

# Proměrování vlastností špaget

Lukáš Krkavec, František Čapla, Eliška Bendová

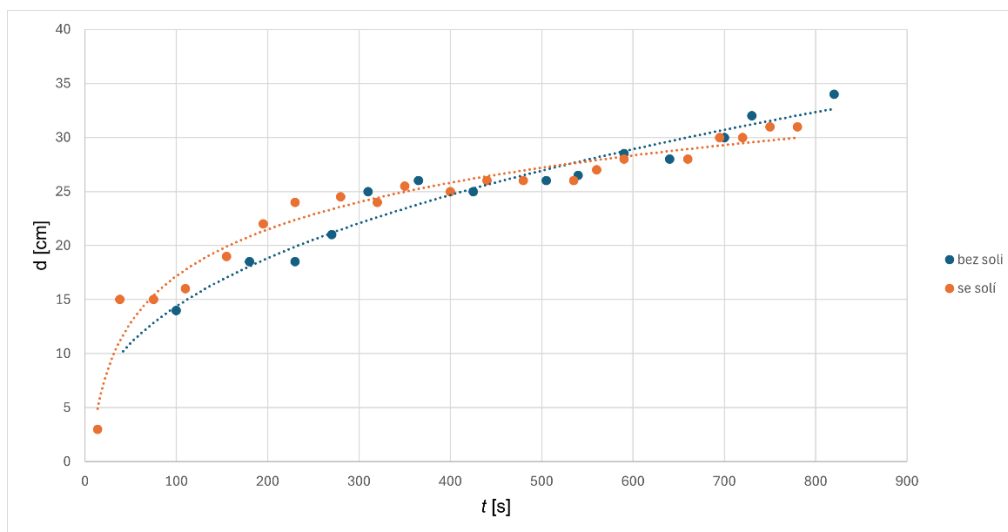
K projektu nás inspiroval zájem o zjištění toho, jak moc se špageta prohýbá v závislosti na době vaření. V průběhu měření jsme následně měřili i závislost elektrického odporu, na což jsme následně navázali pokusy ověřujícími možnosti použití špaget v elektrických obvodech.

## a) Proměrování ohybu špaget

Měření jsme prováděli se špagetami o původní délce 26 cm, které byly zakoupeny v nedalekém Tesco. Ohyb jsme proměřovali nadvakrát, a to ve vodě se solí a bez soli. Měření probíhalo způsobem, že jsme si připravili podle pravítka škálu, do krokosvorky v úrovni nulové hodnoty jsme umístili kraj špagety a odečítali hodnotu, ke které klesl druhý konec špagety. V průběhu měření došlo k momentu, odkdy krokosvorka špagetu pouze uštípla, od tohoto momentu jsme špagety přidržovali u měřidla ručně.

Naměřená data jsou nanesena do grafu:

Graf 1: Závislost poklesu špagety na době vaření



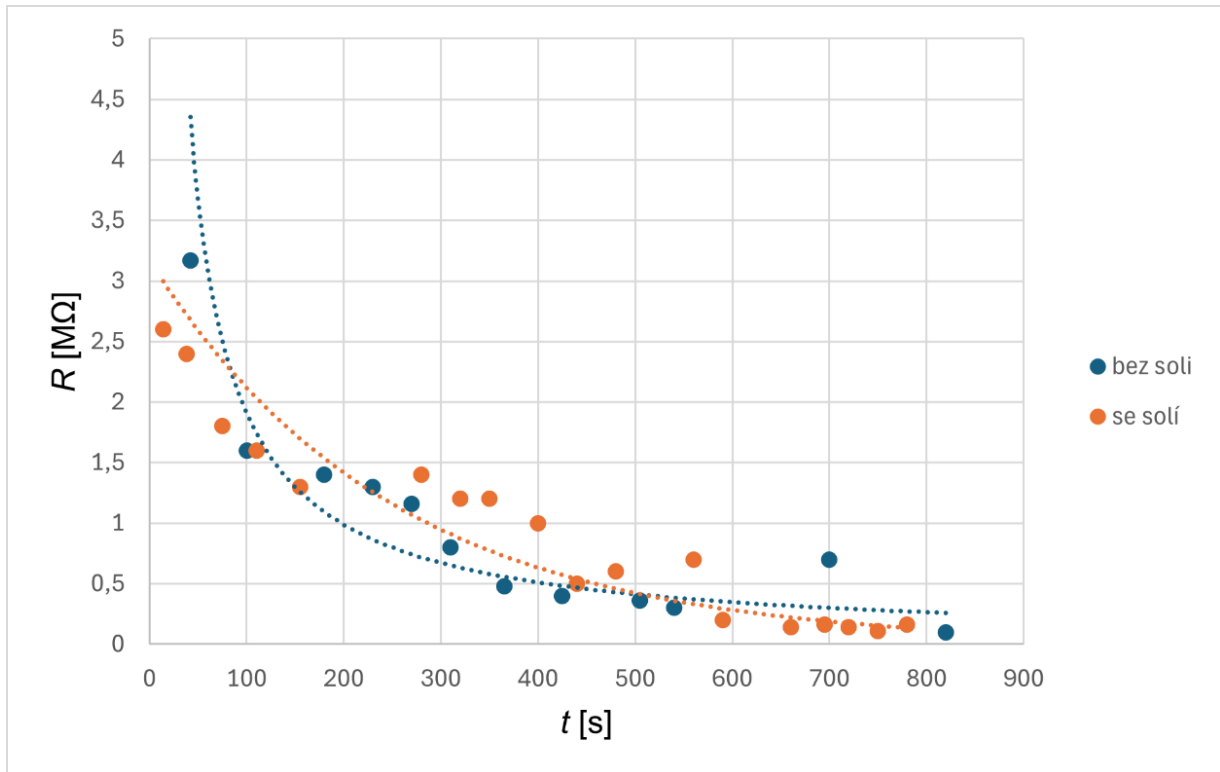
V obou případech lze pozorovat jisté zpomalení klesajícího trendu. Toto měření však nebylo závislé pouze na měkkosti špaget, nýbrž i na jejich délce, která se měnila, neboť špagety nasávaly vodu, což dovoľovalo větší pokles, než jsme zprvu očekávali. Zároveň to hrálo primární roli v měřeních po delším časovém intervalu, neboť tou dobou byla již špageta zcela svěšena. Tento kritický čas na základě dat odhadujeme na dobu  $t = 5$  min.

Vedlejším pozorováním, které jsme v průběhu učinili, bylo, že v době, kdy by podle výrobce měla být špageta uvařena (8 minut), došlo k prodloužení špagety zhruba o 2 cm, tedy na 28 cm.

## b) Proměrování odporu špaget

Toto měření jsme provedli s totožnými špagetami jako měření ohybu. Zprvu jsme odpor proměřovali těsně po vytažení špagety z vody, přičemž závislost lze vidět na následujícím grafu:

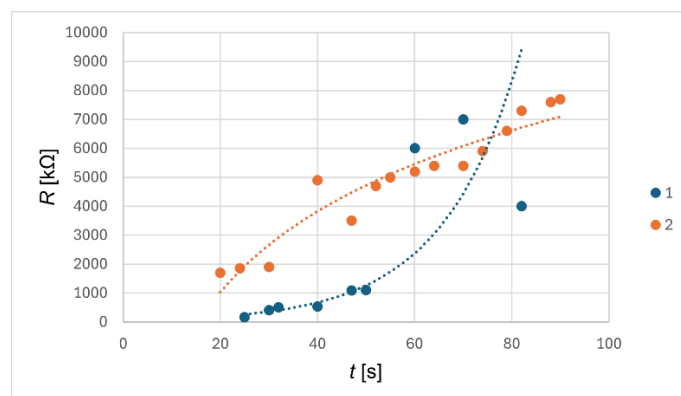
Graf 2: Závislost elektrického odporu na době vaření



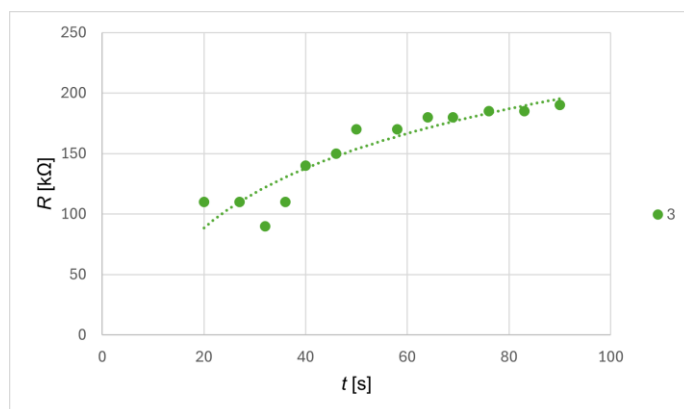
Měření probíhalo způsobem, že jsme ke špagetě přiložili krokosvorku a hodnotu odečetli z multimetru. Hodnoty nebyly stálé, volili jsme pak tedy střední hodnotu.

Dále jsme proměřovali závislost odporu na čase poté, co byla špageta z vody vytažena, neboť klesá její teplota a vypařuje se z ní voda, tato měření jsme provedli celkem tři, přičemž jejich výsledky byly dosti nevyovídající o jakékoli obecné tendenci, s výjimkou rostoucího trendu:

Graf 3: Změna odporu s časem



Graf 4: Změna odporu s časem



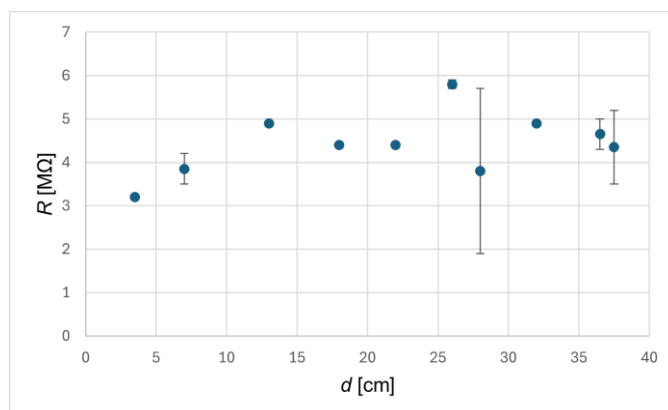
Data jsme rozdělili do dvou grafů, neboť jeden set dat rozsahově neseseděl ke zbylými dvěma a závislost by nebyla viditelná. Přes vysokou nevypovídavost těchto dat jako celku se přikláníme k hodnotám měření dva, neboť dané měření bylo nejkonzistentnější.

V dalším měření jsme se pokusili o určení závislosti odporu na délce úseku špagety  $d$ . První měření probíhalo znovu pomocí přímého kontaktu krokosvorek se špagetou, přičemž výsledky byly naprosto nevypovídající. Hodnoty se totiž mnohdy neustalovaly, s rozmezími jsou uvedeny v tabulce 1, a celková tendence neměla interpretovatelný význam, jak vidno Grafu 5:

Tabulka 1: Závislost odporu na délce

$d$ [cm]	$R$ [MΩ]
37,5	3,5 – 5,2
36,5	4,3 – 5,0
32,0	4,9
28,0	1,9 – 5,7
26,0	5,7 – 5,9
22,0	4,4
18,0	4,4
13,0	4,9
7,0	3,5 – 4,2
3,5	3,2

Graf 5: Závislost odporu na délce špagety



Příčemž do grafu jsme při hodnotě, kdy jsme naměřili hodnoty v širším intervalu, dali jeho střední hodnotu.

Při dalších pokusech s LED jsme narazili na fakt, že když jsme zapíchli její nožičku do špagety, tak její svícení bylo zřetelně stabilnější. Na základě tohoto postřehu jsme se pokusili multimetr použít způsobem, že jsme do krokosvorky uchopili drát, který jsme zapíchli do špagety, po pár pokusech bylo zřejmé, že toto měření by nevedlo k uspokojivějším výsledkům, tak jsme ho zanechali.

### c) Špagetové obvody

Závislost odporu na vzdálenosti z *Graf 5* nás nadchla pro praktické využití. Pokusili jsme se tedy o zapojení LEDky, toto zapojení nám fungovalo, museli jsme však připojit zdroj o 60 V.

Nutno však zmínit, že navzdory očekáváním svítily i dvě, v sérii zapojené. Při pokusech s diodami jsme ověřili předpoklad závislosti odporu na vzdálenosti, kdy dioda při prodlužování špagetového drátu měnila intenzitu svého svícení.

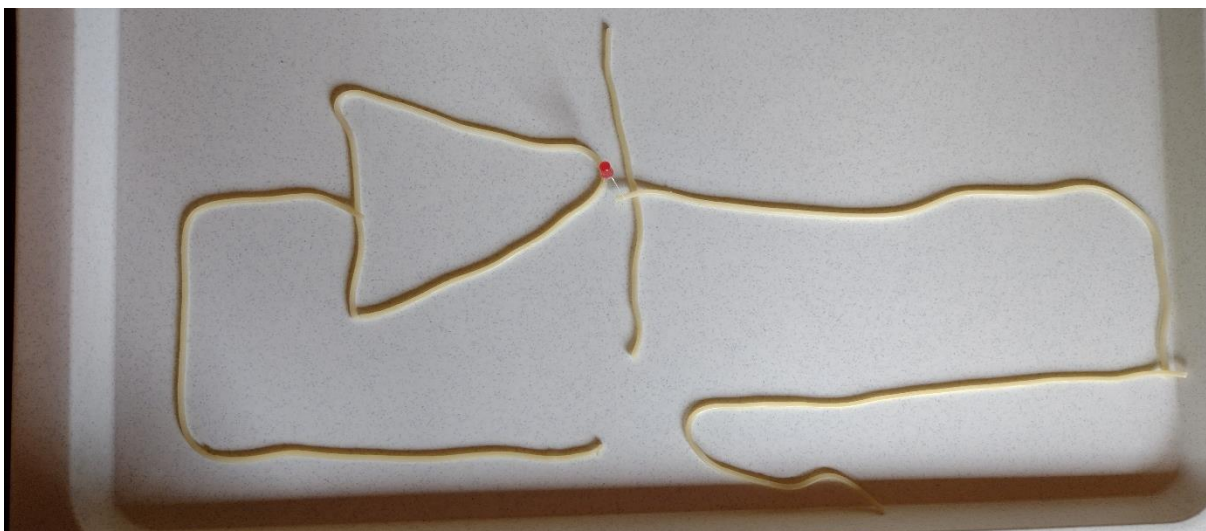


Obrázek 1: LED blíž

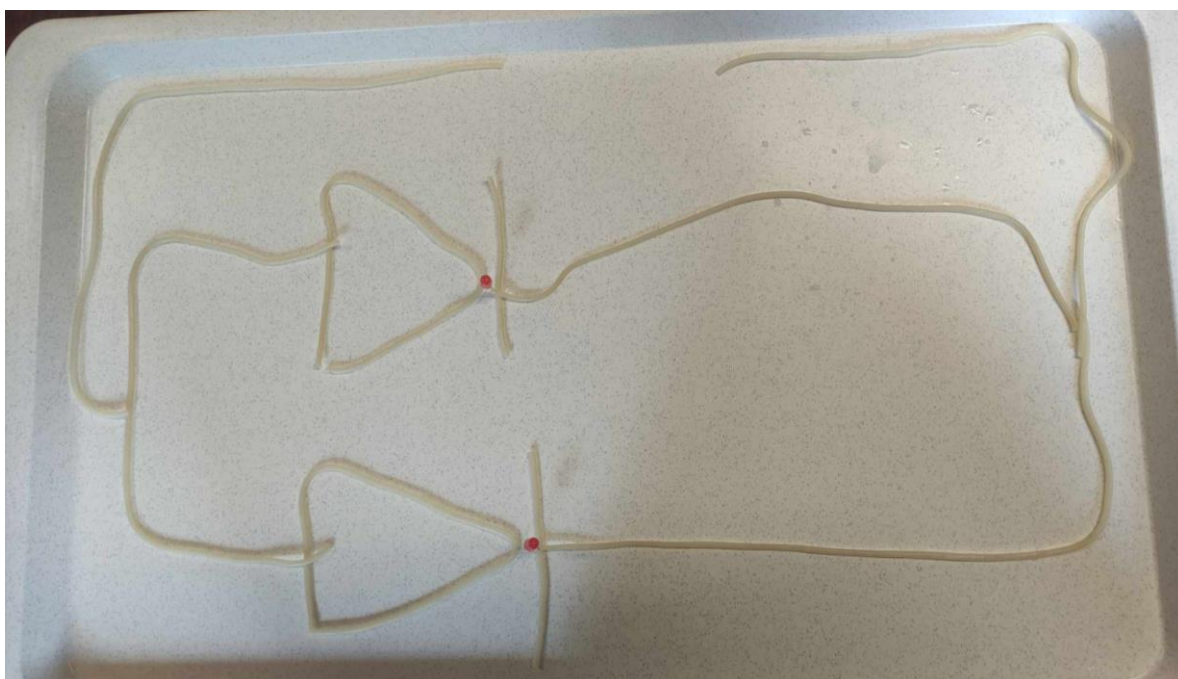


Obrázek 2: LED dál

Na úspěch s diodami jsme navázali tím, že jsme vytvořili názorné špagetové zapojení jedné diody a paralelně zapojených diod:



Obrázek 3: Dioda zapojená ve špagetovém obvodu



Obrázek 4: Paralelně zapojené diody v obvodu

K našemu údivu obě zapojení (při 60 V) svítily.

Pokoušeli jsme se také o tranzistorový zesilovač, ten se však nezdařil, neboť naše zapojení tranzistor trvale poškodilo neznámým způsobem, že se dále nechoval jako tranzistor.

Obvody jsme nechali přes odpoledne na slunci, což vyústilo v jejich uschnutí a s tím spjatou ztrátu vodivých vlastností. Zajímalo nás, zdali po znovu uvaření budou nadále schopny vést elektrický proud, či zda jde o nevratný proces. Tento pokus dopadl zdárně a špagetový obvod fungoval i přes dočasné uschnutí, což dokazuje užitečnost a potenciál špagetových obvodů.