

(cvičení z předmětu KET/TEL 2015-16)

Jméno a příjmení:	Ondřej Šefl
Skupina:	B5
Varianta motivu DPS:	H
Datum vypracování:	11.12.2015

Instrukce:

- Cílem laboratorního protokolu je stručný objektivní popis zjištěných faktů o výsledné kvalitě desky plošného spoje vytvořené v rámci semestrálního projektu. Pro splnění podmínek zápočtu bude vyučujícím hodnocena kvalita protokolu, nikoliv kvalita desky.
- Pro splnění podmínek zápočtu je nezbytné splnit všechny úkoly uvedené v protokolu. Všechny údaje vyplňujte do žlutě podbarvených polí, obrázky vkládejte na pozice dle textových instrukcí. V případě kvalitativního hodnocení vždy stručně slovně zformulujte hlavní poznatky k danému bodu.
- Obrazovou analýzu všech snímků z optické inspekce DPS provádějte v SW DinoCapture. Instalační soubor a pracovní návod naleznete v datovém úložišti ve složce pro 6. cvičení. Detailní uživatelský manuál je v případě potřeby k dispozici na webových stránkách výrobce Dino-Lite.
- Všechny snímky z optické inspekce popište při analýze v SW DinoCapture Vaším standardním identifikátorem (Skupina-Příjmení, např. A1-Novák) v pravém horním rohu (tzn., vložte textový popis). Bez uvedení identifikátoru nebude splnění úkolů uznáno.
- Vypracovaný kontrolní protokol spolu s naskenovaným záznamovým formulářem uložte ve formátu PDF s názvem: **TEL.2015-16.Laboratorní protokol.Skupina.Příjmení.pdf** (např. *TEL.2015-16.Laboratorní protokol.A1.Novák.pdf*).
- **Protokol odevzdejte ke kontrole prostřednictvím systému pro odevzdávání studentských prací (Portál / Moje studium / Odevzdávání prací).**
- **Protokol odevzdejte minimálně 2 dny před termínem, kdy si přijdete pro zápočet.**

Optická inspekce 01

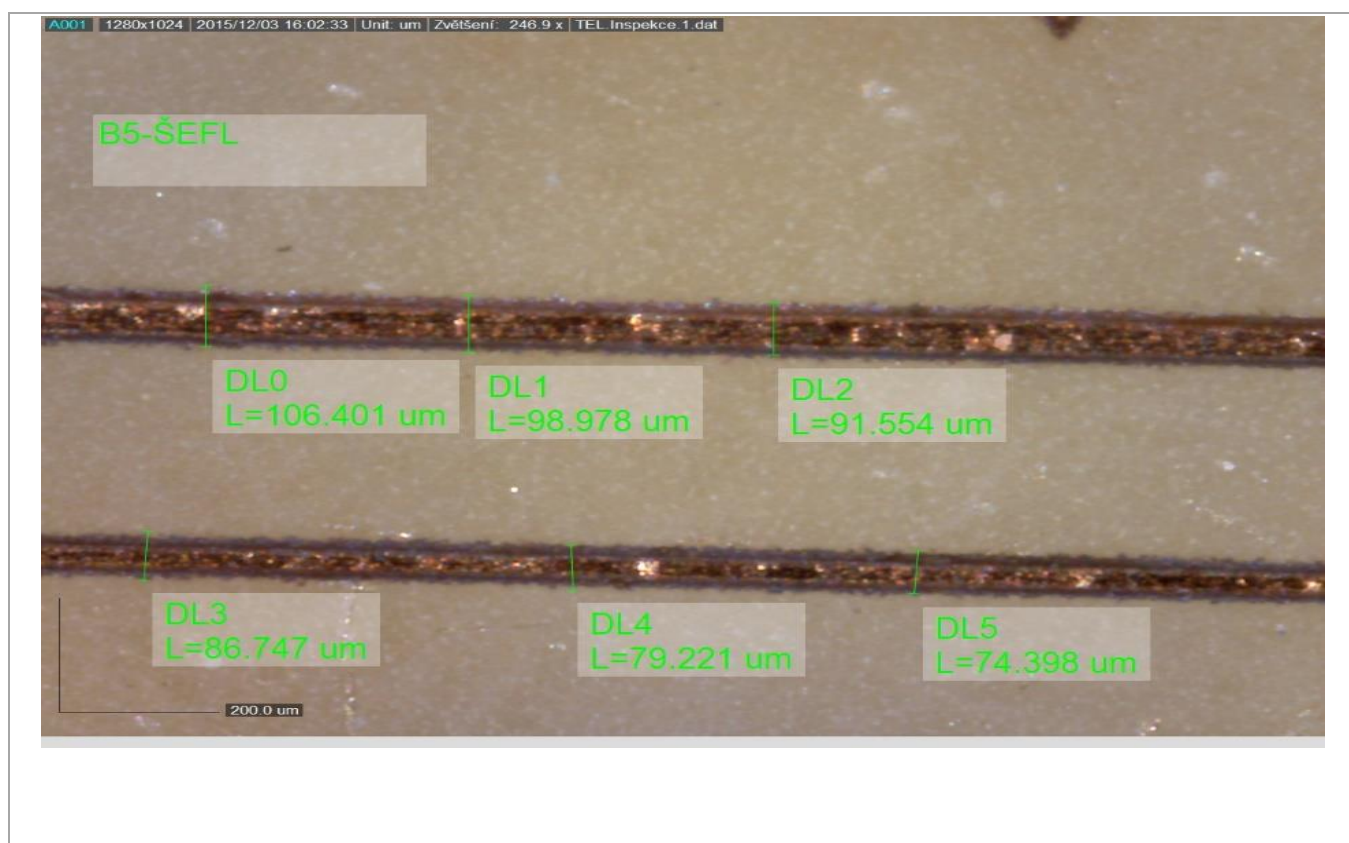
1. Testovací motivy s variací šířky vodičů.

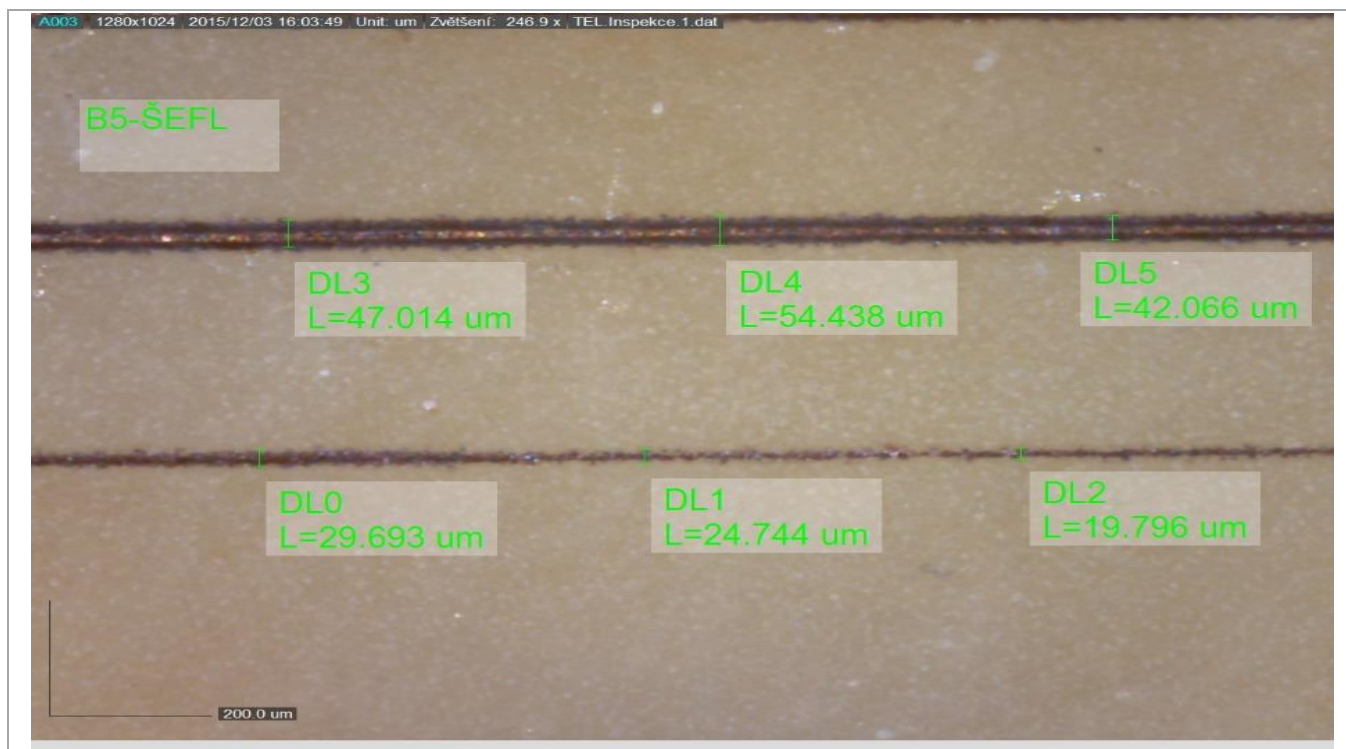
1.1. Proveďte rozměrovou analýzu nasnímaných vodivých cest testovacího motivu. Pro analýzu použijte první 4 vodiče ve směru od orientační šipky na DPS. Všechny 4 vodiče umístěte do jednoho snímku a vložte ho do protokolu na určené místo. Pomocí měřicích funkcí v SW DinoCapture změřte šířku každé vodivé cesty na třech různých místech. Zjištěné rozměry porovnejte s rozměry původního návrhu (přehled všech motivů v tabulce níže).

Přehled šířek testovacích vodičů pro jednotlivé varianty motivu.

	Varianta motivu:											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1. vodič	40	45	35	35	45	40	40	45	35	35	45	40
2. vodič	60	65	55	60	55	65	60	65	55	60	55	65
3. vodič	80	85	75	85	75	80	80	85	75	85	75	80
4. vodič	100	105	95	95	105	105	100	105	95	95	105	105
5. vodič	120	125	115	115	120	125	120	125	115	115	120	125

Rozměry v μm .





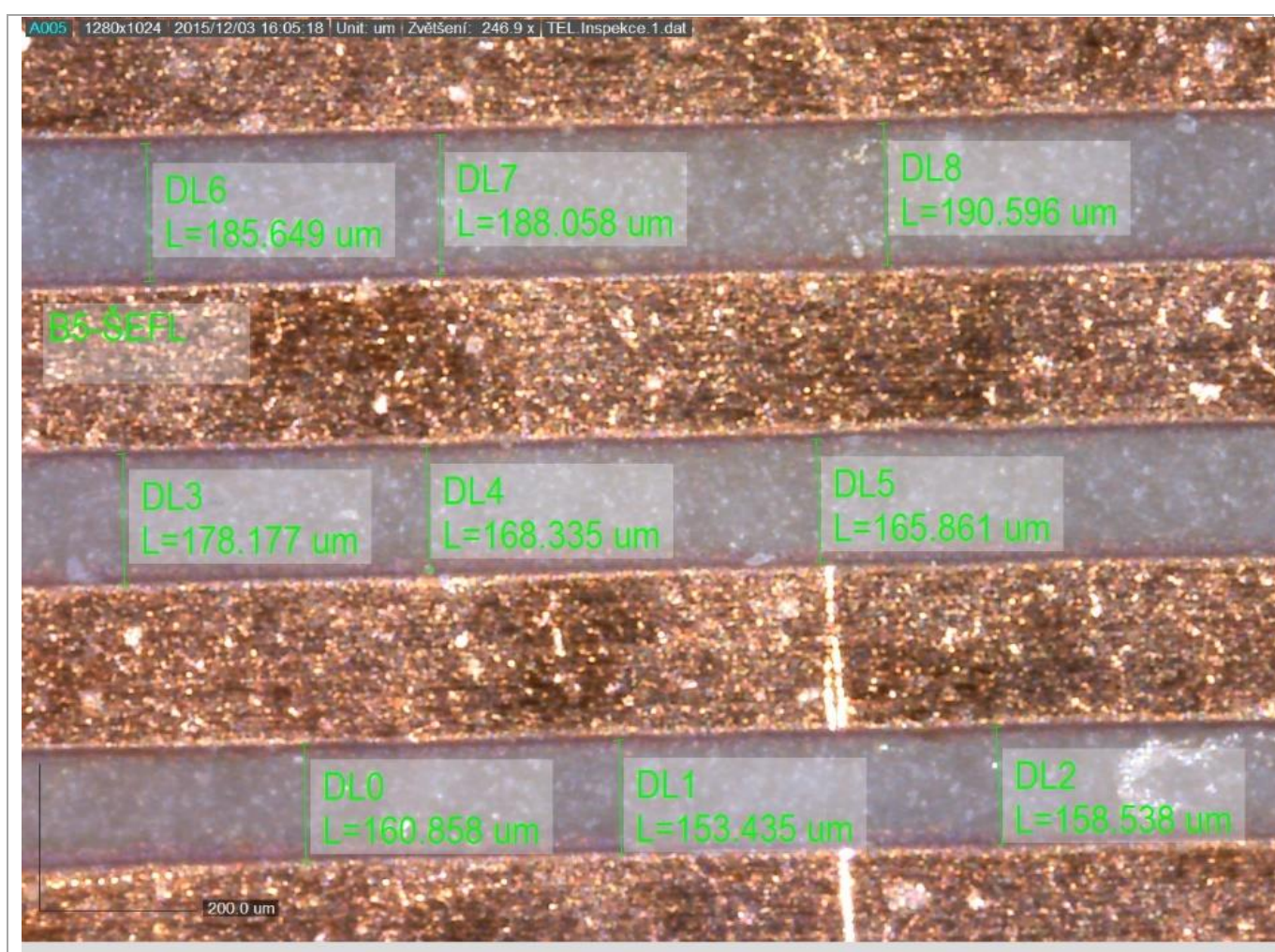
1. testovací vodič					
Měření šířky vodiče			Průměrná šířka	Šířka dle návrhu	Absolutní odchylka
W ₁ (μm)	W ₂ (μm)	W ₃ (μm)	W _p (μm)	W _n (μm)	ΔW = W _p - W _n (μm)
29,693	24,744	19,796	24,744	65	40,255
2. testovací vodič					
Měření šířky vodiče			Průměrná šířka	Šířka dle návrhu	Absolutní odchylka
W ₁ (μm)	W ₂ (μm)	W ₃ (μm)	W _p (μm)	W _n (μm)	ΔW = W _p - W _n (μm)
47,014	54,438	42,066	47,839	85	37,161
3. testovací vodič					
Měření šířky vodiče			Průměrná šířka	Šířka dle návrhu	Absolutní odchylka
W ₁ (μm)	W ₂ (μm)	W ₃ (μm)	W _p (μm)	W _n (μm)	ΔW = W _p - W _n (μm)
86,747	79,221	74,398	80,122	105	24,878
4. testovací vodič					
Měření šířky vodiče			Průměrná šířka	Šířka dle návrhu	Absolutní odchylka
W ₁ (μm)	W ₂ (μm)	W ₃ (μm)	W _p (μm)	W _n (μm)	ΔW = W _p - W _n (μm)
106,401	98,978	91,554	98,978	125	26,022

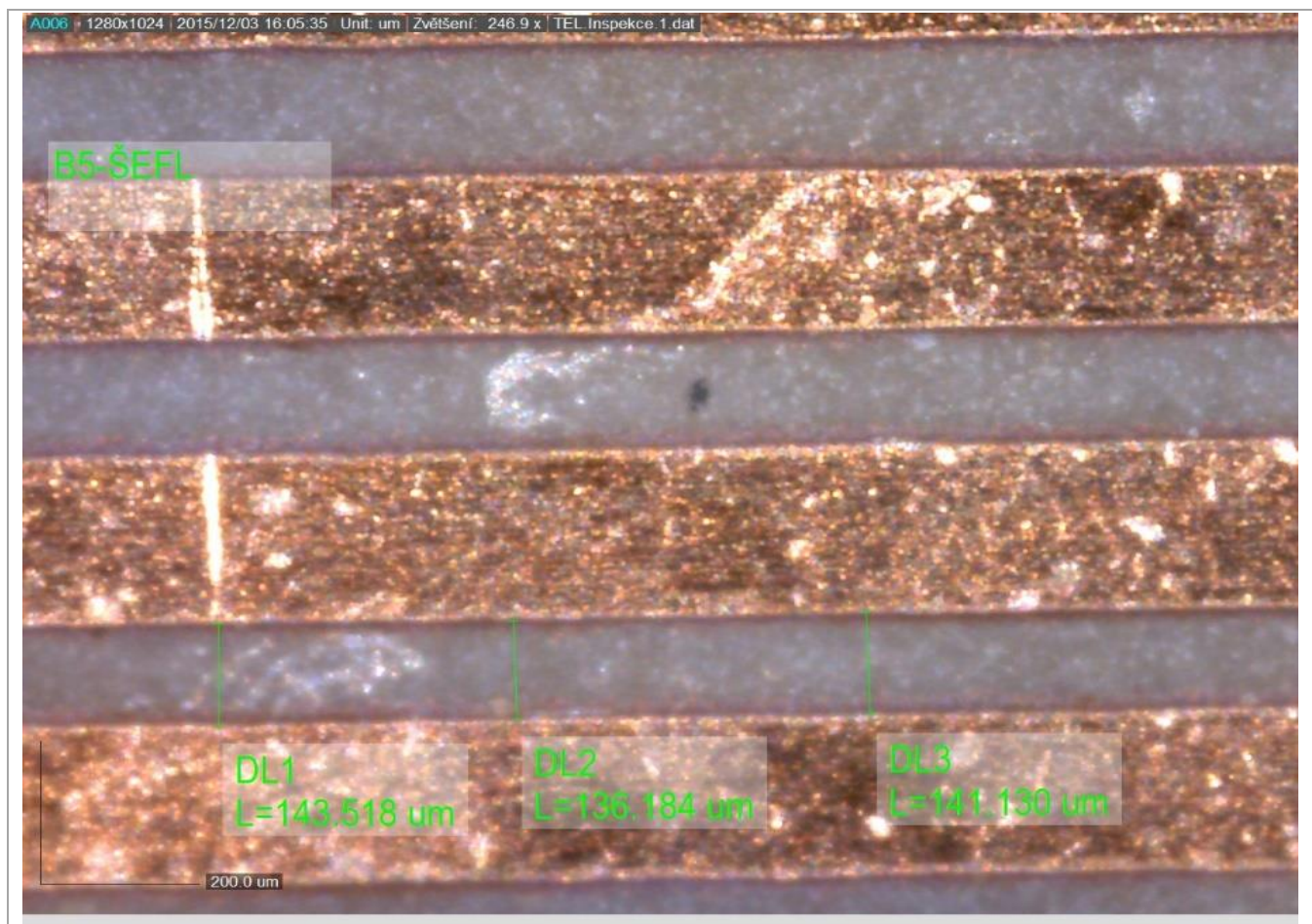
2. Testovací motivy s variací šířky izolačních mezer.

2.1. Proved'te rozměrovou analýzu nasnímaných izolačních mezer testovacího motivu. Pro analýzu použijte první 4 mezery pod orientační šipkou na DPS. Všechny 4 mezery umístěte do jednoho snímku a vložte ho do protokolu na určené místo. Pomocí měřicích funkcí v SW DinoCapture změřte šířku každé vodivé cesty na třech různých místech. Zjištěné rozměry porovnejte s rozměry původního návrhu (přehled všech motivů v tabulce níže).

Přehled šířek testovacích izolačních mezer pro jednotlivé varianty motivu.

	Varianta motivu:											
	A	B	C	D	E	F	G	H	CH	I	J	K
1. mezera	40	45	35	35	45	40	40	45	35	35	45	40
2. mezera	60	65	55	60	55	65	60	65	55	60	55	65
3. mezera	80	85	75	85	75	80	80	85	75	85	75	80
4. mezera	100	105	95	95	105	105	100	105	95	95	105	105
5. mezera	120	125	115	115	120	125	120	125	115	115	120	125

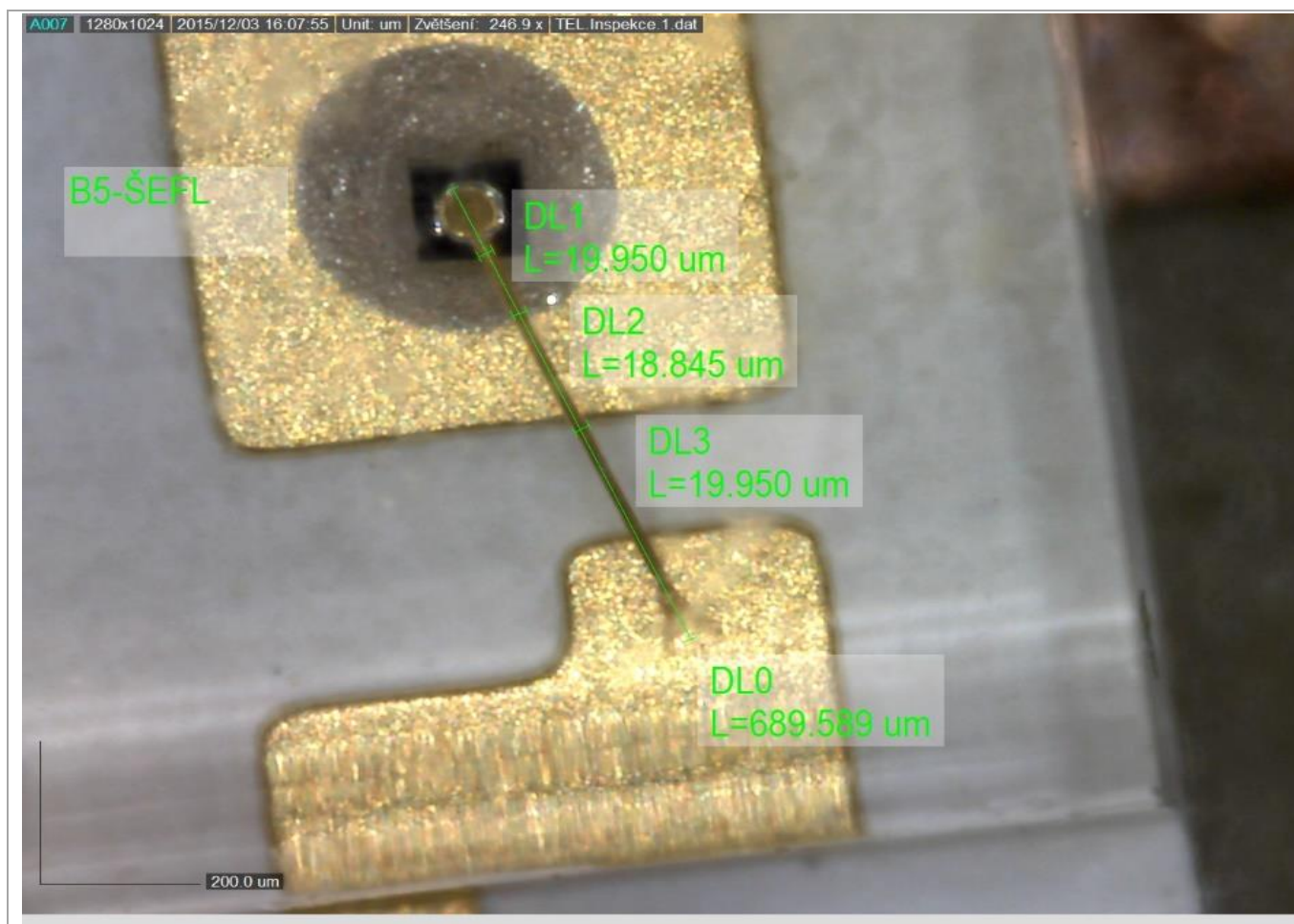
Rozměry v μm .



1. testovací izolační mezera					
Měření šířky mezery			Průměrná šířka	Šířka dle návrhu	Absolutní odchylka
W_1 (μm)	W_2 (μm)	W_3 (μm)	W_p (μm)	W_n (μm)	$\Delta W = W_p - W_n$ (μm)
143,518	136,184	141,130	140,277	65	75
2. testovací izolační mezera					
Měření šířky mezery			Průměrná šířka	Šířka dle návrhu	Absolutní odchylka
W_1 (μm)	W_2 (μm)	W_3 (μm)	W_p (μm)	W_n (μm)	$\Delta W = W_p - W_n$ (μm)
160,858	153,435	158,538	157,61	85	72,61
3. testovací izolační mezera					
Měření šířky mezery			Průměrná šířka	Šířka dle návrhu	Absolutní odchylka
W_1 (μm)	W_2 (μm)	W_3 (μm)	W_p (μm)	W_n (μm)	$\Delta W = W_p - W_n$ (μm)
178,177	168,335	165,861	170,791	105	65,791
4. testovací izolační mezera					
Měření šířky mezery			Průměrná šířka	Šířka dle návrhu	Absolutní odchylka
W_1 (μm)	W_2 (μm)	W_3 (μm)	W_p (μm)	W_n (μm)	$\Delta W = W_p - W_n$ (μm)
185,649	188,058	190,596	188,101	125	63,101

3. Pouzdro SMD LED – připojení anody.

- 3.1. Proved'te rozměrovou analýzu nasnímaného detailu vodivého připojení anody v pouzdře SMD LED. Pomocí měřicích funkcí v SW DinoCapture změřte šířku spoje na třech místech a dále celkovou délku vodivého připojení.



- 3.1.1. Určete, jako technologií propojování je realizováno připojení anody LED.

Bondování

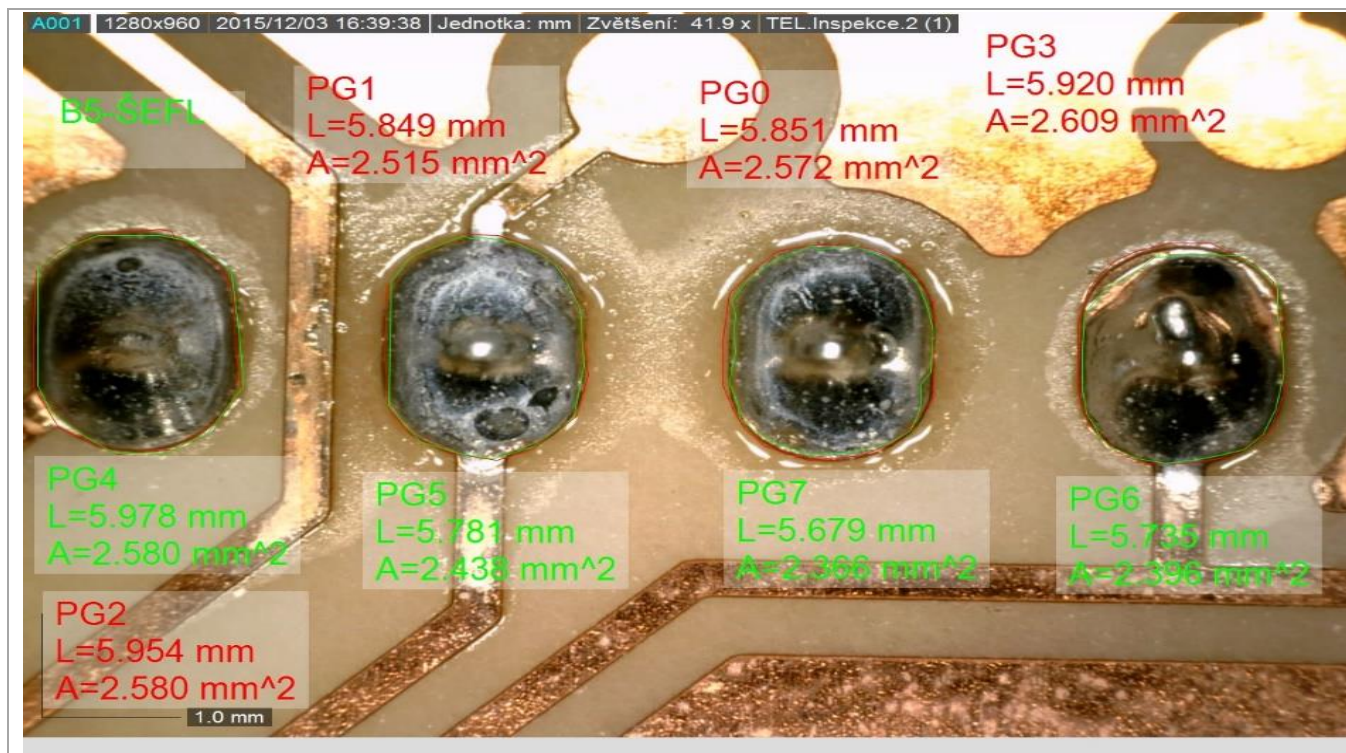
- 3.1.2. Zjištěné rozměry spoje:

Připojení anody LED				
Měření šířky spoje			Průměrná šířka	Měření délky spoje
W_1 (μm)	W_2 (μm)	W_3 (μm)	W_p (μm)	L (μm)
19,950	18,845	19,950	19,582	689,589

Optická inspekce 02

1. Ručně pájené spoje THT patice DIL-8.

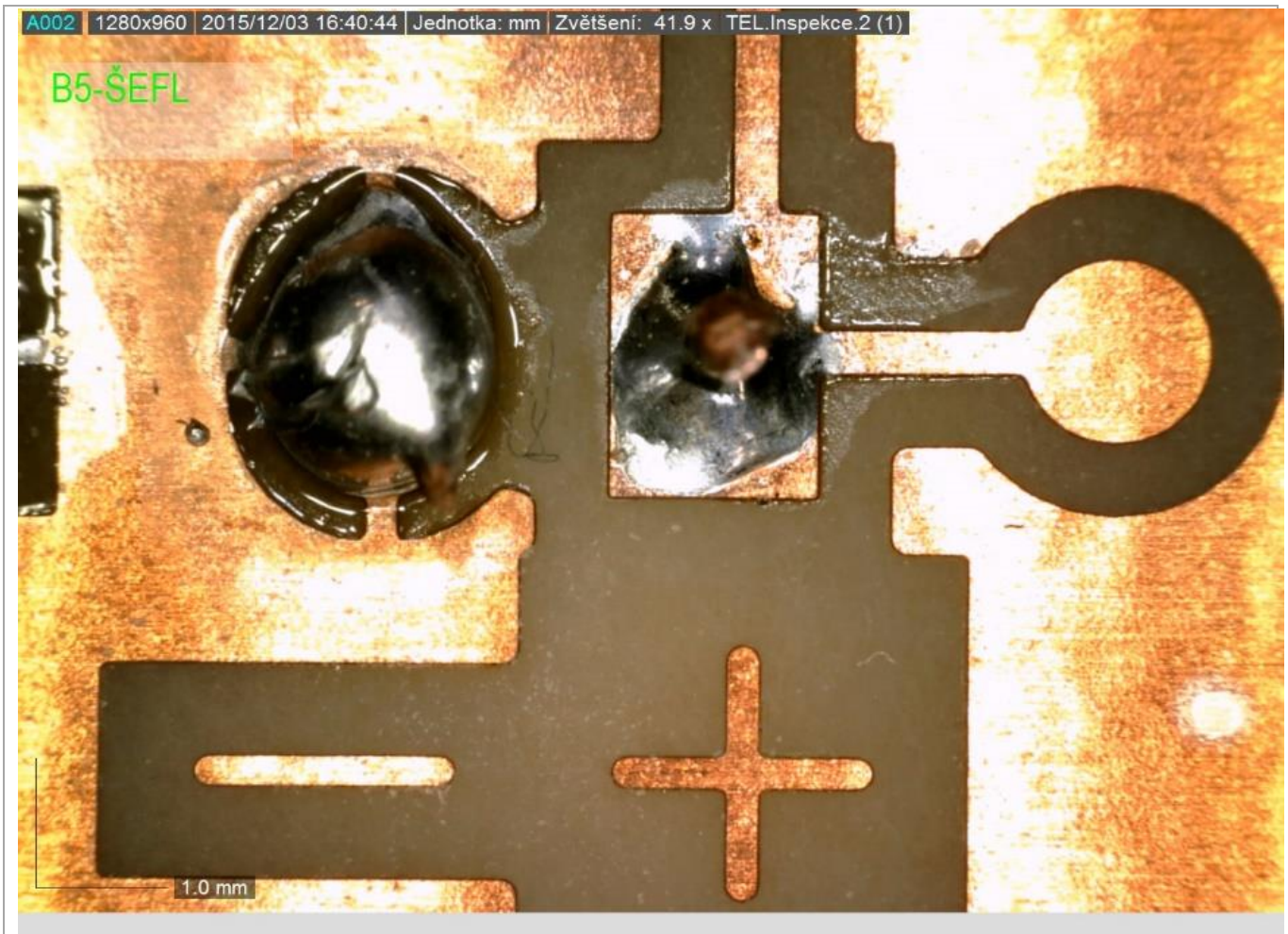
1.1. Proved'te analýzu nasnímaných ručně pájených spojů patice DIL-8. Pomocí měřicích funkcí v SW DinoCapture (funkce Mnohoúhelník) změřte plochu pájecích plošek a plochu jejich pokrytí pájecí slitinou. Analyzovaný snímek vložte do protokolu a zapište data do tabulky pod obrázkem.



	Plocha pájecí plošky S_p (mm ²)	Plocha pájeného spoje S_s (mm ²)	Pokrytí plošky pájkou $P = (S_s / S_p) \cdot 100$ (%)
1. spoj	2,580	2,580	100
2. spoj	2,515	2,438	96,94
3. spoj	2,572	2,366	91,99
4. spoj	2,609	2,396	91,84

4. Ručně pájené spoje přívodních vodičů.

4.1. Kvalitativně zhodnoťte snímek ručně pájených spojů přívodních vodičů v níže uvedených bodech (ke každému bodu uveďte stručné slovní vyjádření).



4.1.1. Jsou pájené spoje realizovány na správných pájecích ploškách dle osazovacího schématu na *Obr. 2* (na konci protokolu)?

Ano, jsou.

4.1.2. Je pájecí slitina aplikována správně pouze v ploše pájecích plošek?

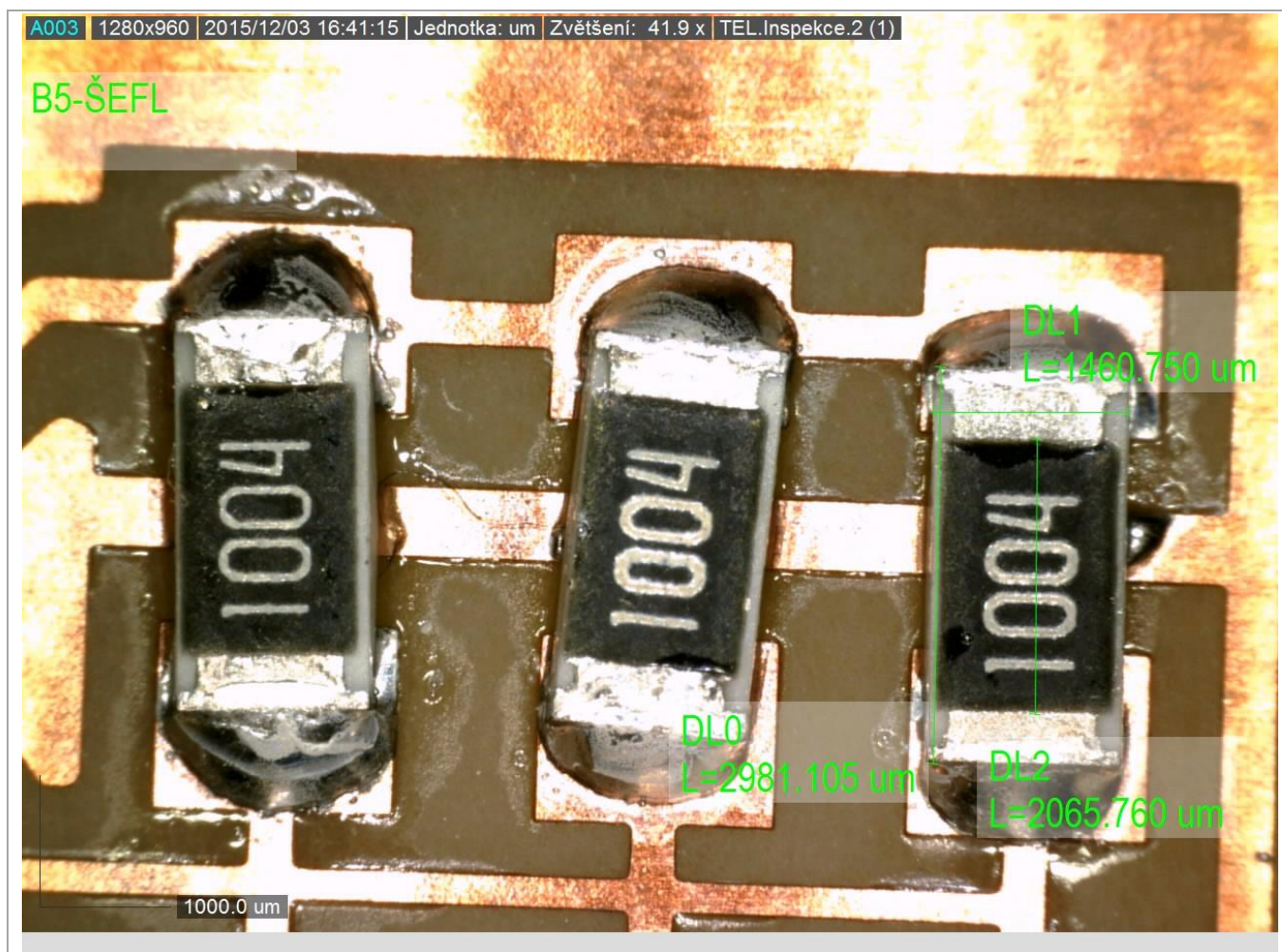
Není, na obrázku je vidět nadměrné množství pájecí slitiny na minusu, která je aplikována i mimo pájecí plošky.

4.1.3. Jsou patrné zkratky způsobené nesprávnou aplikací pájecí slitiny?

Ne.

5. Zapájené SMD rezistory.

5.1. Změřte charakteristické rozměry 1 vybraného SMD rezistoru ve snímku dle normy ČSN EN 61188-5-2.



	$S (\mu\text{m})$	2065,760
	$L (\mu\text{m})$	2981,105
	$W (\mu\text{m})$	1460,750

5.2. Na základě rozměrů určených v bodě 4.1 určete rozměrovou třídu rezistoru dle normy ČSN EN 61188-5-2.

Rozměry rezistorů dle ČSN EN 61188-5-2

Označení součástky	L		S		W		T		H	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
1005	0,95	1,05	0,35	0,75	0,45	0,55	0,15	0,30	0,30	0,40
1608	1,50	1,70	0,50	1,50	0,70	0,90	0,10	0,50	0,35	0,55
2012	1,90	2,10	0,70	1,70	1,15	1,35	0,20	0,60	0,45	0,65
3216	3,00	3,40	1,50	2,90	1,45	1,75	0,25	0,75	0,45	0,65
3225	3,00	3,40	1,50	2,90	2,30	2,70	0,25	0,75	0,45	0,65
5025	4,80	5,20	3,10	4,50	2,30	2,70	0,35	0,85	0,35	0,75
6332	6,10	6,50	4,40	5,80	3,00	3,40	0,35	0,85	0,35	0,75

Rozměry v mm.

Odpovídající třída rezistoru:	3216
-------------------------------	------

5.3. Určete hodnotu odporu dle značení na svrchní straně rezistorů.

$$1004=100 \cdot 10^4=1000000=1\text{M}\Omega$$

5.4. Stručně zhodnoťte výsledek optické inspekce SMD rezistorů v následujících bodech:

5.4.1. Jsou na všech pozicích správně osazeny součástky odpovídajícího typu a velikosti dle schémat na *Obr. 1* a *Obr. 2* (na konci protokolu)?

Ano, na všech pozicích jsou správné součástky

5.4.2. Došlo k zapájení všech vývodů součástek pájecí slitinou?

Ano, došlo

5.4.3. Došlo ke smáčení celé plochy pájecích plošek?

Ne, nedošlo, nanasl jsem málo pájecí pasty

5.4.4. Vyskytuje se pájecí slitina pouze v ploše pájecích plošek?

Ano, pájecí slitina se převážně vyskytuje v pájecích ploškách

5.4.5. Je patrná přítomnost nepřetavených kuliček pájky?

Ne, žádné nepřetavené kuličky se zde nevyskytují

5.4.6. Je patrná rotace některé součástky mimo osu jejího uložení na pájecích ploškách?

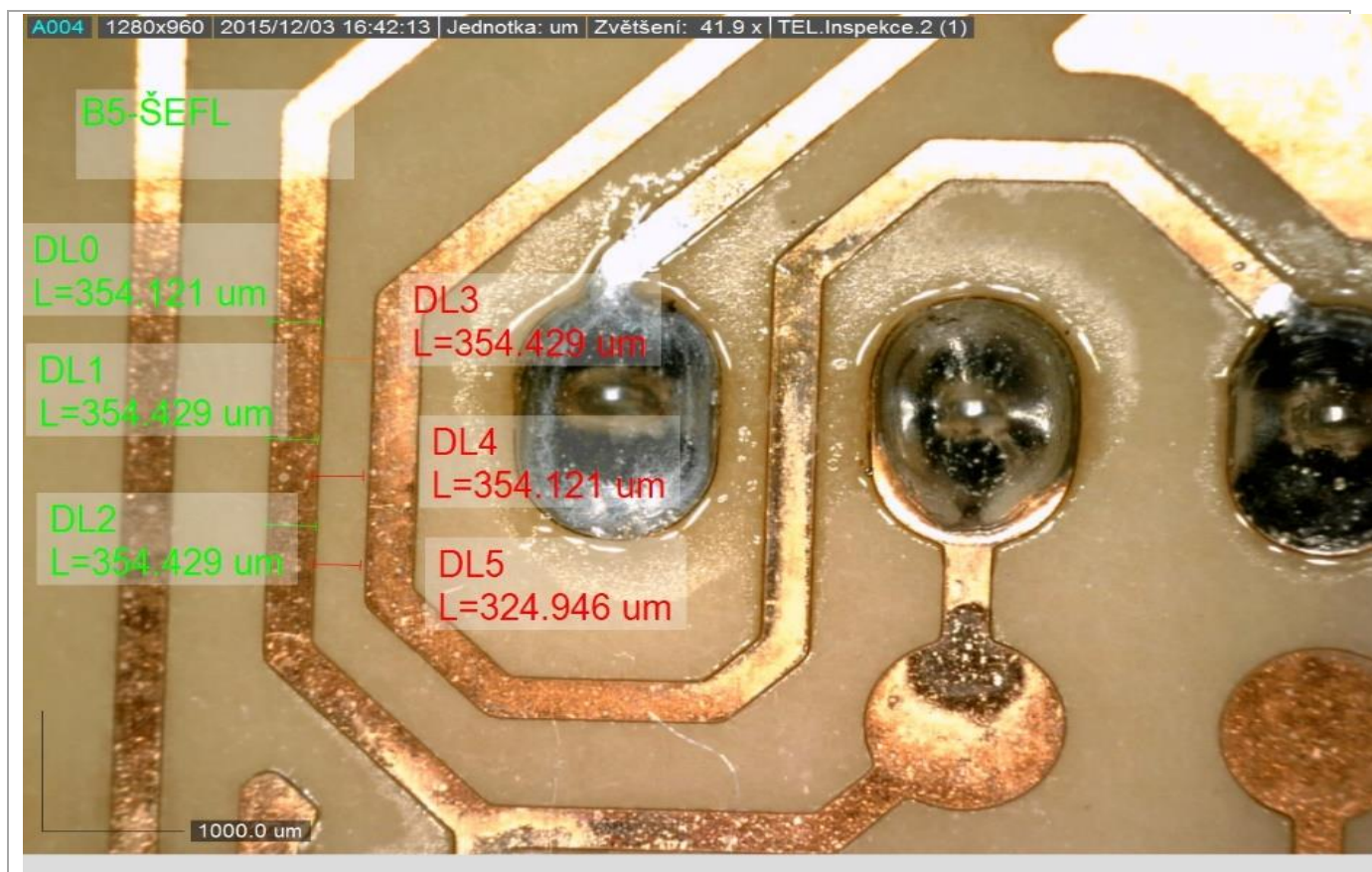
Ano součástka uprostřed je mírně vychýlena doprava a první odpor zleva je mírně vychýlený doleva

5.4.7. Je patrné posunutí některé součástky vůči ideální poloze na pájecích ploškách?

Ne, posunutí se nevyskytuje

6. Šířka vodičů a mezer plošného spoje.

6.1. Pro jeden vybraný vodič a jednu izolační mezeru mezi vodiči ve snímku změřte jejich šířku vždy na 3 místech. Data doplňte do tabulky pod obrázkem.



Vodivá cesta			
Měření šířky vodiče			Průměrná šířka
W ₁ (μm)	W ₂ (μm)	W ₃ (μm)	W _p (μm)
354,21	354,429	354,429	354,356

Izolační mezera			
Měření šířky izolační mezery			Průměrná šířka
W ₁ (μm)	W ₂ (μm)	W ₃ (μm)	W _p (μm)
354,429	354,121	324,946	344,499

6.2. Dle zjištěných rozměrů v bodě 5.1 určete konstrukční třídu DPS.

Přehled vybraných konstrukčních tříd DPS			
	Konstrukční třída		
	2. třída	3. třída	4. třída
Minimální šířka vodičů (μm)	400	350	300

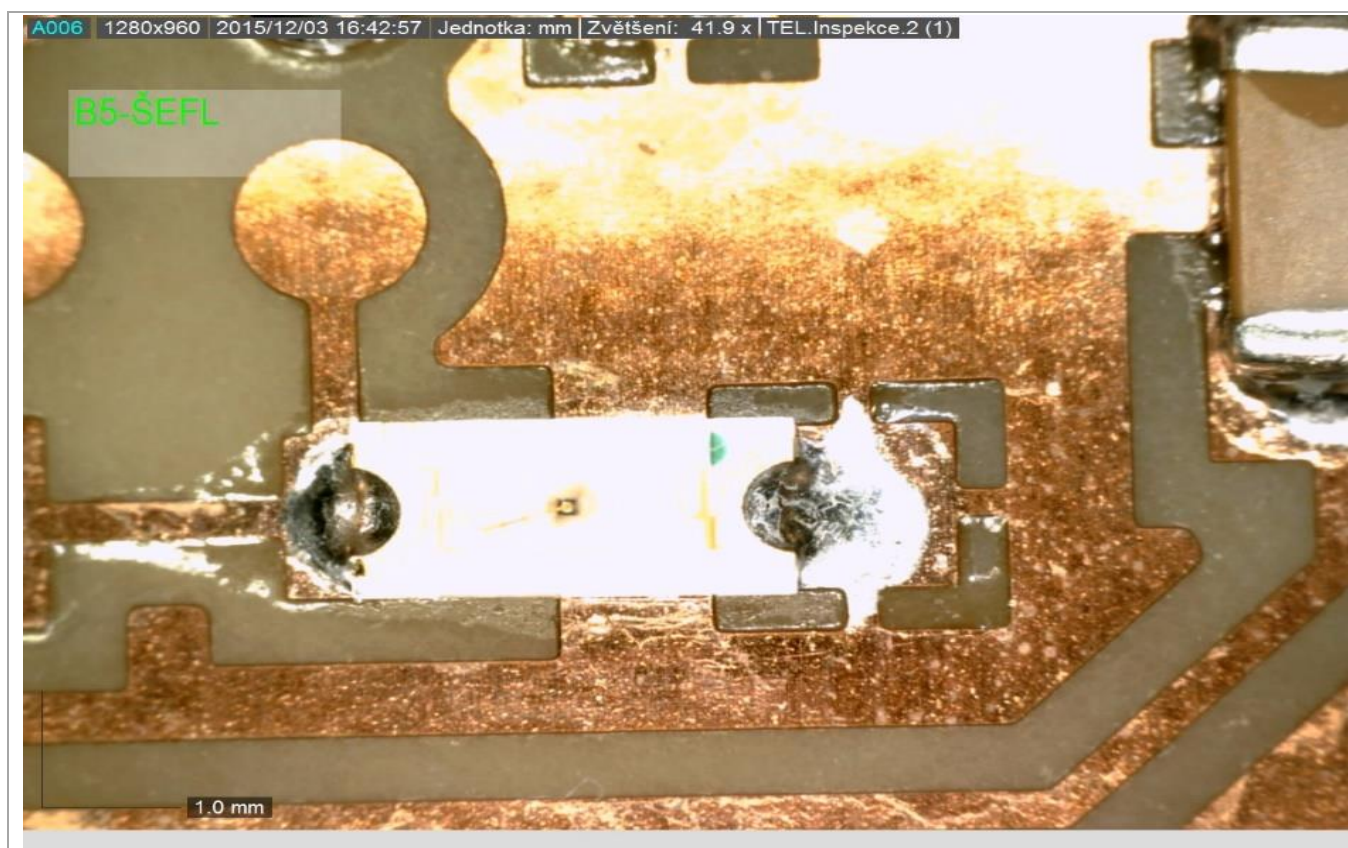
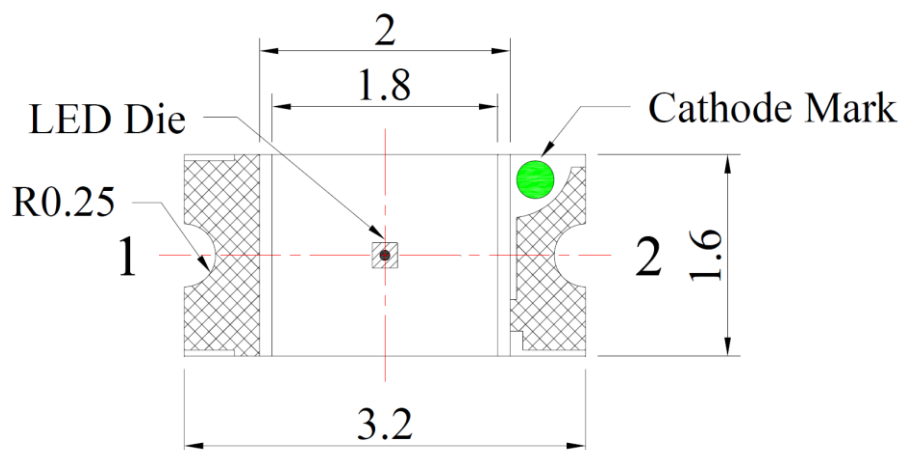
Minimální šířka mezer (μm)	450	350	300
---	-----	-----	-----

Rozměry platí pro Cu fólii tloušťky 35 μm .

Zjištěná konstrukční třída DPS:	4. třída
---------------------------------	----------

7. Zapájená LED.

7.1. Určete, zda je LED správně polarizovaná. Katoda diody musí být připojena na společnou zemnicí plochu DPS. Na těle SMD diody je katoda označena barevným bodem:



Správná polarita LED:

ANO

Elektrická kontrola 01

1. Test kontinuity vodivých spojů.

- 1.1. Na základě provedeného testu vyhodnoťte, jakou nejmenší šířku vodivých spojů lze na vaší desce spolehlivě použít pro elektrické propojení součástek.

Na mé desce lze spolehlivě použít třetí nejužší vodivou cestu a to je 85μm

2. Test izolačních mezer.

- 2.1. Na základě provedeného testu vyhodnoťte, jakou nejmenší šířku izolační mezery lze na vaší desce spolehlivě použít.

Na mé desce lze spolehlivě použít i tu nejmenší izolační mezeru a to je 45μm

3. Funkční test.

- 3.1. Je obvod na desce plně funkční (bliká LED použitá v obvodu)?

ANO

1. Určení ekvivalentního množství NaCl v roztoku

- 1.1. Na základě výsledků měření konduktivity extrakční směsi určete ekvivalentní množství NaCl, které vodivostí odpovídá vámi naměřené iontové kontaminaci DPS. Pro převod můžete použít kalibrační křivku nebo kalibrační rovnici:

Ekvivalentní množství NaCl:

$$c_{NaCl} = \frac{\sigma (\mu S \cdot cm^{-1}) - 4,846 \cdot 10^{-1}}{5,555 \cdot 10^{-4}} \quad (\mu g/l)$$

39271,64

- 1.2. Vypočítejte iontovou kontaminaci desky jako podíl koncentrace ekvivalentu NaCl a plochy desky S. Výsledek vyjádřete v μg NaCl/cm².

Plocha DPS: $S = (2 \cdot \text{šířka} \cdot \text{délka}) + 50 \% \text{ (cm}^2\text{)}$

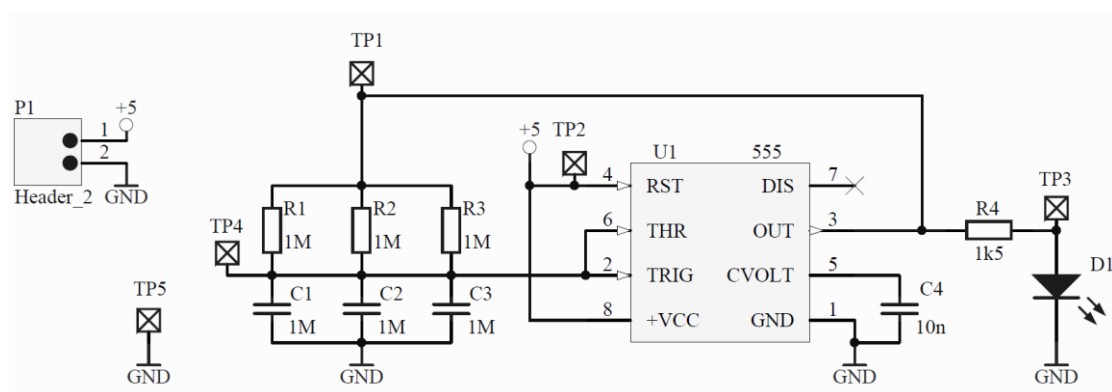
72,27

Iontová kontaminace DPS

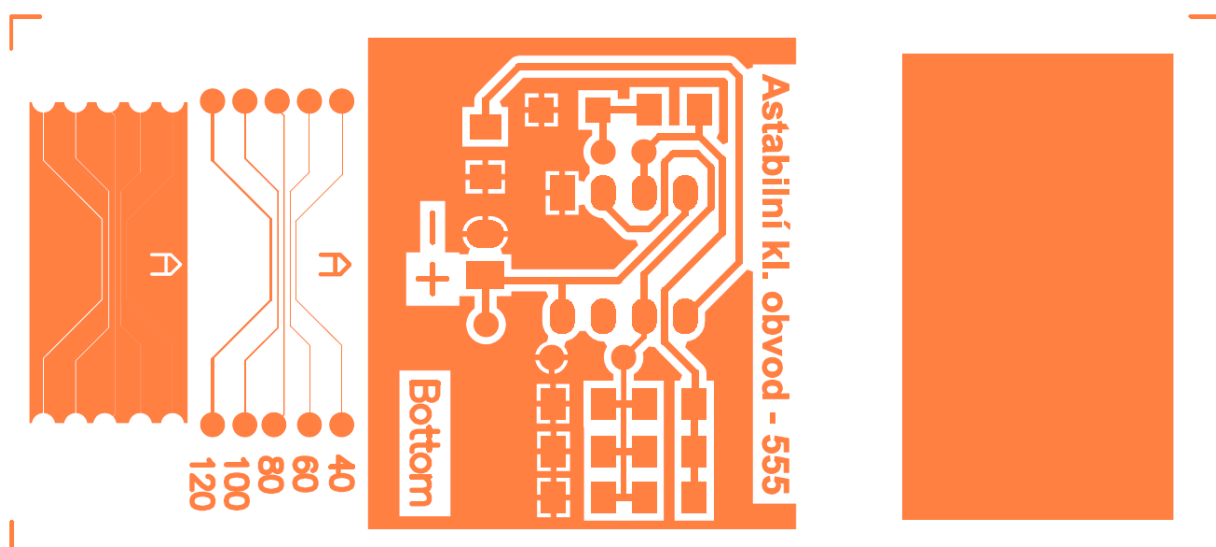
$$T = \frac{c_{NaCl} \cdot V_{ext}}{S} \quad \left(\frac{\mu g}{cm^2} \right)$$

108,68

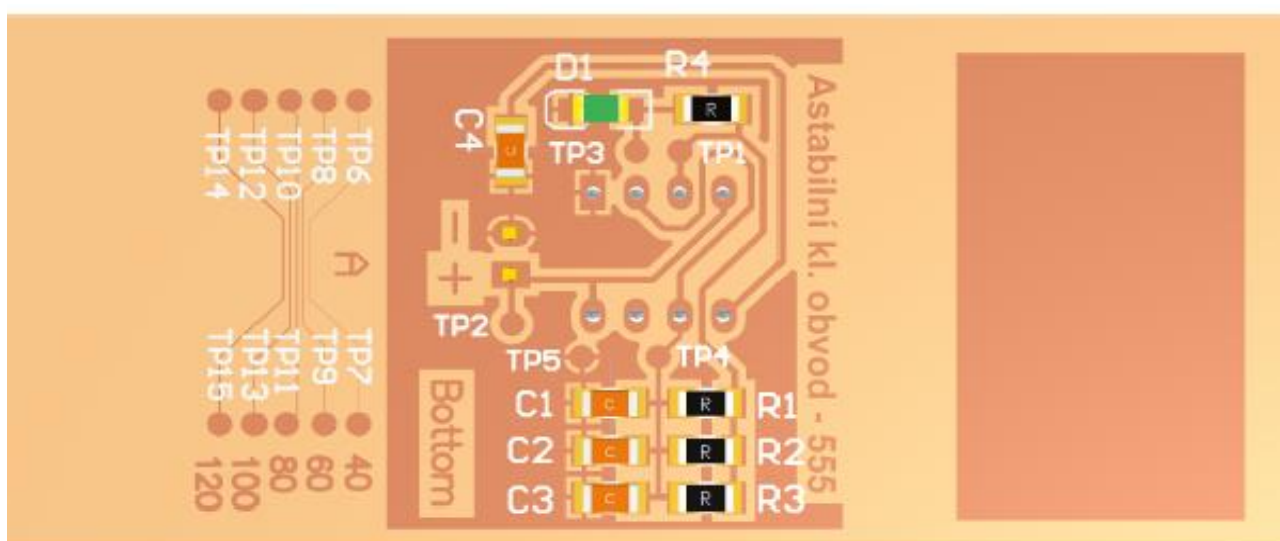
kde V_{ext} je množství použitého extrakčního roztoku v litrech.



Obr. 1 Schéma zapojení astabilního klopného obvodu s časovačem IO555.



Obr. 2 Motiv plošného spoje na DPS.



Obr. 3 Osazovací schéma DPS.

Záznamový list

Elektrická kontrola 01

1. Test kontinuity spojů

Šířka vodiče	Spojité místo
45	Ano / Ne
65	Ano / Ne
85	Ano / Ne
105	Ano / Ne
125	Ano / Ne

2. Test izolačních mezer

Šířka mezery	Zkrat
45	Ano / Ne
65	Ano / Ne
85	Ano / Ne
105	Ano / Ne
125	Ano / Ne

3. Funkční test

Správné spínání LED
Ano / Ne

Měření iontové kontaminace

Změřená konduktivita iontového výluhu

σ ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	22,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$
---	------------------------------

Rozměry DPS

Šířka (cm)	3,3
Délka (cm)	4,3

Skupina-Příjmení	B5 - ŠEFL
Označení motivu DPS	A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K-L
Datum měření	3.12.2015
Podpis vyučujícího	<i>M. Š.</i>

Naskenované výsledky přiložte k protokolu a zašlete ke kontrole (Portál / Moje studium / Odevzdávání prací).