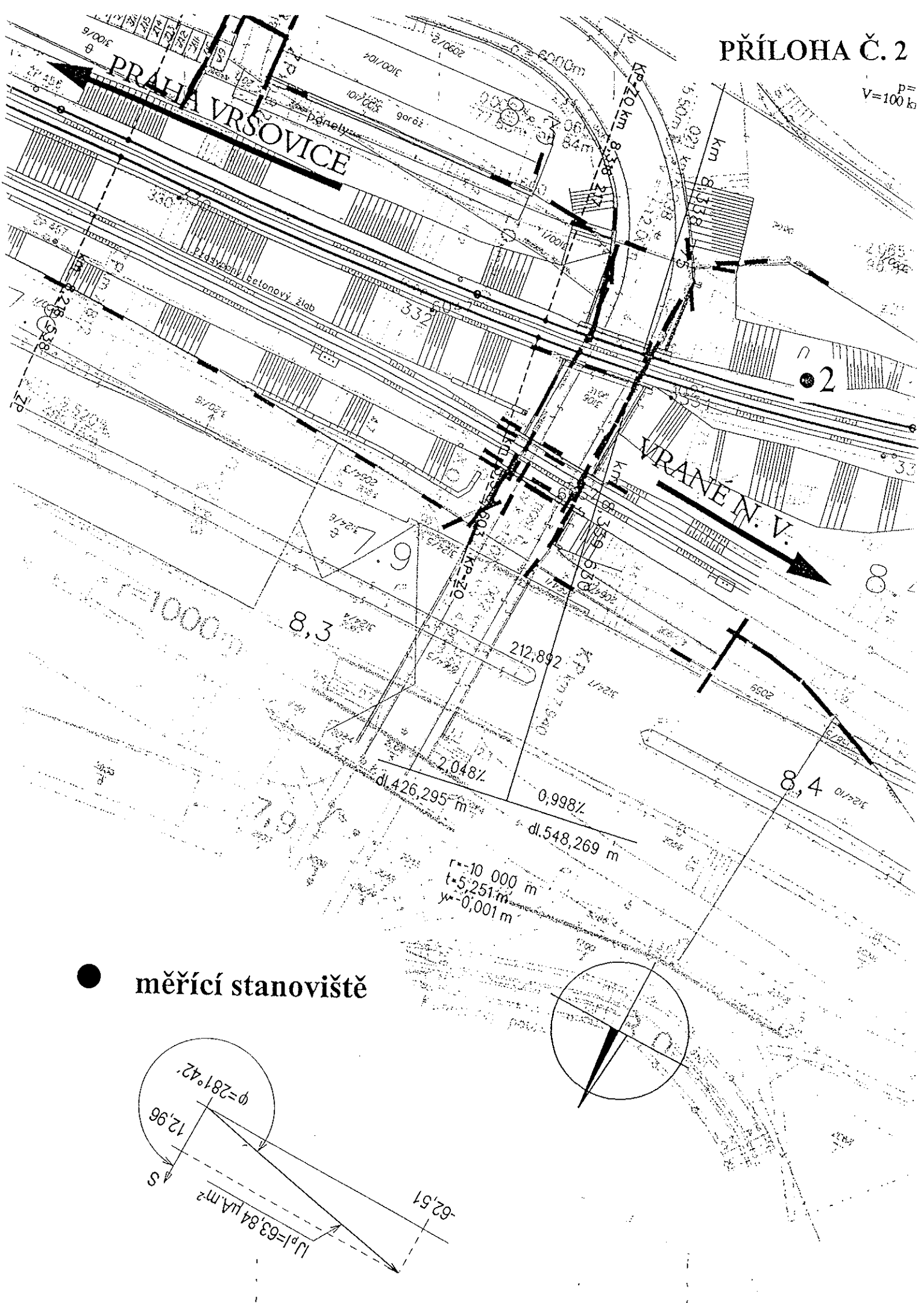
ozn.	E_{p1} (mV/m)	E_{p2} (mV/m)	J_{p1} ($\mu A/m^2$)	J_{p2} ($\mu A/m^2$)	J_p ($\mu A/m^2$)	úhel ($^\circ$)	agresivita prostředí
1.	1,449	-0,012	10,51	-0,08	10,51	359 ⁰ 33'	III. zvýšená
2.	1,502	-6,495	12,96	-62,51	63,84	281 ⁰ 42'	III. zvýšená
3.	1,830	-0,995	12,55	-4,84	13,45	338 ⁰ 55'	III. zvýšená
4.	3,69	-2,12	19,86	-9,56	22,04	334 ⁰ 17'	III. zvýšená
5.	-1,329	-2,943	-20,79	-46,02	50,50	245 ⁰ 41'	III. zvýšená
6.	-1,069	1,206	-7,82	9,89	12,61	128 ⁰ 20'	III. zvýšená
7.	-0,294	0,774	-1,28	4,08	4,27	107 ⁰ 25'	III. zvýšená
8.	1,589	-0,210	3,68	-0,56	3,72	351 ⁰ 23'	III. zvýšená
9.	-0,220	-0,378	-0,734	-1,118	1,34	236 ⁰ 42'	II. střední
10.	-0,835	-1,720	-6,96	-26,09	26,99	255 ⁰ 03'	III. zvýšená
11.	-1,977	1,357	-3,16	2,23	3,87	144 ⁰ 45'	III. zvýšená
12.	-6,92	7,93	-288,52	345,07	449,79	129 ⁰ 53'	IV. velmi vysoká

Tunely Praha – Beroun

ozn.	E_{p1} (mV/m)	E_{p2} (mV/m)	J_{p1} ($\mu\text{A}/\text{m}^2$)	J_{p2} ($\mu\text{A}/\text{m}^2$)	J_p ($\mu\text{A}/\text{m}^2$)	úhel ($^\circ$)	agresivita prostředí
13.	-5,950	-5,110	-41,94	-0,08	10,51	220 ⁰ 38'	III. zvýšená
14.	2,430	-1,880	2,83	--2,51	3,78	318 ⁰ 29'	III. zvýšená
15.	-0,322	-0,191	-13,44	-7,09	15,19	207 ⁰ 47'	III. zvýšená
16.	-0,443	-0,631	-12,18	-18,58	22,22	236 ⁰ 44'	III. zvýšená
17.	-	-	-	-	-	-	-
18.	-	-	-	-	-	-	-

● měřicí stanoviště



$$V = 100 \text{ kV}$$


20 km 8,742 836

V

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

3

8,8

dl.547,081 m.

8,9

213,439

km 8,886 85603

3

$\phi = 338,55^\circ$
 $U_p = 13,45 \mu A/m^2$
12,55
4,84

348

350

352

$r(1) = 6004m$

$p = 0 mm, lp = 0 m$
 $V = 100 km/h, I = 20 mm$

$r(2) = 6000m$

$p = 0 mm, lp = 0 m$
 $V = 100 km/h, I = 20 mm$

8,8

213,439

8,9

0,998%

-8,044%

dl.548,269 m

dl.804,366 m

● měřicí stanoviště

$r = -10,000 m$
 $t = 45,206 m$
 $y = -0,102 m$

$r = 1000m$

87

20 km 8,444 449

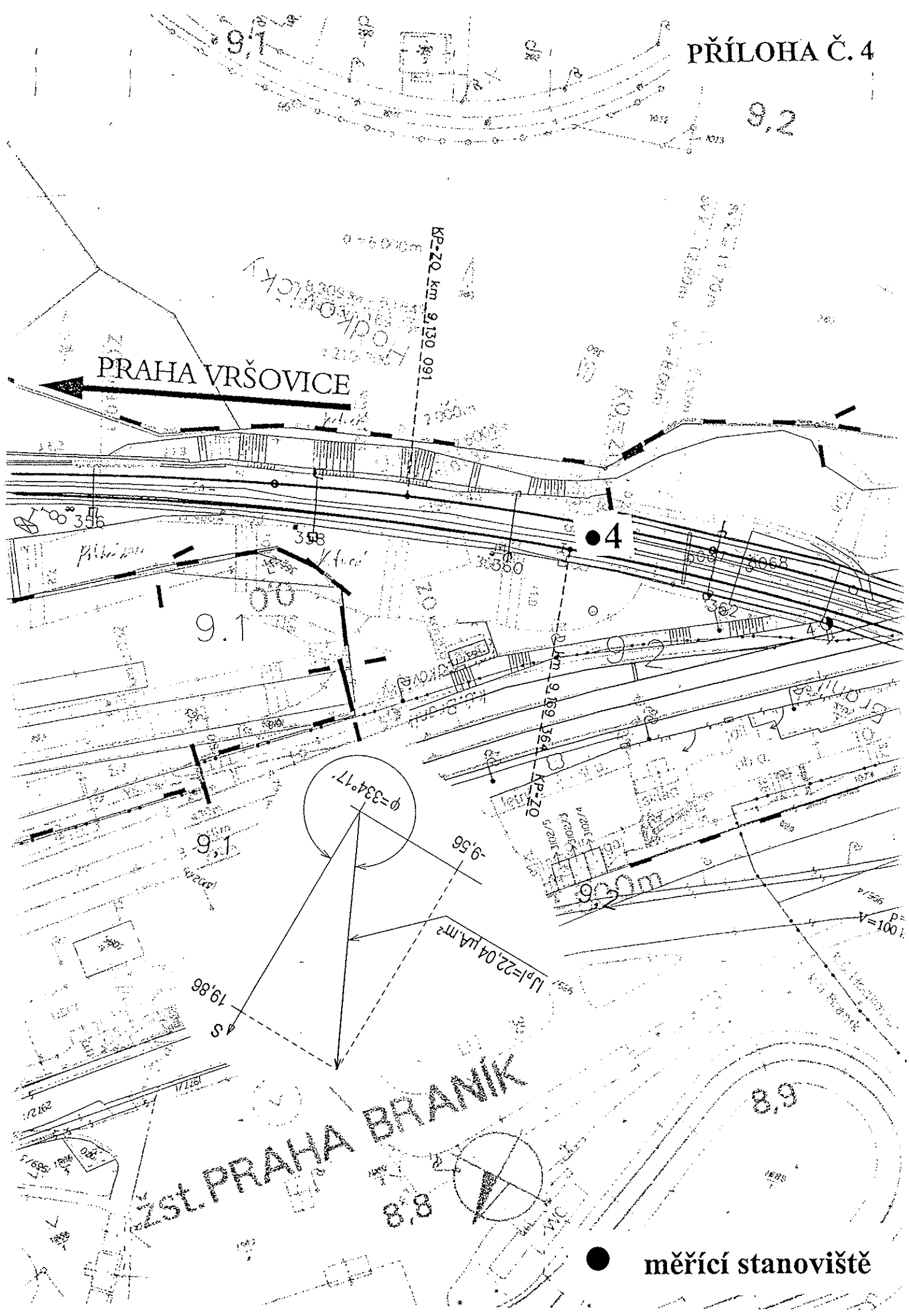
2101

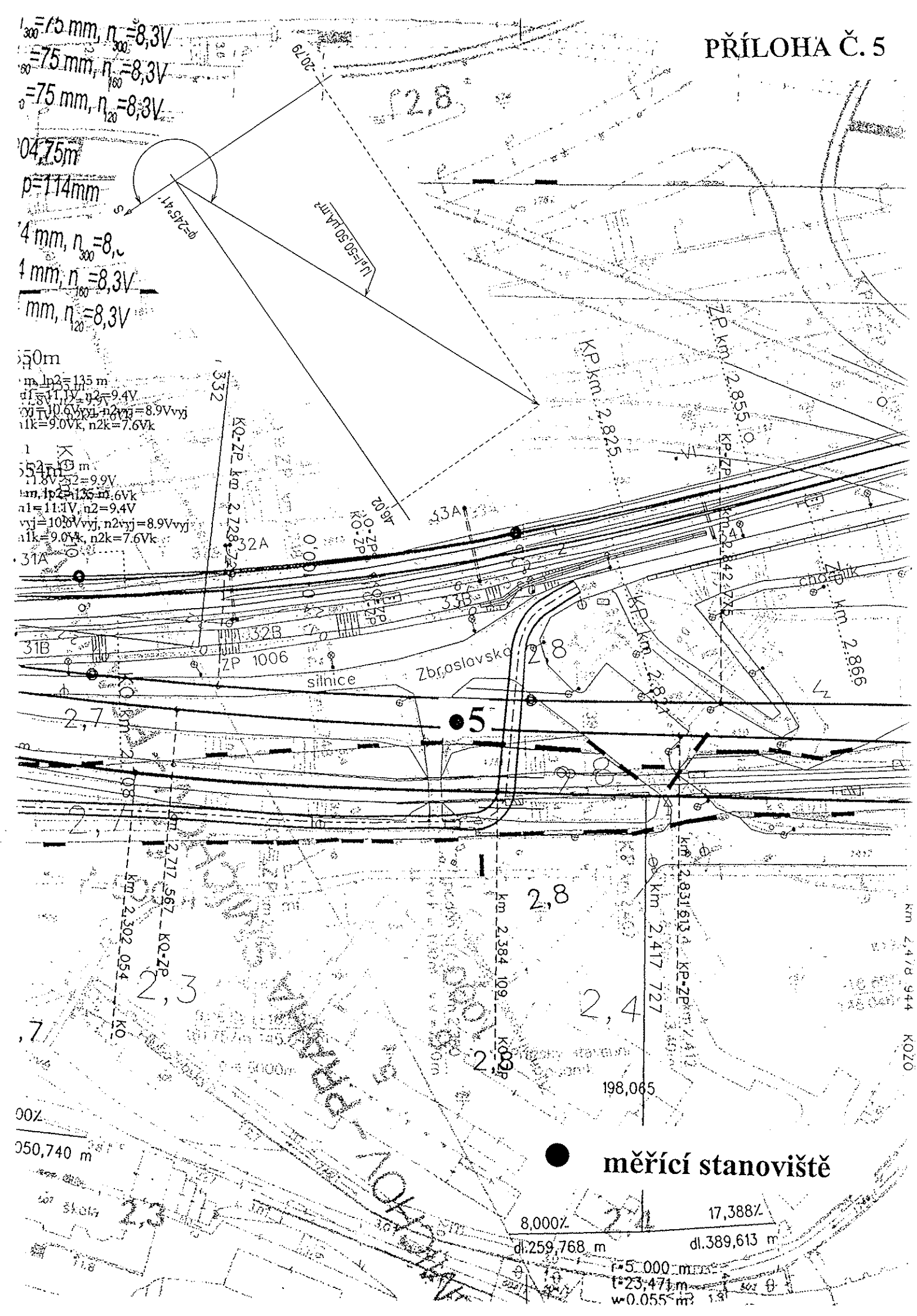
310271

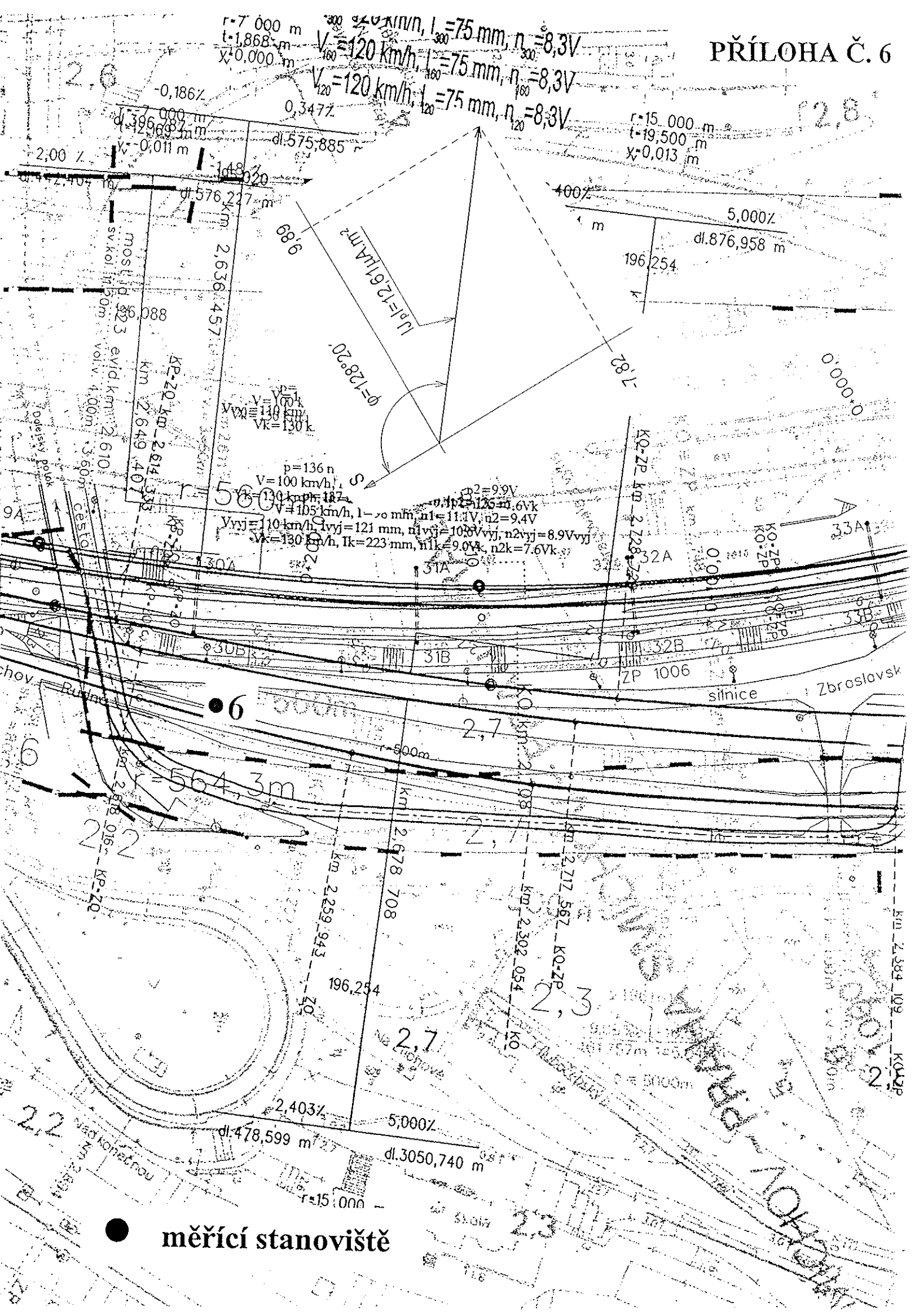
Průřez 1:200
3 = 2 x 0

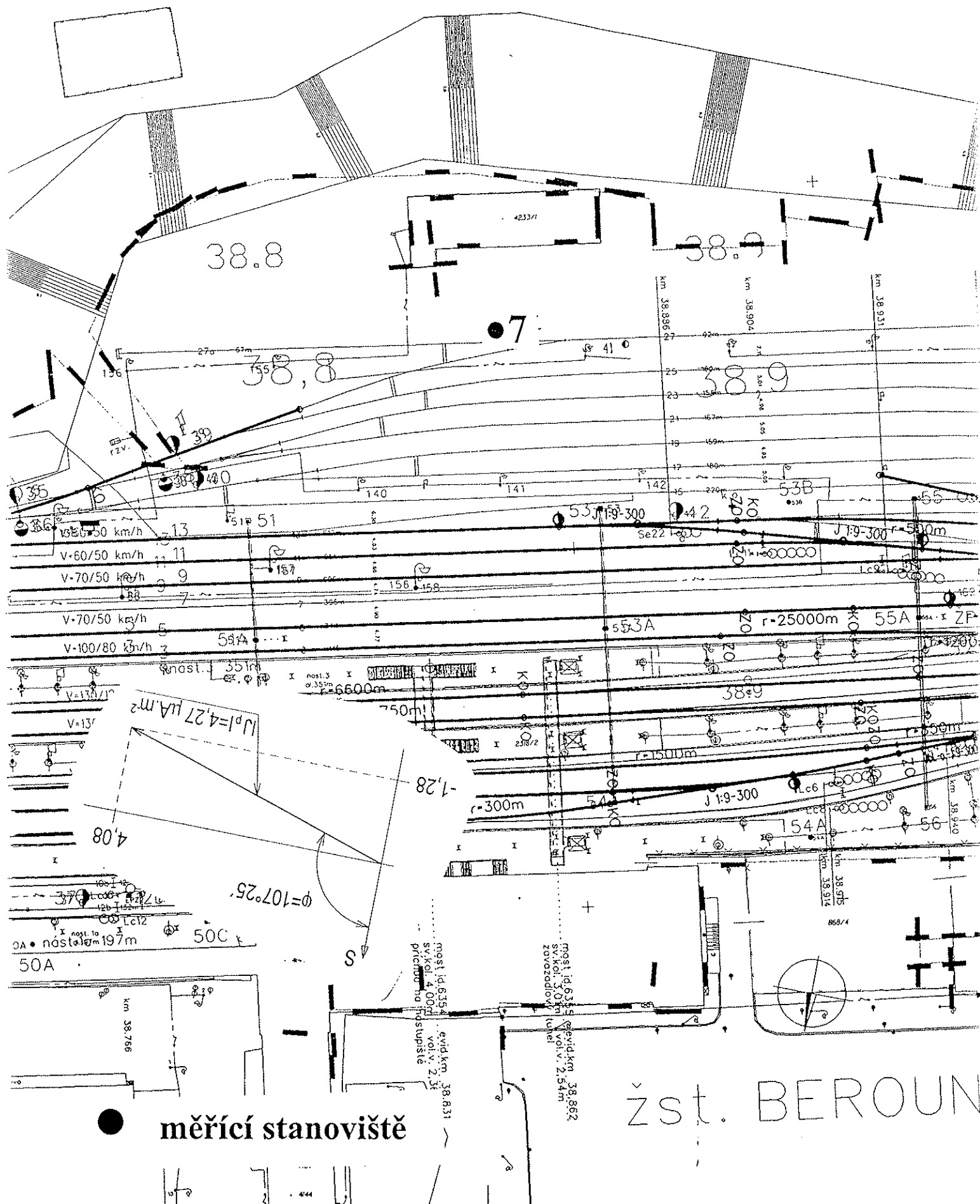
580

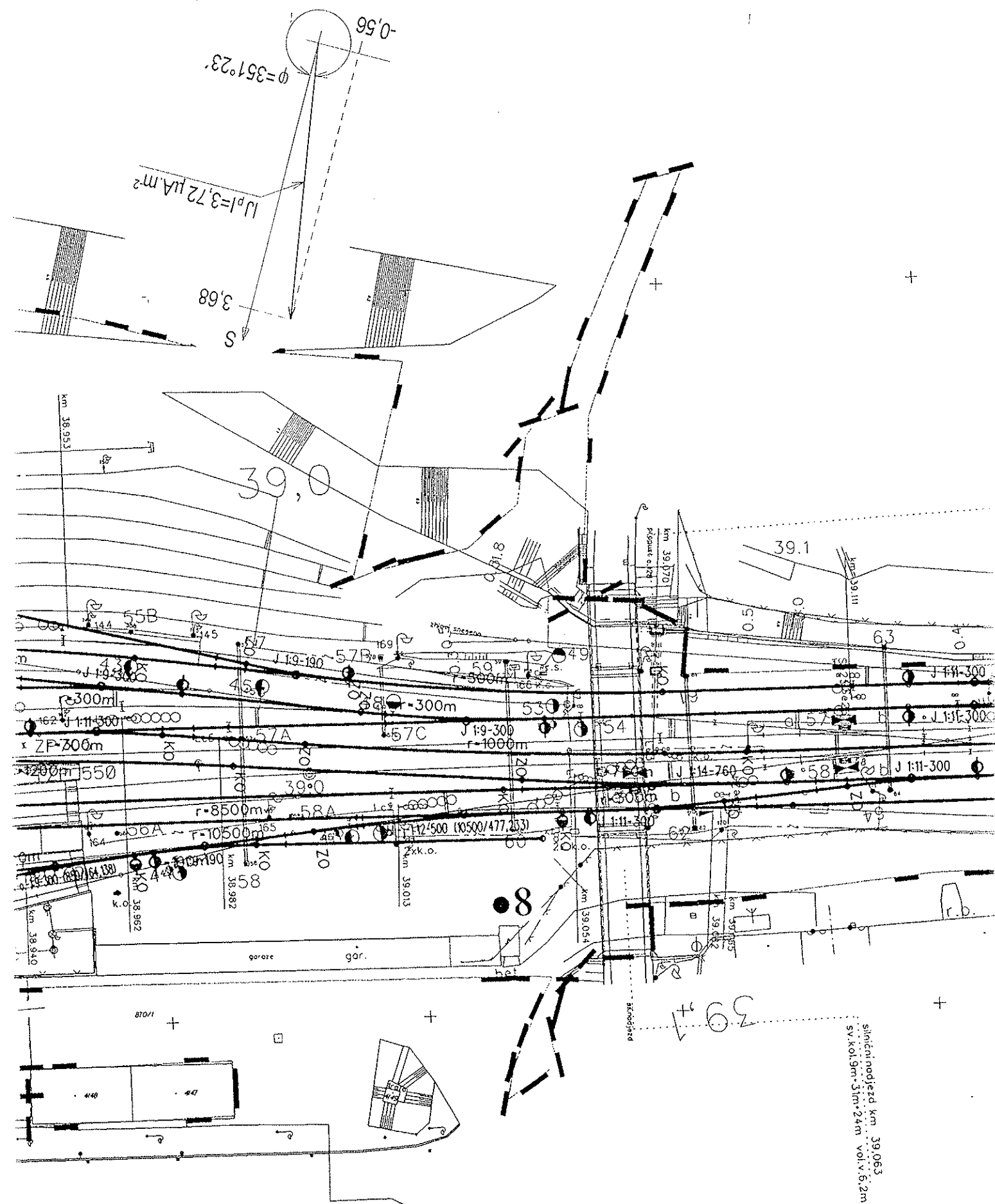
1201



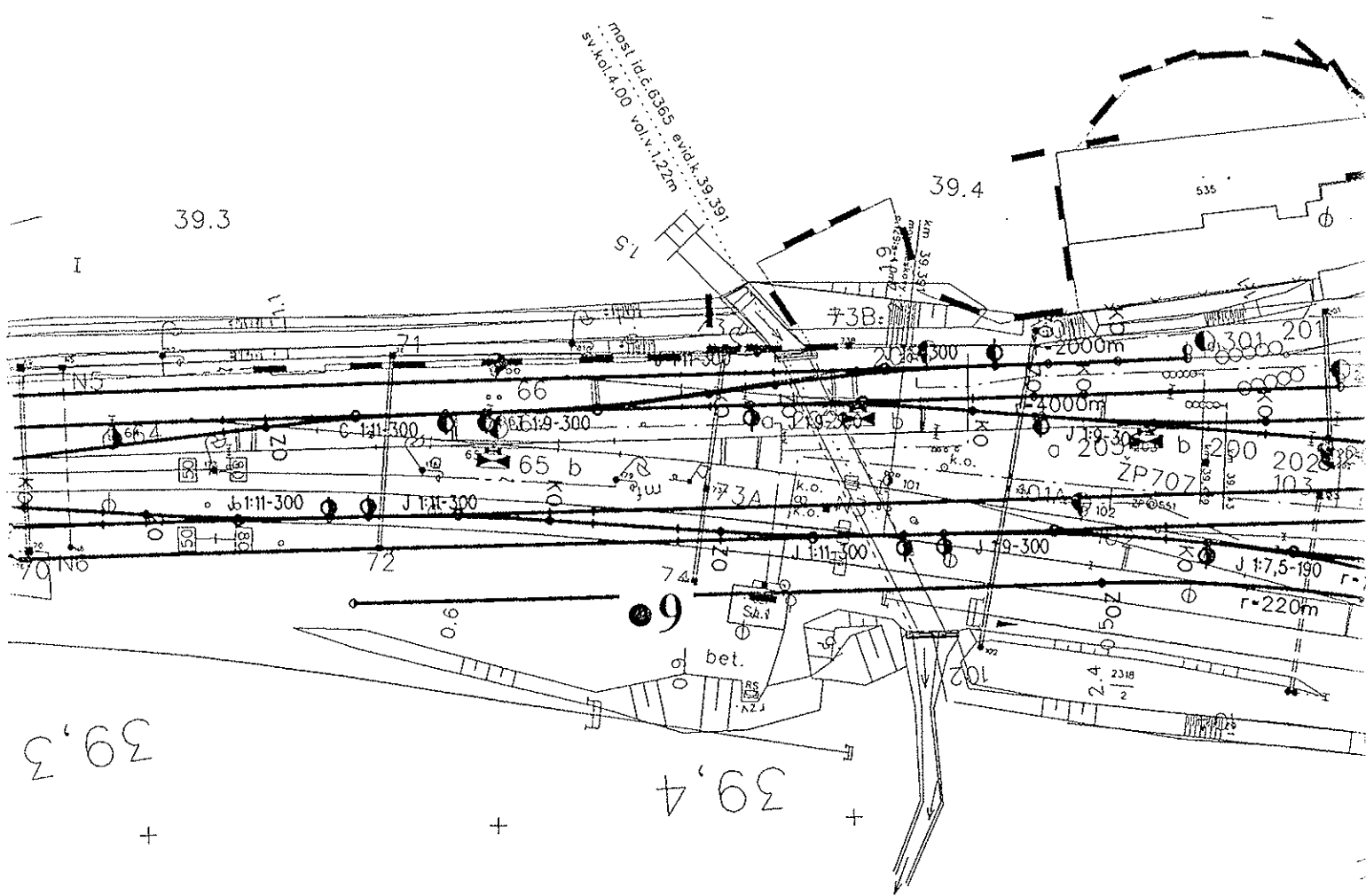




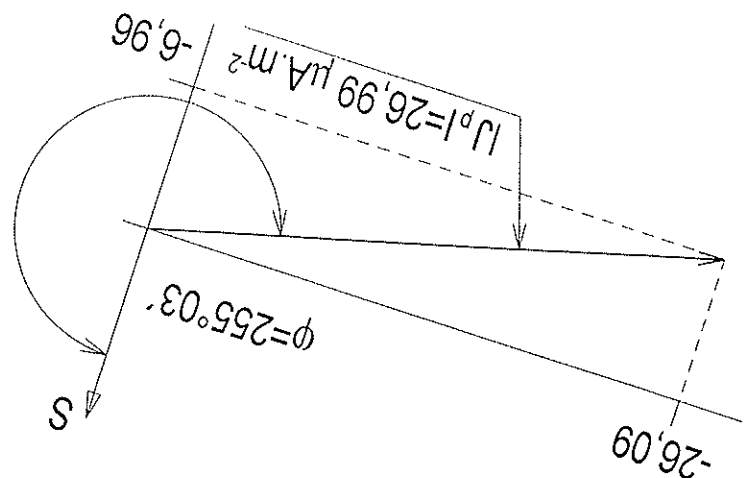
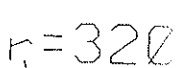




● měřicí stanoviště

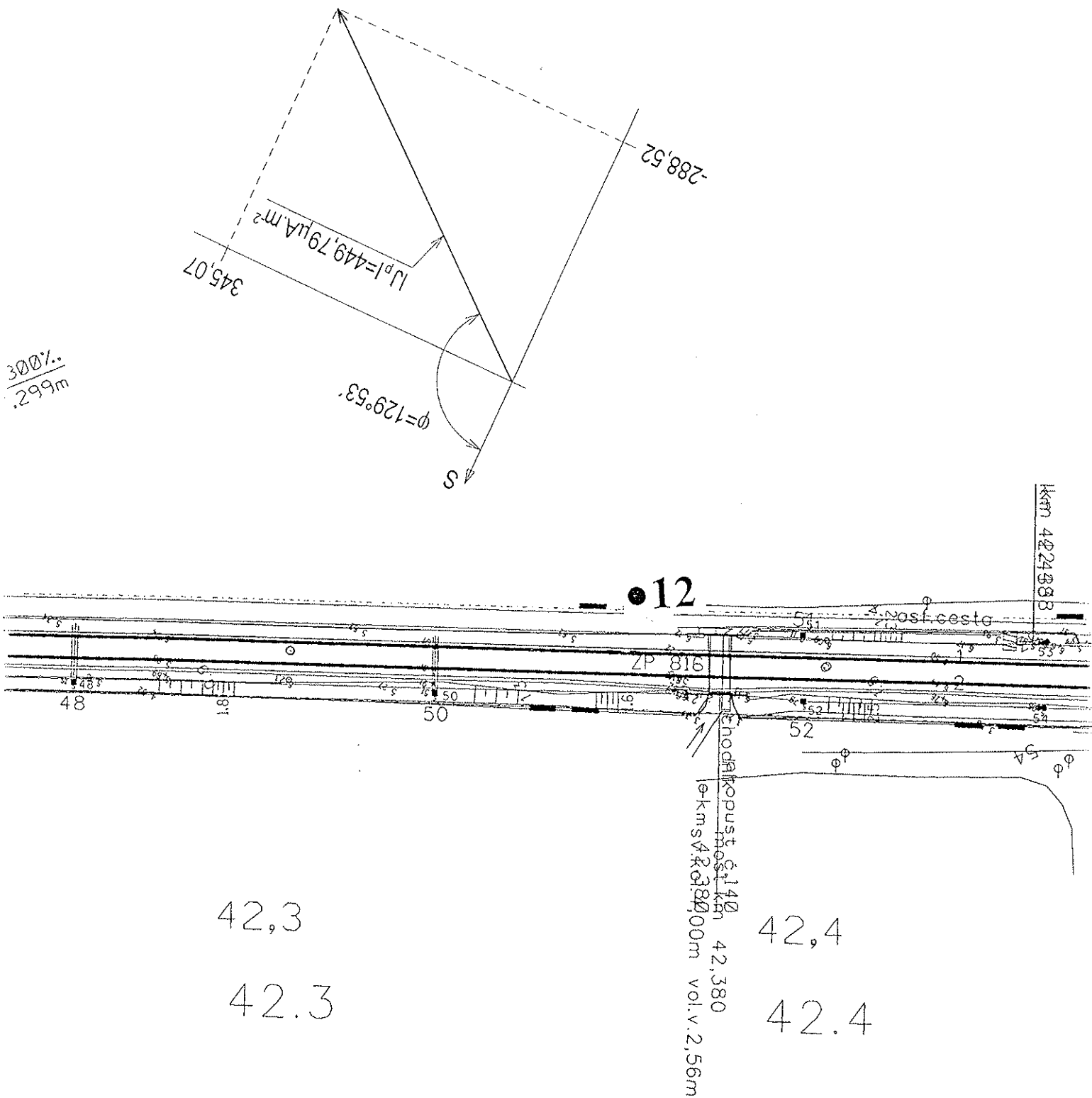


A hand-drawn sketch of a plot. On the left, there is a rectangular building labeled 'SCW'. To its right, a line runs diagonally from the top left towards the bottom right. Along this line, three points are marked and labeled '3', '4', and '5' from left to right. The line starts at point 3, goes to point 4, and then continues to point 5. The entire sketch is enclosed within a rough, hand-drawn boundary.

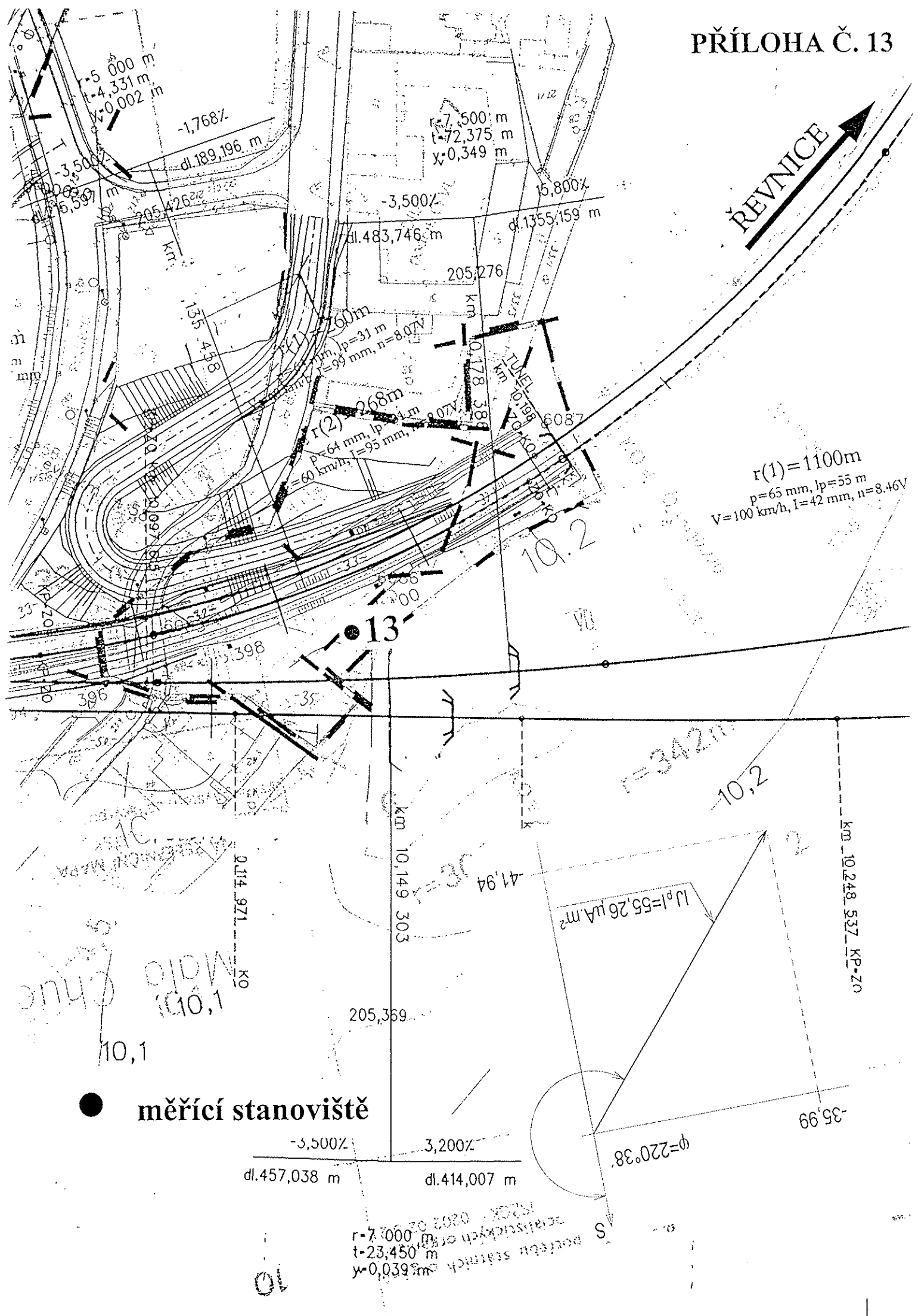


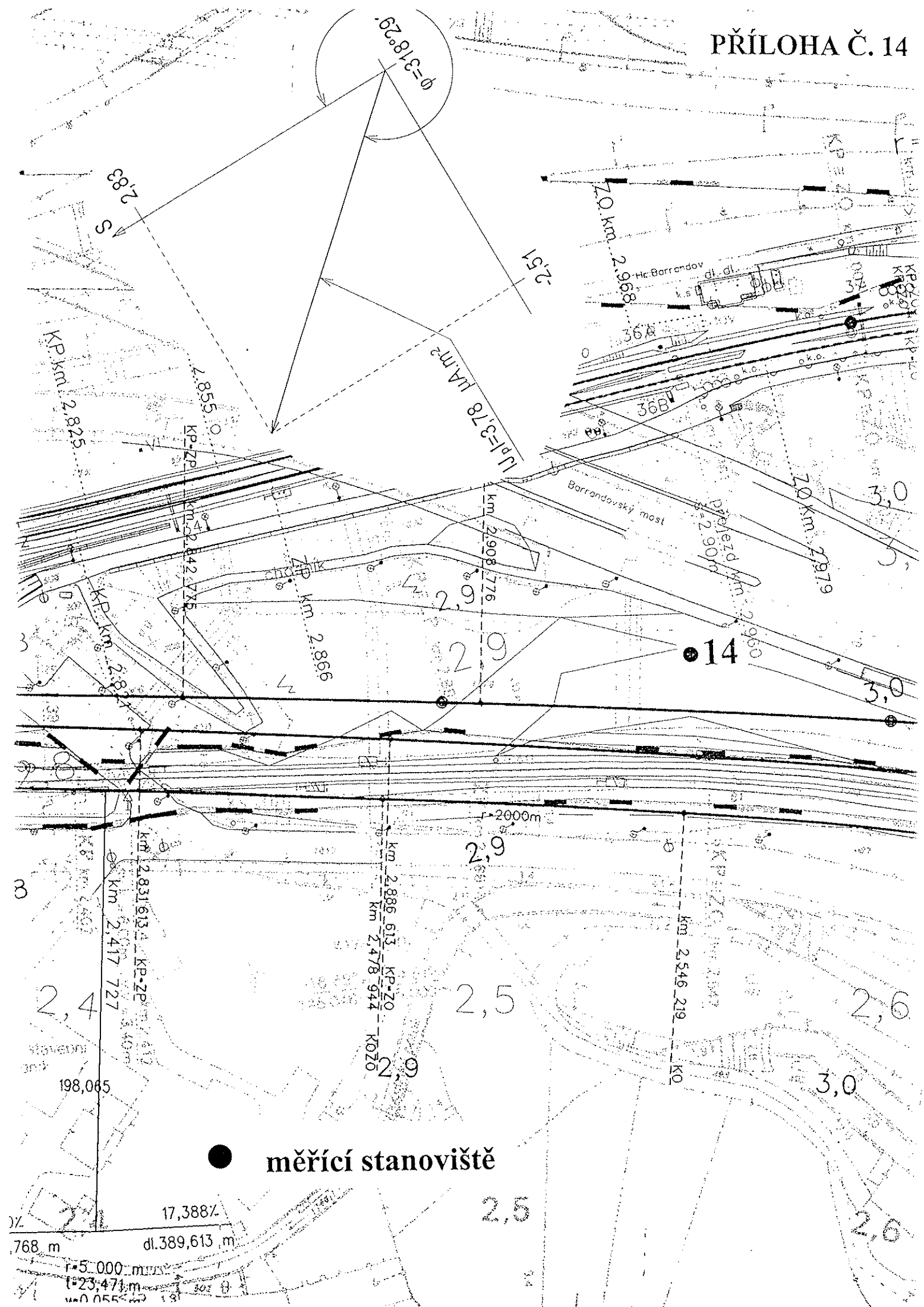
● měřicí stanoviště

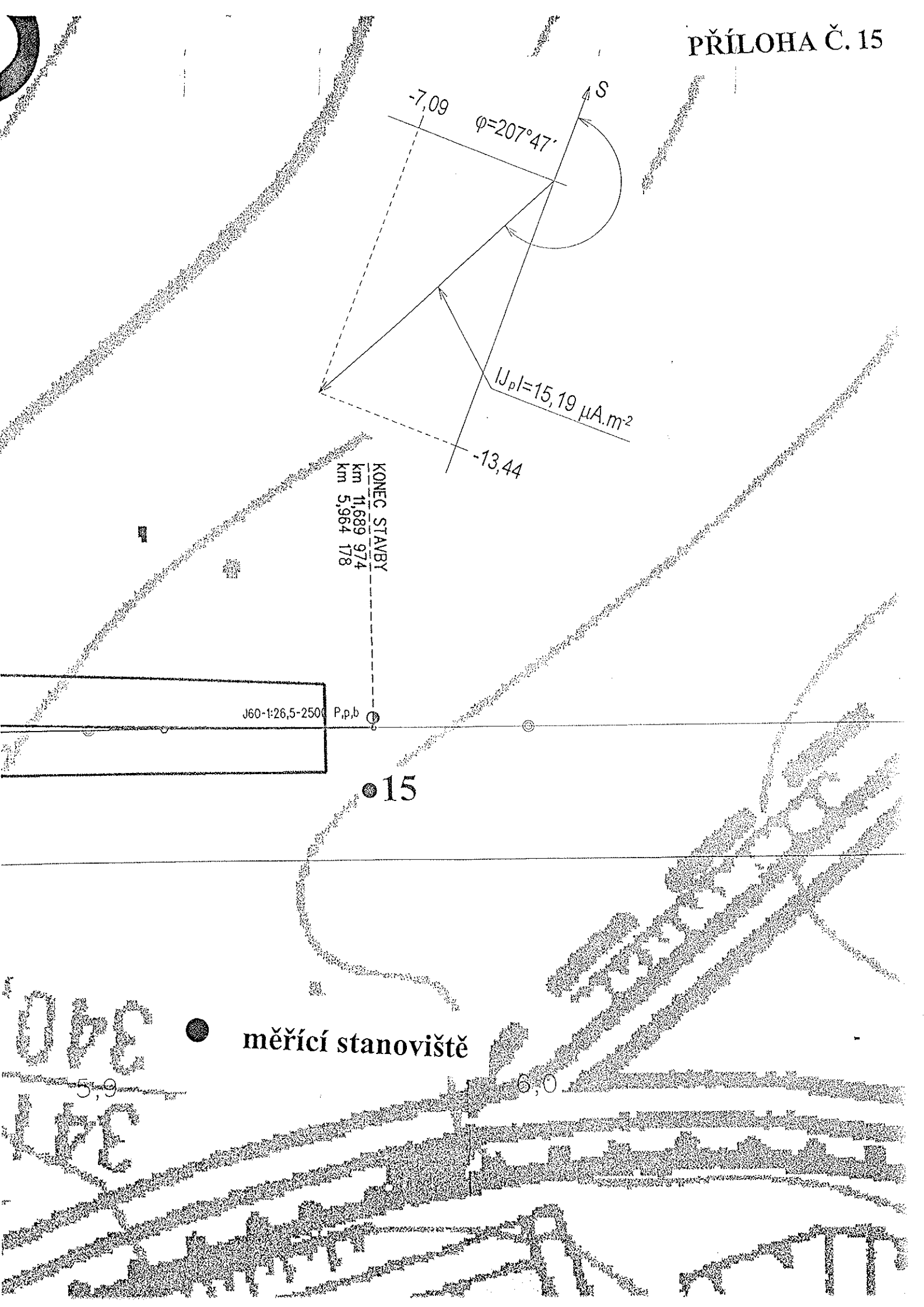
● měřicí stanoviště



● měřící stanoviště







R1=2 PŘÍLOHA Č. 16
 $l_p=85m, p=60mm$

$V_K=160\text{ km/h}, l_K=91\text{ mm}, n_K=9,8V_K$
 $V_{160}=140\text{ km/h}, l_{160}=56\text{ mm}, n_{160}=11,2V_K$
 $V_{120}=120\text{ km/h}, l_{120}=25\text{ mm}, n_{120}=13,1V_K$
 $V_{100}=100\text{ km/h}, E_{100}=1\text{ mm}, n_{100}=15,7V_K$



