

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE**

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Návrh solárního systému pro odloučenou pastvinu**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2015/2016

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kristýna KACEROVSKÁ**  
Osobní číslo: **E14N0050P**  
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Technická ekologie**  
Název tématu: **Návrh solárního systému pro odloučenou pastvinu**  
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 technické možnosti využití solárního záření pro energetické účely samostatných objektů.
2. Určete energetické potřeby malé odloučené pastviny. Zaměřte se zejména na zásobování pastviny vodou a provoz ohradníků.
3. Navrhněte a zhodnoťte solární systém pro krytí uvedených energetických potřeb s důrazem na spolehlivost a bezúdržbovost.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá solární energií, jejími druhy, dostupností a využitím. Také se zabývá fotovoltaickými systémy, elektrickými ohradníky a napájecími systémy. Dále tato diplomová práce popisuje návrh solárního systému pro odloučenou pastvinu a napájecí systém, kde jsou vybrány vhodné komponenty.

## **Klíčová slova**

Solární energie, fotovoltaické systémy, elektrické ohradníky, napájecí systémy, návrh.

## **Abstract**

This diploma thesis deals with solar energy, types, availability and using. It also deals with photovoltaic systems, electric fences and power systems. Next this diploma thesis describes the design of a solar system for the separated pasture and power system, where the selected suitable components.

## **Key words**

Solar energy, photovoltaic systems, electric fences, power systems, proposal.

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....  
podpis

V Plzni dne 12.5.2016

Bc.Kristýna Kacerovská

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Milanu Bělíkovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

# Obsah

ÚVOD .....	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	10
<b>1 TECHNICKÉ MOŽNOSTI VYUŽITÍ SOLÁRNÍHO ZAŘÍZENÍ PRO ENERGETICKÉ ÚČELY .</b>	<b>11</b>
1.1 SOLÁRNÍ ENERGIE .....	11
1.1.1 Druhy solárního záření.....	12
1.1.2 Dostupnost solární energie.....	13
1.1.3 Využití solární energie.....	15
1.1.4 Výhody využívání solární energie.....	16
1.1.5 Nevýhody využívání solární energie .....	16
1.2 FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY .....	17
1.2.1 Solární článek.....	18
1.2.2 V-A charakteristika.....	19
1.2.3 Monokrystalický článek .....	21
1.2.4 Vysoce výkonné solární články .....	22
1.2.5 Polykrystalický článek .....	23
1.2.6 Polykrystalické pásové články .....	24
1.2.7 Tenkovrstvé články .....	24
1.3 OSTROVNÍ SYSTÉMY.....	26
1.4 ELEKTRICKÉ OHRADNÍKY .....	27
1.4.1 Princip funkce.....	28
1.4.2 Provoz elektrického ohradníku .....	29
1.5 NAPÁJECÍ SYSTÉMY .....	39
<b>2 ENERGETICKÉ POTŘEBY MALÉ ODLOUČENÉ PASTVINY .....</b>	<b>45</b>
2.1 ODLOUČENÁ PASTVINA .....	45
2.1.1 Ekologická farma.....	47
2.2 ZDROJ VODY.....	48
2.3 ENERGIE DOPADAJÍCÍHO ZÁŘENÍ .....	51
<b>3 NÁVRH PRO ODLOUČENOU PASTVINU.....</b>	<b>53</b>
3.1 NAPÁJECÍ SYSTÉM .....	53
3.2 KONSTRUKCE OHRADNÍKU .....	56
3.3 OCHRANA PŘED ODCIZENÍM .....	60
3.4 NAPÁJECÍ ZDROJ.....	63
3.5 ZDROJ NAPÁJENÍ.....	67
3.5.1 Varianta A .....	71
3.5.2 Varianta B .....	72
3.5.3 Varianta C .....	73
3.5.4 Silový kabel.....	74
3.6 SROVNÁNÍ .....	75
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>77</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....</b>	<b>78</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>80</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>81</b>

## Úvod

Téma diplomové práce „Návrh solárního systému pro odloučenou pastvinu“, jsem si zvolila, protože moji prarodiče vlastní ekologickou farmu zaměřenou na chov skotu a tento návrh by mohl být využit.

Cílem této diplomové práce je popsat technické možnosti využití solárního záření pro energetické účely u samostatných objektů. Určit energetické potřeby malé odloučené pastviny. Zaměřit se zejména na zásobování pastviny vodou a provoz ohradníků. Dále navrhnout a zhodnotit solární systém pro krytí uvedených energetických potřeb s důrazem na spolehlivost a bezúdržbovost. Diplomovou práci jsem rozdělila do tří hlavních kapitol.

V první kapitole jsem se zabývala solárním zářením, jeho druhy, vznikem a využíváním. Následně jsem popsala rozdělení FV článků, solárních kolektorů, princip přeměny solárního záření na energii a jejich konstrukcí. Poté jsem ve zkratce popsal ostrovní neboli grid-off systémy. Dále jsem se zabývala rozdělením ohradníků a napáječek, jejich využití, konstrukcí a popisem funkce.

Ve druhé kapitole jsem sepsala energetické potřeby malé odloučené pastviny, která patří do vlastnictví ekologické farmy mých prarodičů. Vybraná odloučená pastvina, určená pro návrh solárního systému byla podrobně popsána. Dále jsem vysvětlila pojem „ekologická farma“ a popsala možné varianty napájení chovaného skotu. Na konci této kapitoly je tabulka zobrazující energii a intenzitu dopadajícího solárního záření.

V poslední třetí kapitole mé diplomové práce jsem se věnovala návrhu solárního systému pro odloučenou pastvinu. Návrh se skládá z více částí, tyto části jsou napájecí systém, konstrukce ohradníku, ochrana před odcizením, napájecí zdroj. Poté jsem sepsala tři různé varianty návrhu zdroje napájení pro zdroj impulzů elektrického ohradníku, varianta A je navrhovaná na doporučení výrobce, pro variantu B jsem zvolila silnější baterii a účinnější solární panel, pro třetí variantu C jsem zvolila slabší baterii a méně účinnější solární panel. Dále jsem pro srovnání cen popsala napájení zdroje impulzů silovým kabelem. Na konci této diplomové práce jsem vybrala a zhodnotila vhodnou variantu.



Při vypracování této diplomové práce jsem jako zdroje použila odbornou literaturu, novinové články a internet.

## Seznam symbolů a zkratk

FV..... Fotovoltaika

V-A..... Voltamperová

EFG..... Edgedefined Film-fed Growth

TCO..... Transparent Conductive: Oxide-oxid zinečnatý, oxid siřičitý

EVA..... Kopolymér: etylén-vinylacetát

VDE..... Verein Deutscher Elektro-techniker

TTP..... Trvalý travní porost

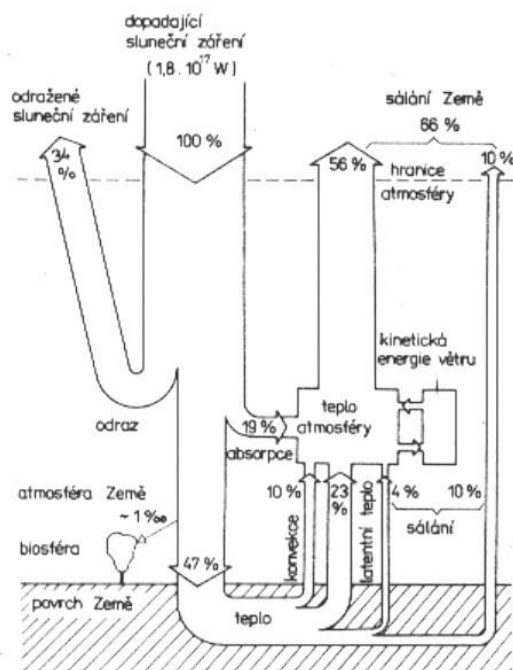
# 1 Technické možnosti využití solárního zařízení pro energetické účely

V této kapitole se budu zabývat solárním zářením, jeho vznikem, druhy a využíváním. Následně rozdělením FV článků, solárních kolektorů, principem přeměny solárního záření na energii a jejich konstrukcí. Dále rozdělením ohradníků a napáječek, jejich využitím, konstrukcí a popisem funkce.

## 1.1 Solární energie

Solární energie dopadající na Zemi, je vyzařována ze Slunce. Slunce je středem sluneční soustavy a je Zemi nejbližší a nejdůležitější hvězdou. Uvnitř Slunce probíhají reakce, při kterých se H přemění na He. Pro lidstvo Slunce představuje nevyčerpatelný zdroj energie. Solární energie je energetický zdroj pro většinu procesů v atmosféře. V biosféře představuje solární energie základ pro koloběh a transformaci energie. Solární energie je jeden z obnovitelných zdrojů energie. Jako jediný obnovitelný zdroj energie nemá vliv na okolní prostředí. Solární energie je v podstatě elektromagnetické záření, které je vysíláno z povrchu Slunce na Zemi. Pomocí solární konstanty lze určit velikost dopadajícího záření na Zemi. Solární konstanta zahrnuje solární energii ve všech vlnových délkách, která dopadá na Zemi za jednotku času [s] a jednotku plochy [m<sup>2</sup>]. Tato plocha je umístěná kolmo ke směru paprsků na střední vzdálenosti mezi Sluncem a Zemí. Solární konstanta činí 1367W/m<sup>2</sup>. Solární záření není nijak pohlcováno na cestě k Zemi. Na hranici atmosféry dojde v původní podobě, ale se zmenšenou intenzitou. Výkon s rostoucí vzdáleností klesá, protože se rozptýlí na větší plochu. Proto na Zemi dopadají dvě miliardy výkonu, tedy přibližně  $7,7 \cdot 10^{17}$  kW. Intenzita záření je snižována při průchodu atmosférou ve vzdálenosti 1000 km od zemského povrchu, zde je pohlceno 19%. Odraženo je 34% z celkové energie slunečního záření pomocí částic prachu, mraků a zemského povrchu. V ovzduší je záření pohlcováno, absorbováno nebo rozptýleno. Solární záření, které dopadne na povrch Země je využíváno a následně přeměněno zpět na vnitřní tepelnou energii, tedy zbylých 47%. Tepelná energie je vysílána do vesmíru s dalšími energiemi. Tyto energie jsou např. geotermální energie, kinetická energie nebo energie uvolňující se při jaderných reakcích a jiné. Pokud by nedošlo ke zpětnému odražení

tepelné energie do vesmíru, Země by se značně oteplila. Solární záření je ovlivněno sezónními změnami spojené s rotací Země. Sezónními změnami myslíme např. den a noc, diurnální. Záření je také ovlivněno oběhem Země kolem Slunce, tedy sezónní, roční a cirkadiánní periodicitou. Sluneční záření může také ovlivnit proměnlivost sluneční aktivity. Dynamiku a množství slunečního záření také ovlivní zeměpisná šířka. [1][2][3]



Obr.č. 1.1 Průchod solárního záření atmosférou [18]

### 1.1.1 Druhy solárního záření

Solární záření lze rozdělit do čtyř skupin.

**-přímé solární záření G<sub>b</sub>:** Solární záření, které dopadá na Zemi přímo a není nijak rozptýleno v atmosféře. Přímé solární záření má největší intenzitu jen v jednom směru.

**-difúzní solární záření G<sub>d</sub>:** Solární záření, které dopadá na Zemi se změněným směrem záření, způsobeným rozptylem v atmosféře. Tento rozptyl je způsoben částicemi

prachu, molekulami plynů ve vzduchu a mraky. S difúzním solárním zářením je spojováno i odražené solární záření.

**-hemisférické solární záření:** Solární záření na rovinný povrch, které je přijímané ze shora přilehlým prostorem v prostorovém úhlu  $2\pi$ .

**-globální solární záření:** Solární záření hemisférické, které je přijímané vodorovnou plochou. [1][2]

### 1.1.2 Dostupnost solární energie

Dostupnost solární energie ve vesmíru není nijak ovlivněna, proto při výrobě elektrické energie pro družice nejsou problémy s dostupností solární energie. Jestliže se družice nenachází v zákrytu se Zemí, je velikost solárního záření dopadající na  $1 \text{ m}^2$   $1,37 \text{ kW}$ . Čistý elektrický výkon činí  $200 \text{ W}$  při 15% účinnosti solárních panelů. Solární energie je na zemském povrchu dostupná prakticky všude, jen se liší intenzita záření podle různých lokalit a dalších faktorů, které tuto intenzitu ovlivňují.

Prvním faktorem ovlivňujícím intenzitu solárního záření je zeměpisná šířka. U severního a jižního pólu Země je intenzita solárního záření nejmenší, oproti solárnímu záření dopadajícímu okolo rovníku Země. Kde dopadá největší množství solárního záření.

Druhým faktorem ovlivňující intenzitu solárního záření je roční doba. V zimním období je den kratší, takže doba dostupnosti solárního záření je menší než v letním období. Dále se Slunce nachází na obloze nízko a tak se spojením se zvýšenou oblačností se snižuje intenzita solárního záření. Příkladem může být rozdílnost energie dopadající záření v letních a zimních měsících. Energie dopadajícího záření na  $1 \text{ m}^2$  plochy panelu, který je orientovaný na jih. V letních měsících dopadá za jasné oblohy až  $8 \text{ kWh}$ , pokud je obloha zatažená dopadne pouze  $2 \text{ kWh}$ . V zimních měsících za jasné oblohy dopadne  $3 \text{ kWh}$ , při zatažené obloze dopadne jen  $0,3 \text{ kWh}$ . Následující tabulka č. 1.1. zobrazuje přibližné hodnoty solárního záření v průběhu roku, porovnává solární záření v Praze a Seville.

Tabulka 1.1 Srovnání dopadajícího Slunečního záření [5]

Měsíc	Suma záření na vodorovnou plochu [kWh/(m <sup>2</sup> .den)]	
	Praha	Sevilla
Leden	0,77	2,47
Únor	1,42	3,10
Březen	2,42	4,61
Duben	3,74	5,29
Květen	4,83	6,78
Červen	4,89	7,30
Červenec	5,06	7,11
Srpen	4,28	6,45
Září	2,86	5,13
Říjen	1,89	3,87
Listopad	0,81	2,51
Prosinec	0,55	2,09
Roční průměr	2,8	4,73

Třetím faktorem ovlivňujícím intenzitu solárního záření je místní klima a oblačnost. Jak jsem již zmínila v první části mé diplomové práce, je část solárního záření pohlcena nebo odražena při průchodu atmosférou. Příčina pohlcení nebo odražení solárního záření v atmosféře jsou mraky. Za jasného počasí dopadají na zemský povrch přibližně 75 % solárního záření tedy 1 kW/m<sup>2</sup>. Pokud je obloha zatažená dopadá na zemský povrch méně než 15 % solárního záření tedy 200 W/m<sup>2</sup>. Dalšími faktory ovlivňujícími intenzitu dopadajícího solárního záření jsou znečištění atmosféry nebo výskyt přízemní mlhy. Oblačnost nezpůsobuje jen snížení intenzity solárního záření, ale také jeho rozptýl, který některým zařízením používající Fresnelové čočky neumožňuje využívat rozptýlené solární

záření. Protože je obtížné předpovědět přesně vliv oblačnosti, používají se pro výpočty průměrné hodnoty dopadajícího solárního záření z 50. let. Čtvrtým faktorem ovlivňující intenzitu solárního záření je sklon nebo orientace plochy, na kterou solární záření dopadá. Největší intenzitu dopadajícího solárního záření můžeme získat z plochy, která bude kolmá k paprskům dopadajícího solárního záření. Nejlépe se využije dopadající solární záření plochou, která se bude natáčet proti směru a kolmo na dopadající solárního záření. Toto řešení je nákladné, proto se Fv panely montují se sklonem 45° orientované na jih. [5]

### 1.1.3 Využití solární energie

Solární záření spotřebuje sama Země společně s flórou a faunou. Ohřevem atmosféry a povrchu Země vznikají klimatické procesy, tedy vypařování, proudění vzdušné a oceánské a déšť. Těmito procesy je na Zemi udržováno klima, které je vhodné pro život. Na Zemi ročně dopadá část solární energie 107 TW<sub>r</sub>. Část solární energie způsobí, že náš ekosystém funguje. Tato část činí asi 178 000 TW<sub>r</sub>. Třetina solárního záření je odražena od atmosféry nebo zemského povrchu tedy 63 000 TW<sub>r</sub>. Zbytek solárního záření, tj. 115 000 TW<sub>r</sub> je zapojeno do energetických procesů a je různě přeměněno. Atmosférické srážky vzniklé vypařováním vody, zejména mořské vody. Jsou způsobeny přibližně 41 000 TW<sub>r</sub>. [3]

#### **Přímé využití solární energie:**

- Výroba elektrické energie (FV články)
- Využití v zemědělství (skleníky)
- Vytápění

#### **Nepřímé využití solární energie:**

- Potenciální energii vody (vodní elektrárny)
- Kinetická energie (vítr)
- Chemická energie biomasy (akumulace solární energie)

### 1.1.4 Výhody využívání solární energie

Solární energie patří mezi obnovitelné zdroje energie, protože jsou úplně nebo alespoň částečně schopné obnovy. Dále je naší civilizaci k dispozici neustále, protože Slunce bude zářit přibližně 5-6 miliard let. Proto můžeme říct, že solární energie je prakticky nevyčerpatelná. Solární energie a její využívání nemá podstatný vliv na okolní životní prostředí. To znamená, že nijak neovlivňuje tepelnou rovnováhu Země a při výrobě energie ze solárního záření se nevytváří škodlivé odpady a látky. Využívání solární energie vede ke snížení produkce prachových částic a  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ . Další výhodou využívání solárních systémů je snížení nároků na zásoby fosilních paliv a tedy ušetření zásob pro další generace. Jednou z podstatných výhod je plošná dostupnost solární energie, lze ji tedy využívat prakticky všude. Solární systémy jsou většinou technicky jednoduché a robustní a zajistí nám úsporu odebíraných energií a nezávislost na stávajících dodavatelích energie. Také nevyžadují vysoké nároky na obsluhu a životnost těchto zařízení je dlouhá. Jelikož je solární energie dostupná prakticky všude a nevytváří škodlivé odpady, je její využívání podporováno v mnoha státech. [4]

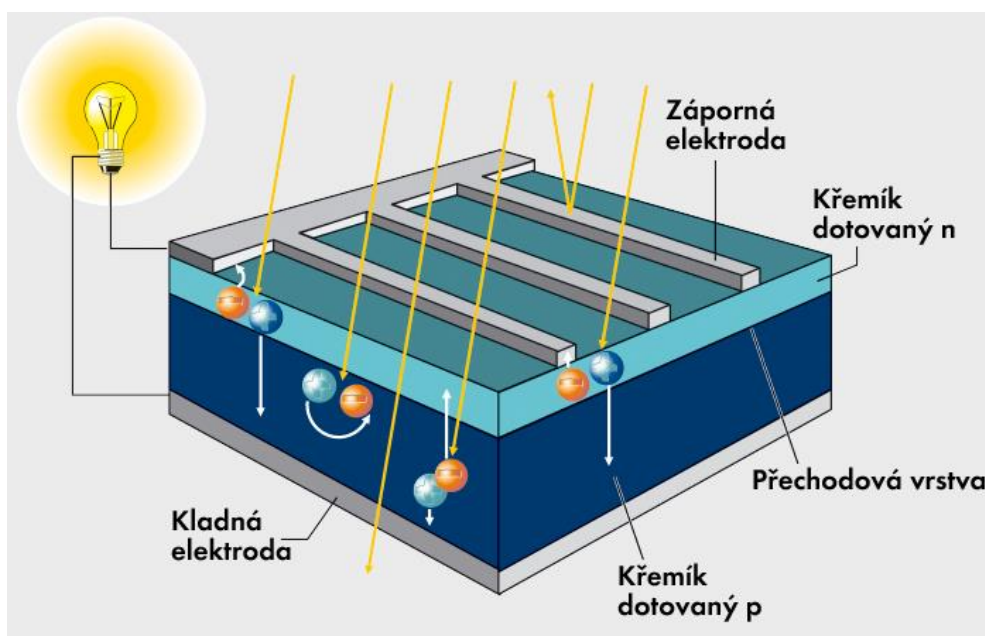
### 1.1.5 Nevýhody využívání solární energie

Nevýhoda využívání solární energie spočívá v časové proměnlivosti záření, které způsobuje rotace Země. Další základní nevýhodou solární energie je malá plošná hustota. Tyto problémy jsou řešeny velikostí solárního systému, zvolíme dostatečně velký a připojíme záložní zdroj. Záložní zdroj je využit jen tehdy, pokud není solární záření dostačující. V důsledku těchto nevýhod, předně těch ekonomických, je využívání solární energie upřednostněno pro ohřev vody pomocí solárních kolektorů, nebo využití solární energie pro přitápění domů. V nedávné době se zvýšilo využívání solární energie pro výrobu elektřiny díky již zmíněným dotacím. [4]



## 1.2 Fotovoltaické systémy

Fotovoltaický jev, tedy přeměna solární energie na energii elektrickou, probíhá přímo v solárním článku. Tento jev byl objeven v roce 1839 francouzským fyzikem Alexanderem Bequerelem. Fotovoltaický jev je fyzikální jev, který probíhá v solárně aktivních materiálech, bez vytváření emisí, hluku nebo spotřeby látek. Většina solárních článků je vyrobena z polovodičů, nejčastěji z Si. Polovodiče se skládají z dielektrika a kovu, přívodem elektřiny se stávají vodivými. Atom Si má 4 vnější elektrony, které tvoří vazby se sousedními atomy pomocí elektronových párů. Solární článek se skládá ze dvou odlišných polovodičových oblastí. Tyto oblasti jsou jinak dotované, to znamená dodání atomu do polovodiče tzv. znečištění. Znečištěním docílíme změny jejich vlastností a elektrické vodivosti. Polovodičové oblasti nazýváme kladně dotovaná p a záporně dotovaná n, mezi kterými vzniká elektrické pole. Elektrické pole vzniká difuzí nadbytečných elektronů, které přecházejí v prostoru pn přechodu. Elektrony přecházejí z polovodiče typu n do polovodiče typu p. Vznikne vrstva prostorového náboje, skládající se z malého počtu volných nosičů náboje. V oblasti polovodiče prostorového náboje typu n zbývají kladné atomy a v oblasti prostorového náboje typu p zbývají záporné atomy. Tyto atomy jsou atomy z dotujícího prvku. Proto vznikne elektrické pole orientované proti směru pohybu nosičů důležitého náboje, proto difuze elektronů neprobíhá stále.



Obr.č. 1.2 Princip solárního článku [11]

Dopadem solárního záření na solární článek dojde k uvolnění elektronů z vazeb atomové mřížky, které jsou uvolněny pomocí energie fotonů. Fotony jsou při uvolňování absorbovány. Záporně nabitě elektrony se uvolní a jsou pohyblivé, na jejich původním místě zůstane kladný náboj tzv. díra. Náboje putují odlišnými cestami, kladné náboje k zadní straně článku a záporné putují k přední straně článku. Vznikne rozdíl potenciálů v důsledku opačné polarizace přední a zadní strany článku. Tento rozdíl potenciálů naměříme jako elektrické napětí. Uzavřeným elektrickým obvodem teče přes spotřebič elektrický proud. Některé elektrony rekombinují a nepodílí se na průtoku elektrického proudu. [6]

### 1.2.1 Solární článek

Klasický solární článek je složený ze dvou křemíkových vrstev. Každá vrstva krystalického článku je jinak dotovaná. Vrchní strana solárního článku tedy strana obrácená ke slunci, je záporně dotovaná pomocí F. Spodní vrstva solárního článku tedy vrstva ležící pod vrchní, je dotovaná kladně pomocí B. Na přední a zadní straně panelu jsou upevněny kontakty, které slouží jako elektrody pro odebrání proudu. Kontakty mají různé provedení, na přední straně jsou provedeny pomocí mřížky. Mřížka je velmi tenká, protože přední stranou musí procházet sluneční záření. Naopak na zadní straně je možné použít celoplošný kontakt vyrobený ze stříbrné nebo hliníkové pasty. Zhotovení kontaktů je provedeno sítotiskem. Solární záření by se mělo co nejméně odrážet od přední vrstvy, aby se fotony dobře absorbovaly. Odrážení solárního záření snížíme antireflexní vrstvou, která vytvoří typickou modrou barvu vrchní vrstvy u polykrystalických článků nebo černou barvu vrchní vrstvy u monokrystalických článků. [6]

## 1.2.2 V-A charakteristika

Všechny elektrické součástky mají svojí V-A charakteristiku. Průběh V-A charakteristiky solárního článku, lze popsat vztahem.

$$I = I_s \left[ \exp \left( \frac{eU}{kT} \right) - 1 \right] - eg(L_n + L_p)S \quad [A] \quad 1.1$$

Kde:

I - vyjadřuje proud dodávající FV článek do zátěže [A]

$I_s$  - vyjadřuje nasycený proud protékající PN přechodem [A]

e - je hodnota elementárního náboje

U - vyjadřuje napětí na svorkách [V]

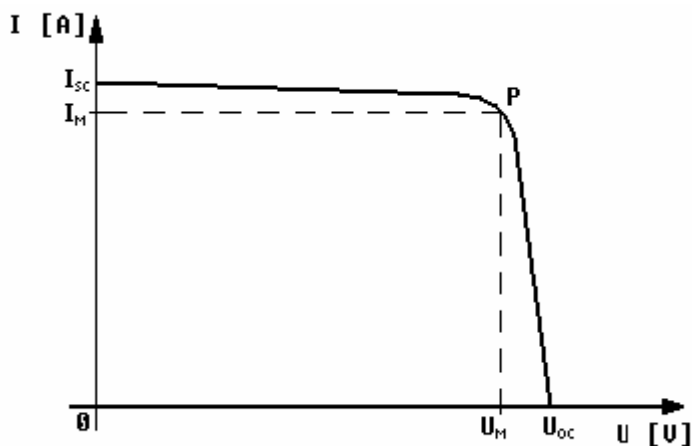
k - je Boltzmanova konstanta

T - vyjadřuje hodnotu termodynamické teploty [K]

g - vyjadřuje rychlost generace párů

$L_n$  a  $L_p$  - vyjadřují difúzní délky elektronů

S - vyjadřuje plochu FV článku [ $m^2$ ]



Obr.č. 1.3 VA solárního článku [20]

Pokud je teplota konstantní, je část vzorce  $eg(L_n-L_p)S$  rovna intenzitě dopadajícího solárního záření. Jestliže se zvyšuje teplota, zvyšuje se mírně i rychlost generace párů. Velikost zkratového proudu je vyjádřena vzorcem, vzorec platí jen pro zapojení nakrátko.

$$I = I_{SC} - eg(L_n + L_p)S \quad [A] \quad 1.2$$

Kde:

I - vyjadřuje proud dodávající FV člunek do zátěže [A]

ISC – vyjadřuje hodnotu proudu naprázdno [A]

e - je hodnota elementárního náboje

g - vyjadřuje rychlost generace párů

Ln a Lp - vyjadřují difúzní délky elektronů

S - vyjadřuje plochu FV člunku [m<sup>2</sup>]

Následující vzorec zobrazuje napětí naprázdno.

$$U_{C0} = \frac{kT}{e} \ln \left( 1 + \frac{I_{SC}}{I_S} \right) \quad [V] \quad 1.3$$

Kde:

UC0 – vyjadřuje hodnotu napětí naprázdno [V]

k - Boltzmanova konstanta

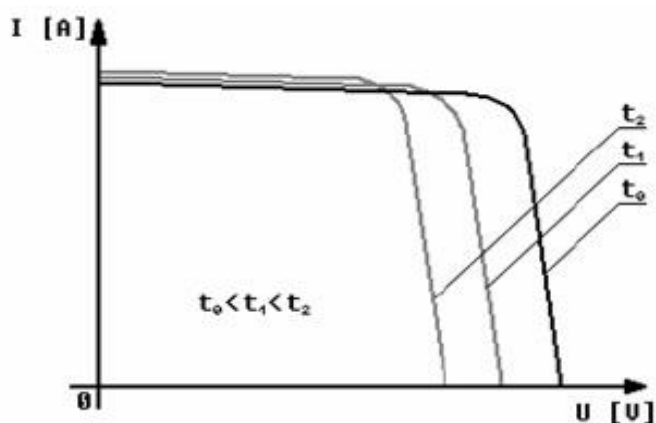
T - vyjadřuje hodnotu termodynamické teploty [K]

e - hodnota elementárního náboje

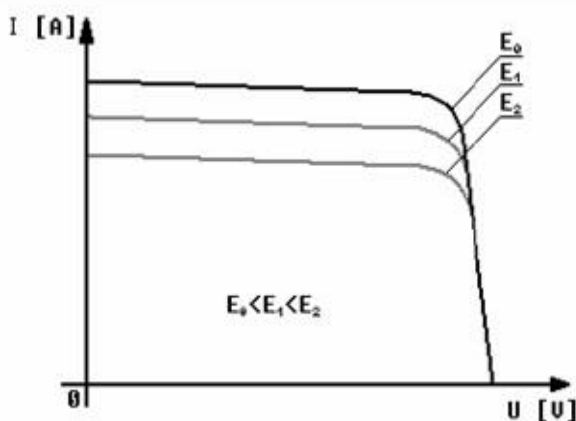
ISC – vyjadřuje hodnotu proudu naprázdno [A]

IS - vyjadřuje proud dodávající FV člunek do zátěže [A]

V-A charakteristiku FV člunku ovlivňují dva parametry, kterými jsou teplota a intenzita solárního záření. S rostoucí teplotou se zvyšuje  $I_{SC}$  a zároveň se sníží  $U_{C0}$ . Což má za následek snížená výkonu FV člunku. S rostoucí intenzitou solárního záření se zvyšuje  $I_{CS}$  a  $I_m$  a tedy i výkon FV člunku.



Obr.č. 1.4 V-A charakteristika s rostoucí teplotou [20]



Obr.č. 1.5 V-A charakteristika s rostoucí intenzitou solárního záření [20]

Z grafů č. 1.4 a 1.5. jasně vyplývá, že ideální podmínky pro výrobu elektrické energie jsou nízké teploty a vysoká hodnota intenzity solárního záření. [20]

### 1.2.3 Monokrystalický článek

Monokrystalické články se skládají z jednoho krystalu, konkrétně křemíku. Základním tvarem pro zhotovení monokrystalického článku je čtverec, nebo čtverec se zaoblenými rohy. Rozměry strany čtverce mohou být 10-12,5-15 cm. Pro mezinárodní měřítko je používána míra v palcích 4,5-6 palců. Některé články mají délku strany

15,2 cm, jde o novější poločtvercové články. U novějších článků jsou instalovány tři vodivé pásy. Další tvar zhotovení monokrystalického článku je modul se zaoblenými články. Průměr těchto článků je 15 cm tedy přibližně 6 palců. Využití těchto modulů je spíše vzácné, protože jsou méně účinné. Malá účinnost je dána nevyužitím plochy, oblé články na pravouhlém modulu. Oblé články jsou vyřezávány z kulatých tyčí, tím je tedy spotřeba materiálu nižší než u čtvercových článků. Šestihhranné články se vyrábějí kvůli zvýšení využití plochy a menší spotřeby materiálu při výrobě. Povrch článku je zbarven tmavomodře až černě, protože článek je zhotoven z materiálu, který se skládá z jednoho krystalu. Monokrystalické články se vyznačují velkou elektrickou kvalitou. Některé solární články mohou dosáhnout účinnosti až 21%, průměrná účinnost je 15-17%. Czochralskiho proces je využíván při výrobě monokrystalických tyčí o průměru 30 cm a délky několika metrů. Nejdříve se musí křemík roztavit v kotli, kde je teplota 1420 °C. Zárodek krystalu je ponořen v křemíkové tavenině a je pomalu vytažen, tím tedy vzniká monokrystalická tyč. Nejnáročnějším energetickým procesem ve fotovoltaice je samotná krystalizace. Tvar monokrystalické tyče se musí upravit seříznutím do čtvercového průřezu. Následně je tyč řeže na tenké plátky o tloušťce 0,3 mm. Při úpravě monokrystalických tyčí a následném krájení vznikne odpad z čistého křemíku. Na hotové plátky je napařena tenká vrstva, která je dotovaná difúzí fosforu. Aby byly solární články kompletní, je nutné ještě připojit zadní kontaktní vrstvu, kontaktní palec a antireflexní vrstvu. [6]

#### 1.2.4 Vysoce výkonné solární články

K výrobě vysoce výkonných solárních článků jsou zapotřebí polovodičové materiály s vysokou kvalitou. Při výrobě je použita metoda zonální tavby, proto je možné vyrobit kvazi-monokrystalický křemík ve vysoké kvalitě. Skrz elektromagnetickou cívku je vedena tyč z polykrystalického křemíku, hrot je vyroben z monokrystalického křemíku. Při prostupu elektromagnetické cívky je tyč prstencově tavena vysokofrekvenčním elektromagnetickým polem směrem od hrotu. Následným ochlazením se vytvoří v celé tyči monokrystalická struktura. Účinnost vysoce výkonných solárních článků je vyšší o 1 až 2 % než u klasických článků. Další zvýšení účinnosti způsobí snadné kontaktování zadní strany s destičkami typu n. Avšak metoda zonální tavby je pracnější a tedy i dražší. [6]

### 1.2.5 Polykrystalický článek

Články skládající se z více krystalů, jsou známé taky pod názvem mnoho krystalové. Od monokrystalických článků jsou rozeznatelné podle odlišné struktury, která se modře třpytí. Polykrystalické články mají pouze čtvercový tvar o délce strany 10-12,5-15-21 cm. V mezinárodním měřítku 4-5-6-8 palců. Účinnost polykrystalických článků se pohybuje mezi 13 až 16 %. Výroba polykrystalického křemíku probíhá levněji a jednodušeji oproti monokrystalickým článkům. Při výrobě polykrystalického křemíku je využita metoda blokového lití. Křemík je zahříván ve vakuu na teplotu 1500 °C, pak je ochlazován na teplotu bodu tání v grafitovém kelímku. Tímto procesem vzniknou bloky z polykrystalického křemíku o velikosti 40x40 cm a výšce 30 cm. Bloky jsou dále zpracovány, jsou rozřezány na tyče, které jsou dále rozřezány na destičky. Při zpracování polykrystalických tyčí vznikne méně odpadu než u zpracování monokrystalických válců. Další zpracování je stejné jako u monokrystalických článků. Na plátky se napaří vrstva dotovaná difúzí fosforu, připojí se zadní kontaktní vrstva, kontaktní palec a nakonec se připojí antireflexní vrstva, která má zabránit nadměrnému odrazu solárního záření. [6]



Obr.č. 1.6. Názorná ukázka monokrystalického a polykrystalického článku [15]

## 1.2.6 Polykrystalické pásové články

Při zpracování bloků křemíku, zbyde přibližně polovina materiálu, která byla odřezána. Ke snížení ztrát materiálu a tedy ke zvýšení využití, bylo vyvinuto tažení pásů. Výroba pásových článků vzniká tažením fólie z křemíkové taveniny o tloušťce 0,1 mm. Vytažené fólie mají tloušťku stejnou jako pásové články, proto stačí fólie nařezat do potřebných destiček. K řezání destiček je použit laser. Pokud srovnáme výrobu polykrystalických článků a výrobu polykrystalických pásových článků, je metoda tažení folií z taveniny křemíku výhodnější. Při této metodě je šetřena energie a materiál, snižuje tedy podstatně náklady. Významná metoda tažení pásů je EFG. Metoda EFG byla vyvinuta firmou ASE, od poloviny 90. let je používána v sériové výrobě. Do křemíkové taveniny se ponoří osmiúhelný tvarovací nosič, který je vyroben z grafitu. Nosič je vytažen a tím vzniknou osmihranné trubky dlouhé 1 m, délka hrany 12,5 cm a střední tloušťka stěny 0,28 mm. Z trubky jsou vyřezány čtvercové nebo obdélníkové destičky. Tímto se snížily ztráty materiálu o 10 %. Rozměry čtvercových článků jsou 10×10 cm nebo 12,5×12,5 cm, obdélníkové články 10×12,5 cm. V zařízením jsou taženy dvanáctihranné trubky o délce 15,6 cm.

Další metoda tažení pásů je metoda zvaná string ribbon. Metoda string ribbon byla vyvinuta firmou Evergreen Solar v Americe. Křemíkovou taveninou jsou protahována dvě křemíková vlákna. Křemíková vlákna jsou od sebe vzdáleny 8 cm. Mezi vlákna vznikne křemíkový pás, který roste a tuhne. Ze vzniklého pásu se následně vyrábějí články o rozměrech 8×15 cm. Pásové články mají málo hranic zrn, proto si je můžeme splést s monokrystalickými články. Struktura těchto tažených pásových článků je nerovná. [6]

## 1.2.7 Tenkovrstvé články

Výrobní náklady krystalických článků jsou vysoké, protože se při výrobě spotřebuje mnoho materiálu, energie a celkový výrobní proces je nákladný. V 90. letech 20. století zaznamenala výroba tenkovrstvých článků značný vývoj. Výrobně-technické náklady, spotřeba materiálu a energie na výrobu tenkovrstvých článků je nižší oproti výrobě ostatních krystalickým článkům. Zpočátku byla naplánovaná výroba cenově výhodných článků



za krátkou dobu, ovšem tento plán nebylo možné splnit. Postupem času se někteří výrobci zaměřili na výrobu tenkovrstvých článků a nabízejí na trhu moduly s lepšími technickými parametry. Výrobní podíl tenkovrstvých článků byl v roce 2008 přibližně 12%. Tenkovrstvé technice patří z dlouhodobého hlediska budoucnost, pro jejich vysoký technologický a fyzikální potenciál a krátké časové energetické návratnosti. K technologickým vlastnostem zařazujeme flexibilitu, nízkou citlivost na teplotu, geometrickou volnost, dokonalé využití spektrálního záření slunce, homogenní vzhled, možnost průhlednosti materiálu, integrace. S rostoucím trendem využívání solární energie a tedy rozvíjející se výrobou, budou tenkovrstvé technologie v budoucnu určovat tržní hospodářství. Budou to tenkovrstvé technologie na bázi čistého křemíku nebo sloučenin. V současné době jsou náklady na výrobu tenkovrstvých článků a krystalických článků o stejném jmenovitém výkonu srovnatelné. Rozdíl mezi náklady na klasické moduly a náklady na levné tenkovrstvé moduly se vyrovnají montáží. Montážní náklady na tenkovrstvé moduly jsou podstatně vyšší díky instalačním nákladům. Abychom dosáhly stejného výkonu jako u klasických modulů, je nutné navrhnout větší solární plochu. Větší FV zařízení s výkonem vyšší než 50 kW, dosáhnou tenkovrstvé technologie kratší doby amortizace. Lze tedy předpokládat, že tenkovrstvé technologie budou v budoucnu konkurencí i pro Fv s menšími výkony. Tenkovrstvé moduly mají odlišný vzhled od klasických krystalických modulů. Krystalické moduly mají klasickou rastrovou strukturu, ale tenkovrstvé moduly působí z dálky zcela homogenně. Proto aplikovaná Fv zařízení z tenkovrstvých materiálů působí méně nápadně na rozdíl od klasických krystalických a jsou lépe přizpůsobitelné architektuře. Zblízka můžeme spatřit strukturu připomínající jehličí. Jsou to proužky o šířce 1 cm. Průhlednost článků způsobíme zvětšením vzdálenosti mezi proužky nebo řezy, které k nim budou kolmé. Výroba tenkovrstvých solárních článků se liší od ostatních popsaných metod tím, že se solární materiál nanáší v tenké vrstvě na sklo. Místo skla lze použít jiné materiály jako je umělá hmota nebo kovová folie. Také teplota je řádově menší než u klasické výroby krystalických solárních článků, metoda vyžaduje teplotu mezi 200-500 °C. Propojení jednotlivých článků se neprovádí po zhotovení článku pájením, ale tenkovrstvé články jsou elektricky propojeny již ve výrobě. Přední kontakty jsou vyrobeny z průhledné vrstvy oxidu kovu TCO, která je vysoce vodivá. Po dokončení výroby se konstrukce opatří ochranou ze skleněné tabule a zapouzdří se pomocí kompozitního materiálu EVA. Nízká účinnost patří mezi největší nevýhody tenkovrstvých solárních článků. Účinnost lze zvýšit dostatečně velkou plochou solárního modulu. [6]

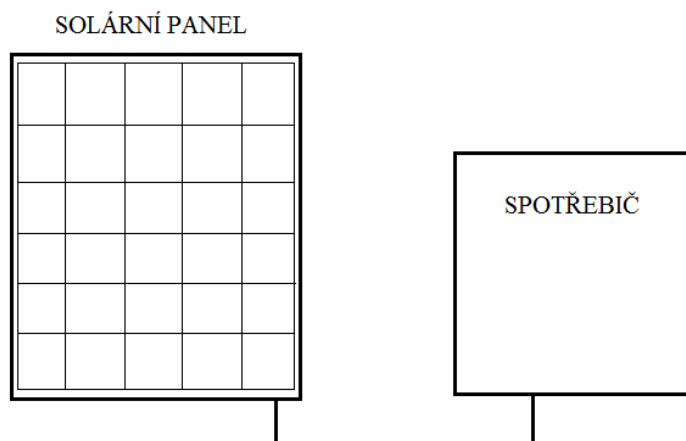
### 1.3 Ostrovní systémy

Ostrovní systém neboli off-grid systém je využíván především v místech, kde se nelze připojit k distribuční síti elektrické energie nebo kde by bylo vybudování elektrické přípojky příliš nákladné. Zřízení elektrické přípojky k distribuční síti, která je vzdálená 2 km, je finančně nákladnější než solární systém. Tyto systémy jsou využívány sezonně. Ostrovní systémy se dělí do tří skupin:

#### Off-grid systémy:

- Systém s akumulací elektrické energie
- Hybridní systémy
- Systémy s přímým napájením

V systémech s akumulací elektrické energie je používána baterie, která je schopná dodávat elektrickou energii do systému, když v danou dobu panely nevyrábějí žádnou. Důležitou součástí je regulátor, který zajistí správné nabíjení/vybíjení baterie. Další části jsou střídač, sledovač. Hybridní systémy jsou využívány v náročných celoročních provozech, tedy i v zimním období kdy intenzita solárního záření je značně menší než v letních obdobích. Ke správnému fungování systému je tedy nutné instalovat velké plochy solárních panelů, tím tedy rostou náklady. Tento problém lze řešit náhradním zdrojem energie např. větrnou elektrárnou, vodní elektrárnou nebo kogenerační jednotkou. Systémy s přímým napájením mají nejjednodušší zapojení. Solární panel je přímo zapojen do spotřebiče, tento systém je využíván sezonně. Solární systém může nabíjet baterie, čerpadla apod. [29]



Obr.č. 1.7 Přímý ostrovní systém [29]

## 1.4 Elektrické ohradníky

Elektrický ohradník je velmi účinná a levná metoda pro zabránění útěku zvířat, fungují na principu uzavřeného obvodu. Obvod se skládá z elektrického ohradníku ve spojení se zemí. Elektrické ohradníky lze využít mnoha způsoby, používají se v zemědělství na pastvinách nebo výběžích jako ochrana před útekem zvěře, ale také se používají jako bezpečnostní ploty a jako ochrana proti divoké zvěři. Důležitým faktorem při sestavování elektrického ohradníku je ochrana osob, musí být tedy sestaven, provozován a udržován tak, aby neohrožoval lidský život. Nesmí tedy dojít k úrazu, který bude způsobený elektrickým proudem. Samozřejmě toto opatření neplatí pro osoby, které se neoprávněně zdržují v oblasti elektrického ohradníku a snaží se nějak poškodit zařízení. Proto musí být konstrukce elektrického ohradníku sestavena tak, aby při běžném provozu elektrického ohradníku byly ochráněny osoby při nechtěném dotyku s ohradníkem. Norma ČSN EN 60335-2-76 ed. 2 Elektrické spotřebiče pro domácnost a podobné účely – Bezpečnost – Část 2-76: Zvláštní požadavky na zdroje energie pro elektrické ohradníky. *Tato norma se vztahuje na bezpečnost zdrojů energie pro elektrické ohradníky, jejichž jmenovité napětí není vyšší než 250 V a pomocí nichž lze napájet nebo monitorovat vodiče ohradníků v zemědělství, při dozoru nad volně žijícími zvířaty a u ochranných plotů. Předmětem této normy jsou zdroje energie pro elektrické ohradníky napájené ze sítě,*

*bateriové zdroje pro elektrické ohradníky připojitelné k síti a zdroje energie pro elektrické ohradníky napájené z baterií buď vestavěných bez možnosti dobíjení, nebo oddělených.*<sup>1</sup>

Elektrické ohradníky mohou také sloužit jako ochrana sadů a lesních školek před zvěří. Při kontaktu zvířete s elektrickým ohradníkem, ucítí zvíře bolestivý impuls, způsobený procházejícím elektrickým proudem. Tento impuls způsobí leknutí, zvíře má pak z ohradníku respekt a nechce s ním přijít znovu do kontaktu. Samozřejmě elektrický ohradník nemůže zabránit průniku zvěře hnanou psem nebo člověkem. S velkou účinností dokáže ale zabránit úniku pasoucí se zvěře. [7] [8] [9] [10]

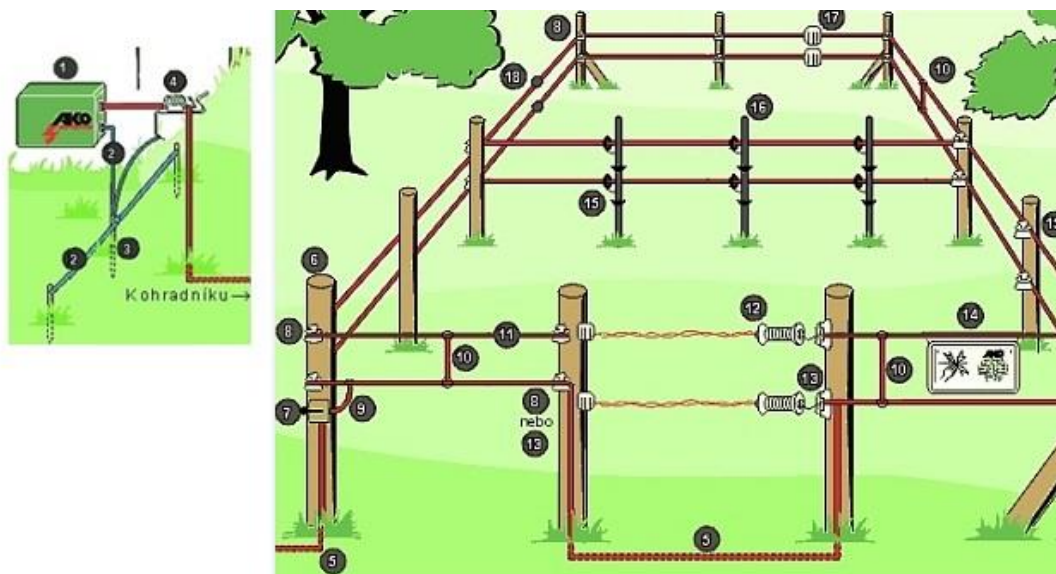
### 1.4.1 Princip funkce

V obvodu elektrického ohradníku je důležitý napájecí zdroj, který vytváří pravidelné proudové impulsy. Tento proudový impuls při dotyku způsobí u zvířete nebo osoby leknutí, ale není nijak zdravotně nebezpečný. Napájecí zdroj vysílá do obvodu proudové impulsy, které jsou od sebe časově vzdálené 1,3 s. Doba trvání impulsu se pohybuje v řádu milisekund. Proud je veden obvodem pomocí vodičů, které mohou být dráty, lanka apod. Vodiče musí být od země odděleny izolátory. Izolátory mohou být plastové sloupky, kůly.

Pokud by izolátory vedly vysílaný proud, došlo by ke ztrátám v obvodu a v elektrickém ohradníku by se nevytvořilo hlídané napětí. Ke ztrátám také dochází, pokud se ohradníku dotkne okolní travní porost. Vysílaný proud je sváděn do země a v obvodu elektrického ohradníku se sníží napětí, proto ohradník už nemá požadovaný účinek. Pokud se ohradníku dotkne zvíře, tělem projde proudový impuls až do země, vznikne proudový okruh. Obvod je uzavřen přes tělo zvířete se zemí a zemní hrot je veden zpět do proudového zdroje. Obvod elektrického ohradníku nemusí být uzavřený. [7] [9] [10]

---

<sup>1</sup>Technické normy [online]. 2005 [cit. 2015-12-26]. Dostupné z: [http://www.technicke-normy-csn.cz/361045-csn-en-60335-2-76-ed-2\\_4\\_73875.html](http://www.technicke-normy-csn.cz/361045-csn-en-60335-2-76-ed-2_4_73875.html)



Obr.č. 1.8 Podrobné schéma zapojení ohradníku [12]

Na obrázku můžete vidět podrobné schéma zapojení elektrického ohradníku:

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Zdroj                      | 10. Propojovací kabel na pásku |
| 2. Propojení k uzemnění       | 11. Drát, lanko nebo páska     |
| 3. Zemnicí tyč                | 12. Rukovět k brance           |
| 4. Bleskojistka               | 13. Izolátor koncový k brance  |
| 5. Vysokonapěťový kabel       | 14. Výstražná cedulka          |
| 6. Tyče a kůly                | 15. Izolátor průběžný          |
| 7. Vypínač, prepínač          | 16. Plastové tyče              |
| 8. Izolátor koncový, napínací | 17. Spojka na pásku            |
| 9. Propojovací kabel          | 18. Napínák                    |

#### 1.4.2 Provoz elektrického ohradníku

V následujících podkapitolách se budu zabývat provozem elektrického ohradníku. Popíši základní části elektrického obvodu, druhy a parametry.

## Napájecí zdroj elektrického ohradníku

Základ pro správné fungování elektrického ohradníku je zdroj impulsů, tedy energetický zdroj. Energetický zdroj vysílá v pravidelném intervalu impulzy. Velikost impulzů je závislá na výkonu. Se zvětšujícím se výkonem energetického zdroje roste i intenzita proudových impulzů.



Obr.č. 1.9 Elektrický ohradník kombinovaný [13]

### Rozdělujeme tři základní skupiny energetických zdrojů:

- zdroj s malou energií impulzu
- zdroj se střední energií impulzu
- zdroj s velkou energií impulzu

Zdroje s malou energií impulzu mají hodnotu intenzity proudových impulzů menší než 0,5 J. Ohradníky napájené tímto zdroje jsou určeny pro snadno hlídatelná zvířata,

ohradník by měl být spíše kratší a jeho provoz by neměl narušovat případný travní porost, který snižuje intenzitu proudových impulzů. Mezi snadno hlídatelná zvířata zařazujeme skot, psy, kočky, koně a prasata, jsou to domácí zvířata, která si na ohradník zvyknou. Srst těchto zvířat je kratší a proto na ně proudové impulzy působí lépe. Napětí v obvodu ohradníku by mělo být větší než 2000 V, pokud je hodnota menší, zvířata elektrický ohradník nerespektují a mohou jej prorazit. Zdroje se střední energií impulzu mají hodnotu intenzity proudových impulzů pohybující se mezi 0,5 J a 5 J. Ohradníky napájené středním zdrojem impulzu jsou určeny pro středně hlídatelná zvířata, ohradník může být delší v kombinaci s normálním porostem. Zdroje s velkou energií impulzu mají hodnotu intenzity proudových impulzů vyšší než 5 J. Tento zdroj je určen pro těžko hlídatelná zvířata. Protože hodnota intenzity proudového impulzu je vysoká, může být elektrický ohradník delší a v hustém porostu. Mezi těžko hlídatelná zvířata zařazujeme divokou zvěř, kozy, ovce a drůbež. Jde o zvířata, která si špatně zvykají na elektrický ohradník. Jsou necitlivá vůči proudovým impulsům, protože mají hustou srst / opeření. Napětí v obvodu ohradníku by mělo být větší než 4000 V, aby zajistil udržení zvířat na požadovaném prostoru. Nejčastějším napájecím zdrojem je elektrická přípojka 230 V, tedy síťový zdroj. Dalším zdrojem může být baterie 9 V, ta je určena pro malé ohradníky a snadno hlídatelná zvířata. Bateriový zdroj 12 V, je určen pro rozsáhlejší ohradníky se svody. Legislativa nařizuje stálé sledování elektrického ohradníku. Ideální elektrický ohradník by měl být bez svodů, bohužel v praxi se ideální elektrický ohradník spíše nevyskytuje. Do tzv. svodů zařazujeme většinou travní porost, vlhkost, vadné izolátory, padlé větve. Jak jsem již zmínila, svody nám snižují intenzitu proudových impulzů. Napájecí zdroj elektrického ohradníku musí obsahovat kontrolku hlídaného napětí. Proto se spíše volí napájecí zdroj s vyšším výkonem, abychom zabránily problémům spojeným se svody, tedy snížení napětí, útěk zvěře. Novým trendem v napájení elektrického ohradníku je solární energie, technika pro přeměnu solární energie na elektrickou je stále dokonalejší. Další výhodou je, že jde o jednorázovou investici a provoz je prakticky bez nákladů. [7] [9] [10] [12]

## Uzemnění

Uzemnění je jeden z důležitých prvků pro správné fungování elektrického ohradníku. Slouží k uzavření smyčky vzniklé dotykem zvířete s elektrickým ohradníkem. Elektrický ohradník je nutné uzavřít se zemí. Obecně platí, že čím výkonnější je zdroj elektrického napětí, tím musí být kvalitnější uzemnění. Pokud je uzemnění nepřiměřené, vnikne v místě

zemnicí tyče přechodový odpor. Současně s přechodovým odporem vznikne napětí, které sníží celkovou hodnotu napětí v elektrickém ohradníku. Uzemnění se provádí v místě, kde se přes rok drží největší vlhkost, tím zajistíme správnou vodivost. Nejsou-li ideální půdní poměry, tedy je půda vysušená, kamenitá, písčítá nebo se vyskytují v elektrickém ohradníku svody. Musí se instalovat další zemní tyče. Pro zdroje se střední energií impulsu mající hodnotu intenzity proudových impulzů nad 1 J, musejí být instalovány 2 tyče. Pro zdroje se silnou energií impulsu mající hodnotu intenzity proudových impulzů nad 3 J, musejí být instalovány 3 tyče. Pokud je instalováno více tyčí, musí se při montáži dodržet minimální vzdálenost 3 m, při zatloukání je nutné se vyhnout podzemnímu vedení. Pro správné fungování je důležité dobré propojení zdroje a zemnicí tyče, proto se používají kvalitní vodiče. Ideální je měděný drát o průřezu 1 mm<sup>2</sup> nebo vysokonapěťový kabel. Zemní tyče jsou vyrobeny z nekorodujícího materiálu, nejčastěji se používají pozinkované kovové tyče, protože vzniklá koroze snižuje vodivost zemní tyče. [9] [10] [12]

### Zkouška uzemnění

Důležitá je zkouška uzemnění, zda vše správně funguje a je dobře zapojeno. Ke kontrole se používají měřící kleště na uzemnění, není však nutné použít přístroj. Stačí se dotknout horního konce zemnicí tyče a druhou rukou se dotknout země ve vzdálenosti přibližně 1 m od zemnicí tyče. Pokud je cítit slabé nebo silné brnění, je nutné zlepšit uzemnění pomocí jiných zemnicích tyčí. [10]



Obr.č. 1.10 Zemnicí tyč, malá, pozinkovaná [13]



## Bleskojistka

Svaz německých elektrotechniků VDE vydal předpis, nařizující instalaci bleskojistky u každého elektrického ohradníku. Bleskojistky jsou instalované kvůli zamezení škod způsobené bleskem. Dále nesmí být zdroje proudových impulzů elektrického ohradníku umístěny poblíž stodol a stájí, je zde nebezpečí požáru. [10]



*Obr.č. 1.11 Bleskojistka [13]*

## Vypínač

Pokud se elektrický ohradník skládá z více úseků, je doporučeno, aby se úseky daly samostatně připojovat nebo odpojovat. Pro každý úsek elektrického ohradníku je nutné instalovat ohradníkový vypínač. Výhodou montování vypínačů u každého úseku je odpojení určitého úseku při závadě, takže při případných opravách není nutné vypnout celý obvod. [10]



Obr.č. 1.12 Vypínač elektrického hradníku, otočný [13]

## Konstrukce

Elektrický ohradník je konstruován pomocí vedení, spojek, napínačů, kůlů, izolátorů a branek. K vedení elektrického ohradníku jsou používány dráty, ocelová lanka, lana, polypropylenová lana, a pásy z monofilových vláken. Vodiče elektrického ohradníku jsou vyráběny v různých barvách nebo v různých barevných kombinacích. Pro správné zvolení vodiče pro elektrický ohradník nám pomáhají tyto faktory: Důležitá je kategorie a druh paseného zvířete. Jde o snadno hlídatelná zvířata, středně hlídatelná zvířata nebo těžko hlídatelná zvířata? Další důležitý faktor je velikost hlídané pastviny, konfigurace terénu. Vhodné vedení volíme také pro pastviny dočasné nebo trvalé. Výška elektrického ohradníku je určena podle druhu chovaných zvířat. Vedením je veden elektrický proud, také slouží k vymezení hranice pozemku, kde se pase zvěř. Pokud je vodič vyroben z kvalitního materiálu, je možné zkonstruovat delší vedení než u nekvalitních materiálů. Dále se dá vedení elektrického proudu zvýšit použitím dvou kvalitních vodičů, vodivost

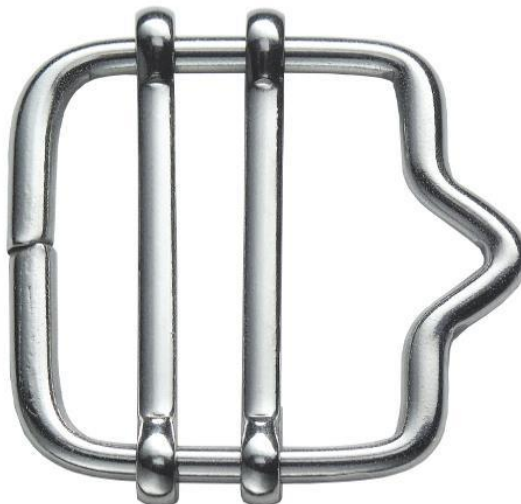
těchto vodičů se sčítá a je tedy dvojnásobná a zároveň se snižuje odpor ohradníkového vedení. Elektrický ohradník by mohl být tedy dvojnásobně delší. Vedení pomocí drátů nebo ocelových lanek má relativně nízký odpor, proto jsou dobře vodivé. Jsou používány především pro trvalé pastviny, protože jejich případné uskladnění nebo opětovné použití je zkomplikováno špatnou manipulací, tedy smotání drátu nebo lanka je obtížné. Drát a ocelová lanka nejsou nijak barevně odlišeny a proto je zhoršena jejich viditelnost, vznikají problémy s použitím tohoto vedení u koní. Dráty a ocelová lanka jako první říznou až poté prasknou, pro koňské ohrady je doporučeno používat drát nebo ocelová lanka s plastovou vodivou vrstvou. Vyznačuje se velikou pevností a průměr drátu nebo ocelového lanka je 8 mm. Dalším vodičem elektrického ohradníku jsou lanka vyrobená z polyetylenu. Polyetylen je propleten kovovými nerezovými drátky, které se vyznačují velkou pevností a velkým odporem. Může být také propleten měděnými drátky, které se vyznačují křehkostí a malým odporem. Drátky jsou použity samostatně nebo se kombinují.



*Obr.č. 1.13 Polyetylenová páska, 40 mm [13]*

Pro propletení polyetylenu je používán také nový materiál, ocelový drátek s vícevrstvou galvanizací. Lanka se vyrábějí v různých barevných kombinacích, proto jsou

dobře viditelná. Jsou velmi pružná, lehká, netrpí chvěním při větru a nedrží se na nich námraza. Používají se na dočasné pastviny nebo na pastviny, u kterých se mimo pastevní období musí elektrický ohradník stáhnout, protože manipulace spojená s jejich uskladněním je velmi snadná. Pastviny, které se nepoužívají mimo pastevní období, jsou především pastviny, na kterých se první sklizeň sena provádí na zimu, proto nemusí být tato pastvina celoročně ohrazená. Opět tu nastává problém při použití lanek k hrazení pastvin s koňmi, silnější lanka nejdříve říznu a pak prasknou. Proto záleží na zvážení majitele pastviny a chovatele jaký materiál použijí. Je doporučeno instalovat lanka u prostor, kde není předpoklad k protržení elektrického ohradníku zvířetem. Těmito prostorami myslíme potok, křoví, les atd. Vedení elektrického ohradníku zhotovené pomocí lan vyrobených z polypropylenu, je velice pevné. Elektrický impulz je veden lanem pomocí nerezových nebo kovových drátků, nedochází k překlesání drátků způsobené větrem. Používají se především na menší pastviny. Protože průměr může být až 6 mm, jsou lana těžká a dochází k provisům. Je doporučeno instalovat jednotlivé kůly v menší vzdálenosti od sebe. Vyznačují se snadnou manipulací při smotávání. V dnešní době jsou používány nejčastěji k ohrazení pastviny pro koně, bohužel i zde může dojít k pořezání zvířete při pokusu o útěk. Další vodičem elektrického ohradníku jsou pásy, které jsou vyrobeny z polyetylenových vláken. Pro vedení proudového impulzu jsou použity nerezové drátky, měděné drátky nebo může být použit nový materiál. Jedná se o ocelový drátek s vícevrstvou galvanizací, která je známá pod názvem TriCOND™. Ocelový drátek s více vrstvou galvanizací se vyznačuje pětikrát menším odporem než často používaný nerezový drátek, proto je vhodný na ohrazení větších pastvin. Pásy s měděným drátkem mají jednu velkou nevýhodu a to je křehkost měděného drátku. Páska se manipulací nebo větrem často ohýbá a dochází k popraskání drátku. Pro vedení elektrického ohradníku pro pastviny s koňmi je páska ideální, protože při případném pokusu o útěk, páska nejdříve praskne a neměla by zvíře pořezat. Pásy se vyrábějí v šířce 10 mm, jsou lehké a snadno se při instalaci elektrického ohradníku napnou. Pro pásy jsou vyráběny speciální izolátory, je možné použít ale izolátory pro lanka, která jsou výrazně levnější. Pásy vyráběné v šířce 20-40 mm jsou velmi široké a v zimním období může dojít k námraze. Protože jsou pásy široké, může dojít k provisům, je doporučeno instalovat kůly v menší vzdálenosti.



Obr.č. 1.14 Spojka na pásku [13]

Dále je doporučeno použít speciální izolátory, propojovací kabely a originální spojky. Vedení elektrického ohradníku by nikdy nemělo být napojováno na další vedení pomocí uzlů, proto se používají spojky, aby se zabránilo vzniku přechodových odporů neboli svodů. Napětí a výkon proudových impulzů se sníží a neprojde dál do vedení. Uzel se zvětšujícím se přechodovým odporem zahřívá, cvaká a jiskří, pokud jsou použity plastová lanka nebo pásky, může dojít k přepálení. K napojení lze použít speciální přípojkové kabely, měděné drátky nebo propojovací kabel.



Obr.č. 1.15 Izolátor [13]

Další součástí elektrického ohradníku, jsou napínače. Nejčastěji se používají korozivzdorné napínače, kterými se napínají lana nebo kulaté dráty. Napínače jsou instalovány dodatečně po dokončení elektrického vedení. Napínač se otáčí a tím je vedení napínáno, je doporučeno instalovat dva napínače. Na první napínač je navinut dostatečně dlouhý drát, který nám slouží jako rezerva. Druhý napínač slouží k vypnutí drátu. Změnami okolních teplot se mění délka vedení, při vysokých teplotách dochází k roztažení a při nízkých teplotách dochází naopak ke smršťování. Tomuto efektu zabrání tepelná pružina, která dostatečně vypne vedoucí drát. Instalováním napínačů se zvětší vzdálenost ohradníkových kůlů. Jsou k dispozici i speciální napínače pro konkrétní potřeby. Důležitým prvkem elektrického ohradníku jsou podpurné kůly. Dřevěné kůly se používají většinou u pevných elektrických ohradníků, pro mobilní elektrický ohradník se používají kůly vyrobené z plastu, kovu nebo skelného vlákna. Lze je lehce instalovat a odinstalovat, proto je snadné měnit tvar elektrického ohradníku, z tohoto důvodu se používají stále větší měrou. Dále jsou plastové kůly odolné vůči přírodním vlivům, jsou lehké, vyrábějí se v různých provedeních a délkách. Vedení elektrického ohradníku je připevněno na kůly pomocí izolátorů. Slouží k zamezení svodů, které mohou vzniknout u vlhkých dřevěných kůlů. Při vysokém napětí se stává kůl vodivý a dojde ke svodu proudového impulsu do země. Vyrábějí se různé druhy izolátorů pro různé druhy vodičů. Průběžné izolátory se používají pro rovné vedení. Napínačí a rohové izolátory jsou používány pro lomení vedení.



Obr.č. 1.16 Držák branky pro elektrické ohradníky [13]

Branky jsou důležitým prvkem v elektrickém ohradníku, v místě branky se dá vedení jednoduše rozpojit a následně spojit. Slouží pro snadný přístup na pastvinu. Bohužel jde o nejslabší místo v elektrickém ohradníku, je proto tedy doporučeno použít kvalitní materiály a měl by být použit stejný vodič, který byl použit pro vedení elektrického ohradníku. Samostatné rukojeti se používají pro vedení páskou nebo lanem, pružiny se používají pro vedení tvrdým drátem. Vyrábějí se kovové brány, které se používají především pro frekventovanější provoz. [10] [12]

### **Napětí v ohradníku**

Ke kontrole hladiny napětí v elektrickém ohradníku slouží zkoušečky napětí. V obvodu elektrického ohradníku by mělo být stejné napětí, ideální hodnota napětí je 5000 až 7000 V. Minimální hodnota napětí je 3000 V, která je nutná k překonání odporu kůže. Maximální hodnota je 9000 V, vyšší hodnota by mohla způsobit přepálení vodičů. Dále slouží zkoušečka napětí k přeměření napětí před a za spojem. Pokud je napětí vyšší před spojem než napětí za ním, spoj je proveden špatně. Napětí v elektrickém ohradníku lze změřit velmi snadno. Obvod rozpojíme a na konci změříme hodnotu napětí. Ideální hodnota napětí je stejná jako u přívodu, může být ale nižší. Nižší hodnota může být způsobena špatnými spoji, dlouhým travním porostem nebo může být v nějakém úseku poškozený drát vedení. Naměřená hodnota může být i nulová, to znamená, že je vedení někde přerušeno a je nutná oprava. Po opravě je nutné zkontrolovat zbylé části elektrického ohradníku. [10] [12] [14]

## **1.5 Napájecí systémy**

Napájecí systémy jsou nezbytnou součástí pasteveckého komplexu. Pro zvolení správného napájecího systému je důležitá lokalita a umístění pastviny. Nejideálnější a nejlevnější zdroje napájení jsou přírodní zdroje, tedy potoky, rybníky apod. Před použitím přírodních zdrojů je nutné provést laboratorní zkoušku vody pro napájení zvířat a také je nutné vytvořit u zdroje zpevněnou plochu. Pokud se v dané lokalitě nenacházejí přírodní zdroje vody, je nutné použít napájecí systémy z vrtů, studen. Snadný přístup

k vodě čerpané z vrtu nebo studny nám umožní napáječky, žlaby nebo pastevní vodovod. Důležitým prvkem pastevního vodovodu je vodojem, který slouží k akumulaci potřebné napájecí vody. Dále se pastevní vodovod skládá z potrubí a napáječky. Vodojem musí být umístěn nad místem, které je určeno pro spotřebu napájecí vody. Při správném výběru napáječky je důležité vzít v úvahu lokalitu, roční dobu a druh napájeného zvířete. Pro zvířata ustájená vazným nebo boxovým systémem jsou pro napájení vhodné miskové napáječky. Pro zvířata menšího vzrůstu, mláďata nebo menší skupiny zvířat se používají plovákové napáječky. Pro větší skupiny zvířat jsou pro napájení vhodné žlaby. Pro napájení dojného skotu jsou doporučeny výklopné nerezové žlaby, pro jejich snadnou údržbu. Pokud se zvířata nacházejí na pastvinách v zimním období nebo v nezateplených ustájeních, je třeba použít vyhřívané nebo míčové napáječky z důvodu možného zamrznutí napájecí vody. [13] [14]

### **Míčové napáječky**

Míčové napáječky pracují na jednoduchém principu. Do nádoby je čerpán přívodem potřebný objem vody. Hladina vody je nastavena pomocí plováku, tak aby mezi hranou otvoru a míčem byla mezera přibližně 2-4 mm, aby nedošlo k přimrznutí míče. V letním období je možné míč vyjmout a zvířatům je tak usnadněn přístup k napájecí vodě. Míčové napáječky se používají pro zvířata, která se nachází na pastvinách celoročně nebo v nezateplené stáji, kde by mohlo dojít k zamrznutí napájecí vody. Důležitý je pravidelný odběr vody v míčové napáječce, pokud by voda v napáječce nebyla delší dobu odebíraná, mohlo by ve větších mrazech dojít k zamrznutí. Proto je doporučeno používat míčové napáječky v ohradách, kde je chován dostatečný počet zvířat. Pokud bude tedy počet zvířat dostatečný, voda v napáječce nezamrzne. Dále je důležité, aby se v ohradě nenacházel další zdroj napájení nebo přírodní zdroj. Je doporučeno využít k napájení jednoho stáda jednu míčovou napáječku. Pokud budou použity dvě napáječky, může se stát, že zvířata upřednostní jednu napáječku a druhá nebude využívána a mohla by zamrznout. Přívod k míčové napáječce je nutné vést nezamrzající hloubkou, tím se zabrání zamrznutí vody v přívodu a voda je teplejší. Vyústění přívodu musí být pod napáječkou odizolováno, protože se již nachází v zamrzající hloubce a mohlo by dojít k zamrznutí. [13] [14]





*Obr.č. 1.17 Míčová napáječka jednoduchá [13]*

### **Napájecí žlaby**

Pevné napájecí žlaby jsou ideálním prostředkem pro napájení většího stáda. Do žlabu je přívodem čerpána napájecí voda. Hladinu napájecí vody nastavíme pomocí plováku, pokud hladina klesne je voda dočerpána. Pevné žlaby jsou vyráběny v různých velikostech, které jsou úměrné počtu zvířat ve stádu. Dále se velikost napájecího žlabu určí podle denního přístupu zvířat k napajedlu. Myslíme tím tedy, že pokud má stádo neomezený, tedy celodenní přístup k napajedlu, volíme menší velikost žlabu. Pokud má stádo omezený přístup k napajedlu, volíme větší napajedlo, protože velký objem vody umožní napojit více zvířat najednou. Pevné žlaby o velkém objemu mají vypouštěcí zátku, která umožní rychlé vypuštění vody a následné čištění. Izolované napájecí žlaby jsou vhodné pro napájení dojných zvířat, protože umožňují napájet zvířata tzv. z hladiny. Napájecí žlaby jsou vyrobeny z pevného monolitického plastu a jsou zateplené pomocí izolační pěny. Žlaby jsou velmi stabilní, protože jsou pevně ukotveny k zemi. Protože je žlab a přívod vody

dobře odizolován, nedojde k zamrznutí vody nebo plovákového ventilu. Izolovaný napájecí žlab je uzavřená konstrukce, kde je nutné nastavit výšku hladiny napájecí vody nad otvorem mezi plovákovou komorou a nádrží. Tím se tedy zabrání proniknutí chladného vzduchu do plovákové komory. Průtočný ventilem a plovákem je čerpáno potřebné množství vody. V mrazivých dnech je možné zapojit malý doplňkový ventil, který umožní neustálé protékání napájecí vody přes žlab do odpadu. Izolované napájecí žlaby mají vypouštěcí zátku, která umožní rychlé vypuštění vody a následné čištění. Průtočný žlab je vhodný pro nezateplené stáje nebo pro chov zvířat nacházející se na pastvinách i v zimním období, protože neustále proudící voda nezamrzne ani při nízkých teplotách. Proud napájecí vody musí být ale dostatečně silný. [13] [14]



Obr.č. 1.18 Napájecí žlab s ventilem[13]

### **Membránové napájecí pumpy**

Membránové napájecí pumpy jsou používány pro napájení zvířat na pastvinách. V prostoru pastviny musí být k dispozici zdroj vody, nejideálnější pro tento typ napájení je meliorační šachta, studna nebo potok. Membránové napájecí pumpy fungují na jednoduchém principu, kdy si zvířata pumpují vodu sami pomocí podtlaku. Zvířata

se ve většině případů naučí pumpovat vodu velmi snadno, tyto napáječky nejsou vhodné pro menší dobytek, zejména ovce. Důležité je připevnit napájecí pumpu na zpevněnou plochu, kde bude vybudovaný odtok pro přetékající vodu a voda se nebude tedy usazovat v napájecím prostoru. Membránové napájecí pumpy čerpají vodu z hloubky až 8 m. [14]



*Obr.č. 1.19 Membránová napáječka [13]*

Na trhu jsou k dispozici 3 druhy miskových napáječek: Jazykové miskové napáječky, miskové napáječky niplové a miskové napáječky plovákové. Jelikož jsou miskové napáječky malé a zvíře si čerpá jen potřebné množství vody, jsou velmi snadné na údržbu a čištění. Jazykové miskové napáječky jsou používány především ve stájích nebo pro napájení menšího stáda. Jazykové napáječky fungují na jednoduchém principu, kdy si zvíře stlačením jazyku napáječky čerpá vodu do misky. Bohužel u těchto typů napáječek je možné, že se zvíře může toho systému bát a nenaučí se z napáječky pít. Proto by tenhle problém měl každý chovatel vzít v úvahu. Jazyk napáječky lze zajít, aby zvíře nemohlo čerpat vodu. Například tehdy, pokud je nutné sledovat množství vypité vody nebo z důvodu nemoci. Miskové napáječky niplové jsou používány především ve stájích nebo pro napájení menšího stáda. Zvířata si čerpají vodu do misky pomocí tzv. niplu. Tento typ napáječek umožní napájet zvířata, která se nenaučila pít z jazykové miskové napáječky. Miskové napáječky plovákové jsou používány ve stájích nebo pro napájení menšího stáda. Do misky napáječky je voda čerpána pomocí plovákového ventilu, který udrží v misce

potřebné množství napájecí vody a umožní zvířeti se nepájet tzv. z hladiny, což je pro zvířata velmi pohodlné. Pro snadnější údržbu je v misce zátka, která umožní snadnější vypuštění vody a tedy i údržbu. Pokud jsou miskové napáječky používány v nezateplených prostorách, kde by mohlo dojít k zamrznutí, je vhodné použít vyhřívání. Při montáži vyhřívání napáječek je nutné použít transformátor. Provozní napětí vyhřívání je 24 V, které je bezpečné pro zvířata i chovatele. K vyhřívání je použit topný kabel, který je připevněn do prostoru na spodní straně napájecí misky. U miskových napáječek vyrobených z plastu je nutné připojit topnou pojistku.



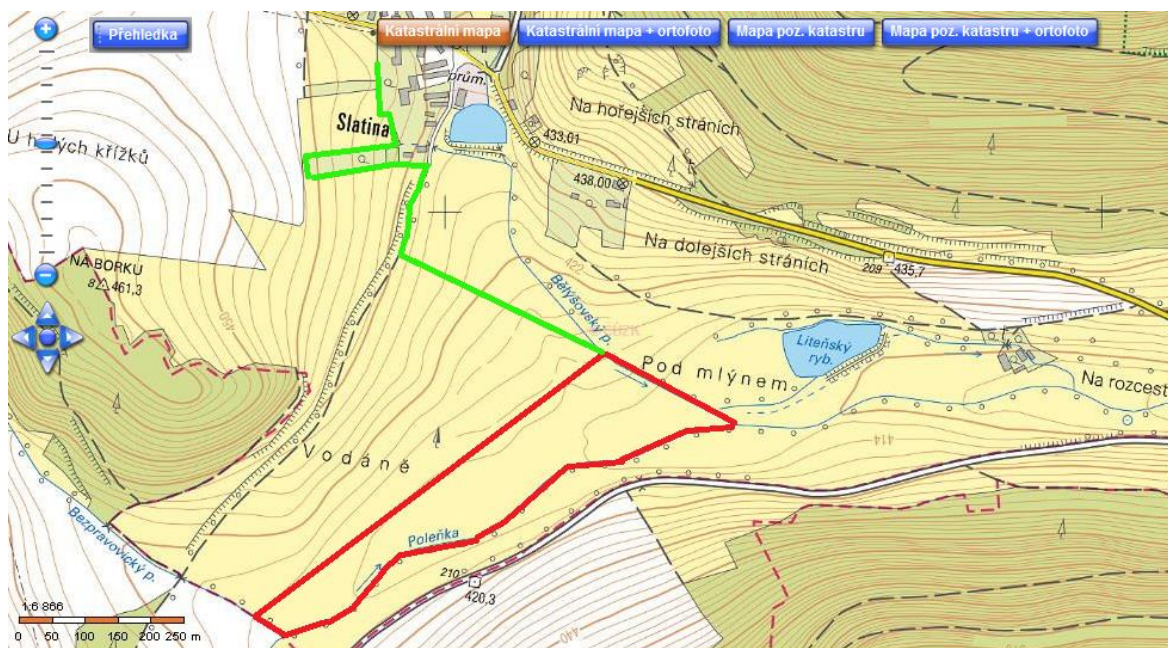
*Obr.č. 1.20 Misková napáječka[13]*

## 2 Energetické potřeby malé odloučené pastviny

V následující kapitole se budu zabývat energetickými potřebami malé odloučené pastviny. Vybraná odloučená pastvina, určená pro návrh solárního systému, bude podrobně popsána. Dále vysvětlím pojem „ekologická farma“ a popíši možné varianty napájení chovaného skotu. Posledním bodem této kapitoly je energie dopadajícího záření.

### 2.1 Odloučená pastvina

Odloučená pastvina určená pro návrh solárního systému se nachází v západočeském kraji u malé vesničky zvané Slatina, která je v blízkosti známé obce Chudenice. Odloučená pastvina je zapsaná v katastrálním úřadu pod několika parcelami. Tyto parcely mají označení 668/2, 672/1, 673, 674/1, 675/1, 676/1, 677/1, 678/1, 679/1, 680/1, 689, 691, 692, 239, 235, 223, 206, 207, 209 a mají jednoho majitele ekologickou farmu mým prarodičů. Následující snímek ukazuje podrobné rozložení odloučené pastviny. [16]



Obr.č. 2.1 Mapa odloučené pastviny [17]

Odloučená pastvina je vzdálena od ekologické farmy 950 m. Červenou barvou je znázorněna rozloha odloučené pastviny a zelenou barvou je znázorněna vzdálenost a skutečné místo, kudy je veden elektrický ohradník. Odloučená pastvina má rozlohu 14,5 ha a obvod 1800 m. V katastrálním úřadu jsou již zmíněné parcely uvedeny pod trvalým travním porostem. Trvalý travní porost je v podstatě rostlinné společenstvo, které se skládá z dominantních trav, bylin a bobovitých rostlin.

Trvalé travní porosty dělíme do třech skupin, dělení je určeno podle určitých podmínek tedy stanovištních podmínek nebo je toto rozdělení ovlivněno činností člověka. Trvalý travní porost je zařazen do určité skupiny podle převažujících podmínek.

### **Rozdělení TTP:**

- Přírozené
- Polopřírozené
- Umělé

Přírozené trvalé travní porosty mají spontánní druhovou skladbu, to znamená, že skladba trav a bylin je určena podmínkami, ve kterých se nachází pastvina nebo louka. Příkladem mohou být alpské louky nebo stepi. Skladba polopřírozených trvalých travních porostů je ovlivněna činností člověka. Těmito činnostmi myslíme např. odvodnění, hnojení nebo spásání. Umělé trvalé travní porosty jsou porosty, které jsou nově založené tedy po předchozí změně stanoviště. Způsoby využívání trvalých travních porostů jsou různé, k nejčastějším patří sečení, spásání nebo jejich kombinace. Pokud je sečení prováděno v optimální době, má příznivý účinek na skladbu a kvalitu porostu. Při sečení se zvyšuje rozvoj vyšších druhů trav, protože je louka sečená po určité době a to má za následek, že nižší druhy trav jsou v důsledku stínění potlačovány, to má vliv na hustotu travního porostu. Při pastvě působí na travní porost řada různých faktorů oproti sečení. Travní porost je spásán v ranější růstové fázi, přibližně 5krát za vegetační období. To má selektivní charakter jak z hlediska výšky travního porostu, tak z hlediska druhů travin. Další vliv spásání na travní porost má intenzivní sešlapávání nebo vliv exkrementů. Jestliže je louka spásána, je zde až od 25% větší počet druhů travin než na louce, která je sečená. Spásání podporuje rozvoj jetele, nízkých výběžkatých travin, podílí

se na odnožování travin a tedy zvýšení hustoty porostu. Nejvhodnější je kombinace sečení a spásání. Trvalé travní poroty jsou významným krajinným a rekreačním prvkem. Travniny chrání půdu před vodní a větrnou erozí, tím tedy chrání různá rostlinná a živočišná společenstva. [19]

### 2.1.1 Ekologická farma

Pan Oldřich Škopek, majitel ekologické farmy, se v zemědělském oboru pohybuje 30 let. Jeho ekologická farma se postupem času rozrostla a s tím i pronajímané a vlastněné parcely a velikost stáda. Celková výměra parcel je 72 ha, protože jsou tyto pozemky rozsáhlé a potřebují potřebné elektrické ohrazení, jde o složitý systém ohradníků. Ekologická farma vlastní 48 kusů masného skotu. Ve stádu převládají tři druhy masného skotu a to tedy Charolais, Limousine a Angus. Stádo se skládá z 22 dospělých krav, býka, jalovic a telat. Podstata ekologického zemědělství spočívá v provozování zemědělství bez chemických prostředků, které mají nepříznivé dopady na životní prostředí, zdraví lidí nebo hospodářských zvířat. Tedy nejsou používány žádná průmyslová hnojiva nebo chemické postřiky na travní porost. Ekologické zemědělství je systém hospodaření, který respektuje přirozený koloběh přírody. Tento ekologický systém zemědělství je systém, který produkuje vysoce kvalitní produkty a je důležitou součástí agrární politiky v České Republice. Ekologické zemědělství neprodukuje jen biopotraviny, ale přispívá k zlepšení podmínek chovaných zvířat, ke zvýšení biodiverzity prostředí nebo ke zlepšení životního prostředí. Ekologické zemědělství se snaží, aby chov masných plemen byl co nejpřirozenější. Skot musí mít volný pobyt mimo stáje, takže masové ustájení je zcela vyloučené. Aby byl pobyt pro skot dostatečný je předepsaná hodnota výměry na jedno zvíře, tedy 1,1 dobytčí jednotky na ha. Skot, chovaný v ekologickém zemědělství, je krměn většinou krmivem z vlastní produkce. Pokud je skot krměn krmivem, které je dokoupeno od jiných dodavatelů, musí být vypěstováno na certifikovaných plochách. V ekologickém zemědělství je vyloučeno používat hormony nebo je zakázána genová manipulace a přenos embryí. Postupy a pravidla pro ekologické zemědělství určuje Ministerstvo zemědělství, které je garantem pro správné dodržování a fungování. Je také garantem pro dodržování národní legislativy i evropské legislativy. Ministerstvo zemědělství administruje národní dotace pro ekologické zemědělství v rámci státní podpory. Touto cestou se snaží aktivně

podporovat marketing, vzdělání a osvěty ekologického zemědělství. Dále administruje program pro rozvoj venkova a vytváří strategické programy a dokumenty pro rozvoj ekologického zemědělství. [17]

Tabulka 2.1 Koeficient pro přepočet na velké dobytčí jednotky [17]

Kategorie	Koeficient
Skot nad 24 měsíců	1,0
Skot 6-24 měsíců	0,6
Skot 1-6 měsíců	0,2
Ovce a kozy nad 12 měsíců	0,15
Koně nad 6 měsíců	1,0
Koně do 6 měsíců	0,4

## 2.2 Zdroj vody

Napájení stáda je jeden z nejdůležitějších bodů úspěšného chovu skotu. Velmi často se stává, že není zaručený dostatečný příjem napájecí vody pro chovaný skot. Voda je biologické médium a je přijímána dvěma způsoby. Prvním způsob je endogenní, tedy voda přijímaná potravinami. Příkladem toho způsobu může být u pastevního skotu pozření travin a vody obsažené v nich. Voda obsažená v travinách, je velmi cenná z hlediska složení. Obsahuje minerální látky a rozpuštěné cenné živiny. Samozřejmě tento způsob přijímání napájecí vody není dostatečný pro chovaný skot, a proto je nutné zajistit druhý způsob přijímání napájecí vody a to tedy povrchovou nebo napájecí vodou. Zdroj napájení může být potok, řeka, meliorační šachta, rybník apod. Pokud je používán přírodní zdroj



vody, je nutné provést laboratorní zkoušku. Průměrná spotřeba napájecí vody je ovlivněna různými faktory: Pohlavím, věkem zvířete, zdravotním stavem, živou hmotností, užitkovostí, faktory chovaného prostředí, složením krmné dávky, reprodukční aktivitou a na kvalitě napájecí vody. U chovaného skotu je průměrná spotřeba napájecí vody za den značně variabilní. Průměrná spotřeba napájecí vody chovaného skotu se pohybuje mezi 80 - 120 litry za den. Spotřeba napájecí vody je opravdu velmi variabilní, příkladem může být spotřeba napájecí vody v letním období. V měsících kdy se teplota pohybuje okolo tropických hodnot, se spotřeba vody zvýší až na 180 l za den. Větší část napájecí vody je vylučována v podobě moči nebo výkalů, zbytek vody je z těla zvířete vylučován v podobě mléka, evaporace a respirace.

Tabulka 2.2 Orientační ukazatele denní spotřeby vody[21]

Druh	Spotřeba
Tele 50 kg ž. hm.	4-7,5 l
Jalovice 360 kg ž. hm.	38-60 l
Dojnice 650 kg ž. hm.	80-190 l

Z obrázku č. 2.1. Mapa odloučené pastviny, je patrné, že se v okolí odloučené pastviny nachází několik přírodních zdrojů. V tomto případě dva potoky - Poleňka a Bělýšovský potok. Bohužel z důvodu meliorace vodního toku v 80 letech 20st., není možné tyto přírodní zdroje použít z hlediska bezpečnosti zvířat. Na následujícím snímku je vyobrazeno jedno z koryt potoku Poleňka. [21]

Ze snímku je patrné, že betonové koryto je pro dobytek příliš strmé a mohlo by dojít k poranění zvířete. Proto tento způsob napájení nevyužijí. Meliorací nebylo změněno jen koryto potoku, ale byl vyřešen problém s vysokou spodní vodou na pastvině.



*Obr.č. 2.2 Potok Poleňka.*

Pod pojmem meliorace si můžeme představit drenáž, která upravuje vodní toky, spodní vodu apod. Některé zemědělské plochy nebo pastviny mohou být nadměrně zavodněné, proto je nutné určitou louku odvodnit. Nadměrné množství vody se může projevit zamokřováním, zabahňováním nebo zaplavováním zemědělské půdy. Tyto faktory vedou ke zhoršenému stavu zemědělské půdy až ke znemožnění jejího užívání. Proto se v určitých oblastech provádějí meliorace, tedy odvodnění půdy. Odvodnění půdy spočívá v odstranění přebytečné povrchové vody nebo odstranění přebytečné vody z půdního profilu. Melioracemi se hladina podzemní vody ustálí v požadované hloubce a vytvoří se podmínky pro požadovanou využitelnost zemědělské půdy. U odloučené pastviny neproběhla jen meliorace vodního toku, ale i meliorace spodních vod pomocí melioračního potrubí a šachet. Systém melioračního potrubí spočívá v kladení drenážního potrubí do určité hloubky na pozemku a následném zasypání propustnými materiály např. štěrku nebo písek. Na mnou zvolené odloučené pastvině jsou tři meliorační šachty, které využiji k napájení chovaného skotu. Na následujícím snímku je vyobrazena meliorační šachta, která je na mnou zvolené odloučené pastvině. [22]



*Obr.č. 2.3 Meliorační šachta*

## **2.3 Energie dopadajícího záření**

Pro návrh solárního systému je nutné znát energii dopadajícího solárního záření a další důležité parametry, tedy je nutné znát teplotu okolí určitý měsíc na mnou zvolenou odloučenou pastvinu. Také je důležité pro výpočet a návrh solárního systému je znát množství dopadajícího solárního záření na plochu. Hodnoty potřebné pro výpočet solárního systému jsem získala z programu PVGIS, jde o program Evropské unie a je dostupný na internetové adrese viz seznam literatury a informačních zdrojů [23]. V následující tabulce jsou potřebné hodnoty, ze získaných hodnot je patrné, že navrhovaný solární systém bude využíván jen sezónně. Tedy od dubna do září, kdy jsou hodnoty solárního záření nejpříznivější.

Tabulka 2.3 Energie dopadajícího záření [23]

Měsíc	Průměrná teplota [t°]	Q <sub>s</sub> [kWh/m <sup>2</sup> ]	I [W/m <sup>2</sup> ]
Leden	-1,0	1,16	129,9
Únor	-0,2	2,04	204,8
Březen	3,8	3,07	296,9
Duben	9,1	4,2	319,2
Květen	13,6	4,86	320,4
Červen	16,7	4,73	308,7
Červenec	18,4	5,17	376,7
Srpen	18,1	4,68	279,3
Září	13,5	3,64	370,6
Říjen	8,9	2,65	240,3
Listopad	3,7	1,2	130,9
Prosinec	0,1	0,81	114,7

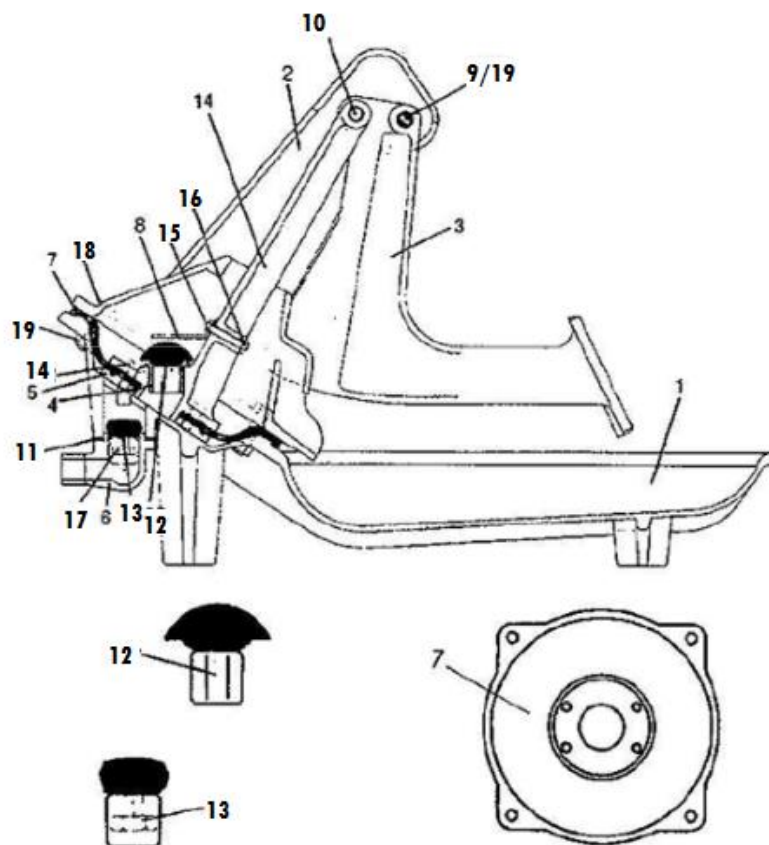
### 3 Návrh pro odloučenou pastvinu

V poslední kapitole mé diplomové práce se budu věnovat návrhu pro odloučenou pastvinu. Návrh je složen z více částí, tyto části jsou napájecí systém, konstrukce ohradníku, ochrana před odcizením, napájecí zdroj. Dále jsem sepsala tři různé návrhy zdroje napájení, pro srovnání popíši napájení silovým kabelem a zhodnotím nejlepší variantu.

#### 3.1 Napájecí systém

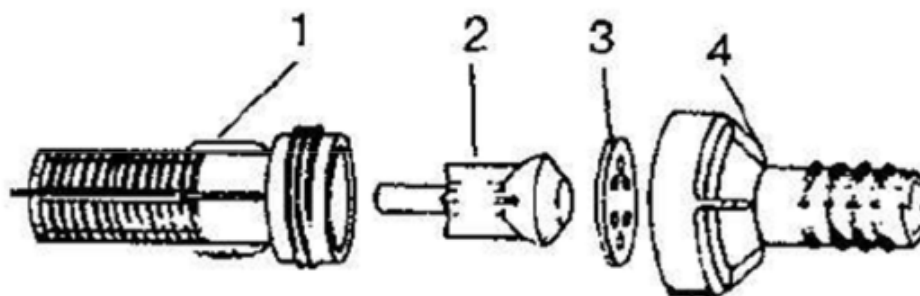
Jak jsem již zmínila v předchozí kapitole, využití přírodních zdrojů pro napájení stáda není možné z hlediska bezpečnosti stáda. Z obr. č. 2.2. je patrné, že potok není pro skot přístupný. V určitých místech je břeh potoka velice strmý a zvíře by se mohlo poranit. K napájení stáda tedy využiji meliorační šachty. Na odloučené pastvině jsou tři meliorační šachty obr. č. 2.3. Vodou z meliorační šachty budu napájet stádo pomocí membránové napájecí pumpy. Membránové napáječky fungují na jednoduchém principu, zvířata si pumpují vodu sami pomocí podtlaku. Chovaný skot se ve většině případů naučí pumpovat napájecí vodu velmi snadno, tyto napájecí membránové pumpy nejsou vhodné pro menší dobytek zejména ovce. Důležité je připevnit membránovou napájecí pumpu na zpevněnou plochu, kde se voda nebude usazovat v napájecím prostoru a nedojde tedy k rozdupání zeminy. Napáječka musí být připevněna na pevnou podložku. V tomto případě využijeme betonový podklad, protože byl beton použit na zpevnění plochy okolo meliorační šachty. Membránová napájecí pumpa je připevněna čtyřmi šrouby. Dále musí být napáječka mírně nakloněna dozadu. Aby miska, kde se hromadí napumpovaná voda, byla pod pákou a zvíře muselo pumpu stlačit. Důležitou součástí membránové napájecí pumpy je spirálová hadice, kterou je vedena voda z meliorační šachty do napáječky. Nelze použít klasickou zahradní hadici, protože při pumpování vzniká v hadici podtlak a hadice by byla deformována. Přívodní hadice musí být zajištěna, aby s ní nemohla zvířata manipulovat a tedy poškodit. Další nezbytná součást membránové napájecí pumpy je sací koš, který je umístěn v meliorační šachtě. Důležité je, aby sací koš byl neustále ponořen a nedošlo k jeho znečištění případnými naplaveninami. Po instalaci a upevnění napájecí

pumpy ručně napumpujeme vodu do misky napáječky. Napáječku je nutné před příchodem mrazů uklidit, protože není vyhřívána a voda by mohla v zařízení zamrznout. Protože navrhuji sezonní návrh, není potřebné tento problém řešit. [13]



Obr.č. 3.1 Řez napájecí membránové pumpy [13]

- |                               |                             |
|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. Miska napáječky            | 10. Hladká osa              |
| 2. Pevná část                 | 11. Gumové těsnění          |
| 3. Pohyblivé rameno           | 12. Horní ventil            |
| 4. Vodící tyč s objímkou      | 13. Spodní ventil           |
| 5. Upevněný disk              | 14. Imbusový šroub M8 X 25  |
| 6. Ukončený vývody            | 15. Imbusový šroub M6 X 35  |
| 7. Membrána                   | 16. Šestihranná matka M6    |
| 8. Zarážka                    | 17. Imbusový šroub M10 X 20 |
| 9. Šroub se závitem a 2 matky | 18. Imbusový šroub M10 X 40 |
|                               | 19. Šestihranná matka M10   |



Obr.č. 3.2 Sací koš [13]

1 Sací koš 1. část

3. Membrána

2 Ventil s kuželkou

4. Sací koš druhá část

Pro návrh jsem zvolila dva typy membránových napájecích pump a to tedy L3 A L4 viz Seznam literatury a informačních zdrojů [13]. Napájecí pumpa typu L3 je spíše vhodná pro dospělý skot, napájecí pumpa typu L4 je vhodná pro telata, proto jsem zvolila jejich kombinaci. Výkon napájecí pumpy typu L3 je 0,6l a maximálně počet napájených zvířat na napáječku je 25ks. Výkon napájecí pumpy L4 je 0,4l a maximální počet napájených zvířat na napáječku je 20 ks. [13]

Tabulka 3.1 Napájecí systém celková cena

Druh napáječky	Cena [Kč]
L3	6 050
L4	6 350
<b>Celková cena</b>	<b>12 400</b>

### 3.2 Konstrukce ohradníku

Elektrický ohradník zabraňuje pohybu zvířat mimo vyhrazený prostor. Fungují na principu uzavřeného obvodu, obvod se skládá z elektrického ohradníku ve spojení se zemí. Elektrické ohradníky jsou využívány několika způsoby. Používají se ve výběžích jako ochrana před útekem zvěře, v zemědělství na pastvinách. Používají se také jako ochrana proti divoké zvěři, nebo jako bezpečnostní ploty. Důležité je při sestrojování elektrického ohradníku ochrana osob. Elektrický ohradník musí být sestaven tak, aby při jeho provozu a údržbě neohrožoval lidský život. Nesmí tedy dojít k úrazu, který bude způsobený elektrickým proudem. Toto opatření neplatí pro osoby, které se zdržují v oblasti elektrického ohradníku neoprávněně a snaží se nějakým způsobem poškodit zařízení. Konstrukce elektrického ohradníku musí být sestrojena tak, aby při běžném provozu byly ochráněny osoby při nechtěném dotyku s ohradníkem. Odloučenou pastvinu z obr. č. 2.1. je nutné ohradit.

Odloučená pastvina je vzdálena od vesnice 950 m. Červenou barvou je znázorněn obvod odloučené pastviny. Zelenou barvou je znázorněna vzdálenost a skutečná trasa kudy je veden elektrický ohradník. Odloučená pastvina má obvod 1800 m a rozlohu 14,5 ha. V katastrálním úřadu je odloučená pastvina uvedena pod několika parcelami a ty jsou zapsány jako trvalý travní porost. Trvalý travní porost je složen z více druhů rostlin, kterými jsou dominantní traviny, byliny a bobovité rostliny. K ohrazení navrhuji pásku širokou 10 mm TopLine Plus 10 mm. Páska je vyrobena z polyetylenových vláken. Do pásky je vpleten nerezový nebo jiný vodivý drátek a slouží k vedení elektrického impulsu. Doporučuji ocelový drátek, který je vylepšen vícevrstvou galvanizací. Protože má téměř 5krát nižší odpor než klasický nerezový drát, je vhodný pro delší vedení elektrického ohradníku. Obvod odloučené pastviny činí 1800 m, polyetylenová páska se prodává po 200 m. [13]





*Obr.č. 3.3 Ukázka použití pásky[13]*

Jelikož volím dvojité ohrazení tedy pásku ve výšce 70 cm a 140 cm, potřebuji 3600 m. Samozřejmě musím připočítat jedno balení pásky navíc pro případné opravy. Výsledných 3800 m odpovídá 19 balení polyetylenové pásky pro elektrické ohradníky TopLine Plus 10 mm. Zvolila jsem žluto oranžové provedení, kvůli dobré viditelnosti i z větší vzdálenosti. [13]



*Obr.č. 3.4 Balení polyetylenové pásky [13]*

Samozřejmě jsou pro konstrukci elektrického hradníku nezbytné podpůrné kůly. Protože se jedná o sezónní návrh, volím plastové tyčky STANDART 140, které jsou využívány k dočasnému oplocení zemědělských ploch nebo k předělení pastvin apod. Plasová tyčka je dlouhá 140 cm, na tyčce je 5 úchytnů pro pásku širokou 10 mm.



*Obr.č. 3.5 Plastová tyčka[13]*

Plastové tyčky se budou rozestavovat ve vzdálenosti 5 m, ke konstrukci je nutné použít 360 kusů. Nedoporučuji instalovat ke vchodům a do rohů elektrického ohradníku z důvodu stability. V našem případě je třeba instalovat 5 dřevěných kůlů o výšce 150 cm, 4 rohové a 1 vchodový. Protože ekologická farma vlastní i 10 ha lesa, jsou tyto kůly zadarmo. Jen je nutné na kůly navrtat izolátory, aby nevznikly zbytečné svody. Na každý kůl je nutné instalovat 2 izolátory, celkem tedy potřebujeme 8 izolátorů.



*Obr.č. 3.6 Izolátor pro elektrické ohradníky[13]*

Zvolila jsem izolátor pro elektrické ohradníky WI 94. Poslední částí konstrukce elektrického ohradníku je rukojeť WZ 600 k bráně, která slouží k otevření nebo zavření ohradníku.



*Obr.č. 3.7 Rukojeť k brance [13]*

Rukojeti jsou používány v místech, kde není nutné vypnout přívod elektrického proudu. Pro pohodlné upevnění rukojeti je nutné instalovat na dřevěný kůl koncový izolátor. V tomto případě potřebujeme 2 koncové izolátory, zvolila jsem koncový izolátor pro elektrické ohradníky WI 604. [13]



*Obr.č. 3.8 Koncový izolátor[13]*

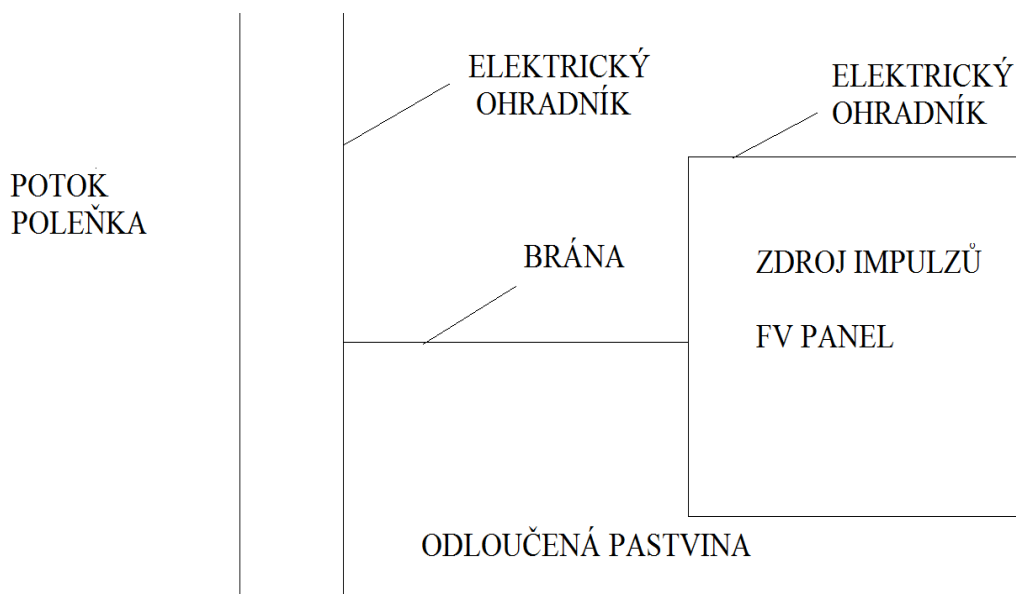
V následující tabulce je zobrazen celkový rozpočet pro konstrukci elektrického ohradníku.

Tabulka 3.2 Konstrukce ohradníku celková cena

Druh	Počet	Cena za kus [Kč]	Cena [Kč]
Páska 10 mm	19	270	5130
Plastová tyčka STANDART 140	360	35	12 600
Izolátor WI 94	8	4,90	40
Izolátor koncový WI 604	2	11	22
Rukojeť WZ 600	2	25	50
<b>Celková cena [Kč]</b>			<b>17 842</b>

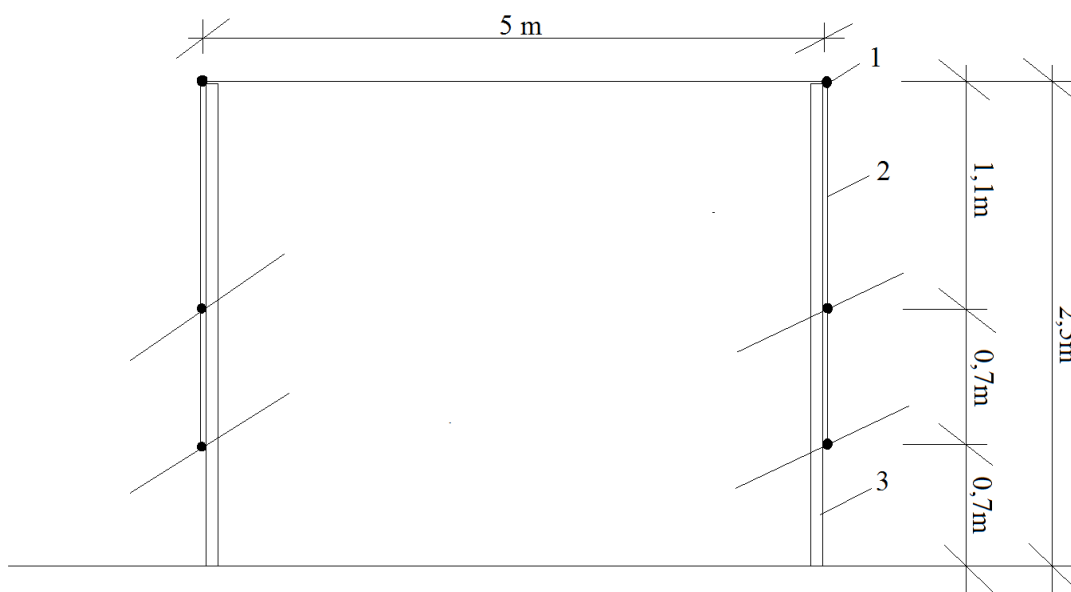
### 3.3 Ochrana před odcizením

Navrhovaný solární systém je finančně nákladný a proto jsem navrhla ochranu před odcizením. Po konzultaci s majitelem ekofarmy, tedy s panem Škopkem, vznikl tento návrh, který má zajistit, aby se k zařízení nedostala nepovolaná osoba.



Obr.č. 3.9 Půdorys

Ochrana proti odcizení je v podstatě ohrazení elektrickým ohradníkem, chráněný zdroj impulzů a fv panel. Umístění této ochrany jsem zvolila na odloučené pastvině u potoku Poleňka. Jak již víme z předchozí kapitoly, je tento zdroj vody nevhodný pro napájení, protože je přístup k vodě špatný. Břeh potoka je příliš strmý. To by případnému zloději mohlo způsobit problémy. Pokud by případný zloděj překonal potok, musel by poté vstoupit na pastvinu. Stádo se chová velice obranářsky a případného vetřelce může i napadnout. Proto bych tuto ochranu umístila co nejbližší melioračním šachtám, kde bude vybudován napájecí systém a chovaný dobytek se bude v těchto místech zdržovat.



Obr.č. 3.10 Brána

Ochranný elektrický ohradník je napojen na stávající elektrický ohradník, který ohrazuje odloučenou pastvinu, viz obr. č. 3.9.. Pokud by byl ohradník napojen klasicky, došlo by k přehrazení pastviny. Proto mezi ohradníkem a ochranou vytvoříme tzv. bránu, dobytek se tedy může volně pást okolo sestrojeného ochranného ohradníku. K sestrojení této brány a ochranného ohradníku je potřeba dvou 2,5m dlouhých dřevěných kůlů viz obr. č. 3.10.. Na každý kůl se připevní 3 izolátory pro elektrické ohradníky WI 94, viz obr. č. 3.8.. Na sestrojení ochranného ohradníku jsou potřeba 4 kůly o výšce 150cm a izolátory pro elektrické ohradníky WI 94. Na každý kůl musí být připevněny 2 izolátory, celkem bude tedy potřeba 12 izolátorů, pro snadný přístup ke zdroji impulsů sestrojíme bránu pomocí dvou koncových izolátorů WI 604 a 2 rukojeti WZ 600. Posledním důležitým prvkem je vodič elektrického ohradníku, zvolíme stejný materiál jako pro ohraničení odloučené pastviny. Pásku vyrobenou z polyetylenových vláken TopLine Plus TopLine Plus 10 mm, postačí jedno balení 200m.

Tabulka 3.3 Napájecí systém celková cena

Druh	Počet	Cena za kus [Kč]	Cena [Kč]
Izolátor WI 94	12	4,90	58,80
Izolátor koncový WI 604	2	11	22
Rukojeť WZ 600	2	25	50
Páska 10 mm TopLine Plus	1	270	270
<b>Celková cena [Kč]</b>			<b>401</b>

### 3.4 Napájecí zdroj

Důležitým prvkem elektrického ohradníku je zdroj impulzů. Pro návrh jsem zvolila kombinovaný zdroj impulzů pro elektrický ohradník MP AN 3100, který může mít zdroj energie ze sítě 230 V nebo bateriově 12 V. V tomto případě bude zdroj napájen baterií, která bude nabíjena fotovoltaickým panelem. Součástí balení zdroje impulzů je, výstražná cedulka, kabel pro připojení 12 V, kabel k uzemnění (1m), propojovací kabel (1m), návod k použití a obecné zásady stavby elektrických ohradníků.



Obr.č. 3.11 Zdroj impulzů pro elektrický ohradník MP AN 3100 [13]

Důležité parametry zvoleného zdroje impulzů můžete vidět v následující tabulce.

Tabulka 3.4 Technické údaje elektrického ohradníku [13]

Typ	MD AN 3100
Spotřeba zdroje	95-350 [W]
Maximální napětí	12 500 [V]
Maximální vybíjecí energie	3,5 [J]
Teoretická délka	95 [km]
Počet zemnicích tyčí	3 [ks]

Zdroj impulzů by měl být, pokud je to možné, zavěšen ve svislé poloze a měl by být chráněn před vlivy počasí. K tomuto účelu je ideální schránka na zdroj, tato schránka má úložný prostor na napájecí baterii a držák na solární panel. Schránka je pozinkovaná takže by nemělo dojít k nechtěné korozi. Vnější rozměry schránky jsou: šířka 37,3cm, výšky 37,3cm, hloubka 33,3cm.



Obr.č. 3.12 Schránka na zdroj[13]

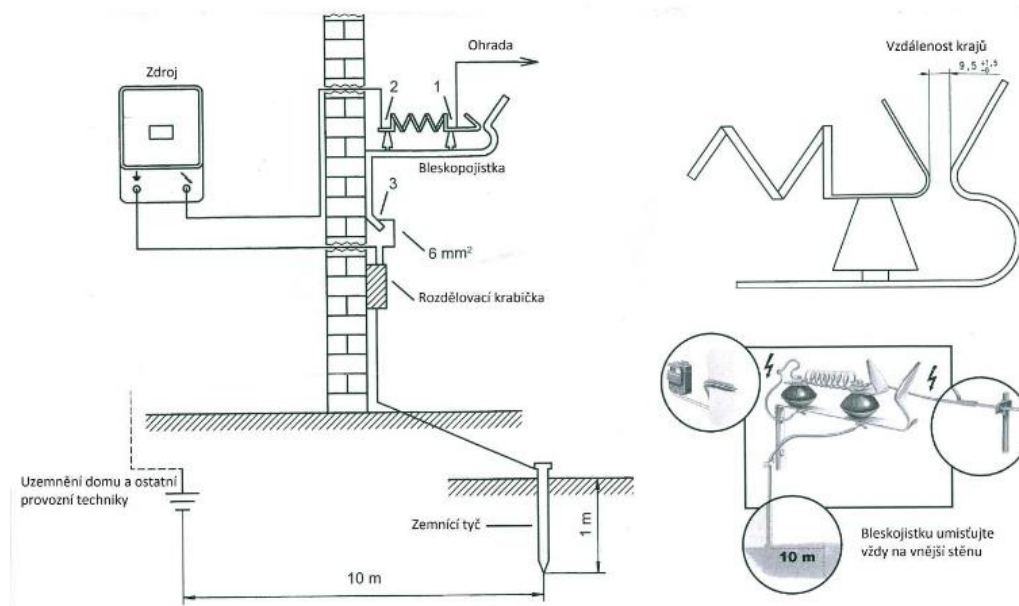


Z technických údajů zdroje impulzů je patrné, že je nutné připojit 3 zemnicí tyče. Zvolená zemnicí tyč je vyráběna v T profilu, délce 1m a je pozinkovaná. Na začátku zemnicí tyče je zabudovaný šroub, který slouží k připojení uzemnění. Uzemnění je napojené přímo ke zdroji elektrického ohradníku. Zvolená zemnicí tyč je zobrazena na následujícím obrázku č. 3.13.



*Obr.č. 3.13 Zemnicí tyč[13]*

Důležitou součástí elektrické ohradníku je bleskojistka. Podle předpisu vydaným svazem německých elektrotechniků VDE, je nařízeno instalovat bleskojistku u každého elektrického ohradníku. Bleskojistka WZ 41 je instalována jako ochrana před ničivými účinky blesku, je montována u síťového zdroje na přívodní kabel.



Obr.č. 3.14 Schéma zapojení bleskojistky [13]

Tabulka 3.5 Napájecí zdroj celková cena

Druh	Počet	Cena za kus [Kč]	Cena [Kč]
Zdroj MP AN 3100	1	4800	4800
Schránka	1	850	12 600
Zemnicí tyč	3	105	315
Bleskojistka WZ 41	1	195	195
<b>Celková cena [Kč]</b>			<b>17 910</b>

### 3.5 Zdroj napájení

V této podkapitole navrhnu varianty napájení pro zdroj impulzů. Následně vyhodnotím, která varianta je nejideálnější. První varianta A je navrhována na doporučení výrobce, pro variantu B jsem zvolila baterii s velkou kapacitou a solární panel s vysokou účinností, pro poslední variantu C jsem zvolila baterii s malou kapacitou a solární panel s malou účinností. Navrhovaný solární systém bude počítán pro sezonní využívání, mezi dubnem a zářím. Protože hodnota dopadajícího solárního záření na plochu je nejnižší v září, budou všechny výpočty pro tento měsíc.

Teplota solárního panelu:

$$t_{SP} = t_o + (k_t * I_{stř}) = 13,5 + (0,035 * 370,6) = 26,47 \text{ [}^\circ\text{C]} \quad \mathbf{3.1}$$

Kde:

$t_o$  – teplota okolí – září [ $^\circ\text{C}$ ]

$k_t$  – koeficient pro volně uložený solární panel  $0,035 \text{ [}^\circ\text{C} \cdot (\text{W} \cdot \text{m}_2)^{-1}]$ .

$I_{stř}$  – střední hodnota intenzity záření [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

Takto vypočítaná hodnota teploty solárního panelu je jen přibližná, ve vzorci je použita průměrná teplota a střední hodnota intenzity solárního záření pro den v určitém měsíci. Přírodní podmínky mohou být proměnlivé např. vítr, prach.

Účinnost solárního panelu:

$$\eta_{SP} = \eta_{STC} * \left( 1 - k_{SP} * (t_{SP} - t_{STC}) + \lambda * \log \frac{I_{stř}}{I_{STC}} \right) [-] \quad \mathbf{3.2}$$

Kde:

$\eta_{STC}$  – účinnost solárního panelu STC, daná výrobcem 14 [-]

$k_{SP}$  – koeficient solárního panelu, změna výkonu a teploty  $0,0045 \text{ [}^\circ\text{C}^{-1}]$

$t_{SP}$  – teplota solárního panelu [ $^\circ\text{C}$ ]

$t_{STC}$  – teplota solárního panelu při STC, 25 [ $^\circ\text{C}$ ]

$\lambda$  – součinitel dopadajícího solárního záření, 0,12

$I_{stř}$  – střední hodnota intenzity záření [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$I_{STC}$  – intenzita solárního záření při STC, 1000 [ $\text{W} \cdot \text{m}^2$ ]

Tabulka 3.6 Účinnost solárních panelů pro určitý měsíc varianta A

Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Účinnost	0,138	0,140	0,138	0,135	0,131	0,129	0,129	0,128	0,131	0,134	0,135	0,137

Výpočet plochy solárního panelu za ideálních podmínek

Zdrojový proud ohradníku:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{95}{12} = 8 \text{ [A]} \quad \mathbf{3.3}$$

Kde:

I – proud [A]

P – příkon [W]

U – napájecí napětí [V]

Doba fungování baterie bez nabíjení:

$$T = \frac{C}{I} = \frac{60}{0,350} = 171 \text{ [hod]} \quad \mathbf{3.4}$$

Kde:

C – kapacita baterie [Ah]

I – odebíraný proud [A]

Doba nabíjení baterie:

$$T = \frac{C}{I} * k = \frac{60}{8} * 1,3 = 9,75 \text{ [hod]} \quad 3.5$$

Kde:

C – kapacita baterie [Ah]

I – proud [A]

k – konstanta 1,3 [-]

Plochu solárního panelu budu počítat pro nejmenší hodnotu dopadajícího solárního záření na plochu. Nejmenší hodnota solárního záření po dobu slunečního svitu je v září tedy 3,64 [kWh/m<sup>2</sup>].

Energie panelu po dobu svitu:

$$Q_A = \eta * Q_S = 0,131 * 3,64 = 477 \left[ \frac{\text{Wh}}{\text{m}^2} \right] \quad 3.6$$

Kde:

$\eta$  – účinnost solárního panelu [-]

$Q_S$  – solární záření [kWh/m<sup>2</sup>]

Plocha solárního panelu:

$$S = \frac{Q_w}{Q_A} = \frac{t * P}{Q_A} = \frac{8 * 95}{477} = 1,59 \text{ [m}^2\text{]} \quad 3.7$$

Kde:

$Q_w$  – energie ohradníku [Wh]

$Q_A$  – energie panelu [Wh/m<sup>2</sup>]

t – denní doba svitu slunce [h]

P – příkon zdroje [W]

Podle výpočtu je potřeba 1,59 m<sup>2</sup> plochy tohoto solárního panelu. K napájení zdroje impulzů budou potřeba tři panely, které zajistí spolehlivý provoz elektrického ohradníku.

Výpočet skutečného výkonu panelu pro září

$$P_S = \eta_{SP} * S * I = 0,131 * 1,59 * 370,6 = 77,19[W] \quad \mathbf{3.8}$$

Kde:

$\eta_{SP}$  – Skutečná účinnost solárního panelu ze vzorce 3.2

S – potřebná plocha solárního panelu ze vzorce 3.7

I – intenzita solárního záření pro měsíc září z tabulky č. 4

Skutečný zdrojový proud ohradníku:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{77,19}{12} = 6,4 [A] \quad \mathbf{3.9}$$

Kde:

I – proud [A]

P – příkon [W]

U – napájecí napětí [V]

Skutečná doba nabíjení baterie:

$$T = \frac{C}{I} * k = \frac{60}{6,4} * 1,3 = 12,2 [\text{hod}] \quad \mathbf{3.10}$$

Kde:

C – kapacita baterie [Ah]

I – proud [A]

k – konstanta 1,3 [-]

### 3.5.1 Varianta A

#### Baterie

Pro variantu A zvolím na doporučení výrobce k napájení zdroje impulzů baterii AGM 12V č. 3351. Jmenovité napětí 12 V, kapacita 60 Ah, hmotnost 18,5 kg. Rozměry délka 24,2 cm, šířka 17,5 cm, výška 19 cm. Tato baterie velmi odolná proti cyklické zátěži, je bezúdržbová a bezpečná.

#### Solární panel

K napájení baterie jsem zvolila na doporučení výrobce solární panel pro elektrický ohradník AKO AN a AD / 12 V, tento panel je ideální pro mnou zvolený zdroj impulzů MP AN 3100. Rozměry šířka 37,5 cm a výška 42 cm, hloubka 2,5 cm, účinnost 14 %, výkon 25 W. Plocha solárního panelu je počítána s nejmenší hodnotou dopadajícího solárního záření na plochu a to tedy v měsíci září z tabulky č. 4. [13]

Tabulka 3.7 Srovnání Varianta A

	Ideální	Skutečný
Výkon panelu [W]	95	77,19
Účinnost panelu [%]	14	13
Čas dobítí baterie [hod]	9,75	12,2

Podle výpočtů baterie vydrží 171 hodin bez dobíjení a je potřeba 1,59 m<sup>2</sup> plochy tohoto solárního panelu. K napájení zdroje impulzů budou potřeba tři panely, které zajistí spolehlivý provoz elektrického ohradníku.

Tabulka 3.8 Cena varianty A

Druh	Počet	Cena za kus [Kč]	Cena [Kč]
Baterie AGM	1	3360	3630
Solární panel	3	5 021	15 063
<b>Celková cena [Kč]</b>			<b>18 693</b>

### 3.5.2 Varianta B

#### Baterie

Pro napájení zdroje impulzů u varianty B volím silnější baterii č. M22511. Jmenovité napětí 12 V, kapacita 225 Ah. Rozměry délka 51,7 cm, šířka 27,3 cm, výška 24 cm. [24]

#### Solární panel

K napájení autobaterie jsem zvolila solární panel s vysokou účinností Victron Energy. Rozměry šířka 54 cm a výška 67 cm, hloubka 2,5 cm, účinnost 15 %, výkon 50 W. Potřebný rozměr panelu určím z výsledku následujících výpočtů. Plocha solárního panelu je počítána s nejmenší hodnotou dopadajícího solárního záření na plochu a to tedy v měsíci září z tabulky č. 4. [25]

Tabulka 3.9 Srovnání Varianta B

Baterie AGM	Ideální	Skutečný
Výkon panelu [W]	95	77,33
Účinnost panelu [%]	15	14
Čas dobítí [hod]	36,5	45,7



Podle výpočtů vydrží baterie fungovat bez dobíjení po dobu 643 hodin a je potřeba 1,48 m<sup>2</sup> plochy tohoto solárního panelu. K napájení autobaterie budou potřeba dva panely, které zajistí spolehlivý provoz elektrického ohradníku.

Tabulka 3.10 Cena varianty B

Druh	Počet	Cena za kus [Kč]	Cena [Kč]
Baterie MAMMUT	1	3790	3790
Solární panel Vistron Energy	2	2 483	4 966
<b>Celková cena [Kč]</b>			<b>8756</b>

### 3.5.3 Varianta C

#### Baterie

K napájení zdroje impulzů pro variantu C zvolím slabší baterii LP GHD14HL-BS. Jmenovité napětí 12 V, kapacita 14 Ah, hmotnost 4 kg. Rozměry délka 14,9 cm, šířka 8,7 cm, výška 14,4 cm. [26]

#### Solární panel

K napájení baterie jsem zvolila solární panel s menší účinností 20W-12. Rozměry šířka 47,2 cm a výška 35 cm, hloubka 1,8 cm, účinnost 13 %, výkon 20 W. Rozměry panelu určím z následujících výpočtů. Plocha solárního panelu je počítána s nejmenší hodnotou dopadajícího solárního záření na plochu a to tedy v měsíci září z tabulky č. 3.11. [27]

Tabulka 3.11 Srovnání Varianta C

Baterie AGM	Ideální	Skutečný
Výkon panelu [W]	95	66,37
Účinnost panelu [%]	13	12
Čas dobítí [hod]	2,3	3,3

Podle výpočtů vydrží baterie dodávat proud do elektrického hradníku bez dobíjení po dobu 40 hodin a je potřeba 1,72 m<sup>2</sup> plochy tohoto solárního panelu. K napájení baterie budou potřeba čtyři panely, které zajistí spolehlivý provoz elektrického ohradníku.

Tabulka 3.12 .Cena varianty C

Druh	Počet	Cena za kus [Kč]	Cena [Kč]
Baterie LP GHD14HL-BS	1	1 962	3790
Solární panel Vistron Energy	4	1 220	8 670
<b>Celková cena [Kč]</b>			<b>12 460</b>

### 3.5.4 Silový kabel

Vzdálenost odloučené pastviny a ekologické farmy je 950m, z obr. č. 22 je značena zelenou barvou trasa kudy by byl kabel veden. Pro srovnání cen jsem nadimenzovala silový kabel, kterým bude veden proud pro zdroj impulzů elektrického ohradníku. Délka kabelu tedy bude 950 m. Nadimenzovala jsem kabel CYKY 3x1,5, protože je vhodný pro pevné uložení v otevřeném prostoru. Lze ho také vést zemí, betonem apod. a proto je vhodný pro tento účel. Tento kabel nešíří plameny a je odolný proti vlivům UV záření

podle normy ČSN EN 50265-2-1 a je určen k rozvodům všech typů napětí 230 V. Další komponenty spojené s vedením kabelu není nutné počítat, protože cena silového kabelu už přesahuje cenu solárního systému. [28]

Tabulka 3.13 Cena silový kabel

Druh	Cena za 1 m	Cena [Kč]
Silový kabel	20,30	19 285

### 3.6 Srovnání

Pro napájení elektrického ohradníku jsem navrhla tři varianty. Pro každou variantu jsem navrhla typ baterie a solární panel. Varianta A byla navržena podle doporučení výrobce, tedy baterie AGM 12V č. 3351, jmenovité napětí 12 V, kapacita 60 Ah, hmotnost 18,5 kg. Solární panel AKO AN a AD / 12 V, tento panel je podle výrobce ideální pro mnou zvolený zdroj impulzů MP AN 3100. Rozměry šířka 37,5 cm a výška 42 cm, hloubka 2,5 cm, účinnost 14 %, 25 W. Pro variantu B jsem zvolila silnější baterii, tedy baterii MAMMUT č. M22511. Jmenovité napětí 12 V, kapacita 225 Ah. Rozměry délka 51,7 cm, šířka 27,3 cm, výška 24 cm. Solární panel Victron Energy. Rozměry šířka 54 cm a výška 67 cm, hloubka 2,5 cm, účinnost 15 %, 50 W. Pro variantu C jsem zvolila slabší baterii LP GHD14HL-BS. Jmenovité napětí 12 V, kapacita 14 Ah, hmotnost 4 kg. Rozměry délka 14,9 cm, šířka 8,7 cm, výška 14,4 cm. Solární panel 20W-12. Rozměry šířka 47,2 cm a výška 35 cm, hloubka 1,8 cm, účinnost 13 %, 20 W.

Tabulka 3.14 Porovnání variant

Varianty	Celková cena [Kč]
Varianta A	18 693
Varianta B	8 756
Varianta C	12 460

Z provedených výpočtů baterie AGM 12V u varianty A dodává proud do elektrického hradníku bez nabíjení 171 hodin, doba dobití baterie za ideálních podmínek bude trvat 9,75 hodin. U varianty B dodává baterie MAMMUT č. M22511 proud do elektrického ohradníku po dobu 643 hodin bez dobíjení, doba nabíjení baterie trvat za ideálních podmínek 36,5 hodin. Varianta C baterie LP GHD14HL-BS vydrží dodávat proud do elektrického ohradníku po dobu 40 hodin, doba nabíjení baterie trvat za ideálních podmínek 2,275 hodiny.

Tabulka 3.15 Celková cena

Druh	Cena [Kč]
Napájecí systém	12 400
Konstrukce ohradníku	17 842
Ochrana před odcizením	401
Napájecí zdroj	17 960
Varianta B	8 756
<b>Celková cena [Kč]</b>	<b>57 359</b>

Po porovnání variant jsem zvolila variantu B, tedy silnější č. M22511 a solární panel Victron Energy. Podle provedených výpočtů dokáže baterie MAMMUT dodávat proud do elektrického ohradníku po dobu 643 hodin bez dobíjení. Solární panel Victron Energy, má z výše uvedených variant největší účinnost a podle výpočtů je potřeba 1,48 m<sup>2</sup>, tedy nejméně z uvedených variant. Celková cena návrhu solárního systému pro odloučenou pastvinu a napájecího systému činí 57 359 Kč.

## Závěr

Na závěr této diplomové práce mohu konstatovat, že se zadaných cílů podařilo dosáhnout. Údaje, ze kterých jsem při zpracování práce vycházela, jsem vždy řádně ověřila, abych se vyvarovala aplikace zkreslených nebo zcela nereálných informací. Navržený solární systém pro odloučenou pastvinu je podrobně popsán a zcela jistě bude v praxi funkčním. Jako nejvýhodnější řešení jsem vybrala variantu B, a to jak z hlediska finančních nákladů, tak i vysoké kapacity baterie a účinnosti solárního panelu, zaručujících nepřetržitý provoz ohradníku za všech podmínek, navíc poskytujících určitou výkonovou rezervu. Součástí návrhu je i ochrana použitých technických zařízení před odcizením, kdy bylo na základě konzultací s ohledně chovu skotu zkušeným majitelem ekofarmy využito ochrannářského chování stáda. Další součástí návrhu je i konkrétní technické řešení ohraničení pozemku odloučené pastviny. Ohledně napájecího systému pro stádo skotu jsem zvolila membránové napájecí pumpy, které nepotřebují dodávku elektrické energie a současně jsem jako zdroj vody využila meliorační šachty, které se na pozemcích odloučené pastviny nachází. Za hlavní pozitivní výstup celé této práce považuji zjištění, že využití solární energie k pokrytí spotřeby elektrické energie odloučené pastviny je nejen technicky možné, ale zároveň vychází ohledně pořizovacích nákladů levněji, než konzervativní řešení v podobě přívodu elektrické energie pomocí kabelu 230V, nemluvě o nákladech provozních.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] BROŽ, Karel a Bořivoj ŠOUREK. Alternativní zdroje energie. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, 213 s. ISBN 80-010-2802-X.
- [2] KARAMANOLIS, Stratis. Sluneční energie: východisko z ekologicko-energetické krize. Praha: Sdružení MAC, 1996, 238 s. ISBN 80-860-1502-5.
- [3] Sluneční záření [online]. [cit.2015-12-20]. Dostupné z: <http://www.transformacni-technologie.cz/slunecni-zareni-jako-zdroj-energie.html>
- [4] Výhody a nevýhody [online]. [cit. 2015-12-25]. Dostupné z: <http://zdravy-domov.doktorka.cz/vyhody-a-nevyhody-solarni-energie/>
- [5] MURTINGER, Karel a Jan TRUXA. Solární energie pro váš dům. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2010. Stavíme. ISBN 9788025132418.
- [6] HASELHUHN, Ralf. Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2011. ISBN 978-80-86167-33-6.
- [7] Odborné časopisy [online]. [cit. 2015-12-20]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/elektricke-ohradniky--10934>
- [8] Technické normy [online]. 2005 [cit. 2015-12-26]. Dostupné z: [http://www.technicke-normy-csn.cz/361045-csn-en-60335-2-76-ed-2\\_4\\_73875.html](http://www.technicke-normy-csn.cz/361045-csn-en-60335-2-76-ed-2_4_73875.html)
- [9] Ohradníky [online]. [cit. 2016-01-05]. Dostupné z: <http://www.ohradniky.cz/>
- [10] Elektrické ohradníky [online]. [cit. 2016-01-08]. Dostupné z: <http://www.elektricke-ohradniky.net/>
- [11] Solární panel [online]. [cit. 2016-02-10]. Dostupné z: [http://moodle.hradebni.cz/pluginfile.php/20976/mod\\_resource/content/0/Obrazky/elektron\\_en\\_cz.png](http://moodle.hradebni.cz/pluginfile.php/20976/mod_resource/content/0/Obrazky/elektron_en_cz.png)
- [12] Jak na elektrický ohradník [online]. [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.equichannel.cz/jak-na-elektricky-ohradnik>
- [13] Kamír [online]. [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://www.kamir.cz/napajecky-pro-skot-ovce-a-kone>
- [14] TESLÍK, Václav. Chov masných plemen skotu. Praha: Apros, 1995. ISBN 80-901-1005-3.
- [15] Fotovoltaika [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>
- [16] Státní správa zeměměřictví a katastru [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.cuzk.cz/>

- [17] Dobyččí jednotka [online]. [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: [http://zeraagency.eu/dokumenty/007005/iv\\_1\\_humpal\\_natura\\_fa.doc](http://zeraagency.eu/dokumenty/007005/iv_1_humpal_natura_fa.doc)
- [18] Přednášky SOES
- [19] Plodiny [online]. [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/ttp.htm>
- [20] Měření parametrů solárních článků [online]. [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: [http://departments.fsv.cvut.cz/k102/sites/default/files/k102/vyuka/predmety/soubory/Navod\\_FP\\_5.pdf](http://departments.fsv.cvut.cz/k102/sites/default/files/k102/vyuka/predmety/soubory/Navod_FP_5.pdf)
- [21] Napájení skotu [online]. [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://www.zootechnika.cz/clanky/chov-skotu/ustajeni-skotu/napajeni-skotu---dojnic.html>
- [22] Meliorace [online]. [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/teorie-voda-kanalizace/13276-problemy-s-vysokou-spodni-vodou-a-doporucena-melioracni-opatreni>
- [23] PVGIS [online]. [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
- [24] Autobaterie [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://www.otos.cz/autobaterie/mammut-12v-225ah/>
- [25] Solární panel [online]. [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://eshop.neosolar.cz/solarni-panel-victron-energy-50wp-12v>
- [26] Motobaterie [online]. [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://eshop.mototrade.cz/baterie-2/motobaterie-lp-ghd14hl-bs>
- [27] Solární panel [online]. [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.solfoton.eu/products/solarni-monokrystalicky-panel-20w-12v-/>
- [28] Silový kabel [online]. [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <https://www.zabezpecovaci-zarizeni.cz/kabely-a-konektory/trizilovy-silovy-kabel-%5BP30.71%5D>
- [29] Ostrovní systémy [online]. [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: <http://www.enerfinplus.cz/ostrovni-systemy.html>

## Seznam obrázků

<i>Obr.č. 1.1 Průchod solárního záření atmosférou [18]</i> .....	12
<i>Obr.č. 1.2 Princip solárního článku [11]</i> .....	17
<i>Obr.č. 1.3 VA solárního článku [20]</i> .....	19
<i>Obr.č. 1.4 V-A charakteristika s rostoucí teplotou [20]</i> .....	21
<i>Obr.č. 1.5 V-A charakteristika s rostoucí intenzitou solárního záření [20]</i> .....	21
<i>Obr.č. 1.6. Názorná ukázka monokrystalického a polykrystalického článku [15]</i> .....	23
<i>Obr.č. 1.7 Přímý ostrovní systém [29]</i> .....	27
<i>Obr.č. 1.8 Podrobné schéma zapojení ohradníku [12]</i> .....	29
<i>Obr.č. 1.9 Elektrický ohradník kombinovaný [13]</i> .....	30
<i>Obr.č. 1.10 Zemní tyč, malá, pozinkovaná [13]</i> .....	32
<i>Obr.č. 1.11 Bleskojistka [13]</i> .....	33
<i>Obr.č. 1.12 Vypínač elektrického hradníku, otočný [13]</i> .....	34
<i>Obr.č. 1.13 Polyetylenová páska, 40 mm [13]</i> .....	35
<i>Obr.č. 1.14 Spojka na pásku [13]</i> .....	37
<i>Obr.č. 1.15 Izolátor [13]</i> .....	37
<i>Obr.č. 1.16 Držák branky pro elektrické ohradníky [13]</i> .....	38
<i>Obr.č. 1.17 Míčová napáječka jednoduchá [13]</i> .....	41
<i>Obr.č. 1.18 Napájecí žlab s ventilem[13]</i> .....	42
<i>Obr.č. 1.19 Membránová napáječka [13]</i> .....	43
<i>Obr.č. 1.20 Misková napáječka[13]</i> .....	44
<i>Obr.č. 2.1 Mapa odloučené pastviny [17]</i> .....	45
<i>Obr.č. 2.2 Potok Poleňka.</i> .....	50
<i>Obr.č. 2.3 Meliorační šachta</i> .....	51
<i>Obr.č. 3.1 Řez napájecí membránové pumpy [13]</i> .....	54
<i>Obr.č. 3.2 Sací koš [13]</i> .....	55
<i>Obr.č. 3.3 Ukázka použití pásky[13]</i> .....	57
<i>Obr.č. 3.4 Balení polyetylenové pásky [13]</i> .....	57
<i>Obr.č. 3.5 Plastová tyčka[13]</i> .....	58
<i>Obr.č. 3.6 Izolátor pro elektrické ohradníky[13]</i> .....	58
<i>Obr.č. 3.7 Rukojeť k brance [13]</i> .....	59
<i>Obr.č. 3.8 Koncový izolátor[13]</i> .....	59
<i>Obr.č. 3.9 Půdorys</i> .....	61
<i>Obr.č. 3.10 Brána</i> .....	62
<i>Obr.č. 3.11 Zdroj impulzů pro elektrický ohradník MP AN 3100 [13]</i> .....	63
<i>Obr.č. 3.12 Schránka na zdroj[13]</i> .....	64
<i>Obr.č. 3.13 Zemní tyč[13]</i> .....	65
<i>Obr.č. 3.14 Schéma zapojení bleskojistky [13]</i> .....	66



## Seznam tabulek

<i>Tabulka 1.1 Srovnání dopadajícího Sluneční záření [5] .....</i>	<i>14</i>
<i>Tabulka 2.1 Koeficient pro přepočítání na velké dobytčí jednotky [17] .....</i>	<i>48</i>
<i>Tabulka 2.2 Orientační ukazatele denní spotřeby vody[21] .....</i>	<i>49</i>
<i>Tabulka 2.3 Energie dopadajícího záření [23]“ .....</i>	<i>52</i>
<i>Tabulka 3.1 Napájecí systém celková cena .....</i>	<i>55</i>
<i>Tabulka 3.2 Konstrukce ohradníku celková cena .....</i>	<i>60</i>
<i>Tabulka 3.3 Napájecí systém celková cena .....</i>	<i>63</i>
<i>Tabulka 3.4 Technické údaje elektrického ohradníku [13] .....</i>	<i>64</i>
<i>Tabulka 3.5 Napájecí zdroj celková cena.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabulka 3.6 Účinnost solárních panelů pro určitý měsíc varianta A .....</i>	<i>68</i>
<i>Tabulka 3.7 Srovnání Varianta A .....</i>	<i>71</i>
<i>Tabulka 3.8 Cena varianty A.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabulka 3.9 Srovnání Varianta B .....</i>	<i>72</i>
<i>Tabulka 3.10 Cena varianty B .....</i>	<i>73</i>
<i>Tabulka 3.11 Srovnání Varianta C .....</i>	<i>74</i>
<i>Tabulka 3.12 .Cena varianty C .....</i>	<i>74</i>
<i>Tabulka 3.13 Cena silový kabel.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabulka 3.14 Porovnání variant .....</i>	<i>75</i>
<i>Tabulka 3.15 Celková cena .....</i>	<i>76</i>