

PŘÍLOHA 3

DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM ŽELEZNIČNÍHO MOSTU POD VYŠEHRADEM
SO 20-20-05 ŽEL. M. V EV. KM 3,706, VÝTOŇ

MATERIÁLOVÉ ZKOUŠKY

ZKUŠEBNÍ VZORKY

Pro účely zkoušek byly dne 3. 9. 2018 zaměstnanci Kloknerova ústavu ČVUT v Praze z ocelové konstrukce železničního mostu odebrány vzorky 400 x 400 mm z úhelníků ze svislic na levé straně mostu. Celkem bylo odebráno 5 vzorků. Z odebraných vzorků byly následně v dílnách Kloknerova ústavu ČVUT v Praze připraveny zkušební tělesa pro zkoušku v tahu, zkoušku vrubové houževnatosti, mikroskopickou a chemickou analýzu. Označení odebraných vzorků spolu s popisem zkušebních těles připravených pro jednotlivé vzorky je podrobně uveden v Tab. 1.

Tabulka 1 Označení odebraných vzorků a připravená zkušební tělesa.

Č. vzorku	Ozn.	Místo odběru	Zkušební tělesa
1	NK1-1	NK1-L-S1	1x zkouška v tahu, 3x Charpyho zkouška (-20 °C, 0 °C, +20 °C), 1x chemická analýza, 1x mikroskopická analýza
2	NK1-2	NK1-L-S15	1x zkouška v tahu, 3x Charpyho zkouška (-20 °C, 0 °C, +20 °C)
3	NK2	NK2-L-S3	1x zkouška v tahu, 3x Charpyho zkouška (-20 °C, 0 °C, +20 °C), 1x chemická analýza, 1x mikroskopická analýza
4	NK3-1	NK3-L-S3	1x zkouška v tahu, 3x Charpyho zkouška (-20 °C, 0 °C, +20 °C)
5	NK3-2	NK3-L-S14	1x zkouška v tahu, 3x Charpyho zkouška (-20 °C, 0 °C, +20 °C), 1x chemická analýza, 1x mikroskopická analýza

PODKLADY

- [1] ČSN EN ISO 6892-1: Kovové materiály – Zkoušení tahem Část 1: Zkušební metody za pokojové teploty. 2009.
- [2] ČSN EN ISO 148-1: Kovové materiály – Zkouška rázem v ohybu metodou Charpy – Část 1: Zkušební metoda
- [3] ČSN 05 1311: Zváranie. Zvariteľnosť ocelí na oblúkové zváranie. Skúšanie a hodnotenie. 1991
- [4] SUDOP PRAHA a.s.: Akce: REKONSTRUKCE ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ POD VYŠEHRÁDEM. Část: Stavební část: Mosty, propustky a zdi. Příloha 011.1: SO 20-20-05 Žel. m. v ev. km 3,706 Materiálové zkoušky oceli.

1. ZKOUŠKA V TAHU ZA POKOJOVÉ TEPLoty

1.1. Předmět zkoušky

Na základě objednávky byla v Kloknerově ústavu ČVUT v Praze dne 10. 9. 2018 provedena tahová zkouška ocelových zkušebních těles připravených ze vzorků odebraných na železničním mostě. Z provedené tahové zkoušky byly stanoveny mechanické vlastnosti oceli.

1.2. Měřicí zařízení

- Zkušební stroj TIRA TEST 2300 - metrologické číslo S 12 002 M
- Extenzometr Epsilon 0-50 mm - metrologické číslo P 01 275 M
- Posuvné měřítko 150 mm, SOMET, digitální - metrologické číslo P 01 001 M

1.3. Zkušební vzorky

Tahová zkouška oceli byla provedena celkem na 5 zkušebních tělesech. Z každého ocelového vzorku odebraného z ocelové konstrukce železničního mostu bylo v dílnách Kloknerova ústavu ČVUT v Praze připraveno jedno zkušební těleso pro zkoušku v tahu dle normy ČSN EN ISO 6892-1 [1]. Každé zkušební těleso bylo označeno stejně jako odebraný ocelový vzorek (1 až 5). U každého zkušebního tělesa byla před započítím zkoušky změřena šířka a a tloušťka b . Z takto získaných hodnot byla stanovena hodnota počátečního průřezu S_0 (viz Tab. 2).

1.4. Provedení zkoušky a výsledky

Zkoušku provedl : Ing. Michal Křesťan
 Dne : 10. 9. 2018
 Zatěžovací stroj : TIRA TEST 2300
 Zkušební předpis : ČSN EN ISO 6892-1

Zkušební těleso bylo po osazení do zkušebního stroje osazeno extenzometrem Epsilon pro měření prodloužení. Hodnoty prodloužení a síly byly zaznamenávány řídicím systémem zkušebního stroje. Po zkoušce byl pomocí posuvného měřítka SOMET 150 mm změřen průřez zkušebního tělesa po lomu S_u pro stanovení hodnoty kontrakce Z a délka po přetržení zkušebního tělesa l_u pro stanovení tažnosti A_5 na původní délce $l_0 = 70$ mm. Výsledky získané z tahové zkoušky jsou uvedeny v Tabulce 3. Průběhy síly na prodloužení jsou pro jednotlivá zkušební tělesa uvedena v Příloze A a průběhy napětí na poměrném prodloužení jsou pro jednotlivá zkušební tělesa uvedena v Příloze B.

Tabulka 2 Geometrické parametry zkušebních těles před zkouškou v tahu a po zkoušce.

Číslo vzorku	a [mm]	b [mm]	S_0 [mm ²]	S_u [mm ²]	l_0 [mm]	l_u [mm]
1	19.97	7.93	158.4	71.7	70.0	93.3
2	20.05	7.94	159.2	65.7	70.0	96.3
3	19.88	8.02	159.4	66.1	70.0	92.0
4	19.97	8.12	162.2	78.2	70.0	93.5
5	19.94	8.06	160.7	77.4	70.0	94.6

Poznámka: *a* šířka zkušební tělesa před zkouškou, *b* tloušťka zkušební tělesa před zkouškou, *l₀* počáteční délka pro stanovení *A₅*, *l_u* délka po přetržení, *S₀* počáteční plocha zkušební tělesa, *S_u* plocha zkušební tělesa v místě porušení.

Tabulka 3 Zkouška v tahu za pokojové teploty.

Číslo vzorku	<i>F_{eH}</i> [kN]	<i>F_{0.2}</i> [kN]	<i>F_m</i> [kN]	<i>R_{eH}</i> [MPa]	<i>R_{e0.2}</i> [MPa]	<i>R_m</i> [MPa]	<i>A_{gt}</i> [%]	<i>A₅</i> [%]	<i>Z</i> [%]
1		39.3	55.1		248	348	17.6	33.3	54.7
2		37.8	53.5		237	336	21.7	37.6	58.7
3	47.0		58.1	295		365	18.4	31.4	58.5
4		40.7	57.7		251	356	20.1	33.6	51.8
5	40.4		61.7	251		384	19.6	35.1	51.8

Poznámka: *A₅* tažnost, *A_{gt}* celkové prodloužení v procentech měřené průtahoměrem při maximálním zatížení, *F_{e0.2}* síla na smluvní mezi kluzu, *F_{eH}* síla na horní mezi kluzu, *F_m* maximální dosažená síla při zatěžování, *R_{e0.2}* smluvní mez kluzu, *R_{eH}* horní mez kluzu, *R_m* mez pevnosti, *Z* kontrakce.

2. ZKOUŠKA RÁZEM V OHYBU METODOU CHARPY

2.1. Předmět zkoušky

Na základě objednávky byla v Kloknerově ústavu ČVUT v Praze dne 18. 9. 2018 provedena Charpyho zkouška rázem v ohybu zkušebních těles připravených ze vzorků odebraných na železničním mostě. Charpyho zkouška byla provedena za teplot -20 °C, 0 °C a 20 °C.

2.2. Měřicí zařízení

- Charpyho kladivo
- Posuvné měřítko 150 mm, SOMET, digitální - metrologické číslo P 01 001 M

2.3. Zkušební vzorky

Charpyho zkouška rázem v ohybu byla provedena celkem na 15 ocelových zkušebních tělesech. Z každého ocelového vzorku odebraného z ocelové konstrukce železničního mostu byla v dílnách Kloknerova ústavu ČVUT v Praze připravena tři zkušební tělesa pro Charpyho zkoušku dle normy ČSN EN ISO 148-1 [2]. Zkušební tělesa o rozměrech 10 x 10 x 55 mm byla opatřena V-vrubem. Každé zkušební těleso bylo označeno číslem vzorku a doplňkovým číslem. Zkušební těleso označené číslem vzorku a doplňkovým číslem 1 (příklad označení: zk. těleso 2-1) bylo zkoušeno za teploty +20 °C. Zkušební těleso označené číslem vzorku a doplňkovým číslem 2 (příklad označení: zk. těleso 3-2) bylo zkoušeno za teploty 0 °C a zkušební těleso označené číslem vzorku a doplňkovým číslem 3 (příklad označení: zk. těleso 1-3) bylo zkoušeno za teploty -20 °C.

2.4. Provedení zkoušky a výsledky

Zkoušku provedl : Ing. Martin Holeček
Dne : 18. 9. 2018
Zatěžovací stroj : Charpyho kladivo
Zkušební předpis : ČSN EN ISO 148-1

U každého zkušební tělesa byla před začátkem zkoušky změřena délka, šířka a tloušťka (viz Tab. 4). Zkušební tělesa byla zkoušena při teplotě +20 °C, 0 °C a -20 °C. Pro rázovou zkoušku v ohybu metodou Charpy byla zkušební tělesa opatřena V-vrubem a byl použit břit kyvadla o poloměru 2 mm. Během zkoušky byla zaznamenána energie pro stanovení hodnoty absorbované energie KV_2 . Po zkoušce byl u přeražených těles stanoven podíl smykového lomu. Výsledky získané z rázové zkoušky v ohybu metodou Charpy jsou uvedeny v Tab. 4. Na obr. 1 až 3 jsou ukázky porušení zkušebních těles.

Tabulka 4 Rázová zkouška v ohybu metodou Charpy.

Zk. těleso	Teplota	L	B	W	E_c	KV_2	Podíl smykového lomu
	[°C]	mm	mm	mm	kg·m	J	[%]
1-1	+20	55.00	10.05	9.99	6.8	67	neúplný lom
2-1		55.00	10.03	10.00	6.0	59	neúplný lom
3-1		55.00	10.12	9.89	2.2	22	35
4-1		55.00	10.07	9.56	4.0	39	neúplný lom
5-1		55.00	9.99	9.90	2.6	26	43
1-2	0	55.00	10.05	9.83	1.4	14	neúplný lom
2-2		55.00	9.94	9.96	0.9	9	neúplný lom
3-2		55.00	9.87	9.76	1.0	10	10
4-2		55.00	10.18	9.65	2.0	20	5
5-2		55.00	10.04	9.82	2.2	22	neúplný lom
1-3	-20	55.00	9.98	10.02	0.6	6	0
2-3		55.00	10.03	10.07	0.8	8	0
3-3		55.00	9.96	9.79	0.6	6	0
4-3		55.00	10.13	9.51	0.7	7	0
5-3		55.00	10.00	9.92	0.8	8	0

Poznámka: B tloušťka zkušební tělesa, E_c energie potřebná pro porušení, KV_2 absorbovaná energie v případě zkušební tyče s V-vrubem při použití břitu o poloměru 2 mm, L délka zkušební tyče, W šířka zkušební tyče.



neúplný lom



43 % smykového lomu

Obr. 1 Porušení zkušebních těles – Charpyho rázová zkouška, +20 °C, V-vrub

*neúplný lom**10 % smykového lomu***Obr. 2** Porušení zkušebních těles – Charpyho rázová zkouška, 0 °C, V-vrub**Obr. 3** Porušení zkušebních těles – křehký lom (0% smykového lomu) – Charpyho rázová zkouška, -20 °C, V-vrub

3. CHEMICKÁ ANALÝZA OCELI

3.1. Předmět zkoušky

Na základě objednávky byla provedena chemická analýza oceli. Chemická analýza dodané oceli byla provedena na 3 vzorcích. Zkušební vzorky byly odebrány z míst NK1-L-S1, NK2-L-S3, NK3-L-S14. Chemická analýza vzorků oceli byla provedena dne 6. 9. 2018 ve společnosti SVÚM a.s., Oddělení pevnosti. Z provedené chemické analýzy byla společností SVÚM a.s. vypracována Technická zpráva č.: 18 30 197. Tato zpráva je uvedena v Příloze C. V tabulce 5 jsou uvedeny průměrné hodnoty koncentrace základních prvků získaných z chemického složení jednotlivých vzorků. Z provedené chemické analýzy oceli byl stanoven uhlíkový ekvivalent C_e a stanovena svařitelnost oceli (Tab. 6).

3.2. Výsledky analýzy

Tabulka 5 Chemické složení oceli.

Zk. těleso	C [%]	Mn [%]	Cr [%]	Mo [%]	V [%]	Ni [%]	Cu [%]	P [%]	S [%]	N [%]	Si [%]
1	0.091	0.320	0.007	0.001	0.0017	0.021	0.0120	0.028	0.076	0.003	0.0015
3	0.029	0.292	0.007	0.001	0.0020	0.018	0.0130	0.029	0.062	0.015	0.0015
5	0.177	0.255	0.007	0.001	0.0020	0.021	0.0096	0.022	0.049	0.002	0.0015

Poznámka: V Tabulce 5 jsou uvedeny průměrné hodnoty chemického složení jednotlivých zkušebních těles. Průměrné hodnoty pro každé těleso byly získány ze stanovení chemického složení na třech různých místech (Příloha 3).

Tabulka 6 Uhlíkový ekvivalent C_e ocelových vzorků [3].

Zk. těleso	C [%]	C_e [%]	Svařitelnost
1	0.091	0.148	svařitelné
3	0.029	0.082	svařitelné
5	0.177	0.224	svařitelné

4. MIKROSKOPICKÁ ANALÝZA OCELI

4.1. Předmět zkoušky

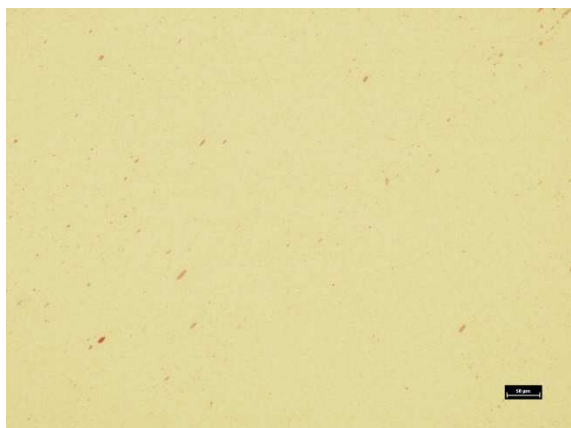
Na základě objednávky byla provedena mikroskopická analýza tří vzorků oceli. Zkušební vzorky byly označeny 1, 3 a 5. Analýzu provedla Ing. Dita Jiroutová, Ph.D. dne 26. 9. 2018.

4.2. Zkušební vzorky

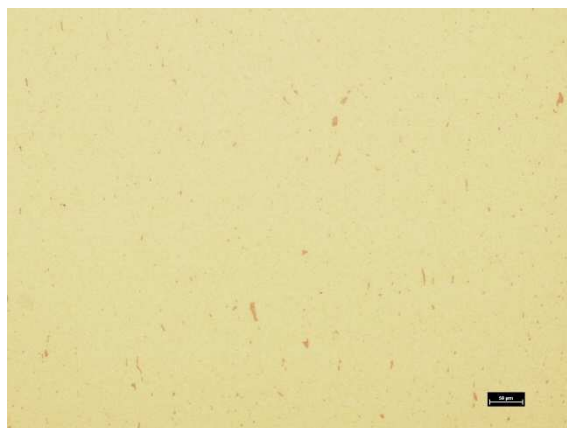
Vzorky pro mikroskopickou analýzu byly nejdříve broušeny (brusný papír P 240, P 360, P 600, P 800 a P 1200) a poté leštěny diamantovou pastou o zrnitosti 1 μm a následně doleštěny suspenzí Eposal o zrnitosti 0,06 μm . Pro získání struktury byly vzorky naleptány Nitalem 5%. Snímky struktury byly pořízeny na světelném mikroskopu Nikon Eclipse ME 600 při zvětšení 100x (neleptaná struktura) a 200x (leptaná struktura).

4.3. Výsledky analýzy

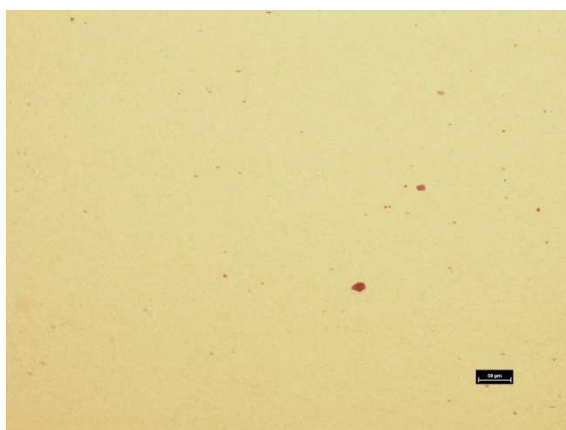
Na obr. 4 je pro ilustraci uveden snímek povrchu vzorků před naleptáním. Na obr. 5 jsou uvedeny snímky mikrostruktury vzorků po naleptání Nitalem 5%.



vzorek 1

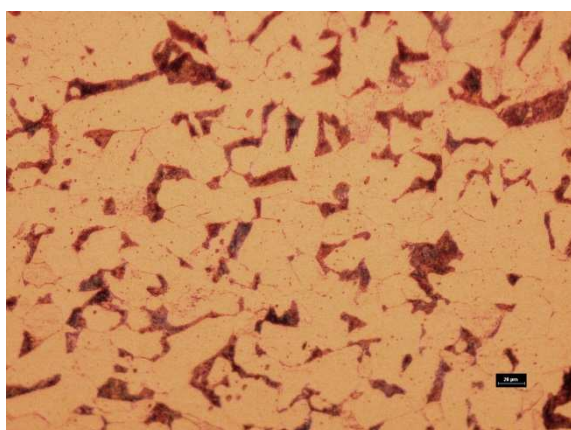


vzorek 3

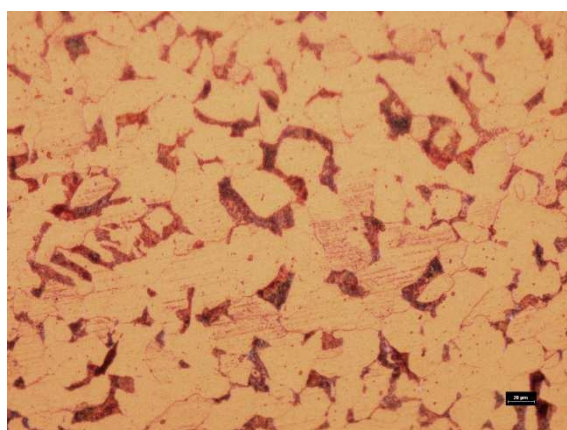


vzorek 5

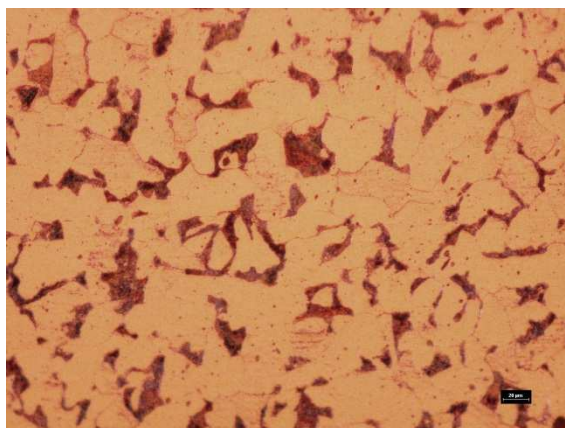
Obr. 4: Mikroskopický snímek oceli (zvětšení 100x).



vzorek 1



vzorek 3



vzorek 5

Obr. 5: Mikroskopický snímek struktury oceli (zvětšení 200x, leptadlo: Nital 5%).

SHRNUTÍ A ZÁVĚRY

Na základě provedených měření a analýz lze konstatovat:

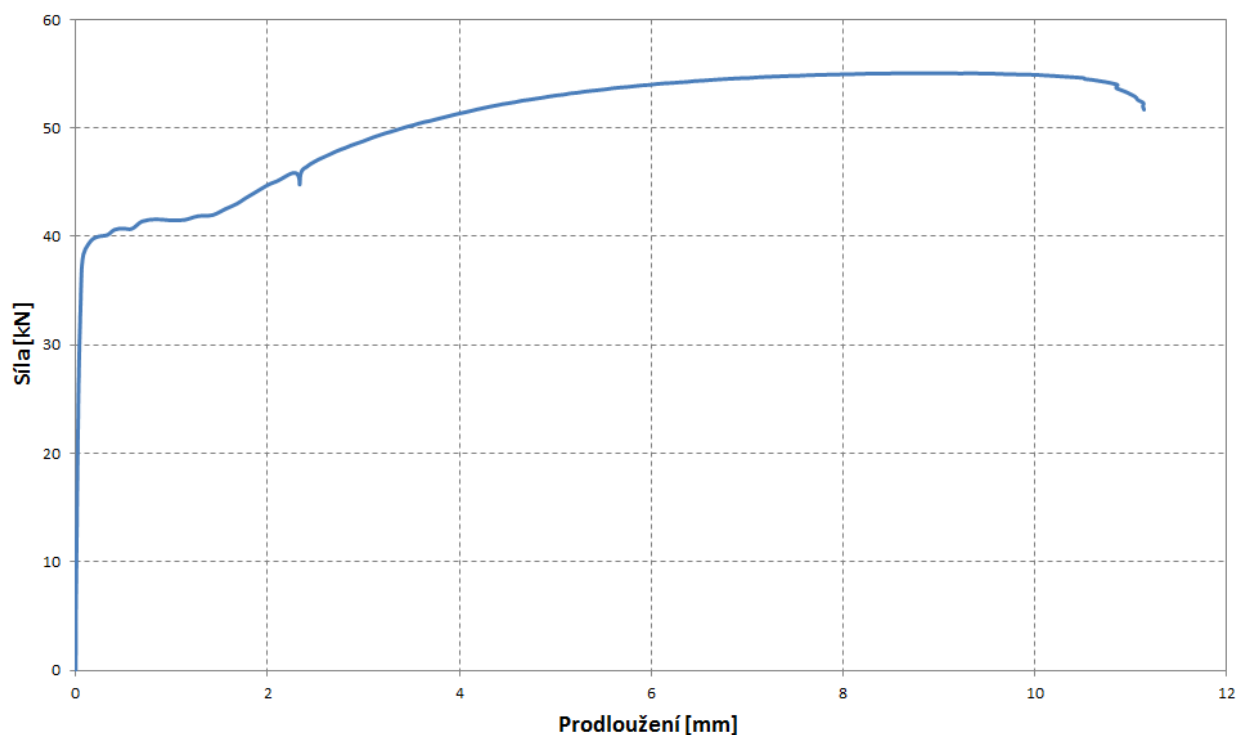
- Ze zkoušky v tahu za pokojové teploty ocelových zkušebních těles bylo zjištěno, že zk. tělesa 3 a 5 vykazují výraznou mez kluzu, zk. tělesa 1, 2 a 4 výraznou mez kluzu nevykazují.
- Podrobné výsledky zkoušky v tahu za pokojové teploty jsou uvedeny v Tab. 3 a Přílohách 1 a 2.
- Z provedené rázové zkoušky v ohybu metodou Charpy je zřejmé, že tělesa s poklesem teploty vykazují větší podíl křehkého lomu. U těles porušených při teplotě -20 °C tělesa již vůbec nevykazují smykový lom a po celém svém průřezu se porušují křehkým lomem.
- Z Charpyho rázové zkoušky je zřejmé, že s poklesem teploty klesá energie nutná pro porušení zkušebních těles.
- Chemickou analýzou vzorků 1, 3 a 5 bylo zjištěno, že se u všech vzorků jedná o **nízkouhlíkovou nelegovanou ocel**.
- Z chemické analýzy oceli byl stanoven uhlíkový ekvivalent C_e . Z výsledků chemické analýzy a ze stanoveného uhlíkového ekvivalentu je zřejmé, že se jedná o **ocel svařitelnou**.
- Z provedené mikroskopické analýzy je zřejmé, že vzorky 1, 3 a 5 obsahují vměstky.
- Z provedené mikroskopické analýzy je zřejmé, že vzorky 1, 3 a 5 mají feriticko-perlitickou strukturu.

Porovnání s výsledky uvedenými v [4]:

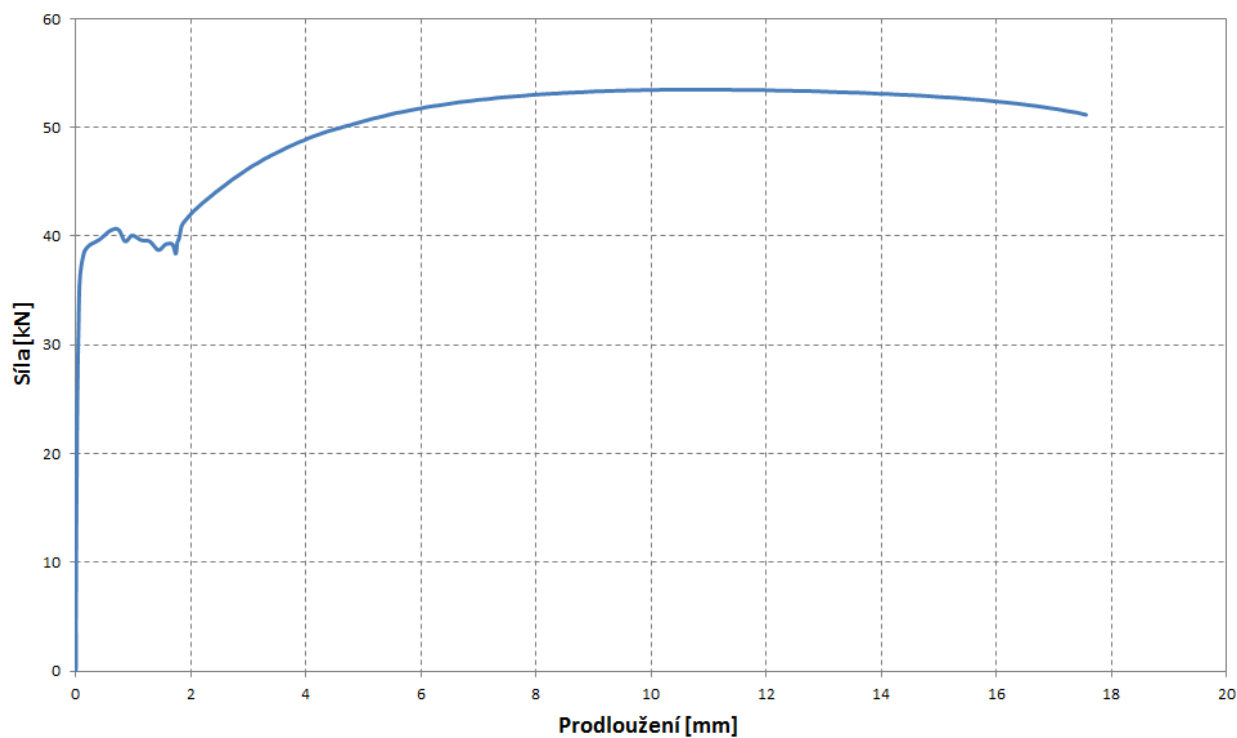
- Z tahové zkoušky bylo zjištěno, že tělesa 1 a 2 odebraná z konstrukce NK1 vykazují výrazně nižší hodnoty meze pevnosti R_m a konstrukce Z než zkušební tělesa 1U, 2U a 3U uvedená v podkladech [4].
- Z tahové zkoušky bylo zjištěno, že těleso 3 odebrané z konstrukce NK2 vykazuje nižší hodnoty tažnosti A_5 a konstrukce Z než zkušební tělesa 4U, 5U a 6U uvedená v podkladech [4].
- Z tahové zkoušky bylo zjištěno, že tělesa 4 a 5 odebraná z konstrukce NK3 vykazují nižší hodnoty tažnosti A_5 a konstrukce Z než zkušební tělesa 4U, 5U a 6U uvedená v podkladech [4].
- Z Charpyho zkoušky rázem v ohybu při teplotě +20 °C bylo zjištěno, že tělesa 1 a 2 odebraná z konstrukce NK1 vykazují výrazně vyšší hodnoty absorbované energie KV_2 než zkušební těleso 2U [4].
- Z Charpyho zkoušky rázem v ohybu při teplotě +20 °C bylo zjištěno, že těleso 3 odebrané z konstrukce NK2 vykazuje výrazně nižší hodnotu absorbované energie KV_2 než zkušební těleso 5U [4].
- Z Charpyho zkoušky rázem v ohybu při teplotě +20 °C bylo zjištěno, že tělesa 4 a 5 odebraná z konstrukce NK3 vykazují srovnatelné hodnoty absorbované energie KV_2 se zkušebním tělesem 8U [4].
- Porovnáním chemického složení vzorků uvedených v kap. 3 s údaji uvedenými v podkladech [4] bylo zjištěno, že složení oceli je podobné a v obou případech se jedná o nízkouhlíkovou nelegovanou svařitelnou ocel.
- Porovnáním mikroskopické analýzy je zřejmé, že se struktura ocelových vzorků uvedených v kap. 4 je stejná jako vzorků 2U, 5U a 8U uvedených v [4].

PŘÍLOHA A

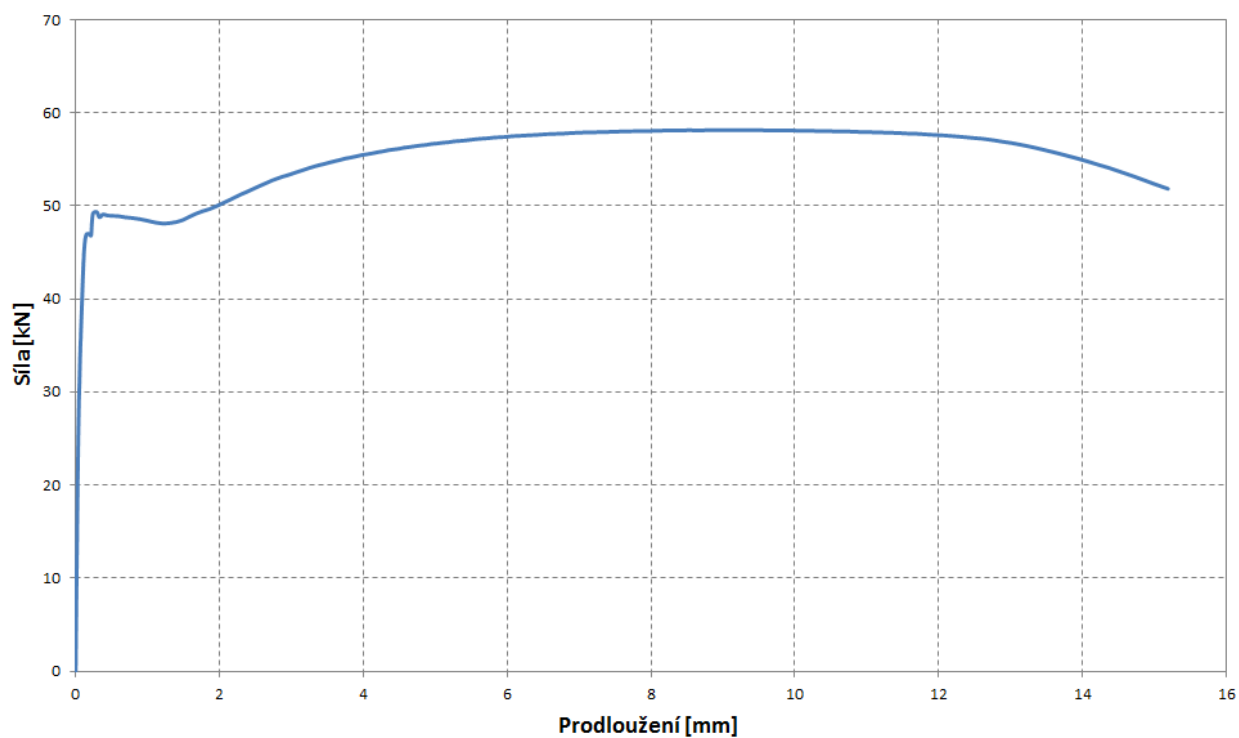
Zkouška v tahu, zk. těleso 1



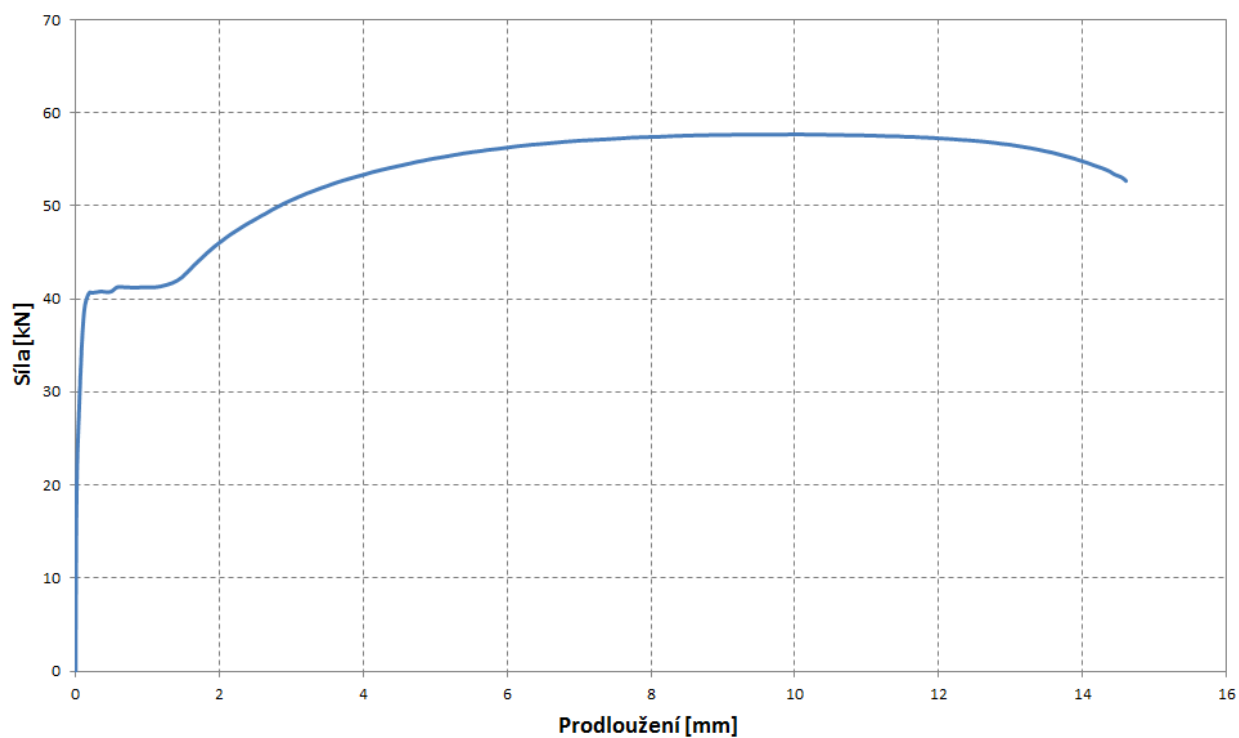
Zkouška v tahu, zk. těleso 2

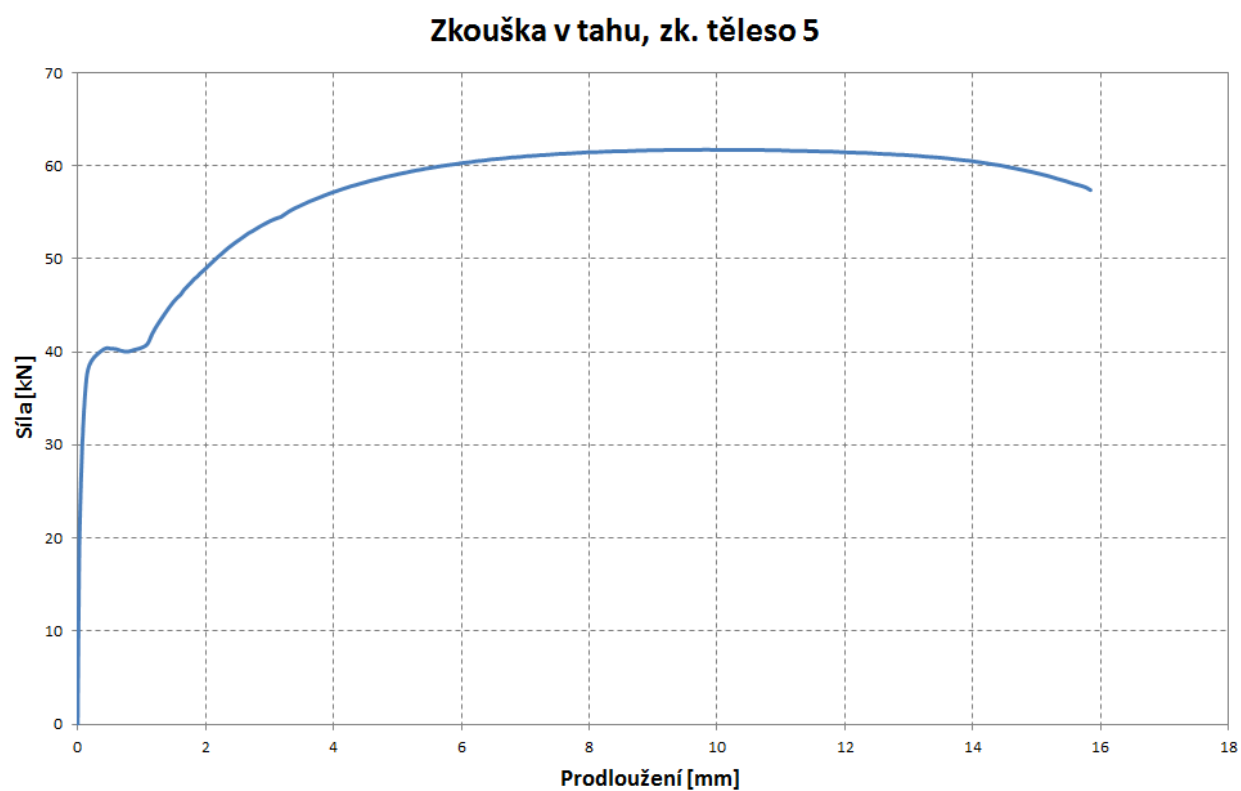


Zkouška v tahu, zk. těleso 3



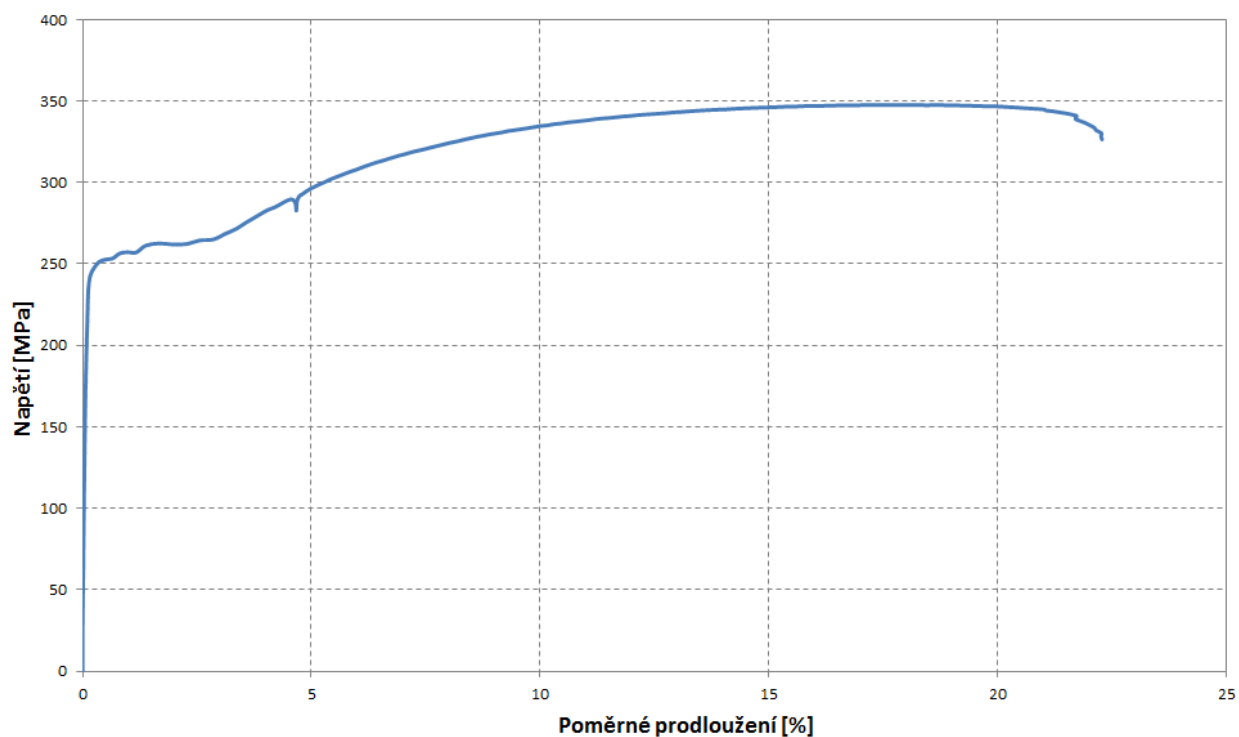
Zkouška v tahu, zk. těleso 4



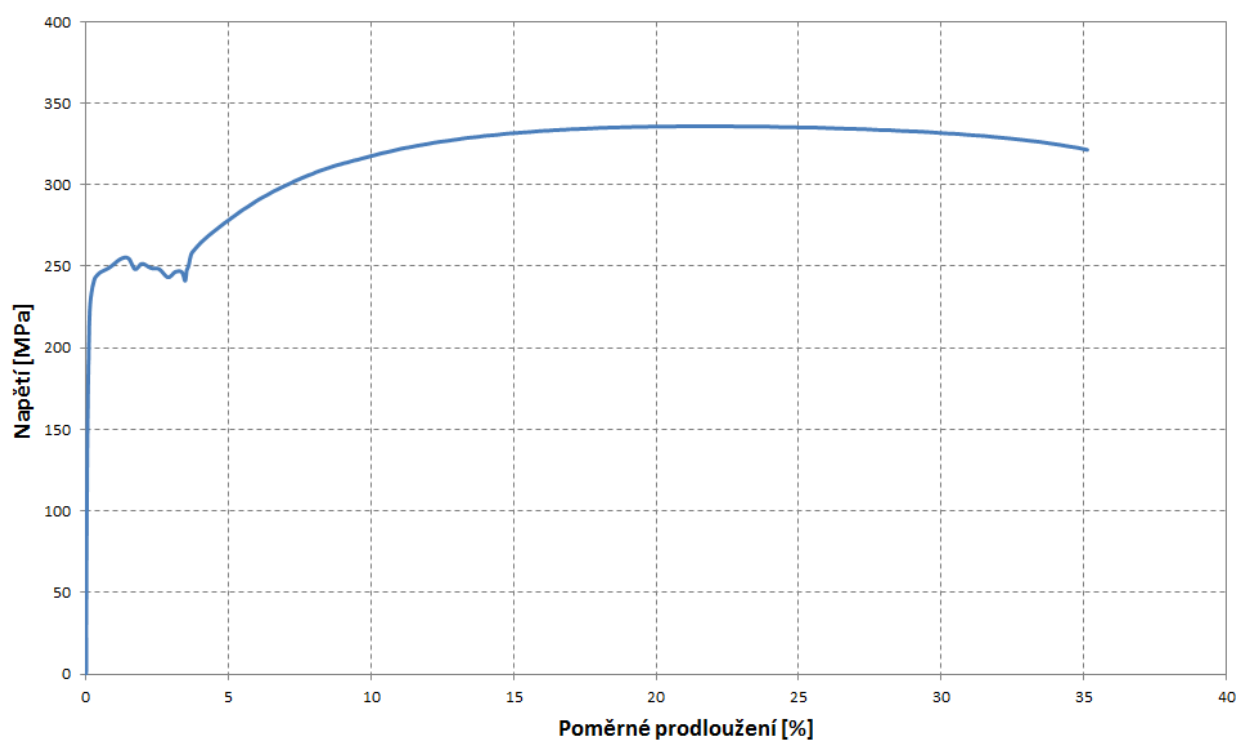


PŘÍLOHA B

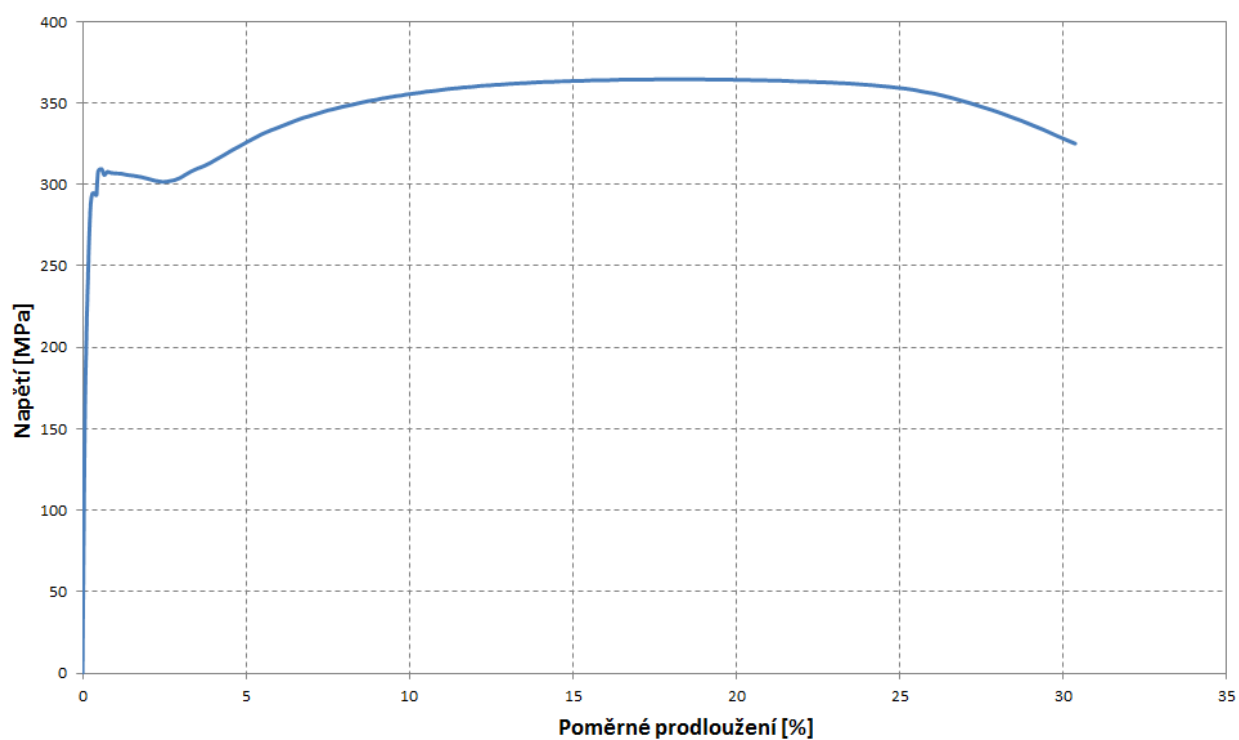
Zkouška v tahu, zk. těleso 1



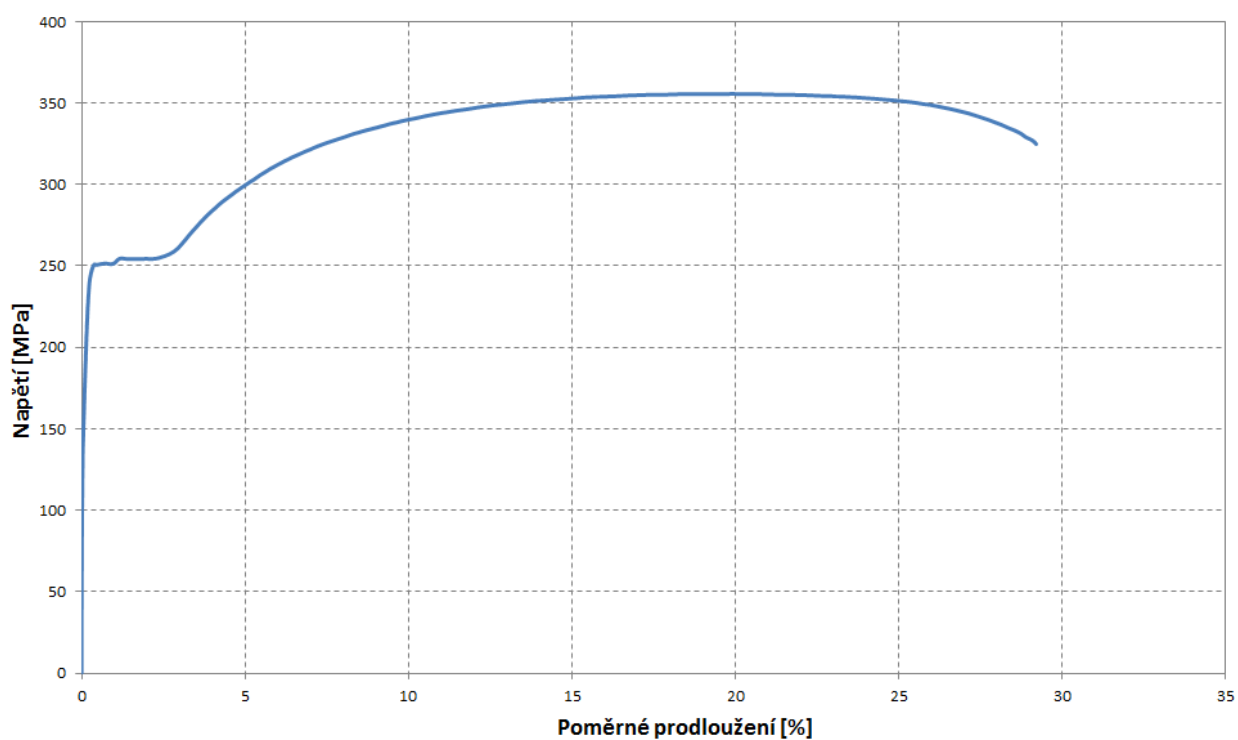
Zkouška v tahu, zk. těleso 2



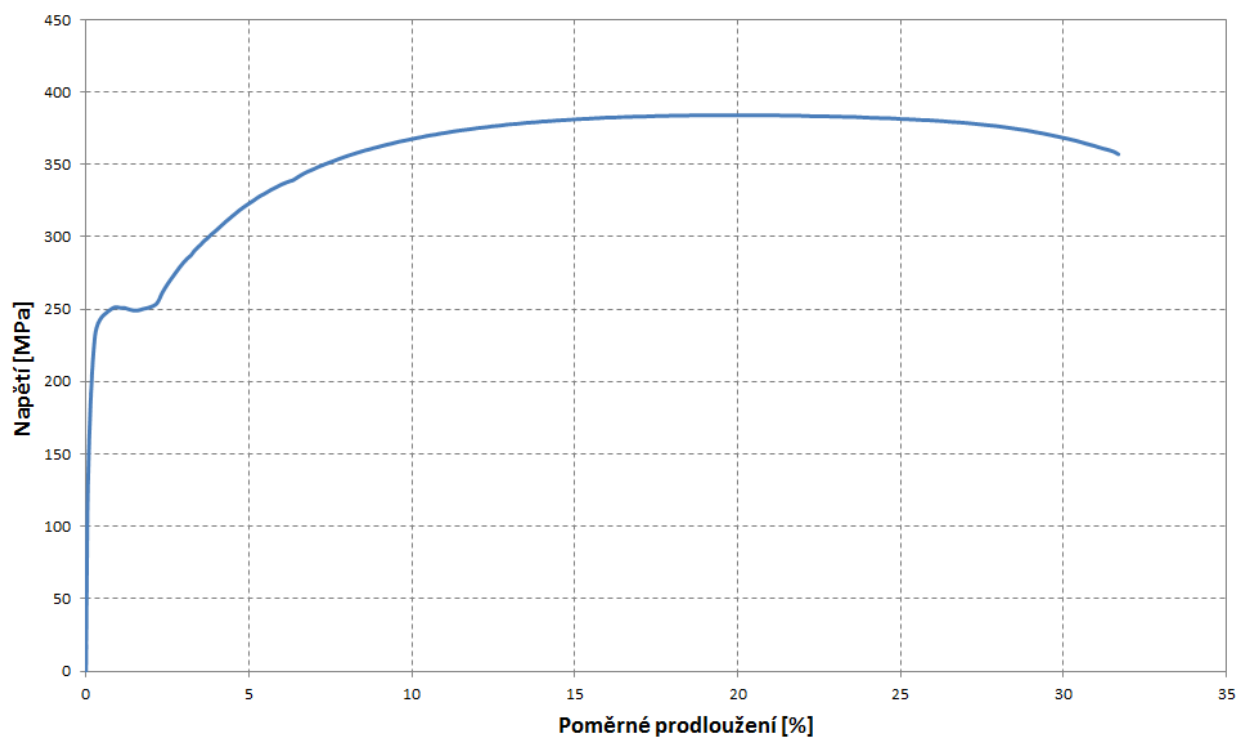
Zkouška v tahu, zk. těleso 3



Zkouška v tahu, zk. těleso 4



Zkouška v tahu, zk. těleso 5



PŘÍLOHA C

Strana č. 1
Počet stran: 2
Přílohy: 6



SVÚM a.s.

Tovární 2053
250 88 Čelákovice

TECHNICKÁ ZPRÁVA č.: 18 30 197

Objednavatel: **České vysoké učení technické v Praze, Kloknerův ústav,
Ing. Jiroutová Dita Ph.D., Šolínova 7, 166 08 Praha 6**

Objednávka č.: 3126080055 ze dne: 04.09.2018

Název zprávy: **Analýza chemického složení 3 vzorků oceli**

Zkoušky provedl: Ing. Barbora Kyselá
Zprávu vypracoval: Ing. Michaela Vodičková

Schválil: Ing. Zuzana Dudičová
vedoucí odd. ZL30 a ZL VM



Čelákovice: 07.09.2018

Tel.: 326 509 045

IČ: 25797000

Bankovní spojení: Sberbank CZ, a.s.

DIČ: CZ25797000

č.ú. 4200197205 / 6800

E-mail: strength@svum.cz Společnost zapsaná v OR vedeném MěS v Praze, oddíl B, vložka 6112

Oddělení ZL 30 a akreditovaná laboratoř ZL VM
Technická zpráva 18 30 197

Strana č. 2
Počet stran: 2
Přílohy: 6

Úvod

Na základě objednávky č. 3126080055 ČVÚT, Kloknerův ústav byla ve SVÚM a.s. provedena analýza chemického složení 2 vzorků oceli, označené č. 1, č. 3 a č.5.

Naměřené výsledky

Analýza chemického složení byla provedena v souladu s vnitřním předpisem ZP 04-31 na přístroji SPECTROMAXx.

Výsledky jsou v protokolu v příloze.

SVÚM a.s.
Laboratorní ústav
Tovární 1053
250 88 Bělá-Lokvice

Program: Fe-12-M

06.09.2018 12:49:53

Poznámka: Nizkolegovana ocel + Pims MALE VZORKY

Jednotl.jiskření

Prvky: Koncentrace

Vzorek: č.1

Jakost:

Operator: Ing.Kyselá

Poznámka: 1830 197 Kloknerův ústav

No	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %	Al %
1	0.104	<0.0015	0.325	0.031	0.090	0.0075	0.025	<0.0010	0.0036
2	0.099	<0.0015	0.332	0.033	0.094	0.0071	0.022	<0.0010	0.0031
3	0.069	0.0020	0.302	0.021	0.043	0.0067	0.018	<0.0010	0.0060
No	Cu %	Co %	Ti %	Nb %	V %	W %	Pb %	B %	Sb %
1	0.012	0.0078	<0.0005	<0.0010	0.0016	0.014	<0.0010	0.0016	<0.0010
2	0.012	0.0085	<0.0005	<0.0010	0.0016	0.015	<0.0010	0.0014	<0.0010
3	0.011	0.0091	<0.0005	<0.0010	0.0018	0.019	<0.0010	<0.0002	<0.0010
No	Sn %	Zn %	As %	Bi %	Ta %	Ca %	Ce %	Zr %	La %
1	0.0020	<0.0010	0.025	<0.0015	<0.0070	0.0007	<0.0020	<0.0015	<0.0003
2	0.0021	<0.0010	0.028	<0.0015	<0.0070	0.0005	<0.0020	<0.0015	<0.0003
3	0.0016	<0.0010	0.020	<0.0015	<0.0070	0.0006	<0.0020	<0.0015	<0.0003
No	N %	Se %	Alins %	Alsol %	Fe %				
1	0.0048	<0.0020	0.0016	0.0020	99.3				
2	0.0024	<0.0020	0.0000	0.0031	99.3				
3	<0.0020	<0.0020	0.0033	0.0026	99.5				



Program: Fe-12-M
Poznámka: Nizkoalugovaná ocel + Pims MALE VZORKY
Průměra RSD (n=3)

06.09.2018 12:49:27

Prvky: Koncentrace

Vzorek: č. 1
Operator: Ing. Kyselá

Jakost:
Poznámka: 1830 197 Kloknerův ústav

	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %	Al %
—									
x	0.091	<0.0015	0.320	0.028	0.076	0.0071	0.021	<0.0010	0.0042
s	0.019	0.0013	0.016	0.0066	0.028	0.0004	0.0038	0.0002	0.0015
sr	20.710	84.228	4.961	23.344	36.970	5.424	17.694	18.093	35.415
	Cu %	Co %	Ti %	Nb %	V %	W %	Pb %	B %	Sb %
—									
x	0.012	0.0085	<0.0005	<0.0010	0.0017	0.016	<0.0010	0.0010	<0.0010
s	0.0006	0.0007	0.0000	0.0001	0.0001	0.0027	0.0001	0.0008	0.0004
sr	5.182	7.725	4.146	10.294	6.973	17.027	11.385	73.641	42.097
	Sn %	Zn %	As %	Bi %	Ta %	Ca %	Ce %	Zr %	La %
—									
x	0.0019	<0.0010	0.024	<0.0015	<0.0070	0.0006	<0.0020	<0.0015	<0.0003
s	0.0002	0.0003	0.0044	0.0005	0.0011	0.0001	0.0003	0.0002	0.0000
sr	12.826	33.954	18.166	32.389	15.293	14.953	16.268	12.412	16.600
	N %	Se %	Alins %	Alsol %	Fe %				
—									
x	0.0030	<0.0020	0.0016	0.0026	99.4				
s	0.0016	0.0013	0.0017	0.0005	0.074				
sr	55.176	66.446	101.292	20.998	0.074				



Program: Fe-12-M

06.09.2018 12:32:23

Poznámka: Nizkolegovana ocel + Pims MALE VZORKY

Jednotl.jiskření

Prvky: Koncentrace

Vzorek: č.3

Jakost:

Operator: Ing. Kyselá

Poznámka: 1830 197 Kloknerův ústav

No	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %	Al %
1	0.031	<0.0015	0.301	0.032	0.071	0.0071	0.018	<0.0010	0.0024
2	0.027	<0.0015	0.290	0.030	0.064	0.0064	0.016	<0.0010	0.0026
3	0.029	<0.0015	0.286	0.025	0.050	0.0064	0.019	<0.0010	0.0046
No	Cu %	Co %	Ti %	Nb %	V %	W %	Pb %	B %	Sb %
1	0.013	0.0044	<0.0005	<0.0010	0.0019	0.014	<0.0010	0.0006	<0.0010
2	0.013	0.0047	<0.0005	<0.0010	0.0021	0.014	<0.0010	0.0006	<0.0010
3	0.012	0.0043	<0.0005	<0.0010	0.0021	0.016	<0.0010	<0.0002	<0.0010
No	Sn %	Zn %	As %	Bi %	Ta %	Ca %	Ce %	Zr %	La %
1	0.0016	<0.0010	0.030	<0.0015	<0.0070	0.0005	<0.0020	<0.0015	<0.0003
2	0.0016	<0.0010	0.030	<0.0015	<0.0070	0.0005	<0.0020	<0.0015	<0.0003
3	0.0014	<0.0010	0.024	<0.0015	<0.0070	0.0006	<0.0020	<0.0015	<0.0003
No	N %	Se %	Alins %	Alsol %	Fe %				
1	~0.019	<0.0020	0.0001	0.0022	99.5				
2	0.014	<0.0020	0.0000	0.0026	99.5				
3	0.013	<0.0020	0.0009	0.0037	99.5				



Program: Fe-12-M
Poznámka: Nizkolegovana ocel + Pims MALE VZORKY
Průměra RSD (n=3)

06.09.2018 12:34:49

Prvky: Koncentrace

Vzorek: č.3
Operator: Ing.Kyselá

Jakost:
Poznámka: 1830 197 Kloknerův ústav

	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %	Al %
—									
x	0.029	<0.0015	0.292	0.029	0.062	0.0066	0.018	<0.0010	0.0032
s	0.0020	0.0005	0.0078	0.0037	0.011	0.0004	0.0014	0.0002	0.0012
sr	6.984	32.588	2.656	12.927	17.232	6.162	8.132	24.121	38.345
	Cu %	Co %	Ti %	Nb %	V %	W %	Pb %	B %	Sb %
—									
x	0.013	0.0045	<0.0005	<0.0010	0.0020	0.015	<0.0010	0.0004	<0.0010
s	0.0007	0.0002	0.0000	0.0000	0.0002	0.0010	0.0002	0.0003	0.0013
sr	5.230	4.629	3.478	2.271	7.491	6.920	17.348	64.433	125.032
	Sn %	Zn %	As %	Bi %	Ta %	Ca %	Ce %	Zr %	La %
—									
x	0.0015	<0.0010	0.028	<0.0015	<0.0070	0.0005	<0.0020	<0.0015	<0.0003
s	0.0001	0.0004	0.0034	0.0001	0.0004	0.0001	0.0002	0.0002	0.0000
sr	8.077	38.081	12.099	9.699	5.774	11.226	9.983	14.603	13.205
	N %	Se %	Alins %	Alsol %	Fe %				
—									
x	0.015	<0.0020	0.0004	0.0029	99.5				
s	0.0033	0.0010	0.0005	0.0008	0.027				
sr	21.921	48.219	139.986	26.398	0.027				



Program: Fe-12-M

06.09.2018 12:54:07

Poznámka: Nizkolegovana ocel + Pims: MALE VZORKY

Jednotl.jiskření

Prvky: Koncentrace

Vzorek: č. 5

Jakost:

Operator: Ing.Kyselá

Poznámka: 1830 197 Kloknerův ústav

No	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %	Al %
1	0.188	<0.0015	0.259	0.022	0.051	0.0074	0.023	<0.0010	0.0087
2	0.165	<0.0015	0.247	0.020	0.044	0.0074	0.023	<0.0010	0.0084
3	0.177	<0.0015	0.260	0.022	0.053	0.0072	0.018	<0.0010	0.013
No	Cu %	Co %	Ti %	Nb %	V %	W %	Pb %	B %	Sb %
1	0.0099	0.0090	<0.0005	<0.0010	0.0018	0.015	<0.0010	0.0002	<0.0010
2	0.0095	0.0085	<0.0005	<0.0010	0.0020	0.013	<0.0010	<0.0002	<0.0010
3	0.0096	0.0088	<0.0005	<0.0010	0.0021	0.015	<0.0010	0.0009	<0.0010
No	Sn %	Zn %	As %	Bi %	Ta %	Ca %	Ce %	Zr %	La %
1	0.0016	<0.0010	0.019	<0.0015	<0.0070	0.0006	<0.0020	<0.0015	<0.0003
2	0.0015	<0.0010	0.018	<0.0015	<0.0070	0.0006	<0.0020	<0.0015	<0.0003
3	0.0016	<0.0010	0.019	<0.0015	<0.0070	0.0007	<0.0020	<0.0015	<0.0003
No	N %	Se %	Alins %	Alsol %	Fe %				
1	0.0021	<0.0020	0.0038	0.0049	99.4				
2	<0.0020	<0.0020	0.0038	0.0045	99.4				
3	0.0024	<0.0020	0.0075	0.0056	99.4				



Program: Fe-12-M
Poznámka: Nizkolegovana ocel + Pims MALE VZORKY
Průměra RSD (n=3)

06.09.2018 12:54:55

Prvky: Koncentrace

Vzorek: č. 5
Operator: Ing. Kyselá

Jakost:
Poznámka: 1830 197 Kloknerův ústav

	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %	Al %
—									
x	0.177	<0.0015	0.255	0.022	0.049	0.0073	0.021	<0.0010	0.010
s	0.011	0.0006	0.0074	0.0012	0.0047	0.0001	0.0029	0.0002	0.0026
sr	6.319	40.150	2.887	5.494	9.593	1.321	13.688	17.854	26.302
	Cu %	Co %	Ti %	Nb %	V %	W %	Pb %	B %	Sb %
—									
x	0.0096	0.0087	<0.0005	<0.0010	0.0020	0.014	<0.0010	0.0004	<0.0010
s	0.0002	0.0003	0.0001	0.0000	0.0002	0.0009	0.0001	0.0004	0.0002
sr	2.088	2.933	10.576	3.525	7.643	6.083	13.867	89.636	16.231
	Sn %	Zn %	As %	Bi %	Ta %	Ca %	Ce %	Zr %	La %
—									
x	0.0016	<0.0010	0.019	<0.0015	<0.0070	0.0006	<0.0020	<0.0015	<0.0003
s	0.0001	0.0002	0.0005	0.0001	0.0008	0.0001	0.0000	0.0004	0.0001
sr	3.232	24.620	2.650	5.173	11.078	12.628	1.931	26.098	19.573
	N %	Se %	Alins %	Alsol %	Fe %				
—									
x	<0.0020	<0.0020	0.0050	0.0050	99.4				
s	0.0007	0.0004	0.0021	0.0005	0.026				
sr	35.810	19.275	42.548	10.585	0.026				

