

FAKULTA MATEMATIKY FYZIKY A INFORMATIKY
UNIVERZITA KOMENSKÉHO

Softvér k optickému spektrometru s web kamerou

zimný semester 2024/2025

Lukáš Košina

Alex Juráška

Kristián Rusnák

Lenka Záhradníková

Obsah

Katalóg požiadaviek	4
1 Úvod	4
1.1 PREDMET ŠPECIFIKÁCIE	4
1.2 ROZSAH PROJEKTU A FUNKCIE SYSTÉMU	4
1.3 SLOVNÍK POJMOV, SKRATKY	4
1.4 DÔLEŽITÉ ODKAZY	5
2 VŠEOBECNÝ OPIS APLIKÁCIE	6
2.1 KONTEXT SYSTÉMU	6
2.2 CHARAKTERISTIKA POUŽÍVATEĽOV	6
2.3 FUNKCIE APLIKÁCIE	6
2.3.1 Funkcie ovládania kamery	6
2.3.2 Práca so súbormi	6
2.3.3 Funkcie výstupu na obrazovku	7
2.3.4 Funkcie kalibrácie spektrometra	7
3. KONKRÉTNE POŽIADAVKY	8
3.1 FUNKČNÉ POŽIADAVKY	8
3.1.1 Všeobecné požiadavky na prístup k aplikácii	8
3.1.2 Prístup k systému z pohľadu používateľa	8
3.1.3 Ovládanie kamery	8
3.1.4 Výstup na obrazovku	9
3.1.5 Kalibrácia spektrometra	10
3.2 Nefunkčné požiadavky	10
3.2.1 Výber technológií pre vývoj	10
3.2.2 Hlavný jazyk rozhrania	10
Dizajn systému	11
1. Používateľské rozhranie	11
1.1 Landing Page	11
1.2 Výber kamery	12
1.3 Kalibrácia Spektrometra	12
1.4 Nahrávanie a Graf	15
1.5 Tutorial page	17
2. UML Diagramy	18

3. Plán Implementácie	21
3.1 Analýza požiadaviek	21
3.2 Základný návrh	21
3.3 Implementácia	21
3.3.1 Ovládanie kamery	21
3.3.2 Kalibrácia	21
3.3.3 Graf	21
3.3.4 Dodatky	21
4. Testovacie scenáre	22
4.1 Celá stránka	22
4.2 Výber kamery	22
4.3 Kalibrácia	22
4.4 Nahrávanie	23
5. Problémy implementácie	25
5.1 Rozlíšenie kamery	25

Katalóg požiadaviek

1 Úvod

1.1 Predmet špecifikácie

Táto špecifikácia požiadaviek na softvér popisuje používateľské a funkčné požiadavky pre webovú stránku obsahujúcu softvér k optickému spektrometru spoločnosti Kvant spol.

s.r.o.. Systém bude slúžiť najmä na ovládanie spektrometra a následné skúmanie spracovaného obrazu zosnímaného kamerou zabudovanou v prístroji. Tento dokument je určený všetkým ľuďom, ktorí s informačným systémom prídu do priameho alebo nepriameho kontaktu.

1.2 Rozsah projektu a funkcie systému

Súčasná verzia systému poskytuje služby, akými sú spracovanie obrazu spektrometra do 2D grafickej podoby. Zobrazuje RGB zložky spektra. Obsahuje tiež možnosť zobrazenia polohy a hodnoty maxim, ktoré je možné priblížiť pre lepší detail. Tento systém je nevyhovujúci pre jeho slabú kompatibilitu. Našou úlohou je vytvoriť webovú stránku, ktorá bude obsahovať funkcionality už existujúceho systému. Do tejto funkcionality patria možnosti výberu kamery, ovládanie samotnej kamery, ukladanie aktuálneho záznamu z kamery, spätná možnosť načítania súboru, jeho grafické vyjadrenie a možnosť aritmetických operácií (rozdiel, podiel) medzi zvolenými priebehmi.

1.3 Slovník pojmov, skratky

spektrometer	Zariadenie založené na princípe rozkladu svetla pri difrakcii na mriežke a následnom spracovaní obrazu zosnímaného bežnou webkamerou zabudovanou v prístroji.
spektrum	Súbor monochromatických optických žiarení, ktoré sú charakterizované frekvenciou a intenzitou a sú obsiahnuté v žiarení uvažovaného zdroja žiarenia.
intenzita	Intenzita je mierou rozloženia energie žiarenia do častí spektra.
RGB zložka	RGB je aditívny farebný model, pri ktorom svetlo želanej farby vzniká zmiešaním červeného, zeleného a modrého svetla vhodnej intenzity.
integračná doba	Je to parameter, prístupný v riadiči kamery, ktorým sa určuje akú dlhú dobu má kamera akumulovať náboj vytváraný dopadajúcim svetlom. Po jej uplynutí nastáva vyčítavanie hodnoty náboja zmeneného na výstupné napätie.

obrazové body	Jednotky kalibrácie (vlnová dĺžka v nm, vlnočet v cm ⁻¹).
---------------	---

1.4 Dôležité odkazy

- Existujúci systém pre ovládanie spektrometra dodaný spoločnosťou Kvant spol. s.r.o.
<https://www.kvant.sk/apps/spektrometer/spectra.exe>
- Existujúca stránka obsahujúca demo verziu softvéru spektrometra
<https://spektrometer.forschool.eu/examples/new-capture/>
- Existujúca dokumentácia pôvodného systému
<https://downloads.kvant.sk/SPECTRA-Manual-ENG.pdf>

2 Všeobecný opis aplikácie

2.1 Kontext systému

Webová aplikácia bude slúžiť na spracovanie a analyzovanie svetla pomocou kamery spektrometra. Používateľ pripojí kameru, ktorú stránka rozpozná ako pripojené zariadenie. Používateľ zadá správne kalibračné hodnoty, ktoré sa nachádzajú na spodnej strane jeho spektrometra, alebo si tieto hodnoty nahrá na stránku pomocou súboru. Nastaví si rôzne parametre výstupného obrazu a jeho snímania podľa svojich potrieb. Keď používateľ spustí nahrávanie, kamera začne produkovať výstupný obraz zachyteného svetla, ktorý bude vidieť na obrazovke vo forme farebného spektra alebo grafu, podľa ktorého bude vidieť rozloženie svetla na jeho farebné zložky podľa intenzity a vlnovej dĺžky. Taktiež si bude môcť na grafe zobrazíť rôzne úseky spektra a jeho maximá pre podrobnejšiu analýzu. Dostupné bude aj vykonávanie rôznych aritmetických operácií medzi nasnímanými obrázkami, ktoré slúžia k nájdeniu rozdielov/zmien (v čom sú odlišné). Nasnímané obrázky sa budú dať lokálne uložiť, prípadne načítať do aplikácie a následne s nimi pracovať.

2.2 Charakteristika používateľov

Aplikáciu bude využívať jeden typ používateľov. Všetci používatelia majú rovnaké právomoci a možnosti z hľadiska funkcionality systému bez nutnosti registrácie alebo prihlasovania.

Používatelia budú môcť používať pripojenú kameru (spektrometer) na stránke a pracovať s ňou. Na základe výstupu z kamery im systém umožní analyzovať spracovaný obraz vo forme grafického zobrazenia nameraného spektra.

2.3 Funkcie aplikácie

2.3.1 Funkcie ovládania kamery

Ak budú k počítaču pripojené viaceré kamery, tak používateľ si bude môcť v aplikácii v zozname pripojených kamerových zariadení vybrať, ktorú kameru chce použiť na snímanie. Snímanie kamery bude môcť spustiť, alebo po spustení zastaviť. Snímanie bude nepretržité, s nastavením odstupe medzi jednotlivými snímkami.

Rozmery výstupného obrazu kamery budú statické. Ďalším nastavením výstupného obrazu je integračná/expozičná doba, pomocou ktorej si používateľ nastaví čas, počas ktorého dopadá svetlo na fotocitlivý materiál v spektrometri.

2.3.2 Práca so súbormi

Nasnímané zábery sa budú dať lokálne uložiť vo formáte „.png“, alebo „.txt“, či už manuálne cez možnosť „uložiť“, alebo ukladať snímky automaticky počas snímania spektrometra. Miesto uloženia a názov si používateľ vyberie sám, alebo si nastaví predvolené hodnoty. Možnosť načítať lokálny „.png“, alebo „.txt“ súbor do aplikácie a

zobraziť ho graficky. Do „.txt“ súboru si bude môcť užívateľ softvéru uložiť aj maximá snímaného svetla, ich polohy a hodnoty.

2.3.3 Funkcie výstupu na obrazovku

Vo výstupnom obraze sa bude dať vybrať jeden, alebo viac riadkov a stĺpcov, v ktorom chce používateľ detailnejšie analyzovať farebné spektrum a jeho intenzitu. Taktiež si bude môcť vybrať vo výstupnom obraze riadky a graficky ich znázorniť do jedného grafu. V grafe bude dostupná lupa, pomocou ktorej sa bude dať farebné spektrum zobrazené v grafe priblížiť a následne oddialiť. Krivka grafu (a jeho vnútro) snímaného svetla sa bude dať vyplniť jeho farebným spektrom. V grafe bude možnosť zobraziť maximá snímaného svetla, ich polohy a hodnoty.

2.3.4 Funkcie kalibrácie spektrometra

Aplikácia umožní používateľovi nakalibrovať spektrometer na správne hodnoty. Kalibrácia spočíva v tom, že určitým obrazovým bodom (pixelom) v grafe farebného spektra sa priradia správne vlnové dĺžky a tým sa spektrometer nakalibruje. Kalibrovať môžeme od výrobcu dodanými kalibračnými bodmi, ručne vloženými, alebo načítanými z „.txt“ súboru

3. Konkrétne požiadavky

3.1 Funkčné požiadavky

3.1.1 Všeobecné požiadavky na prístup k aplikácii

- i. Jedná sa o webovú aplikáciu, ktorá bude slúžiť pre používateľov s príslušným hardvérovým zariadením spektrometra.
- ii. Aplikácia má byť spustiteľná nezávisle od operačného systému a prehliadaču.
- iii. Pre korektné fungovanie softvéru, je potrebná kalibrácia, pomocou bodov uvedených na konkrétnom zariadení spektrometra, alebo v súbore s kalibračnými bodmi, ktoré aplikácia načíta, či inými.

3.1.2 Prístup k systému z pohľadu používateľa

- a.) Používateľ bude mať k dispozícii zoznam pripojených kamier, kde si bude môcť zvoliť kameru spektrometra, ktorá bude používaná ako vstupné zariadenie na získavanie snímok do aplikácie.
- b.) Ak je pripojená jediná kamera, je zvolená automaticky.

3.1.3 Ovládanie kamery

- c.) Program dokáže rozoznať pripojenie a odpojenie kamery a tento stav nejaký spôsobom vizualizuje na obrazovke.
- d.) Ak je kamera pripojená, po stlačení tlačidla „Spustiť“ program začne komunikovať s pripojenou, zvolenou kamerou, od ktorej začne získavať nasnímané dáta.
- e.) Proces snímania obrazu z kamery pokračuje nepretržite, ale je možné ho kedykoľvek zastaviť tlačidlom „Ukončiť“.
- f.) Používateľ môže obmedziť nepretržité snímanie obrazu z kamery zadaním počtu snímok, ktoré sa majú z kamery načítať.
- g.) Pre možnosť ohraničeného snímania obrazu môže používateľ nastaviť časový odstup medzi jednotlivými zábermi.
- h.) V aplikácii si bude môcť používateľ prispôsobiť nastavenia kamery podľa vlastných potrieb, ktoré mu umožnia optimalizovať snímky získavané z kamery, napríklad už spomenutou integračnou dobou - akumulácie náboja, čo je parameter, prístupný v driveri ku kamere, ktorým sa určuje akú dlhú dobu má kamera akumulovať náboj vytváraný dopadajúcim svetlom. Po jej uplynutí nastáva vyčítavanie hodnoty náboja zmeneného na výstupné napätie.

- i.) Aktuálna snímka z kamery spektrometra sa dá uložiť vo formáte: „.png“; na ručne zadane / programovo predvolené miesto na disku.
- j.) V ohraničenom režime snímania obrazu je možné zvoliť, či sa všetky snímky načítané z kamery vo vhodnom intervale majú ukladať do súboru.
- k.) Snímky z kamery uložené do súboru je možné neskôr znovu načítať a zobrazíť v aplikácii.
- l.) Aktuálne zobrazený spektroskopický dvojrozmerný graf je možné zapísať do súboru „.png“
- m.) RGB hodnoty zobrazené v grafe je možné zapísať do súboru vo formáte „.txt“;

3.1.4 Výstup na obrazovku

- n.) V grafickom prostredí aplikácie sa bude nachádzať snímka z kamery, alebo uloženého záznamu spektrometra v počítači a k nej príslušný 2-rozmerný graf jednotlivých RGB zložiek nasnímaného svetla, kde na X-ovej osi bude vlnová dĺžka a na Y-ovej osi bude jej intenzita.
- o.) Šírka snímky z kamery zobrazenej v aplikácii, ktorá je pod dvojrozmerným grafom RGB zložiek snímky, má mať šírku rovnakú ako X-ová os grafu
- p.) Používateľ si bude môcť upraviť režim zobrazenia nasnímaných dát, ktoré budú mať vplyv na výsledný graf, ku ktorým mu pomôžu funkcie ako:
 - približovanie - funkcia, ktorá umožní používateľovi zväčšiť (priblížiť) časť spektra (na X-ovej osi), alebo sa vrátiť späť na celé spektrum, Y-ová os sa nebude približovať
 - funkcia na zobrazovanie maximálnej hodnoty v grafe (lokálne / globálne maximum),
 - funkcia na zobrazenie hodnôt, ktoré presiahnu konkrétnu ručne zadanú hodnotu, tzn. na výstupnom RGB grafe sa zvýraznia hodnoty (napr. čiernou bodkou, alebo sa zobrazí ich hodnota vedľa vrcholu v grafe,...), ktoré tieto podmienky spĺňajú.
 - prepínanie medzi režimom zobrazenia kamerou nasnímanej snímky v pixeloch / nanometroch, kde štandardný režim zobrazovania obrázka v pixeloch je pomocou výpočtov funkcie prevedený na nanometre
- q.) Používateľ si má mať možnosť zo snímky z kamery zvoliť riadky a stĺpce z ktorých sa mu na grafe zobrazia namiesto RGB zložiek celej snímky iba spriemerované hodnoty RGB zložiek zvolených riadkov a stĺpcov, tzn. podiel súčtu RGB zložiek bodov (pixelov) vo zvolených riadkoch a stĺpcoch, počtom daných riadkov a stĺpcov.

- r.) Možnosť zobrazenia zmeny v spektre pomocou rozdielu spektrometrom nasnímaného statického obrázku a referenčnej snímky, kde na výstupnom grafe budú výsledné hodnoty rozdielu RGB zložiek, tzn., že od hodnoty RGB každého bodu (pixelu) nasnímaného statického obrázku sa odpočíta hodnota každého bodu referenčnej snímky.

3.1.5 Kalibrácia spektrometra

- s.) Pomocou kalibračných bodov načítaných z dvojrozmerného „.txt“ súboru / ručne vložených, program vypočíta parametre kalibračnej paraboly (jej grafické zobrazenie) použitím metódy najmenších štvorcov, cez ktorú sa obrazovým bodom záznamu priradia jednotky kalibrácie (vlnová dĺžka).
- t.) možnosť vytvorenia kalibračného súboru zo záznamu spektra predom známeho zdroja svetla, tzn. vytvorenie dvojrozmerného „.txt“ súboru, kde budú body kalibrácie (jednotlivé pixely, ktorým je priradená vlnová dĺžka). Dané hodnoty je možno skontrolovať a porovnať pomocou tabuliek na internete, kde sú zaznamenané hodnoty niektorých zdrojov svetla, a zistiť tak presnosť kalibrácie.

3.1.6 Výber jazyka

Užívateľ si bude môcť z rozbaľovacieho menu alebo zoznamu jazykov vybrať preferovaný jazyk, v ktorom sa mu bude aplikácia zobrazovať, čo mu umožní pohodlnejšie prehliadanie a používanie všetkých jej funkcií v jazyku, ktorému najlepšie rozumie.

3.2 Nefunkčné požiadavky

3.2.1 Výber technológií pre vývoj

Na vývoj aplikácie bude použité HTML, CSS a JavaScript. Nepoužijú sa iné programovacie jazyky ani frameworky, ktoré nie sú kompatibilné s týmito technológiami.

3.2.2 Hlavný jazyk rozhrania

Systém bude používať anglický jazyk ako primárny jazyk používateľského rozhrania. Všetky texty, tlačidlá, hlásenia a dokumentácia budú predvolene zobrazené v angličtine.

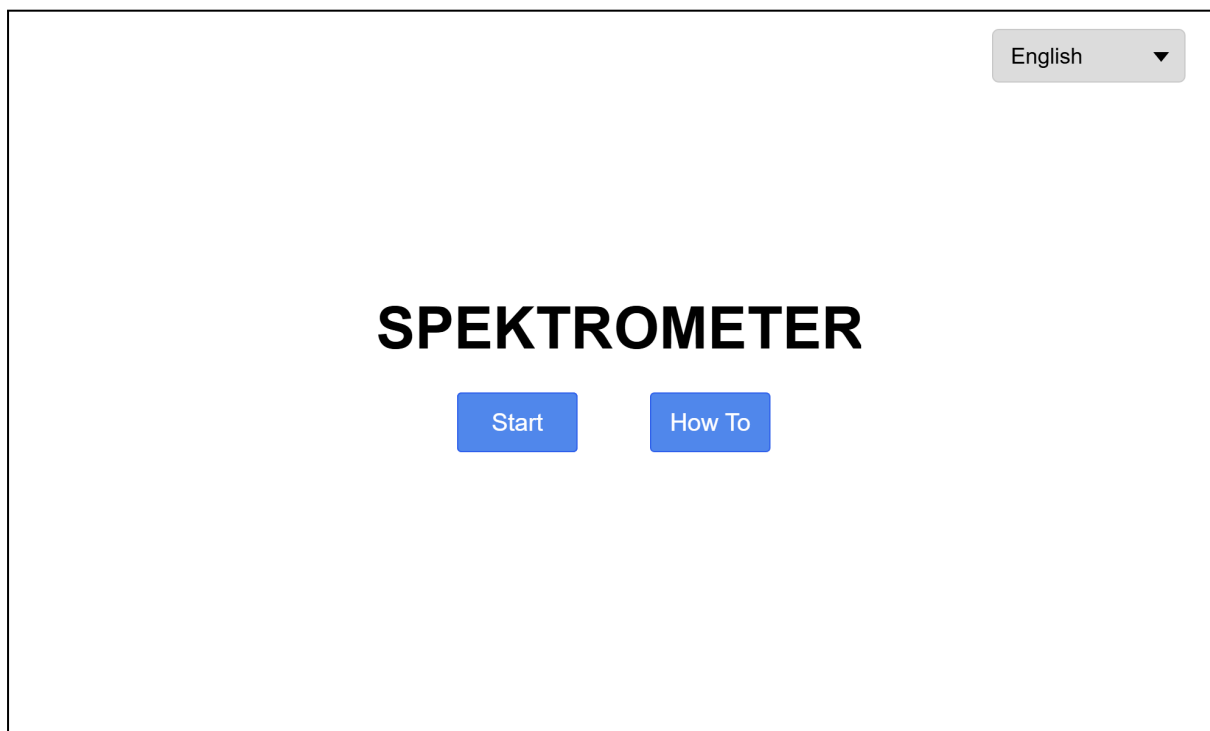
Dizajn systému

1. Používateľské rozhranie

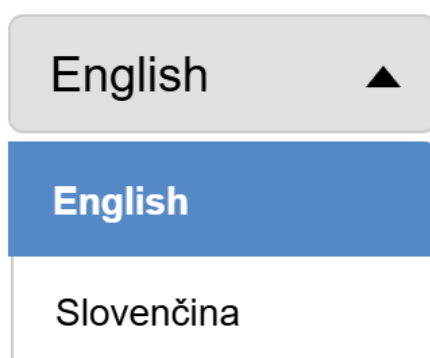
Celkové funkčné demo je k dispozícii na platforme Moqups:

<https://app.moqups.com/OMsujPNL26mbKbTTaa2A6rn70bAvrL89/view/page/a0da47917>

1.1 Landing Page



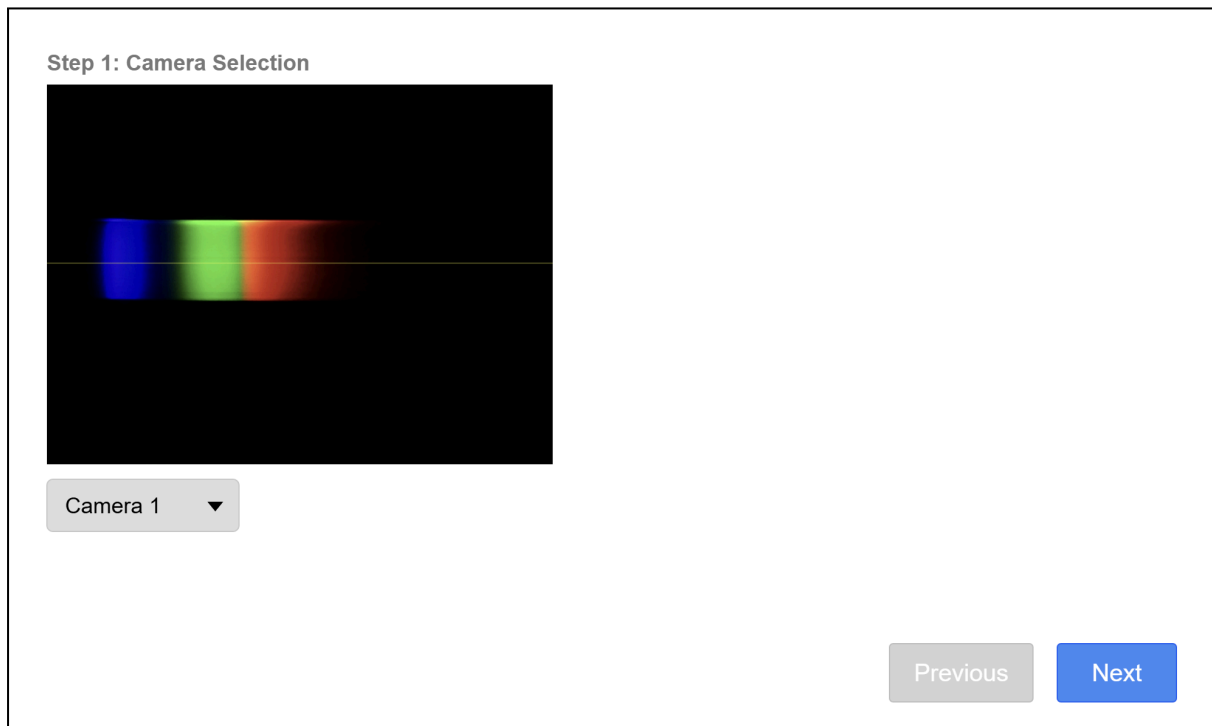
Obr. 1.1.1 Úvodná stránka systému



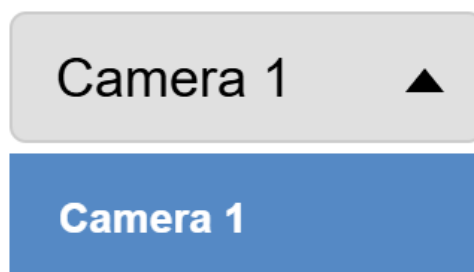
Obr. 1.1.2 Možnosti výberu jazyka

Úvodná stránka (taktiež nazývaná landing page), je prvou stránkou, na ktorú sa používateľ dostane. Stránka samotná je jednoduchá, obsahuje iba nadpis, linky na stránku tutorialu a začatie funkčnej časti stránky a nastavenie jazyka. Jazyk po vybratí bude zobrazený všade na stránke až kým ho nezmeníme.

1.2 Výber kamery



Obr. 1.2.1 Stránka s výberom kamery



Obr. 1.2.2 Dropdown s dostupnými kamerami
(vo finálnom produkte sa budú zobrazovať názvy kamier)

Funkčná časť stránky sa skladá z troch krokov - prvým je výber kamery. Táto stránka obsahuje dropdown, kde sa zobrazujú všetky prístupné kamery. Obrázok z aktuálne vybranej kamery sa zobrazuje nad dropdownom. V rohu sa nachádza navigácia, teraz iba s možnosťou ísť na nasledujúcu stránku.

1.3 Kalibrácia Spektrometra

Druhý krok sa zaoberá kalibrovaním kamery. Stránka obsahuje políčka na zadanie kalibračných dvojíc - jedno pre pixely, druhé pre nanometre. Pod políčkami sa nachádza viacero možností "Add calibration points" pridá novú dvojicu políček, "Remove calibration points" jednu dvojicu odstráni (musia byť minimálne 3), "Reset calibration points" vyprázdni políčka a nechá iba 3 páry, "Export calibration settings" po kalibrácii uloží súbor s dvojicami, ktorý sa následne v "Choose file" dá importovať a vloží hodnoty do políček, "Calibrate" vypočíta podľa kalibračných bodov kalibračnú funkciu a zobrazí ju na graf, ktorý sa nachádza pod možnosťami. V rohu sa opäť nachádza navigácia, teraz aj s možnosťou ísť na stránku nahrávania.

Step 2: Camera calibration

	px	nm
point 1:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
point 2:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
point 3:	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Add calibration pointsremove calibration pointsCalibrateReset calibration points

Export calibration settingsChoose FileNo file chosen

PreviousNext

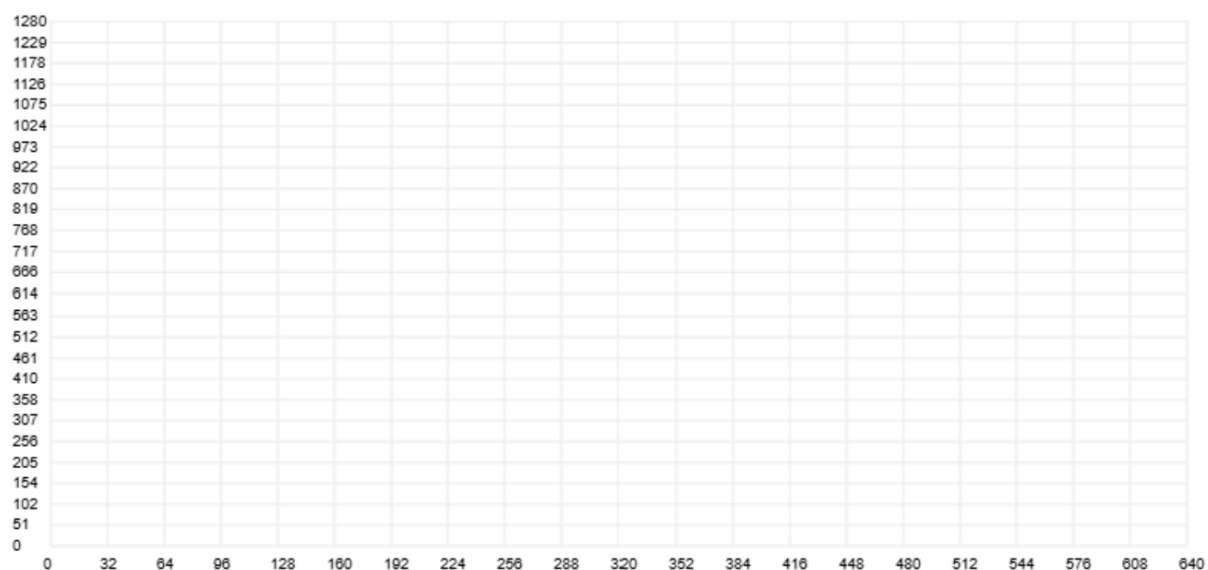
Obr. 1.3.1 Stránka s kalibráciou spektrometra

	px	nm
point 1:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
point 2:	<input type="text"/>	<input type="text"/>
point 3:	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Add calibration pointsremove calibration pointsCalibrateReset calibration points

Export calibration settingsChoose FileNo file chosen

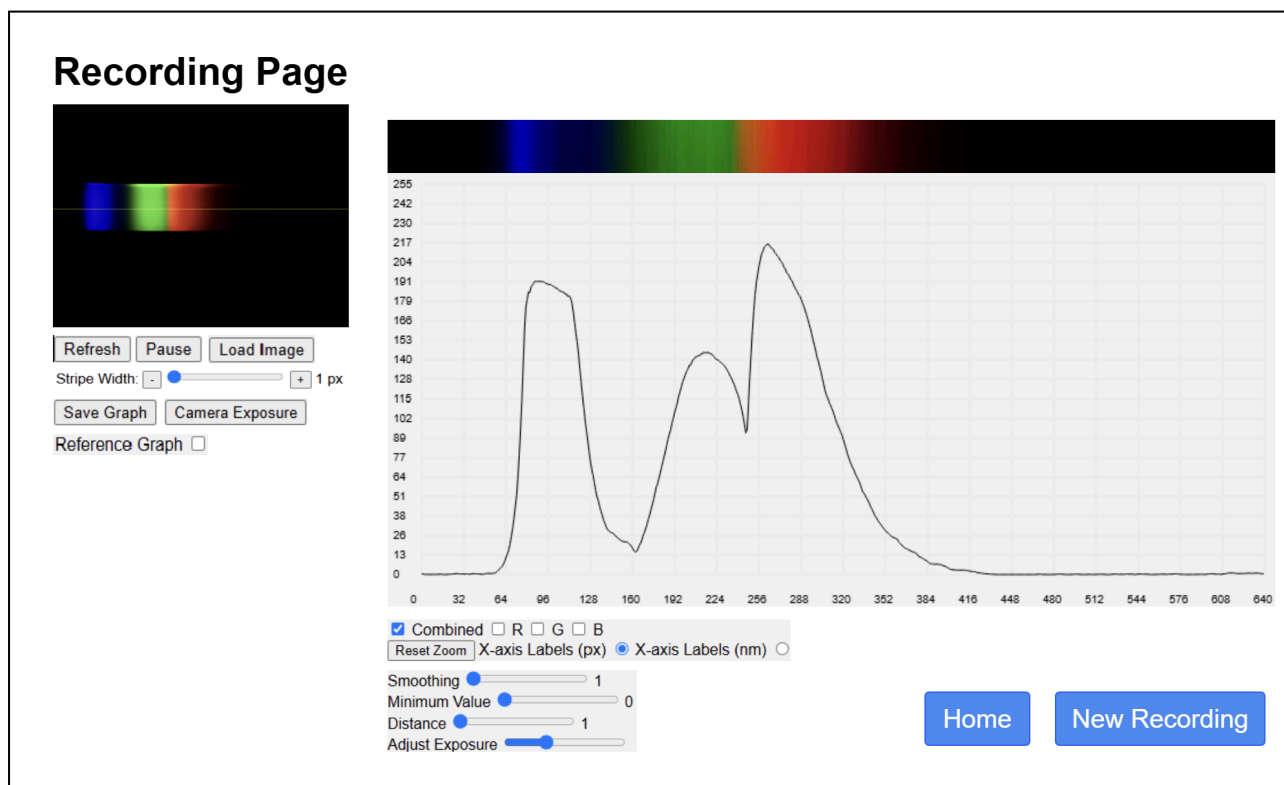
Obr. 1.3.2 Zadávanie kalibračných hodnôt



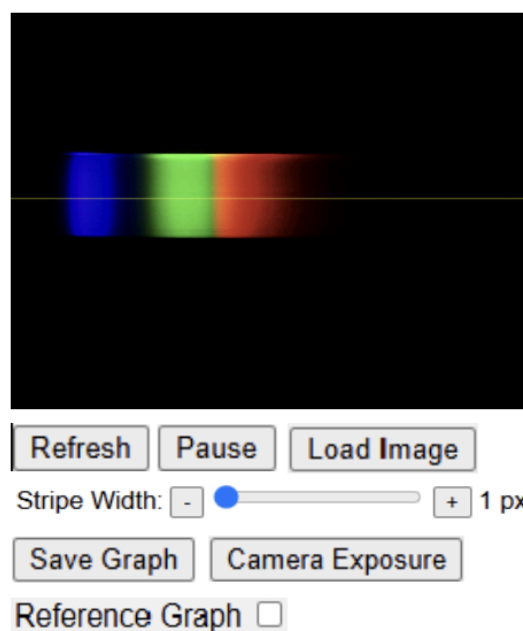
Obr. 1.3.3 Po kalibrácii sa na grafe zobrazí kalibračná krivka zložená zo zadanych bodov

1.4 Nahrávanie a Graf

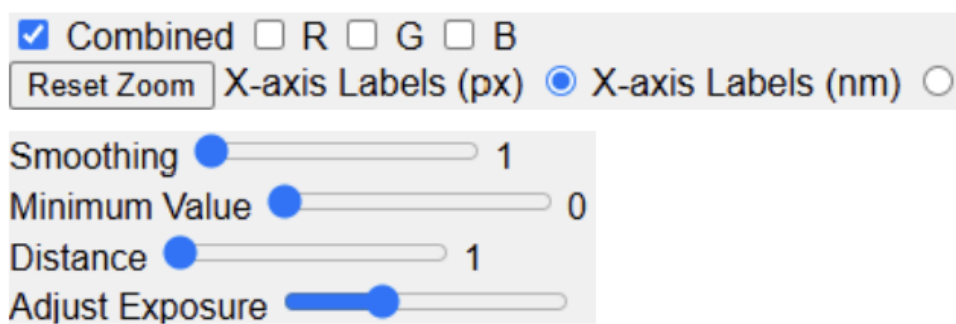
Finálna stránka sa zaoberá samotným nahrávaním a čítaním z grafu. Stránka obsahuje 2 hlavné funkčné prvky - kameru a graf. Ovládanie kamery ju dovoľuje zastaviť/pustiť, meniť expozičnú dobu, ukladať obraz z grafu a meniť hrúbku pásiku. Graf dovoľuje viackrát zoomovať, uhladzovať, zobrazovať a ovládať maximá. Mierku grafu si taktiež vieme prepínať medzi pixelmi a nanometrami a vieme zobraziť aj samotné R,G,B zložky spektra. Okrem týchto si vieme zapamätať a zobraziť referenciu na predošlý graf a spustiť viackrát uloženie obrazu z kamery s časovými medzerami. Poslednou nespomenutou možnosťou je vloženie obrázka, pričom sa s ním bude dať merať rovnakým spôsobom ako pri zapnutej kamere.



Obr. 1.4.1 Recording Page



Obr. 1.4.2 Výber pásika z obrazu kamery, možnosti zastavenia kamery, pridania referenčného grafu, načítania a uloženia obrázku

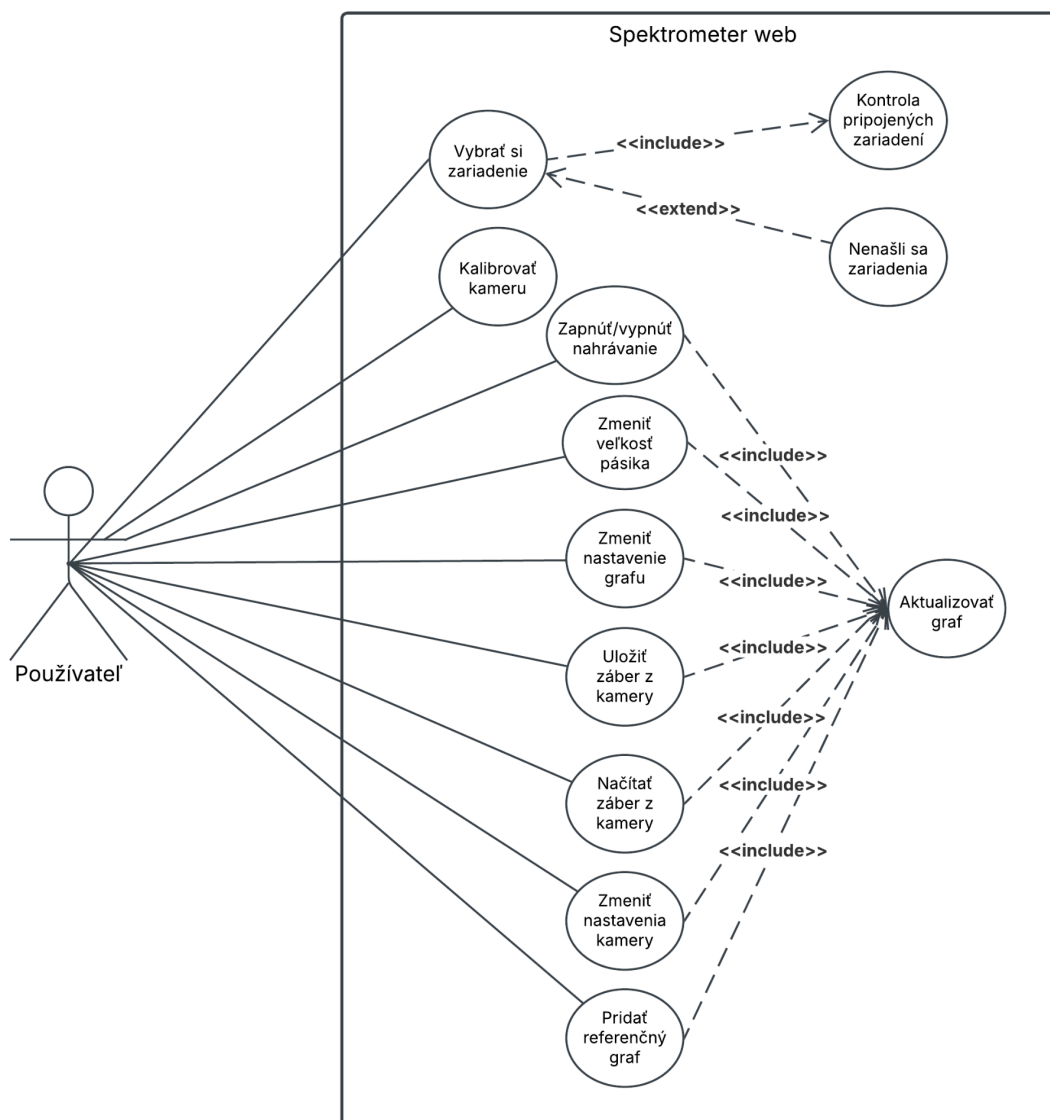


Obr. 1.4.3 Možnosti manipulácie s grafom, ovládanie zobrazenia maxím

1.5 Tutorial page

Stránka popisujúca používanie celého systému spolu aj so screenshotmi

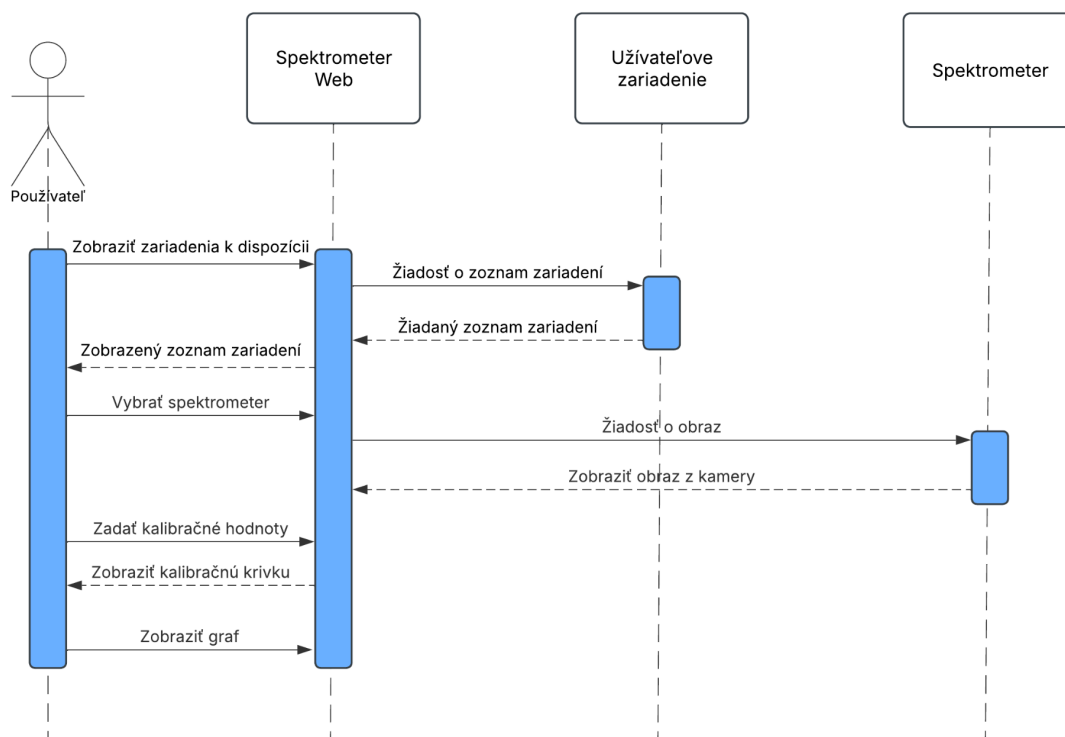
2. UML Diagramy



Obr. 2.1 Use Case diagram popisujúci možnosti využitia systému

Tento diagram znázorňuje hlavné funkcionality systému na ovládanie spektrometra a interakcie používateľa so systémom. Medzi základné prípady použitia patria:

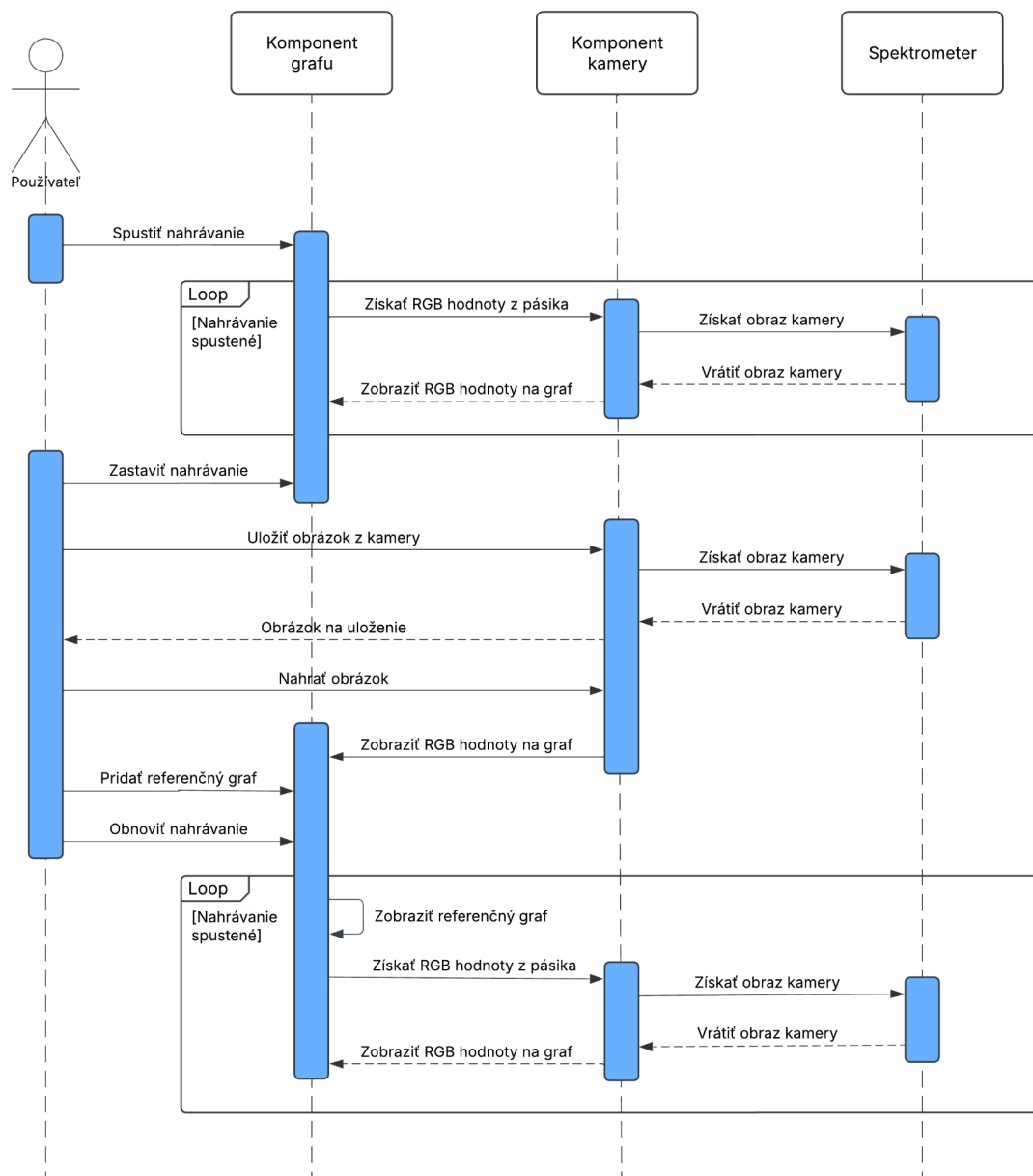
- **Výber zariadenia** – Používateľ si vyberie kameru, s ktorým chce pracovať.
- **Kalibrácia** – Spektrometer je možné kalibrovať kvôli zlepšeniu presnosti
- **Vizualizácia dát** – Počas merania sa údaje zobrazujú na grafe a môžu byť uložené.
- **Úprava nastavení** – Používateľ môže meniť parametre kamery pre optimalizáciu merania.
- **Ukladanie a načítanie obrázkov** – Systém umožňuje ukladať získané spektrálne obrázky a analyzovať už existujúce snímky.



Obr. 2.2 Sekvenčný diagram popisujúci pripojenie a kalibráciu kamery

Diagram znázorňuje postup pri výbere a kalibrácii spektrometra:

1. **Výber kamery** – Používateľ vyberie zariadenie zo zoznamu, systém overí pripojenie a zobrazí jej obraz
2. **Kalibrácia** – Používateľ zadá kalibračné hodnoty, systém vypočíta krivku a zobrazí ju



Obr 2.3 Sekvenčný diagram popisujúci prácu s grafom pri nahrávaní, ukladanie záberov ako aj ich opätovné načítanie do systému

Diagram znázorňuje proces zaznamenávania dát a ich vizualizácie:

1. **Spustenie nahrávania** – Používateľ začne záznam, systém začne prijímať dáta.
2. **Zobrazenie grafu** – Prijaté dáta sa spracujú a zobrazia v reálnom čase na grafe.
3. **Možnosti interakcie** – Používateľ môže upraviť nastavenia, zastaviť nahrávanie alebo uložiť dáta na ďalšiu analýzu.

Tento proces umožňuje sledovanie spektrálnych údajov v reálnom čase s možnosťou ich ďalšieho spracovania.

3. Plán Implementácie

3.1 Analýza požiadaviek

Podrobný rozbor katalógu požiadaviek a následné rozdelenie systému na samostatné komponenty

3.2 Základný návrh

Rozvrhnutie systému na podstránky, upresniť kde sa ktorý komponent bude nachádzať a ako budú komponenty navzájom komunikovať. Tento prvotný návrh je iba náčrtom finálnej stránky. Zároveň je potrebné odkomunikovať a nechať odobriť základný layout zadávateľovi

3.3 Implementácia

3.3.1 Ovládanie kamery

- Výber z pripojených zariadení
- Rozlíšenie a ovládanie expozičnej doby kamery
- Zastavenie a spustenie kamery
- Funkcionalita pásika
- Uloženie a následné vloženie snímku z kamery

3.3.2 Kalibrácia

- Kalibračný formulár
- Výpočty
- Import/Export kalibračných hodnôt do súboru

3.3.3 Graf

- Zmena mierky medzi pixelmi a nanometrami
- Funkcia Zoom
- Zobrazenie maxím

3.3.4 Dodatky

- Možnosť zmeny jazyka
- Tutorial stránka

4. Testovacie scenáre

Keďže dizajn stránky je rozdelený na postupné kroky, sekcie testovacích scenárov predpokladajú úspešné prejdenie všetkými predošlými sekciami

4.1 Celá stránka

Test 4.1.1 Výber Jazyka

1. Používateľ sa pripojí na stránku
2. Vyberie si z ponuky dostupných jazykov
3. Pokračuje v používaní stránky ako v nasledujúcich scenároch

Očakávaný výsledok: Stránka bude zobrazená všade vo vybranom jazyku

4.2 Výber kamery

Test 4.2.1 Výber s dostupnými kamerami

1. Používateľ rozklikne výber kamier

Očakávaný výsledok: Vo výbere sa zobrazia názvy všetkých dostupných kamier

a

v náhľade sa zobrazí obraz z aktuálnej kamery

2. Vyberie si spomedzi možností svoju preferovanú kameru

Očakávaný výsledok: Kamera sa zobrazí ako vybraná a zobrazí sa jej obraz

3. Ďalej stlačí tlačidlo "Obnoviť"

Očakávaný výsledok: Výber sa aktualizuje so všetkými dostupnými kamerami aj kebyže sa niektoré pripojili alebo odpojili

4.3 Kalibrácia

Test 4.3.1 Kalibrácia so zadanými hodnotami

1. Používateľ si pridá alebo odoberie riadky pre kalibračné hodnoty podľa potreby

Očakávaný výsledok: Zmení sa počet riadkov pre zadávanie bodov

2. Zadá kalibračné hodnoty
3. Stlačí tlačidlo "Kalibrovať"

Očakávaný výsledok: Systém vypočíta kalibračnú krivku pre neskoršie použitie

4. Exportuje si kalibračné hodnoty do súboru

Očakávaný výsledok: Používateľovi sa stiahne súbor vo formáte ".txt" obsahujúci zadané kalibračné body

Test 4.3.2 Kalibrácia pomocou súboru

1. Používateľ stlačí tlačidlo "Choose File" a vyberie predtým uložený súbor s kalibračnými bodmi

Očakávaný výsledok: Hodnoty zo súboru sa zobrazia v príslušných kolónkach

2. Stlačí tlačidlo "Kalibrovať"

Očakávaný výsledok: Systém vypočíta kalibračnú krivku pre neskoršie použitie

4.4 Nahrávanie

Test 4.4.1 Práca s kamerou

1. Používateľ si vyberie kameru a nakalibruje ju a presunie sa na stránku merania
2. Na stránke merania klikne do okna s obrazom z kamery

Očakávaný výsledok: Výber z kamery do grafu sa zmení na riadok vybraný používateľom

3. Na nastavení šírky pásika pod oknom s obrazom kamery nastaví inú hodnotu

Očakávaný výsledok: Výber z kamery do grafu sa rozšíri natoľko riadkov, koľko používateľ nastavil

4. Na spodku stránky zmení používateľ nastavenie doby expozície

Očakávaný výsledok: Kamera zmení dobu expozície

5. Používateľ stlačí tlačidlo "Pause"

Očakávaný výsledok: Kamera sa zastaví a graf zobrazuje údaje z nej ako z obrázku

Test 4.4.2 Nastavenia grafu

1. Používateľ si vyberie kameru a nakalibruje ju a presunie sa na stránku merania
2. Na stránke merania zaškrtnie políčka R, G a B

Očakávaný výsledok: V grafe sa zobrazia jednotlivé zložky R, G a B

3. Používateľ zmení X-ové značky na nm a znovu na px

Očakávaný výsledok: Značky menia svoje hodnoty z px na nm a naopak

4. Používateľ na nastavení "Smoothing" nastaví vyhladzovanie grafu na nejakú hodnotu

Očakávaný výsledok: Graf sa vyhladzuje podľa zadanej hodnoty

Test 4.4.3 Maximá

1. Používateľ si vyberie kameru a nakalibruje ju
2. Na stránke merania zaškrtnie tlačítko "Toggle peaks"

Očakávaný výsledok: V grafe sa zobrazia maximá grafu

1. Používateľ nastaví vyhladenie grafu na nejakú hodnotu

Očakávaný výsledok: Maximá sa premietajú na vyhladený graf

2. Používateľ zmení hodnotu "Minimum value"

Očakávaný výsledok: Maximá sa zobrazujú iba ak ich hodnota Y je nad minimum value

Test 4.4.4 Zoom

1. Používateľ si vyberie kameru a nakalibruje ju
2. Prejde myšou nad graf, klikne na nejaké miesto, drží a ťahá na druhé. Keď má vybraté, kliknutie pustí

Očakávaný výsledok: Počas ťahania vidí vybraté miesto, po pustení sa graf priblíži podľa Xových súradníc, Yové súradnice sa Zoomom nepribližujú

3. Používateľ stlačí "Resetovať priblíženie"

Očakávaný výsledok: Graf sa vráti na pôvodné zobrazenie celého spektra

Test 4.4.5 Práca s obrázkom a referenčný graf

1. Používateľ si vyberie kameru a nakalibruje ju a presunie sa na stránku merania

2. Používateľ stlačí tlačidlo "Screenshot kamery"

Očakávaný výsledok: Používateľovi sa uloží aktuálny výstup kamery vo formáte ".png"

3. Používateľ zaškrtnie možnosť "Referenčný graf" a následne klikne na možnosť "Pridať referenciu"

Očakávaný výsledok: Aktuálne meranie zostane v grafe v inej farbe, pôvodné meranie pokračuje v čiernej farbe

4. Následne klikne myšou na "Načítať obrázok" a vyberie si v pop-upe chcený súbor

Očakávaný výsledok: Miesto obrazu z kamery sa zobrazí načítaný obrázok, v grafe sa zobrazí statické meranie z polohy pásika v čiernej farbe, referenčné grafy taktiež zostanú

5. Používateľ klikne na možnosť "Pridať referenciu"

Očakávaný výsledok: Aktuálne meranie zostane v grafe v rozdielnej farbe od predošlých referenčných grafov

6. Používateľ stlačí "Obnoviť kameru"

Očakávaný výsledok: Obnoví sa nahrávanie z kamery, referenčné grafy znovu ostanú

7. Stlačí tlačidlo "Resetovať referencie"

Očakávaný výsledok: Uložené referenčné grafy zmiznú, ostane iba aktívne meranie

Test 4.4.6 Dlhá expozícia

1. Používateľ si vyberie kameru a nakalibruje ju

2. Počas nahrávania stlačí "Expozícia kamery"

Očakávaný výsledok: Zobrazí sa okno s možnosťami

3. Používateľ si nastaví počet snímok a dĺžku pauzy medzi snímkami v ms, následne stlačí tlačidlo "Zachytiť"

Očakávaný výsledok: Počas dĺžky zachytávania snímok sa zobrazí okno "Nahrávanie snímok", po ukončení sa užívateľovi stiahne súbor "graphs.zip", ktorý obsahuje snímky

5. Problémy implementácie

5.1 Rozlíšenie kamery

Počas implementácie sa objavil problém kedy keď sme systému dali požiadavku, aby kamery mali rozlíšenie 1280x720, no systém podľa všetkého túto požiadavku efektívne odignoroval.

Problém sa ukázal byť nasledovný - pri výbere kamery sme žiadali systém, aby nám dal zoznam kamier pre užívateľov výber

```
await navigator.mediaDevices.getUserMedia({ video: true });
```

Problém s týmto je, že dané API pri využití tohto kódu ustáli rozlíšenie všetkých kamier na to čo majú ako default a nedovolí ho neskôr zmeniť. To robilo problém v tom, že spektrometer má ako default nastavené 640x480, teda nám to neskôr nechcelo dať požadovaný resolution.

Fix pre toto bol veľmi jednoduchý, no ukázal sa byť takmer nepolapiteľný, keďže sme to nevedeli nájsť dosť dlhú dobu. Išlo o to, že sme o 1280x720 požiadali už pri pôvodnom výpise kamier

```
await navigator.mediaDevices.getUserMedia({ video: {  
  width: { ideal: 1280 },  
  height: { ideal: 720 }  
}});
```