



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH VZDÁLENÉHO ŘÍZENÍ MALÉ VODNÍ ELEKTRÁRNY

SMALL HYDROPOWER PLANT REMOTE CONTROL PROJECT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. LUDĚK ŠARMAN

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. VIKTOR ONDRÁK, Ph.D.

BRNO 2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Šarman Luděk, Bc.

Informační management (6209T015)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh vzdáleného řízení malé vodní elektrárny

v anglickém jazyce:

Small Hydropower Plant Remote Control Project

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Analýza současného stavu

Teoretická východiska řešení

Návrh řešení

Zhodnocení a závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

BASTIAN, P. Praktická elektrotechnika. 2., dopl. vyd. [s.l.] : Europa Sobotáles, 2006. 303 s. ISBN 80-86706-15-X.

DONAHUE, G. A. Kompletní průvodce síťového experta . 1. vydání . [s.l.] : CPress, 2009. 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.

HOLATA, M. Malé vodní elektrárny. [s.l.] : Academia, 2002. 272 s. ISBN 80-200-0828-4.

SOSINSKY, B. Mistrovství – počítačové sítě : Vše, co potřebujete vědět o správě sítě. 4. vydání. [s.l.] : Cpress, 2010. 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.

ZANDL, P. Bezdrátové sítě WiFi: praktický průvodce. Vyd.1. Brno : Cpress, 2003. 190 s. ISBN 80-7226-632-2.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Viktor Ondrák, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012.

L.S.

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkan fakulty

V Brně, dne 24.05.2012

Abstrakt

Práce je zaměřena na návrh zefektivnění údržby a řízení malé vodní elektrárny. Návrh je přizpůsoben konkrétní situaci a obsahuje výběr způsobu řízení, vhodné technologie, návrh infrastruktury sítě a popis konfigurace aktivních prvků s vhodným návrhem způsobu financování. Výsledkem práce je kompletní návod pro instalaci a užívání vzdáleného řízení elektrárny.

Abstract

The thesis focuses on a proposal of making maintenance and control of a small hydro-electric power station more effective. It is adjusted to the concrete situation and contains a selection of management, suitable technology, design of network infrastructure and description of an active element configuration with an appropriate proposition of financing. Then the final directions for installation and usage of a remote control system of the power station are presented as the result of this thesis.

Klíčová slova

MVE, vzdálené řízení, elektrická energie, obnovitelné zdroje energie

Keywords

MVE, remote kontrol, electric energy, renewable energy sources

Bibliografická citace mé práce:

ŠARMAN, L. *Návrh vzdáleného řízení malé vodní elektrárny*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 84 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Viktor Ondrák, Ph.D..

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.
Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským)

V Brně dne 24.května 2012

.....

Podpis

Děkuji panu Ing. Viktoru Ondrákovi, Ph.D. za odborné rady a trpělivost při vedení mé diplomové práce.

Obsah

ÚVOD.....	9
1 VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE.....	10
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	11
2.1 PROFIL A HISTORIE PROVOZOVATELE.....	11
2.2 SOUČASNÝ STAV ČÁSTÍ VODNÍHO DÍLA.....	11
2.2.1 JEZ.....	11
2.2.2 NÁHON.....	12
2.2.3 STAVIDLA.....	12
2.2.4 LAPAČE.....	12
2.2.5 ČESLE.....	13
2.3 TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ MVE.....	14
2.3.1 ŘÍDÍCÍ ROZVADĚČ.....	14
2.3.2 HLADINOVÉ ČIDLO.....	15
2.3.3 HYDRAULICKÉ OVLÁDÁNÍ KLAPEK.....	15
2.3.4 KAŠNA A TURBÍNA.....	16
2.4 ÚDRŽBA MVE.....	16
2.4.1 JEZ.....	16
2.4.2 VODNÍ NÁHON A ČESLE.....	17
2.4.3 ROZVODNÉ A ŘÍDÍCÍ ZAŘÍZENÍ ELEKTRÁRNY.....	17
2.4.4 STAVIDLA.....	17
2.4.5 ŘEMENY A LOŽISKA.....	18
2.5 ANALÝZA VÝNOSŮ A NÁKLADŮ.....	18
2.5.1 VÝNOSY.....	18
2.5.2 NÁKLADY.....	18
2.6 MOŽNOSTI DATOVÉHO PŘIPOJENÍ V OBLASTI.....	20
2.7 SITUACE V ČR.....	20
2.7.1 ZKUŠENOSTI MAJITELŮ MVE.....	23
2.8 VARIANTY VZDÁLENÉHO ŘÍZENÍ.....	24
2.8.1 ŘÍZENÍ BEZ ZÁVISLOSTI NA ŘÍDÍCÍM MÍSTĚ.....	24
2.8.2 ŘÍZENÍ S URČENÍM ŘÍDÍCÍHO MÍSTA V OKOLÍ ELEKTRÁRNY.....	24
2.9 ANALÝZA MAJITELE, SPRÁVCE A JEJICH POŽADAVKŮ.....	25
2.9.1 MAJITEL.....	25
2.9.2 SPRÁVCE.....	26
2.9.3 POŽADAVKY.....	26
2.10 ZHODNOCENÍ ANALÝZY.....	26
2.10.1 VÝSLEDKY ANALÝZY.....	28
3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	29
3.1 VODNÍ DÍLO OBECNĚ.....	29
3.2 VODNÍ DÍLO DLE TLAKU.....	31
3.3 ČÁSTI VODNÍHO DÍLA.....	32
3.4 KRYTÍ NÁKLADŮ.....	41
3.4.1 ÚVĚR.....	41
3.4.2 LEASING.....	41
3.5 ZOBRAZOVACÍ, OVLÁDACÍ TECHNIKA.....	42
3.5.1 AD4ETH PŘEVODNÍK.....	42
3.5.2 I/O MODUL, ŘADA QUIDO.....	42
3.5.3 SOFTWARE WIX.....	43
4 NÁVRH ŘEŠENÍ.....	45
4.1 VOLBA ŘÍZENÍ.....	45
4.2 VÝBĚR DATOVÉHO PŘIPOJENÍ.....	45
4.2.1 KONFIGURACE PŘIPOJENÍ.....	46
4.3 OBRAZOVÝ DOHLED NAD KRITICKÝMI MÍSTY.....	47
4.3.1 KAMERA JEMNÉ ČESLE A STAVIDLO 4.....	48

4.3.2	KAMERA JEZ A STAVIDLO 1	49
4.3.3	ZÁZNAM	50
4.4	SLEDOVÁNÍ VÝKONU A HLADINY	52
4.5	ŘÍZENÍ STAVIDEL A ČISTIČE ČESEL	54
4.5.1	STAVIDLO 4 A ČESLE	55
4.5.2	STAVIDLO 1 A JEZ	60
4.6	MĚŘENÍ TEPLoty	61
4.7	NÁVRH PROPOJENÍ ELEKTRÁRNY A JEZU	62
4.8	NÁVRH DATOVÉ SÍTĚ	63
4.8.1	KONFIGURACE ROUTERU	67
4.9	SPOLEČNÉ OVLÁDÁNÍ INSTALOVANÝCH ZAŘÍZENÍ	69
4.10	ČASOVÝ PLÁN INSTALACE	70
4.10.1	FÁZE PLÁNOVÁNÍ	70
4.10.2	FÁZE PŘÍPRAVY	70
4.10.3	FÁZE REALIZACE	71
4.11	SHRNUTÍ	72
4.11.1	PRÁCE	72
4.11.2	REKAPITULACE NÁKLADŮ	73
4.11.3	ZPŮSOB FINANCOVÁNÍ A BILANCE	74
4.12	ZHODNOCENÍ NÁVRHU	75
4.12.1	PŘÍNOSY NÁVRHU	75
4.12.2	MOŽNÉ KOMPLIKACE	76
	ZÁVĚR	77
	POUŽITÁ LITERATURA.....	78
	SEZNAM ZKRATEK	81
	SEZNAM OBRÁZKŮ	82
	SEZNAM GRAFŮ	83
	SEZNAM TABULEK.....	84

Úvod

Elektrická energie je nezbytnou součástí každodenního života, bez ní si lze život špatně představit. Při neplánovaném výpadku nám absence elektrické energie dokáže pěkně zkomplikovat pracovní či jinou činnost.

Elektrická energie je vyráběna elektrárnami. Existuje několik druhů elektráren - uhelné, jaderné, solární, vodní elektrárny, větrné. K výrobě elektřiny přispívají i malé vodní elektrárny, které jsou vlastněny soukromníky. Vyrobenou energii prodávají obvykle do distribuční sítě nebo jim slouží k vlastní spotřebě.

Provozovatelé malých vodních elektráren často spoléhají na velkou loajalitu pracovníků údržby, kteří obvykle bydlí v blízkosti elektrárny. Mnoho správců odmítá modernizaci, automatizaci a vzdálené řízení elektráren z důvodů nekontrolovatelnosti nad výkonem jejich práce. Tyto skutečnosti obvykle omezují potřebný přísun informací o provozu vodního díla směrem k provozovatelům.

1 Vymezení problému a cíle práce

Cílem práce je navrhnout systém vzdáleného řízení malé vodní elektrárny, který usnadní majiteli ovládání a dohled nad elektrárnou, aniž by musel fyzicky navštívit dané místo. Návrh bude zohledněn z technické a ekonomické stránky.

Předpokládaným výsledkem bude návrh zefektivnění údržby elektrárny a s tím související úspora nákladů na její údržbu. Mělo by dojít ke snížení počtu nutných návštěv a zrychlení informovanosti o stavu vodního díla.

2 Analýza současného stavu

2.1 Profil a historie provozovatele

Analyzovaný subjekt je osoba se živnostenským oprávněním, která vlastní objekt MVE v Olomouckém kraji. Majitel provozuje vodní dílo na základě živnostenského oprávnění a licence pro podnikání v energetice. Osoba bydlí a je v zaměstnaneckém poměru na území Moravskoslezského kraje. Vzdálenost mezi bydlištěm majitele a provozovanou elektrárnou je 50 kilometrů.

Zkušenosti v oblasti vodní energetiky a jejího provozu má majitel již od devadesátých let. Několik let provozoval MVE, kterou měl v nájmu. Následně obor opustil, protože mu nebyla prodloužena nájemní smlouva. Po patnáctileté přestávce se začal zajímat o odkoupení dříve pronajímané elektrárny od původního majitele. V roce 2005 došlo k jejímu odkoupení a zahájení postupných oprav nepoužívané elektrárny. Řadu let nepoužívané technické vybavení, nebylo schopné opětovného uvedení do provozu. V roce 2007 po dokončení opravných prací byla MVE vybavena repasovanou technikou, která již umožňovala zahájení provozu. Provoz byl zahájen v březnu 2008.

Osoba vlastní malou budovu elektrárny a přilehlé pozemky včetně většiny náhonu a odpadního kanálu. Budova se skládá z kašny, strojovny a řídicí místnosti. Elektrárna patří do kategorie domácích (do 35kW) a vodní dílo je derivační. MVE je osazena Francisovou horizontální turbínou. Instalovaný výkon je 25kW. Provozovatel vyrobenou energii dodává do distribuční sítě společnosti ČEZ a na základě příslušného živnostenského oprávnění vystavuje jedenkrát za měsíc fakturu za tuto činnost.

2.2 Současný stav částí vodního díla

2.2.1 Jez

Vodní dílo je derivační, jez je situován na úrovni prvního stavidla a jedná se o jez šikmý betonový s prohloubeným vývařišťem. Ovládání stavidla na jezu pro regulaci průtoku vody do náhonu a následně do elektrárny lze provádět pouze ručně pomocí trapézového závitu na stavidle. Jez je vzdálen přibližně 400 metrů od samotné vodní elektrárny.

2.2.2 Náhon

Jeho počátek je připojen k jezu a je dlouhý 400m. Jeho první část směrem od původního vodního koryta je přírodní koryto vedoucí lesem, druhá část je náhon betonový. Pro přechod náhonu jsou na několika místech vybudovány malé mostky. Konec náhonu je napojen na kašnu MVE.

2.2.3 Stavidla

Vodní dílo je osazeno čtyřmi stavidly, kterými je možné řídit průtok vody náhonem. První stavidlo se nachází na začátku náhonu, dělí náhon a původní řečiště. Slouží k regulaci odebraného množství vody z původního koryta.

Druhé stavidlo se nachází o 10 metrů dále, umožňuje okamžité vypouštění vody z náhonu pro případ vzniku krizové situace.

Asi třicet metrů před kašnou se nachází třetí stavidlo s přepadem, které umožňuje odstavit od vody těsnou část trasy před vodní elektrárnou. Na stejném místě se nachází i lapač nečistot.

Poslední čtvrté stavidlo je umístěno těsně před kašnou, umožňuje těsné odklonění vody do odpadního kanálu.

Všechny stavidla lze řídit pouze manuálně pomocí zdvihacího mechanismu. Pro řízení stavidel je pochopitelně nutné jejich fyzická návštěva.

Všechny stavidla a jejich umístění byla navržena v 60.letech, kdy se vodní dílo budovalo. Jejich rozmístění a četnost byla přizpůsobena tehdejšímu poměru, kdy veškeré části elektrárny byly ovládány ručně. Aby bylo možné rychlé vypouštění vody z náhonu, zejména v kritických situacích, bylo navrženo a postaveno několik stavidel. Toto řešení přináší výhody i v dnešní době, kdy je možné okamžité odklonění vody, které by nebylo možné při pouhém zavření prvního stavidla u jezu. Doba odezvy na zavření stavidla u jezu se počítá v řádech minut.

2.2.4 Lapače

Vodní dílo je vybaveno dvěma lapači nečistot. Jeden se nachází vedle třetího stavidla, je hluboký dvacet centimetrů a jeho úkolem je zachycovat drobné nečistoty, jako jsou

kamínky a písek. V lapači nejsou bohužel zachyceny všechny nečistoty, dokazuje to výskyt nečistot ve velkém lapači.

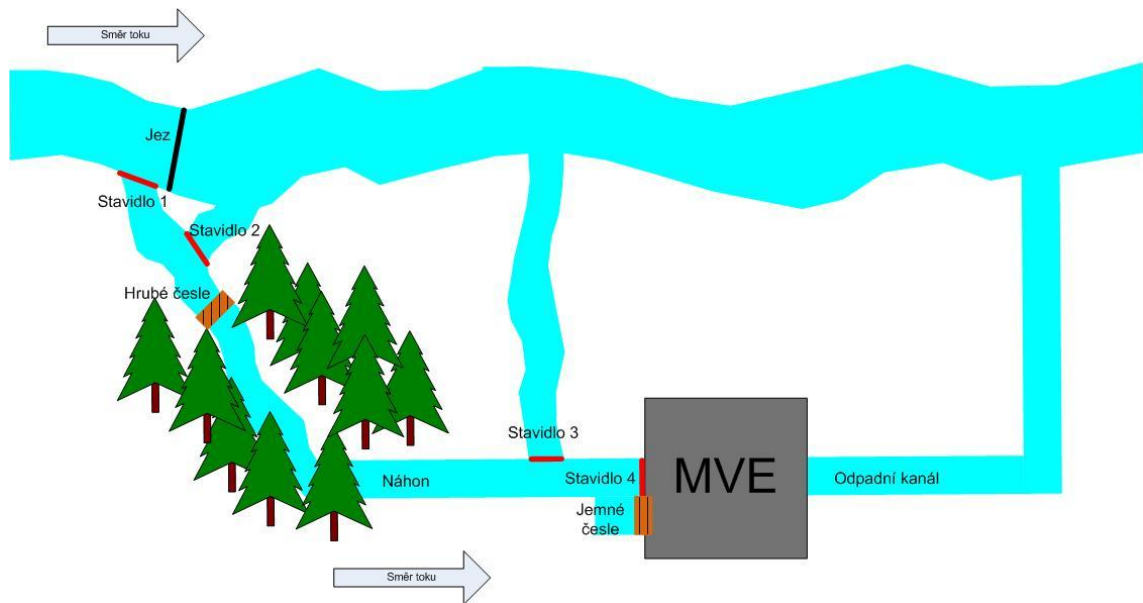
Velký lapač se nachází těsně před vstupem do kašny, sbírá veškeré větší nečistoty, které se dostaly až k česlím. Součástí lapače je stavidlo, které je posledním v celém umělém vodním toku.

2.2.5 Česle

Do náhonu jsou nainstalované dvojce česle, které mají za úkol zachytit větší nečistoty, než výše zmiňované lapače. Tyto nečistoty jsou převážně lehčí váhy. Zatímco lapač nečistot zachycuje těžší předměty, které se obvykle pohybují na dně, česle si dokážou poradit s listy a větvičkami, které se pohybují obvykle na hladině.

První česle jsou instalované v polovině trasy mezi vodní elektrárnou a původním řečištěm. Jsou hrubé, šířka průlin je 100mm, zachycují hlavně velké větve, které se lámou při špatných povětrnostních podmínkách z okolních stromů v lese.

Druhé česle jsou instalované před vstupem do kašny. Šířka průlin je 20mm a zabraňují ucpání turbíny drobnými nečistotami a to zejména v obdobích, kdy elektrárna jede na minimální výkon. Lopatky turbíny jsou otevřené jen zčásti, je tedy větší riziko ucpání nečistotami, hlavně listím. Na česlích je nainstalován čistící systém, který je připojen třífázovým motorem a jeho spouštění probíhá ručně.



Obrázek 1: Současný stav MVE (Zdroj: vlastní zpracování)

2.3 Technologické vybavení MVE

2.3.1 Řídící rozvaděč

Je umístěn ve strojovně budovy, je kompletně osazen a byl dodán v roce 2007. Jeho vnější rozměry jsou 205x65x40cm (výška, šířka, hloubka). Rozvaděč je propojen s ostatními součástmi elektrárny, jako je hydraulické ovládání lopatek turbíny, generátor vyrábějící elektrickou energii a hladinové čidlo. Zařízení bylo instalováno na míru a bylo dodáno místní firmou, která se okrajově zabývá instalací systémů řízení pro malé vodní elektrárny. Rozvaděč je osazen čtyřmi tlačítky pro ovládání.

Přehled funkcí rozvaděče:

- **Otevření klapek na turbíně** – Stiskem tlačítka 3 dojde o jeden krok na stupnici od jedné do desíti k otevření klapek, aby se zvýšil objem vody, která protéká turbínou.
- **Zavření klapek na turbíně** - Stiskem tlačítka 4 dojde o jeden krok na stupnici od jedné do desíti k zavření klapek, aby se snížil objem vody, která protéká turbínou.
- **Zapnutí provozu** – Tlačítko 1 spustí systém do automatického režimu

- **Vypnutí provozu** - Stiskem tlačítka 2 dojde k vypnutí systému
- **Automatická regulace výkonu** – Hladinový snímač sleduje výšku hladiny v kašně. Systém se snaží udržet konstantní výšku hladiny. V případě zvyšující se hladiny systém otevře klapky turbíny tak, aby zvýšil průtok a udržel konstantní výšku. V opačném případě, kdy hladina klesá, systém pomalu uzavírá klapky. Výkon je snižován uzavíráním klapek a zvyšován jejich otevíráním. Vše je závislé na průtoku vody. Ovládání průtoku turbínou lze přepnout i do ručního režimu.
- **Automatické odstavení systému** – V případě, kdy není dostatek vody na provoz elektrárny, systém odstaví provoz automaticky. Provoz se obnoví po nějaké době, až hladina v místě stoupne a čidlo tuto změnu zaznamená. V tu chvíli se systém opět spustí až do doby, než je vody opět tak málo, že bude nutné provoz znovu odstavit.

2.3.2 Hladinové čidlo

Je přímo připojeno do rozvaděče. Čidlo reálně měří hydrostatický tlak. Základní výška hladinového čidla určuje tzv. „nulovou hladinu“, kterou se následně snaží zařízení udržovat. V případě poklesu hladiny například o 2 centimetry zařízení přivře klapky turbíny tak, aby protékající objem vody byl menší a hladina se opět dorovнала do nulového stavu. V opačné situaci, kdy začnou hodnoty nabývat kladných čísel, systém klapky otevře, aby byl umožněn větší průtok a zároveň větší výkon. Celý proces se opakuje až do doby, než čidlo signalizuje hladinu 0. Velikost jednotlivých skoků uzavření nebo otevření nelze nikde nastavit. Je nastavena zhotovující firmou a nelze ji změnit bez pozvání dodavatele. Stává se tak často případ, kdy se opakovaně o jeden skok otevírají a zavírají klapky. A to proto, že ideální míra otevření je někde mezi dvěma nastavovanými stavy.

2.3.3 Hydraulické ovládání klapek

Ovládání klapek na turbíně je možné díky hydraulickému systému, který je zapojený mezi turbínou a rozvaděčem. Hydraulický systém dostane signál z rozvaděče, podle kterého buď přivře, nebo otevře klapky turbíny.

2.3.4 Kašna a turbína

Kašna je betonová a na dně má dvě servisní výpusti. Při servisních prohlídkách a čištění turbíny se výpusti, které jsou napojeny na řetěz vedoucí do suchých míst, vytáhnou a voda z kašny odteče do odpadového kanálu zpět do původního řečiště. Nutností je otevření některého ze stavidel, aby nedošlo k opětovnému zatopení kašny při servisních úkonech.

Francisova horizontální turbína je uložena na dně kašny. Hřidel je napojena do strojovny, kam přenáší energii z vodního díla do generátoru, který vyrábí elektrickou energii. Generátor je propojen opět s rozvaděčem elektrickým kabelem, který vyrobenou energii distribuuje do sítě ČEZ.

2.4 Údržba MVE

Elektrárnu udržuje správce zaměstnaný majitelem. Níže popsané činnosti patří mezi hlavní úkony, bez kterých se provoz elektrárny neobejde. Veškerá údržba se provádí manuálně podle předem stanoveného časového plánu. Jednotlivé úkony údržby nejsou časově vždy dodrženy. Délka jednotlivých úkonů závisí na aktuální složitosti situace, například míry znečištění česel. Proces odstranění nečistot může trvat několik minut, v některých extrémních případech se protáhne na hodiny.

2.4.1 Jez

Z jezu se odčerpává voda do vodního náhonu. Objem odčerpávané vody limituje zachování sanačního průtoku a kapacita náhonu. Sanační průtok je důležité dodržovat, aby nedošlo k narušení života v řece. Pro majitele elektrárny je samozřejmě nejvýnosnější čerpat z řeky co nejvyšší možný objem vody.

Kontrola výšky stavidla, které určuje objem vody vpuštěné do náhonu je provedena fyzicky správcem elektrárny 1x denně v 8 hodin ráno. Správce má na jezu zakreslenou rysku, podle které se řídí při ruční regulaci stavidla.

Jez je vzdálen od bydliště správce přibližně dva kilometry, na místo chodí zásadně pěšky, povaha přístupové cesty neumožňuje jízdu na kole ani motorovým vozidlem.

2.4.2 Vodní náhon a česle

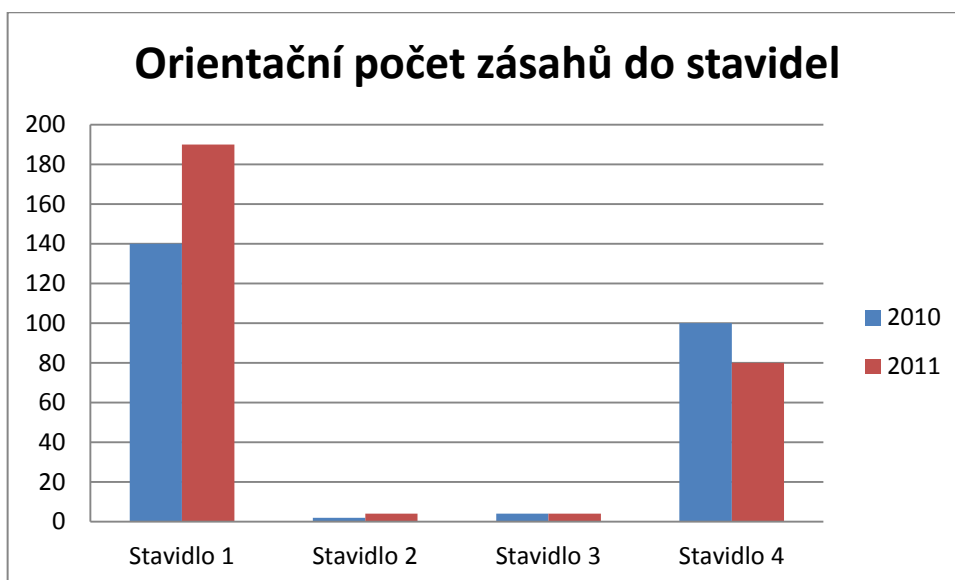
Správce chodí každý den v 8 hodin ráno čistit jemné česle, hrubé česle čistí jedenkrát týdně, v pondělí. Proces čištění hrubých česlí vyžaduje kovové hrábě, voděodolné rukavice a gumáky. Čištění obvykle netrvá déle než půl hodiny. Jemné česle se čistí pomocí vypínače, který uvede v chod motor, na němž je napojeno čistící zařízení.

2.4.3 Rozvodné a řídicí zařízení elektrárny

Samotné řídicí zařízení je bezúdržbové, vyjma poruch není nutná pravidelná údržba rozvaděče s ovládací technikou. O poruchách nebo odstavení elektrárny informuje displej umístěný na rozvaděči, změni podsvícení na červenou barvu a vypíše druh poruchy.

2.4.4 Stavidla

Jsou bezúdržbová, správce jim při pochůzce věnuje pouze krátkou vizuální kontrolu. Reguluje hlavně stavidlo u jezu a poslední stavidlo u elektrárny při údržbě kašny. Ostatní stavidla většinou zůstávají netknutá. Následující graf zobrazuje na základě správcových informací orientační počet zásahů do jednotlivých stavidel v letech 2010 a 2011. Zásah je činnost, jejímž výsledkem je změna polohy stavidla.



Graf 1: Orientační počet zásahů do stavidel (Zdroj: vlastní zpracování)

Z grafu je jednoznačné, že stavidla 2 a 3 jsou téměř nepoužívaná. Největší pozornost se věnuje stavidlům 1 a 4.

2.4.5 Řemeny a ložiska

Přenos energie z turbíny ke generátoru je proveden pomocí řemenů, u kterých je nutné vizuálně kontrolovat jejich napnutí a případné praskliny. Správce dle harmonogramu řemeny impregnuje, aby se zvýšila jejich životnost.

Tabulka 1: Harmonogram údržby MVE (Zdroj: vlastní zpracování)

	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle
Česle hrubé	X						
Česle jemné	X	X	X	X	X	X	X
Jez	X	X	X	X	X	X	X
Řemeny	X			X			
Rozvaděč	X	X	X	X	X	X	X

2.5 Analýza výnosů a nákladů

2.5.1 Výnosy

Jediným zdrojem příjmů MVE jsou tržby za prodej elektřiny do distribuční sítě společnosti ČEZ. Výše výnosu se odvíjí od množství prodané elektřiny, které je přímo závislé na množství vyrobené elektřiny vodním dílem. Výroba elektrické energie je v této situaci také závislá a to na objemu „zpracované“ vody za určité období.

Od roku 2008 byla stanovena sazba odběratelem elektrické energie na 2,4Kč za kilowatthodinu. Sazba se od roku 2008 do závěru roku 2011 nezměnila, veškeré výnosy za zmíněné období jsou závislé jen na množství prodané energie, nikoliv na změnách výkupní sazby v uplynulých obdobích.

2.5.2 Náklady

Náhon není vybudován celou svou plochou na pozemcích, které vlastní výhradně majitel elektrárny. Určitá část, přibližně se jedná o jednu třetinu, byla vybudována a leží

na pozemku jiného subjektu. Celkový nájem za užívání těchto pozemků představuje symbolickou částku 2.400Kč ročně.

Údržbář, který se několik hodin týdně stará o chod elektrárny a všech jejích částí, dostává od roku 2008 mzdu, která se váže na počet odpracovaných hodin. Za každou odpracovanou hodinu dostává obvykle 80Kč hrubého, Zaměstnanec bývá nepravidelně odměněn nad rámec hodinové sazby za mimořádné úkoly. Nejvíce času údržbář stráví cestováním k elektrárně a jejím částem. Samotná údržba není časově náročná, avšak při řešení problému jsou nutné časté přesuny mezi jednotlivými objekty.

Majitel několikrát ročně provádí kontrolní návštěvy vodní elektrárny, aby se seznámil s aktuálním stavem a problémy s provozem nebo pomohl správci s údržbou. Každá z návštěv stojí 400Kč, to jsou náklady na cestu.

Skutečnost, že mzda zaměstnance v některých z měsíců byla nižší, než je minimální mzda, vysvětluje fakt, že zaměstnanec pracuje na základě dohody o pracovní činnosti, která se běžně označuje jako částečný pracovní úvazek. Údržbář neuplatňoval slevu na děti, není v invalidním důchodu a nestuduje.

Tabulka 2: Průměrné náklady a výnosy v období 2008-2011 (Zdroj: vlastní zpracování)

	Mzdy[Kč]	Najem[Kč]	Návštěvy [Kč]	Opravy[Kč]	Prodej[Kč]	Zisk[Kč]
Leden	900	200	800	0	0	-1.900
Únor	1.440	200	1.200	1.000	3.456	-384
Březen	5.760	200	0	0	13.824	7.864
Duben	8.784	200	800	0	21.082	11.298
Květen	11.160	200	1.600	0	22.464	9.504
Červen	10.224	200	800	0	24.538	13.314
Červenec	9.936	200	0	0	23.846	13.710
Srpen	9.522	200	0	0	21.773	12.051
Září	5.220	200	2.000	0	10.368	2.948
Říjen	10.908	200	2.400	0	19.699	6.191
Listopad	9.360	200	800	0	13.824	3.464
Prosinec	1.728	200	0	0	4.147	2.219
Celkem	84.942	2.400	10.400	1.000	179.021	80.279

Tabulka vyjadřuje průměrné náklady a výnosy v letech 2008-2011, výsledky jsou zaokrouhleny. Mzdy jsou započítány včetně plateb sociálního a zdravotního pojištění i daně z příjmu. Nájem 2.400Kč ročně je rozpočítán na jednotlivé měsíce a návštěvy majitele jsou odvozeny od jejich počtu. Majitel jezdil na kontrolu elektrárny nepravidelně. V únoru roku 2010 došlo k poškození hladinového čidla v důsledku velkých mrazů, proto bylo zakoupeno za 1.000Kč čidlo nové.

2.6 Možnosti datového připojení v oblasti

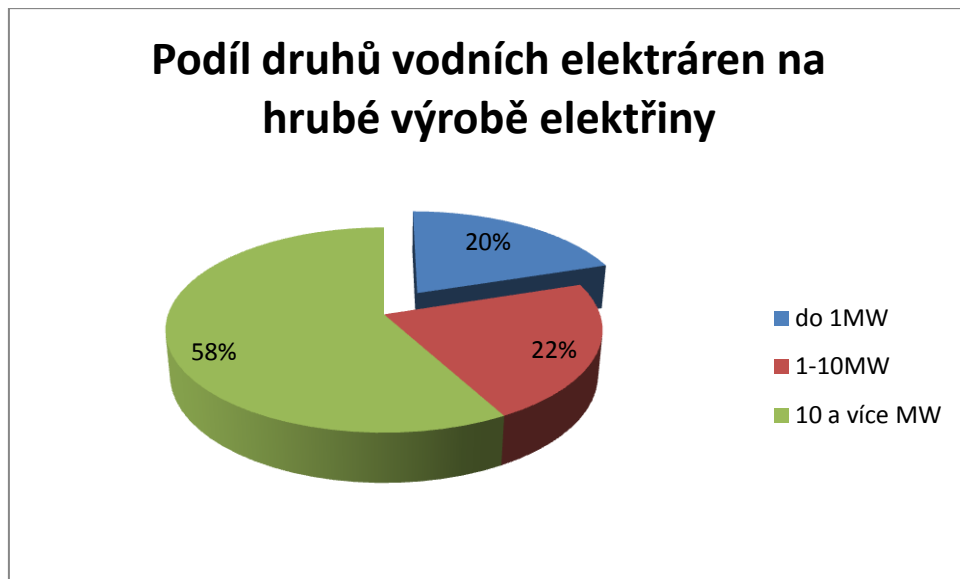
V oblasti nabízí připojení k internetu dvě společnosti. Každá z nich nabízí rozdílné služby. Nadnárodní operátor O2 je schopný v lokalitě nabídnout připojení o rychlosti 8/0,5Mbps(download/upload) za 500Kč měsíčně. Lokální bezdrátový poskytovatel je schopen nabídnout připojení o rychlosti 4/2Mbps(Download/Upload) za cenu 300Kč měsíčně. V obou případech neuplatňují firmy žádné FUP a neomezuji přenesená data.

Nadnárodní operátor O2 není schopen nabídnout rychlost směrem od zákazníka (upload) alespoň 2Mbps. Technicky aDSL připojení bohužel nezvládá větší přenosové rychlosti, než 0,5Mbps ve směru od zákazníka. Novější verze VDSL sice zvládá až 2Mbps, ale tato maximální rychlost s délkou datové trasy od ústředny k zákazníkovi rapidně klesá. V místě VDSL připojení není dostupné.

2.7 Situace v ČR

Podle posledních statistik Ministerstva průmyslu a obchodu hrubá výroba elektřiny ve vodních elektrárnách byla za rok 2010 2789 GWh. Meziroční nárůst byl 15%, na růstu se velkou mírou podílely velké vodní elektrárny, u malých vodních elektráren lze hovořit spíše o mírném poklesu. (19)

K 1. 1. 2011 bylo evidováno 1397 držitelů licencí pro provoz malých vodních elektráren s instalovaným výkonem do 1MW. Připomínám, že kategorie MVE jsou elektrárny s instalovaným výkonem do 10MW včetně. (19)

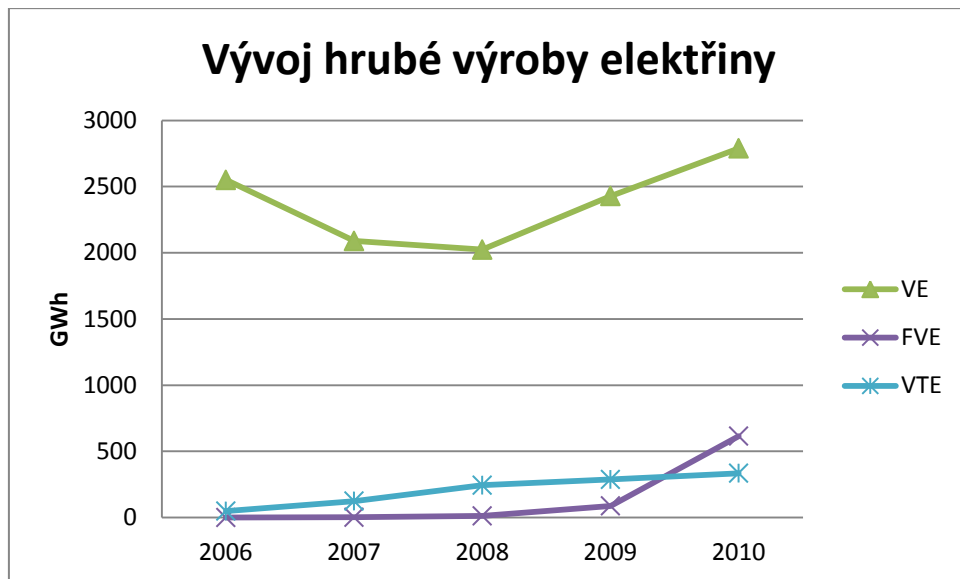


Graf 2: Podíl druhů vodních elektráren na hrubé výrobě elektřiny (19)

Graf znázorňuje množství vyrobené elektrické energie podle rozdělení do jednotlivých kategorií na základě instalovaného výkonu. Největší podíl náleží zároveň i nejvyšší kategorii a to i přesto, že těchto elektráren není tak velké množství. Vzhledem k velikosti instalovaného výkonu, která předčila počet malých elektráren, získávají vodní elektrárny nad 10MW většinu. (19)

Analyzovaná malá vodní elektrárna patří do nejméně zastoupené kategorie s instalovaným výkonem do 1MW. Elektráren v této kategorii je sice největší množství, avšak tento počet nedokáže nahradit obrovské instalované výkony ve vodních elektrárnách vyšších kategorií. (19)

Pro získání určitého přehledu o situaci a trendu výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie jsem připravil graf vývoje trendu v období 2006-2010, který zobrazuje množství vyrobené hrubé energie z vodních elektráren. Pro pochopení důležitosti a velikosti vodní energie jsem přidal hodnoty z větrných elektráren (VTE) a fotovoltaických elektráren (FTE). (19)



Graf 3: Vývoj hrubé výroby elektřiny (19)

Z grafu je zřejmé, že ze třech porovnávaných druhů elektráren se největším poměrem podílí výroba vodních elektráren, u kterých je v období 2008-2010 zaznamenán rostoucí trend, který může být zapříčiněn například vyššími srážkami v daných letech. Jednoznačný vliv na tento trend má zvýšení celkového instalovaného výkonu, který v roce 2008 činil 1030MW a v roce 2010 1049,6MW. Od roku 2006 došlo každý rok až do roku 2010 k meziročnímu nárůstu, který v tomto období dělá celkově 32,6MW. Tato informace může znamenat modernizaci stávajících vodních elektráren, která zefektivnila proces výroby elektrické energie. Výstavba nových nebo rekonstrukce starých nepoužívaných vodních elektráren může být další z faktorů, které ovlivnily rostoucí trend hrubé výroby elektrické energie.(19)

V analyzovaném období zaznamenávají mírný růst větrné elektrárny, který je způsoben převážně novou výstavbou těchto obnovitelných zdrojů energie.(19)

Ve výstavbě fotovoltaických elektráren našlo svůj podnikatelský záměr mnoho místních i zahraničních investorů, kteří využili zajímavé podmínky státních dotací na tento druh výroby elektrické energie. Tuto situaci velmi dobře zachycuje graf, ve kterém je zřejmý nárůst v letech 2008 a 2009. (19)

2.7.1 Zkušenosti majitelů MVE

Kontaktoval jsem několik majitelů MVE s dotazy, které se vztahovaly k jejich zkušenostem s provozováním vodních elektráren.

- Jakým způsobem lze zvýšit množství vyrobené elektrické energie?
- Jak zabránit častému ucpávání jemných česel?
- Jakým zařízením vzdáleně monitorujete aktuální výkon Vaší elektrárny?

Nejčastější doporučení, které zvýší množství vyrobené energie, je automatická nebo vzdálená regulace stavidla u jezu. Všem dotázaným se po instalaci automatické regulace zvýšilo množství vyrobené elektrické energie až o 30%. Toto řešení jim přineslo v dalších obdobích vyšší výnosy a krátkou návratnost investice do regulačního zařízení. V době vydatných dešťů zařízení okamžitě po zvýšení hladiny zvedá stavidlo, které k vodní elektrárně propustí větší množství vody.

K zabránění ucpání jemných česel doporučují nepoužívat česle s větší šířkou průlin než 10mm. Tyto česle by měly být strojně čištěny několikrát denně v závislosti na ročním období a povětrnostních podmínkách. Objevil se i názor, že nejjistější čištění česlí je ruční, jelikož u strojního se může stát, že z důvodů zaklínění velkých nečistot dojde k jejich zaseknutí.

Dvě třetiny dotázaných nemonitoruje vzdáleně aktuální výkon elektrárny žádným způsobem, sledování provádí osobně v místě. Zbytek používá ke čtení hodnot kamerový systém se vzdáleným přístupem prostřednictvím internetové sítě. Kamera snímá čelo rozvaděče nebo zařízení, které na svém displeji zobrazuje aktuální výkon. Přístup ke kameře je realizován pomocí počítače nebo mobilního telefonu s datovým připojením. Jeden provozovatel měl dokonce zpočátku velké problémy s nastavením kamery, jelikož údaje na displeji rozvaděče svítily tak jasně, že nebyly přes kamerový systém čitelné.

2.8 Varianty vzdáleného řízení

2.8.1 Řízení bez závislosti na řídicím místě

Ovládání tímto způsobem může být prováděno z libovolné lokality. Řízené a řídicí místo je nutné propojit jakýmkoliv komunikačním zařízením, které umožňuje tento způsob řízení. Pro splnění podmínky nezávislosti na řídicím místě lze vybírat pouze ze způsobů připojení, které jsou celoplošně dostupné. Mezi dostupné připojení v této kategorii patří:

- **Ovládání prostřednictvím internetové připojení** – Internetové připojení umožňuje spojení vodní elektrárny s celým světem. Všude, kde je dostupné internetové připojení, je umožněno vzdálené řízení. Výjimkou jsou místa, kde z bezpečnostních důvodů provozovatelé internetových sítí blokují některé porty. Řešení by bylo možné prostřednictvím virtuální privátní sítě, přes kterou by došlo k propojení řídicího a řízeného místa.
- **Ovládání prostřednictvím mobilního telefonu** – Mobilní telefony jsou schopny komunikovat po celé ČR i v zahraničí v závislosti na pokrytí signálem a možnostmi operátora (roaming). Z telefonu lze uskutečnit hovor, kterým je možné například aktivovat různé funkce řízení, SMS zpráva dokáže dle textu blíže specifikovat požadovaný úkon. V posledních letech se rozmohlo internetové připojení, které nabízí mobilní operátoři. Mobilním telefonem lze ovládat i vodní elektrárnu řízenou prostřednictvím internetového připojení.

2.8.2 Řízení s určením řídicího místa v okolí elektrárny

Zvolením řídicího místa v okolí vodního díla zjednoduší situaci, veškeré řídicí systémy se nainstalují na určené místo a propojí se s částmi elektrárny vhodným datovým vedením. Pro představu navrhuji několik míst, ze kterých lze elektrárnu ovládat:

- **Řídicí místnost v prostorách elektrárny** – Správce dochází každý den na pracoviště, kde může vzdáleně ovládat jednotlivé části elektrárny. Pojem vzdálené ovládání je zde v řádech několika desítek metrů.

- **Vzdálená řídicí místnost v domácnosti správce elektrárny** – Připojení domácnosti k elektrárně umožní její ovládání. Spojení lze navázat jakoukoliv bezdrátovou technologií v bezlicenčních pásmech 2,4GHz, 5GHz. Pojem vzdálené ovládání je v tomto případě chápán jako ovládání v řádech stovek metrů.

2.9 Analýza majitele, správce a jejich požadavků

Studování úrovně majitelových a správcových zkušeností s výpočetní technikou je důležitou prerekvizitou návrhové části vzdáleného řízení elektrárny, jelikož návrh musí být přizpůsoben schopnostem osob, které budou elektrárnu řídit.

2.9.1 Majitel

Je v předdůchodovém věku a má vysokoškolské vzdělání technického směru. V posledních letech absolvovat několik kurzů pro zlepšení počítačové gramotnosti, s počítačem pracuje denně v zaměstnání a používá jej i v domácnosti. Vlastní mobilní telefon s operačním systémem Android, jeho používání zvládá na standardní uživatelské úrovni.

Má praktické zkušenosti s operačními systémy Windows řady 98, 2000, XP, Vista, 7. Aktuálně na obou svých počítačích využívá nejnovější verzi z uvedených, tedy Windows 7. Největší podíl v užívání internetového prohlížeče má Mozilla Firefox, na druhém místě je Internet Explorer. V obou programech se uživatel dobře orientuje, občas využívá i některé klávesové zkratky. Znalost kancelářského balíku MS Office je spíše průměrná.

Zkušenosti s elektronikou jsou pouze na uživatelské úrovni, kdy majitel zvládá obsluhu dle přiloženého návodu.

Znalost hardware je spíše na teoretické úrovni, na praktické úkony související s hardwarem si majitel objednává odbornou firmu, která realizuje jeho požadavky.

2.9.2 Správce

Je vyučen bez maturity v oboru truhlářství, dlouhodobě není v oboru zaměstnaný. Jeho jediným zdrojem příjmu je pracovní činnost při údržbě elektrárny a příspěvky z rozpočtu státních organizací pro podporu sociálně slabých. Disponuje také mobilním telefonem, který není vybaven operačním systémem a neumožňuje připojení k internetu. Jeho zkušenosti v používání mobilního telefonu jsou na uživatelské úrovni.

Jeho domácnost je vybavena stolním počítačem s připojením k internetu o rychlosti 4/1Mbps (download/upload).

2.9.3 Požadavky

Údržba elektrárny je poměrně náročná záležitost jak fyzicky, tak časově. Majitel elektrárny chce navrhnout opatření, zlepšení, které povede k minimalizaci vynaložených nákladů na provoz a ke zvýšení kontroly z jeho strany nad celou situací. S ohledem na finanční možnosti, které má díky výrobě elektřiny k dispozici, je ochotný obětovat měsíčně 10.000Kč po dobu maximálně 4 let.

2.10 Zhodnocení analýzy

Pro představu uvádím dvě typické situace, které souvisí s ruční údržbou a ovládáním vodní elektrárny.

Praktická situace 1

Správce se dostaví v 8 hodin ráno k údržbě jezu. Vzhledem k vysoké hladině, která byla způsobena vydatným nočním deštěm, otevře stavidlo 1. Touto činností zajistí vyšší průtok vody do elektrárny. Výroba elektrické energie bude vyšší, než před otevřením stavidla.

V průběhu dne dojde ke poklesu hladiny pod minimální úroveň. Elektrárna bude pravděpodobně vyrábět pořád vyšší množství energie, avšak v původním řečišti nezůstane žádná voda. Tato situace ohrožuje život v řece, jelikož není dodržen stanovený sanační průtok.

Provozovatel ohrožuje život v původním řečišti a vystavuje svou osobu možnosti vysoké pokuty.

Praktická situace 2

Druhá možná situace je opačná, než první uvedená. Správce v 8 hodin ráno při pravidelné údržbě přivře stavidlo 1, protože ve vodním toku není dostatek vody. Výroba elektrické energie bude tímto krokem snížena, může být dokonce zastavena.

V průběhu dne začne pršet, srážky způsobí růst hladiny ve vodním toku. Správce se dostaví k údržbě stavidla až následující den v 8 hodin ráno a stavidlo 1 otevře.

Při této situaci dochází k nevyužití potenciálu vodního díla, majitel přichází o zisk.

Popis slabých stránek

Hrubé česle zachytí hlavně větší větve, proto většinou nedochází k jejich úplnému ucpání. Svou funkci plní vcelku dobře. Často dochází k ucpávání turbíny jemnými lístky, které padají z lesního porostu hlavně na podzim. Jemné česle před elektrárnou jsou i přes svůj název příliš hrubé. Na podzim je vyžadována mnohem častější údržba, než jednou denně.

Rozvaděč o svém stavu informuje pouze na displeji, v případě poruchy se o tom správce dozví až v době, kdy sám provoz navštíví. Aby měl jistotu, že je elektrárna v chodu, musí při každé údržbě částí elektrárny navštívit i samotnou strojovnu a přesvědčit se o aktuálním stavu.

Problematika stavidel je závažnější, v případě odstavení elektrárny dochází k přeplnění kašny a přetékání vody přes náhon, což z dlouhodobého hlediska způsobuje podmáčení budovy a narušuje tím její celistvost.

Není přehled o teplotě ložisek, mohlo by dojít k jejich přehřátí a poškození dalších součástí elektrárny, v krajním případě k požáru. Řemeny by mohly prasknout a ovlivnit tím nepříznivě chod elektrárny a také poškodit jejich součásti.

2.10.1 Výsledky analýzy

- **Porucha elektrárny je zjištěna po několika hodinách** - Porucha je zjištěna až při návštěvě údržbáře, který provádí kontrolu částí elektrárny až v době, kterou stanovuje plán údržby.
- **Provozovatel je velmi často vystaven riziku vysoké pokuty** – Při nedostatečném množství vody v původním vodním toku dochází k opožděné regulaci stavidla
- **Porucha elektrárny ohrožuje celistvost budovy** – Při zastavení provozu vodní turbíny dochází k nashromáždění velkého množství vody, která nemá kam odtékat. Voda následně přetéká přes náhon a podmáčí okolí budovy.
- **Žádný obrazový přehled o stavu elektrárny a okolí** – Majitel nemá žádný přehled, co se kolem vodního díla a v něm děje, nemůže žádným způsobem kontrolovat svého zaměstnance.
- **Údržba elektrárny je drahá a časově náročná** – Při každé drobnější záležitosti je nutné elektrárnu osobně navštívit.

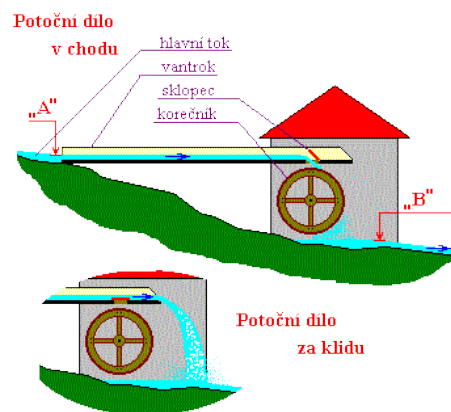
Všechny výše uvedené problémy, se kterými se majitel elektrárny nyní potýká, vedou k tomu, že není zcela využito potenciál vodního díla, které by mohlo majiteli přinést vyšší zisk snížením nesmyslných nákladů a zvýšením výnosů z provozu MVE.

3 Teoretická východiska

3.1 Vodní dílo obecně

Potoční

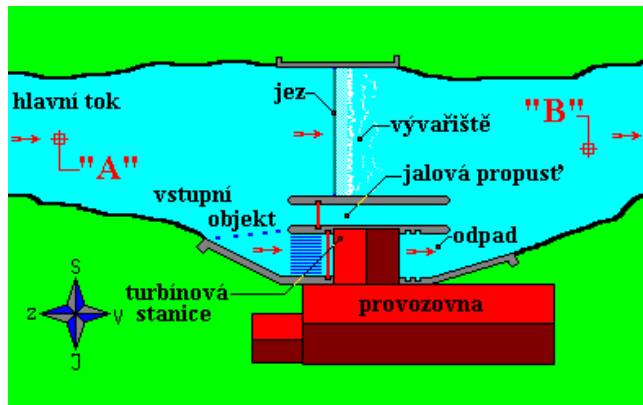
Využívá rozdílu hladin mezi dvěma body. Spád je získán odběrem vody z výše položeného místa vodního toku. Všechny stavby stojí u hlavního toku. (14)



Obrázek 2: Vodní dílo potoční (14)

Jezové

Využívá také rozdíl mezi hladinami. Spád se získá vzduťím vody na jezu. Strojovna elektrárny stojí přímo na břehu u hlavního toku. Voda je z potoku odebírána na jezu, po průtoku elektrárnou se vrací zpět. Vzhledem k tomu, že stavba stojí na hlavním toku, hrozí nebezpečí poškození strojovny při velkých povodních. Dílo je vhodné pro malé spády a velké průtoky. Tyto stavby jsou převážně realizovány v nížinách. (14)



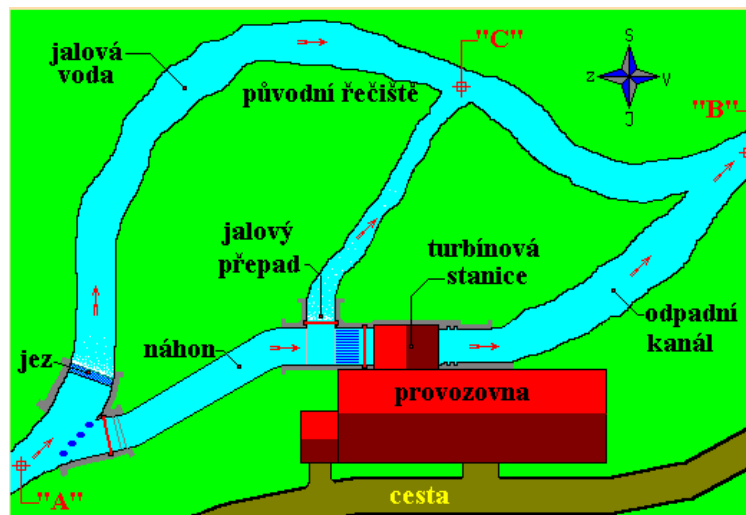
Obrázek 3: Vodní dílo jezové (14)

Derivační

Vodní dílo, stejně jako předchozí uvedené, využívá také rozdíl spádu mezi body A a B. Strojovna elektrárny je mimo hlavní tok řeky. Přívod vody je řešen tzv. vodním náhonem, odvod odpadním kanálem. Jez v místě A nemusí být příliš vysoký, stačí výška, která umožní odběr vody z hlavního toku. (14)

„Veškerý spád pro vodní motor je získáván téměř vodorovným vedením náhonu, zatím co původní řečiště klesá výrazněji. Obdobně je i řešen odpadní kanál. Proto voda pod turbínou stojí výrazně níž než je hladina C.“ (14)

Tímto řešením disponuje většina vodních děl. Elektrárna je v tomto případě lépe chráněna před případnými povodněmi. (14)

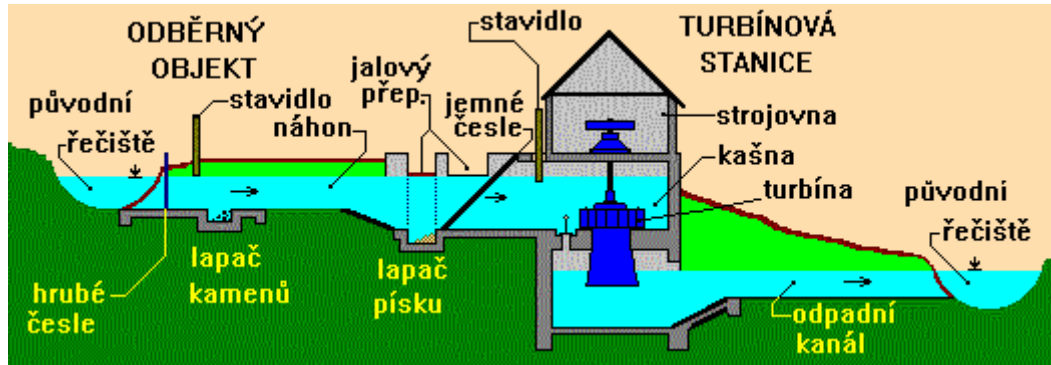


Obrázek 4: Vodní dílo derivační (14)

3.2 Vodní dílo dle tlaku

Nízkotlaké

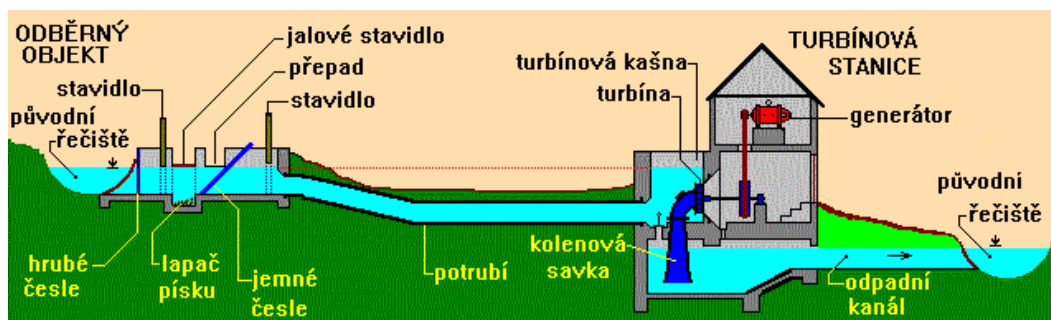
„Tento typ vodního díla se staví do spádu asi 8 metrů. Pro větší spády by již byla turbínová kašna neúměrně hluboká a pak je výhodnější použít tlakový přivaděč (potrubí).“ (14) Dílo může být vybaveno i akumulací nádrží. (9) (14)



Obrázek 5: Vodní dílo nízkotlaké (14)

S tlakovým přivaděčem

Obdobné jako v předchozím případě, platí pro spád do 8 metrů. Rozdíl je v tom, že se tento druh s tlakovým přivaděčem staví kvůli složitosti terénu, kdy nelze zřídit násep pro vedení náhonu. (9) (14)



Obrázek 6: Vodní dílo s tlakovým přivaděčem (14)

Vysokotlaké

Vysokotlaké vodní dílo se obvykle zřizuje pro spády vyšší než 8 metrů. Dílo může být vybaveno i akumulací nádrží. (14)

„Standardně bývá dílo upořádáno tak, že je voda od jezu vedena otevřeným přivaděčem (náhonem) po vrstevnici úbočím údolí tak dlouho, až se dostane nad turbínovou stanicí. V tomto místě je zřízena vyrovnávací jímka, ze které vede tlakové potrubí do strojovny k turbíně. Od turbíny pokračuje voda volně odpadním kanálem zpět do původního toku. Takovým vodním dílem je například elektrárna ve Spálově nad Jizerou.“ (14)

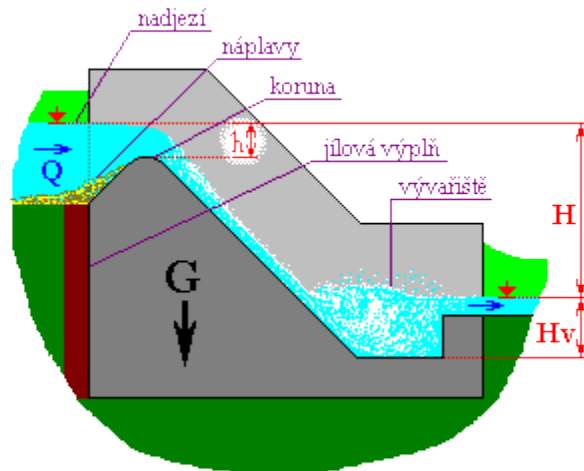
Kombinované

Jedná se o kombinace předchozích uvedených modelů. K těmto řešením se přistupuje obvykle z důvodů špatného terénu nebo postupnému rozšiřování původních provozů na provozy nové. (14)

3.3 Části vodního díla

Jezy

Jez neboli splav slouží k vzdušování a stabilizaci hladiny v řece. V místě jezu se odebírá voda mimo hlavní koryto. Jez v podstatě přehradí vodní tok, existuje několik variant. Nejběžnější, zejména na malých vodních dílech, jsou jezy pevné, u kterých se nemění výška. V místech, kde by se znemožnila plavba lodí, se staví jezy pohyblivé, mezi které patří jezy válcové, segmentové, hradlové. (3) (9) (14)



Obrázek 7: Betonový jez s prohloubeným vývaňem (14)

Zvláštním druhem jezu je tzv. Tyrolský jez, kde je jedna část toku přehrazena obyčejným šikmým nebo kolmým betonovým jezem, uplatnění je pouze při velké vodě. Druhá část je nižší, aby přes korunu protékal průtok požadovaný vodním motorem. Voda česlicemi propadá do žlabu se šikmým dnem, který ústí do lapače písku. Z něj voda pokračuje do náhonu nebo potrubí. Nečistoty, které jsou zachycené česlemi, padají na hladinu vývaň. Vývaň slouží k maření energie proudící vody, bývá pod jezem, přepadem nebo skluzem. Je to taková prohlubeň, která bývá vybetonovaná. Vývar je velmi nebezpečné místo, vytváří se zde vodní válec. (14)

Česle

Slouží k zachycení různých druhů nečistot. Jejich základní rozlišení je na základě jejich šířky, kdy hrubší, neboli od sebe vzdálenější česle pochyťují logicky méně nečistot, než česle jemnější. Nejběžnější nečistoty, které česle zachycují, jsou větve, listí, odpadky. (14)

Hrubé česle jsou typické pro zachycení velkých předmětů jako kmeny, trámy. Účelem hrubých česlí je to, aby neucpaly náhon. (14)

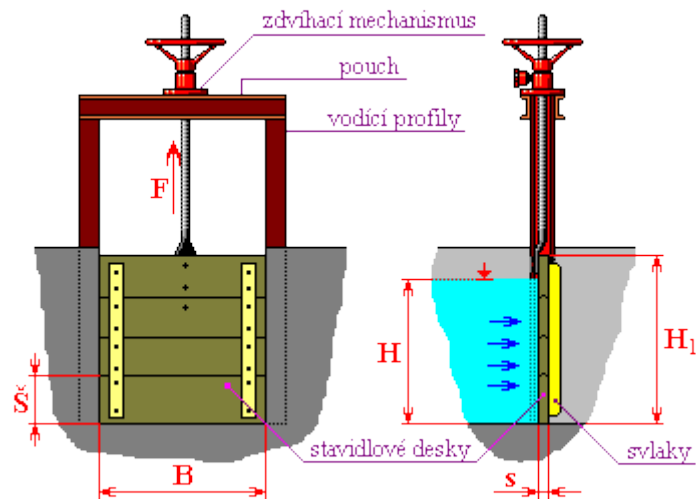
Jemné česle se používají na všech vodních dílech, jejich provedení je ovšem různé. Obvykle se staví těsně před samotnou strojovnu elektrárny, jejich úkolem je zachytit

veškeré nečistoty, aby nedošlo k poškození turbíny nebo jiných součástí strojovny elektrárny. Jejich čištění je výrazně náročnější, než čištění hrubých česel. (14)

Stavidla

Stavidlo je v podstatě vodní uzávěr, který se používá k regulaci, zastavení nebo nějakému omezení průtoku. Používá se většinou u otevřených přivaděčů.

Stavidla se vyrábí dřevěné nebo plechové, zdvihací mechanismus pohybuje s deskou ve svislém směru. „Zdvihací mechanismus může být ruční nebo může být doplněn převodovkou a elektromotorem.“ (14)



Obrázek 8: Stavidlo (14)

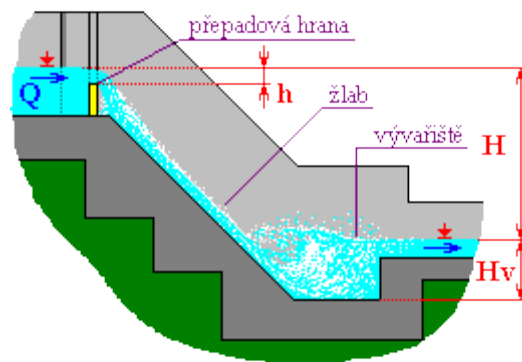
Stavidla dělíme na tři základní podskupiny

- Stavidlo ochranné – „Je umístěno v odběrném místě u jezu za hrubými česlemi na vstupu do náhonu nebo potrubí.“ (14)
- Stavidlo kašnové – Uzavírá proud vody do prostoru strojovny. (14)
- Stavidlo jalové – Umisťuje se na konci náhonu, před jemnými česlemi. Má funkci jalového přepadu, slouží k vyplachování nečistot. (14)

Přepady

Odvádí přebytečné množství vody zpět do hlavního toku, aby nedošlo ke zbytečnému přetečení hladiny v místech, kde by mohlo dojít k nějakým škodám. Uplatnění je v případě, kdy nelze vodu spotřebovat nebo využít jakýmkoliv jiným způsobem. Při odstávce elektrárny je použití přepadu samozřejmostí, při omezení výkonu lze přepad také využít. Čím je větší hltlost celého systému, tím širší a dokonalejší přepad musí být. (14)

Pro ilustraci uvádím šikmý otevřený přepad, jehož výhodou je plná průchodnost pro větve a jiné nečistoty. Mezi nevýhody patří jeho velká konstrukční délka, hrozí nebezpečí pádu osob do otevřeného vývaňště. (14)



Obrázek 9: Šikmý otevřený přepad (14)

Ne vždy je dostatek místa na výstavbu šikmého otevřeného přepadu, v takových situacích lze sáhnout po alternativním řešení ve formě šachtového přepadu nebo požeráku. (14)

Šachtový přepad – Je jednodušší na výstavbu a používanější u větších spádu, než šikmý otevřený přepad. Jeho velkou nevýhodou oproti předchozímu modelu je možnost snadného ucpání větvemi nebo jinými nečistotami. Šachtový přepad je vhodný pouze do míst, kde funguje stálá obsluha. (14)

Požerák – „Přepad se šikmou šachtou, která stojí uprostřed vodní plochy před hrází“ (14). Při stavbě není hráz objektu nijak narušena. Použití je u nádrží s regulovaným přítokem, jako jsou chovné rybníky. V opačném případě by mohlo dojít

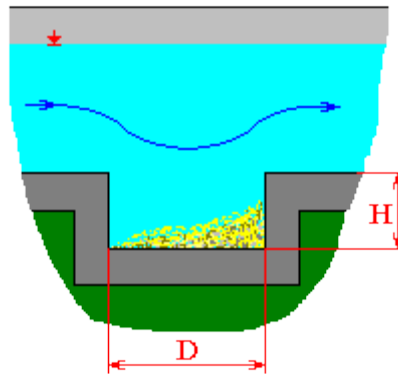
k častému ucpávání požeráku a vzhledem k jeho umístění by bylo složité jeho čištění.
(14)

Lapače

Slouží k lapání kamenů a písku, zabráňují souvislému zanášení náhonu. Je to v podstatě jednoduchá prohlubeň v náhonu, která se zřizuje přes celou šířku náhonu. Hloubka je obvykle mezi 30-40cm, délka lapače 40-100cm. (14)

Lapač kamenů – Používá se u derivačního vodního díla, umístění je hned za ochranným stavidlem na vstupu do náhonu. Zachycuje větší kameny, které by mohly zcela zablokovat náhon. Největší vytížení lapače je v dobách prudkých lijáků, při rozvodnění toku můžou náhon ucpat i větší předměty. (14)

Lapač písku – Používá se těsně před jemnými česlicemi, v místě kde se náhon před strojovnou rozšiřuje. Jeho úkolem je zachytit jemný písek, aby nezanášel kašnu nebo nepoškodil některé součásti strojovny vodní elektrárny. V místech, kde se náhon před strojovnou rozšiřuje, voda protéká menší rychlostí, proto je vhodné použití lapače písku. Tento druh lapače se používá ve všech případech. (14)



Obrázek 10: Lapač nečistot (14)

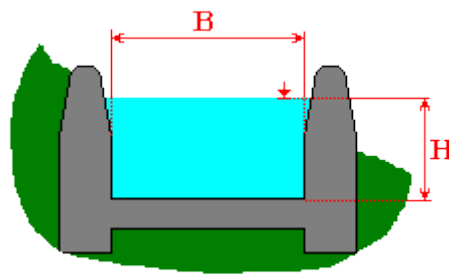
Náhony

Jsou typické pro derivační vodní dílo, jedná se o otevřený přivaděč. Vede vodu od jezu mimo přírodní tok, ale často v blízkém okolí. Náhon se obvykle řeší jako nadzemní dílo

formou dřevěného vantroku nebo plechového žlabu, avšak nejčastěji se jedná o betonové, kamenné nebo zděné koryto. (9) (14)

Vantrok – Historické označení pro dřevěné koryto, které se využívá v případě kratších náhonů. V minulosti se nejčastěji používalo jako přívod k vodním kolům nebo turbínovým kašnám. K jeho výrobě se používá borové dřevo. Těsnost desek zajišťuje trojhranná lišta. Koryto je staženo každé dva metry staženo svlaky a příčkami, které jsou staženy klíny nebo šrouby. (14)

Betonový, cihelný nebo kamenný náhon – Je ve tvaru obdélníkového koryta, používá se na vedení vody spíše na kratší vzdálenosti. Použití je nejčastěji v zastavěné oblasti, pokud voda vede mezi například mezi domy v obci. Neužívá se po celé délce, převážně na začátku celého náhonu nebo před jeho koncem, před strojovnou elektrárny. Delší použití lze použít na úbočí strmých svahů. „Náhon se vyzdívá z kvádrů lomového kamene, tvrdopálených cihel nebo se odlévá z betonu do předem připraveného bednění.“ (14)



Obrázek 11: Betonový, cihelný nebo kamenný náhon (14)

Strouha – „Nekrytá strouha vykopaná v hlíně se používá všude tam, kde je pro vedení vody odpovídající výška terénu, případně tam, kde je zřízen násep. Tvar profilu nově budovaného náhonu bývá lichoběžníkový.“ (14)

Potrubí

Jedná se o tlakový přivaděč, užití obvykle u vysokotlakého vodního díla. Dá se použít i v jiných případech, jako podzemní přivaděč do kašny, v místech kde není možné vést vodu po povrchu z důvodů nevhodného terénu. (14)

Dle materiálu dělíme na:

- Betonové a kameninové potrubí - vodorovné trasy, není pružné
- Plastové potrubí – vodorovné trasy, dlouhá životnost, nezvládá mrazy
- Ocelové potrubí – nejrozšířenější, střední a velké spády, koroduje
- Litinové potrubí – pomalý postup koroze, tlaková odolnost pro střední a vyšší spády
- Dřevěné potrubí – používalo se spíše v minulosti v Americe, zpevňovací obruče rychle korodovaly(14)

Použití potrubí – Použití potrubí je podstatně dražší než užití klasického náhonu a při srovnatelné délce dochází v potrubí k větším ztrátám, než v náhoně. Servis potrubí je podstatně komplikovanější, zejména v případech, kdy je položeno pod zemí. Na základě těchto důvodů se doporučuje používat potrubí opravdu jen v případech, kde nelze instalovat jiné prostředky. (14)

Odpady

„Odpad od vodního motoru se řeší individuálně podle jeho druhu. Většinou se skládá z vývařiště, kde se maří zbytková energie vycházející z vodního motoru (korečník na horní vodu, Ponceletovo kolo, rovnotlaké turbíny) nebo je výtok ze stroje plynule převeden na proudění v odpadním kanále (korečník na zadní dopad, lopatník s voletem, betonové savky přetlakových turbín aj.). Vždy se bere v úvahu hlavní směr, kterým voda stroj opouští a dbá se na jeho plynulé převedení do vodorovného směru. Protože jsou výtokové rychlosti z vodních motorů vysoké, bývá tato část odpadního kanálu vždy betonová (výjimečně dřevěná), aby se nevymílala. Pod Francisovou a vrtulovou turbínou, ze které často (když je její plnění jiné než jmenovité) vytéká voda ve šroubovici, musí být vývařiště hodně hluboké, široké s rovným dnem, jinak se

nežádoucí proudění na výstupu ze savky projevuje zpětně na oběžné kolo. U správně regulované Kaplanovy turbíny je to méně náročné, ale stále je nutno mít na paměti, že jakýkoliv nesoulad či odpor na výstupu ze stroje se na jeho funkci projevuje mnohem výrazněji než na vstupu. Mohutné víření pod turbínou není tedy projevem "mohutného" výkonu, ale ztrát a chybné projekce. Vývar pod strojem plynule přechází v podstatně mělčí betonový kanál. Otevřený nebo v nejbližším okolí budovy podzemní štolu. Po určité vzdálenosti (nejméně však po 5-ti až 10-ti násobku šířky kanálu) se výtok vody uklidní a dál pokračuje odpadní kanál jako obyčejná hliněná strouha.“(14)

Sanační průtok

Z ekologických důvodů je téměř vždy nakázáno provozovateli MVE, aby zachoval v původním korytu tzv. sanační průtok. Toto nařízení se nejčastěji dotýká derivačních vodních děl. V obdobích sucha, kdy v původním korytu není příliš velké množství vody, se dokonce může stát, že provozovatel bude muset svou elektrárnu odstavit. Nařízení chrání živočichy v původním korytu, aby se neocitli na suchu. Sanační průtok tedy zachovává přijatelné podmínky pro vodní živočichy po celý rok. (9) (14)

V minulosti bývalo zvykem stanovit velikost sanačního průtoku tak, že odpovídal 350 dennímu průtoku, dle odtokové křivky. „Byl to takový průtok, jaký protékal korytem v patnácti nejsušších dnech v roce.“(14) V těchto dnech vodní dílo nepracovalo, provozovatelé věnovali tento čas údržbě. Později se rozmohlo stanovovat sanační průtok mnohem vyšší. „Často na základě zcela neodůvodněného a fyzikálně neobhájitelného rozhodnutí (protože řeka už sama o sobě má v té době méně vody než úředník nařídil). To vše ke značné nelibosti provozovatelů vodního díla, které během celého roku marnotratně protékající voda připravuje o výdělek, prodlužuje dobu splácení úvěrů apod. A tak z jejich pohledu nesmyslné nařízení často vědomě nedodržují.“(14)

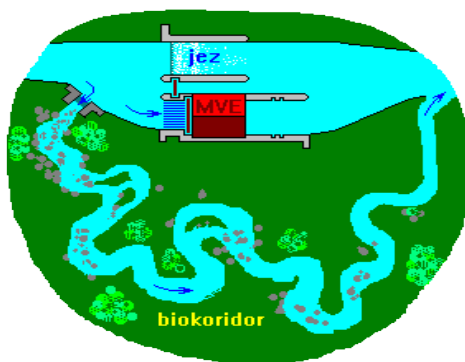
Rybí přechody

Rybovod je zařízení umožňující migraci vodních živočichů přes jez, hráze přehrad nebo okolo MVE strojovny. Základním cílem je umožnit vodním živočichům překonat rozdíl hladin. Existuje několik způsobů, kterými lze tohoto cíle dosáhnout. (14)

Rybovod kaskádový – Předností je, že dokáže na malých rozměrech překonat velký spád, zároveň okysličuje vodu. Jeho provoz může být zahájen i s malým množstvím vody. Při jeho použití je možné i krátkodobě přerušit průtok. Nevýhodou je snadné zanášení pískem a nečistotami, nevyhovuje drobným živočichům, je určen spíše pro ryby. (14)

Rybovod meandrový – Méně známý typ. Pro jeho stavbu je potřeba více prostoru, než u kaskádového rybovodu. Jeho vlastnosti jsou jiné než u předchozího typu. Především je pro živočichy daleko přirozenější a nedochází k jeho zanášení nečistotami. Má vyšší nároky na průtok vody, při zastavení průtoku přestává zcela fungovat. (14)

Biokoridor – Je výrazně odlišný od klasických, výše uvedených, rybovodů. Je to zcela umělé řečiště, které obchází obloukem celé vodní dílo. Jeho trasa musí být delší, než původní řečiště, aby v něm voda tekla pomalu. Biokoridor nevyžaduje téměř žádnou údržbu. Staví se obvykle na velkých řekách s malým spádem. Vyžaduje rozsáhlé pozemky v okolí pro svou výstavbu. (14)



Obrázek 12: Biokoridor (14)

Zpevnění břehů

V minulosti se břehy náhonů zpevňovaly pomocí dostupných přírodních materiálů. Nejčastěji bylo potřeba zatěsnění náhonu proti prosáknutí jílovou vrstvou a vyskládání břehů lomovým kamenem. „Jinou používanou metodou v měkkých hlínách bylo

zatloukání dubových pilot nebo vyplétání ochranných plůtků a rohoží.“(14) U náhonů je nutné zabezpečit pevnost jeho stěn, aby nedošlo k jejich protržení a to zejména v místech, kde by mohlo dojít ke škodám na níže položených pozemcích. Pro zabezpečení je možné použít přírodní zeleň jako vrby, olše, topoly nebo duby. (14)

Nejvýhodnější na malých vodních dílech jsou vrby, které jsou menšího vzrůstu. Dají se každoročně udržovat v rozumné velikosti. Listí vrby je drobné a obvykle projde turbínou bez problému. (14)

3.4 Krytí nákladů

V případě potřeby většího množství finančních prostředků, než které má subjekt k dispozici, je možné využít financování z cizích zdrojů. Základní možnosti jsou:

3.4.1 Úvěr

Úvěry jsou poskytovány bankami a finančními institucemi na krytí finančních potřeb zákazníka. Úvěry lze rozdělit dle několika kategorií. (11)

Podle účelovosti dělíme úvěry na účelové a bezúčelové. První z jmenovaných je poskytnut pouze na předem stanovený účel. Obvykle jsou na něm uplatněny lepší podmínky než u bezúčelových úvěrů. (11)

Úvěr může být poskytnut hotovostně i bezhotovostně na bankovní účet. (11)

Zajištěné úvěry se musí jistit movitou nebo nemovitou věcí, nezajištěné jsou poskytovány bez ručení a obvykle významnějším klientům u kterých se nepředpokládají problémy s platební morálkou. (11)

Na základě sjednané doby splatnosti se úvěry dělí na krátkodobé, střednědobé a dlouhodobé. (11)

3.4.2 Leasing

Finanční leasing

Smlouva obsahuje předkupní právo, po uhrazení všech splátek a zůstatkové ceny se předmět leasingu převádí do majetku subjektu, který leasing platil. Ve splátkách je

obsažena amortizace, finanční služby poskytované leasingovou společností, pojištění a ostatní náklady. (11)

Operativní leasing

Po ukončení leasingu zůstává předmět ve vlastnictví leasingové společnosti. Doba trvání leasingu bývá obvykle kratší než doba životnosti nebo odepisování. Často využívaný druh leasingu. (11)

Zpětný leasing

Tento druh leasingu využívá obvykle firmy, které se potýkají s nedostatkem hotovosti nebo chtějí využít daňových výhod leasingu. Leasingová společnost odkoupí předmět leasingu za finanční prostředky a následně dojde k pronájmu předmětu. Nejčastěji se jedná o výrobní zařízení a stroje. (11)

3.5 Zobrazovací, ovládací technika

3.5.1 AD4ETH převodník

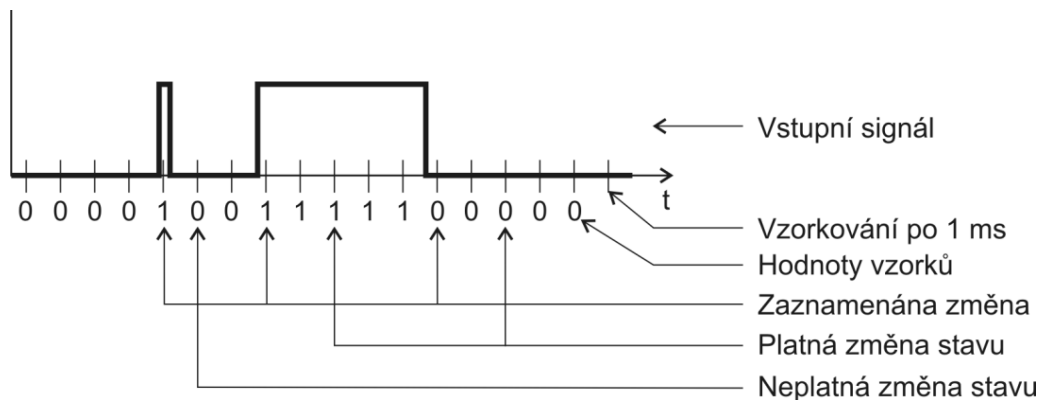
Převodník, který dokáže z napětíového výstupu ve zvoleném rozsahu zobrazit hodnoty na svém webovém rozhraní. V případě, že svorka „výkon“ má rozsah 0-10V a elektrárna disponuje instalovaným výkonem 25kW, hodnota 10V bude znamenat ono maximum. Díky jednoduchému výpočtu je zařízení schopné zobrazovat výkon rovnou v kW. (16)

3.5.2 I/O modul, řada Quido

Vstupně výstupní modul, který má několik funkcí. Zařízení je k dispozici v několika provedeních dle způsobu zapojení (USB, Ethernet, RS232). Zařízení umožňuje:

- **Ovládat výstupy** – Vstupy jsou osazeny výkonovým relé s přepínacím kontaktem. Základní možností je kontakty relé okamžitě sepnout nebo rozepnout. Dále je možné relé sepnout na požadovanou dobu.
- **Sledovat vstupy** – Dokáže rozlišit, jestli je napětíový vstup připojen.

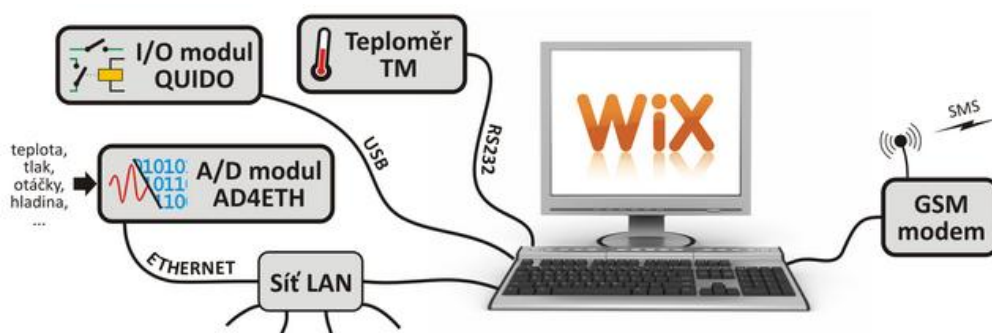
- **Počítat impulzy** – Lze použít funkci čítač a počítat impulzy nebo připojit čidla s impulzním výstupem.
- **Hlídat teplotu** – Pro každý z výstupů lze nastavit teplotní meze, při kterých vybrané relé vykoná nastavenou akci. (16)



Obrázek 13: Princip vyhodnocování změn na vstupech (16)

3.5.3 Software WIX

Program umožňující zobrazení a ovládání zároveň několika druhů zařízení od společnosti Papouch prostřednictvím počítačové sítě a internetu.



Obrázek 14: Obrazové znázornění funkcí softwaru WIX (16)

Přehled základní funkcí WIXu

- Zobrazení aktuálních hodnot z připojených zařízení.
- Ukládání historie měření do textového souboru pro následné zpracování nebo vyhodnocení.
- Akce při nastavených událostech.
- Časovač.
- Zobrazení několika grafů na obrazovce. (16)

4 Návrh řešení

4.1 Volba řízení

S ohledem na riziko vysoké pokuty, zkušenosti ostatních provozovatelů malých vodních elektráren a současnou časovou náročnost údržby, navrhuji instalovat vzdálenou regulaci množství vody vtékající do náhonu. Informace o výšce navrhuji snímat také vzdáleně, aby bylo možné uskutečnit potřebné rozhodnutí o regulaci stavidla.

Pro úsporu nákladů navrhuji vzdálené řízení všech často používaných částí elektrárny, především stavidel 1 a 4, čističe česlí s možností přepínání mezi ručním a vzdáleným řízením. Navrhuji obrazové monitorování uvedených částí elektrárny pro jejich případnou vizuální kontrolu a případné zaznamenání nežádoucí činnosti.

Navrhuji automatické zaslání informace o poruše elektrárny. Dřívější informace o této skutečnosti přispěje k dřívějšímu vyřešení problému a vyšším výnosům z provozu elektrárny.

Majitel elektrárny má zájem řídit vzdáleně elektrárnu z libovolných míst, navrhuji vzdálené řízení prostřednictvím internetové sítě s libovolným řídicím místem, jelikož je v lokalitě dostupné připojení k internetu a majitel elektrárny ve svém domácím i pracovním prostředí má také k dispozici internetové připojení.

Všechna zařízení musí být schopná komunikovat prostřednictvím počítačové sítě ethernet, aby bylo možné na tyto zařízení vzdáleně přistupovat.

4.2 Výběr datového připojení

Mobilní komunikace má výhodu velkého pokrytí signálem, avšak psaní textových zpráv nebo jejich čtení je značně omezené. Samozřejmě lze zařídit tarif, který má v sobě integrovaný neomezený počet textových zpráv. Za použití dvou SIM karet, které mají vůči sobě výhodné psaní textových zpráv je možné celkem levně užívat služby operátora a komunikovat z elektrárny směrem k jejímu správci. Uvedené řešení začíná být složitější v případě, kdy se do správcovství vloží více účastníku. Bylo by nutné pro

tyto účastníky vytvořit další SIM karty, aby neměli zpoplatněné textové zprávy. Celkové ovládání a komunikace skrz textové zprávy není příliš přehledná.

Internetové připojení je dnes dostupné v téměř každé domácnosti a v moderních firmách. Tarify poskytovatelů připojení obvykle umožňují připojení, které není limitované přenesenými daty. Tento způsob komunikace je příjemnější a dá se kombinovat s různými typy uživatelských zařízení, jako je klasický PC, tablet a mobilní telefon.

Připojení k internetu musí splňovat tři základní technické parametry, aby se dalo použít pro vzdálené řízení MVE.

- Veřejná IP adresa
- Rychlost 2Mbps v obou směrech (download, upload)
- Neomezené přenesené data, bez limitu FUP

Uvedené parametry připojení je schopen v daném místě nabídnout pouze lokální provider, operátor O2 nemá požadované parametry. Navrhuji připojení k lokálnímu poskytovateli s vlastním výběrem zařízení potřebného k připojení.

4.2.1 Konfigurace připojení

Technologie místního poskytovatele je bezdrátová, v bezlicenčním pásmu 5GHz. Přenos k zákazníkovi je podmíněn přímou viditelností na Access Point společnosti a zakoupení si klientské stanice RouterBoard SXT, která je osazena bezdrátovou jednotkou a jedním RJ-45 portem pro připojení lokální sítě.

RouterBoard SXT navrhuji nastavit do režimu bridge, kdy jeho bezdrátové i drátové rozhraní bude plně průchozí. Veškeré služby, jako DHCP ve formě klienta nebo serveru, budou na zařízení vypnuty. O směrování mezi sítí poskytovatele a sítí MVE se bude starat samostatný router, který navrhnu v další kapitole.

Tabulka 3: Cenová kalkulace (13)

Název	Počet [ks], Délka[m,h]	Cena [Kč]
RouterBoard SXT	1	1.600

4.3 Obrazový dohled nad kritickými místy

Kritické místa je vhodné sledovat navíc kamerovým systémem. Včasný a přesný výběr těchto míst zamezí případnému budoucímu přesouvání kamer z míst, které jsem nevhodně zvolil a tím zamezím dodatečným nákladům.

Tabulka 4: Rozhodovací tabulka obrazového sledování (Zdroj: vlastní zpracování)

Název sledovaného místa	Možnost poruchy	Možnost krádeže	Přínos sledování
Jez	ANO	ANO	ANO
Hrubé česle	NE	ANO	NE
Jemné česle	ANO	ANO	ANO
Strojovna	ANO	NE	NE
Rozvaděč	ANO	NE	NE
Vstup do objektu	NE	NE	NE
Stavidlo 1	ANO	NE	ANO
Stavidlo 2	ANO	NE	NE
Stavidlo 3	ANO	NE	NE
Stavidlo 4	ANO	NE	ANO

Aby se zbytečně neinstalovaly kamery na všechna možná místa, navrhl jsem rozhodovací tabulku, která má za úkol zpřehlednit možné kandidáty a vybrat z nich pouze nejvhodnější. Místa splňující všechny podmínky považuji za důležité, bude navrženo jejich monitorování. Ostatní místa, kde se kamerový systém instalovat nebude, je možné kdykoliv v budoucnosti kamerovým systémem dovybavit.

Výběr kritických míst pro sledování je zřejmý z výše uvedené tabulky. Červeně označení kandidáti jsou místa, která navrhuji monitorovat kamerovým systémem. Všechny tři otázky byly u těchto kandidátů zodpovězeny kladně, tudíž jsou nejvhodnějšími místy k monitorování. Stavidlo 1 bude také sledováno, jelikož je součástí jezu, u kterého navrhuji namontovat kameru. Jemné česle jsou také sousedící se stavidlem 4, tudíž pro jejich monitorování postačí také jedna kamera.

Možnost poruchy - Druh poruchy, který je viditelný a lze ho na kameře rozpoznat. U jezu a stavidla 1 se může jednat například o mechanické poškození nebo viditelné nedovření, neotevření stavidla. Jemné česle je nutné sledovat, protože může dojít

k poruše na čistícím mechanismu a vizuální kontrola dokáže tuto skutečnost potvrdit nebo vyvrátit.

Možnost krádeže – Kladně označená místa patří mezi nejkritičtější. Krádež je samozřejmě možná v podstatě ve všech případech, avšak u zvolených míst je největší riziko krádeže nebo následného poškození ostatních částí elektrárny po krádeži. Z jezu lze odcizit instalovanou techniku nebo nepříznivě ovlivnit objem vody tekoucí směrem k elektrárně. V případě krádeže jemných česle by mohlo dojít k ohrožení turbíny různými nečistotami. Ostatní místa jsou podstatně více zabezpečena mříží a zámky a není u nich tak vysoká pravděpodobnost odcizení nebo by jejich odcizení bylo příliš složité vzhledem k jejich hodnotě.

Přínos sledování – Za přínos považuji zjednodušení údržby nebo rychlejší diagnostika závady a tím včasnější oprava při použití kamerového systému s možností vzdáleného sledování než bez jeho použití.

4.3.1 Kamera jemné česle a Stavidlo 4

Pro tyto potřeby je nutné použít kameru venkovního typu s patřičnou ochranou proti povětrnostním vlivům. Pro úplnou kontrolu doporučuji použít infračervený přísvit, který zajistí uspokojivou viditelnost na jemné česle i v nočních hodinách. Kamera by měla mít nenápadný vzhled pro neznalé uživatele, proto jsem zvolil dome kameru, který svým vzhledem na první pohled připomíná pohybové čidlo na osvětlení.



Obrázek 15: Venkovní IP kamera, 2Mpix, H.264, IR přísvit, PoE (12)

„Venkovní IP kamera, 2Mpix, antivandal, dome,H.264, IR přísvit, PoE“ má vysoké rozlišení, dokáže zobrazit potřebné detaily vodního díla. Infračervený přísvit zajistí

noční vidění, i když pouze černobílé, což plně dostačuje potřebám vzdáleného monitoringu. Prostřednictvím vysoké komprese standardu H.264 nejsou kladeny vysoké nároky na přenosové rychlosti datové sítě, hlavně připojení k internetu. Napájení PoE umožňuje přívod potřebné elektrické energie pro provoz kamery skrz datový kabel, ve kterém jsou pro tuto činnost vyhrazeny dva páry vodičů. Odpadá nutnost instalovat v blízkosti kamery elektrickou zásuvku 230V a složitě ji zabezpečovat, vzhledem k tomu, že by se nacházela ve venkovním prostředí.

Přístup na kameru lze realizovat několika způsoby. Nejběžnější zobrazovací metodou je přístup přes webové rozhraní, ve kterém si lze nastavit rozlišení dle aktuální potřeby. Kamera umožňuje definování triggerů neboli spouští, na základě kterých bude vykonána předem definovaná událost. Pro ilustraci, když zaznamená pohyb v některých předem určených oblastech obrazu, dokáže poslat emailové upozornění i se samotným obrázkem. Buffer kameře umožňuje zaznamenat situace až několik vteřin před zjištěnou událostí.

Zařízení je v továrním nastavení na síťovém rozhraní nastaveno jako DHCP klient, toto nastavení nebudeme měnit.

Další možností získání videa z kamery je přes tzv. RTSP port, který je nutné v kameře nastavit. Standardně se tato služba provozuje na portu číslo 554. Z tohoto portu lze různým softwarem (například VLC media player) přehrát obraz z kamery přímo v počítači. Tento port je využíván hlavně v programech dodávaných ke kamerám, v monitorovacím softwaru.

Denní a noční režim je v továrním nastavení automatický. Při určité tmavosti se kamera automaticky přepne do nočního režimu, naopak ráno, když se rozednívá se kamera od určité hodnoty přepne opět do denního režimu. Rozdílem mezi nimi je hlavně černobílý obraz v noci a aktivní citlivost na infračervené světlo.

Samozřejmostí je možnost nastavení expozice kamery, uživatelských účtů nebo vložení razítka s datem do obrazu.

4.3.2 Kamera jez a stavidlo 1

Jez a stavidlo 1 jsou situovány na shodném místě. Jejich monitorování doporučuji, jelikož se jedná o vstupní místo, kde voda vtéká do náhonu. Jedná se o klíčové místo

z hlediska případného odhalení poruch a zabezpečení proti krádeži. Umístění kamery navrhuji tři metry nad horní hranu stavidla. Do kovové konstrukce stavidla se přivaří tyč o délce tři metry a průměru 48mm. Do třímetrové výšky se připevní kamera se směrem záběru pod sebe, aby na obrazu bylo vidět stavidlo i část jezu.

Konfigurace kamery bude stejná jako u předchozího typu.

4.3.3 Záznam

Ukládání obrazu a jeho následné zobrazení je možné realizovat několika způsoby. Uvedu tři základní, které se rozlišují jednoznačným pojmenováním – ekonomická, základní a optimální varianta.

V ekonomické variantě není nutné zakoupit už žádný další hardware, nahrávání je nastaveno formou detekce pohybu. Konfigurace se provádí přímo ve webovém rozhraní kamer, navrhuji nastavit požadovanou oblast sledování (senzor nastavit tak, aby nezabíral nepodstatné místa na obraze). Záznam bude probíhat formou jednotlivých obrázků, které budou při vyvolání detekce pohybu nahrávání na FTP server. Konfigurace FTP serveru se provádí ve webovém rozhraní kamery, zřízení serveru je možné bezplatně u poskytovatele internetového připojení.

Základní varianta využívá dodávaný software k navrhovaným kamerám. Software je pro operační systémy Windows. Majitel si nainstaluje nahrávací program do svého počítače a po vzdáleném připojení se ke kameře si spustí režim nahrávání. Nahraná data budou uložena do počítače. V této variantě lze zároveň využít také nahrávání s detekcí pohybu. Nevýhodou je nutnost nepřetržitého provozu majitelova počítače a jeho nepřetržité připojení do sítě internet. Při výpadku internetového připojení na jakémkoliv ze dvou propojených míst nebude uskutečněno nahrání požadovaného záznamu. Další z nevýhod je vytížení internetového připojení.

Optimální varianta vyžaduje zakoupení záznamového zařízení „SEEnergy pro 4 kanály“ za 4900Kč, pevného disku „Seagate Barracuda 7200.12 500GB“ za 1800Kč a jejich umístění do prostor MVE. Zařízení má rozhraní ethernet a komunikuje jeho prostřednictvím s výše navrhovanými kamerami. Nahrávací server je přímo určený k nahrávání a nabízí funkce jako detekci pohybu, nepřetržité nahrávání, upozornění emailem, automatické mazání. Výhodou je funkční nahrávání i při výpadku

internetového připojení, nezávislost počítače majitele při nahrávání a přehledný webový přístup k zařízení.

Instalace systému podléhá registraci u Úřadu pro ochranu osobních údajů, která obnáší vyplnění a zaslání formuláře s podrobnými údaji o žadateli, prostředí a instalovaném systému. Monitorované místo musí být viditelně označeno cedulí, která upozorňuje, že je objekt monitorován. Úřad obvykle nařizuje mazání záznamku po třech dnech, pokud není delší uchovávání záznamu dostatečně odůvodněné.

Tabulka 5: Přehled funkcí variant kamerového systému (Zdroj: vlastní zpracování)

	Det. pohybu	Nepřetrž. záznam	Upozor. emailem	Internet	Autom. mazání	Cena [Kč]
Ekonomická	ANO	NE	ANO	ANO	NE	0
Základní	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO	0
Optimální	ANO	ANO	ANO	NE	ANO	6700

Ze tří možností, které nabízejí uchovávání záznamu pro možnost jeho následného přehrání jsem vyřadil ekonomickou variantu, která není účinná při výpadku internetového připojení a nedokáže uchovávat nepřetržitý záznam. Podstatným nedostatkem je příliš složitá možnost mazání několik dní starých záznamů, což může způsobit zaplnění místa na FTP serveru a je v rozporu s nařízením příslušného úřadu. Základní varianta je nevhodná, jelikož nefunguje bez internetového připojení a má na něj vysoké nároky.

Navrhuji optimální variantu, která splňuje všechny požadavky. Jedinou, docela významnou nevýhodou je pořizovací cena. Jedná se o jediný plnohodnotný systém ze všech tří navrhovaných variant.

Tabulka 6: Cenová kalkulace - kamerový systém (8) (12)

Název	Počet [ks], Délka[m,h]	Cena [Kč]
NVR kamerový server	1	4.900
HDD	1	1.800
Kamera 1 - Venkovní IP 2MPix DOME	2	11.944
Celkem		18.644

4.4 Sledování výkonu a hladiny

Elektrárna je vybavena rozvaděčem, který umožňuje na výstupních svorkách zobrazení aktuálního výkonu elektrárny. Výstup je ve formě napětí, které má rozsah 0-10V. Tento výstup je nastaven tak, že 0V signalizuje 0%, 10V signalizuje 100%, tudíž 5V signalizuje 50%, a to vše z maximálního nainstalovaného výkonu, což je 25kW.

Pomocí měřicího přístroje, který měří stejnosměrné napětí lze na místě na těchto svorkách zjistit po jednoduchém přepočtu aktuální výkon elektrárny.

Aby mohlo dojít ke vzdálenému přečtení požadovaných hodnot, je nutné přenést tyto informace na nějaký druh zařízení, který bude připojen do lokální počítačové sítě, pomocí které bude dostupný ze sítě internet.

Vhodným zařízením je převodník AD4ETH-U, který obsahuje ethernetový port pro zapojení do počítačové sítě a napěťové vstupy pro monitorování až čtyřech zařízení s různými rozsahy. Nastavení rozsahů na požádání provede výrobce.

Zařízení má mnoho zajímavých vlastností a funkcí, lze ho ovládat přes webové rozhraní. Měřicí rozsah je standardně rozdělen do 10.000 dílků. Rychlost měření je dvakrát za sekundu, pro každý kanál zvlášť. Převodník obsluhuje protokoly SNMP, TCP, UDP, HTTP. Má integrovanou funkci, která dokáže přepočítat napětí na skutečně sledovanou veličinu, lze nastavit libovolné jednotky. (13)



Obrázek 16: AD4ETH-U Převodník (13)

Konfigurace převodníku

Přes webové rozhraní je důležité nastavit zařízení do režimu DHCP klient, aby mohlo dostávat IP adresu, masku podsítě, bránu a DNS servery od routeru v síti, který zároveň zabezpečuje internetové připojení. Zároveň je potřeba nastavit heslo, aby nedošlo k přihlášení neoprávněných osob.

Webové rozhraní umožňuje konfiguraci každého kanálu zvlášť.

Kanál 1 nazveme „Výkon“, jako jednotku uvedeme „kW“, horní hranice rozsahu je 25.000, dolní hranice 0. Hranice odpovídají minimálnímu a maximálnímu výkonu elektrárny a jsou uvedeny ve W.

Kanál 2 nazveme „Hladina“, jednotka „cm“, horní hranice 5 a dolní hranice -5.

Aby bylo možné dostávat emailové zprávy, je potřeba nastavit emailovou adresu a především SMTP server pro odesílání odchozí pošty. Pro potřeby odesílání pošty doporučuji vytvořit si individuální emailový účet a jeho konfiguraci zanechat do kolonek ve webovém rozhraní převodníku. Na této konfigurační stránce je nutné nastavit emailovou adresu příjemce oznámení tohoto zařízení. Další možností zařízení je odeslání zkušebního emailu, tuto možnost doporučuji jako ověření správnosti konfigurace.

Zasílání upozornění podléhá správnému nastavení pravidel, dle kterých zasílání bude probíhat. Pro každý kanál lze nastavit úplně jiná pravidla. Zvlášť se nastavuje překročení dolní a horní meze. U kanálu 1 nastavíme jako horní mez 25.000, dolní mez nastavíme 2.000. Při překročení těchto hodnot dojde k odeslání emailové zprávy na emailovou adresu předem v nastavení uvedenou. Vodní dílo není schopné provozu pod 2kW, pokud tato situace nastane, po několika vteřinách dojde k

automatickému odstavení provozu. Proto v tomto konkrétním případě můžeme brát hodnotu menší než 2.000 již jako nulovou.

Vzhledem k tomu, že většina emailových schránek umožňuje zasílání upozornění SMS, je zároveň vyřešený problém upozornění správce elektrárny textovou zprávou. Pokud by tato funkce v jeho emailové schránce nebyla dostupná, druhou možností je zřízení emailového přesměrování přímo u mobilního operátora.

Horní mez upozornění je nastavena schválně na horní hranici možností vodního díla, jelikož není nutné si nechat zasílat upozornění při vysokém výkonu elektrárny. Pokud by ovšem správce elektrárny měl zájem být informován o překročení výkonu například nad hranici 23.000Wh, je možné toto nastavení upravit na tuto hodnotu. V takovém případě by přicházelo upozornění při dvou vzniklých situacích.

Tabulka 7: Cenová kalkulace - Sledování výkonu a hladiny (16)

Název	Počet [ks], Délka[m,h]	Cena [Kč]
AD4ETH-U	1	6.000
Napájecí adaptér	1	250
Celkem		6.250

4.5 Řízení stavidel a čističe česel

Vodní dílo má celkem čtyři stavidla, které jsou kromě stavidla 4 ovládány ručně pomocí kliky. Na poslední zmiňované stavidlo je připojen třífázový elektromotor ovládaný přepínačem, který se nachází na ocelové konstrukci vedle stavidla. Přepínač má 3 polohy – zavírání, otevírání, stop. V případě zapomenutí tlačítka v poloze zavírání nebo otevírání může dojít k poškození motoru, jelikož stavidlo nemá žádné koncové spínače, které by po dosažení maximálního otevření nebo zavření činnost motoru zastavily.

V této fázi je nutné rozhodnout, u kterých ze čtyř stavidel má smysl instalovat vzdálené řízení. V analýze údržby stavidel bylo zjištěno, že hlavní roli v provozu elektrárny hrají stavidla 1 a 4, proto tyto stavidla navrhuji ke vzdálenému řízení.

Stavidlo 4 je osazeno třífázovým motorem o výkonu 0,5kW a šnekovou převodovkou, řízení probíhá ručně pomocí přepínače. Stavidlo 1 je osazeno pouze převodovkou, dosud bylo ovládáno ručně bez motoru.

4.5.1 Stavidlo 4 a česle

Pro vzdálené řízení stavidla 4 navrhuji použít zařízení Quido ETH 8/8, které je osazeno ethernetovým portem, osmi vstupy a osmi výstupy s přepínacím kontaktem relé. Do zařízení je možnost zapojit i teplotní čidlo. Všechna nastavení navrhuji provést prostřednictvím webové konfigurace, do níž se přihlásíme vložением IP adresy zařízení do webového prohlížeče. Jako první doporučuji nastavit heslo k zařízení, aby nedošlo k jeho zneužití.

Quido ETH 8/8

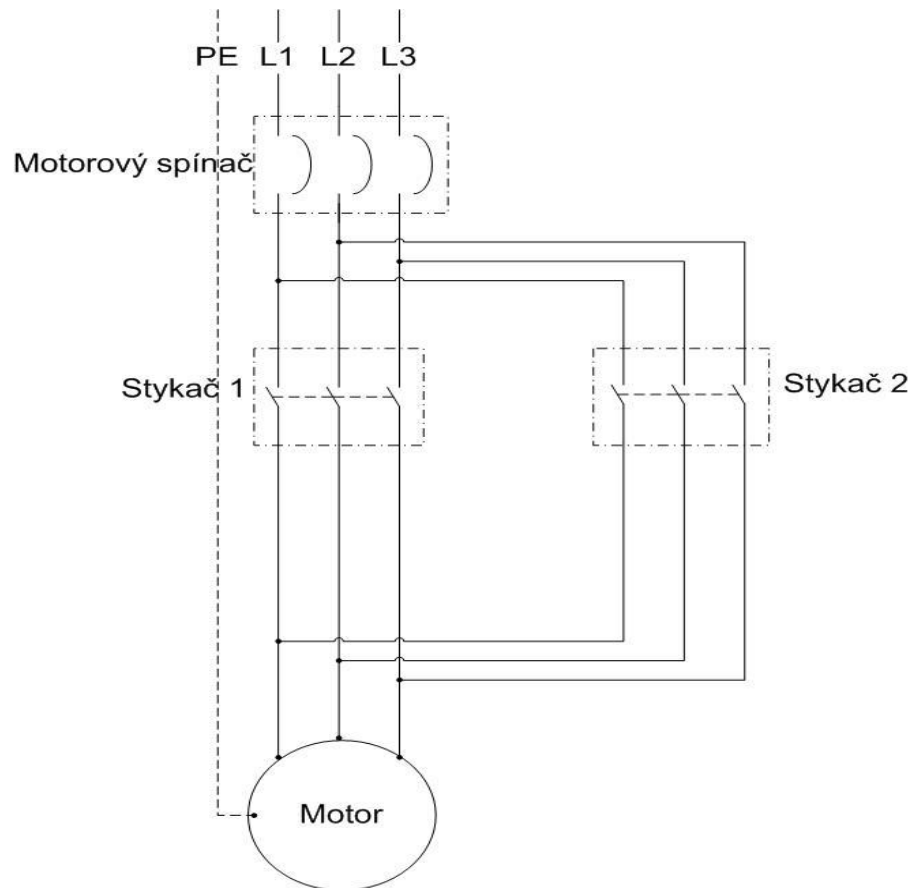
Nastavení sítě - Nastavení ethernetového portu bude pro jednoznačnost stejné, jako u převodníku AD4ETH-U, režim DHCP klient zajistí automatické získání IP adresy, masky podsítě, brány a DNS serverů z DHCP serveru v síti. K zařízení musí být přiveden datový kabel s koncovkou RJ-45.

Nastavení emailu – Pro pozdější nastavení různých druhů upozornění na změny vstupu je nutné předem nastavit komunikační kanál vstupně výstupního zařízení. V nastavení emailové komunikace se musí nastavit základní údaje jako SMTP server, který dodá poskytovatel připojení nebo emailové schránky. Pokud server požaduje ověření, je důležité vložit přístupové údaje, aby zprávy bez problému odcházely k příjemci. Dále emailová adresa odesílatele a příjemce pro určení adresy, na kterou se budou upozornění zasílat. Tlačítkem TEST dojde k ověření správnosti nastavení.

Zapojení motoru

Aby bylo možné motor ovládat pomocí signálů, navrhl jsem způsob zapojení, který takové ovládání umožní. Instalací motoru získáme zatím pouze možnost zjednodušeného manuálního řízení přímo u stavidla. Dalším krokem je propojení motoru

se zařízením, které ho bude ovládat a zároveň bude komunikovat prostřednictvím počítačové sítě.

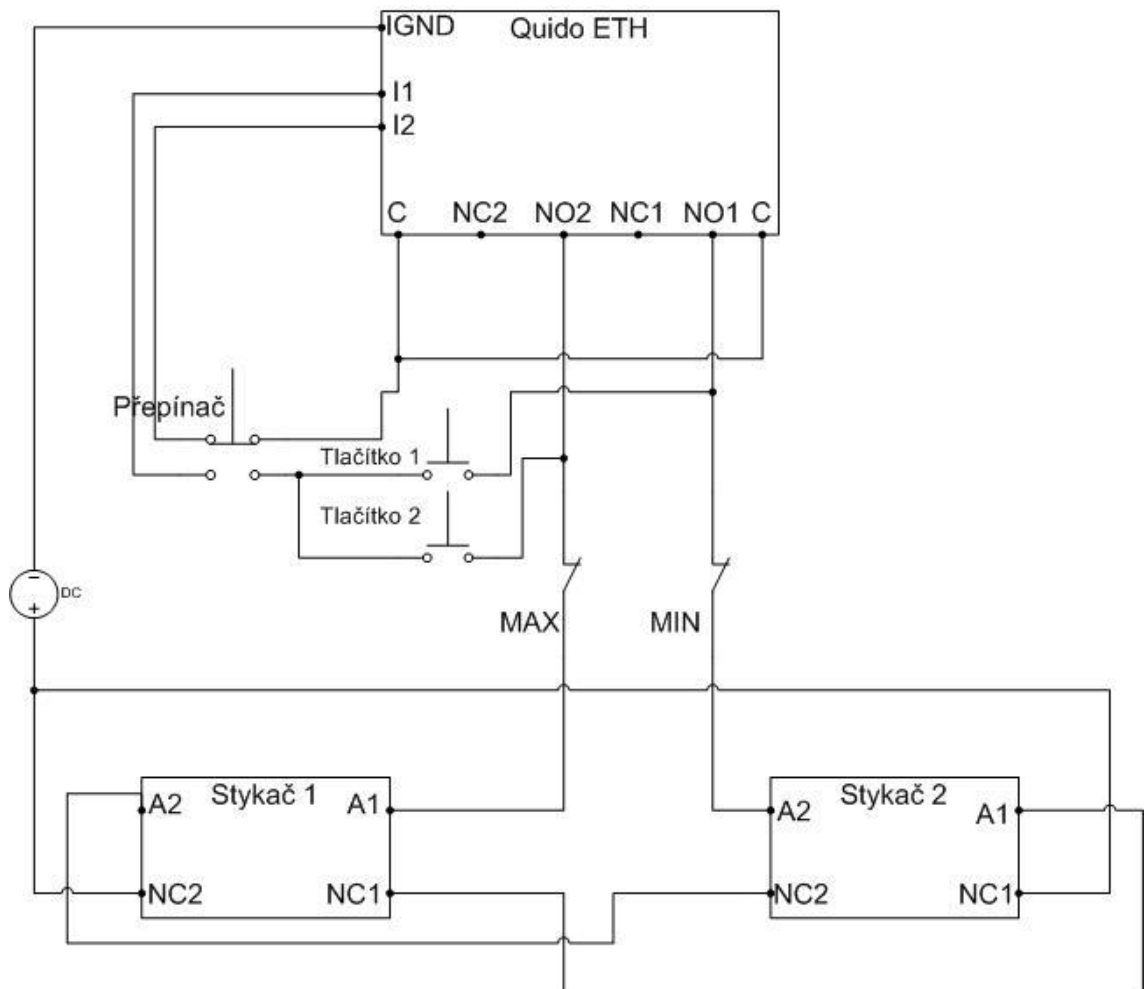


Obrázek 17: Návrh schéma zapojení motoru (Zdroj: vlastní zpracování)

Od motoru je požadováno, aby se dokázal otáčet oběma směry, jelikož stavidlo je nutné zavírat i otevírat. Princip otáčení do opačného směru je v přehození fází do opačného pořadí. Na schématu jsou zaznamenány 2 větve, z nichž jedna má přehozené fáze L2 a L3. Když stykač sepne, spojí se kontakt a motor se uvede do pohybu. V obvodu je zapojen motorový spínač, který má zároveň slouží jako ochrana. V tomto základním schématu není zobrazena ovládací část.

Zapojení řízení

Před samotným zapojením zařízení pro vzdálené řízení je nutné ošetřit několik nežádoucích situací. Aby nedošlo k nekonečnému otevírání nebo zavírání stavidla a jeho následného poškození, navrhuji nainstalovat fyzicky na stavidlo mechanický koncový spínač rozpínací, který při dosažení minimální a maximální úrovně otevření stavidla přeruší kontakt. Při přerušení dojde k zastavení motoru a zamezí se jeho poškození.



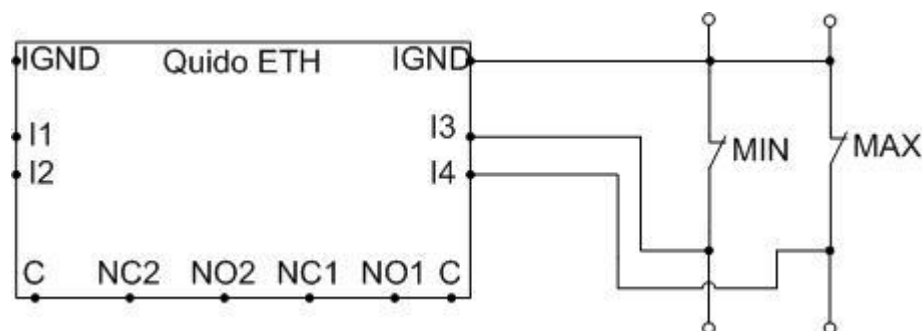
Obrázek 18: Návrh schéma zapojení Quido ETH 8/8 (Zdroj: vlastní zpracování)

Na výše uvedeném schéma zapojení je zobrazena ovládací část mezi zařízením Quido ETH 8/8 a motorem. Výstup 1, označen NO1, je propojen do stykače 2 přes

rozpínací kontakt MIN umístěný na stavidle, dále pokračuje obvod přes pomocný kontakt rozpínací stykače 1, který zajistí nemožnost spuštění opačného směru otáčení motoru v době, kdy je motor v činnosti. V případě nepoužití pomocného kontaktu stykače by mohlo dojít ke zkratu silového obvodu v případě sepnutí obou vstupů uživatelem. Zapojení výstupu 2 je obdobné, s tím rozdílem, že je celá situace obrácená. Výstup NO2 je propojen s rozpínacím kontaktem MAX, stykačem 1 a pomocným kontaktem stykače 2.

Pro možnost ručního ovládání navrhuji přidat do obvodu přepínač, který dokáže přepnout mezi vzdáleným řízením a ručním ovládáním. Přepínač se propojí se vstupy zařízení Quido, aby měl uživatel vzdálený přehled, který způsob řízení je právě aktivní. Ruční řízení navrhuji pomocí dvou tlačítek, z nichž každé určuje jeden směr. Tlačítka uzavřou ovládací obvod, stejně jako výstup ovládacího zařízení.

Ukazatel stavu

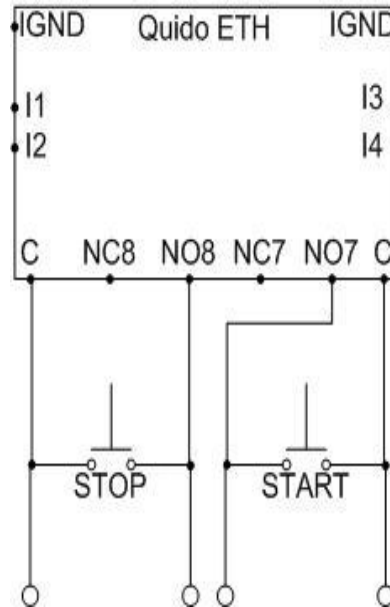


Obrázek 19: Návrh zapojení ukazatele stavu (Zdroj: vlastní zpracování)

Tento způsob zapojení zajistí informaci uživateli, jestli je stavidlo otevřené nebo zavřené. Případné ověření je možné i již výše navrhnutým kamerovým systémem. Vstupy zařízení Quido jsou propojeny s rozpínacími koncovými kontakty připevněnými na stavidle.

Zapnutí a vypnutí elektrárny

Výstupy Quido navrhuji propojit s tlačítky rozvaděče, aby bylo možné činnost elektrárny vzdáleně zastavit nebo spustit.



Tabulka 8: Návrh připojení - zastavení a spuštění elektrárny (Zdroj: vlastní zpracování)

Nastavení výstupů – Pro otevření a zavření stavidla navrhuji nakonfigurovat dva výstupy, z nichž každý bude na řízení stavidla v jiném směru. Výstup 1 nazveme „Otevření stavidla“ a výstup 2 „Zavření stavidla“. Tlačítka výstupů umožňují změnu zobrazovaného obrázku, následující položka v nastavení umožňuje tuto změnu. Režim výstupu navrhuji nastavit jako pulzní s kladným pulzem a délkou pulzu 120 sekund, což způsobí sepnutí výstupu na požadovanou dobu. Je to doba o 5 sekund delší, než otevření stavidla. Výstup 2 bude mít shodné nastavení, jediný jeho rozdíl bude v názvu výstupu.

Výstupy 5 a 6 řídí stejným způsobem motor česel, který pohání čistící zařízení. Motor má shodné zapojení, lze jej ovládat oběma směry, avšak jsou vynechány rozpínací kontakty, jelikož čistící zařízení může běhat kolem své osy libovolně dokola. Zpětný slouží pro případ zaseknutí nějaké větší nečistoty.

Výstupy 7 a 8 budou sloužit jako vzdálené tlačítka, jejich připojení bude realizované v rozvaděči, aby nahradili fyzická tlačítka.

Nastavení vstupů – Vstupy umožní sledování řízení, jestli je aktivní řízení vzdálené nebo řízení ruční. Nastavení provedeme opět přes webové rozhraní zařízení. V záložce vstupy nazveme první vstup „Automatické řízení“ a nastavíme obrázek na červenou a zelenou barvu pro signalizaci. Položka hlídat změny musí být zaškrtnutá a režim čítače vypnut. Počet vzorků pro změnu stavu doporučuji nastavit na 10, což znamená změnu stavu po deseti vzorcích jdoucích po sobě, čas odpovídá deseti milisekundám. Hlídaní změn navrhuji nechat vypnuté, jelikož by při změnách řízení docházelo k častému zasílání upozornění emailem. Vstup 3 navrhuji nazvat „zavřeno“ a vstup 4 „otevřeno“. Jejich nastavení bude stejné, jako u předchozích vstupů, jejich úkolem bude monitorovat, zda je stavidlo plně zavřené nebo otevřené.

4.5.2 Stavidlo 1 a jez

Pro řízení stavidla 1 platí stejná situace jak u stavidla 4, s tím rozdílem, že není potřeba stavidlo pouze otevřít a zavřít, ale je nutné stavidlo otevírat postupně podle hladiny na jezu.

Zjištění požadované hladiny zajistí čidlo měřící hydrostatický tlak. Snímač má měřící rozsah 0-1 metru a napěťový rozsah 0-2V. Pro čtení hodnot z čidla navrhuji použít převodník AD4ETH-U. Tento převodník je nutné při objednání nechat upravit z rozsahu 0-10V na rozsah 0-2V, tato úprava stojí 500Kč. Navrhuji zakoupit snímače dva, kdy jeden bude umístěn do náhonu pro možné porovnání reakcí na změny stavidla 1.

Rozsah v nastavení převodníku navrhuji zvolit tak, aby 1V znamenal 0 cm výšky hladiny, což bude značit hraniční bod. 2V budou 50cm a 0V bude -50cm.

Důležitým faktorem pro správné měření je zvolení umístění hladinového čidla, jelikož cílem je vědět, jestli je hladina nižší nebo vyšší než její nejnižší předepsaná hodnota zachovávající sanační průtok. Výšku snímače nastavíme přesně tak, aby na jeho výstupních svorkách bylo napětí 1V v místě, které se rovná hraniční rýsce pro nejnižší možnou hladinu.

Vzdálené řízení stavidla 1 bude téměř stejné, jako řízení stavidla 4, s jedním podstatným rozdílem, že výstupy pro řízení budou nastaveny jako pulzní s kladným pulsem 2 sekundy. Jednotlivé kroky je možné změnou délky pulzu kdykoliv dodatečně

poupravit. Nastavení tímto způsobem umožní velmi krátké posouvání stavidla jednotlivými směry a dodatečné ověření změny hladiny na jezu.

Podstatnou nevýhodou je skutečnost, že stavidlo 1 není osazeno motorem, musí se tedy motor dokoupit.

Tabulka 9: Cenová kalkulace - Návrh stavidlo 1 a jez (13) (16) (17)

Název	Počet [ks], Délka[m,h]	Cena [Kč]
Quido ETH 4/4	1	3.900
Quido ETH 8/8	1	5.280
AD4ETH-U s přenastaveným vstupem	1	6.600
Motorový spínač	2	900
Stykač	4	1.000
Rozpínací kontakt	4	400
Motor 0,5kW s převodovkou	1	12.000
Snímač hydrostatického tlaku	2	12.000
Kabely, příslušenství	1	1.000
Celkem		43.080

4.6 Měření teploty

V praxi se používá především jako kontrolní mechanismus, který dokáže signalizovat nějaký problém při opuštění teploty stanovených mezí. Sledování teploty se používá v mnoha odvětvích, jako typický příklad může sloužit osobní automobil.

V provozních kapalinách automobilu, konkrétně v chladící kapalině, bývá instalováno teplotní čidlo, které je propojeno s palubovým počítačem vozu a informuje řidiče o aktuální teplotě motoru vozidla. Řidič by měl vědět a dodržovat určitá pravidla pro podporu delší životnosti motoru automobilu. Za studena by neměl motor přetěžovat a vystavovat vysokým otáčkám, při přehřátí motoru by měl odstavit, aby vozidlo nepoškodil.

Navrhují měření teploty ložisek ve strojovně elektrárny, které jsou namáhány při výrobě energie. Teplotní snímač bude připojen do zařízení QUIDO ETH 8/8. Další dvě teplotní čidla navrhují připojit do zařízení AD4ETH-U, budou monitorovat teploty vody a teplotu vzduchu. Tyto informace jsou důležité hlavně kvůli vysokým mrazům, kdy není doporučeno elektrárnu provozovat.

Tabulka 10: Cenová kalkulace - Teplotní čidlo (16)

Název	Počet [ks], Délka[m,h]	Cena [Kč]
Snímač teploty	3	1.350

4.7 Návrh propojení elektrárny a jezu

Vzhledem k tomu, že na jezu není dostupná vůbec žádná elektrická ani datová síť, v okolí není k dispozici žádná přípojka k elektrické síti, navrhuji propojit elektrárnu a jez výkopem, do kterého se nainstaluje potřebný datový a elektrický kabel.

Vzdálenost mezi oběma místy je 400 metrů a povrch je většinou travní směs nebo plevel. Jedná se o dvě parcely, z nichž jedna je v majetku majitele elektrárny. V první fázi se musí kontaktovat stavební úřad, který vydá seznam dotčených vlastníků jiných staveb, které by mohly být výkopem dotčeny. Žadatel je povinen zaslat písemnou žádost o vyjádření k existenci sítí všem dotčeným subjektům. Dále je nutné požádat o vyjádření i dotčené orgány, jako odbor životního prostředí apod. Dle dostupných informací nejsou v trase uvažovaného výkopu žádné překážky ve formě jiných sítí, bude tedy možné celý výkop provést strojně bagrem. Veškeré administrativní kroky navrhuji nechat provést odbornou firmou, která se specializuje na kompletní vyřízení územního řízení. Vzhledem k tomu, že se jedná o dvě parcely, celý proces zařízení povolení bude trvat přibližně 90 dnů. Odhadovaná doba výkopu a zpětného zasypání po položení kabelů je 12 hodin.

Vzhledem k tomu, že by nemělo dojít k poškození datových kabelů po jejich položení do země, doporučuji instalovat do výkopu HDPE chráničku o průměru 40/33 (vnější, vnitřní), do které se následně zatáhne elektrický kabel. Vzhledem ke kroucení elektrického kabelu při zatahování doporučuji zakoupit HDPE mikrotrubičku, do které bude samostatně zatažen optický kabel. Výrobce uvádí, že není nutné při položení chráničky výkop pískovat, ušetří se tím finanční prostředky.

K datovému propojení navrhuji použít optický kabel s dvanácti vlákny, jelikož cenový rozdíl mezi kabely s nižšími počty vláken není příliš významný. Elektrické propojení zajistí kabel CYKY 5 x 2,5.

K včasnému pokládání chráničky, aby mohl bagr pracovat nepřetržitě, je nutná asistence dalších dvou lidí.

Datový i elektrický kabel musí být na obou stranách zapojen, u jezu je nutné zapojit kabely ve vodotěsném rozvaděči. Pro potřeby ovládání jezu a elektrické přípojky postačí rozvaděč o rozměrech 53x50x14cm. Zapojení elektrické části provede odborný pracovník nebo firma.

Technické řešení je možné v budoucnu kdykoliv vylepšit, propojení jednotlivých částí elektrárny je připravené na jakékoliv vylepšení, protože mezi propojenými místy je instalována HDPE chránička, do které je možné přidat nový kabel s minimálními náklady.

Tabulka 11: Cenová kalkulace - připojení jezu (8) (9) (13)

Název	Počet [ks], Délka[m,h]	Cena [Kč]
HDPE Chránička 40/33mm	410	9.840
HDPE mikrotrubička 12/8 silnostěnná	410	2.460
Optický kabel k zafouknutí, 12 vláken SM 9/125	430	4.300
Kabel CYKY 5x2,5	430	16.770
Elektromateriál	1	2.000
Příslušenství optické	1	1.000
Rozvaděč venkovní	1	3.000
Celkem		39.370

4.8 Návrh datové sítě

V této fázi již je jasné, kde budou umístěna jednotlivá zařízení, které budou komunikovat po síti. Datová síť bude sloužit ke komunikaci veškerých součástí MVE s internetovou bránou a umožní vzdálený přístup na jednotlivé součásti ze sítě internet.

Všechna navrhovaná zařízení mají rozhraní RJ-45, je tedy nutné k těmto zařízením nainstalovat datové vedení, které bude mít ve své koncové fázi uvedený konektor. Všechna uvedená zařízení potřebují i elektrické napájení. Před samotným návrhem je potřeba si ujasnit důležitá fakta, které ovlivní směr a způsob mého návrhu:

- **Vzdálenost mezi místy je větší, než 100 metrů** – Teorie říká, že datový UTP, STP, FTP kabel má maximální možnou použitelnou vzdálenost 100

metrů. V praxi se doporučuje orientace na vzdálenosti spíše do 80 metrů. Realita je mnohdy úplně jiná. Vzhledem ke vzdálenosti jezu a řídicí části elektrárny, která je 400 metrů, není možné použít metalické vedení pro počítačovou síť ethernet,

- **U jezu a stavidla 1 není datová síť ani elektrická přípojka** - Navrhované vzdálené řízení nemá žádný význam bez připojení do počítačové a elektrické sítě. Ovládací zařízení, motor a jiné součásti nemohou být bez napájení v provozu.

Navrhuji nainstalovat do prostorů elektrárny nástěnný datový rozvaděč, ve kterém budou umístěny veškeré aktivní prvky a patch panel.

Připojení snímače výkonu a hladiny u elektrárny

Snímač musí být napájen adaptérem, který se zapojí do zásuvky 230V a jeho výstup je 12V DC. V místě již je připravená elektrická zásuvka, takže není nutné cokoliv měnit.

Zařízení má ethernetové rozhraní, datovým kabelem s koncovkou RJ-45 se zapojí do portu 1 switchu umístěného v elektrárně.

Připojení kamer a NVR

První kamera je v prostředí elektrárny, její připojení je možné pomocí ethernet portu. Kamera se připojí ze switchu v elektrárně. Napájení navrhuji zapojit pomocí PoE (Power Over Ethernet), kdy je na jednu stranu datového kabelu připojen napájecí zdroj, ethernet port v kameře si data a napájení následně rozdělí.

Druhá kamera je v prostředí jezu, její napájení navrhuji nainstalovat z elektrické zásuvky na jezu. Datový kabel navrhuji připojit do switchu 2, který se nachází na jezu.

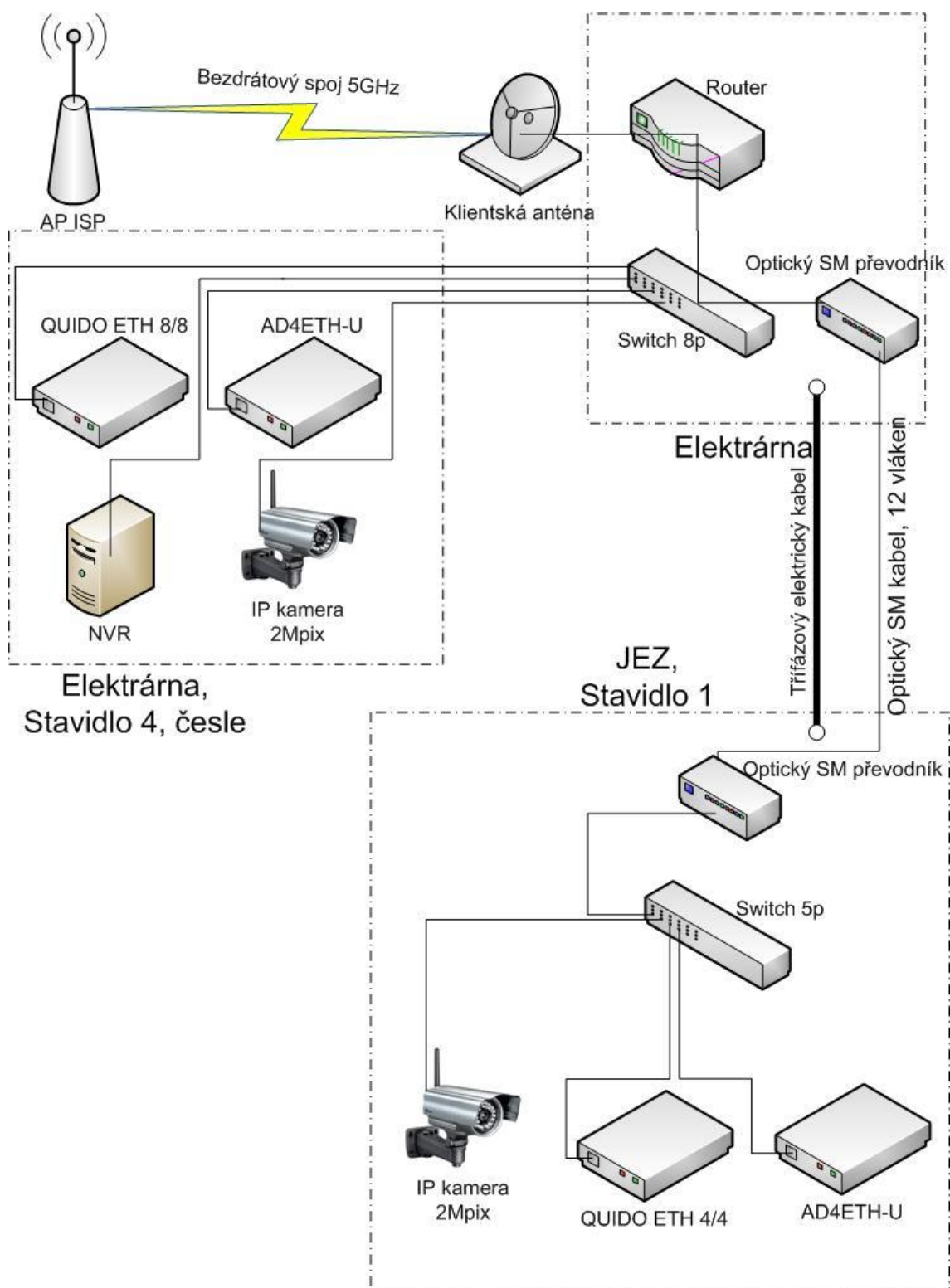
Network video recorder, neboli nahrávací zařízení, navrhuji umístit do elektrárny a připojit k switchi 1.

Připojení ovládání stavidla 1 a jezu

Quido, AD4ETH-U i kamera budou připojeny do elektrické sítě na jezu, aby byl možný jejich provoz. Jejich datové porty navrhuji připojit do switchu 2, který je umístěn také na jezu.

Připojení ovládání stavidla 4 a ovládání česel

Ovládací zařízení navrhuji připojit do switchu 1, který se nachází v prostorách elektrárny. Pro správnou funkci je potřeba zapojit i napájecí část.



Obrázek 20: Návrh schéma datové sítě (Zdroj: vlastní zpracování)

4.8.1 Konfigurace routeru

RouterBoard 750 je router s operačním systémem MikroTik. Nastavení routeru navrhuji provést prostřednictvím softwaru WinBox.

Připojení k routeru prostřednictvím zmíněného softwaru je možné dvěma způsoby. U obou způsobů je nutné, aby byl router ve stejné počítačové síti jako počítač, ze kterého se nastavení provádí. Buď je možné si nechat routerem přidělit IP adresu a ostatní nastavení, jelikož je továrně přednastavený a má aktivní DHCP server. Druhou možností je kliknout na symbol třech teček v okně WinBoxu a prostřednictvím zobrazené MAC adresy se k zařízení připojíme.

V intuitivním prostředí je důležité nastavit v menu IP-DHCP Client kliknutím na symbol „+“ rozhraní, na kterém chceme tuto službu aktivovat. V tomto případě se jedná o ether1, který bude sloužit jako WAN port připojený k poskytovateli prostřednictvím antény RouterBoard SXT. Pro správnou funkci je nutné zaškrtnout kolonky „Use Peer DNS“ a „Add Default Route“, aby zařízení dokázalo přeložit adresy a vědělo, která cesta je do sítě internet.

Pro aktivaci služeb je potřeba předat MAC adresu WAN portu poskytovateli. Adresu lze zjistit dvojklikem na rozhraní v položce interfaces.

Dále je nepostradatelné nastavení vnitřní IP adresy, které najdeme v IP-Addresses. Továrně přednastavená síť 192.168.88.0/24 s přednastaveným DHCP Serverem vyhovuje. DHCP Server rozdává adresy všem zařízením bez potřeby předchozí registrace. Z bezpečnostních důvodů doporučuji toto nastavení změnit, ideálně po zprovoznění veškerých zařízení v síti.

Aby mohlo dojít k přesměrování portů na jednotlivé ovládací zařízení, musí dojít ke statickému přidělování adres jednotlivým zařízením.

Address	MAC Address	Client ID	Server	Active Address	Active MAC Address	Active Hostname	Expires After	Status
::: NVR - Kamerovy server - Elektrama								
192.168.88.2	00:00:00:00:00:99		MVE					waiting
::: Quido - Stavidlo 4 + Cesle								
192.168.88.10	00:00:00:00:00:01		MVE					waiting
::: AD4ETH-U - Elektrama								
192.168.88.11	00:00:00:00:00:02		MVE					waiting
::: Quidi - Stavidlo 1 + Jez								
192.168.88.12	00:00:00:00:00:03		MVE					waiting
::: AD4ETH-U - Jez								
192.168.88.13	00:00:00:00:00:04		MVE					waiting
::: Kamera 1 - Stavidlo 4 + Cesle								
192.168.88.14	00:00:00:00:00:05		MVE					waiting
::: Kamera 2 - Jez								
192.168.88.15	00:00:00:00:00:06		MVE					waiting

Obrázek 21: Návrh nastavení DHCP serveru (Zdroj: vlastní zpracování)

Výše uvedený návrh nastavení DHCP serveru má smyšlené MAC adresy, při realizaci je důležité zadat do kolonky MAC Address správné adresy jednotlivých zařízení. Přidělení přístupových údajů lze ověřit v záložce Leases.

Pro umožnění přístupu z vnějšího prostředí je potřeba nastavit přesměrování portů v položce IP-Firewall. Navrhují přidat minimálně 10 pravidel pro přesměrování portů.

WAN:554 > 192.168.88.2:554 – RTSP port pro přímé přehrávání videa

WAN:1000 > 192.168.88.2:80 – Přesměrování na webový port NVR serveru

WAN:1001 > 192.168.88.10:80 – Přesměrování komunikace na Quido ETH 8/8 umístěné v elektrárně.

WAN:1002 > 192.168.88.11:80 - Přesměrování komunikace na AD4ETH umístěné u stavidla 4.

WAN:1003 > 192.168.88.12:80 - Přesměrování komunikace na Quido ETH 4/4 umístěné u stavidla 1.

WAN:1004 > 192.168.88.13:80 - Přesměrování komunikace na AD4ETH umístěné u jezu

WAN:1005 > 192.168.88.14:80 – Přesměrování webového portu na kameru 1

WAN:1010 > 192.168.88.14:554 – Přesměrování video portu na kameru 1

WAN:1006 > 192.168.88.15:80 - Přesměrování webového portu na kameru 2

WAN:1020 > 192.168.88.15:554 - Přesměrování video portu na kameru 1

Tabulka 12: Cenová kalkulace - Návrh datové sítě (8) (12) (13)

Název	Počet [ks], Délka[m,h]	Cena [Kč]
RouterBoard 750	1	1.000
Switch Netgear 8port 10/100Mbps	2	1.200
Media konvertor SM	2	2.000
Datový kabel FTP	50	300
Příslušenství sítě - (konektory,zásuvky,patch panel)	1	1.500
Rozvaděč vnitřní	1	2.500
Celkem		8.500

4.9 Společné ovládání instalovaných zařízení

Ovládání všech zařízení je možné prostřednictvím prohlížeče, v ideálním případě Internet Exploreru. S využitím záložek, které dnes nabízí většina internetových prohlížečů, uživatel získá slušný přehled a může jednoduše přepínat mezi zařízeními.

Pro centralizované ovládání navrhuji použít software od společnosti Papouch s názvem WIX, který je k dispozici zdarma na jejich webových stránkách s omezením počtu instalovaných zařízení. Software dokáže spolupracovat s většinou zařízení nabízených firmou, mezi tyto zařízení patří i všechna mnou výše navrhovaná.

Postup při konfiguraci jednotlivých zařízení v programu je vcelku intuitivní. V záložce „seznam modulů“ je dostupné tlačítko „přidat čidlo“, po jehož stisku se volí druh zařízení a jeho libovolný název. V následující tabulce dochází na volbu IP adresy a portu, na kterém zařízení komunikuje. Postupným přidáním všech čidel je možné generovat a uchovávat grafy.

Velmi důležitou funkcí WIXu je možnost přidání akcí, na základě kterých program provede požadované úkony. Tímto nástrojem je možné automaticky regulovat hladinu na jezu. Navrhuji přidat následující podmínky:

- **Regulace hladiny na jezu 1** – Pokud dojde k poklesu hodnoty hladiny pod 0 na AD4ETH-U, program sepne relé na výstupu QUIDA ETH pro snížení stavidla.
- **Regulace hladiny na jezu 2** – Pokud dojde k růstu hodnoty hladiny nad 3 na AD4ETH-U, program sepne relé na výstupu QUIDA ETH pro zvýšení stavidla.

Výše uvedené podmínky jsou řešením pro automatickou regulaci stavidla na jezu, podmínkou jejich správné funkce je zapnutý a připojený počítač se spuštěným dohledovým softwarem.

4.10 Časový plán instalace

Pro podpoření úspěšnosti realizace návrhu doporučuji řídit se časovým plánem, který stanoví termín a dobu instalace jednotlivých částí návrhu. Návrh časového plánu je obecný, jelikož volbu konkrétního období instalace přenechám na majiteli, který bude mít na výběr z mnou navržených možností.

4.10.1 Fáze plánování

Instalace zařízení a jeho zprovoznění je vhodné naplánovat na dobu, kdy je možné elektrárnu odstavit. Odstavení z technické stránky je možné v podstatě kdykoliv, avšak majitel by se touto činností mohl připravit o očekávané výnosy. Naopak termín realizace by neměl být určitě v zimních měsících, kdy jsou teploty pod bodem mrazu. Nízké teploty znemožňují instalační práce, převážně výkopové práce.

Období realizace doporučuji v období duben – září. Realizaci dříve než v květnu mohou provázet nepříjemné ranní mrazy. Pozdější počátek realizace než v září nedoporučuji, jelikož možné komplikace mohou natáhnout celou instalaci a do začátku zimy nemusí být dostatek prostoru k vyřešení všech možných komplikací.

Výkop od elektrárny k jezu, instalaci kabelů a zasypání výkopu odhaduji na maximálně 2 dny práce, avšak samotné administrativní vyřízení, které musí předcházet zahájení výkopu, odhaduji na 90dní.

4.10.2 Fáze přípravy

Před zahájením musí být vyřízené povolení od příslušného stavebního úřadu na výkop pro připojení jezu. Bez povolení není možné realizovat návrh vzdáleného řízení elektrárny, jelikož výkop je nezbytnou součástí návrhu.

Vhodnou přípravou je zjištění dostupnosti jednotlivého navrhnutého zboží a termíny jejich dodání.

21dní před začátkem

Doporučuji alespoň 21 dní před začátkem realizace dle uvedeného seznamu objednat materiál a zařízení, které je nutné k realizaci celého návrhu. Dále doporučuji domluvit termíny s jednotlivými dodavateli, kteří se zúčastní fáze realizace.

4.10.3 Fáze realizace

Všechny práce navrhuji realizovat v pracovním týdnu se začátkem v pondělí, aby průběh instalačních prací nebyl přerušen víkendem a mohlo dojít ke spuštění pilotního provozu koncem týdne.

Den 1 – Pondělí

Zahájení výkopových prací, položení chrániček do výkopu a zasypání celé trasy výkopu. Se začátkem v ranních hodinách je reálné tuto činnost stihnout během pondělí.

Den 2 – Úterý

Zafouknutí kabelů do HDPE chrániček. Zároveň navrhuji zahájení elektroinstalačních prací jako umístění a zapojení ovládacích zařízení, kamer, kamerového serveru a montáž antény pro připojení k internetu a síťových prvků umístěných v elektrárně a jejím okolí.

Den 3 – Středa

Pokračování v montáži ovládacích zařízení v místě elektrárny. Montáž rozvaděče a jeho osazení v místě jezu je možné již zahájit, protože kabel je v místě již natažen.

Den 4 – Čtvrtek

Osazení rozvaděče a instalace ovládacích a síťových prvků v místě jezu. Instalace kamery u jezu. Zahájení konfigurace síťových prvků.

Den 5 - Pátek

Konfigurace sítě a všech zařízení připojených do počítačové sítě zařízení. Revize na elektroinstalační část. Zahájení pilotního provozu

Den 6 – Den 14

Zkušební režim, ve kterém budou vyzkoušeny všechny funkce všech řízených zařízení a popsány případné nedostatky v konfiguraci nebo instalaci.

Den 15 a 16

Prostor k odstranění uvedených nedostatků jakéhokoliv druhu a následné zahájení ostrého provozu.

Tabulka 13: Harmonogram instalačních prací (Zdroj: vlastní zpracování)

	-21	1	2	3	4	5	6-14	15 a 16
Výkop								
Instalace propojení								
Instalace sítě								
Instalace řízení								
Instalace kamer								
Konfigurace sítě								
Revize								
Zkušební režim								
Opravy								

4.11 Shrnutí

4.11.1 Práce

V jednotlivých dílčích cenových kalkulacích jsou uvedeny ceny za materiál potřebný k danému návrhu. Pro kompletní návrh uvádím ceny instalačních prací, které zajistí odborné firmy. Některé z prací lze nahradit pro případ, že by měl majitel zájem dané úkony provést vlastnoručně nebo v kruhu rodiny a ušetřit vynaložené finanční prostředky.

Tabulka 14: Cenová kalkulace – Práce

Práce		
Název	Počet [ks], Délka[m,h]	Cena [Kč]
Administrativní úkony k položení kabelu	1	23.000
Výkopové práce	12	8.400
Pomocná síla u výkopu při instalaci HDPE	12	3.600
Zafouknutí kabelů do chrániček	800	12.800
Svaření optického kabelu	4	2.000
Elektroinstalace - elektrárna a jez	1	5.000
Konfigurace zařízení dle návrhu	8	3.200
Revize	1	2.000
Celkem		60.000

4.11.2 Rekapitulace nákladů

Pro stanovení cílové částky je nutné sečíst všechny uvedené kategorie a vyčíslit celkové náklady na realizaci mého návrhu.

Název	Cena [Kč]
Připojení k internetu	1.600
Kamerový systém	18.644
Monitorování výkonu	6.250
Řídící technika	43.080
Teplotní snímač	1.350
Propojení elektrárny a jezu	39.370
Počítačová síť	8.500
Práce	60.000
Celkem	178.794

Tabulka zahrnuje materiálové položky jednotlivých kapitol návrhu řešení a položku práce obsahující veškeré instalační činnosti. Zachycuje kalkulace jednotlivých částí návrhu pro snazší orientaci.

Ve výsledné kalkulaci není zahrnuta žádná finanční rezerva. Rezervu navrhuji ve výši 21.206Kč, aby cílová částka byla rovna 200.000Kč. Rezerva bude sloužit pro nečekané výdaje při realizaci návrhu.

4.11.3 Způsob financování a bilance

Na základě požadavků majitele, který je ochoten obětovat měsíčně maximálně 10.000Kč po dobu pěti let jsem sestavil návrh financování úvěrem.

Zřízení úvěru s čerpáním 200.000Kč a úrokem 10,5% stojí jednorázově 7000Kč. Měsíční vedení úvěrového účtu vyjde majitele na 300Kč. Úvěr navrhuji s konstantní platbou, která je při uvedeném úroku se započítáním platby za vedení úvěrového účtu 9575Kč.

Tabulka 15: Orientační přehled očekávaných nákladů a výnosů po realizaci návrhu (Zdroj: vlastní zpracování)

	Platba úvěr [Kč]	Mzdy [Kč]	Návštěvy [Kč]	Prodej [Kč]	Zisk při úvěru [Kč]	Zisk bez úvěru [Kč]	Původní zisk[Kč]
Leden	9.575	360	400	0	-10.535	-960	-1.900
Únor	9.575	576	600	4.147	-6.804	2.771	-384
Březen	9.575	2.304	0	16.589	4.510	14.085	7.864
Duben	9.575	3.514	400	25.298	11.609	21.184	11.298
Květen	9.575	4.464	800	26.957	11.918	21.493	9.504
Červen	9.575	4.090	400	29.445	15.180	24.756	13.314
Červenec	9.575	3.974	0	28.616	14.866	24.441	13.710
Srpen	9.575	3.809	0	26.127	12.543	22.119	12.051
Září	9.575	2.088	1.000	12.442	-422	9.154	2.948
Říjen	9.575	4.363	1.200	23.639	8.301	17.876	6.191
Listopad	9.575	3.744	400	16.589	2.670	12.245	3.464
Prosinec	9.575	691	0	4.977	-5.490	4.085	2.219

Výše uvedená tabulka zobrazuje očekávané hodnoty během jednotlivých měsíců kalendářního roku po realizaci mého návrhu. Úvěru má po dobu 24 měsíců konstantní platbu, mzdy jsou sníženy na 40%, návštěvy elektrárny ze strany majitele se očekává

v poloviční výši a prodej energie by měl vzrůst o 20%. V posledním sloupci je zobrazený zisk ve dvou variantách. Jedna zobrazuje zisk při platbě úvěru, druhá bez úvěru, tedy po jeho zaplacení.

4.12 Zhodnocení návrhu

4.12.1 Přínosy návrhu

Po realizaci návrhu získají majitel a správce vzdálený přístup k elektrárně. Mohou si vybrat mezi několika způsoby přístupu k elektrárně.

Zařízení se vstupy umožňuje vzdálené zobrazení výkonu elektrárny, teplot a hladiny. Tyto informace slouží k informovanosti majitele a podpoře správného rozhodnutí správce elektrárny.

Zařízení pro vzdálené řízení elektrárny zprostředkovává svým uživatelům možnost ovládat důležité části elektrárny. Návrh obsahuje všechny důležité funkce, mezi které patří hlavně :

- Vypnutí a zapnutí provozu elektrárny
- Otevření nebo zavření stavidla 4 při poruše elektrárny
- Regulace stavidla 1 pro řízení objemu vody, který vtéká do náhonu a následně do elektrárny
- Obousměrné ovládání čističe česel

Instalace vzdáleného řízení umožňuje i zpětné přepnutí na ruční režim. Přepnutí je signalizováno, uživatelé vzdáleného přístupu jsou informováni.

Obrazový dohled prostřednictvím nainstalovaných kamer umožní správci a majiteli zjistit případnou příčinu poruchy. Nainstalovaný kamerový systém umožňuje odhalení páchaní trestné činnosti v objektu malé vodní elektrárny, jelikož je uchován záznam pro následnou reprodukci takto vzniklé situace.

Hlavním přínosem, hlavně pro majitele elektrárny, je snížení nákladů na pracovníka, který po realizaci návrhu bude mít poloviční množství práce. Na základě navržené automatické regulace stavidla 1 na jezu, vzdálené manuální regulace správcem elektrárny a díky včasnému zjištění poruchy prostřednictvím vzdáleného dohledu nebo SMS zprávy je očekávaný přírůstek výnosů za prodej energie o 20%.

4.12.2 Možné komplikace

Významným rizikem může být komplikace ze strany jednotlivých dodavatelů služeb, kteří se podílí na realizaci dle časového plánu. Jakékoliv zdržení, mohou narušit průběh a může dojít k posunutí harmonogramu například následujícími chybami:

- **Nedostatečná technická připravenost** - Opatřením ke snížení rizika je výborné informování zúčastněných subjektů, aby nemohlo dojít k nedostatečné připravenosti a celkovému zdržení při instalačních pracích.
- **Nekvalitní personální zastoupení** - Opatřením ke snížení rizika je vhodný výběr dodavatele, v ideálním případě výběr na základě kladných referencí.

Mezi další možné komplikace zařazují prodlení při výkopových pracích, které může být způsobeno špatnou povahou půdy nebo nepříznivým klimatickým podmínkám v době realizace.

Dodávka navrhovaného materiálů a zařízení může obsahovat vadné kusy, které nebude možné nainstalovat. Realizace objednávky v dostatečném předstihu zajistí případný prostor na reklamaci vadného zboží.

Závěr

Zastaralé ruční řízení není v dnešní době příliš efektivní. Pokud chce provozovatel malé vodní elektrárny zlepšit provozní procesy za účelem zvýšení zisku z výroby energie, měl by inovovat především techniku a systém řízení.

Aby se podařilo zefektivnit provozní procesy, je nutné ke každé z malých vodních elektráren přistupovat individuálně a důkladně analyzovat její nedostatky. Následný návrh musí obsahovat řešení všech důležitých nedostatků, kterými daná elektrárna disponuje.

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout systém vzdáleného řízení, který usnadní řízení a údržbu elektrárny. Navrhl jsem kompletní plán pro instalaci vzdáleného řízení a dohled nad malou vodní elektrárnou. Investice do elektrárny nepřesahující částku 200.000Kč se ukázala jako výhodná, jelikož zajistí vyšší zisk z výroby elektrické energie.

Použitá literatura

Knižní publikace

- (1) BASTIAN, Peter. Praktická elektrotechnika. 2., dopl. vyd. [s.l.] : Europa Sobotáles, 2006. 303 s. ISBN 80-86706-15-X.
- (2) DONAHUE, Gary A. Kompletní průvodce síťového experta . 1. vydání . [s.l.] : CPress, 2009. 528 s. ISBN 978-80-251-2247-1.
- (3) HOLATA, Miroslav. Malé vodní elektrárny. [s.l.] : Academia, 2002. 272 s. ISBN 80-200-0828-4.
- (4) SOSINSKY, Barrie. Mistrovství – počítačové sítě : Vše, co potřebujete vědět o správě sítě. 4. vydání. [s.l.] : Cpress, 2010. 840 s. ISBN 978-80-251-3363-7.
- (5) ZANDL, Patrick. Bezdrátové sítě WiFi: praktický průvodce. Vyd.1. Brno : Cpress, 2003. 190 s. ISBN 80-7226-632-2.

Elektronické zdroje

- (6) ALTERNETIVO S.R.O. *Alternetivo - UTM bezpečnost, ethernet switche, optické kabely, kabeláže, wifi podnikové sítě (B2B e-shop)* [online]. © 1996-2011 [cit. 2012-05-05]. Dostupné z: <http://www.alternetivo.cz/>
- (7) DURA-LINE CT, s.r.o. *AD Technologies* [online]. [2012] [cit. 2012-05-09]. Dostupné z: <http://www.duraline.cz/>
- (8) ED' SYSTEM CZECH, a.s. *ED' system Czech, a. s. / HW, SW, komponenty, mobility, digitální technika* [online]. © 2007 – 2012 [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: <http://www.edsystem.cz/>
- (9) EkoWATT - informace, obnovitelné zdroje energie, energie vody.
BERANOVSKÝ, Jiří, Monika KAŠPAROVÁ, František MAHOLDA, Karel

SRDEČNÝ a Jan TRUXA. *EkoWATT* [online]. © 2007 [cit. 2012-04-10].

Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-vody>

- (10) GRYGOVÁ, Lucie. Malé vodní elektrárny. *PŘÍRODA.cz - příroda, ekologie, životní prostředí* [online]. 3.11.2010 [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=1266> <http://www.spvez.cz/index.htm>
- (11) Hotovostní půjčky, spotřebitelské úvěry, nákup na splátky, leasing - Finance.cz. FINANCE MEDIA A.S. *Finance.cz - daně, banky, kalkulačky, spoření, kurzy měn* [online]. [2012] [cit. 2012-05-05]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/uvery-a-pujcky/>
- (12) I4WIFI A.S. *Wifi technika od odborníků - i4wifi a.s.* [online]. © 2012 [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: <http://www.i4wifi.cz/>
- (13) IPMEDIA S.R.O. *IPMEDIA - Distributor síťových technologií* [online]. © 2012 [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://www.ipmedia.cz/>
- (14) LAIKA, Viktor. *Abeceda vodních pohonů* [online]. [2009] [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://mve.energetika.cz>
- (15) Malé vodní elektrárny. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. © 2008-2012 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/male_vodni_elektrarny
- (16) PAPOUCH S.R.O. *Papouch > Home* [online]. © 2006-2012 [cit. 2012-04-12]. Dostupné z: <http://www.papouch.com/cz/>
- (17) SCHRACK TECHNIK SPOL. S R.O. *Schrack Technik Česká republika* [online]. © 2012 [cit. 2012-04-23]. Dostupné z: <http://www.schrack.cz/>

- (18) Úvěrová kalkulačka. MAFRA A.S. *Finance iDNES.cz* [online]. © 1999-2012 [cit. 2012-05-15]. Dostupné z: http://kalkulacky.idnes.cz/cr_uverova-kalkulacka.php
- (19) *Zpráva o plnění indikativního cíle výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie za rok 2010* [online]. 2011 [cit. 2012-05-12]. Dostupné z: <http://download.mpo.cz/get/29807/50655/583501/priloha001.pdf>

Seznam zkratek

DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol

FTP – File Transfer Protocol

IP – Internet Protocol

MAC – Media Access Control

MVE – Málá vodní elektrárna

NC – Normally closed

NO – Normally open

PoE – Power Over Ethernet

SMTP – Simple Mail Transfer Protocol

WAN – Wide Area Network

Seznam obrázků

Obrázek 1: Současný stav MVE (Zdroj: vlastní zpracování)	14
Obrázek 2: Vodní dílo potoční (14).....	29
Obrázek 3: Vodní dílo jezové (14)	30
Obrázek 4: Vodní dílo derivační (14).....	30
Obrázek 5: Vodní dílo nízkotlaké (14)	31
Obrázek 6: Vodní dílo s tlakovým přivaděčem (14).....	31
Obrázek 7: Betonový jez s prohloubeným vývařišťem (14)	33
Obrázek 8: Stavidlo (14).....	34
Obrázek 9: Šikmý otevřený přepad (14).....	35
Obrázek 10: Lapač nečistot (14).....	36
Obrázek 11: Betonový, cihelný nebo kamenný náhon (14).....	37
Obrázek 12: Biokoridor (14).....	40
Obrázek 13: Princip vyhodnocování změn na vstupech (16)	43
Obrázek 14: Obrazové znázornění funkcí softwaru WIX (16).....	43
Obrázek 15: Venkovní IP kamera, 2Mpix, H.264, IR přísvit, PoE (12).....	48
Obrázek 16: AD4ETH-U Převodník (13).....	53
Obrázek 17: Návrh schéma zapojení motoru (Zdroj: vlastní zpracování).....	56
Obrázek 18: Návrh schéma zapojení Quido ETH 8/8 (Zdroj: vlastní zpracování).....	57
Obrázek 19: Návrh zapojení ukazatele stavu (Zdroj: vlastní zpracování).....	58
Obrázek 20: Návrh schéma datové sítě (Zdroj: vlastní zpracování).....	66
Obrázek 21: Návrh nastavení DHCP serveru (Zdroj: vlastní zpracování)	68

Seznam grafů

Graf 1: Orientační počet zásahů do stavidel (Zdroj: vlastní zpracování)	17
Graf 2: Podíl druhů vodních elektráren na hrubé výrobě elektřiny (19)	21
Graf 3: Vývoj hrubé výroby elektřiny (19).....	22

Seznam tabulek

Tabulka 1: Harmonogram údržby MVE (Zdroj: vlastní zpracování)	18
Tabulka 2: Průměrné náklady a výnosy v období 2008-2011 (Zdroj: vlastní zpracování)	19
Tabulka 3: Cenová kalkulace (13)	46
Tabulka 4: Rozhodovací tabulka obrazového sledování (Zdroj: vlastní zpracování)	47
Tabulka 5: Přehled funkcí variant kamerového systému (Zdroj: vlastní zpracování)....	51
Tabulka 6: Cenová kalkulace - kamerový systém (8) (12).....	52
Tabulka 7: Cenová kalkulace - Sledování výkonu a hladiny (16).....	54
Tabulka 8: Návrh připojení - zastavení a spuštění elektrárny (Zdroj: vlastní zpracování)	59
Tabulka 9: Cenová kalkulace - Návrh stavidlo 1 a jez (13) (16) (17)	61
Tabulka 10: Cenová kalkulace - Teplotní čidlo (16)	62
Tabulka 11: Cenová kalkulace - připojení jezu (8) (9) (13)	63
Tabulka 12: Cenová kalkulace - Návrh datové sítě (8) (12) (13)	69
Tabulka 13: Harmonogram instalačních prací (Zdroj: vlastní zpracování)	72
Tabulka 14: Cenová kalkulace – Práce	73
Tabulka 15: Orientační přehled očekávaných nákladů a výnosů po realizaci návrhu (Zdroj: vlastní zpracování).....	74