



ZÁPADOČESKÁ
UNIVERZITA
V PLZNI

Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky a ekologie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukce elektronického zařízení pro sledování pohybu zvířat pro
Záchranou stanici živočichů Plzeň

Autor práce: Bc. Libor Skala
Vedoucí práce: Ing. Petr Jindra, Ph.D.

Plzeň 2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Libor SKALA**
Osobní číslo: **E09B0494P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Technická ekologie**
Název tématu: **Konstrukce elektronického zařízení pro sledování pohybu zvířat pro Záchranou stanici živočichů Plzeň**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište požadavky na vlastnosti sledovacího systému vletových otvorů do hnízd nebo pohybu zvířat ve vymezeném prostoru. Zhodnoťte reálnost požadavků ZSŽ a odůvodněte omezení.
2. Sledujte vlastnosti komerčně nabízených systémů fotografických pastí a porovnejte je s požadavky ZSŽ. Navrhněte případné možné úpravy.
3. Navrhněte vlastní systém podle požadavků.
4. Porovnejte Vámi navržený systém s dostupnými komerčními produkty. Zhodnoťte praktickou využitelnost systému.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.


Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Jindra


Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2012**

Termín odevzdání bakalářské práce: **7. června 2013**



Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Abstrakt

SKALA, Libor. *Konstrukce elektronického zařízení pro sledování pohybu zvířat pro Záchranou stanici živočichů Plzeň*. Plzeň, 2013. Bakalářská práce. Západočeská univerzita. Fakulta elektrotechnická. Katedra elektroenergetiky a ekologie. Vedoucí: Petr Jindra

Práce se zabývá návrhem a požadavky Záchrané stanice živočichů v Plzni na zařízení pro sledování vletových otvorů náhradních hnízdišť rorýse. Porovnává komerční autonomní fotopasti podle jejich parametrů a ceny pořízení. Pro srovnání s komerčním produktem je navrženo vlastní zařízení založené na miniaturním počítači.

Klíčová slova

Rorýs, Apus, vletové otvory, hnízdění, sledování, fotopast.

Abstract

SKALA, Libor. *Electronical device construction to nesting swift observing for Záchranná stanice živočichů (Animal rescue) in Pilsen*. Pilsen, 2013. Bachelor thesis (in Czech). University of West Bohemia. Faculty of Electrical Engineering. Department of Electric power engineering and Ecology. Supervisor: Petr Jindra

Bachelor thesis deal with swift nesting holes observation by Záchranná stanice živočichů (Animal rescue) in Pilsen. It compares commercial camera traps by characteristics and prices. As opposite product is compared miniature computer device.

Keywords

Swift, Apus, nesting holes, nesting, observation, camera trap.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem svou závěrečnou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 270 trestního zákona č. 40/2009 Sb.

Zároveň nedávám svolení Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni s využíváním zařízení na obdobném nebo podobném principu, nebo zařízení z mého zařízení vycházející pro komerční i nekomerční účely.

Také prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne 3. června 2013

Bc. Libor Skala

.....

Podpis

Obsah

Seznam obrázků	v
1 Požadavky na vlastnosti systému pro sledování zvířat	2
1.1 Zařízení pro sledování prostoru	4
1.2 Zařízení pro sledování vletových otvorů	4
1.3 Zhodnocení proveditelnosti požadavků stanice	5
2 Komerčně dostupná zařízení	7
2.1 ScoutGuard SG370	8
2.2 ScoutGuard SG570	9
2.3 Acorn 5210MC/5210MM	9
2.4 UOVision UV 535 Panda	10
2.5 UOVision UV562	10
2.6 Moultrie Game I-65	11
2.7 Shrnutí	11
3 Naplnění výchozích požadavků	12
3.1 Vnější vzhled	12
3.2 Hardware	13
3.2.1 Řídící počítač	13
3.2.2 Návrh detektoru pohybu	16
3.2.3 Návrh napájení	19
3.2.4 Obrazový senzor	20
3.2.5 Desky plošných spojů	20
3.3 Software	22
3.4 Náklady na zařízení	22
4 Porovnání komerčních zařízení s vlastním návrhem	24
Reference, použitá literatura	27

Seznam obrázků

1.1	Umístění náhradní hnízdni budky pod přesahem střechy [?]	3
1.2	Rorýs po příletu do budky [?]	4
2.1	Schéma detekčních zón IR snímače [?]	8
2.2	ScoutGuard SG570 [?]	9
2.3	Fotopast Moultrie I-65S [?]	11
3.1	Instalační krabice s průhledným víkem Gewiss GW 44438 IP56 [?]	13
3.2	Schéma zapojení ochranného obvodu jednoho vstupu	15
3.3	Časové průběhy signálů generovaných oběma obvody 555, kde VF1 je záznam napětí na obvodu řídicím délkou vysílání a VF2 je záznam signálu o frekvenci 40 kHz pro buzení vysílače. Simulace v programu Tina.	17
3.4	Vyrobené desky po doručení připravené na rozdělení	21

Seznam symbolů a zkratek

fps	Frames per second – snímky za vteřinu u obrazového čipu
GPIO	General Purpose Input/Output – vstupně výstupní porty
HD	High Definition – vysoké rozlišení
MPx	megapixel – počet obrazových bodů v milionech
NTP	Network Time Protocol
PoE	Power over Ethernet
RTC	Real Time Clock
ZSŽ	Záchranná stanice živočichů Plzeň

Úvod

Záchranná stanice živočichů Plzeň provádí sledování pohybu zvířat a záchrannou raněných živočichů. Přispívá taktéž různými údaji o pozorování do statistik mezi ostatními podobně zaměřenými organizacemi. Jejich činnost je i sledování hnízdišť rorýsů, kteří jako zvláště chránění živočichové v minulosti, v důsledku stavebních úprav panelových domů, přicházeli o svá původní hnízdiště. V této souvislosti jsou postiženy i jiné druhy zvířat, zejména netopýři.

Pro snížení časových nároků na zaměstnance stanice sledováním hnízdišť byl vydán požadavek na výběr vhodného zařízení pro sledování vletových otvorů. Práce by měla zjistit, zda je vhodné použít běžně nabízené fotopasti a porovnat toto řešení s vlastním navrženým zařízením. Vybrané zařízení by mělo splňovat požadavky vznesené stanicí na technické parametry v co největší míře.

Kapitola 1

Požadavky na vlastnosti systému pro sledování zvířat

Zadání této práce bylo konzultováno s vedoucím pracovníkem Záchrané stanice živočichů Plzeň panem Karlem Makoněm. Své požadavky na ideální zařízení navrhl a najdete je v níže uvedených bodech. Požadavek byl vznesen na dvě možná nasazení zařízení. Prvním z nich je nasazení na kontrolu velkých ploch a prostranství, druhé na střežení vletových otvorů hnízd. Záchraná stanice živočichů provádí sledování hnízdních budek poštolek, hnízd čápů a dalších ptáků, kde využívají sledování kamerou připojenou k síti Internet. Projekt systému sledování vletových otvorů je zaměřen na zjištění obsazenosti hnízdních budek rorýsů vytvořených během zateplování panelových bytových domů v programu Zelená úsporám od roku 2008. V původních vnějších konstrukcích budov bylo mnoho štěrbin a spár, ve kterých mohli rorýsi hnízdit. Aplikací fasádního zateplovacího systému, bylo hnízdění znemožněno. Vzhledem k zařazení rorýse jako zvláště chráněného druhu je nutné zachovávat jeho hnízdiště. Rorýs se totiž snaží vrátit na své předešlé hnízdiště, kde nemusí po změnách na fasádě domu najít vhodné místo pro opětovné zahnízdění. Instalace tepelné izolace na vnější konstrukce domů způsobí zásah do hnízdiště zvláště chráněného druhu a je nutné tuto situaci hlásit a řešit s místně příslušným krajským úřadem. Úřad pak vydá rozhodnutí o náhradním opatření, ve kterém zpravidla nařídí instalaci hnízdních budek obdobných jako Obrázek ???. Zařízení pro sledování vletových otvorů by mělo přinést důležité informace o účinnosti vydaných opatření.

Rorýs je specifický téměř trvalým životem ve vzduchu. V letu loví, páří se a dokonce může i spát. Budky vyhledává zpravidla pouze pokud potřebuje hnízdit. Hnízdní doba rorýse trvá od začátku května do konce července s hlavním obdobím v první polovině června. V této době je jediná možnost sledovat oblíbenost hnízdních budek a oblastí k hnízdění. Hnízdění je možné určit z opakovaných návštěv v době krmení a lze odlišit od návštěvy budky za účelem pouhého přespání,



Obrázek 1.1: Umístění náhradní hnízdní budky pod přesahem střechy [?]

kdy pták přiletí večer a odlétá ráno.

V Plzeňském kraji je pozorovateli sledováno téměř 300 hnízdních budek. Odhad počtu umístěných budek se pohybuje kolem jednoho tisíce. Sledování prostoru osobou je obtížné realizovat z důvodu velké časové náročnosti a dlouhými intervaly mezi jednotlivými pozorováními. Navíc do hry vstupuje i bezpečnost pozorovatele v nepříznivých povětrnostních podmínkách za silného větru nebo srážek, pokud využívá vyvýšená místa. Pozorovatel většinou sleduje z jednoho místa více hnízdních budek a pohyby některých ptáků nemusí zachytit. K omylu může také dojít záměnou ptáka, který hodlá pouze přespát od ptáka, který přilétá krmit mlád'ata. Ptáci také mají nepravidelný krmný interval závisející na počasí a možnosti sehnat dostatek potravy. Mlád'ata rorýse vydrží i delší dobu bez pravidelného přísunu potravy, proto si mohou rodiče dovolit nelovit ve špatném počasí, kdy možnost dobrého úlovku klesá. V neposlední řadě vystává před pozorovatelem a hlavně před obyvateli domů, na kterých je umístěná budka, morální problém s možným sledováním bytů. Pozorovatel ve většině případů používá dalekohled a obyvatelům může vadit možnost nahlížení do jejich soukromí skrz okna. Může se tak stát, že bude pozorovatel považován za deviantního člověka a bude muset podávat vysvětlení policejním složkám.

Ani umístění automatického sledovacího zařízení se nemusí setkat s pochopením obyvatel domu. Již samotné umístění hnízdních budek se občas setkává s odporem a obavami o znečištění nové fasády výkaly, nutným zakoupením hnízdních budek a jejich sladěním s fasádou. Obava o znečištění je však mylná, protože rodiče pečlivě výkaly mlád'at odnášejí z hnízda. Obyvatelé také nemusí umožnit vstup na střechu pro osazení sledovacího zařízení nebo pozorovateli. Pak je nutné obyvatele přesvědčit o důležitosti těchto měření a pozorování, aby nedocházelo k umisťování budek do



Obrázek 1.2: Rorýs po příletu do budky [?]

nevyhovujících míst. Návrh je do značné míry ovlivněn nutností sledování pohybu zvířat v prostoru, aniž by tento prostor musel být střežen přítomnou osobou, případně běžně dostupným technickým záznamovým zařízením např. videokamerou. Přílet rorýse probíhá velmi rychle a v krátkém okamžiku po příletu zmizí v budce. Pro vyhodnocení z videozáznamu pak není možné použít rychlé převíjení, protože nepřehrává všechny snímky a přílet by nemusel být zachycen pozorovatelem. Je tady vhodné zajistit technickým prostředkem záznam data a času, případně i fotografickým záznamem pohyb u hnízda, tak aby uživatel věděl na jakou část záznamu se má zaměřit, nebo samo zařízení umožnilo zaznamenávat pouze úseky se zjištěným pohybem.

1.1 Zařízení pro sledování prostoru

- Nenápadné kompaktní zařízení.
- Mobilní energetický zdroj.
- Záznam v délce desítek hodin.
- Záznam i ve zhoršených světelných podmínkách.
- U záznamu zobrazovat datum a čas pořízení.
- Umožnit záznam škodlivého chování lidí (vykrádání hnízd, pytlácká železa atd.).
- Rozlišit na záznamu postavy lidí podle pohlaví a věku.
- Umožnit záznam objektů s dostatečným rozlišením na vzdálenost 50 m.

1.2 Zařízení pro sledování vletových otvorů

- Pořízení jedné nebo více fotografií při detekci pohybu.

- Umístění zařízení pod hranu střechy nebo k atikám střech.
- Doba provozu 1–2 dny.
- Provoz na akumulátory nebo vnější zdroj elektrické energie.
- Možnost identifikace druhu ptáka zaznamenaného na snímku.
- Možnost zaznamenat i malé objekty.

1.3 Zhodnocení proveditelnosti požadavků stanice

Požadavky na základní funkce jsou z pohledu návrhu bezesporu splnitelné. Zařízení bude možné umístit do voděodolné elektroinstalační krabice s krytím alespoň IP55 vhodné velikosti. Tyto krabice jsou nejenom běžně dostupné, ale umožňují i snadnou montáž elektroniky díky montážním otvorům a lištám uvnitř. Pokud bude nutné vyvést čidla na povrch krabice, lze vstup utěsnit vhodným silikonovým tmelem stabilním za všech povětrnostních podmínek nebo pryžovou průchodkou. Napájení celého zařízení lze vyřešit blokem Li-ion nebo NiCd článků používaných například u radiem ovládaných modelů, případně lze jednotlivé články zakoupit samostatně a sestavit blok podle vlastních požadavků na úroveň napětí a prostoru uvnitř instalační krabice. Další volbou pro napájení mohou být malé olovené akumulátory s vhodnou volbou kapacity. U těchto akumulátorů však musíme zohlednit její vyšší hmotnost a dimenzovat dostatečně kotevní body, nebo upevňovací systém. Pro napájení z vnějšího zdroje je nutné do stěny instalační krabice instalovat vodotěsný konektor, který by zamezil zkratům ve spoji v náročných klimatických podmínkách.

Uchovávání záznamu již není v této době velký problém. Existují záznamová zařízení s dostatečně velkou kapacitou pro uložení stovek fotografií ve vysokém rozlišení, případně až několika hodin videa podle kvality záznamu. Pokud bude zařízení v dosahu bezdrátové sítě připojené k internetu, je možné po dohodě s jeho majitelem použít tohoto spoje k okamžitému odesílání záznamů. Abychom mohli používat tyto nadstavbové funkce zařízení musíme volit vhodný základ umožňující jejich postupné přidávání.

Podle střeženého prostoru je nutné zvolit i vhodné detektory pohybu. Pro sledování prostoru ve kterém se dá předpokládat pohyb zvířat vyzařujících teplo lze použít běžné infračervené detektory používané například v detektorech pohybu elektrických zabezpečovacích systémů. Tyto detektory mají běžný dosah maximálně do 20 metrů, proto je požadavek na záznam osob na vzdálenost 50 metrů obtížně splnitelný, jelikož na takovou vzdálenost nebude zařízení spuštěno. Jestliže bude potřeba sledovat zvířata s příliš malým odstupem povrchové teploty těla od pozadí, budou nutné

jiné nástroje ke zjištění přítomnosti sledovaného objektu. Jako možnou volbu můžeme uvažovat nasazení infračervené závory, případně sady těchto závor pro střežení většího prostoru. Zde je nutné umístit odrazku nebo detektor, podle principu snímání, na opačnou stranu střeženého prostoru, než je vysílač. To s sebou nese riziko posunu protějšího prvku při působení meteorologických vlivů za vzniku falešných poplachů a s tím spojeného záznamu velkého množství snímků dokud nedojde zařízení paměť.

Další možností sledování prostoru by mohl být ultrazvukový detektor sledující odražené vlnění od změny hustoty vzduchu. I toto zařízení může generovat falešné poplacha, zejména při proudění vzduchu, jelikož Dopplerův jev, který při odrazu vlnění od částic vzniká, je jedním z principů měření rychlosti proudění tekutin v potrubích.

Jedním z neotřelých řešení, převážně u sledování vletových otvorů hnízd, je sledovat narušení elektrického pole prolétajícím ptákem, obdobně jako elektronický hudební nástroj Theremin. Ten reaguje na změny elektrického pole v blízkosti antény a mění frekvenci i amplitudu tónu.

Volba uchycení detektoru pohybu musí být s ohledem na umístění například na nových nebo rekonstruovaných fasádách s dodatečnou vrstvou zateplení. Cokoli, co je nutné do této stěny připevnit, bude tvořit tepelný most mezi konstrukcí stavby a vnějším prostředím. S umístěním nevhodně upevněného sledovacího zařízení tak nemusí souhlasit majitel nemovitosti a uživatel nezíská potřebná data. Větší problémy mohou nastat při zpracování obrazu. Je nutné volit kompromis mezi nízkou cenou obrazového snímače a jeho dostatečným rozlišením obrazových bodů. S rostoucím rozlišením a kvalitou snímání roste i cena použitého snímače obrazu. Pro sledování blízkého prostoru bude nejspíš postačující snímač s rozlišením kolem 640×320 px. Pro sledování rozlehlých prostorů je tento snímač nedostatečný, protože nedokáže poskytnout obraz malých objektů nebo detailů na větší vzdálenost.

S kvalitou snímače souvisí i možnost pořizovat záznamy v horších světelných podmínkách zejména při oblačné obloze nebo stmívání. Vhodný snímač by měl mít dostatečnou citlivost, aby nebyla v těchto zhoršených podmínkách výrazně snížena vypovídací schopnost záznamu. Pro záznam i v noci, kdy již nepostačuje běžná citlivost snímače, je vhodné zvážit přisvětlení scény. Možnosti volby světla jsou dvě. Při použití viditelného světla může dojít k plašení sledovaných objektů a je pravděpodobné, že po několika záznamech se sledované objekty již na dané místo vracet nebudou. Druhou možností je použití infračerveného přisvětlení, které není běžně viditelné. K tomu je však nutné přizpůsobit i snímač obrazu, jehož součástí je ve většině případů i infračervený filtr. Pokud bychom tento filtr neodstranili, nebylo by možné sejmout scénu a přisvětlení by bylo neúčinné.

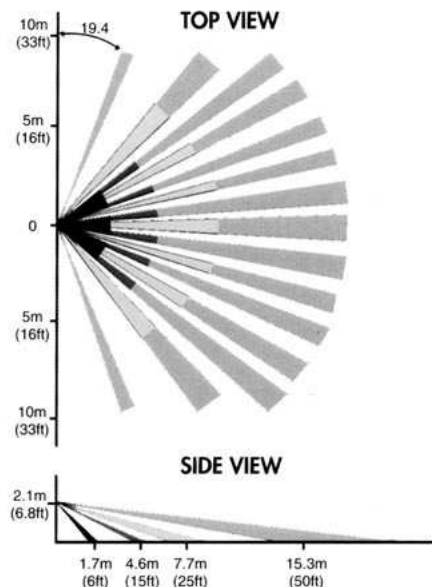
Kapitola 2

Komerčně dostupná zařízení

V posledních několika letech se dostupnost specializovaných zařízení na sledování pohybu značně zvýšila. Ceny těchto zařízení klesly natolik, že i běžný člověk si je může dovolit. Zařízení jsou většinou konstruována v několika verzích. Základní verze má jeden pohybový senzor s pasivním infračerveným čidlem. Vyšší verze jsou pak osazeny více detektory pohybu do různých směrů pro zajištění dřívější inicializace snímání. Nejvyšší řady pak nabízí možnost zasílání snímků datovými přenosy po síti GSM mobilních operátorů.

Už od základních verzí je ve většině zařízení nabízeno nastavení přímo v přístroji. Některé fotopasti ale stále vyžadují nastavování přes aplikaci v počítači. Jednoduchá zařízení umožňují prohlížení fotografií na vestavěném displeji po otevření krytu přístroje, které je u nejlevnějších variant omezeno například pouze na poslední snímek. Přehrávání videa, pokud ho daná fotopast zaznamenává, je ve většině případů také možné přímo v přístroji. Nevýhodou snad všech komerčních zařízení je doba mezi detekováním pohybu a pořízením snímku. Ve většině případů se jedná o hodnoty okolo jedné vteřiny. Pro detekci rychlého přiletu rorýse budou fotopasti zřejmě reagovat pozdě a nestihnou zaznamenat přistání u hnízda dostatečně kvalitně. Druhým možným problematickým bodem se jeví princip detekce pohybu užívaný u těchto zařízení. Výrobci osazují v naprosté většině přístrojů pasivní detektory snímající tepelné vyzařování objektů. Překryv snímače je částečně neprůsvitný nebo je použita Fresnelova čočka dělící sledovaný prostor na úseky. Snímač pak vyhodnotí vstup sledovaného zařízení pomocí změny teploty vyzařované z daného segmentu vzhledem k teplotě okolních segmentů. Na Obrázek ?? můžeme vidět, jak jsou navrženy jednotlivé zóny na detektoru pohybu HAA51 firmy Velleman.

Princip rozmístění zón je obdobný u detektorů dalších výrobců. Odlišnosti jsou pouze v dosahu a směrovosti (poměr mezi dosahem detekce ve směru před senzor a do strany) střeženého prostoru. V případě ptáků, jejichž tepelná izolace opeřením bude velice dobrá lze předpokládat, že teplo



Obrázek 2.1: Schéma detekčních zón IR snímače [?]

z těla nebude snadno přestupovat na povrch opeření. Tak bude mít sledovaný pták méně výrazný tepelný otisk v pozadí a závisí na nastavení citlivosti detektoru a jeho prahové hodnotě, kterou má nastavenou pro oznámení pohybu. Detektor navíc porovnává teploty mezi jednotlivými úseky a malé rozměry rorýse by nemusely vést k detekci jeho průletu, která nastává až když tepelná stopa přesahuje dvě zóny. V další části se budeme věnovat jednotlivým komerčním zařízením a jejich parametrům. Podle parametrů a vybavenosti můžeme určit kvalitativní třídu zařízení od jednoduchých základních po špičkově vybavené.

2.1 ScoutGuard SG370

Zařízení je jedno z nejjednodušších a také nejlevnějších. Má pouze základní funkčnost a nenabízí možnost připojení GSM modulu. Senzor pohybu je pouze směrový se záběrem 35°. Prohlížení záznamu a nastavení parametrů přístroje je možné pouze na externím zařízení připojitelném k foto-pasti datovým kabelem. Jazykové nastavení umožňuje použití pouze angličtiny. K ukládání slouží paměťová karta o maximální velikosti 8 GB. Pro záznam fotografií bude tato velikost postačující. Dlouhodobé záznamy videa však od zařízení očekávat nemůžeme.

Snímací čip nabízí maximální rozlišení 5 megapixelů s výstupním rozměrem 2560 × 1900 obrazových bodů. Toto rozlišení bude více než postačující pro předpoklad kvalitních snímků. Úhel záběru daného snímače je 52° a ohnisko 3 mm neumožní sledovat detailně vzdálenější cíle. Přisvětlení scény v horších světelných podmínkách obstarávají diody s vlnovou délkou na hranici viditelného

a neviditelného spektra. Dosvit je udáván alespoň 12 metrů. U detektoru pohybu je udáván dosah přibližně 12 metrů. O napájení se stará čtveřice AA baterií. Cena zařízení je 3100 Kč s DPH.

2.2 ScoutGuard SG570

Vyšší řada předchozího modelu přidává možnost použití karty s větším objemem ukládání dat. Prohlížení celého videozáznamu není možné, zařízení pouze zobrazuje první snímek záznamu. Programování a prohlížení je možné pouze na externím zařízení dodávaném spolu s fotopastí. Zařízení taktéž nabízí vyšší dosah detektoru pohybu – 15 až 20 metrů. Snímací čip je více směrový.



Obrázek 2.2: ScoutGuard SG570 [?]

2.3 Acorn 5210MC/5210MM

Tato fotopast je více propracovaná než předchozí modely a nabízí lepší parametry a vlastnosti. Snímací čip má rozlišení 12 megapixel a úhel záběru 52°, ohnisko 3 mm. Rozlišení fotografií je dostatečné 4000 × 3000 pixelů. Video je zaznamenáváno s rozlišením 640 × 480 při 20 snímcích za vteřinu. Nasvětlovací diody jsou zvoleny s vlnovou délkou 940 nm v neviditelném pásmu. Dosvit je pak minimálně 10 metrů. Prohlížení záznamu a nastavení zařízení je možné na vnitřním displeji. Komunikační jazyk je čeština. Pro ukládání záznamu je použita SD karta o maximální kapacitě 32 GB.

Detektor pohybu je již prostorový. K hlavnímu pohybovému čidlu se směrovou charakteristikou přibyla dvě čidla natočená šikmo do strany umožňující rychlejší spuštění záznamu. Rychlost ode-

zvy na detekci tak klesla na 1,1 sekundy. K napájení je zapotřebí 8 kusů AA článků. Nouzově lze použít i 4 články, čímž dojde ke zkrácení provozní doby.

Cena zařízení ve verzi MC je 4324 Kč s DPH a ve verzi MM s GSM modulem pak 7490 Kč s DPH.

2.4 UOVision UV 535 Panda

Zařízení má obdobné parametry jako Acron 5210MC, nabízí však více nasvětlovacích diod, čímž roste i dosvit na vzdálenost 10 až 12 metrů. Maximální velikost použité paměťové karty je 16 MB. K napájení postačují i 4 kusy AA článků a pro nejdélší dobu provozu napájí zařízení 8 článků. Snímání fotografií i videa nabízí maximální rozlišení 640×480 pixelů, které jistě neposkytne dostatečně detailní snímky.

Pohybové čidlo je pouze směrové s dosahem 15 — 20 metrů na tepelnou stopu člověka. Nasvětlení scény připraví sada diod v neviditelném spektru s dosahem až 12 metrů. Nastavení fotopasti je integrováno již do samotného přístroje s vnitřním displejem.

Cena zařízení je 4320 Kč s DPH.

2.5 UOVision UV562

Oproti předchozímu přístroji téhož výrobce poskytuje typ UV562 daleko sofistikovanější systémy a vyšší kvalitu obrazového snímáče. Rozlišení 2560×1920 pixelů poskytne dostatečně velké fotografie. Záznam videa v rozlišení 640×480 by nebyl takový problém, ale pouze 16 snímků za vteřinu znamená viditelně přerušovaný záznam během přehrávání.

Dosah směrového detektoru pohybu je jako obvykle maximálně 15 až 20 metrů. K nasvětlení okolí je připraveno 40 LED v neviditelném pásmu s dosvitem 15 metrů. K napájení je nutné použít 12 kusů AA článků, nouzově postačují čtyři. Maximální použitelná velikost paměťové karty je 8 GB. U zařízení v této cenové hladině by měla být minimálně $2 \times$ tak vyšší. Cena zařízení je 5490 Kč s DPH.



Obrázek 2.3: Fotopast Moultrie I–65S [?]

2.6 Moultrie Game I–65

Tato fotopast (viz Obrázek ??) vyniká zvláště ve vysokém rozlišení snímacího zařízení 3800×2520 pixelů a záznamem videa 640×480 při 30 snímcích za vteřinu, kdy se záznam dá srovnat s běžným kompaktním fotoaparátem. Úhel záběru objektivu je však pouze 40° .

60 kusů LED diod v neviditelném spektru se stará o dostatečné světelné podmínky v nočním režimu. Možnou nevýhodou je použití čtyř napájecích článků velikosti D. Zařízení je však možné napájet i ze zdroje 12 V. Bohužel mi u zařízení s takovou cenou vadí absence GSM brány.

Cena zařízení je 7425 Kč s DPH.

2.7 Shrnutí

Podle předpokládaného zájmu a použití se dá vybrat vhodná fotopast s potřebnými parametry. Všechny typy jsou ale konstruovány na zachycení velkých zvířat nebo pohybu člověka. Tomu odpovídá i použití detektoru pohybu založeném na zjišťování tepelného záření. U žádného z posuzovaných zařízení, ani ze zařízení které jsem k posuzování vybíral, jsem nenalezl možnost volby jiného způsobu detekce pohybu. Další problematickou částí je i reakční rychlost zařízení mezi detekcí a pořízením fotografie, která je běžně přes jednu sekundu. Tyto spínací časy nebudou pro detekci přiletu postačovat a je nutné se zamyslet nad jiným způsobem snímání.

Kapitola 3

Naplnění výchozích požadavků

Požadavky záchranné stanice je potřeba v co největší míře naplnit. Pokud není možné daného cíle dosáhnout je vhodné tento cíl přehodnotit a upravit podle technických možností. Řešení některých požadavků jsem již nastínil v kapitole ?? a v této části je budu dále rozvíjet.

3.1 Vnější vzhled

Požadavek byl stanoven na kompaktnost a nenápadnost zařízení v prostoru. Proto je vhodné volit co nejmenší rozměry instalační krabice. Konečná volba velikosti bude záležet na rozměrech uvnitř umístěného zařízení a akumulátoru.

Jako vhodné řešení může být běžná elektrotechnická krabice (viz Obrázek ??) s krytím IP65 (odolné proti prachu a vodním proudům) nebo IP56 (částečně odolné proti prachu a odolné proti vlnobití). Některé krabice pak mají možnost zvolit verzi s průhledným krytem, který umožní instalaci kamery, aniž by musela být porušena stěna krabice. Dále bude do této krabice nutné umístit senzory pohybu. Buď přímo navrtat otvory pro snímače a dokonale utěsnit vhodným silikonovým tmelem odolným proti povětrnostním vlivům, případně přes průchodku vyvést snímače do vnějšího prostředí. Velikost krabice by měla být dostatečná pro umístění akumulátoru. Do vnějšího pláště krabice je možné umístit napájecí konektor pro připojení síťového adaptéru umožňující dlouhodobé sledování. Každý otvor, který bude nutné do krabice vyvrtat bude nutné dokonale utěsnit, aby nedošlo ke snížení krytí celého zařízení.

Pro uchycení zařízení u hnízdnic bude nutné co nejméně zasahovat do mnohdy nově opravených fasád zateplených kontaktním zateplovacím systémem. Proto je vhodné využít nějaké stávající konstrukce pro upevnění, aniž by musela být narušena fasáda. Nabízí se uchycení pomocí SS svorek



Obrázek 3.1: Instalační krabice s průhledným víkem Gewiss GW 44438 IP56 [?]

na vodiče hromosvodů, nebo okapových svorek ke stejnému účelu připevnit zařízení za okraje oplechování atiky ploché střechy, nebo přímo za ochrannou střechu vlastní hnízdní budky. Instalační krabice umožňuje uchycení většinou ve čtyřech rohových bodech aniž by musela být porušena vnitřní stěna a tím sníženo krytí. K montáži bude nutné buď z ocelových nebo hliníkových profilů připravit kotvicí konstrukci nejlépe v několika variantách podle nejčastěji se vyskytujících typů střech, nebo pomocí tří teleskopických tyčí s aretací zasouvajících se trubek umožnit libovolné nastavení a dostatečnou fixaci na jakémkoli rohovém místě. Tato konstrukce by vyžadovala na každém ramenu dva kulové klouby a znamenala by i vyšší nároky na montáž kvůli pravděpodobné nutnosti použití lezecké techniky. Konstrukce musí také vykazovat stabilitu při působení větru, aby nedošlo k rozkývání zařízení, nebo dokonce k pádu.

3.2 Hardware

3.2.1 Řídící počítač

Při návrhu přístroje bylo nutné uvažovat nad vstupy a požadovanými výstupy s možnou rozšiřitelností funkčností a prvků zařízení, aniž by byla omezena funkčnost předchozího vývojového stupně. Jako dvě výchozí možnosti byl návrh vlastního obvodu s mikrokontrolérem, nebo komerčně vyráběným mikropočítačem. Vzhledem k náročnosti vlastního vývoje a nutností zpracovávat vstup z obrazového snímače jsem zvolil možnost využít komerčně vyráběné zařízení.

Pro použití se nabízí Opensource zařízení z řady Arduino. Tato řada využívá 8-bitové AVR mikrokontroléry Atmel ATmega s různými verzemi lišícími se především velikostí pamětí, komunikačními protokoly, a počty vstupů. Zařízení je modulární a je možné ho doplnit o další části umožňující další komunikační cesty jako např. bezdrátová Wi-Fi síť, RS-232 a další.

Další možností bylo nasazení mikropočítače Raspberry Pi. Toto zařízení je vybaveno ARM mikroprocesorem, 256 MB paměti, USB a Ethernetovým portem a 26 pinovým GPIO¹ rozhraním. Specifikace mikropočítače je následující:

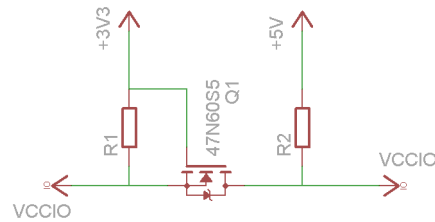
- 700 MHz procesor ARM11 Broadcom BCM2835
- 256/512 MB SDRAM
- kompozitní a HDMI video výstup
- zvuková karta s 3,5 mm konektorem
- 2 x USB 2.0
- slot pro karty SD/MMC/SDIO
- 10/100 Ethernet
- napájení Micro USB
- spotřeba 3,5 W (700 mA)

Raspberry Pi je vyráběno ve dvou verzích velikosti paměti a osazení portů. Levnější verze má 256 MB paměti, jeden USB port a chybí i Ethernetový port. Zařízení lze zakoupit za necelých 500 Kč bez DPH tj. o 200 Kč nižší než plná verze. Výhoda tohoto zařízení je dostatečná kompaktnost, možnost využití jako klasického stolního počítače, vysoký výkon procesoru umožňující přehrávání i HD videa a jako operační systém používá Raspbian založený na Linuxové distribuci Debian. Pokud nebudeme v aplikaci nuceni využívat veškeré možnosti plné verze zařízení, je cenově výhodná volba omezené verze a nebudeme ochuzeni o výpočetní výkon, jako je tomu u Arduina. Další velice příjemnou věcí je možnost používat vyšší programovací jazyky (Python, Qt) pro vytváření aplikací na rozdíl od prvního představeného zařízení, které využívá vlastní programovací jazyk. Další výhodou je použití paměťové karty jako úložiště pro operační systém, nebo záznamované snímky. Pokud najdeme v místě použití osobu ochotnou poskytnout vlastní bezdrátovou síť k zasílání zachycených snímků, je možné upravit program pro řízení snímání k zasílání zachycených obrazů po síti Internet na serverové úložiště.

Výsledná volba použitého zařízení převážila zvláště kvůli výkonu, možnosti připojení širokého spektra příslušenství, plánu vydání vlastní HD kamery výrobcem za příznivou cenu v průběhu tvorby této práce a operačnímu systému založenému na Linuxu jsem zvolil variantu použití Raspberry Pi.

¹General purpose input/output - Vstupně výstupní programovatelné piny

Vzhledem k použití napěťové hladiny 3,3 V bylo nutné ochránit GPIO porty proti přepětí, které může přicházet z připojených zařízení na napěťových hladinách např. 5V. Pro zamezení přetížení a zničení mikroprocesoru je zapotřebí připravit obvod chránící každý datový port, který budeme chtít používat. Vzhledem k univerzálnosti použití mikropočítače jsem se rozhodl chránit veškeré konektory schopné datové komunikace jednou rozšiřující deskou. Vyhneme se tak nutnosti na každou nově naprojektovanou desku přidávat tyto ochranné prvky. Schéma zapojení ochranného prvku je možné prohlédnout na Obrázek ??.



Obrázek 3.2: Schéma zapojení ochranného obvodu jednoho vstupu

Volba konstrukce a prvků musí být uvažována s ohledem na požadovanou rychlost reakce na vstupní signál a možnost obousměrného průchodu signálů. Nároky splní zapojení tranzistoru *BSS 138* jehož funkci si popíšeme nyní. Při vstupu logické jedničky na straně nižšího napětí je rozdílové napětí U_{GS} nulové a tranzistor není otevřen. Na straně vyššího napětí je pak logická jednička udržována pull-up rezistorem. Pokud je na straně nižšího napětí logická nula, zvýší se napětí U_{GS} a dojde k otevření tranzistoru, tím dojde k poklesu napětí na straně vyššího napětí.

Tuto ochrannou desku jsem připravil tak, aby poskytovala i další služby pro mikropočítač. Součástí je lineární regulátor napětí s výstupem 12 V 2 A. Pokud budeme používat k napájení např. olovený automobilový akumulátor, způsobí by připojený stabilizátor úbytek napětí přibližně 3 V. Proto je možnost volby napájecího napětí jumperem, kterým se volí buď průchod přes regulátor, nebo ne. Dále je pro samotné napájení mikropočítače zařazen lineární regulátor s výstupním napětím 5 V. Protože samotné Raspberry Pi má maximální udávanou spotřebu 700 mA, volíme regulátorem s maximálním povoleným proudem 1 A, který by měl postačit pro napájení dalších připojených zařízení. Pokud nebude tato velikost proudu dostačující, lze použít regulátor pro vyšší povolený proud. Deska také obchází napájení mikroUSB konektorem a nahrazuje ho napájením přímo přes GPIO. K napájení je použitý konektor Jack 2,5 mm.

Deska je osazena konektorem pro připojení RTC obvodu udržujícího datum a čas v aktuálním stavu pro případ výpadku napájecího napětí. Mikropočítač z důvodu snížení výrobních nákladů

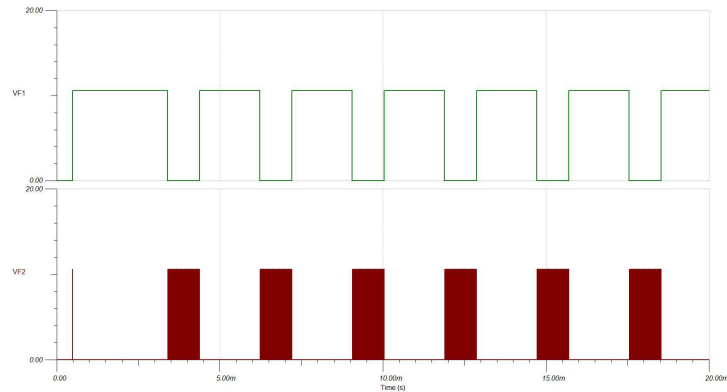
neobsahuje vlastní RTC modul. Po jeho vypnutí nebo restartu je nastaveno poslední známé datum a čas. Při pořizování snímků, je potřeba zaznamenávat čas pořízení a případný restart by mohl výsledky záznamů zkreslit. Proto je při startu mikropočítače z RTC modulu čas načten a při vypínání je opět do modulu uložen. Aktualizace data a času probíhá z NTP internetových serverů.

3.2.2 Návrh detektoru pohybu

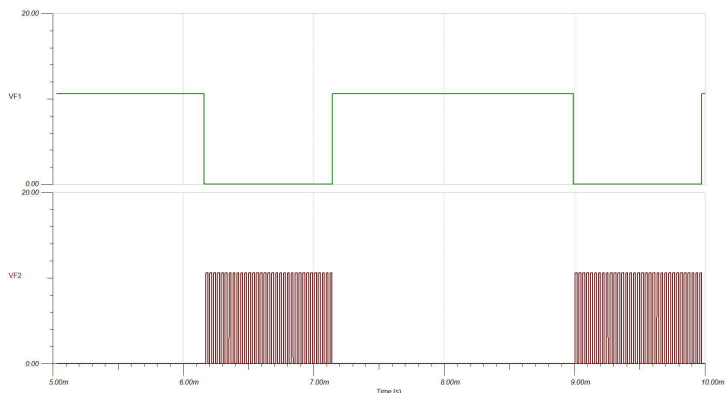
Již v kapitole ?? jsem se zabýval nástinem možných řešení detektoru přiletu sledovaného objektu k hnízdišti. Je nutné uvažovat nad rychlostí detekce a citlivostí daného detektoru. Musíme uvažovat také nad možností vytváření planých poplachů, kdy detektor signalizuje pohyb, avšak v jeho detekčním prostoru k žádnému pohybu nedošlo, nebo variantou, kdy pohybující se objekt detekci uniká a nedojde k jeho zaznamenání. Návrh systému je koncipován modulárně tak, že v případě neuspokojivých výsledků jednoho typu detektoru, lze k hlavnímu řídicímu mikropočítači připojit jinou desku s detektorem založeným na odlišném principu. Dostaneme se tak k univerzálnímu zařízení, které bude možné používat i ke sledování pohybu na větších plochách.

Jako první verzi zařízení jsem zvolil detektor na principu odrazu ultrazvuku od překážky – detekovaného objektu. Pro buzení vysílače slouží zapojení dvou již legendárních obvodů 555 (v našem případě SA555IN) do série. První z nich je nastaven jako astabilní klopný obvod s výstupem krátké doby pulzu v logické nule přibližně 1 ms a střídou asi 2:1. Výstup je přiveden na pin prahové hodnoty (Threshold) napětí druhého obvodu 555 a přes rezistor na pin spouštění (Trigger). Vstupem vyšší hladiny napětí na pin Threshold se zablokuje vnitřní komparátor obvodu a ten má výstup v nízké napěťové hladině. Jakmile dojde k poklesu napětí na výstupu prvního obvodu 555, klesne napětí na pinu Trigger. Jakmile na Triggeru klesne hodnota napětí pod $\frac{1}{3}$ napájecího napětí a obvod pak na výstupu tvoří impulzy o frekvenci přibližně 40 kHz. Volba velikosti rezistorů a vybíjecího kapacitoru zajistí generování pulzů o frekvenci 40 kHz pro buzení vysílače ultrazvukových vln. Protože je výstup z časovačů na nízké napěťové hladině, je piezoelektrický ultrazvukový vysílač buzen přes tranzistor napětím 12 V. Výstupy z obvodů časovačů zapojené v simulačním softwaru naleznete v Obrázek ??.

Odražené zvukové vlny zachytí ultrazvukový měnič, a přes dva operační zesilovače, zvyšující napěťovou úroveň vstupního signálu, vstupuje do komparátoru. Komparátor se potenciometrem naladí na vhodnou prahovou hodnotu zjištěnou experimentálním nastavením během zkušebního provozu. Dále je zařazen ochranný tranzistor, který oddělí výstup s napětím 5 V od výstupu z komparátoru o napětí až 12 V. Dále je zařazen přepínač, kterým si můžeme zvolit na jaký GPIO port bude výstup vyveden, abychom se mohli vyhnout, v případě připojení dalších zařízení, kolizní komunikaci více zařízení na jednom portu.



(a) Časový průběh generátoru signálu v delším úseku



(b) Detail na výstup generátoru

Obrázek 3.3: Časové průběhy signálů generovaných oběma obvody 555, kde VF1 je záznam napětí na obvodu řídicím délkou vysílání a VF2 je záznam signálu o frekvenci 40 kHz pro buzení vysílače. Simulace v programu Tina.

Vlnění ultrazvuku se šíří obdobnou rychlostí jako slyšitelné zvukové vlny, protože se jedná taktéž o mechanické vlnění. Můžeme tedy snadno odvodit dobu po které se vrátí odražená zvuková vlna zpět k detektoru z různé vzdálenosti. Tuto závislost charakterizuje Tabulka ??.

Pokud bychom chtěli využívat pouze jednoho ultrazvukového měniče pro vysílání i příjem, museli bychom mezi dvěma vyslanými signály počkat minimálně takovou dobu, aby se stihl odraz vrátit zpět i na maximální uvažovanou vzdálenost. Jestliže by byla vzdálenost mezi zařízením a posledním vletovým otvorem 3 m, musel by být vyslán následující signál až po 20 ms. To odpovídá přibližně 50 vyslaným pulsům za sekundu. Námí uvažovaná varianta odděleného vysílače a

Tabulka 3.1: Doba návratu odražené vlny od překážky

Vzdálenost k objektu [m]	1	2	3	4	5	6	7	8
Doba návratu odrazu [ms]	5,99	11,98	17,96	23,95	29,94	35,93	41,92	47,90

přijímače umožní vyslat signál každé 3 ms tj. 333 pulsů za vteřinu. Z toho důvodu jsem volil zvlášť vysílač a zvlášť přijímač.

Použití ultrazvuku, jehož vyzařovací charakteristika z emitoru má jehlanový tvar s vrcholem ve vysílači umožní pokrýt větší prostor než lineární detektory jako např. infrazávora. Pokud by se varianta jednoho detektoru neosvědčila, je možné připravit sadu detektorů vysílající ultrazvuk různými směry se společným výstupem připojené k jedné desce pro detekci odrazů, nebo vyhodnotit logickými obvody. Nevýhodu tohoto principu vidím v možnosti odrazu vlnění od blízkých předmětů při ledabylé montáži způsobující trvalou detekci pohybu. Nastavení prahu detekce je možné upravit umístěným trimrem, ale zde hrozí problém s potlačením detekce pohybu.

Další volbou může být detekce přiblížení elektrickým polem. V tomto případě by musely být kolem vstupních otvorů do hnízdní budky umístěny po celé délce dvě elektrody nabíjené střídavým proudem se sinusovým průběhem. Průchodem předmětu se pole naruší a na elektrodě dojde ke změně indukovaného napětí. U tohoto principu, ale může dojít ve vlhkém prostředí k přeskoků proudů mezi elektrodami. Vzdálenost, ve které je možné detekovat pohyb je závislá na vzdálenosti obou elektrod. Pokud jsou elektrody blízko sebe, je detekční vzdálenost malá. S rostoucí vzdáleností se vzdálenost detekce od elektrod zvyšuje, ale účinek na změnu pole je menší, protože zaznamenávaný objekt naruší pole v menší oblasti a tím roste požadavek na citlivost zařízení. Nasažení tohoto řešení je pracnější oproti ultrazvukovému detektoru, protože je nutné elektrody na budky uchytit relativně pevně, aby nebyly poškozeny povětrnostními vlivy nebo samotnými ptáky. Dalším možným problémem by mohla být citlivost zvířat na elektrické pole, kterou člověk buď dostatečně nevnímá a nebo jí nedokáže vyhodnotit jako zdroj nepohodlí, pak by hrozilo opuštění celého hnízdiště jeho obyvateli.

Poslední volbou, zejména kvůli nutnosti použití vzdáleného detektoru nebo odrazky, by mohla být infrazávora. Princip této detekce je velice jednoduchý. Vysílač vyzařuje buď v pulzech a nebo kontinuálně paprsek infračerveného světla, který je buď odražen zpět k přijímači vedle vysílače, nebo bude přijímač na opačné straně než vysílač. Toto řešení vyžaduje upevnění na dvou místech s co největší stabilitou. Riziko planých poplachů je větší, protože detektor spouští záznam fotografií pokud dojde k přerušení paprsku. Pokud je paprsek přerušen průletem sledovaného objektu je vše v pořádku, ale pokud dojde k posunutí jednoho z prvků infrazávory buď vlivem větru, teplenou délkovou roztažností, usednutím jiného ptáka na toto zařízení, nebo lidskou činností, bude zařízení neustále fotografovat dokud mu nedojde paměť. Náprava nebude možná ani softwarovým řešením, kdy zařízení bude smět zaznamenat pouze určitý počet snímků za dané časové období, protože nebude detekovat průlet. Nevýhodou infrazávory je i úzký pás střeženého prostoru, který

musí přilétající pták paprsek protnout. Řešením je opět nasazení několika infrazávor jako obalovou křivku hnízdních otvorů.

3.2.3 Návrh napájení

Zařízení by podle požadavků ZSŽ mělo poskytovat provozní dobu jednoho až dvou dnů. Z toho důvodu je nutné dostatečně dimenzovat kapacitu akumulátoru pro pokrytí požadované doby. Jako spotřebiče budeme uvažovat samotný mikropočítač, detektor pohybu a v případě použití USB kamery i tato. Spotřebu jednotlivých prvků bude možné změřit až na finálních produktech. Návrh je nutné optimalizovat na co nejnižší spotřebu aby mohl být použitý co nejmenší a nejlehčí akumulátor. Spotřeba zařízení bude podle odhadu asi:

- 350 mA Raspberry Pi (při měření odběru proudu bez zátěže procesoru)
- 30 mA ultrazvukový detektor
- 125 mA webkamera ve stand-by režimu[?]
- 1000 mA webkamera v režimu záznamu[?]

Z těchto hodnot můžeme usoudit, že celková spotřeba v nezatíženém stavu bude okolo 500 mA a 1450 mA v zatížení. Pokud budeme požadovat běh v letním období po celou délku dne tj. 16 hodin mezi soumraky² musí mít akumulátory kapacitu minimálně 8 Ah při odběru proudu 500 mA tj. v nezatíženém stavu. V případě záznamu fotografií budou nároky na energii stoupat a tím se běh zkrátí. Pokud budeme chtít použít olověný akumulátor vestavěný v instalační krabici o kapacitě 8 Ah bude mít hmotnost lehce přes 3 kg. To bude pro upevnění na plechové okraje atiky poněkud velká zátěž a mohlo by se stát, že se celé zařízení uvolní.

Další možností je použití olověného akumulátoru pro automobily nebo motocykly postaveného na střeše budovy s konektory chráněnými proti srážkové vodě s napájecími vodiči vedenými ke sledovacímu zařízení. To by umožnilo zmenšit rozměry instalační krabice a zvýšilo nenápadnost. Poslední vhodnou volbou by mohlo být napájení adaptérem umístěným uvnitř budovy z elektrické rozvodné sítě. Zde však musíme uvažovat ztráty způsobené délkou vedení a vhodně volit hladinu transformačního napětí.

Napájení je také možné realizovat pomocí Power over Ethernet takzvané PoE. Jedná se o napájení síťových zařízení převážně při instalaci Wi-Fi technologií, které jsou umístěny ve vnějším prostředí, nebo pokud jde o zařízení přímo integrovaná do jednoho bloku s anténou. Na nevyužívané páry

²Soumrak je přechod mezi tmavou a světlou částí dne v obou směrech[?]

běžného Ethernetového vodiče se připojí zdroj proudu v místě, kde je dostupná síťová zásuvka, přes PoE injektor. Napájené zařízení je buď přímo vybavené speciálním Ethernetovým portem, který je schopen zařízení přímo napájet, nebo se před něho zařadí další injektor odvádějící proud z volných vodičů na napájecí vodič zakončený konektorem. Napětí bývá často v hladinách 15 V, 24 V nebo 48 V. Volba napěťové hladiny většinou odpovídá vzdálenosti mezi napájecím a napájeným místem.

3.2.4 Obrazový senzor

Pro záznam obrazového materiálu jsem zvolil dočasné použití webové kamery. Bohužel na trhu jsou za relativně nízké ceny většinou kamery s velice špatnými parametry obrazových senzorů. Tyto produkty mají buď malou frekvenci snímání obrazu (15 snímků za vteřinu a méně), nebo jejich barevné podání zkruskuje výsledný obraz, případně je záznam neostrý.

Výrobce námi použitého minipočítače již přibližně rok vyvíjí kvalitní snímací čip s rozlišením 5 MPx. První předprodukční verze byla představena na ICT veletrhu Electronica 2013 v Mnichově [?] a potvrzuje parametry kamery:

- rozlišení čipu 2592×1944 tj. 5 MPx
- rozlišení videa 1080p při 30 fps
- SCI rozhraní
- cena \$ 25 tj. cca 600 Kč

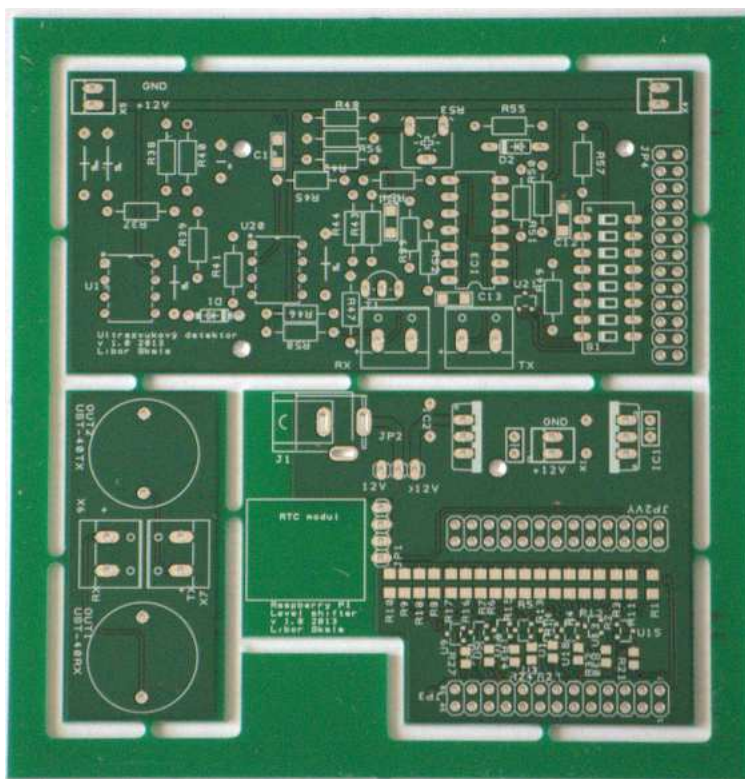
Výhoda oproti běžným webkamerám je vysoké rozlišení obrazu, dobrá citlivost za horších světelných podmínek a také cena. V této cenové hladině se většinou pohybují produkty s rozlišením VGA (640×480 pixelů) s velice nízkou snímkovou frekvencí (9 – 15 fps). Rychlost snímání videa se taktéž odráží i na rychlosti snímání statických snímků, které budeme v naší aplikaci používat. Kamera s vyšší snímací frekvencí videa tak dokáže pořídit snímek daleko rychleji po aktivaci než kamera s nižší hodnotou fps. Výhodou také je, že výstup z této kamery bude přímo zpracováván grafickým čipem na Raspberry Pi. Bohužel v době přípravy této práce nebyla kamera volně dostupná k prodeji a na její aplikaci dojde až později.

3.2.5 Desky plošných spojů

K sestavení prototypového zařízení bylo nutné vyrobit desku plošných spojů pro ochranu GPIO sběrnice, ultrazvukový detektor tak i pro piezovysílač a přijímač. Výroba musela být vzhledem k požadavku na přesnost a malé rozměry vodivých cest u ochranné desky velice přesná. Běžným

postupem při výrobě prototypu nakreslením masky lihovým fixem a leptáním, bychom malých rozměrů nedosáhli. Bylo nutné zvolit výrobu fotocestou, kdy se osvitom aktivuje citlivá vrstva na desce a po vyleptání získáme velice přesný obraz i v malých šířkách vodivých cest.

Školní laboratoř, ve které se provádí příprava některých desek pro výukové účely, však není údajně schopna připravit oboustranné desky s takto malými rozměry vzhledem k vysoké přesnosti a možnosti nežádoucímu posuvu matic na obou stranách a tím i vzniklým problémům se souosostí vrtaných otvorů. Proto mi byla doporučena služba PoolServis firmy PragoBoard. Tato služba je určena pro výrobu prototypových desek, nebo pro malé série. V návrhovém softwaru si zákazník připraví obvod, pak vytvoří desku plošných spojů, rozmístí součástky, navrhne propojení součástek a výsledek převede do několika souborů. Soubory formátu Gerber obsahují jak vlastní návrh vodivých cest, tak potisky umístění součástek a plošky pro pájení na obou stranách. Soubory Excellon slouží k řízení automatické CNC vrtačky, která vyvrtá s vysokou přesností veškeré otvory sloužící ke spojení součástek s vodivými cestami nebo jako montážní otvory. Výsledné desky plošných spojů jsou rozfrézovány a spojeny pouze malými můstky mezi sebou. Zákazník pak desky pouze vylomí, začistí a může začít s montáží. Prototypové desky, které jsem u této společnosti objednal k výrobě jsou na Obrázek ??.



Obrázek 3.4: Vyrobene desky po doručení připravené na rozdělení

Výroba touto cestou je velice jednoduchá a zkušenost s praxí výrobce dávají velkou záruku za kvalitní práci. Doba dodání od zadání výroby bývá obvykle pět dní. Při zadání do výroby je možnost požádat o sdělení celkové ceny za výrobu, pro ověření vlastní kalkulace, čímž se značně eliminuje možnost nevědomého požadavku na dražší výrobní postup. Služba je také relativně modulární, kdy si zákazník může z omezené nabídky vybrat i materiály pokovení kontaktních ploch, sloučení několika desek do jedné velké a další. Nabídka postupů je u této služby omezená i z toho důvodu, aby mohla výroba probíhat v co nejkratší době a za co nejnižší cenu.

3.3 Software

Použití minipočítače umožňuje programování ve vyšších programovacích jazycích oproti použití mikrokontrolérů, které se programují například v assembleru nebo v jiném podobném jazyku, jež používá jejich výrobce. To usnadní práci, protože příprava ovládacího programu v primitivních programovacích jazycích by byla velice časově náročná. K programování pro Raspberry Pi se používá v mnoha případech jazyk *Python*. Celý program má jednoduchý vývojový diagram. Na startu počítač nastaví požadované komunikační piny GPIO rozhraní podle toho, zda se bude jednat o vstupní nebo výstupní. Dále kontroluje, zda se hladina výstupu z detektoru pohybu změnila na logickou jedničku. Po tomto zjištění zavolá program software z oficiálního balíku operačního systému *fswebcam* zajišťující sejmутí snímku z webkamery. Ukládání pak probíhá do předem určené složky. Další možností je nahrávat pořízené snímky na úložiště připojené k síti Internet. Pro základní ověření funkčnosti detekčního principu bude stačit naprogramování zařízení pro ukládání na kartu avšak v dalších verzích by bylo vhodné umožnit obsluhu nastavení volby režimu ukládání, případně využití připojení k síti.

3.4 Náklady na zařízení

Náklady na výrobu zařízení vyčíslím pouze náklady na součástky a další materiál ke stavbě i když jsem pořizoval i další vybavení k osazování desek plošných spojů.

Náklady na minipočítač v sobě obsahují jeho vlastní cenu cca 920 Kč (733 Kč bez DPH), průhledné krabičky pro jeho umístění 130 Kč a přepravou od britského distributora. Pokud by byl zakoupen v českém obchodě, byla by výsledná cena za samotný minipočítač bez dalšího příslušenství srovnatelná nebo vyšší oproti mnou zvolené variantě. Navíc s možností zdržení, protože tuzemské obchody odebírají zboží od výše zmíněného distributora a objednávky zasílají až po více požadovaných kusech. Pro další verze sledovacího zařízení lze použít Raspberry Pi ve verzi A s menším množstvím paměti a ztrátou Ethernetového portu a jednoho USB portu. Toto řešení sníží cenu o 240 Kč (200 Kč

Tabulka 3.2: Náklady na prototypové sledovací zařízení

Položka	Cena [Kč]
Minipočítač Raspberry Pi	1300
Součástky ochranná deska	131
RTC obvod	80
Součástky detektor pohybu	283
Instalační krabice	500
Webkamera	700
Akumulátor	540
Výroba DPS	733
Celkem	4267

bez DPH) a také prodlouží maximální dobu běhu snížením energetických nároků. Pokud bude zařízení nasazeno ve větší míře, nebudou výslednou cenu tolik ovlivňovat náklady na přepravu.

RTC modul reálného času byl zakoupen v internetovém obchodu DealExtreme se sídlem v Hong Kongu. Pro jeho výběr hrála i cena, kdy samotný integrovaný obvod bez podpůrných součástek byl v českých obchodech stejně drahý, jako celý výrobek z tohoto obchodu. Navíc obchod nabízí u většiny svých produktů zaslání zásilky zdarma.

Webkamera byla k prototypu zapůjčena pouze pro ověření funkčnosti. Jakmile bude běžně dostupný kamerový modul určený přímo k Raspberry Pi, bude nasazen. Jeho cena se podle oficiálních zdrojů měla pohybovat okolo 600 Kč.

Kapitola 4

Porovnání komerčních zařízení s vlastním návrhem

Komerčně dostupná zařízení jsou jednoúčelová, připravená pouze k fotografování nebo nahrávání videa. Jejich výhodou je snadné pořízení, kdy zákazník získá jednoduše nastavitelné zařízení, které může v krátké době použít. K nastavení zařízení je možné použít vestavěného displeje. Uživatel si volí jestli bude fotopast snímat statické snímky, videa nebo na začátku nahrávání videa udělá snímek. Výhodou je i v přípravě osvětlení infračerveným světlem pro snímání nočních snímků, avšak na vlastní navržené zařízení může tyto nasvětlovací diody také nainstalovat. Jejich spínání by bylo řízené požadavkem na pořízení snímku.

Vlastní navržené zařízení je složeno z několika modulů s elementární funkcí. To umožní používat mikropočítač k dalším potřebám Záchrané stanice živočichů např. pro monitorování prostředí připojením teplotního, vlhkostního a světelného čidla a jeho pravidelné ukládání naměřených údajů, nebo umožňuje řízení prostředí v určitém prostoru. Možnost naprogramovat jakoukoli funkcionality dává tomuto zařízení velkou univerzálnost. Proto se investice na pořízení několika těchto mikropočítačů může oproti specializovaným fotopastem vyplatit daleko více. Výhodné řešení je také pro další budoucí projekty, kdy postačuje pouze připravit software a desku plošných spojů s požadovanou funkcí. Navíc použitý obrazový senzor s nadprůměrnými parametry počtu snímaných bodů vysoce převyšuje parametry webových kamer v dané cenové hladině a konkurenčních fotopastí.

Výhodou modulární stavby zařízení je i možnost změny detekčního principu pohybu sledovaných objektů aniž by musel být kompletní přístroj nahrazen jiným. Komerční produkty nabízejí pouze jeden princip detekce a úpravy na přání zákazníka nejsou výrobcem splnitelné. Nabízí se možnost úpravy zařízení vlastními silami. Tím se však ztrácí záruka na daný výrobek a případně

nemusí být uznána závada na jiné části zařízení, která nesouvisí s provedenou úpravou.

Další nespornou výhodou vlastního zařízení je jeho volitelný vzhled. U komerčního zařízení jsou dané rozměry a většinou s provedenou kamufláží pro přírodní prostředí. Pokud bude vlastní zařízení vypadat, jako elektroinstalační krabice zapadající do městského prostředí, nebude na obytné budově tak nápadné, aby přitahovalo pozornost lidí. Pokud zvolíme napájení z externího zdroje ať už přes adaptér, nebo autobaterii, mohou být rozměry elektroinstalační krabice velmi malé, přibližně o půdorysu 10x10 cm.

Jestliže srovnáme finanční nároky na pořízení prototypového kusu zjistíme, že jsou srovnatelné se základními modely fotopastí avšak již obsahuje navíc i akumulátor, který u většiny fotopastí není součástí dodávky. Před základními fotopastmi má také výhodu v použití kvalitního snímacího čipu s vyšším rozlišením. V této ceně však nejsou zahrnuty náklady na vývoj předchozích verzí a nutných inovací k získání náskoku před konkurenčními výrobky. Na druhou stranu jsou tyto náklady rozpuštěny do většího množství výrobků a větší roli v cenách mohou hrát marže obchodníků.

Pro komunikaci pomocí datových sítí je komerční fotopast vybavena GSM modulem pro přenos po mobilních sítích. Za tato data je však nutné platit nemalé poplatky operátorům za objem přenesených dat, případně datový paušál. Fotopasti s tímto modulem se pohybují v cenových hladinách od cca 7000 Kč a výše tzn. téměř dvojnásobné oproti základním modelům. K vlastnímu navrhovanému zařízení je možné připojit Wi-Fi adaptér v ceně do 500 Kč případně také GSM modul. Připojení k Wi-Fi umožní využít bezdrátové sítě připojené k vysokorychlostnímu internetu. Další možností je připojit zařízení přímo síťovým kabelem. Na budovách, kde bude docházet k umístění fotopastí bývá často připojení přes komunitní sítě disponující kvalitní konektivitou do páteřní sítě Internet. Pokud nebude vyjednána dohoda přímo s komunitní sítí, je možné využít připojení přes bezdrátové sítě nejbližších sousedů. Wi-Fi moduly nejsou u komerčních fotopastí dostupné, proto se nedá využít této velice levné komunikace.

Ověření praktické funkce bude probíhat během letních měsíců roku 2013. Pokud bude zvolený princip detekce pohybu vykazovat dobré výsledky, může stanice uvažovat nad výrobou několika těchto zařízení pro vlastní potřebu. Jestliže nebude princip fungovat, je možné použít z principů uvedených v části ??.

Závěr

Záchranná stanice živočichů v Plzni pro usnadnění činností během ročního sledování přírody požadovala vytvořit malé, jednoduché, energeticky samostatné zařízení pro sledování vletových otvorů případně ochraně prostoru před nevhodným chováním osob. Pro porovnání bylo cílem najít vhodné zařízení s parametry co nejvíce vyhovující požadavkům stanice v komerčně nabízených produktech.

Běžné fotopasti nabízí několik úrovní výbavy, od jednoduchých zařízení s jedním senzorem a fotoaparátem s nízkým rozlišením (cca. 3500 Kč) až po zařízení vybavené senzory pohybu pokrývající 120° výhledového prostoru s HD záznamem obrazu a GSM modulem pro přenos snímků přes sítě mobilních operátorů (cca. 8000 Kč).

Zařízení pro sledování vletových otvorů jsem navrhoval se snahou splnit veškeré požadované body Záchranné stanice živočichů Plzeň tak, aby bylo co nejvíce úsporné z hlediska energetické náročnosti a poskytovalo vysokou užitnou hodnotu. Zařízení je navrženo jako modulární, jehož hlavním řídicím počítačem je minipočítač Raspberry Pi. Ostatní zařízení s ním pak komunikují přes GPIO rozhraní. Pro ochranu vstupně výstupních portů jsem navrhoval ochrannou desku, která zároveň slouží i pro napájení minipočítače a dalších periférií. Jako detekční princip jsem vybral odraz ultrazvukové vlny od prolétajícího objektu. Druhá připravená deska řídí ultrazvukovou detekci pohybu a aktivuje výstup v případě průletu sledovaného objektu.

Po ověření a případných úpravách může být zařízení nasazeno v dalších letech na pozorování vletových otvorů. Ověření správné volby principu bude probíhat v letních měsících tohoto roku. Finanční nároky na zařízení v základním provedení se pohybují okolo 4200 Kč. V případě větší série klesnou cenové náklady především na výrobu desek plošných spojů a taktéž budou klesat náklady na dopravu přepočítané na jeden kus. Modularita a možnost naprogramovat různé ovládací programy dělá z tohoto zařízení velice silný a hlavně variabilní nástroj pro jakoukoli aplikaci použitelnou pro potřeby stanice, pokud zrovna nebude nutné používat minipočítače při sledování otvorů. V tomto ohledu je využití vyšší než u jednoúčelových fotopastí.

Literatura

- [1] Fotopast.cz. *ScoutGuard 570 6-M* [online]. Březen 2013. [cit. 25.3.2013]. Dostupné z: <http://www.fotopast.cz/sady-power/273-power-sada-scoutguard-570-6m.html>.
- [2] Gewiss GmbH. *Gewiss GW44438* [online]. Březen 2013. [cit. 25.3.2013]. Dostupné z: http://www.gewiss.de/irj/portal/?NavigationTarget=pcd:portal_content/com.gewiss.ZPPFDMain/com.gewiss.ZPPFDITMain/com.gewiss.ZPPFDITMainDefault/com.gewiss.ZPPFDITPages/com.gewiss.ZPPFDITPagesAP/com.gewiss.ZPPFDITPagesAPCatalogo/com.gewiss.ZPPFDITAPPProductDetail&codProd=GW44438&textOnly=false.
- [3] MAKOŇ, K. Snímky hnízdních budek. Pořízení během sledování hnízdění rorýsů, 2012.
- [4] Moultrie. *Moultrie I-65S* [online]. Březen 2013. [cit. 25.3.2013]. Dostupné z: <http://www.interforst.sk/dialkomery-a-dalekohlady/773-fotopasca-moultrie-i-65s-black.html>.
- [5] Raspberry Pi Foundation. *Camera board - first demo of the final hardware!* [online]. Listopad 2012. [cit. 25.4.2013]. Dostupné z: <http://www.raspberrypi.org/archives/2555>.
- [6] SOBÍŠEK, B. et al. *Meteorologický slovník výkladový*. Praha : Ministerstvo životního prostředí České republiky, 1. vyd.. vydání, 1993.
- [7] THON, H. *Squeezing More Life Out of Your Notebook's Battery Part II* [online]. Listopad 2005. [cit. 1.5.2013]. Dostupné z: <http://www.tomsguide.com/us/squeezing-more-life-out-of-your-notebook,review-583-26.html>.
- [8] Velleman Inc. *PIR detector HAA54* [online]. Březen 2013. [cit. 25.3.2013]. Dostupné z: <http://www.vellemanusa.com/products/view/?id=351032>.