

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra elektroenergetiky a ekologie

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Optimalizace výroby elektrické energie
z obnovitelných zdrojů v dané lokalitě**

Autor: Václav Turek

2013

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2012/2013

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

Jméno a příjmení: **Václav TUREK**
Osobní číslo: **E11N0139P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektroenergetika**
Název tématu: **Optimalizace výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů
v dané lokalitě**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

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

1. Provedte rozbor dané lokality.
2. Řešte optimalizaci provozu a proveďte návrh vzdáleného ovládání a dohledu MVE v dané lokalitě.
3. Provedte praktickou montáž vzdáleného ovládání a dohledu MVE a demonstруйте funkčnost dle návrhu.
4. Řešte možnosti dalšího využití obnovitelných zdrojů v dané lokalitě.
5. Provedte zhodnocení praktického provozu a uveďte význam optimalizace a rozšíření.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:


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

Vedoucí diplomové práce: **Prof. Ing. Jan Mühlbacher, CSc.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2013**


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




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

V Plzni dne 15. října 2012

Anotace

Předkládaná diplomová práce se zabývá optimalizací výroby elektrické energie v předem dané lokalitě. Dále je v ní obsažena úvaha a základní návrh na rozšíření o možnost využití dalších obnovitelných zdrojů v lokalitě. Práce také zahrnuje návrh a provedení – praktickou montáž elektroniky pro vzdálenou obsluhu, dohled a ovládání. Dále obsahuje jednotlivá schémata a fotografie, které představují výsledek optimalizace provozu MVE v praxi.

Klíčová slova

Vodní elektrárna, MVE, vzdálený dohled, obsluha MVE, vzdálené ovládání MVE, malá vodní elektrárna, provozní režimy MVE, bezpečnostní opatření MVE, licence ERÚ, technické a ekonomické zhodnocení při využívání obnovitelných zdrojů.

Abstrakt

This thesis deals with the optimization of electricity production in the area. In addition, there is included a basic consideration and the proposal to extend the possibility of using other renewable sources in the locality. The work also includes the design and construction - the practical electronics assembly for remote operation, monitoring and control. It also contains various diagrams and photographs that are the result of optimizing the operation of MVE in practice.

Keywords

Hydroelectric power, MVE, remote monitoring, operation MVE, MVE remote control, a small hydroelectric power plant, operating modes, MVE, MVE precautions, license ERO, technical and economic evaluation of the use of renewable resources.

Prohlášení

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

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

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

V Plzni dne

Václav Turek

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Prof. Ing. Janu Mühlbacherovi, CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Seznam zkratek

MVE	malá vodní elektrárna
ERÚ	Energetický regulační úřad
ř.km	říční kilometr
m.n.m.	metrů nad mořem
Q_{mzp} , MZP	minimální zůstatkový průtok
MT5, MT3	Metaz 5 a Metaz 3
l/s	objem litrů za sekundu
kW	jednotka výkonu – kilowatt
kWp	jednotka výkonu – kilowatt peak
SEA	společnost pro elektrotechnické aplikace
PTZ	pan tilt zoom

Obsah

Úvod.....	10
1 Rozbor dané lokality	10
1.1 Základní informace.....	11
1.2 Stávající vodní dílo MVE Dolní Lukavice.....	12
1.2.1 Účel a popis vodního díla.....	12
1.2.2 Hlavní provozní režimy.....	24
1.2.3 Bezpečnostní opatření a manipulace s vodou za krizových situací	26
1.3 Možnosti využití sluneční energie	27
1.4 Možnosti využití větrné energie	29
2 Optimalizace provozu – návrh vzdáleného dohledu a ovládání MVE.....	30
2.1 Návrh vzdáleného ovládání	30
3 Praktická montáž a demonstrace funkčnosti vzdáleného dohledu a ovládání MVE.....	34
3.1 Postup montáže.....	34
3.2 Demonstrace funkčnosti	42
4 Další možnosti využití obnovitelných zdrojů v dané lokalitě	43
4.1 Úvod	43
4.2 Volba solárních panelů.....	44
4.3 Volba měniče	45
5 Závěr.....	48
6 Seznam obrázků	49

Úvod

Předkládaná diplomová práce je obsahově zaměřena na optimalizaci výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů a zvýšení efektivity výroby v dané lokalitě. Obsahuje jak obecný rozbor lokality, tak základní popis současného stavu, dále obsahuje návrh optimalizace, která je v další části následně realizována i prakticky. Čtvrtá část se zabývá návrhem teoretického rozšíření, které je možné v budoucnu skutečně realizovat. V závěru práce je uvedena a zpravována i skutečná cenová nabídka pro rozšíření výroby z obnovitelných zdrojů.

Text je rozdělen na pět částí. První část práce se zabývá velice detailním rozbořem lokality. Druhá část je zaměřena na Optimalizaci provozu – konkrétně návrh vzdáleného ovládání. Třetí část stručně seznamuje s průběhem montáže. K této části nepochybně patří i videozáznam, který dokladuje praktickou a skutečnou funkčnost navrženého vzdáleného ovládání na přiloženém optickém disku (DVD). Čtvrtá část je pak spíše návrhem výroby z obnovitelných zdrojů, konkrétně se jedná o návrh fotovoltaické elektrárny.

1 Rozbor dané lokality

1.1 Základní informace

- a) Majitel a správce vodního díla: pan František Turek, Dolní Lukavice 107 - Metaz
pan František Turek, Dolní Lukavice 69 – Francis
- b) Obsluhovatel vodního díla : Pan František Turek
Dolní Lukavice 107 tel.: 377 985 069, 607 505 668
- c) Technicko-bezpečnostní dohled: Vlastní, obsluhovatelem – majitelem
- d) Výškový systém: Jaderský
- e) Správce vodního toku: Povodí Vltavy s.p., závod Berounka Plzeň
Denisovo nábřeží 14
304 20 Plzeň
Tel.: 377 307 111
- f) Vodohospodářský dispečink: Povodí Vltavy s.p. , závod Berounka Plzeň,
Denisovo nábřeží 14, 304 20 Plzeň
Tel.: 377 307 356
- g) Vodoprávní úřad: Městský úřad Přeštice, odbor životního prostředí,
Masarykovo náměstí 107, Přeštice, tel.: 377 332 520
- h) Povodňová komise při MěÚ Přeštice tel.: 377 332 520

1.2 Stávající vodní dílo MVE Dolní Lukavice

Z důvodu větší rozsáhlosti jsem rozdělil tuto část na kapitoly:

- a) Účel a popis vodního díla
- b) Hlavní provozní režimy
- c) Bezpečnostní opatření a manipulace s vodou za krizových situací.

1.2.1 Účel a popis vodního díla

Vodní dílo MVE v Dolní Lukavici č. 107 slouží k výrobě elektrické energie. Součástí vodního díla (společně s MVE při č. 69 - 2x Francisovou turbínou) je pevný jez na Úhlavě v ř.km 26,916, dále vodní náhon od tohoto jezu k MVE a nakonec odpadní koryto, které odvádí vodu zpět do řeky Úhlavy.

Jez v ř. km 26,916

Pevný jez v udaném ř. km je kamenné konstrukce, v příčném profilu střešovitého tvaru, dvakrát zalomený v délkách příčného profilu 10,5 a 8,8 m. Jez je dlouhý 28,50 m. Původní pevná koruna jezu na kótě 344,77 m.n.m. byla v r. 1970 opatřena lany zdvihamými náplátky ze dvou ocelových trubek DN 220 mm, tedy v celkovém zvýšení koruny jezu na kótu 345,21 m.n.m. Vtok do náhonu je ovládán hlavními stavidly. Hlavní stavidla mají zpevněný vtok do náhonu. Jsou rozdělena v poměru cca 1:3. Zavírají se při opravách, nutné údržbě nebo se například přivírají při příliš vysoké hladině vody – pro ochránění majetku osob a firem před povodněmi.



Obrázek 1 Vtok do náhonu



Obrázek 2 Vtok do náhonu pohled zezadu

Napravo od plechové budovy hlavních stavidel náhonu se nachází budova ovládání jezových náplatků. Jeden je ovládaný motoricky, druhý ručně-pomocí kladkostroje. V zimním období je potřeba tyto náplátky uvolňovat vysekáváním ledu, aby v případě potřeby (například při oblevě) mohly být zvednuty.



Obrázek 3 Celkový pohled na vtok a jez

Foto z místa mezi plechovými budovami jezu – směr Přeštice



Obrázek 4 Detail náplatek

Hydrotechnický výpočet Q_{mzp} přes jez

Q_{mzp} - minimální zůstatkový průtok do podjezí při provozu turbín

- dle nařízení a směrnic rozhodnuto a stanoveno $Q_{mzp} = 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$

Při průtoku paprsku v tl. 3 cm je průtok přes jez dle „Hydraulika pro vodohospodářské stavby“ – Patočka

$$Q = M \cdot b \cdot (h_o)^{1,5}$$

M - zaoblená koruna (náplatky průměr 220) = 1,60

b - délka koruny jezu

h_o - šířka přetékajícího paprsku

h_o (cm)	Q (m^3/s)
3	0,237
5	0,51
8	1,03
10	1,44
13	2,14
15	2,65
18	3,48
20	4,08
25	5,7
30	7,49
35	9,44
40	11,53
50	16,12

- dále se počítá s průtokem pod náplatkami - netěsnostmi v množství 65 l/s.

Závěr výpočtu: Při provozu turbín musí být zachována a dodržena výška přepadového paprsku na jezu min. 3 cm. Minimální zůstatkový průtok je stanoven dočasně v souladu s kolaudačním rozhodnutím.

Vodní Náhon

Jeho délka je cca 220 m. Má přírodní charakter, kromě části v úseku nemovitostí, kde je zpevněn do bočních opěrných kamenných zdí. Jeho průměrná šířka je 5 m. Vzhledem k provozu turbín a neustálého proudění vody je kapacitně způsobilý převádět potřebné průtoky na všechny turbíny (tj.: 2x MT3 a 1x MT5 + 2 Francis). Náhon je převážně přírodního charakteru. Pouze za hlavními stavidly a před vtokem do soustrojí turbín je po stranách zpevněn žulo-betonovými tarasy viz fotografie. Celkový pohled na náhon těsně před turbínami je znázorněn na obrázku. Na fotografii jsou zřetelně vidět hrubá česla turbín Francis. Turbíny Metaz, které popisují, však hrubá česla nemají. Není jich potřeba. Jejich vtok není na fotografii vidět - nachází se pod hladinou. Vtok se nachází nalevo pod lávkou pro pěší vedle budovy pilnice (viz obr. 6).



Obrázek 5 Foto náhonu ve směru toku

Malá vodní elektrárna METAZ – PILA Dolní Lukavice

Je provedena jako levostranná bočně od náhonu. Je umístěna před původními Francisovými turbínami, které se nacházejí v hlavní budově mlýna na levém břehu. V dřevěném objektu pilnice je provedena železobetonová vestavba turbinového přístřešku, ve které byly původně instalovány 3 turbíny MT3 s celkovou hltností 3x 350 l/s. Jedna z nich byla posléze nahrazena 1 ks násoskové turbíny MT5 o stejné celkové hltnosti při pracovním spádu 1,8 metru. Před vstupem do násoskové kašny jsou česla a za obvodovou zdí stavítko uzávěru. Pro spravedlivé rozdělení možnosti zapínání jednotlivých turbín, pro které bylo postupně vydáno rozhodnutí o povolení k nakládání s vodami, je na řídicím panelu a na levém břehu vtoku náhonu instalováno elektronické spouštěcí a vypínací zařízení, které reaguje na nastavení zapínacích a vypínacích čidel na určených výpočtových úrovních hladin nad jezem. Při veškerém provozu turbín musí být zachován přes jez průtok v původně stanoveném množství tj. 300 l/s. Toto je hladina s výškou paprsku 3 cm přes korunu jezu, která je spolu s průtokem netěsnostmi pod náplatky zapotřebí k zabezpečení minimálního zůstatkového průtoku v úseku od jezu až k místu návratu odpadního koryta zpět do Úhlavy. Turbína MT5 pracuje s výkonem 5 kW, při hltnosti 450 l/s na spádu 1,8 m. Spád může dosáhnout hodnoty až 2,3m v nejideálnějším případě. Sousední Francisovi turbíny mají maximální hltnost 1x 1 700 l/s a 1x 3 400 l/s . Jejich výkon při spádu 1,8m je 22kW a 44kW.



Obrázek 6 Detail vtoků MVE



Obrázek 7 Detail situace vtoku MVE Metaz



Železobetonový přístřešek
turbín Metaz.

Obrázek 8 Železobetonový přístřešek turbín Metaz.



Elektroinstalace turbíny MT5. V těchto skříňkách je zabudováno veškeré zařízení potřebné k ovládání a provozu turbín. V levém spodním rohu se nachází ovládání, se kterým Vás seznámím níže. Nad ním se nachází kW-metr, který ukazuje orientační množství aktuálně vyrobené energie.

Obrázek 9 Rozvaděčové skříňě MVE Metaz



Detailní pohled na ovládací panel. Je na výběr ze dvou režimů: 1) automatický provoz řízený elektrodovými sondami. 2) ruční ovládání.

Součástí je deblokovací klíček, který slouží k tomu aby MVE nemohly obsluhovat nepovolané osoby. Bez tohoto klíčku není možné elektrárnu ovládat.

Obrázek 10 Detail ovládacího panelu



Obrázek 11 Turbína MT3

Turbína MT3. Na ní je odložena maznice se speciální vodě-odpudivou vazelínou, která se používá k průběžnému mazání ložisek během provozu.



Obrázek 12 Celkový pohled strojovna

Celkový pohled do strojovny turbín. Vzadu jsou ovládací panely turbín MT3, které jsou téměř totožné jako u turbíny MT5.



Obrázek 13 Rozebraná turbína MT3

Turbína MT3 je stále rozebraná a stále čeká na opravu. Je vymačkaná horní část hřídele. Hřídel turbíny je jeden z nejslabších konstrukčních článků. Oprava zabere 3-4 dny. Na to v současné době nejsou časové prostředky



Obrázek 15 Rozváděcí kolo MT5



Obrázek 14 Detail vrtule MT5 po odmontování rozváděcího kola



Obrázek 16 Vymontovaná hřídel i s vrtulí



Obrázek 17 Vymontovaná hřídel i s vrtulí - detail



Pohled na česla turbín Metaz. Jsou čištěna ručně - hráběmi. Malý kanálek vzadu je odpadní. Jím se odplavují menší organické naplaveniny. Větší (větve, špalky, atd.) se vytahují ven a posléze se s nimi dle nakládá – po usušení je možné je použít jako palivo.

Obrázek 18 Česla turbín Metaz



Zadní část násosek turbín Metaz. Uprostřed je násoska turbíny MT5, na okrajích násosky turbín MT3. Jistě si všimnete netypického zakroucení násosky MT3. Důvodem je velmi stísněný prostor. Jiné řešení nebylo možné. Původně zde totiž byly pouze 3ks turbín MT3. Poté jedna z nich byla nahrazena větší...a problém byl na světě. Takto tvarovaná násoska má sice větší ztráty, ale

Obrázek 19 Zadní část násosek turbín Metaz

vzhledem k pouze občasnému provozu to není příliš na závadu. Bourat sbíječkou masivní mostařský železobeton okolo násosek se nikomu nechtělo ...

Odpadní koryto od turbíny

Je dlouhé 464 m a ústí zprava do Úhlavy v ř.km 25,650. Koryto má převážně přírodní charakter. Je zpevněno na obou březích v délce cca 20 metrů za odpadním korytem turbín. Za tímto úsekem má již plně přírodní charakter.



Nalevo je odpadní kanál turbín Francis, úplně napravo je odpadní kanál turbín Metaz

Obrázek 20 Odpadní koryto obou turbín



Obrázek 21 Odpadní kanál -Pohled z lávky pro pěší (viz obr.20)

1.2.2 Hlavní provozní režimy

Manipulace za dostatečných běžných průtoků

Za běžných stavů, tj. v rozsahu průtoku 0,75 m³/s až 5,85 m³/s a i vyšším, je provoz do vodního náhonu a následně zapínání a odpojování turbín řízeno hladinovými a tlakovými čidly elektronického ovládacího a zabezpečovacího zařízení, jež slouží k ovládání všech turbín na vodním náhonu. Jednotlivé možnosti funkčního běhu turbín jsou následující:

1. Provoz všech turbín			
Turbína	hltnost (m ³ /s)	výška paprsku přes jez	kóta hladiny pro provoz
MT5	0,45	26 cm	345,47 m.n.m.
Francis malá	1,7		
Francis velká	3,4		
MZP	0,3		
Celkem	5,85		
2) Provoz Francis velká			
MZP	0,3	19 cm	345,4 m.n.m.
Celkem	3,7		
3) Provoz Francis velká			
MT5	0,45	20 cm	345,41 m.n.m.
MZP	0,3		
Celkem	4,15		
4) Provoz Francis malá			
MZP	0,3	12,5 cm	345,335 m.n.m
Celkem	2		
5) Provoz Francis malá			
MT5	0,45	14 cm	345,35 m.n.m.
MZP	0,3		
Celkem	2,45		
6) Provoz MT5			
MZP	0,3	6,5 cm	345,27 m.n.m.
Celkem	0,75		

Současně je zapnutí turbín hlídáno ve vztahu na úroveň vodní hladiny nad jezem tak, aby byl zabezpečen dostatečný přepadový paprsek přes jez pro zabezpečení průtoku $Q_{mzp} = 0,30 \text{ m}^3/\text{s}$, tj. minimálně 3 cm. Toto provádí osazená tlaková a hladinová sonda ve vztahu na požadovanou úroveň hladiny na jezu. Doladění této výšky se provádí za provozních nebo kontrolních zkoušek turbíny v letním období (viz požadavek Povodí Vltavy s.p.)

Manipulace za minimálních průtoků

V období snížených a minimálních průtoků bude provoz při průtoku pod $0,75 \text{ m}^3/\text{s}$ vyloučen. Veškerá voda bude pak převáděna přes jezové těleso. Opětovné zahájení provozu turbíny je pak možné jedině po dosažení předepsané hladiny na jezu 345,275 m.n.m. a sepnutí čidla pro rozběh turbíny přes hladinovou sondu.

Manipulace a provoz MVE za zvýšených průtoků a povodní

Za normálních a vyšších průtoků je průtok do náhonu plynulý a rychlost vody v něm odpovídá hltnosti turbín. Při vysokých vodních stavech a při zaplavení při povodních dojde při ztrátě účinné výšky na turbíně k jejímu odpojení. Zde je nutné, aby obsluhovatel včas, na pokyn povodňové komise obce provedl uzavření hlavních stavidel vtoku do náhonu, v závislosti na vývoji povodňové situace na toku.

Manipulace v době zimního režimu

V zimním období se na jezovém tělese a na jeho zařízeních neprovádí. Provoz MVE je odvislý od vodního stavu a výšky ledu. Uvolňování od námrazy a ledu se dle potřeby provádí až v prostoru česlí. Při provozu je snahou nechat ledy odtát tak aby se nestali překážkou pro provoz MVE.

Manipulace za chodu ledu.

Vhodnou manipulací s provozem MVE je nutné vytvořit takové podmínky, aby ledochod byl směřován přes jezové těleso.

1.2.3 Bezpečnostní opatření a manipulace s vodou za krizových situací

Manipulace za povodní

Při nástupu povodně je nutná přítomnost obsluhovatele vodního díla, který kontroluje stav na provozu turbíny, případně zabezpečí její ruční vypnutí. Je nutné činit taková opatření, která maximálně ochrání majetek a v nutném případě i životy v zaplavovaném území povodní. Na jezu a jeho zařízeních se manipuluje v souladu s doporučením povodňové komise obce.

Při zjištění zhoršení nebo při havarijním znečištění vody

Je nutné zjistit zdroj znečištění. Pokud je zdroj tohoto znečištění v rozsahu zátopy vodního díla, je nutné se jej pokusit ihned eliminovat spolu se zasahující jednotkou HZS vytvořením norných stěn a havárii ohlásit na MěÚ Přeštice OŽP.

Při kritickém nedostatku vody ve vodním toku

V případě nedostatku vody je MVE vyřazena z provozu a veškerá voda v toku proudí přes jezové těleso. Zahájení provozu MVE je možné až při dostatku vody v toku.

Situace při vzestupu hladiny

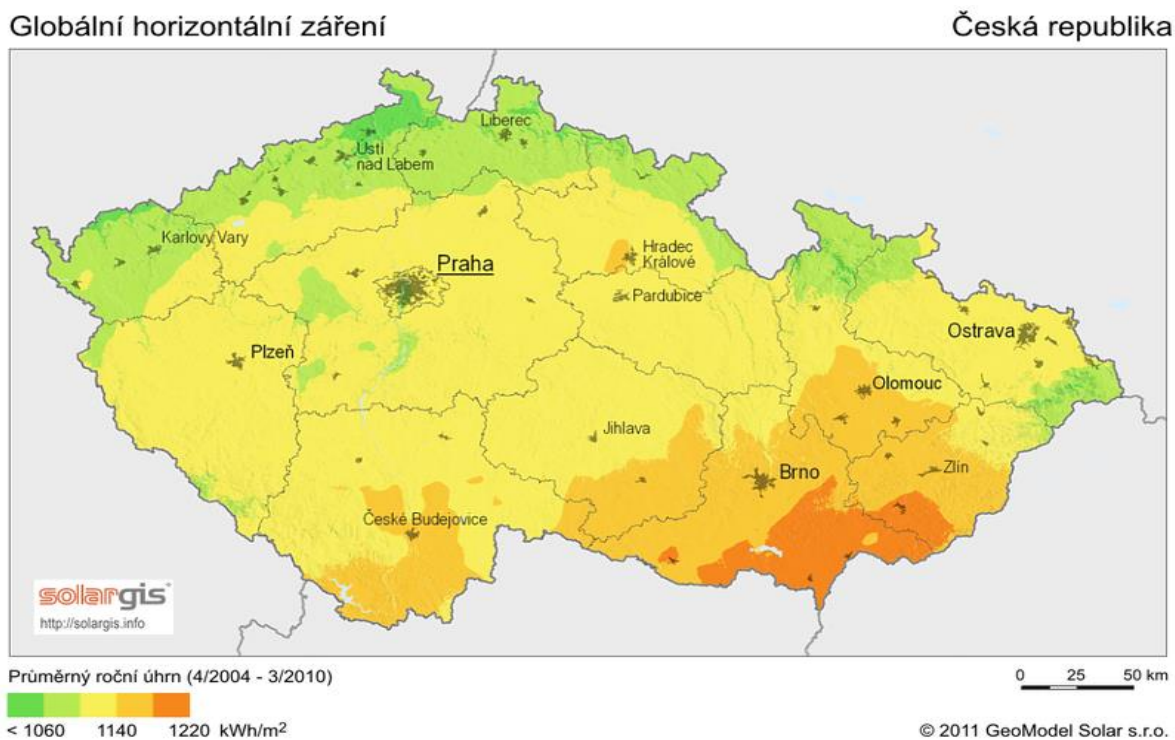
U vtoku do MVE s následně se tvořící povodní je nutné sledovat hladinu a tento stav společně se stavem na jezu je nutné hlásit povodňové komisi obce Dolní Lukavice. V případě vyhlášení stupňů povodňové aktivity je nutné se řídit pokyny povodňové komise.

1.3 Možnosti využití sluneční energie

Další možností je využití sluneční energie na výrobu elektřiny, tzv. fotovoltaických panelů. Výroba elektrické energie se dá odhadem spočítat a odvíjí se od intenzity slunečního záření. Při jasném počasí se výkon slunečního záření asi $1/m^2$. Při oblačnosti může klesnout až na desetinu. Konkrétní údaj k dané lokalitě je zřejmý z níže uvedené sluneční mapy. Přibližná hodnota v tuzemsku je průměrná intenzita slunečního záření odhadována na 950 až 1340 kWh na m^2 za rok. Počet slunečních hodin v České republice je v průměru 1330–1800 hodin ročně. Konkrétní údaj závisí se k místu, v němž uvažujeme stavět solární elektrárnu je asi $1140 \text{ kWh}/m^2$. Maximální množství elektrické energie (intenzita a doba slunečního záření) je limitována nadmořskou výškou, oblačností, popřípadě klimatickými podmínkami například ráno a večer (mlhy, rosa)

Na místě je samozřejmě také otázka kapacity. Jinými slovy: kolik se na plochu střechy (či na místo zvolené pro instalaci elektrárny) vejde solárních panelů? Obecně platí, že 1 kWp (killowattpeak - maximální výkon elektrárny) zabere asi 8–10 m^2 . Tato plocha je schopna vyrobit přibližně 1 MWh ročně.

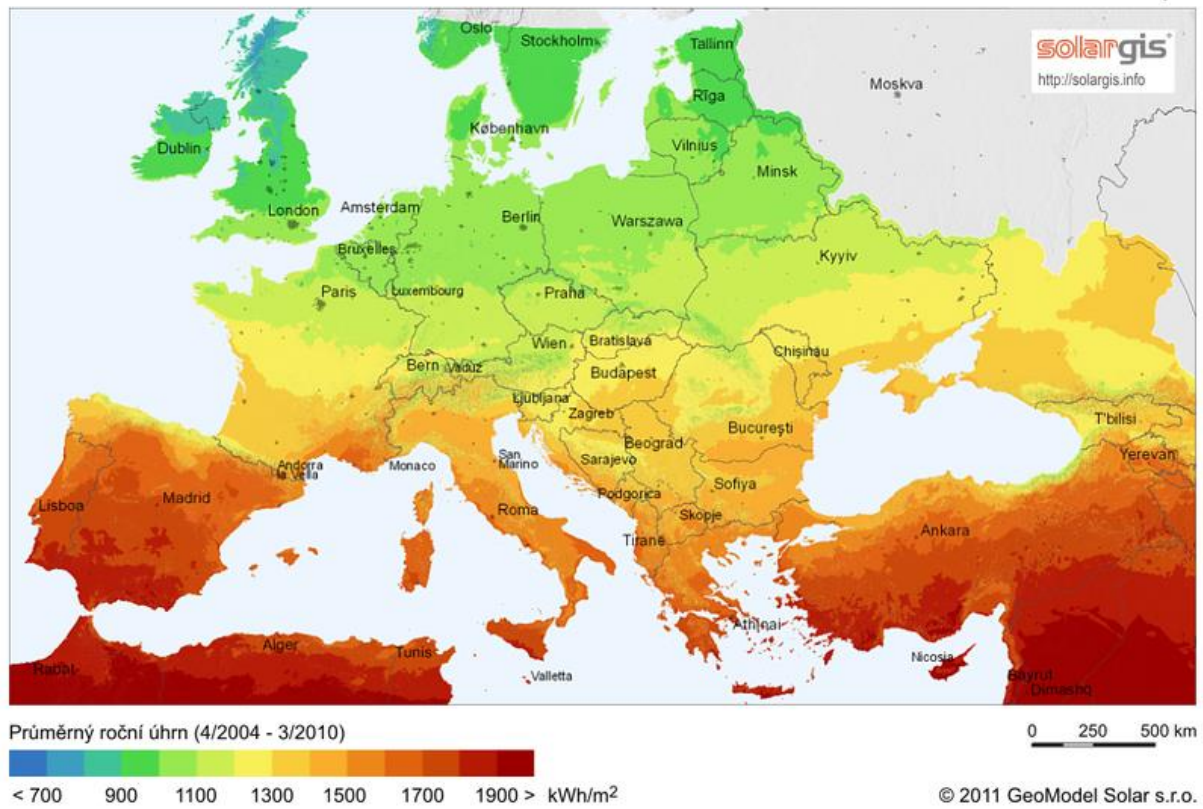
K využití plochy pro panely střechy se nabízí střecha provozovny pily.



Obrázek 22 Globální horizontální záření - Česká republika

Globální horizontální záření

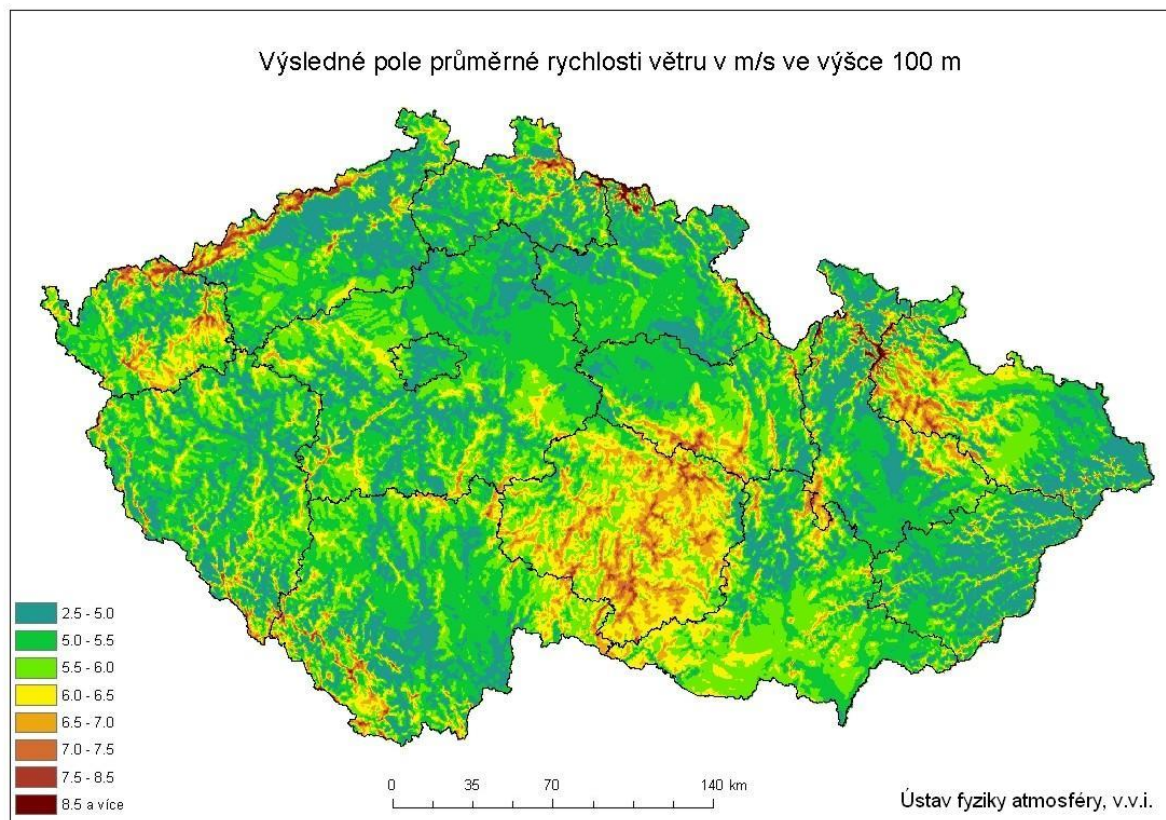
Evropa



Obrázek 23 Globální horizontální záření slunce - Evropa

1.4 Možnosti využití větrné energie

Vzhledem k níže uvedené větrné mapě tuto možnost předem zavrhuji. Ve vybrané lokalitě je velmi malý volný potenciál možnosti využití větrné energie. Jedná se oblast s velice podprůměrnou rychlostí větru. Z tohoto důvodu se využitím větrné energie v této lokalitě zabývat nebudu.



Obrázek 24 Výsledné pole průměrné rychlosti větru

2 Optimalizace provozu – návrh vzdáleného dohledu a ovládání MVE

2.1 Návrh vzdáleného ovládání

V dnešní době pokrývají sítě GSM (Global System for Mobile communications) většinu území v Evropě. S prudkým rozvojem i díky velkému rozvoji techniky a současně klesajícím cenám za poskytování služeb operátory vzrůstá využití GSM sítě. To nahrává možnosti využití sítí nejen pro hlasovou komunikaci, ale také pro monitorování, vzdálené ovládání atd. V kombinaci s vhodným zařízením je pomocí GSM sítě možné zabezpečit dům, kdy v případě narušení objektu zařízení zašle varovnou SMS. Rovněž je možné ovládat topení, monitorovat stav objektů atd. . S výhodou je možné využít ke vzdálenému ovládání elektrospotřebičů (např. vytápění, spínání kotle, ovládání zavlažovacího systému) a to pouhým zasláním jednoduché SMS zprávy v předem zvoleném formátu. Obsahují také několik vstupů pro běžně používané senzory, mezi které patří senzory teploty, vlhkosti, akustické detektory tříštění skla, dveřní magnetické kontakty, detektory kouře (foto i ionizační) a detekce LPG a CNG popřípadě infrazávor. Tato zařízení lze také využít pro zabezpečení automobilu. S použitím záložního zdroje energie se zvyšuje ochrana proti sabotáži zařízení, jelikož má oddělené napájení od napájení objektu a informace o narušení se šíří pomocí sítě GSM

Hlavním cílem této práce je navrhnout a zrealizovat zařízení pro vzdálený dohled a ovládání MVE která je často mimo dosah obsluhy, to vše s využitím SMS zpráv. Pro návrh byl upřednostňován co nejjednodušší a nejlevnější zařízení s požadovanými výstupy. Výsledkem návrhu je zařízení volba zařízení od společnosti SEA Praha, které obsahuje dva analogické výstupy pro ovládání MVE a další vstupy pro budoucí rozšíření čidel. Funkčnost zařízení byla otestována připojením relé s výstupy naprázdno.

Zařízení reaguje na pokyny odesláním SMS zprávy v daném předem zvoleném formátu s výpisem stavů všech předem zvolených všech logických vstupů i výstupů, analogových teplot nebo napětí a digitálních teplot. Při příchodu SMS zprávy vyhodnotí shodu se specifickými tvary SMS pro vzdálené ovládání. Vzdálené ovládání je umožněno pouze uživatelům s telefonními čísly umístěnými v paměti GSM relé, popřípadě kýmkoliv kdo zná heslo. Při zapomenutí hesla a potřebě přidat nového uživatele lze přidání na SIM kartu provést přes USB port – vstup přímo na těle zařízení. Zjišťování stavu senzorů je možné

hromadně rovněž přes SMS. Ověřování stavu je vhodné využít např. IP kameru.

Při provozování toho zařízení vznikají provozovateli pouze zanedbatelné náklady za spotřebu elektrické energie a také drobné náklady na provoz v síti GSM operátora. Je proto velice vhodné promyslet nejvýhodnější variantu tarifu od operátora.

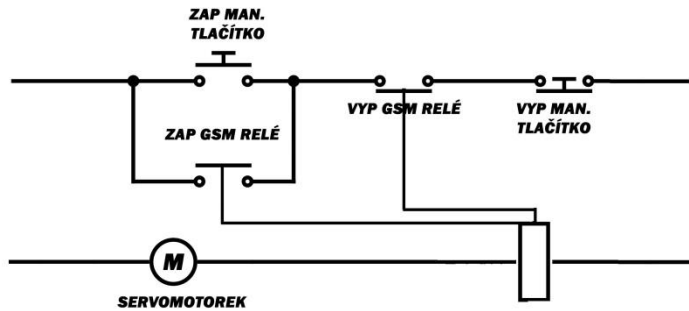
Z důvodu pohodlnosti majitelů MVE a zvýšení výroby elektrické energie majitelé vyžadují tzv. bezobslužný provoz. Tento provoz je praxi téměř nemožný. Využitím nejnovějších produktů z oblasti ovládacích terminálů a popřípadě vzdáleného dohledu například přes IP kameru je možné elektrárnu zapnout či vypnout, popřípadě zkontrolovat stav z pohodlí domova. Tuto myšlenka vyplynula z problému, kdy dotyčný nemá možnost být neustále v pohotovosti a malou vodní elektrárnu má pouze jako přivýdělek k jiné výdělečné činnosti. Navštívil jsem proto v březnu výstavu AMPER v Brně. Na místě jsem jako první oslovil firmu SIEMENS. Ta navrhovala LAN relé s možností ZAP/VYP za cenu přibližně 200 EUR. Za přídatný GSM modul chtěla ale dalších přibližně 500EUR. Dále jsem se setkal s firmou SEA Praha. Jejich řešení byla trefa do „černého“. Po krátké konzultaci jsme se shodli že nejlepším řešením bude GSM relé DIN3B. Toto relé obsahuje dva nezávislé výstupy které mají možnost pouze krátkodobého bistabilního pulzu. Délka pulzu je nastavitelná 0-99sekund.

Dále bylo potřeba vyřešit aretaci poruchového relé (relé pod kWattmetrem). Toto jsem vyřešil jednoduchým a levným servomotorkem určený na centrální zamykání osobního automobilu. Tyto motorky distribuuje firma Hadex s.r.o. Ostrava. Od této firmy nakupuji i některý doplňkový sortiment pro montáže EZS, CCTV a IP kamer. Cena jednoho servomotorku byla cca 38 Kč bez DPH. Tento servomotorek aretuje přes svůj trn poruchové relé. Navrácení do původní polohy zajišťuje pružina.

Montáž jsem provedl ovládacích relátek jsem provedl dle jednoduchého nákresu a návrhu níže. Kdy zapínací obvod byl pouze rozšířen o paralelní kombinací pulzu zapínacího kontaktu přes GSM relé a vypínací tlačítko bylo nahrazeno sériovým předřadným pulzním vypínacím kontaktem GSM relé. Zároveň při zapínacím pulzu bylo sepnuto relé pro servomotorek který svým trnem prováděl aretaci poruchového relé.

Konfiguraci jsem provedl přes SEA konfigurator, který dodává s GSM relé přímo SEA spol. s.r.o.. Dobu pulzu jsem nastavil na 1 sek. Pro vzdálený dohled jsem zvolil IP kameru APM-J902-WS-IRC. Tato kamera je jednoduchá, relativně levná. Je možné se na přihlásit přes Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome i přes Operu. Výhodou je kompatibilita s chytrými telefony a tablety s OS Android a iPhone. Další rovněž nespornou

výhodou je, že pro její funkčnost je nutná pouze veřejná IP adresa. Může být klidně i dynamická. Výrobce totiž poskytuje DDNS adresu zdarma.



Obrázek 25 Jednoduchý principiální nákres

Na níže uvedených obrázcích bych chtěl ukázat situaci před montáží vzdáleného ovládání:



Obrázek 26 Detail vstupu MVE Metaz před montáží vzdáleného dohledu



Obrázek 27 Rozvaděčové skříně



Obrázek 28 Rozvaděče před montáží zařízení pro vzdálený dohled a ovládání

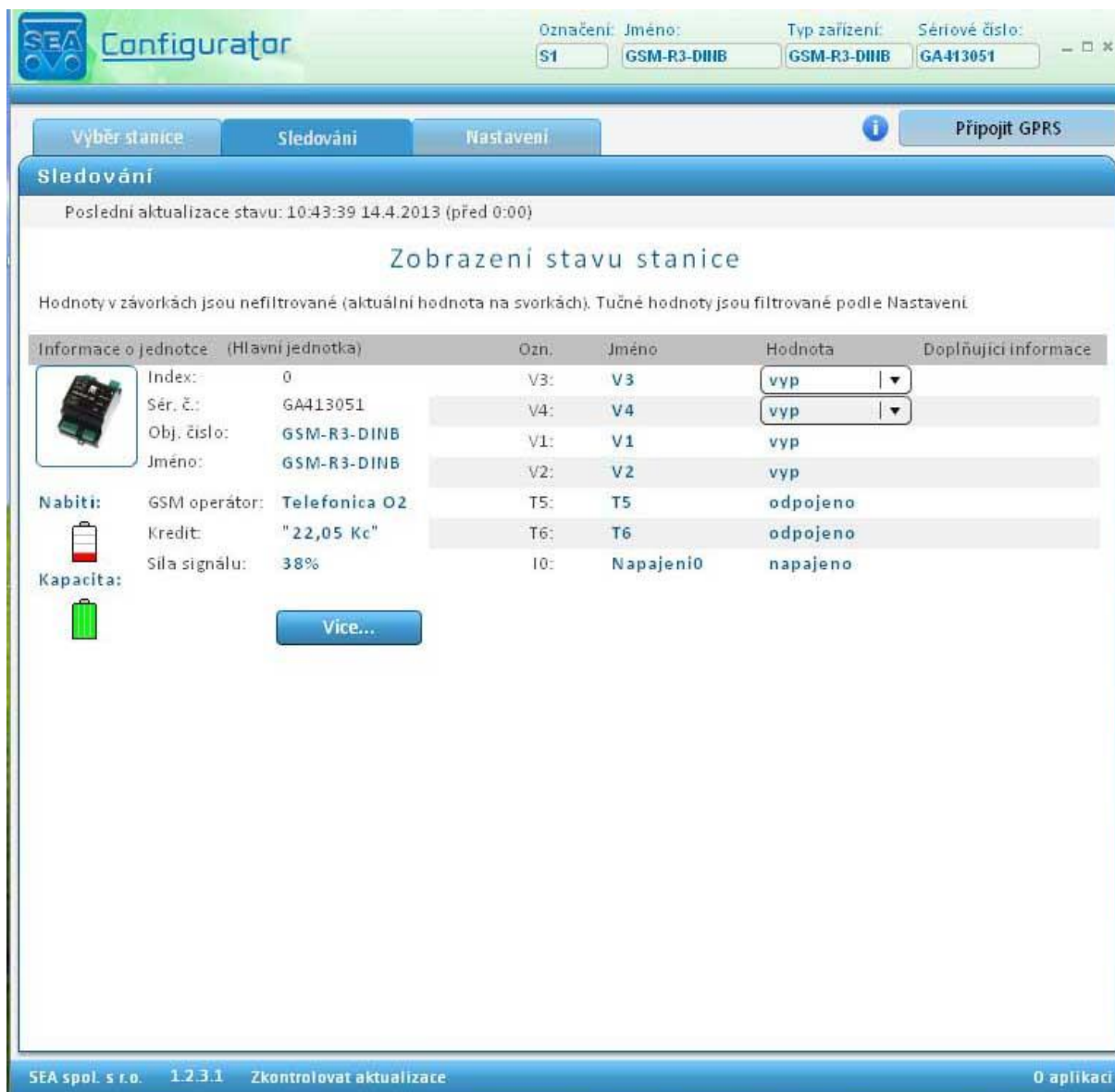
3 Praktická montáž a demonstrace funkčnosti vzdáleného dohledu a ovládání MVE

3.1 Postup montáže

Provedl jsem montáž dle návrhu a dle elektrotechnického nákresu. Při nastavování GSM relé DIN3B jsem postupoval striktně dle instrukcí v příloženém manuálu který je součástí dodávky. Uživatelské rozhraní SW je kompletně v češtině. Problém způsoboval pouze servomotorek pro aretaci poruchového relé. Tento při spuštění měl takový nárazový zátěžový proud, že docházelo k výpadku spínaného zdroje (zareagování ochran) a došlo k tzv. zvonkovému jevu.

The screenshot shows the website for SEA, a company specializing in electronic applications. The main navigation bar includes links for 'Úvodní stránka', 'Ceník', 'O firmě', 'Volná místa', and 'Kontakt'. The page is titled 'SeaConfigurator (program pro nastavení a sledování GSM RELÉ3)'. The description states that the software is used for configuring GSM RELÉ 3 products via USB or GPRS. It includes a list of features and a 11-step installation guide. The software is offered for free. The page also features a 'Novinky' (News) section with three items: 'GSM RELÉ 3 - DIN (2tepl. 2DIn, 2DOut, nap. 230V, VF pro podřiz. Jedn.)', 'Vysílač se 4mi tlačítky 868MHz odolný vodě (krytí IP65)', and 'SP9-A DIN SMS procesor (9DIn, 1AIn, 8DOut, Li-ION, nap. 8-30V)'. The website also displays logos for OPPK, SIEMENS, and Distrelec.

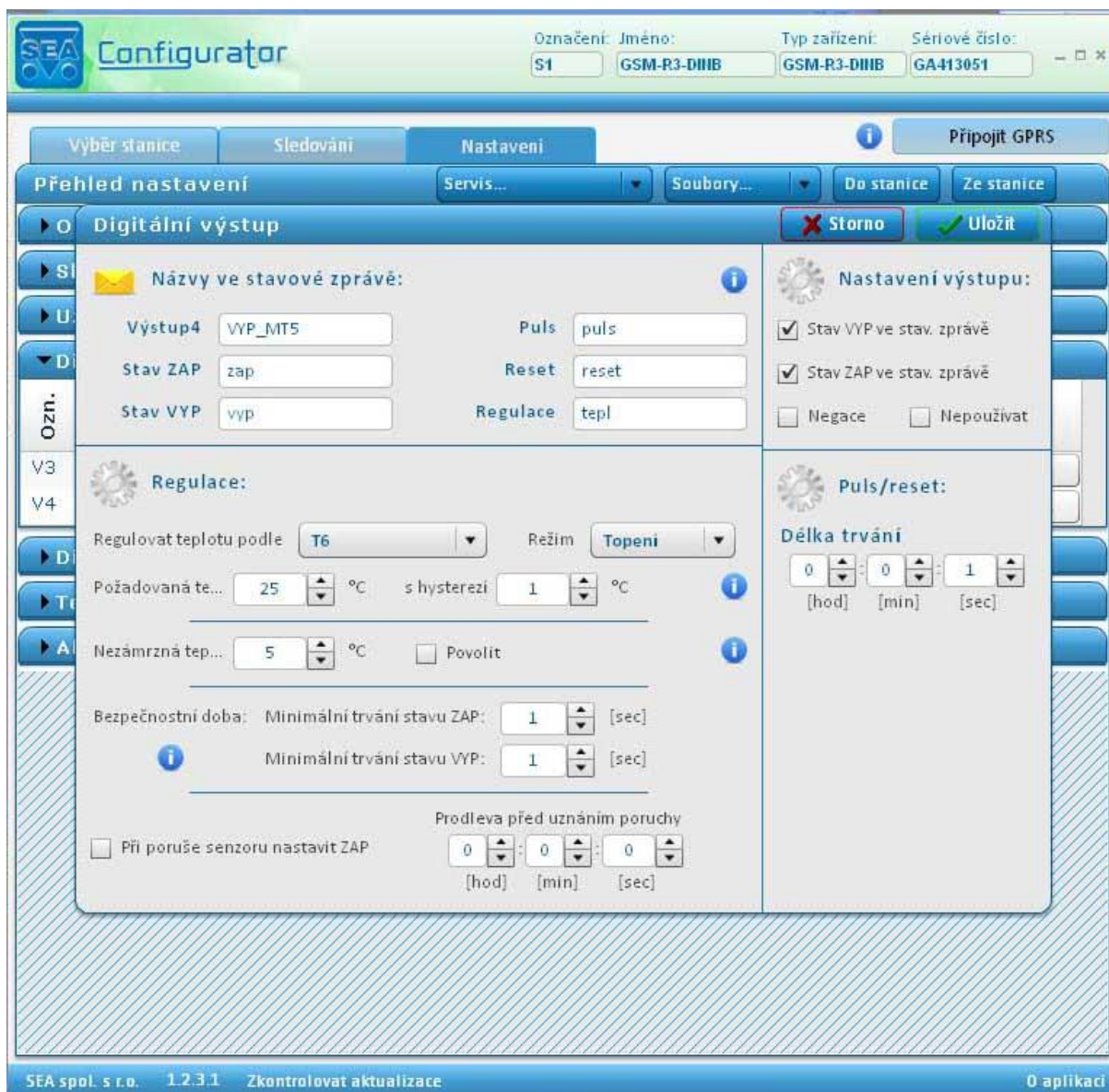
Obrázek 29 Deklarované vlastnosti od dodavatele - web



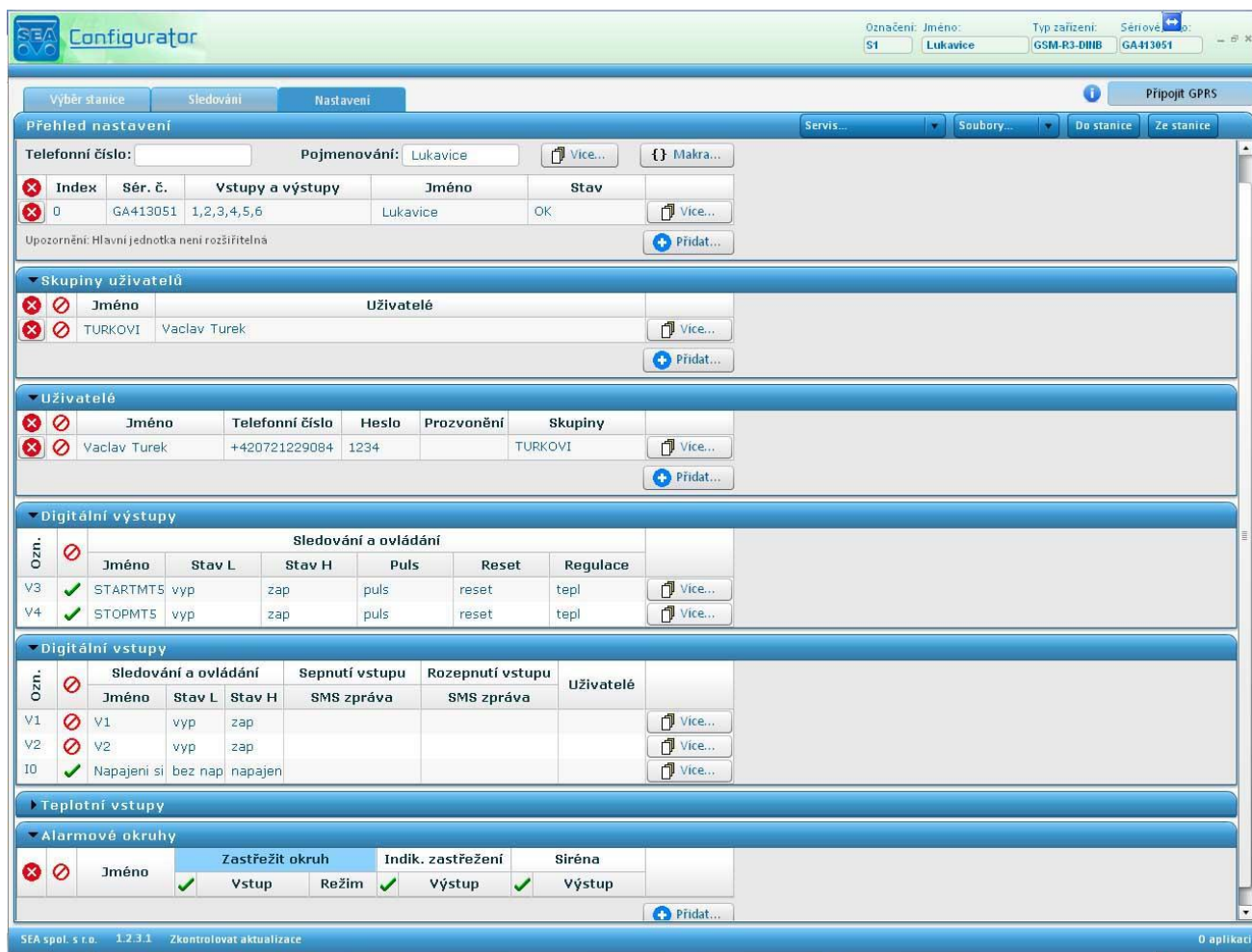
Obrázek 30 Úvodní stránka uživatelského prostředí SW k GSM relé



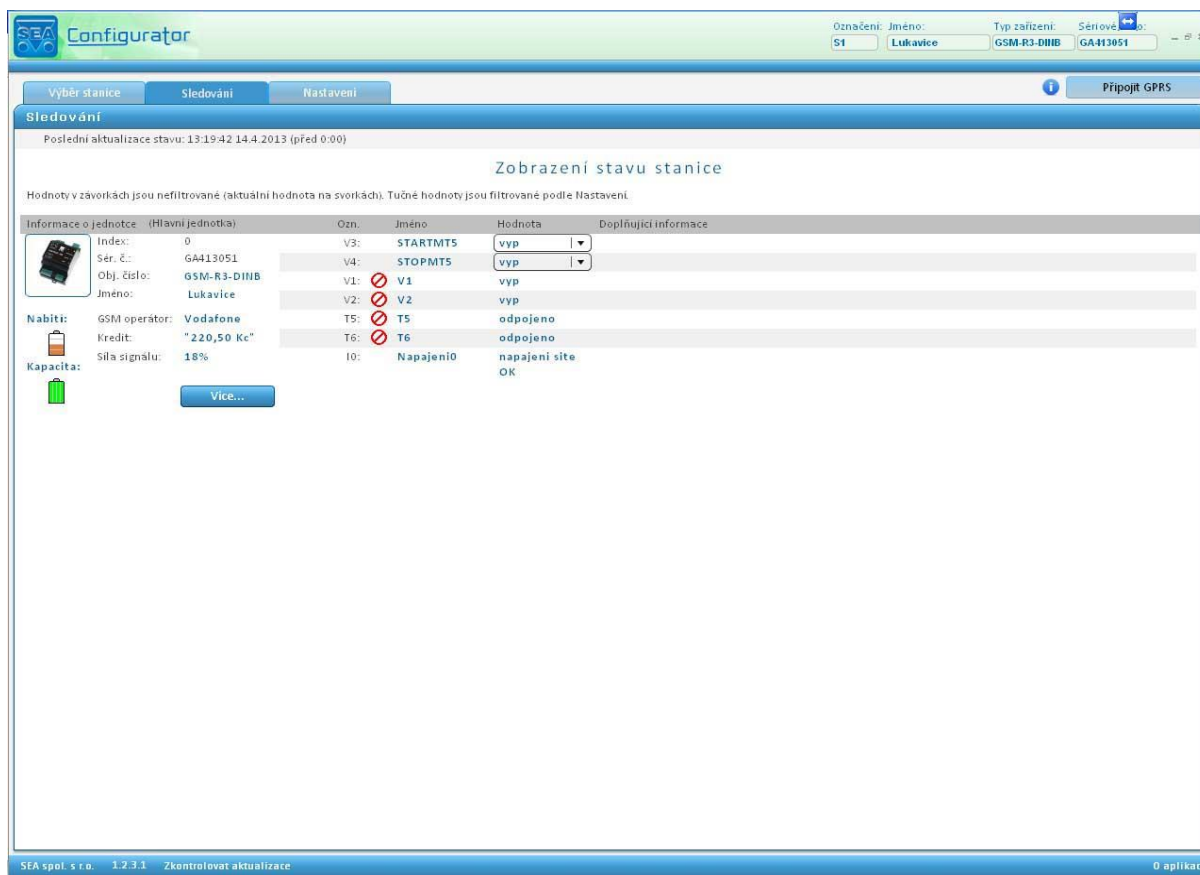
Obrázek 31 Nastavení digitálních výstupů- zapnutí



Obrázek 32 Nastavení digitálních výstupů - vypnutí

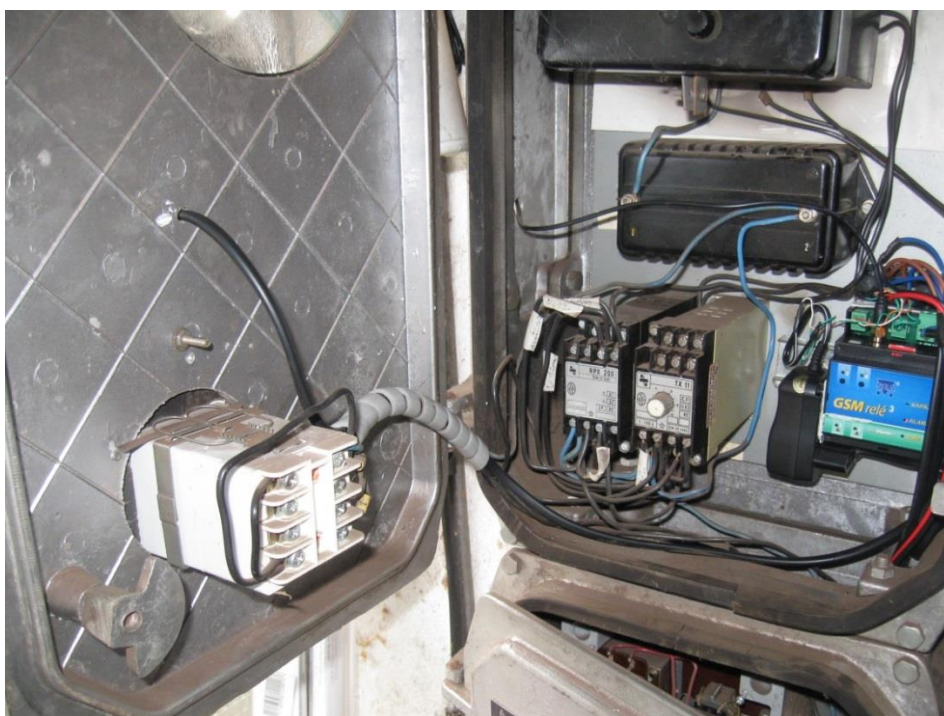


Obrázek 33 Celkový pohled základních možností GSM relé



Obrázek 34 Informační stavové okno GSM relé

A nyní stav po montáži ovládání – GSM relé a vzdáleného dohledu IP kamerou:



Obrázek 35 Detail řešení aretace poruchového relé

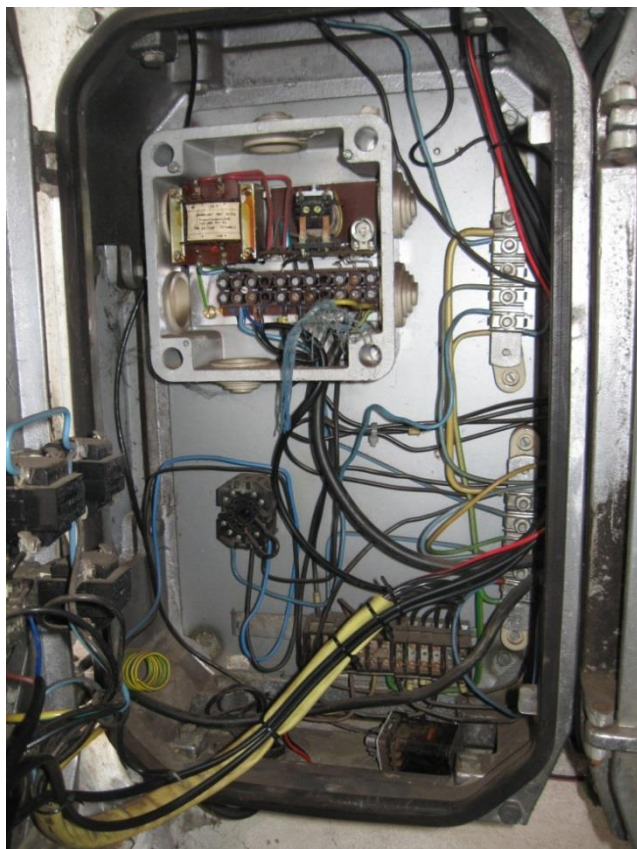


Obrázek 36 Detail řešení aretace poruchového relé přes servomotorek



Zadní strana dvířek rozvaděče ovládacího rozvaděče po zapojení spínacích a rozpínacích kontaktů relé do obvodu

Obrázek 37 Detail zapojení spínacích a rozpínacích kontaktů do stávajícího obvodu



Při pohledu na kabeláž rozváděcí skříň, původní ani nově dozapojená kabeláž nevypadá příliš esteticky, nicméně mohu nejen já potvrdit, že původní kabelář pracuje bez problémů více než 20let. Při vytváření elektroinstalace byla většina zapojena svépomocí což znamenalo značnou úsporu nákladů při stavbě MVE.

Obrázek 38 Detail rozváděcí skříň



Obrázek 39 -Detail vchodu po montáži PTZ IP kamery pro vzdálený dohled provozu MVE



Detail elektroinstalační krabice s routerem zn. TP link . Z tohoto routeru je spojení s Internetem provedeno přemostěním WIFI sítě mezi dvěma routery, kdy druhý je umístěn v rodinném domě č.p. 107. Rodinný domek je od MVE vzdálený cca 80m. Pro spolehlivost provozu je koaxiální VF stíněný kabel pro WIFI anténu vyvedený spolu s 10dBi anténou pod střechu pilnice.

Obrázek 40 Elektroinstalační krabice IP kamery

3.2 Demonstrace funkčnosti

Ukázkové video demonstrující funkčnost je přílohou této práce na optickém disku. Zároveň ukázka bude nedílnou součástí obhajoby.

4 Další možnosti využití obnovitelných zdrojů v dané lokalitě

4.1 Úvod

Vzhledem k tomu že už v úvodní kapitole jsem zamítl možnost využití energie větru, nabízí se reálně již pouze možnost využití slunečního svitu. Pro toto by mohla dle mého názoru i názoru odborníků z BiEsse s.r.o. vhodná střecha přilehlého rodinného domku (viz foto z mapy.cz). Křídlo střechy je totiž orientované na jiho-jiho-východní stranu. To je pro možnost využití energie slunečního svitu ideální. Vzhledem k rozloze střechy 16m x 7m se jedná o 112m². Využitelných pro solární panely je cca 100m². Tato strana nemá navíc žádný komín ani antény. Prostě klasická sedlová střecha. Vzhledem k omezeným finančním prostředkům jsem ale pro účely této práce počítal s využitím asi poloviny střechy. Dle finanční situace jsem schopen nechat cenovou nabídku kdykoliv nechat upravit popřípadě nejprve postavit menší FVE a posléze ji dle finančních možností časem rozšířit.

K vypracování cenové nabídky jsem požádal firmu BiEsse s.r.o.. Zde mi nabídli slevu 25%, pokud nakoupím přes jednoho z jejich partnerů. Dále je prodej materiálu zatížen daní z přidané hodnoty. Tuto daň jsem si schopen jako plátce DPH odečíst. Poté mi vychází 1kW instalovaného kWp na cca 20-25 000Kč bez DPH.



Obrázek 41 Satelitní fotografie zvolené lokality

- tečkou je označena MVE a červeným orámováním plocha střechy velice vhodná pro instalaci solárních panelů

4.2 Volba solárních panelů

Jako vhodná volba mi byl doporučen solární panel REC 240 PE, kdy u těchto panelů je minimum reklamací. Váhal jsem i mezi odlehčenými panely z důvodu menšího zatížení střechy, dle zkušeností prodejce jsou však velmi poruchové.

Panel REC Peak energie (PE) – modulů řady solárních polykrystalických panelů jsou ideální volbou pro budování solárních systémů, které kombinují dlouhodobou kvalitu výrobků se spolehlivým výkonem. REC kombinuje vysokou kvalitu designu a výroby normy pro výrobu vysoce-výkon solárních modulů s nekompromisní kvalitou.

Výrobce REC Solar

- Maximální výkon= 240 W
- Napětí 29,9 V
- $I_{mp}= 8,0$ A
- $V_{oc}= 37,0$ V
- $I_{sc}=8,6$ A
- Teplotní koeficient $P_{max}=-0,43$ %
- Teplotní koeficient $V_{oc}= -0,33$ %
- Teplotní koeficient $I_{sc} =0,074$ %
- Článků v poli (Nos) 60 REC PE multi-krystalických článků
- Rozměr panelu 1665x991x38 mm
- Váha=18 kg
- Výstupní kabely, konektor MC3
- Záruka 10 let
- Účinnost 15%

4.3 Volba měniče

Vzhledem k radám od prodejce BiEsse s.r.o. , dobrému poměru cena výkon a dobrým zkušenostem padla volba na měnič zn. Kostal Piko 5.5

Hlavní rysy tohoto měniče jsou:

- široký rozsah vstupního napětí
- dobrý poměr cena / výkon
- záruka 5 let
- elegantní design
- integrovaný display s mnoha funkcemi + datová komunikace přímo ve střídači

Záruka:

- standardně 5 let

Zápory:

- Doposud neexistence servisní organizace v ČR, vše se řeší s mateřským závodem v Německu, což je ale prý velice zdlouhavé. Takže pokud dojde k poruše, vše nějakou dobu trvá.

Instalace je měniče dle prodejce velice jednoduchá. Měniče jsou vybaveny sledování MPP a provozována bez transformátoru. Na měniče Kostal Piko je dokonce poskytována pětiletá záruka, v některých případech je možné nechat záruční dobu prodloužit na 20 let při splnění podmínek uvedených v záručním listu. Tělo měniče je vysoce odolné vniknutí prachu a vody v úrovni která odpovídá dle normy IP 55. Tento měnič mi byl také doporučen pro vysokou účinnost a přátelské uživatelské rozhraní. Rovněž jsou tyto přístroje jsou určeny pro velmi široké napětí rozsahu okolních teplot.

Střídač PIKO mění stejnosměrný proud DC na symetrický třífázový střídavý proud AC a přivádí jej do veřejné elektrické sítě. Přístroj se smí používat pouze ve fotovoltaických zařízeních, napojených na síť, v rámci předepsaného výkonového rozsahu a za dovořených okolních podmínek. Přístroj není v žádném případě určen k mobilnímu tzv. ostrovnímu využití. Výroba proudu nezávislá na elektrorozvodné síti (samostatný provoz) není pomocí tohoto přístroje principiálně možná. V případě použití v rozporu s určením může vzniknout situace ohrožující zdraví a životy uživatele nebo třetích osob. Kromě toho může dojít k poškození měniče a k jiným hmotným škodám.

Solární střídač je výkonový střídač typu String, který nepoužívá transformátor.

Prostřednictvím technologie tří fází spojuje přístroj PIKO stabilitu a dlouhou životnost velkých centrálních střídačů s flexibilitou a vysokou účinností beztransformátorových střídačů typu String. Ke kontrole sítě využívají tyto střídače moderní metodu Phase-Shifting, která je odolná proti chybám. Z důvodu zvýšení účinnosti využívají tyto měniče při nízkém vstupním výkonu (méně než 10 procent jmenovitého výkonu) k napájení proudem pouze jednu nebo dvě fáze. Přístroj vybírá fázi vždy na základě náhodného výběru. Střídače PIKO jsou dodávány od výrobce ve dvou variantách:

- S integrovaným zátěžovým odpojovačem DC (dále jen označeny příponou „DCS“). U těchto modelů není nutné použití externího odpojovače. Solární moduly jsou připojeny ke střídači pomocí konektorů typu MC4.
- Bez zátěžového odpojovače DC. U těchto přístrojů musí být mezi větev a střídač instalován externí odpojovač. Solární moduly jsou připojeny ke střídači pomocí pružinových svorek.

Střídače PIKO jsou dodávány v různých výkonových třídách tyto třídy jsou uvedeny v propagačních materiálech. Maximálnímu využití nahrává rovněž široké využití (rozptyl) vstupního rozpětí DC a nezávislý regulátor MPP pro každý vstup. K pohodlnému zobrazení výkonnosti a provozních dat z fotovoltaického zařízení je střídač vybaven internetovým serverem, což je velice komfortní řešení dohledu. Třífázový střídač pro je určen primárně pro malé FVE instalace kolem 5 kWp což plně vyhovuje pro můj zamýšlený účel.

Dále jen nutné myslet na upínací a montážní materiál fotovoltaických panelů na střechu. Množství uvedené v cenové nabídce je pouze orientační.



Nabídka
1N/2013/1162

Dodavatel:

Bi Esse Cz s.r.o.
Kóterovská 601/192
326 00 Plzeň

IČ: 25232703
DIČ: CZ25232703

Bi Esse Cz s.r.o.

Odběratel:

Nabídka: 1N/2013/1162

Nabídku popsal:
Vaše objednávka:
Platnost nabídky do: 28.3.2013
Ze dne: 28.3.2013
Akce:

Zboží	Množství	Netto/MJ	Netto
#001 Modul REC 240 PE Q2 240 Wp, polykrystalický	20,00 ks	3 527,57	70 551,36 Kč
#002 Měnič Kostal Piko 5.5	1,00 ks	33 012,00	33 012,00 Kč
#003 Příčník Solo 6m Alu Schletter	7,00 ks	598,10	4 186,70 Kč
#004 Spojka ALU zásuvná Solo/Profi sada	4,00 ks	38,89	155,56 Kč
#005 Úpinka koncová Rapid pro modul 38 mm	8,00 ks	36,62	293,00 Kč
#006 Úpinka středová modulu 40-50mm	36,00 ks	42,14	1 517,00 Kč
#007 Střešní hák Rapid 45 Schletter	50,00 ks	139,01	6 950,58 Kč
	Daň %	Netto	DPH
	21	116 666,19	24 500,00 Kč
	Celkem	116 666,19	24 500,00 Kč
	Celkem k úhradě		141 166,19 Kč

Na základě zákona č.7/2005 Sb., kterým se mění zákon č.185/2001 Sb. o odpadech, bude u zboží, podléhající tomuto zákonu, navíc fakturován příspěvek na recyklaci. Pro světelné zdroje je příspěvek stanoven na 5,21 Kč/jedn., pro svítidla 8,40 Kč/jedn.

V případě realizace obchodního případů bude u KABELŮ prodejní cena upravena dle aktuálního doplatku kovu ke dni uskutečnění zdanitelného plnění (= ke dni fakturace)

OR, Krajský soud v Plzni, oddíl C, vl. 11159.

Datum: 28.3.2013
Vystavil: Radek Kop

Datum:
Převzal:

5 Závěr

Práce skutečně prakticky demonstruje možnost optimalizace využití obnovitelných zdrojů ve zvolené lokalitě.

Provoz elektráren, ať už FVE či MVE není na zbohatnutí, nicméně při kombinaci a využití obou těchto obnovitelných zdrojů se může jednat o velice slušné finanční přilepšení, které je rozhodně příjemné v současné nelehké celosvětové ekonomické situaci. Provozní náklady elektráren sice nejsou nulové, nicméně nejsou nijak závratné. Rovněž stavba bude stát nemalé fyzické úsilí a finanční prostředky. Nicméně při budování maximální možné části FVE svépomocí je návratnost v průběhu několika málo jednotek let. Z důvodu provozování MVE by rovněž neměl být problém s pouhým rozšířením licence pro výrobu elektrické energie z FVE pro ERÚ. Vzhledem možnosti ovládat MVE odkudkoliv, zcela jistě vzroste využití potenciálu vodního díla v lokalitě. Kdy po krátkodobých výpadcích napětí v síti např. při bouřce je turbína působením ochran automaticky vyřazena z provozu. Po tomto vyřazení byl v minulosti nutný osobní zásah obsluhy, který trval někdy 1-2 dny. V současné době stačí vzít do ruky mobilní telefon, zkontrolovat stav přes dome IP PTZ kameru a v případě potřeby provést vzdálenou obsluhu formou SMS příkazu.

Dále dle finančních možností je v budoucnu předpokládáno rozšíření o výrobu z FVE, kdy toto bude jistě vhodná volba do budoucna.

6 Seznam obrázků

Obrázek 1 Vtok do náhonu.....	12
Obrázek 2 Vtok do náhonu pohled zezadu.....	13
Obrázek 3 Celkový pohled na vtok a jez.....	13
Obrázek 4 Detail náplitek.....	14
Obrázek 5 Foto náhonu ve směru toku.....	15
Obrázek 6 Detail vtoků MVE.....	16
Obrázek 7 Detail situace vtoku MVE Metaz.....	17
Obrázek 8 Železobetonový přístřešek turbín Metaz.....	17
Obrázek 9 Rozvaděčové skříně MVE Metaz.....	18
Obrázek 10 Detail ovládacího panelu.....	18
Obrázek 11 Turbína MT3.....	19
Obrázek 12 Celkový pohled strojovna.....	19
Obrázek 13 Rozebraná turbína MT3.....	19
Obrázek 14 Detail vrtule MT5 po odmontování rozváděcího kola.....	20
Obrázek 15 Rozváděcí kolo MT5.....	20
Obrázek 16 Vymontovaná hřídel i s vrtulí.....	21
Obrázek 17 Vymontovaná hřídel i s vrtulí - detail.....	21
Obrázek 18 Česla turbín Metaz.....	22
Obrázek 19 Zadní část násosek turbín Metaz.....	22
Obrázek 20 Odpadní koryto obou turbín.....	23
Obrázek 21 Odpadní kanál -Pohled z lávky pro pěší (viz obr.20).....	23
Obrázek 22 Globální horizontální záření - Česká republika.....	27
Obrázek 23 Globální horizontální záření slunce - Evropa.....	28
Obrázek 24 Výsledné pole průměrné rychlosti větru.....	29
Obrázek 25 Jednoduchý principiální nákres.....	32
Obrázek 26 Detail vstupu MVE Metaz před montáží vzdáleného dohledu.....	32
Obrázek 27 Rozvaděčové skříně.....	33
Obrázek 28 Rozvaděče před montáží zařízení pro vzdálený dohled a ovládání.....	33
Obrázek 29 Deklarované vlastnosti od dodavatele - web.....	34
Obrázek 30 Úvodní stránka uživatelského prostředí SW k GSM relé.....	35
Obrázek 31 Nastavení digitálních výstupů- zapnutí.....	36
Obrázek 32 Nastavení digitálních výstupů - vypnutí.....	37
Obrázek 33 Celkový pohled základních možností GSM relé.....	38
Obrázek 34 Informační stavové okno GSM relé.....	39
Obrázek 35 Detail řešení aretace poruchového relé.....	39
Obrázek 36 Detail řešení aretace poruchového relé přes servomotorek.....	40
Obrázek 37 Detail zapojení spínacích a rozpinacích kontaktů do stávajícího obvodu.....	40
Obrázek 38 Detail rozváděcí skříně.....	41
Obrázek 39 -Detail vchodu po montáži PTZ IP kamery pro vzdálený dohled provozu MVE.....	41
Obrázek 40 Elektroinstalační krabice IP kamery.....	42
Obrázek 41 Satelitní fotografie zvolené lokality.....	43
Obrázek 42 Cenová nabídka solárního systému.....	47