



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

BEZDOTYKOVÝ DÁVKOVAČ DEZINFEKCE

TOUCHLESS DISINFECTION DISPENSER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Patrik Rybníček

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Petr Šoustek

BRNO 2021

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav automatizace a informatiky
Student:	Patrik Rybníček
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Základy strojírenství
Vedoucí práce:	Ing. Petr Šoustek
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Bezdotykový dávkovač dezinfekce

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

K dnešnímu datu je stále aktuální hrozba nákazy virem SARS–CoV–2. Jedna z možností, jak se bránit případné nákaze, je dodržování hygieny a důsledné dezinfekce rukou. Proto se bude bakalářská práce zabývat vytvořením bezdotykového dávkovače dezinfekce pomocí platformy Arduino, spolu s využitím 3D tisku.

Cíle bakalářské práce:

Provedte průzkum bezdotykových dávkovačů na trhu.

Seznámení se s vývojem pro platformu Arduino a s měřením vybraných veličin.

Návrh a vytvoření dávkovače pomocí Arduino kompatibilních modulů.

Seznam doporučené literatury:

MONK, Simon. Programming Arduino: getting started with sketches. New York: McGraw-Hill, c2012. ISBN 978-0071784221.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku
2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je vytvoření chytrého bezdotykového dávkovače dezinfekce, jenž zastává nejen funkci distribuční, nýbrž i kontrolní a ovládací. Dávkovač je osazen vývojovou deskou LaskaKit ESP-12 obsahující Wi-Fi mikročip ESP8266, který umožňuje kontrolu stavu dávkovače a ovládání jednotky přes cloudovou IoT platformu Blynk. Sledování stavu baterie, stavu dezinfekce v nádobě či ovládání doplnění dezinfekce je tak možné skrze aplikaci v chytrém telefonu. Samotná distribuce dezinfekce je umožněna díky peristaltickému čerpadlu a vše je poháněno velkokapacitními Li-ion bateriemi 18650. Měření vzdálenosti ruky, respektive buzení jednotky, pak zajišťují dva senzory – IR optický snímač FC-51 a PIR čidlo HC-SR505.

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis is to create a smart touchless disinfection dispenser, which is able to distribute the disinfection but also control the whole device. The dispenser is equipped with a LaskaKit ESP-12 development board containing the Wi-Fi microchip ESP8266, which allows the user to check the status of the dispenser and control the unit through the cloud IoT platform Blynk. Checking the battery status, the disinfection status in the container or controlling the disinfection replenishment is thus possible through the application in the smartphone. The disinfection distribution itself is made possible by a peristaltic pump and is powered by 18650 large-capacity Li-ion batteries. The measurement of the hand distance, as well as the excitation of the unit, is then provided by two sensors – IR optical sensor FC-51 and PIR sensor HC-SR505.

KLÍČOVÁ SLOVA

Arduino, ESP8266, bezdotykový dávkovač dezinfekce, Blynk, peristaltické čerpadlo.

KEYWORDS

Arduino, ESP8266, touchless disinfection dispenser, Blynk, peristaltic pump.



ÚSTAV AUTOMATIZACE
A INFORMATIKY



2021

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

RYBNÍČEK, Patrik. Bezdotykový dávkovač dezinfekce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky, 2021, 70 s. Bakalářská práce. Vedoucí práce: Ing. Petr Šoustek

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu Martinu Frajdlovi za poskytnutí vývojové desky LaskaKit ESP-12, která v danou chvíli ještě nebyla uvedena oficiálně na trh. Také děkuji Ing. Antonínu Michlovi a Miloslavu Krejčímu z firmy ALIS Tech s.r.o. za rady a konzultace elektrotechnického rázu.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že, že tato práce je mým původním dílem, vypracoval jsem ji samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury.

Jako autor uvedené práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následku porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona c. 121/2000 Sb., včetně možných trestně právních důsledků.

V Brně dne 21. 5. 2021

.....

Patrik Rybníček

OBSAH

1	ÚVOD.....	17
2	PRŮZKUM TRHU	19
2.1	Dávko vač	19
2.2	Bezdotykové dávko vače	20
2.3	Rozdělení dle typu dezinfekce.....	20
2.4	Rozdělení dle určení	21
3	MOTIVACE	25
4	INTERNET OF THINGS	27
4.1	Arduino	27
4.2	ESP8266	30
4.3	Cloud computing	33
4.4	IoT cloud platformy	33
5	VLASTNÍ ŘEŠENÍ.....	35
5.1	Hardware	35
5.1.1	LaskaKit ESP-12	35
5.1.2	Volba senzorů	37
5.1.3	Volba pohonu pro distribuci dezinfekce.....	39
5.1.4	Baterie.....	40
5.1.5	Dobíjecí jednotka a ochrana baterie	42
5.1.6	Zapojení, pomocné obvody a součástky.....	43
5.2	Firmware a software	48
5.2.1	Arduino IDE – vlastní řešení	48
5.2.2	Blynk – vlastní aplikace	49
5.3	Konstrukce a sestavení	51
5.3.1	3D tisk.....	51
5.3.2	Sestavení.....	53
6	ZHODNOCENÍ A DISKUZE.....	55
7	ZÁVĚR	57
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	59
9	SEZNAM OBRÁZKŮ	63
10	SEZNAM TABULEK.....	65
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	67

1 ÚVOD

Po konci roku 2019 se svět nevratně změnil a situace způsobená virem SARS-CoV-2 zasáhla vedle zdravých lidí i pohled společnosti na prevenci, hygienu a ochranu zdraví. I přes veškerý zdravotnický pokrok a vakcinaci tušíme, že se podobným situacím v budoucnu neubráníme a vždy tu bude riziko, že se objeví vir nového typu, či zmutovaný na bázi staršího.

Prevence se tak stává každodenní součástí celé populace a dezinfekční prostředky jsou nyní již běžnou rutinou. Potřeba se chránit pronikla do veřejného prostoru několik dní po tom, co se vir objevil. Následovala dlouhá pasáž hygienických pokynů a restrikcí pro firemní a pracovní prostředí a nyní se nutnost prevence postupně přesouvá i do soukromého prostoru.

Mezi nejběžnější způsob přenosu virů obecně můžeme řadit vedle kapének právě ruce, které se dostávají do styku se vším, s čím manipulujeme, a následně se nečistoty dostávají do úst, nosu či očí. Pravidelné umývání rukou není možné za každé situace a zároveň nemusí být vždy dokonalé a přesné. Dezinfekční prostředek se tak řadí mezi nejúčinnější a nejdostupnější formu ochrany rukou a vlastního zdraví. Ať už jde o prevenci, či o očištění rukou před požitím jídla a pití.

Cílem bakalářské práce je vytvoření chytrého bezdotykového dávkovače dezinfekce, který bude uzpůsobený k soukromému použití pro domácnosti a jednotlivce či kanceláře a jiné prostory (pro jednotlivce či malé skupiny s nízkou fluktuací lidí) tak, aby měl uživatel stále kontrolu nad stavem dezinfekce. V budoucnu se jednotka může stát součástí systému chytré domácnosti.

Vedle funkce distribuční má zařízení plnit i funkci kontrolní a ovládací. Práce popisuje dávkovač, který je osazen vývojovou deskou s Wi-Fi modulem, který umožňuje kontrolu stavu dávkovače a ovládání jednotky přes cloudovou IoT platformu. Vzhledem k smyslu určení (chytrá domácnost) je práce sestavena tak, aby se pomocí mobilní aplikace dal sledovat stav baterie, stav dezinfekce v nádobě či se umožnilo ovládání doplnění dezinfekce.

Díky vzdálenému přístupu a notifikacím, které chodí uživateli přímo do mobilního telefonu, má uživatel možnost z jakéhokoliv místa s připojením k internetu kontrolovat svoje zařízení.

2 PRŮZKUM TRHU

2.1 Dávkovač

Jako dávkovač se v této práci uvažuje jakékoliv zařízení distribuující žádanou tekutinu z místa skladování (nádoba, dóza apod.) do místa určení či příjmu dezinfekce; ve většině případů se jedná o ruku či jinou část lidského těla.

Mezi dávkovače dezinfekce se mohou obecně zařadit i dávkovače mýdla, které jsou na trhu o něco déle, a v nabídce je tak více druhů s různými přídatnými funkcemi. Nejčastějším případem jsou dávkovače s mechanickou pumpičkou, ty jsou však dotykové a nesplňují tak jeden ze základních požadavků, který tato práce vyžaduje.



Obr. 1 – Dávkovač s mechanickou pumpičkou [2]

Na veřejných místech, v průmyslu či v místech s vyšším výskytem lidí se velmi často používají nástěnné dávkovače, které jsou typické větší objemovou kapacitou a taktéž se u nich může objevit ryska s ukazatelem stavu dezinfekce či nastavení objemu jedné dávky.



Obr. 2 – Nástěnný mechanický dávkovač [3]

2.2 Bezdotykové dávkovače

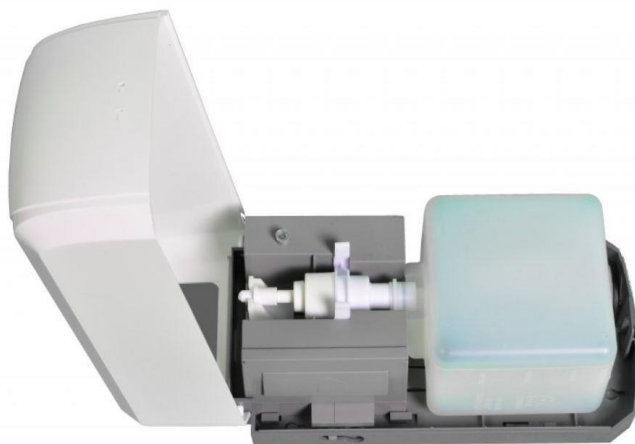
Bezdotykový dávkovač je takový dávkovač, který umožňuje uživateli přijmout dávku tekutiny, aniž by se musel dávkovacího zařízení dotknout. Jde tak zejména o senzorové provedení, které dokáže rozpoznat, že se v určité vzdálenosti nachází ruka připravená přijmout dávku.

2.3 Rozdělení dle typu dezinfekce

Dezinfekce se obecně dělí na ty, které jsou určeny pro kontakt s lidskou tkání, a dezinfekce na další povrchy. Tato práce se zabývá pouze první zmíněnou skupinou. Přípravky, které jsou určené k dezinfekci živých tkání, se používají jak na preventivní mytí rukou, tak na čištění menších otevřených ran [4]. Prostředky se však liší svojí konzistencí.

Dávkovače pro gelové dezinfekce (gely)

Dávkovače, které jsou určeny pro gelové dezinfekce, musejí zvládnout vytlačit tekutiny o vyšší hustotě. Většinou se tak jedná o pístový či jiný stlačovací mechanismus, který vytlačuje dávku směrem k trysce.



Obr. 3 – Příklad výtlačného mechanismu [5]

Pro dávkovače, které mají zvládat distribuci gelových, tedy hustších, dezinfekcí, je však velmi podstatný tvar trysky. Ten je u gelových prostředků většinou zploštělý. Gely se hodí k dezinfekci bez přítomnosti vody, proto je vhodnější při znečištěných či mastných podmínkách před použitím ruce umýt nebo zvlhčit [5].

Dávkače pro tekuté dezinfekce (roztoky)

Dávkače roztoků jsou velmi často osazovány malými čerpadly, které nemusejí vytvářet tak velký tlak, aby vytlačily tekutinu o menší hustotě. Platí však, že spotřeba tekutých dezinfekcí je díky nižší hustotě rychlejší.

Kombinované dávkače

V některých případech, a to zejména v těch s pístovým či jiným stlačovacím mechanismem, se dodávají dvě různé trysky, které tak umožňují volbu distribuované tekutiny [5]. Toto je typické pro dražší a velkokapacitní dávkače.



Obr. 4 – Stlačovací tryska pro dávkování [6]

2.4 Rozdělení dle určení

V praxi se dávkače dezinfekce dělí na dvě hlavní kategorie, které se liší svojí kapacitou nádoby pro dezinfekci i cenovou hladinou.

Průmyslové (velkokapacitní)

Pro místa s vysokou fluktuací lidí, jako jsou obchodní domy, školy či velké firmy, se používají velkokapacitní dávkače, které se pohybují v cenové kategorii od 1500 Kč do několika desítek tisíc korun. Většinou se jedná o nástěnná zařízení, která se dají přimontovat na svislou plochu. Dražší řešení jsou však většinou nabízena s vlastními stojany, které jsou dle místa určení designována různými způsoby.

Díky prostorovým možnostem se jedná o velká zařízení, která pojmu i desítky litrů tekutiny (běžně od 500 ml do 20 l). Většinou tato zařízení zvládají jak gelové, tak tekuté prostředky, a proto si poskytovatel může zvolit, co je pro něj výhodnější.



Obr. 5 – Dávkovač se stojanem [7]

Pro místa s velmi vysokou fluktuací lidí se používají dávkovací stanice, které jsou robustnější a poskytují tak méně častou potřebu doplňovat dezinfekci. Taková řešení jsou však výrazně nákladnější.



Obr. 6 – Dávkovací stanice [8]

Osobní

Osobní dávkovače jsou zařízení určená pro použití v domácnostech či na málo frekventovaných místech. Jsou to zařízení pohyblivá se v cenové kategorii od 350 do 900 Kč a jejich kapacita se pohybuje v rozmezí od 250 do 500 ml tekutiny.

Jelikož jsou většinou osazeny malým čerpadlem, jsou uzpůsobeny zejména pro tekuté dezinfekce; některé modely však zvládají i gelové složení. Tato malá zařízení se nemontují na zeď (svislou plochu), ale jsou to samostatně stojící jednotky, které lze položit na jakoukoliv vodorovnou plochu. Nejtypičtějším zdrojem napájení pro osobní dávkovač je sada 3-4 AA nebo AAA baterií.



Obr. 7 – Osobní bezdotykový dávkovač dezinfekce [9]

3 MOTIVACE

Bezdotykové dávkovače jsou v dnešní době velmi rozšířeným sortimentem, který je využíván jak v průmyslu a na veřejných místech s vysokou fluktuací lidí, tak v soukromém sektoru.

Každý sektor využívá jiný typ, velikost a technologii distribuce. Vzhledem k méně častým nabídkám na trhu je perspektivnější aplikací využití osobních dávkovačů. Ty mají jednu velkou nevýhodu, a to je využívání vyměnitelných AA či AAA baterií, které nemají tak dobrou výdrž a musejí se ze zařízení pravidelně odebírat.

Žádný dávkovač na aktuálním trhu nemá možnost Wi-Fi připojení či napojení na chytrou domácnost. Ke snímání vzdálenosti se pak nejčastěji používají infračervené optické senzory. Práce se tak bude zabývat vývojem zařízení, které se nebude držet aktuálních tendencí využívání vyměnitelných AA či AAA baterií a zároveň by vývoj dávkovacího zařízení měl vyústit v kombinaci dvou výsledků:

1. Zpřístupnění podobných zařízení pro soukromý sektor – snížení pořizovacích i údržbových nákladů, popřípadě zmenšení celé jednotky.
2. Přiblížení se moderním trendům – připravení jednotky k implementaci pro chytrou domácnost a vzdálený přístup i ovládání.

4 INTERNET OF THINGS

Internet of Things, zkráceně „IoT“, česky „internet věcí“, je označení pro systém propojení jednotlivých zařízení, která spolu potřebují komunikovat nebo se navzájem kontrolovat, a to za pomoci internetu bez zásahu člověka. Principem tohoto systému je shromažďování dat z různých senzorů, čidel či virtuálních proměnných a sdílení těchto dat prostřednictvím internetu za účelem dalšího zpracování a vyhodnocování [10].

Nejčastěji se se systémy IoT setkáme v oborech, kde je zapotřebí shromažďovat data na jednom místě a následně je studovat, analyzovat či z nich odvozovat příslušné akce a události. Typicky se jedná o aplikace v oblasti zdravotnictví, logistiky, energetiky apod. Velmi časté jsou v moderní době aplikace v oboru elektroinstalací a v chytrých domácnostech, které se stávají velmi žádaným aspektem moderního života.

Internet věcí je tak výraz, který zastřešuje všechna zařízení a spotřebiče, které jsou dálkově ovládané. Například kamery, meteorostanice, chytré žárovky a zásuvky nebo domovní čidla, žaluzie aj [11].

4.1 Arduino

Arduino je platforma pro vývoj elektronických projektů, jež poskytuje vývojáři jak fyzické programovatelné desky s integrovanými obvody (označované jako mikrokontroler), tak open-source software, který umožňuje tvorbu a zápis počítačového kódu na fyzickou desku.

Tato platforma byla uvedena na trh již v roce 2005 v severní Itálii ve městě Ivrea. V té době byla svými zakladateli určena zejména jako nástroj pro studenty studující postgraduální program Interaction Design Institute, který jim měl pomoci v nízkonákladovém vývoji prototypů elektronických zařízení od jednoduchých robotů, přes termostaty až k detektorům pohybu [12].

Desky Arduino se však vcelku rychle dostali mezi širší komunitu a vše se začalo rychle přizpůsobovat potřebám a výzvám rychle se rozvíjejícího průmyslu. Díky tomu, že jsou všechny desky Arduino zcela otevřené, se s rozvojem internetu začaly vytvářet komunity a fóra, které umožňují uživateli snadno a rychle proniknout k jádru této platformy, a řešit tak svoje problémy rychle a efektivně. To vše je možné i díky různorodým příspěvkům od uživatelů z celého světa.

Na rozdíl od jiných programovatelných desek nepotřebuje Arduino samostatný hardware, aby načel kódu na desku, a proto se tato platforma stala velmi vyhledávanou a oblíbenou volbou při prototypování různých elektronických zařízení. K načtení kódu lze použít pouze USB kabel. Softwarové prostředí platformy, Arduino IDE (Integrated Development Environment), používá zjednodušenou verzi programovacího jazyka C++, a proto je intuitivní a snadné k pochopení i pro začínajícího programátora [13].

Arduino software

Arduino IDE je vývojové prostředí napsané v jazyce Java. Tento software vznikl z původně výukového prostředí s názvem Processing. To bylo přizpůsobeno na míru deskám Arduino a taktéž byly přidány funkce a podpora jazyka Wiring, který vychází z již zmíněného programovacího jazyka C++ [14].

Prostředí lze spustit v různých operačních systémech, ať už se jedná o nejpoužívanější Windows, macOS nebo Linux. Jelikož je Arduino IDE taktéž open-source, lze ho využít nejen pro originální desky Arduino, ale i pro tzv. klony, respektive kompatibilní desky jiných výrobců.



```

Blink
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
 *
 * This example code is in the public domain.
 */

// Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards.
// give it a name:
int led = 13;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);             // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW);  // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000);             // wait for a second
}

```

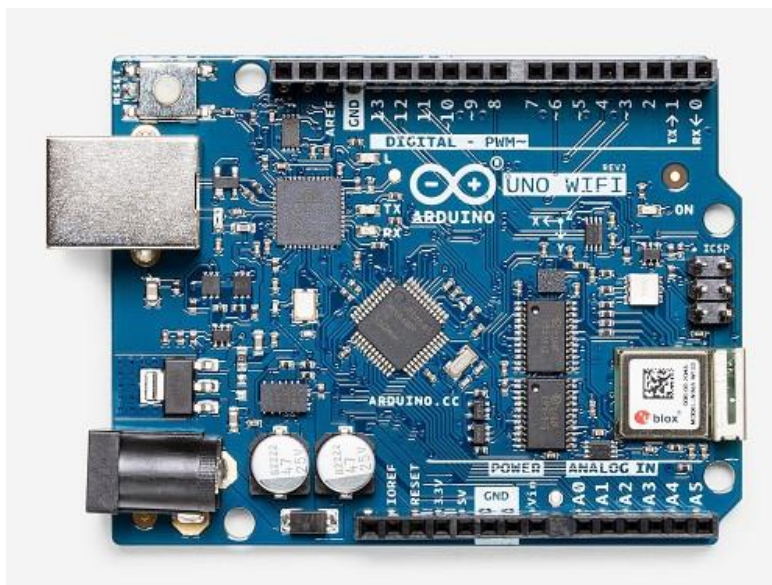
Obr. 8 – Vývojové prostředí Arduino IDE [15]

Arduino hardware

Typů desek Arduino je v současné době mnoho a každá z nich je určena k jiné aplikaci. Jádro většiny desek tvoří procesor od firmy Atmel. Tomu jsou doplněkem další elektronické komponenty, vstupy a výstupy (tzv. „piny“), konektory ad. Typické pro Arduino desky je i modré zbarvení.

Originální Arduino desky bývají osazeny vedle hlavního čipu ještě převodníkem, který má umožnit komunikaci s počítačem. Je možné se však setkat s deskami, které převodník nemají, a to z důvodu úspory místa či již zabudovaného převodníku v čipu.

Nejnámější a nejpoužívanější deskou je rozhodně Arduino UNO, jenž je osazena procesorem ATmega328 a klasickým USB konektorem. Z této desky se pak vyvinuly další tři specializované, které jsou bližší filozofii IoT. Je to deska Arduino Ethernet, která má stejnou výbavu jako UNO, avšak místo USB portu má Ethernet port umožňující připojení k síti. Druhou deskou byla Arduino Bluetooth. Název již napovídá, že místo USB portu je osazen Bluetooth modul pro bezdrátovou komunikaci. V neposlední řadě pak přišla očekávaná deska Arduino UNO WIFI, díky níž se napojení na systém IoT stalo mnohem jednodušší [14].



Obr. 9 – Arduino UNO WIFI [16]

Veškeré prvky Arduina včetně externích knihoven spadají pod licenci Creative Commons, což je veřejná licence autorských práv umožňující bezplatnou distribuci chráněného díla [17].

Díky tomu je platforma volně dostupná všem jejím uživatelům, kteří chtějí platformu upravovat či vylepšovat. V důsledku jsou tak po celém světě vyráběny a distribuovány klony desek od různých výrobců, které mezi sebou a Arduinem dokážou udržovat určitou kompatibilitu.

4.2 ESP8266

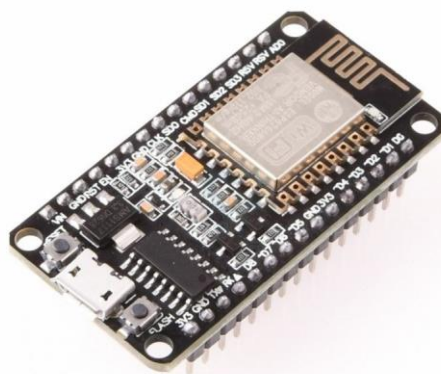
ESP8266 je nízkonákladový mikročip s plnou podporou protokolu TCP/IP¹ a schopnostmi mikrokontroleru². Je vyráběn společností Espressif Systems sídlící v Číně a je k dispozici na široké škále desek v mnoha různých formách. Modul lze taktéž programovat skrze Arduino IDE, a je tak vynikajícím adeptem pro IoT aplikace [20, 21].

ESP8266 je vybaven 32bitovým procesorem Tensilica L106 32-bit RISC, který dosahuje velmi nízké spotřeby energie a maximální frekvence 160 MHz. Také je osazen standardními digitálními periferními rozhraními, anténními přepínači, vysokofrekvenčním balunem, výkonovým zesilovačem, přijímacím zesilovačem, filtry a moduly pro správu napájení. Nízké spotřeby dosahuje pomocí třech provozních režimů: aktivní režim, režim spánku a režim hlubokého spánku. To umožňuje, aby návrhy napájené z baterie fungovaly o to delší dobu bez potřeby nabíjení. Mikročip je tak navržen na míru pro mobilní zařízení a IoT aplikace [20].

Při vývoji dávkovače bylo vybíráno z modulů, které obsahují právě mikročip ESP8266, který je levnější a dostupnější než nový a výkonnější čip ESP32:

IoT ESP8266 Lua NodeMCU V2 WiFi modul

NodeMCU je open-source platforma pro IoT. Obsahuje firmware, který běží na mikročipu ESP8266 od Espressif Systems. Hardware je založen na modulu ESP-12. Tento modul kombinuje funkce Wi-Fi stanice a mikrokontroleru. Navíc využívá jednoduchý programovací jazyk kompatibilní s Arduino IDE [22, 23, 24].



Obr. 10 – NodeMCU V2 WiFi modul [24]

¹ „TCP/IP (Transmission Control Protocol over Internet Protocol) je soubor protokolů pro spojování počítačů do počítačových sítí. Podle pravidel TCP/IP pracuje mimo jiných sítí i celý internet.“ [18]

² „Mikrokontroler (MCU) je jednočipový počítač tvořený jednoduchým integrovaným obvodem. Vyznačuje se především dvěma hlavními vlastnostmi, a to kompaktností a spolehlivostí.“ [19]

Na tomto modulu můžeme najít 10 I/O pinů s PWM, piny pro I2C, SPI a 1-Wire komunikaci, napájecí piny atd. Deska obsahuje USB převodník CH340G s Micro USB konektorem.

WeMos D1 Mini ESP8266 WiFi modul

WeMos D1 Mini je Wi-Fi vývojová kompatibilní deska, založená na čipu ESP8266. Obsahuje 9 digitálních pinů s možností PWM a komunikací I2C a 1-Wire. Stejně jako NodeMCU má deska Micro USB konektor pro sériový (UART) převodník, takže je jednoduché tuto desku připojit k počítači [25].

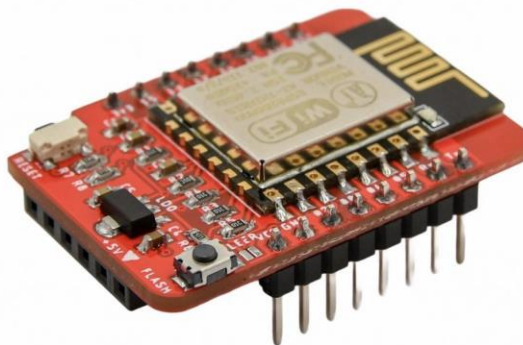


Obr. 11 – WeMos D1 Mini WiFi modul [25]

Dle testování a dostupných informací tyto dvě desky nemají tak kvalitní regulátory napětí, a hlavně jsou osazeny převodníky USB na sériový port. Z tohoto důvodu mají vysokou spotřebu a nedosahují tak hodnot odběru při hlubokém spánku, jaký uvádí výrobce mikročipu ve své dokumentaci. Tato hodnota by měla při tzv. „deepsleepu“ dosahovat hodnoty okolo 20 μA . Kvůli výše uvedeným vlastnostem dosahují odběrové hodnoty až 5 mA u jednotky NodeMCU a 127 μA u jednotky WeMos D1 Mini [26, 27].

LaskaKit ESP-12 board

Vývojová deska LaskaKit ESP-12 je distribuována českým e-shopem laskarduino.cz obsahující Wi-Fi modul s čipem ESP8266. Oproti předchozím dvěma jednotkám se však pyšní důležitým aspektem: je energeticky mnohem úspornější. Jednotka je osazena velmi úsporným regulátorem napětí HT7833, který stabilizuje napětí z 5 V na 3,3 V, a vlastní spotřeba tohoto regulátoru jsou pouhé 4 μA . Navíc modul není osazen USB převodníkem (je nutné použít externí převodník) a díky tomu je jeho celková spotřeba v hlubokém spánku nižší než 25 μA [28, 29].



Obr. 12 – LaskaKit ESP-12 board [28]

Srovnání vývojových modulů

I když se jedná o velmi podobné desky, které jsou v základu postavené na stejném čipu, jejich detailní srovnání poukazuje na aspekty, které jsou pro dané řešení velmi výhodné:

Tab. 1: Srovnání vývojových desek [24, 25, 28]

Vývojové desky			
Název	NodeMCU V2	WeMos D1	LaskaKit ESP-12
Mikročip	ESP8266	ESP8266	ESP8266
Modul	ESP-12E	ESP-12S	ESP-12S
USB-UART převodník	CH340G	CH340G	není osazen
Digitální piny	11	9	9
Analogové vstupy	1	1	1
Rozměry [mm]	46 x 26 x 7	34 x 25 x 7	34 x 25 x 7
Váha	10 g	9 g	8,26 g
Odběr proudu při hlubokém spánku	5 mA	127 μA	21,3 μA
Cena	148 Kč	148 Kč	128 Kč

4.3 Cloud computing

V době internetu je více než běžné, že se projekty informačních technologií transformují na tzv. „cloudová řešení“. Cloud je ve své podstatě rozsáhlá síť vzájemně propojených vzdálených serverů, která funguje jako jeden ekosystém. Tyto servery jsou fyzická datová centra nacházející se po celém světě a jsou postaveny tak, aby byly schopny ukládat a spravovat data, doručovat obsah či spouštět aplikace z jakéhokoliv zařízení, které má přístup k internetu. Rozlišujeme čtyři různá řešení cloudu – veřejný cloud, který sdílí prostředky a nabízí služby přes internet; privátní cloud, který není sdílený a lze k němu přistupovat pouze přes privátní (interní) síť. Dále hybridní cloud, který sdílí služby mezi veřejným a privátním cloudem v závislosti na potřebě a účelu, a nakonec komunitní cloud, který sdílí data pouze mezi vybranými organizacemi. Taková řešení můžeme například najít ve vládních institucích nebo u velkých společností [30].

Pro IoT aplikace je důležitý pojem „cloud computing“. Ten se ve světě internetu objevil už v roce 1961 a od té doby jeho myšlenka prošla hlubokým vývojem. Cloud computing je oproti cloudu chápán jako konkrétní způsob využití informačních technologií. Spočívá v poskytování počítačových technologií ve formě služeb a programů z internetových serverů. Uživatelé tak mohou k takovým službám přistupovat vzdáleně na jakémkoliv zařízení s internetovým připojením. Základní myšlenka cloud computingu je ta, že poskytovatelé uživateli propůjčí výpočetní výkon vzdálených serverů [31].

4.4 IoT cloud platformy

Open-source platformy, které nabízejí možnosti vzdáleného propojení zařízení, analýzy a kontroly dat, ovládání prvků či zabezpečení, je na trhu velké množství. Většina z nich se však zaměřuje na tvorbu webových aplikací či prohlížečových řešení, která se hodí spíše pro hotové průmyslové aplikace. Mezi takové platformy patří například:

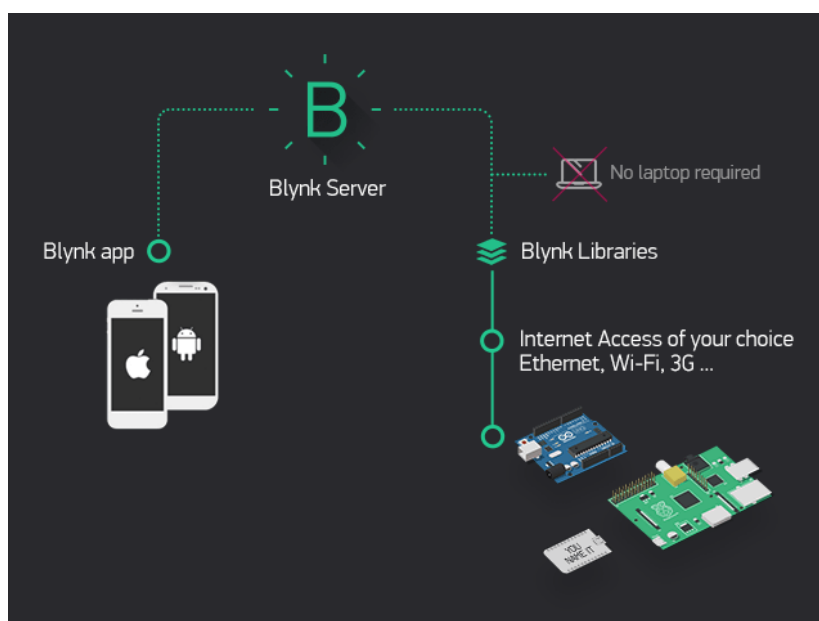
- Thinger.io [54]
- ThingsBoard [55]
- Ubidots [56]
- Kaa [57]

Pro vývoj zařízení a směřování produktu směrem k chytré domácnosti je výhodnější a jednodušší se zaměřit na řešení, které přímo splňuje požadavky a budoucí očekávání. Takovou platformou se pro tuto práci stal Blynk.

Blynk

Blynk je technologická společnost pro vývojáře, startupové firmy i velké podniky, která vyvíjí cloudovou IoT platformu. Nabízí vzdálenou správu zařízení, analýzu dat či funkce strojového učení. Se samotnou platformou lze spojit přes 400 různých hardwarových modelů a vývojář má k dispozici velké množství možností připojení zařízení přes Wi-Fi, LTE, 2G-4G či Ethernet síť. Jelikož je platforma otevřená, může se autor díla rozhodnout, zda využije cloud, který běží na serverech společnosti Blynk, či vlastní server. Popřípadě je možné využít lokální síť hostovanou na místním počítači [32].

Blynk umožňuje vytvoření vlastní aplikace pro iOS nebo Android operační systémy chytrých telefonů. Skrze ně lze vyvíjet a ovládat zařízení na bázi Arduina, Raspberry Pi či dalších podobných platform s přístupem k internetu [33].



Obr. 13 – Architektura platformy Blynk [34]

Díky propracovanému firmwaru a rozsáhlému rozhraní pro programovací aplikaci (API) pro hardware i cloud si vývojář může zvolit, zda bude k programování jednotky používat jeden z podporovaných programovacích jazyků: C++, Python, JS či HTTP.

Poté lze nastavit mobilní aplikaci založenou na systému drag-n-drop widgetů, který umožňuje v krátkém čase nadefinovat, jak bude aplikace fungovat i vypadat. Pokud by vývoj daného zařízení dosáhl konečného stavu, kdy se z prototypu stává finální produkt, lze s pomocí společnosti Blynk převést aplikaci pod hlavičku své společnosti a vytvořit tak nezávislý produkt s vlastní aplikací [32].

5 VLASTNÍ ŘEŠENÍ

Tato kapitola se zabývá vývojem a výrobou bezdotykového dávkovače dezinfekce při použití výše uvedených technologií a platforem. Je zde popisována volba a využití daných komponent, které byly k vývoji dávkovače použity (kapitola 5.1). Taktéž se zde nachází srovnání s různými alternativami, které se v průběhu tvorby nabízely.

V neposlední řadě se práce v této části zabývá popisem vlastního kódu a řešení aplikace (kapitola 5.2) a konstrukčním řešením včetně popisu 3D tiskové technologie a pomocných prvků konstrukce (kapitola 5.3).

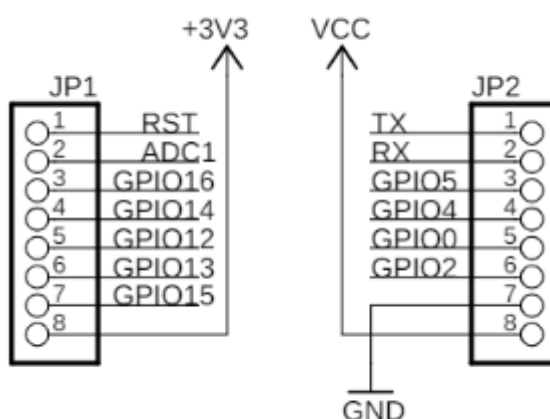
5.1 Hardware

Volba jednotlivých komponent sestavy vycházela ze závěrů utvořených v průzkumu trhu, v motivaci a také při srovnání jednotlivých desek.

5.1.1 LaskaKit ESP-12

Z důvodu velké energetické úspory při režimu hlubokého spánku (viz kapitola 4.2) byla vybrána vývojová deska LaskaKit ESP-12. Tato deska splňuje nejen energetické nároky bateriového řešení, nýbrž i veškeré další parametry, které si dávkovač vyžaduje.

Jedním z nich je dostatečné množství digitálních pinů (9) a analogový vstup pro měření stavu baterií. Vedle PWM digitálních pinů s podporou I2C komunikace deska nabízí i zabudovaný dělič napětí pro analogový vstup, úsporný 3,3V regulátor HT7833, pin pro vstupní napětí (VCC), uzemnění (GND), sériovou komunikaci (RX, TX) a resetovací pin (RST) [35].



Obr. 14 – Schéma vstupů a výstupů vývojové desky LaskaKit [35]

Jádro desky tvoří již popsaný mikročip ESP8266, který je zde osazen ve variantě ESP-12S zobrazený na obrázku 15. Jedná se o malou desku s tištěnou anténou, 14 aktivními piny a LED diodou [36].



Obr. 15 – Modul ESP-12S [37]

Tab. 2: ESP-12S – technické specifikace [38, 39]

Parametry ESP-12S	
Procesor	Tensilica L106 32-bit
Operační napětí	2,5–3,6 V
Flash paměť	4 MB
Provozní proud	průměrně 80 mA
Délka	24 mm
Šířka	16 mm
Rozsah provozních teplot	-40–125 °C
Síťové protokoly	IPv4, TCP/UDP/HTTP
Rozsah frekvencí	2,4–2,5 GHz

Určitou nevýhodu této desky může tvořit fakt, že není osazena převodníkem USB na sériový port. Takovou daň platí za snížené energetické nároky. Avšak nahrávání a spojení s počítačem se dá řešit skrze externí převodník, který je k desce lehce připojitelný díky předpřipraveným pinům ze spodní strany desky. Pokud by se prototyp začal vyrábět ve větším měřítku, při nahrávání kódu stačí mít k dispozici jeden převodník pro více desek. Převodník, který byl využíván pro tuto práci, lze nalézt v seznamu použitých součástí.

5.1.2 Volba senzorů

Již ze zadání práce plyne, že se jedná o bezdotykový dávkovač, který sám rozpozná, že se pod dávkovací tryskou nachází ruka připravená přijmout tekutinu z dávkovače. Takovou situaci lze rozpoznat buď senzorem, který dokáže měřit vzdálenost objektu, nebo čidlem, které rozpozná pohyb v definované oblasti.

Pro takto definované zadání byla vytipována čtyři čidla fungující na různých technologiích. Všechny byly otestovány a srovnány v tabulce. Patří mezi ně laserový senzor vzdálenosti GY-53 VL53L0X, IR optický snímač FC-51, ultrazvukový měřič vzdálenosti HC-SR04 a PIR čidlo pohybu HC-SR505.

Tab. 3: Srovnání senzorů [40, 41, 42, 43]

Parametry vybraných senzorů				
Označení	GY-53 VL53L0X	FC-51	HC-SR04	HC-SR505
Technologie	laserové záření	infračervené záření	ultrazvukové záření	pasivní infračervené záření
Napájení	3–5 V	3,3–6 V	5 V	4,5–20 V
Spotřeba	pod 30 mA	23–43 mA	pod 2 mA	pod 60 μA
Pracovní rozsah	až 200 cm	2–30 cm	2–400 cm	cca 3 m
Přesnost	± 3 %	-	± 3 mm	-
Velikost [mm]	25 x 16 x 3	38 x 14 x 8	45 x 20 x 16	23 x 12 x 12
Cena	348 Kč	28 Kč	42 Kč	48 Kč

Jako nejpřesnější zařízení se ukázal být laserový snímač, což odpovídá pořizovací ceně. Ostatní dva snímače vzdálenosti však se svojí přesností nijak zvlášť nezaostaly a v praktické rovině se při této aplikaci nejedná o člověkem rozpoznatelné rozdíly. PIR čidlo je pak specifické, nereaguje na vzdálenost nýbrž na pohyb v pracovní oblasti.

Co se týče samotné funkčnosti, laserové čidlo a ultrazvukový snímač jsou zařízení závislá na výpočtu rychlosti odraženého paprsku. I z důvodu I2C komunikace čidel je výpočet závislý na zapnuté vývojové desce (výpočetní kód), která tak v daný moment nesmí být v režimu hlubokého spánku.

Jak již bylo v textu zmíněno, bezdotykový dávkovač je z důvodu praktičnosti napájen bateriemi. Toto řešení tak vyžaduje co nejnižší spotřebu jak čidla, tak výpočetní jednotky. Jedním z hlavních parametrů, na které byl při výběru čidla brán zřetel, tak byla proudová spotřeba. Taktéž je důležité, aby čidlo bylo schopné provozu při deepsleep módu výpočetní jednotky (LaskaKit ESP-12). Čidlo tak musí být schopné jednotku probouzet (tzv. funkce „wake-up“).

Kvůli výše zmíněným podmínkám bylo rozhodováno mezi IR a PIR čidlem. Z hlediska spotřeby je na tom pasivní infračervený snímač samozřejmě mnohem lépe. Taktéž je schopen pracovat jako „budič“ jednotky, jelikož po detekci pohybu se na výstup čidla na 8 sekund dostane logický signál 1. V případě dalšího pohybu logická 1 na výstupu zůstává a po uklidnění pohybu v pracovní oblasti se po 8 sekundách dostane zpět do režimu logická 0. Do chvíle probuzení se tak PIR čidlo jeví jako nejlepší varianta.



Obr. 16 – PIR čidlo HC-SR505 [43]

Po probuzení jednotky je však čidlo na 8 vteřin slepé a nedokáže rozpoznat, zda se jednalo o náhodný pohyb nebo zda je v oblasti distribuce tekutiny ruka ve správné vzdálenosti. I proto je PIR čidlo jako měřící člen nevhodnou volbou.

Alternativou je tak infračervený optický snímač FC-51, jenž v sobě má zabudovaný obvod měření vzdálenosti a manuálně nastavitelný trimr, kterým je možno regulovat, při jaké vzdálenosti se při přiblížení objektu sepne na výstupu logická 0 (stav před sepnutím je logická 1; po přiblížení, respektive sepnutí, je výstupem logická 0).



Obr. 17 – IR optický snímač FC-51 [41]

Toto řešení je tak vhodné pro buzení i následné měření vzdálenosti. Bohužel je však spotřeba tohoto čidla o několik řádů vyšší než u PIR snímače. To by v konečném důsledku mělo výrazný dopad na životnost baterie.

Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto o využití obou těchto čidel ve finálním řešení. PIR čidlo zde slouží jako budící prvek, který má minimální spotřebu a je neustále napájen. Naopak optický snímač je zapnutý pouze v momentě potřeby měření vzdálenosti a nevybíjí tak baterie v době hlubokého spánku jednotky.

Nabízí se také otázka, proč jako měřící člen v této chvíli nevyužít laserový či ultrazvukový snímač. Důvodem je zejména vysoká pořizovací cena laserového měřiče a příliš velké rozměry ultrazvukového zařízení, které nejsou pro osobní dávkovač vhodné.

5.1.3 Volba pohonu pro distribuci dezinfekce

Pro tuto práci se nabízelo vybrat ze dvou možností. V některých prototypech a zejména ve větších průmyslových dávkovačích jsou použity stlačovací mechanismy, viz průzkum trhu, které se hodí pro řešení, která se nezabývají možností nastavení objemu dávky a mají po celou dobu fungování distribuovat jednu a tu samou dávku. V takovém případě by dávka pro každou jednotlivou tekutinu byla stejná a závislá na typu stlačovacího mechanismu.

Taková řešení mohou používat jako pohon stlačení malé krokové motory nebo servo motory, které se nacházejí v podobné i nižší cenové kategorii jako malá čerpadla, nýbrž pro malé osobní dávkovače, jako je tento, se motor zdá být velmi komplikovaný z hlediska konstrukce celého převodu (vedle samotného motoru je třeba sestavit i stlačovací mechanismus), která by byla prostorově náročnější, a hlavně postrádala již zmíněnou možnost nastavení objemu dávky. I když malé motory nejsou tak energeticky náročné jako čerpadla, příliš se pro toto chytré řešení nehodí.

V důsledku vyvození předešlých závěrů bylo pro řešení pohonu distribuce dezinfekce vybráno čerpadlo. Zároveň bylo doporučeno použít tzv. peristaltické čerpadlo. Je navrženo tak, aby se tekutina proudící čerpadlem nedostala do kontaktu s vnitřními součástkami motoru (hřídel, vrtulka, těsnění), a aby nemohla kontaminovat dezinfekci mazivem. Druhým důležitým aspektem je fakt, že klasická zubová, ponorná či odstředivá čerpadla mají velké výkony a průtoky a jejich regulace pro malé dávkované množství by byla náročná. Naopak peristaltické čerpadlo je přímo navrženo pro malé dávkovací množství (v řádech desítek mililitrů za minutu).



Obr. 18 – Peristaltické čerpadlo Grothen G328 [44]

Napájení tohoto čerpadla je 12 V, což je o dost vyšší hodnota než operační napětí vybraných senzorů a vývojové desky. Z toho vyplývá, že dávkovač bude muset být osazen minimálně jedním měničem napětí.

Tab. 4: Parametry peristaltického čerpadla [44]

Peristaltické čerpadlo Grothen	
Označení	G328
Operační napětí	12 V
Průtok	0–39 ml/min
Provozní proud	200 mA
Rozměry motoru	38 x 26 mm
Rozměry pumpy	20 x 32 mm
Váha	87 g
Vnější průměr hadice	4 mm
Vnitřní průměr hadice	2 mm
Cena	198 Kč

K čerpadlu, respektive k jeho motoru, by se dalo uvažovat o použití PWM regulátoru, který by reguloval otáčky motoru a tím určoval objem dávky dezinfekce. Avšak po zvážení další energeticky náročné součásti a možného snížení maximálního výkonu čerpadla bylo rozhodnuto, že se regulace objemu bude ovládat pomocí softwaru (blíže v kapitole 5.2) při nejvyšších otáčkách, které dané řešení povolí.

5.1.4 Baterie

V kapitole 3 bylo popsáno, jaké jsou běžné způsoby napájení osobních dávkovačů a taktéž bylo odůvodněno, proč nebudou použity často používané AA a AAA baterie. Toto rozhodnutí vyplývá i z parametrů zvolených součástí. Klasické baterie nemají kapacitu ani maximální možný odběr pro kombinaci použitých prvků.

Pro tuto práci tak bylo doporučeno použití Li-ion baterií typu 18650. Tento typ baterií kombinuje velkou kapacitu a výkon v poměru k ceně. Navíc jsou baterie nabíjecí a splňují tak další aspekt chytrého zařízení. Uživatel nebude muset baterie vůbec z dávkovače vytahovat a podle četnosti užívání bude muset jednotku dobíjet. Bylo vybíráno ze tří dostupných baterií, viz následující tabulka.

Tab. 5: Srovnání Li-ion baterií [45, 46, 47]

Parametry vybíraných Li-ion baterií 18650			
Značka	Samsung	Samsung	Panasonic
Označení	ICR18650-22P	ICR18650-26J	NCR18650B
Ochranný obvod	ne	ne	ne
Jmenovitá kapacita	2200 mAh	2600 mAh	3350 mAh
Maximální trvalý vybíjecí proud	10 A	5,2 A	6,7 A
Rozměry	65 x 18,4 mm	65 x 18,4 mm	65,3 x 18,5 mm
Váha	44 g	47 g	48,5 g
Cena	128 Kč	138 Kč	258 Kč

Po srovnání baterií bylo vybíráno zejména dle nejvýhodnějšího poměru ceny a kapacity baterie. Ostatní parametry jsou podobné nebo nedůležité z hlediska řešení dávkovače. Na trhu se nacházejí i baterie, které v sobě mají již zabudovaný ochranný obvod, avšak pořizovací cena těchto baterií se pohybuje o dost výše než u zvolených baterií. Vzhledem k potřebě zachování dobrého ekonomického hlediska byly zvoleny baterie bez ochrany. Té se práce věnuje v následující podkapitole.

Nejlepší poměr vykazuje baterie Samsung ICR18650-26J, ta má sice o 750 mAh nižší kapacitu než baterie Panasonic, ta je však téměř jednou tak drahá. Proto bylo zvoleno, že dávkovač bude osazen baterií Samsung ICR18650-26J, a pro zvýšení kapacity, tudíž výdrže dávkovače, se zvolí dvě paralelně zapojené baterie. Výsledná jmenovitá kapacita tak bude činit teoretických 5200 mAh. Je však třeba počítat s tím, že tyto hodnoty udávané výrobcem jsou dosti nadhodnocené. Po nabití a změření skutečné kapacity baterie ve specializované nabíječce byla zjištěna hodnota okolo 2150 mAh. Celková kapacita dávkovače se tak ustálila na přibližně 4300 mAh.

5.1.5 Dobíjecí jednotka a ochrana baterie

Jelikož byly zvoleny dva články baterií, které nemají vlastní ochranu, bylo potřeba ji zajistit pomocí externího ochranného obvodu. Právě z toho důvodu byla použita nabíječka Li-ion článku TP4056 a zabudovaným microUSB konektorem. Ta baterie bezpečně nabije a poskytne požadovanou ochranu.



Obr. 19 – Nabíječka Li-ion článku TP4056 s ochranou [48]

Modul používá nabíjecí čip TP4056 a ochranný čip DW01A. Tato kombinace umožňuje v praxi následující ochranné funkce:

- Řízení konstantního proudu a konstantního napětí pro nabíjení připojené lithiové baterie,
- ochrana proti vybití – chrání baterii proti vybití pod 2,4 V, což je minimum pro udržení životnosti baterie (v případě vybití pod 2,4 V dojde k odpojení baterie),
- ochrana proti přepětí – modul bude baterii bezpečně nabíjet do 4,2 V,
- nadproudová a zkratová ochrana – modul vypne baterie, pokud rychlost vybití překročí 3 A nebo pokud výstup bude zkrácen,
- dobíjení (rekondice baterie) - v případě, že je úroveň napětí připojené baterie menší než 2,9 V, bude modul dobíjet proudem 130 mA, dokud napětí baterie opět nedosáhne 2,9 V, přičemž v tomto okamžiku nabíjení se proud zvyšuje z lineárního na konfigurovaný nabíjecí proud. [48]

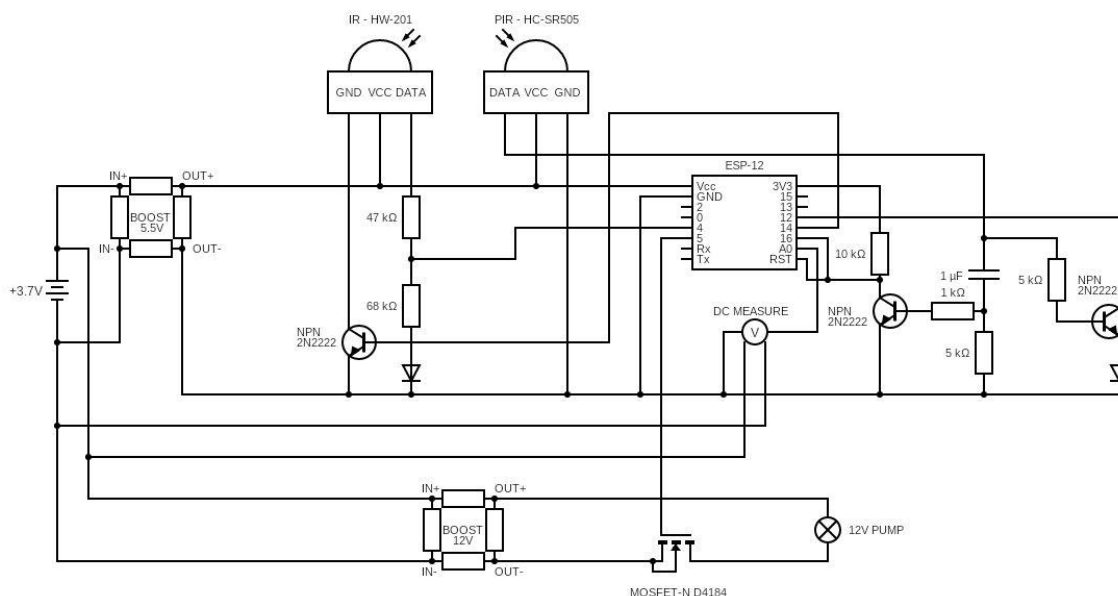
Modul navíc umožňuje připojit až dva články baterií v paralelním zapojení, díky čemuž se zdvojnásobí kapacita a výdrž zařízení. Nabíječka je napájena microUSB konektorem a je možné mít kabel do nabíječky připojený neustále. Nabíječka si sama poradí, zda modul od sítě odpojit či ho nechat připojený dle stavu baterií. Další důležité vlastnosti jsou vyobrazeny v následující tabulce.

Tab. 6: Parametry nabíjecího a ochranného obvodu [48]

Nabíječka Li-ion článku TP4056 s ochranou	
Nabíjecí čip	TP4056
Ochranný čip	DW01A
Vstupní napětí (microUSB)	4,5–6 V
Konstantní nabíjecí proud	1 A (nastavitelný)
Ochrana proti přepětí	
Detekce	4,3 V ± 50 mV
Uvolnění	4,1 V ± 50 mV
Ochrana proti podpětí	
Detekce	2,4 V ± 100 mV
Uvolnění	3,0 V ± 100 mV
Nadproudová a zkratová ochrana	
Hranice	3A
Nadproudová rychlost vypnutí	10–20 ms
Zkratová rychlost vypnutí	5–50 μs
Rozměry	28 x 17 mm
Váha	1,6 g
Cena	24 Kč

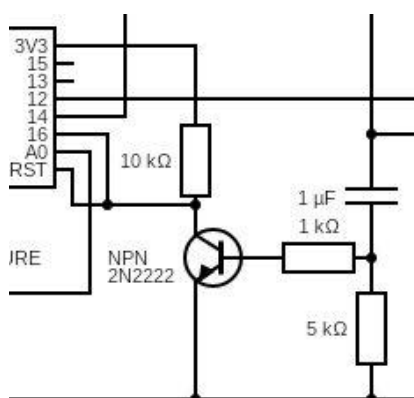
5.1.6 Zapojení, pomocné obvody a součástky

Jak již bylo zmíněno, jednotlivé součásti dávkovače mají různá operační napětí, a proto je třeba obvod zařízení doplnit o další elektronické prvky. Taktéž funkce dávkovače musejí být doplněny náležitými pomocnými obvody. Jednotka nejen že měří vzdálenost a spouští čerpadlo k podání dávky dezinfekce, zároveň se při zaznamenání pohybu musí vzbudit, zapnout IR optický senzor pro měření vzdálenosti a změřit stav baterií. Následně vše pošle skrze Wi-Fi připojení do cloudu a aplikace Blynk (viz kapitola 5.2). Celý obvod se všemi prvky je zobrazen na dalším obrázku.



Obr. 20 – Schéma zapojení dávkovače

V celém zapojení jsou použity tři NPN 2N2222 tranzistory, které slouží ke spínání jednotlivých funkcí. První, na obrázku vlevo, spouští IR čidlo měřící vzdálenost ruky od trysky. Další je součástí budicího obvodu (viz obrázek 21). Tento obvod je doplněn o tři rezistory a kondenzátor. Celá funkce spočívá v tom, že se při sepnutí PIR čidla (tedy při pohybu ruky pod senzorem) otevře NPN tranzistor, který „pošle“ napětí 3,3 V z pinu 3V3 do země. Avšak protože reset celého zařízení, respektive probuzení (wake-up), se provede až při přechodu z logického signálu 0 na logický signál 1, jednotka by se probudila až po osmi vteřinách, kdy přestane přicházet signál z PIR čidla a tranzistor se uzavře [43].



Obr. 21 – Detail schématu: Budící obvod

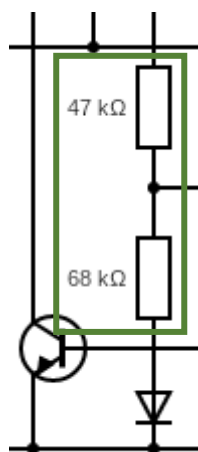
Z toho důvodu je použit kondenzátor, který se po několika sekundách nabije a zamezí průchod signálu. Tranzistor se tak zavře a v následujících osmi vteřinách (nebo dokud PIR čidlo zaznamenává pohyb) se jednotka sama od sebe nerestartuje, což je vyžadováno kvůli měření, podávání dávek dezinfekce a odesílání dat do cloudu.

Po tomto intervalu se kondenzátor vybije přes rezistor s odporem $5000\ \Omega$ do země a jednotka může být kdykoliv dále resetována. Zařízení a kód je navržen tak, aby se vše důležité odehrálo do zmíněných osmi vteřin a v případě restartu zařízení se neztratila žádná data. Po odeslání dat se jednotka uvede znovu do režimu hlubokého spánku.

Lze vidět, že je k resetovacímu pinu připojen ještě pin číslo 16. Tento pin je spjat s automatickým zapínáním po určitém časovém úseku. Jednou z funkcí, která zůstává při chodu v režimu hlubokého spánku jsou vnitřní hodiny modulu ESP-12S. To umožňuje nastavit vnitřní funkci s časovou hodnotou, která udává, po jakém časovém úseku nečinnosti se má jednotka sama od sebe restartovat.

Poslední z tranzistorů umožňuje jednotce určit rozdíl mezi výše popsányi situacemi. Dávkovač může být probuzen z režimu hlubokého spánku dvěma způsoby: po určitém předem definovaném časovém intervalu (přes pin 16) nebo PIR čidlem. Díky tomuto tranzistoru jednotka pochopí, z jakého důvodu byla probuzena.

Součástí pomocných obvodů je i dělič napětí, který je sestaven ze dvou rezistorů o hodnotách odporů $47000\ \Omega$ a $68000\ \Omega$.



Obr. 22 – Detail schématu: Dělič napětí

Dělič napětí je zde osazen z důvodu vysokého operačního napětí IR optického členu. Jelikož je tento snímač napájen 5 V, bylo by pro operační jednotku pracující na hladině 3,3 V devastací, pokud by datový signál z tohoto snímače byl připojen na jeden z pinů vývojové desky. Z toho důvodu se skrze dělič napětí přivádí maximální napětí o hodnotě 2,96 V [49].

Pro správné nastavení hladin operačních napětí jednotlivých součástí obvodu jsou použity dva měniče napětí MT3608. V tomto případě jsou oba označovány „step-up boost“ měniči, jelikož navyšují vstupní napětí. Jeden na 5,5 V, který napájí oba senzory a vývojovou desku. Druhý pracuje jako napájení čerpadla a je dimenzováno na 12 V.



Obr. 23 – Měnič napětí MT3608 [50]

Tento měnič je nastavitelný a umožňuje převádět napětí různých hladin. Čím větší rozdíl mezi výstupním a vstupním napětím je, tím větší výkon je zapotřebí a tím více energie baterií je spotřebováno.

Tab. 7: Parametry měniče napětí [50]

Měnič napětí MT3608	
Čip	MT3608
Vstupní napětí	2–24 V
Výstupní napětí	2–24 V
Výstupní proud	0,5 A (s chlazením až 1 A)
Účinnost	až 93 %
Rozměry	36 x 17 x 14 mm
Váha	4 g
Cena	28 Kč

Důležitou součástí obvodu tvoří PWM MOSFET modul D4184, který slouží ke spínání čerpadla, a tedy k regulaci distribuce dezinfekce. Tento modul má parametry dovolující sepnout tak vysoké napětí a proud, který by běžný tranzistor nezvládl. Modul je založen na tranzistoru N-MOSFET D4184, který lze použít k řízení rychlosti stejnosměrných motorů, jasu silných LED či topných těles [51].

Tab. 8: Parametry MOSFET modulu [51]

PWM MOSFET modul D4184	
Napětí zátěží	0–40 V
Napětí ovládání	3,3–5 V
Výstupní proud	0–50 A
Rozměry	23 x 16 mm
Váha	3 g
Cena	48 Kč

Posledním prvkem obvodu je analogový senzor stejnosměrného napětí. Ten je určen k přesnému určování stavu baterií. Na vývojové desce se již nachází jeden dělič napětí, pomocí něhož se dá napětí dalších prvků v obvodu sledovat, avšak měření pouze pomocí tohoto děliče je velmi nepřesné.



Obr. 24 – Analogový senzor DC napětí [52]

Tento senzor je taktéž založen na principu děliče a umožňuje detekovat napětí od 0 do 16,5 V pro 3,3V soustavy. Napětí by se však nemělo pohybovat v horní hranici, což je však u Li-ion baterií s maximální hodnotou napětí 4,2 V vyloučeno [52].

Tab. 9: Parametry analogového senzoru [52]

Analogový senzor DC napětí, VDC 0-25V	
Vstupní napětí	0–25 V
Rozřešení	0,00489 V
Napájecí napětí	3,3–5 V
Rozměry	27 x 14 mm
Váha	3 g
Cena	18 Kč

5.2 Firmware a software

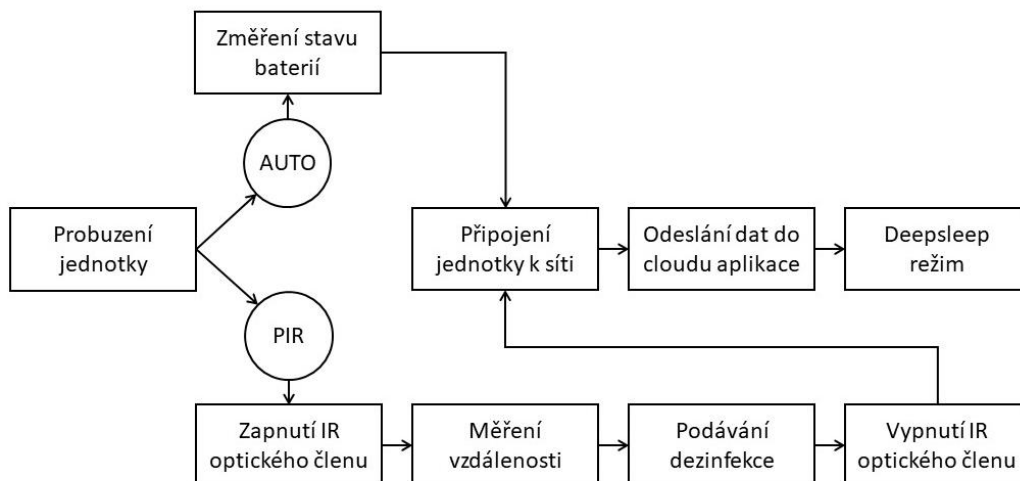
Naprogramování ESP-12 modulu bylo provedeno v již představeném otevřeném prostředí Arduino IDE. Kód je zde psán na bázi jazyka C++ a byl doplněn o knihovnu, která umožňuje přidání příkazů k spojení jednotky se sítí a odeslání dat do aplikace. Tato knihovna je blíže popsána v následující části (kapitola 5.2.2).

5.2.1 Arduino IDE – vlastní řešení

Samotný kód je členěn do několika úseků. V první se definují veškeré konstanty a hodnoty pro základní nastavení dávkovače, čísla pinů apod. Hlavní část je poté umístěna ve funkci *setup()*, což znamená, že vždy proběhne pouze jeden cyklus kódu a poté se jednotka přepne do režimu hlubokého spánku, při kterém se spotřeba sníží na minimum. Funkce *loop()*, která společně s funkcí *setup()* tvoří základní kámen programovacího jazyka Wiring, nebyla využita, a proto se kód nedostává do nekonečné smyčky. Veškeré vlastní funkce jsou pak napsány jako samostatné bloky, na které je v hlavním kódu odkazováno v případě potřeby.

Struktura kódu se na začátku dělí do dvou směrů. Vždy se však využije jen jeden podle způsobu probuzení jednotky. Pokud se jednotka probudí sama, dochází pouze ke změření stavu baterií, připojení jednotky ke cloudu a odeslání dat o stavu baterií. Poté už se jednotka znovu dostává do režimu hlubokého spánku.

V případě, že je jednotka probuzena PIR čidlem, musí dojít k více akcím. Nejprve je zapnut IR optický člen ke změření vzdálenosti a dále je zahájena funkce měření. V případě přiblížení ruky k dávkovači je podána dávka (a to i vícekrát za sebou). Po podání dávky či konci měření se IR čidlo vrací zpět do vypnutého stavu, jednotka se připojí k síti a odešle veškerá data o stavu dezinfekce, potřebě doplnění ad. Následně je znovu uvedena do režimu hlubokého spánku.



Obr. 25 – Struktura kódu dle způsobu probuzení

Velká část zapojení je ve finální fázi napájena na prototypovací desku, která řešení zmenší na praktickou velikost. V budoucnu by se v případě transformace prototypu na reálný produkt mohlo uvažovat o vytvoření desky plošných spojů, který by byla ještě praktičtější a menší než deska prototypová.

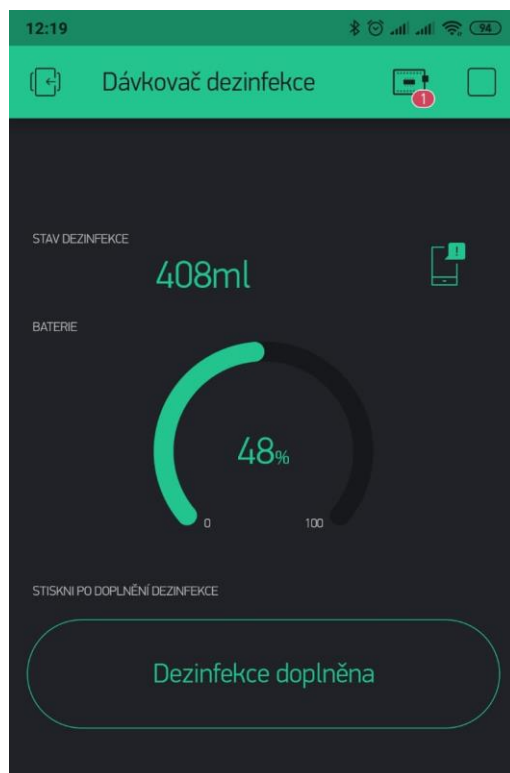
5.2.2 Blynk – vlastní aplikace

Spojení prostředí Arduino IDE se službou Blynk je umožněno pomocí specializované knihovny. Skrze internetovou dokumentaci služby Blynk lze získat veškeré informace o jejím nastavení. Taktéž jsou zde informace a příkazy kódu pro připojení jednotky k síti. Toto připojení je závislé na autorizačním kódu, který je vygenerován samotnou aplikací na telefonu. Je tedy vytvořena jakási adresa daného projektu v aplikaci, která propojuje jednotku, cloud a prostředí aplikace. V kódu jsou poté použity příkazy s odkazy na SSID a heslo k místnímu Wi-Fi připojení. Čip ESP8266 umožňuje připojení pouze k sítím s frekvencí 2,4 GHz [34].

Hlavními prvky kódu, který komunikuje na dálku s jednotkou, jsou příkazy, které přepisují a kontrolují tzv. virtuální piny. To jsou imaginární části aplikace, do kterých se zapisují data, která jsou v aplikaci následně zpracovávána a zobrazována uživateli.

Tyto virtuální piny se spojí s různorodými widgety v aplikaci. Mohou jimi být grafy, tlačítka, textové nebo číselné hodnoty ad. Veškeré virtuální piny pak mohou sloužit nejen jako výstupy, ale i jako vstupy například k ovládní jednotky.

Vývojáři je umožněno využít různé množství i druhy těchto widgetů a vytvořit tak ideální prostředí pro uživatele daného zařízení a aplikace.



Obr. 26 – Ukázka aplikace Blynk pro projekt bezdotykového dávkovače

Vytvořená aplikace pro dávkovač má čtyři části. Hlavní jsou dva číselné ukazatele. Nejprve ukazatel stavu dezinfekce, který udává, kolik mililitrů tekutiny v nádobě zbývá. Tato nádoba však musí být vždy doplněna o předem stanovený objem tekutiny. V tomto případě 500 ml. Druhým číselným prvkem je grafický ukazatel stavu baterií, který je převáděn na procenta.

Vpravo nahoře uživatel aplikace vidí ikonu notifikací. Ty jsou nastaveny tak, aby se uživateli zobrazily vždy, když je vyprázdněná nádoba s dezinfekcí a v situaci, kdy se baterie vybije pod 10 %.

Prostředí aplikace je zakončeno tlačítkem, které ovládá doplňování dezinfekce. Vždy, když ji uživatel doplní, je nutné kliknout na tlačítko „dezinfekce doplněna“, které zareaguje na změnu objemu tekutiny přenastavením stavu dezinfekce. Tlačítko se po kliknutí zbarví dozelená a jakmile jednotka pozná, že je vše nastaveno, znovu se vrátí do tmavého grafického zobrazení.

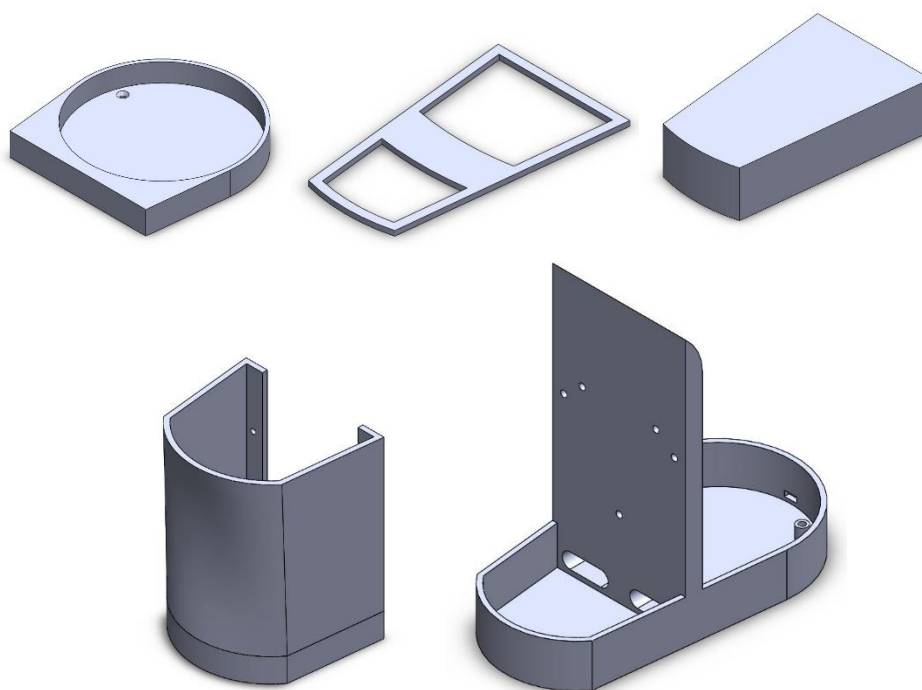
Každému samostatnému projektu v aplikaci Blynk lze vytvořit samostatné prostředí a vlastní ikonu na ploše chytrého telefonu či tabletu. To vývojáři napomáhá si představit veškeré záležitosti uživatelského prostředí od zapnutí aplikace po její opuštění.

5.3 Konstrukce a sestavení

Bylo zadáno, aby se při tvorbě prototypu využilo 3D tisku³. Tento způsob výroby modelu je velmi efektivní, přípravami časově nenáročný a ekonomicky snesitelný. Modelování proběhlo v softwaru Solidworks, kde byly vytvořeny jednotlivé součásti dávkovače, které byly následně poskládány do jedné sestavy. K součástem, které se měly tisknout na 3D tiskárně byl vytvořen i model použité nádoby, aby bylo před vlastním vytisknutím vše lépe představitelné.

5.3.1 3D tisk

Hlavní konstrukce modelu sestává z pěti hlavních prvků, které tvoří nosné pilíře a kryty pro elektronické součásti a obvody. V hlavní nosné konstrukci, se nacházejí již předtisknuté díry, do kterých byly pomocí páječky vloženy a nataveny závitové vložky, které umožňují pevné smontování celého modelu a uchycení čerpadla. V místech, kde se závitové vložky a šrouby M3 nedají použít jsou spojované součásti slepeny.

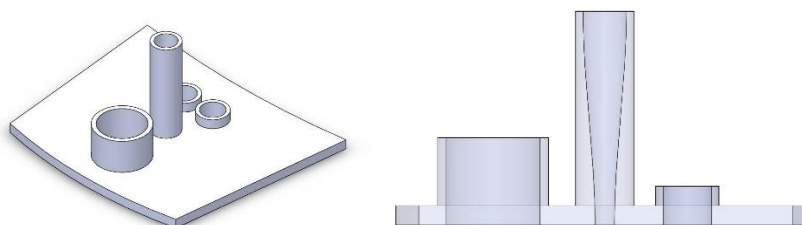


Obr. 27 – Hlavní součásti 3D tisku

V zadní části hlavní nosné konstrukce byl navržen průchod pro nabíjecí kabel. Pro model musel být navržen i průchod pro senzory a hadičku, která přivádí dezinfekci. Proto byly namodelovány dvě speciální součásti, které tvoří vyústění dávkovače. Vedle

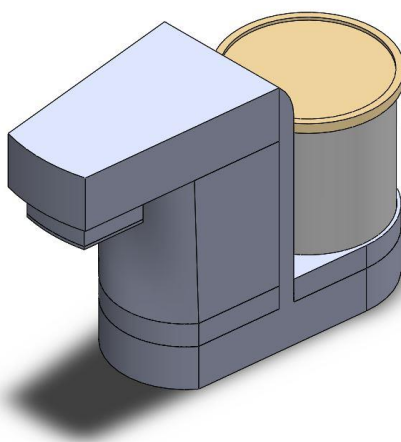
³ „3D tisk je druh aditivní (přídavné) výroby, což znamená, že k produkci výrobků dochází postupným přidáváním materiálu. 3D tisk je výrobně pomalejší než obráběcí a frézovací výroby, protože ale můžete tisknout prakticky ihned, pro zakázkovou malovýrobu či domácí kutilství se jedná o ideální technologii.“ [53]

průchodu senzorů, který slouží pouze k prodloužení dávkovací hlavy, byl navržen držák senzorů, který je chrání, podepírá a zajišťuje správnou funkci. Zároveň na něj byla namodelována tryska, do které je umístěna hadička přivádějící dezinfekci. Její tvar byl navržen pro nejmenší možné rozměry, které byla použita 3D tiskárna schopna bez větších povrchových chyb vytvořit.



Obr. 28 – Držák senzorů a průřez s tryskou

3D tisk byl proveden na tiskárně Original Prusa i3 MK3S+ a zvoleným materiálem se stal filament PETG od firmy Verbatim. Tento materiál je dostatečně pevný, vytváří kvalitní hladký povrch a zejména je odolný a rezistentní vůči jakémukoliv alkoholovému základu. To je důležité pro dávkovač v případě prosáknutí dezinfekce, a hlavně pro možnost využít 3D tisk k tvorbě trysky.



Obr. 29 – Model bezdotykového dávkovače s nádobou

Vedle hlavních konstrukčních částí byly namodelovány i pomocné držáky a úložné vaničky pro MOSFET modul, měniče napětí, dobíjecí jednotku i prototypovací desku s vývojovou jednotkou a pomocnými obvody.

V případě uvažování tisku na jedné tiskárně po jedné součásti při vrstvě 0,2 mm bez jakýchkoliv podpor konstrukce by tisk zabral 32 hodin a bylo by spotřebováno 111,47 m materiálu s celkovou hmotností 340,51 g. V reálné situaci se tisk pohyboval okolo 14 hodin, jelikož byly využity tři tiskárny najednou a na jedné tiskové podložce se tisklo více součástí najednou.

5.3.2 Sestavení

Vedle konstrukce, která je sestavena z 3D tiskových součástí byla použita skleněná nádoba s dřevěným víkem a těsněním. Ta je využívána jako nádoba k uchování a doplňování dezinfekce. Její objem je 500 ml a díky univerzální velikosti (průměru) necelých 10 cm a kulatému tvaru je prototypovací jednotka připravena pojmout i nádoby s větším či menším objemem. Do budoucna by se tak teoreticky produkt mohl prodávat v jedné velikosti, avšak s více variantami nádržek na dezinfekci.



Obr. 30 – Proces sestavování: Upnutí čerpadla a pozice vývojové desky

Celá sestava je navržena tak, aby se dala postavit na stůl a či jinou vodorovnou plochu. Jelikož se jedná o osobní dávkovač, je toto provedení vhodnější a uživatel tak může zařízení kdykoliv a kamkoliv přenášet.



Obr. 31 – Prototyp bezdotykového dávkovače dezinfekce

Takto sestavená jednotka je zcela připravena k používání, manipulaci, doplňování dezinfekce či dobíjení.

6 ZHODNOCENÍ

Výrobní náklady za prototypovací zařízení jsou o dost vyšší než u osobních dávkovačů, které jsou aktuálně na trhu. Navíc do tohoto cenového zhodnocení nejsou započítány energetické nároky a odvedená práce při výrobě. Na druhou stranu je nutné vzít do úvahy to, že se jedná o produkt, který je od klasických dávkovačů odlišný a má mnohem více funkcí a vlastností, které mohou být do budoucna rozšiřovány. Zařízení následuje moderní trendy vedle funkce distribuční nabízí uživateli i ovládání a kontrolu.

Tab. 10: Náklady pro výrobu dávkovače

Náklady za součástky			
Název	Množství	Cena bez DPH	Cena s DPH
Peristaltické čerpadlo	1	164 Kč	198 Kč
Li-ion baterie 18650	2	328 Kč	396 Kč
Vývojová deska	1	106 Kč	128 Kč
PIR čidlo	1	40 Kč	48 Kč
IR optický snímač	1	23 Kč	28 Kč
Nabíječka Li-ion článku	1	20 Kč	24 Kč
Držák baterií	1	31 Kč	38 Kč
Analogový senzor napětí	1	15 Kč	18 Kč
Step-up měnič napětí	2	46 Kč	56 Kč
PWM MOSFET modul	1	40 Kč	48 Kč
Nádoba na dezinfekci	1	126 Kč	153 Kč
Náklady za instalační a výrobní materiál			
Převodník 6Pin	1	48 Kč	58 Kč
Elektronické prvky (kabely, svorkovnice)	-	37 Kč	45 Kč
Filament PET-G	340 g	177 Kč	215 Kč
Konstrukční prvky (šrouby, závitové matice)	-	50 Kč	60 Kč
Celkové náklady		1251 Kč	1513 Kč

Cena jednotky by klesla i v případě sériové výroby a návrhu levnějšího technologického postupu těla dezinfekce. Důležitým aspektem ke zhodnocení je i spotřeba zařízení, od které se bude odvíjet výdrž baterií. Při klidovém režimu dávkovač spotřebovává pouhých 5,5 mA, což při normálním používání znamená přes 600 hodin na bateriích. Při odesílání dat a měření zařízení spotřebovává přes 70–250 mA a při dávkování musí baterie celému systému, zejména čerpadlu, poskytnout 1,2 A. To se však děje jen v době distribuce dávky dezinfekce.

Do budoucna by rozhodně při pokračování vývoje, například za účelem uvedení produktu na trh, bylo vhodné nepájet obvody a vývojovou jednotku na prototypovací desku, ale navrhnout a vyrábět desku plošných spojů. To by znamenalo zmenšení obvodů a snížení prostorové náročnosti i ulehčení výrobním nákladům za materiál a práci.

Dalším vylepšením, které by mohlo následovat je ovládání dávkování skrze aplikaci. Uživatel by si tak mohl nastavit objem dávky dezinfekce, který by od dávkovače požadoval. To by se mohlo hodit nejen v případě malých dětí, ale i při používání dezinfekčních prostředků s různou hustotou. Aktuálně je dávkovač nastavený na vybraný druh dezinfekce.

7 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo vytvoření chytrého bezdotykového dávkovače dezinfekce pomocí kompatibilních modulů platformy Arduino. Po průzkumu trhu bezdotykových dávkovačů bylo zjištěno, že se žádný výrobce nezabývá výrobou chytrých osobních dávkovačů, které by mohly být napojeny na systém chytré domácnosti.

Byl vytvořen bezdotykový dávkovač dle zadání společně s dalšími vlastnostmi. Vedle dávkování dezinfekce jako hlavní funkce byla vytvořena i mobilní aplikace pomocí platformy Blynk, která umožňuje vzdálený přístup k zařízení. Aplikace ukazuje stav dezinfekce v dávkovači, stav baterií, odesílá uživateli oznámení o změnách těchto stavů a umožňuje ovládat doplnění dezinfekce.

Celá jednotka je postavena na vývojové desce s připojením k síti Wi-Fi a je osazena čerpadlem, které přivádí dezinfekci z nádoby k trysce. Zařízení je bezdrátové, a tudíž je napájeno bateriemi, které při běžném používání dokážou napájet zařízení minimálně 600 hodin vkuse. V případě vybití lze dávkovač nabíjet microUSB kabelem.

Z důvodu maximálního snížení spotřeby byly použity dva senzory pro ovládání dávkování dezinfekce. Pasivní infračervené pohybové čidlo s minimální spotřebou jednotku probouzí a optické infračervené čidlo měří vzdálenost ruky od trysky.

Dávkovač lze používat na jakémkoliv místě s připojením k síti Wi-Fi. Taktéž stav dezinfekce a baterií je možné kontrolovat odkudkoliv se zařízením s internetovým připojením. Díky 3D tisku byla vymodelována i zajímavá konstrukce s možností změny velikosti nádoby.

Zařízení sice zásadně nesnížilo nároky na pořizovací ceny osobních dávkovačů, avšak se přiblížilo moderním trendům a je připraveno na nasazení do systému chytré domácnosti. V budoucnu by zařízení mohlo být doplněno o funkce ovládání dávkování a celé řešení by se mohlo z hlediska prostorové náročnosti elektronických součástí zmenšit.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MONK, Simon. *Programming Arduino: getting started with sketches*. New York: McGraw-Hill, c2012. ISBN 978-0071784221.
- [2] *Kela dávkovač mýdla Kristall transparentní*. Internet Mall, a.s. [online]. ©2000-2021 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z <https://www.mall.cz/doplňky-umyvadlo/kela-davkovac-mydla-kristall-transparentni-100011651853>
- [3] *Dávkovač tekutého mýdla 300 ml Bemeta*. Heureka Group a.s. [online]. ©2007-2021 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z <https://www.siko.cz/davkovac-tekuteho-mydla-300-ml-bemeta-plast-lesk-121209142/p/DM300PLASTL>
- [4] *Jak vybrat dezinfekci?* SIKO KOUPELNY a.s. [online]. ©2021 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z <https://dezinfekce.heureka.cz/poradna/-jak-vybrat-spravny-dezinfekcni-prostredek/>
- [5] *FLEXI dezinfekční stojan s bezdotykovým dávkovačem*. COVIDSTOJAN.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z <https://www.covidstojan.cz/dezinfekcni-stojan-bezdotykovy/>
- [6] *Protection Point – bezdotykový dávkovač dezinfekce*. Eshopak.cz [online] ©2021 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z <https://www.eshopak.cz/dezinfekce/protection-point-bezdotykovy-davkovac-dezinfekce/>
- [7] *PREZENTA Dezinfekční stojan s bezdotykovým dávkovačem na gelovou dezinfekci a bateriemi*. Internet Mall, a.s. [online]. ©2000-2021 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z <https://www.mall.cz/bezdotykove-davkovace-mydla/prezenta-dezinfekcni-stojan-s-bezdotykovym-davkovacem-na-gelovou-dezinfekci-a-bateriemi-100029138598>
- [8] *Hotelum Bezkontaktní dezinfekční stojan na dezinfekci rukou*. Internet Mall, a.s. [online]. ©2000-2021 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z <https://www.mall.cz/bezdotykove-davkovace-mydla/hotelum-bezkontaktni-dezinfekcni-stojan-na-dezinfekci-rukou-100026648565>
- [9] *Zenco bezdotykový dávkovač dezinfekce DAV006 400 ml*. Businessstyle.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z <https://www.businessstyle.cz/ochranne-pomucky/zenco-bezdotykovy-davkovac-dezinfekce-dav006-400-ml/>
- [10] *Internet věcí (Internet of Things)*. KODYS, spol. s r.o. [online]. ©2021 [cit. 2021-04-28]. Dostupné z <https://www.kodys.cz/technologie/internet-veci-internet-things>
- [11] *Co je IoT?* Iot-portal.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-04-28]. Dostupné z <https://www.iot-portal.cz/co-je-iot/>
- [12] *What is Arduino?* Arduino.cc [online]. ©2021 [cit. 2021-05-1]. Dostupné z <https://www.arduino.cc/en/guide/introduction>
- [13] *What is an Arduino?* SparkFun Electronics [online]. ©2021 [cit. 2021-05-1]. Dostupné z <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-an-arduino/all>
- [14] VODA, Zbyšek. *Průvodce světem Arduina*. 2. vydání. Bučovice: Nakladatelství Martin Stříž, 2017, s. 12–14. ISBN 978-80-87106-93-8.
- [15] *Vývojové prostředí Arduina*. Uart.cz [online]. [cit. 2021-05-3]. Dostupné z <http://docs.uart.cz/docs/arduino-ide/>
- [16] *ARDUINO UNO WIFI REV2*. Arduino.cc [online]. ©2021 [cit. 2021-05-2]. Dostupné z <https://store.arduino.cc/arduino-uno-wifi-rev2>
- [17] *O licencích*. Creative Commons [online]. ©2021 [cit. 2021-05-4]. Dostupné z <https://creativecommons.org/licenses/>

- [18] *TCP/IP*. Gvp.cz [online]. ©2019-2021 [cit. 2021-05-4]. Dostupné z <https://www.gvp.cz/ucebnice/Vyptech/internet/tcpip.htm>
- [19] *Co je to mikrokontrolér?* It-slovník.cz [online]. ©2008-2021 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z <https://it-slovník.cz/pojem/mikrokontroler>
- [20] *ESP8266*. ESPRESSIF SYSTEMS (SHANGHAI) CO., LTD. [online]. ©2021 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266>
- [21] PILLÁR, A. *Climate monitoring at home*. Brno: Brno University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, 2020. 52 s. Supervisor Ing. Petr Šoustek.
- [22] *NodeMcu Connect Things EASY*. Nodemcu.com [online]. ©2014-2018 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z https://www.nodemcu.com/index_en.html
- [23] *NodeMcu 3.0.0*. GitHub, Inc. [online]. ©2021 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z <https://github.com/nodemcu/nodemcu-firmware>
- [24] *IoT ESP8266 Lua NodeMcu V2 WIFI modul*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/iot-esp8266-lua-nodemcu-v2-wifi-modul--tcp-ip/>
- [25] *WeMos D1 Mini ESP8266 WiFi modul*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/wemos-d1-mini-esp8266-wifi-modul/>
- [26] *RUNNING NODEMCU ON A BATTERY: ESP8266 LOW POWER CONSUMPTION REVISITED*. Tinker.yeoman.com.au [online]. [cit. 2021-05-6]. Dostupné z <https://tinker.yeoman.com.au/2016/05/29/running-nodemcu-on-a-battery-esp8266-low-power-consumption-revisited/>
- [27] *Power Consumption of a Wemos D1 mini ESP8266*. Premier Farnell Ltd. [online]. ©2009-2021 [cit.2021-05-6]. Dostupné z <https://www.element14.com/community/people/neilk/blog/2019/02/14/investigating-the-power-consumption-of-a-wemos-d1-mini-esp8266>
- [28] *LaskaKit ESP-12 board*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/laskkit-esp-12-board/>
- [29] *LASKKIT ESP-12 board*. Laskarduino.cz [online]. ©2020 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z <https://blog.laskarduino.cz/laskkit-esp-12-board/>
- [30] *Co je cloud?* Microsoft Corporation [online]. ©2021 [cit. 2021-05-7]. Dostupné z <https://azure.microsoft.com/cs-cz/overview/what-is-the-cloud/>
- [31] *Pochopte, co je cloud, cloud computing a další pojmy*. Quadro Net s.r.o. [online]. ©2021 [cit. 2021-05-7]. Dostupné z <http://www.quadronet.cz/pochopte-co-je-cloud-cloud-computing-a-dalsi-pojmy/>
- [32] *Blynk*. Blynk Inc. [online]. ©2020 [cit. 2021-05-10]. Dostupné z <https://blynk.io/>
- [33] *What is Blynk?* Osoyoo.com [online]. ©2009-2017 [cit. 2021-05-10]. Dostupné z <https://osoyoo.com/2018/02/04/what-is-blynk/>
- [34] *How Blynk Works*. Blynk Inc. [online]. ©2020 [cit. 2021-05-11]. Dostupné z <https://docs.blynk.cc/>
- [35] *LASKAKIT ESP-12 board*. GitHub, Inc. [online]. ©2021 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z <https://github.com/LaskaKit/ESP12-Board>
- [36] *Modules*. Esp8266.com [online]. ©2018 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z <https://www.esp8266.com/wiki/doku.php?id=esp8266-module-family>
- [37] *Ai-Thinker ESP-12S ESP8266 CE WIFI modul*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/ai-thinker-esp-12s-esp8266-ce-wifi-modul/>

- [38] *ESP8266EX Datasheet*. ESPRESSIF SYSTEMS (SHANGHAI) CO., LTD. [online] ©2021 [cit. 2021-05-4]. Dostupné z https://www.espressif.com/en/support/documents/technical-documents?keys=&field_type_tid%5B%5D=14
- [39] *ESP8266 Technical Reference Manual*. ESPRESSIF SYSTEMS (SHANGHAI) CO., LTD. [online] ©2021 [cit. 2021-05-4]. Dostupné z https://www.espressif.com/en/support/documents/technical-documents?keys=&field_type_tid%5B%5D=14
- [40] *Laserový senzor vzdálenosti GY-53 VL53L0X + STM32*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-7]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/laserovy-senzor-vzdalenosti-gy-53-vl53l0x-stm32/>
- [41] *IR optický infra snímač FC-51*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-7]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/arduino-ir-opticky-infra-snimac-fc-51/>
- [42] *Ultrazvukový měřič vzdálenosti HC-SR04*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-7]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/arduino-ultrazvukovy-meric-vzdalenosti-hc-sr04/>
- [43] *Mini PIR detektor pohybu HC-SR505*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-7]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/arduino-mini-pir-detektor-pohybu-hc-sr505/>
- [44] *Grothen G328 Peristaltické čerpadlo 12V*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-7]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/grothen-g328-peristalticke-cerpadlo-12v/>
- [45] *Samsung ICR18650-22P 2200mAh – 10A*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-9]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/samsung-icr18650-22p-2200mah-10a/>
- [46] *Panasonic NCR18650B 3350mAh 18650 Li-Ion Baterie*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-9]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/3350mah-panasonic-ncr18650b-18650-li-ion-baterie/>
- [47] *Samsung ICR18650-26J 2600mAh 18650 Li-Ion Baterie*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-9]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/2600mah-samsung-icr18650-26j-18650-li-ion-baterie/>
- [48] *Nabíječka Li-ion článku TP4056 s ochranou microUSB*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-8]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/nabijecka-li-ion-clanku-tp4056-s-ochranou-microusb/>
- [49] MALÝ, Martin. *Hradla, volty, jednočipy: Úvod do bastlení*. Praha: CZ.NIC, 2017, s. 93–94. Edice CZ.NIC, sv. 16. ISBN 978-0071784221. Dostupné z: <https://knihy.nic.cz/>
- [50] *Step-up boost měnič s MT3608*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-8]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/step-up-boost-menic-s-mt3608/>
- [51] *PWM MOSFET modul D4184*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-8]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/pwm-mosfet-modul-d4184-40vdc-50a/>
- [52] *Analogový senzor DC napětí, VDC 0-25V*. Laskarduino.cz [online]. ©2021 [cit. 2021-05-8]. Dostupné z <https://www.laskarduino.cz/analogovy-senzor-dc-napeti-vdc-0-25v/>
- [53] *3D tisk: jak funguje, kde stáhnout předlohy a jak začít?* Alza.cz a.s. [online]. ©1994-2021 [cit. 2021-05-5]. Dostupné z <https://www.alza.cz/3d-tisk>
- [54] *IOT Platform*. Thinger.io [online]. ©2020 [cit. 2021-05-3] Dostupné z <https://thinger.io/>
- [55] *Open-source IoT Platform*. Thingsboard.io [online]. ©2021 [cit. 2021-05-3] Dostupné z <https://thingsboard.io/>

- [56] *Data Drives Decisions*. Ubidots.com [online]. ©2021 [cit. 2021-05-3] Dostupné z <https://ubidots.com/>
- [57] *IOT Platform*. KaaIoT Technologies, LLC [online]. ©2021 [cit. 2021-05-3] Dostupné z <https://www.kaaproject.org/>

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – Dávkořač s mechanickou pumpičkou [2]	19
Obr. 2 – Nástěnný mechanický řařkořač [3]	19
Obr. 3 – Příklad výtlačného mechanismu [5]	20
Obr. 4 – Stlačovací tryska pro řařkování [6]	21
Obr. 5 – Dávkořač se stojanem [7]	22
Obr. 6 – Dávkořací stanice [8]	22
Obr. 7 – Osobní bezdotykový řařkořač dezinfekce [9]	23
Obr. 8 – Vývojové prostředí Arduino IDE [15]	28
Obr. 9 – Arduino UNO WIFI [16]	29
Obr. 10 – NodeMCU V2 WiFi modul [24]	30
Obr. 11 – WeMos D1 Mini WiFi modul [25]	31
Obr. 12 – LaskaKit ESP-12 board [28]	32
Obr. 13 – Architektura platformy Blynk [34]	34
Obr. 14 – Schéma vstupů a výstupů vývojové desky LaskaKit [35]	35
Obr. 15 – Modul ESP-12S [37]	36
Obr. 16 – PIR řidlo HC-SR505 [43]	38
Obr. 17 – IR optický snímač FC-51 [41]	38
Obr. 18 – Peristaltické řerpadlo Grothen G328 [44]	39
Obr. 19 – Nabíječka Li-ion řlánku TP4056 s ochranou [48]	42
Obr. 20 – Schéma zapojení řařkořače	44
Obr. 21 – Detail schématu: Budící obvod	44
Obr. 22 – Detail schématu: Dělič napětí	45
Obr. 23 – Měnič napětí MT3608 [50]	46
Obr. 24 – Analogový senzor DC napětí [52]	47
Obr. 25 – Struktura kódu dle způsobu probuzení	49
Obr. 26 – Ukázka aplikace Blynk pro projekt bezdotykového řařkořače	50
Obr. 27 – Hlavní součásti 3D tisku	51
Obr. 28 – Držák senzorů a průřez s tryskou	52
Obr. 29 – Model bezdotykového řařkořače s nádobou	52
Obr. 30 – Proces sestavování: Upnutí řerpadla a pozice vývojové desky	53
Obr. 31 – Prototyp bezdotykového řařkořače dezinfekce	53

10 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Srovnání vývojových desek [24, 25, 28]	32
Tab. 2: ESP-12S – technické specifikace [38, 39]	36
Tab. 3: Srovnání senzorů [40, 41, 42, 43]	37
Tab. 4: Parametry peristaltického čerpadla [44]	40
Tab. 5: Srovnání Li-ion baterií [45, 46, 47]	41
Tab. 6: Parametry nabíjecího a ochranného obvodu [48]	43
Tab. 7: Parametry měniče napětí [50]	46
Tab. 8: Parametry MOSFET modulu [51]	47
Tab. 9: Parametry analogového senzoru [52]	48
Tab. 10: Náklady pro výrobu dávkovače	55
Tab. 11: Seznam součástí	69

11 SEZNAM PŘÍLOH

A	Seznam součástí	67
B	Obsah souboru ZIP	68

A SEZNAM SOUČÁSTÍ

Tab. 11: Seznam součástí

Název	Odkaz
Peristaltické čerpadlo Grothen G328	https://www.laskarduino.cz/grothen-g328-peristalticke-cerpadlo-12v/
Li-ion baterie 18650 Samsung ICR18650-26J	https://www.laskarduino.cz/2600mah-samsung-icr18650-26j-18650-li-ion-baterie/
IR optický snímač FC-51	https://www.laskarduino.cz/arduino-ir-opticky-infrasnimac-fc-51/
PIR čidlo HC-SR505	https://www.laskarduino.cz/arduino-mini-pir-detektor-pohybu-hc-sr505/
Nabíječka Li-ion článku TP4056 s ochranou	https://www.laskarduino.cz/nabijecka-li-ion-clanku-tp4056-s-ochranou-microusb/
Držák baterií 2x18650	https://www.laskarduino.cz/bateriovy-box-2x18650-do-dps/
Vývojová deska LaskaKit ESP-12 board	https://www.laskarduino.cz/laskkit-esp-12-board/
Analogový senzor DC napětí	https://www.laskarduino.cz/analogovy-senzor-dc-napeti--vdc-0-25v/
Step-up měnič napětí MT3608	https://www.laskarduino.cz/step-up-boost-menic-s-mt3608/
PWM MOSFET modul D4184	https://www.laskarduino.cz/pwm-mosfet-modul-d4184--40vdc-50a/
Převodník 6Pin microUSB TTL UART	https://www.laskarduino.cz/prevodnik-6pin-microusb-ttl-uart--cp2102--dtr-pin/
Nádoba na dezinfekci 500 ml	https://www.sklenenyshop.cz/dozy-zasobniky/simax-doza-na-potraviny-s-drevenym-vickem-0-5-l/
Filament PET-G Verbatim 1,75 mm	https://www.alza.cz/verbatim-pet-g-1-75mm-1kg-cerna-d5607631.htm

B OBSAH SOUBORU ZIP

- Data pro 3D tisk dávkovače – ve složce 3D tisk
- Zdrojový kód Arduino IDE – ve složce Arduino IDE
- Model sestavy a modely součástí – ve složce Model