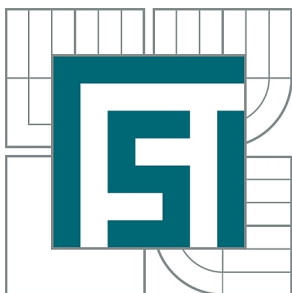




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ENERGETICKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
ENERGY INSTITUTE

ENERGETICKÉ ZÁSOBOVÁNÍ ODLEHLÉHO OBJEKTU

POWER SUPPLY OF REMOTE OBJECT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ADAM OCÁSEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. JAN FIEDLER, Dr.

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Energetický ústav

Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Adam Očásek

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

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

Energetické zásobování odlehlého objektu

v anglickém jazyce:

Power supply of remote object

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracujte návrh řešení zásobování odlehlého objektu elektrickou energií.

Cíle bakalářské práce:

Zpracujte rešerši dostupných technologií

Proveďte návrh variant řešení

Zpracujte ekonomickou analýzu

Seznam odborné literatury:

kolektiv: Obnovitelné zdroje energie, FCC Public, Praha 2002

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 21.10.2010

L.S.

doc. Ing. Zdeněk Skála, CSc.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou pokrytí energetické náročnosti objektu, který nebyl doposud elektrifikován. Zpracovává téma jak z pohledu možných technologických řešení, tak i z finanční stránky takových projektů a v závěru je všechny vyhodnocuje a porovnává. Vybranými přístupy k řešení tohoto zadání jsou dieselgenerátor, elektrická přípojka a fotovoltaické panely.

Klíčová slova

Elektrifikace objektu, dieselgenerátor, elektrická přípojka, fotovoltaické panely, finanční analýza.

Abstract

This bachelor thesis is concerned with the issue of covering energy demands of an object which has not yet been electrified. It approaches the topic from both the side of possible technological solutions and the side of financial aspects of executing these projects and concludes with their analysis and comparison. The chosen solutions are the diesel generator, electric cable connection and photovoltaic panels.

Key words

Object electrification, diesel generator, electric cable connection, photovoltaic panels, financial analysis.

Bibliografická citace

OCÁSEK, Adam. *Energetické zásobování odlehlého objektu*. Brno, 2011. 36 s., 3 s. příloh. Bakalářská práce na Vysokém učení technickém v Brně na Fakultě strojního inženýrství. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jan Fiedler, Dr.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Energetické zásobování odlehlého objektu* vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

V Brně dne 19.5 2011

Poděkování

Děkuji tímto doc. Ing. Janu Fiedlerovi, Dr. za cenné připomínky a rady týkající se této bakalářské práce.

Obsah

Abstrakt	3
Bibliografická citace.....	3
Čestné prohlášení	4
Poděkování.....	5
1. Úvod.....	8
1.1 Obecná charakteristika objektu	8
1.2 Energetický charakter objektu.....	8
1.2.1 Truhlářská dílna.....	9
1.2.2 Obytná část.....	9
1.2.3 Průběh příkonu objektu a jeho sekcí	10
2. Dieselgenerátor	11
2.1 Aplikace a rozšíření.....	11
2.2 Obecný popis zařízení	12
2.3 Podrobnější popis částí dieselgenerátoru	13
2.3.1 Motor	13
2.3.2 Alternátor	13
2.3.3 Nádrž	13
2.3.4 Regulátor napětí	13
2.3.5 Chladicí a výfukový systém	13
2.3.6 Baterie	13
2.4 Dimenzování a konfigurace dieselgenerátoru	14
2.4.1 Režim ESP.....	14
2.4.2 Režim STANDBY.....	14
2.4.3 Režim PRIME	14
2.4.4 Režim CONTINUOUS	14
2.5 Stanovení konkrétního typu stroje.....	15
2.5.1 Minimální požadavky.....	15
2.6 Výběr stroje na základě minimálních požadavků.....	15
2.6.1 Obecný popis typu KDE 30SS3	16
2.6.2 Konkrétní charakteristika stroje a podmínky provozu	16
2.7 Finanční analýza dieselaagregátu.....	17

2.7.1 Jednorázová část investice	17
2.7.2 Vícetázové investice	18
3. Elektrická přípojka.....	19
3.1 Obecná charakteristika	19
3.2 Požadavky na elektrickou přípojku	19
3.3 Způsob pokladu kabeláže	20
3.4 Rozsah výkopových prací	20
3.5 Náklady na výkopové práce	21
4. Fotovoltaické panely	24
4.1 Obecná charakteristika	24
4.2 Faktory ovlivňující použití	24
4.2.1 Vliv slunečního osvětlení.....	24
4.2.2 Vliv orientace solárního panelu.....	25
4.2.4. Vliv teploty okolí	26
4.2.3 Vliv charakteru budovy	26
4.2.4 Připojené spotřebiče	26
4.3 Výběr konkrétního fotovoltaického panelu.....	27
4.3.1 Počet solárních panelů.....	28
4.3.2 Počet potřebných akumulátorů.....	28
4.4 Finanční analýza fotovoltaických panelů	29
5. Celková finanční analýza a shrnutí	30
5.1 Finanční analýza.....	30
5.2 Shrnutí přístupů	31
5.2.1 Dieselgenerátor vs. elektrická přípojka	31
5.2.2 Fotovoltaika.....	31
6. Závěr.....	32
Seznam použitých zdrojů.....	34
Seznam použitých zkratk a symbolů	33
Seznam použitých ilustrací.....	35

1. Úvod

Prakticky neustále se lidé setkávají s případy, kdy je potřeba zajistit energetické nároky objektu, který doposud nebyl elektrifikován. Týká se to nejen nově postavených nebo naopak starých budov, ale i mobilních zařízení, jakými jsou např. karavany či přenosné svářečské přístroje. Jen díky tomuto rozsahu a rozmanitosti nároků na dodávky energie, se s postupem času celá problematika stala natolik atraktivní, že se více otevřela světu soukromého uživatele.

Tato bakalářská práce reflektuje tento trend a zabývá se energetickým zásobováním, neboli elektrifikací, fiktivního odlehlého objektu, který nemá dosud zajištěný zdroj energie. Jejím cílem je navrhnout tři různé způsoby řešení situace a v závěru porovnat jejich ekonomičnost z pohledu realizace takového projektu.

Aby tyto stránky co nejvíce popisovaly reálnou situaci, jsou tyto tři vybrané přístupy k řešení také v praxi nejvíce využívané. Kandidáty na nejvhodnější energetické zásobování budou dieselagregát, jako zástupce „ostrovního režimu“ zařízení, dále pak elektrická přípojka, jako zástupce tradičního přístupu, a posledním v řadě budou fotovoltaické panely, jako zástupce obnovitelných zdrojů energie.

Pojďme se nyní konkrétněji seznámit s objektem, který bude předmětem našeho zájmu.

1.1 Obecná charakteristika objektu

Označením „objekt“ budeme v této bakalářské práci charakterizovat obytný dům, jehož rysy odpovídají zařízení typu chalupa. Tento objekt je umístěn na jižní Moravě (viz šipka na obr. 1-1). Nejbližší obec (elektrická přípojka) je vzdálena **2530 metrů**.



Obr. 1-1 lokace objektu

Objekt bude využíván **celoročně** a to pouze o **víkendech**, tzn. přibližně 105 dní v roce.

1.2 Energetický charakter objektu

Celý objekt si nejdříve rozdělíme na dvě sekce o rozdílných náročnostech energetického zásobování. Těmito sekcemi budou obytná část objektu a truhlářská dílna. Dodržování tohoto rozlišení nám umožní lépe pracovat se zadaným úkolem a realizovat optimální zdroj energie.

Ať už se rozhodneme pro jakýkoliv způsob elektrifikace objektu, vždy si budeme muset nejdříve určit, jaký příkon náš objekt vyžaduje. Příkon je základní charakteristika, na kterou se ptají i profesionální firmy při poskytování energetického zajištění, protože představuje vstupní okrajovou podmínku, která následně ovlivní všechny navazující výpočty. Proto u příkonu začneme i my.

1.2.1 Truhlářská dílna

Truhlářská dílna je výrazně orientována na zpracování dřeva, což ovlivňuje i charakter přítomných zařízení (tab. 1-1). Kolonka „zapojení“ vyjadřuje za použití logické jedničky a nuly možnou konfiguraci zapojení jednotlivých spotřebičů, přičemž zvolená konfigurace reprezentuje nejnáročnější možnou variantu, která může nastat. V takové situaci bude příkon truhlářské dílny činit 6550 W. Je záhodné tento maximální příkon určit, protože pokud budeme schopni energeticky pokrýt i tuto situaci, všechny ostatní méně náročné varianty jsou následně zahrnuty.

Zařízení	Příkon	Zapojení
Kotoučová pila	2,8 kW	1
Hoblovka s protahem	1,5 kW	1
Soustruh	750 W	1
Odsávací zařízení	1,1 kW	1
Stolní vrtačka	500 W	0
Kotoučová bruska	450 W	0
Ruční frézka na dřevo	1,2 kW	0
Osvětlení		
zářivkové těleso	4x70 W	1
žárovky	2x60 W	1
celkem 6550 W		

Tab. 1-1 energetická náročnost truhlářské dílny

1.2.2 Obytná část

Jedná se o obytnou část typickou pro chalupářské účely. Charakter zařízení obytné části je zobrazen v tabulce tab. 1-2. Logické jedničky a nuly opět vyjadřují nejnáročnější konfiguraci zapojení a procenta určují, jaký podíl z určitého typu spotřebiče je zapojen.

Zařízení	Příkon	Zapojení
osvětlení (15xžárovka)	15x60 (900 W)	40 %
lednice	300 W	1
pračka	1,85 kW	1
průtokový ohřívač	1,33 kW	1
mikrovlnná trouba	1,25 kW	1
vysavač	1,8 kW	1
celkem 6890 W		

Tab. 1-2 energetická náročnost obytné části

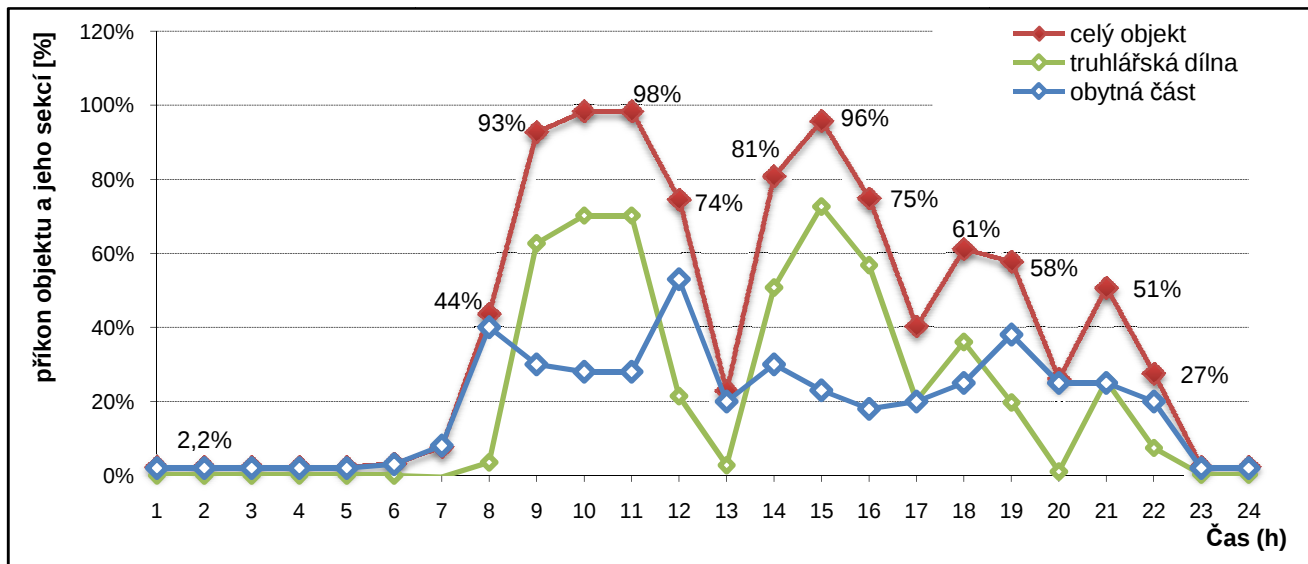
Následně součet maximálního možného příkonu truhlářské dílny a obytné části je

$$P_{\text{objekt}} = 6550 + 6890 = 13\,440 \text{ W} = \mathbf{13,44 \text{ kW}}. \quad (\text{vztah 1-1})$$

Tímto jsme stanovili příkon dodávaný do objektu za nejvíce vytíženého stavu, což využijeme k dimenzování jednotlivých přístupů k elektrifikaci. Avšak pro zjištění ekonomičnosti těchto přístupů si musíme navíc určit průběh příkonu v rámci celého dne.

1.2.3 Průběh příkonu objektu a jeho sekcí

Stanovíme 24 hodinový průběh příkonu pro obě sekce, který se bude pro zjednodušení identicky opakovat neohledně na to, zda je sobota či neděle. Graf na obr. 1-2 byl určen na základě zkušeností z praxe a vyjadřuje rozložení příkonu mezi truhlářskou dílnu a obytnou část v rámci jednoho dne.



Obr. 1-2 průběh příkonu objektu a jeho sekcí

Na obr. 1-2 lze vidět, že velký odběr obytné části objektu se vytváří v době snídani, největší hodnoty dosahuje kolem oběda a dalšího svého lokálního maxima dosáhne okolo 7. hodiny večer. V průběhu noci pak je v provozu pouze lednička o příkonu 300W. Dílna dosahuje svého lokálního maxima dopoledne mezi osmou a dvanáctou hodinou, následováno špičkou ve tři hodiny odpoledne. Příkon truhlářské dílny zaznamenává poklesy v období nárůstu činnosti obytné části a naopak.

Obr. 1-2 také ukazuje, že při počítání ekonomičnosti přístupů budeme uvažovat jinou hodnotu příkonu než je maximální hodnota P_{objekt} a to průměrný příkon objektu v rámci celého dne, který činní pouze 40 % maximální hodnoty, tedy

$$P_p = P_{\text{objekt}} \cdot 0,4 = 13\,440 \cdot 0,4 = 5\,376 \text{ kW.} \quad (\text{vztah 1-2})$$

Příkon P_p budeme využívat např. při kalkulaci spotřeby paliva dieselaagregátu či spotřebě proudu v případě elektrické přípojky.

2. Dieselgenerátor

2.1 Aplikace a rozšíření

V praxi velice rozšířené a oblíbené řešení situace, jako je ta naše, je využití dieselgenerátorů. V naší době závislé na elektřině jejich míra využití přešla v celosvětový trend a dnes se s nimi můžeme setkat takřka kdekoliv, od stavenišť přes koncerty až po nemocniční budovy.

Na stavbách se používají hlavně jako mobilní zdroj proudu pro pracovníky, kteří se nemohou omezovat jen na jedno pracoviště a potřebují se přemísťovat po celém areálu (obr. 2-1). V nemocnicích se zase uplatňuje jako záložní zdroj v případě výpadku proudu a je neodmyslitelnou součástí bezpečnostních protokolů takového zařízení. S dieselagregáty se ovšem setkáme např. také u stáji formule 1, pro zásobování jejich mobilních pracovišť během závodů (obr. 2-2).



Obr. 2-1 lehký mobilní dieselagregát



Obr. 2-2 elektrocentrála ve velkokapacitním obytném vozu formulové závodní stáji

Není divu, že jsou tak rozšířené, ve své oblasti aplikace dieselagregáty výhodně kombinují pořizovací cenu, výkon, objemnost a spoustu jiných faktorů včetně minimální údržby. A právě proto jejich služeb využívají i armády po celém světě, např. jako záložní zdroj na lodích a ponorkách (obr. 2-3).



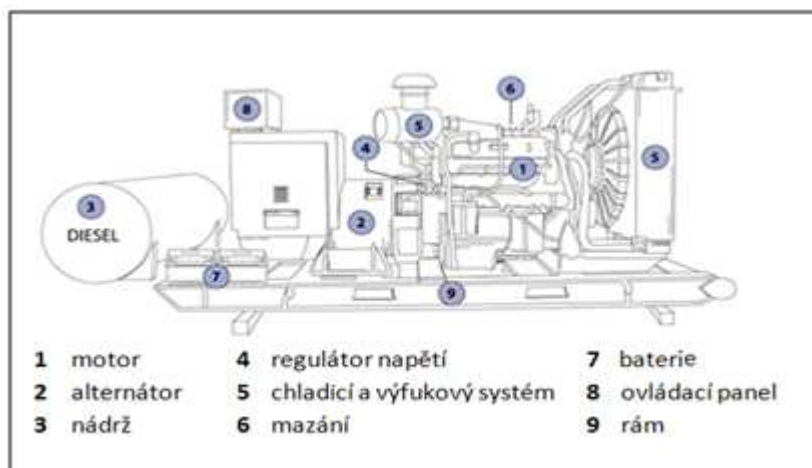
Obr. 2-3 dieselový generátor na ponorce USS North Carolina (SSN-777)

Bylo by proto škoda nezahrnout tento zdroj energie mezi způsoby řešení naší situace. Záleží hlavně jen na způsobu využití, který nám otestuje vhodnost tohoto zařízení pro danou aplikaci.

2.2 Obecný popis zařízení¹

Pojďme si nejprve představit, s jakým typem zařízení se tu setkáváme. Jak už sám název napovídá, jedná se o stroj, jehož základními prvky jsou spalovací motor a synchronní generátor. Mohli bychom si to představit jako spalovací motor v osobním automobilu spojený s alternátorem – i zde najdeme sací a výfukové ventily, písty, ojnici či vinutí statoru, vše použito stejným způsobem jako u automobilu.

Pro názornost si uveďme schematický popis, jak diesलगрегát pracuje (obr. 2-4) s možností porovnání se skutečným vzhledem stroje (obr. 2-5). Palivo se bere z nádrže (3), přidá se vzduch a vzniklá směs se ve spalovací komoře motoru (1) zapálí. Směs následně expanduje a stlačuje píst, který přes ojnici roztáčí klikovou hřídel. Na hřídeli je připojen rotor alternátoru (2), který indukuje ve vinutí statoru střídavé elektrické napětí. Část tohoto napětí využíváme pro naše potřeby a zbytek se použije na dobíjení baterií (7). Celý systém je samozřejmě nutno chladit (5) a mazat pohyblivé komponenty (6). Nezbytností v dnešní době je možnost ovládání parametrů stroje na ovládacím panelu (8). Celý stroj je poté uložen na rámu (9).



Obr. 2-4 schematické vyobrazení diesलगрегátoru



Obr. 2-5 reálný příklad diesलगрегátoru

2.3 Podrobnější popis částí dieselgenerátoru¹

2.3.1 Motor

Stejně jako v automobilech se i zde využívá motorová nafta a to v naprosté většině případů. V menší míře se pak využívá benzín, propan (tekutá, plynná forma) či zemní plyn.

Zastoupení je dáno vlastnostmi paliva a jejich dostupností. Dieselové verze oproti benzínovým obvykle déle vydrží a lépe hospodaří s palivem. Pracují při nižších otáčkách s vyšším točivým momentem, čímž se zvýší životnost motoru a zároveň sníží úroveň hluku zařízení. (Jako příklad můžeme využít generátory Guardian's QUIETPACT® RV – benzínový motor o výkonu 7,5 kW pracuje při 2571 ot/min zatímco dieselová verze o stejném výkonu při 1950 ot/min)².

Existuje také relace mezi typem motoru a cenou náhradních dílů. Obecně platí, že dieselové motory oproti benzínovým jsou složeny z dražších součástek. V průměru jsou méně poruchové, ale případná oprava motoru je finančně náročnější.

Je těžké spekulovat o něčem tak proměnlivém, jako je cena nafty vs. cena benzínu, ale platí, že právě díky nižším otáčkám za provozu, je i spotřeba paliva u dieselového motoru menší.

2.3.2 Alternátor

Bezkartáčová varianta (bez kluzného kontaktu na komutátoru) zajišťuje vyšší účinnost, spolehlivost a životnost alternátoru. Přehazování polarity je prováděno elektronickou kontrolní jednotkou.

2.3.3 Nádrž

Nádrže bývají součástí rámu a v případě větší palivové náročnosti je možné připojení externího zásobníku. Lze je snadno doplňovat z kanistrů, či cisteren a to i za nepřetržitého provozu. Plynové nádrže pod tlakem představují jisté bezpečnostní riziko, zatímco tekutá paliva podléhají riziku zgelovatění při nízkých teplotách skladování.

2.3.4 Regulátor napětí

Odebírá část výstupního střídavého napětí a převádí ho na stejnosměrnou charakteristiku pro napájení sekundárního, tzv. budicího, vinutí statoru. Jeho úkolem je zajistit v počátcích rozběhu co nejrychlejší rozběh na plný výkon a následné udržení výkonu při změnách zatížení.

2.3.5 Chladicí a výfukový systém

Jako většina zařízení i dieselgenerátor potřebuje kvalitní chladicí systém. Nejčastěji se využívá demineralizovaná voda, pro náročnější chlazení se může přistoupit ke vložení chladicího okruhu naplněného vodíkem, který lépe odvádí teplo. Nainstalovaný ventilátor poté zajišťuje dostatečné proudění okolního vzduchu do chladiče a okolo stroje. Chlazení je samozřejmě podporováno i tvarem krytu stroje a jeho vhodným umístěním.

Výfukový systém musí ústít mimo obyvatelné prostory a bývá upevněn flexibilními úchyty tak, aby tlumily vibrace a nepřenášely je na kostru stroje.

2.3.6 Baterie (resp. UPS – Uninterruptible Power Source v kombinaci s ATS – Automatic transfer switch)

Prvních pár sekund při startu není dieselgenerátor schopen plnohodnotně dodávat proud do sítě a jeho funkci musí nahradit právě baterie zajišťující zároveň také rozběh stroje. Nejčastěji to bývají olověné baterie, které mají u některých generátorů (např. nemocnice) dostatečně velkou kapacitu, aby dokázaly zásobovat síť okamžitě po výpadku proudu až do doby, kdy tuto úlohu zajistí dieselgenerátor.

Nyní když jsme se seznámili s funkcemi jednotlivých částí stroje, jsme připraveni na samotný výběr.

2.4 Dimenzování a konfigurace dieselgenerátoru³

Jak si tedy vybrat ten správný typ dieselgenerátoru, když známe naše požadavky? Můžeme například navštívit internetové stránky prodejců. Každá firma u svého stroje uvádí základní parametry, podle kterých se můžeme rozhodovat. Tuto variantu jsem zvolil i já, je méně přesná, ale pro mé soukromé potřeby je dostačující. Avšak v případě, že nezůstaneme u koupi jen jednoho kusu, nebo by na správné funkci stroje závisely i životy lidí, můžeme se plně svěřit do rukou výrobců. Tuto variantu přirozeně volí větší firmy.

Obvykle každý výrobce dieselgenerátorů poskytuje vlastní software ke správnému dimenzování stroje. S tím jsou spojeny i aktualizace databáze za nemalý poplatek. Výběr vhodné konfigurace stroje probíhá v několika krocích.

Důležitým prvním krokem je určení provozního režimu dieselgenerátoru. Provozní režimy jsou stanoveny normou ISO 8528-1 z roku 2005.

2.4.1 Režim ESP (Emergency Standby Power)

V tomto režimu je možný trvalý provoz stroje do proměnlivé zátěže v případě poruchy v rozvodné síti průměrně na 70 % jmenovitého výkonu po dobu max. 200 hodin v průběhu 1 roku (doporučeno 50 hodin za 1 rok). Typická aplikace je záložní zdroj pro budovy. Není přípustné přetížení stroje.

2.4.2 Režim STANDBY

V tomto režimu je možný trvalý provoz stroje do proměnlivé zátěže v případě poruchy v rozvodné síti průměrně na 70 % jmenovitého výkonu po dobu max. 500 hodin v průběhu 1 roku (doporučeno 200 hodin za 1 rok). Typická aplikace je záložní zdroj pro všeobecné použití. Není přípustné přetížení stroje.

2.4.3 Režim PRIME

V tomto režimu je možný trvalý provoz stroje do proměnlivé zátěže bez časového omezení průběhu průměrně na 70 % jmenovitého výkonu. Přetížení je možné max. o 10 %, a to po dobu jedné hodiny v průběhu 12 hodin. Celková doba přetížení je max. 25 hodin za 1 rok. Typické použití je záložní zdroj v průmyslu.

2.4.4 Režim CONTINUOUS

V tomto režimu je možný trvalý provoz stroje do stálé zátěže bez časového omezení průběhu průměrně na 70 %–100 % jmenovitého výkonu. Přetížení nad 100 % výkonu není možné. Typické použití je jako nouzový zdroj v dlouhodobém režimu.

Protože nepočítáme s připojením na rozvodnou síť, není rozumné očekávat ani náhlý výpadek tohoto zdroje. To znamená, že se můžeme omezit jen na ty režimy, které jsou předurčeny k dlouhodobějšímu samostatnému provozu. Tím se nám výběr zužuje na režimy *PRIME* a *CONTINUOUS*. Ty nejlépe odpovídají našim nárokům a podle nich si vybereme konkrétní stroj.

2.5 Stanovení konkrétního typu stroje

2.5.1 Minimální požadavky

Jak bylo řečeno, zvolený dieselaagregát musí splňovat požadavky stanovené použitými režimy PRIME či CONTINUOUS. To je velice příznivé, protože agregáty, které by dokázali obstát v našem zadání, disponují právě těmito dvěma režimy. Schopnost pracovat ve více módech je v praxi velice častý jev. Režimů je takové množství, že rozdíly mezi nimi se pomalu smazávají, a tak je z hlediska konkurenceschopnosti výhodnější, aby každý agregát zastal více pracovních módů.

Oba dva se shodují na průměrné hodnotě 70 % využitého výkonu stroje. Tento požadavek vezmeme jako prioritní a podřídíme mu hledání vhodného agregátu.

Maximální potřebný příkon naší stavby byl stanoven na 13,44 kW. Podle předchozích řádků je potřeba, aby dieselaagregát měl výkon P_{DA} teoreticky alespoň o 30 % vyšší než je tato hodnota. To znamená

$$P_{DA} * 0,7 = P_{objekt}$$

$$P_{DA} = \frac{P_{objekt}}{0,7} = \frac{13,44 \text{ kW}}{0,7} = \mathbf{19,2 \text{ kW (činný výkon)}} \quad (\text{vztah 2-1})$$

Jako zákazníci nyní víme, že hledáme dieselaagregát o minimálním výkonu 19,2 kW, který se také nazývá činný výkon. Toto je klíčová informace, kterou po nás všichni potenciální dodavatelé agregátů budou vyžadovat. Může se ovšem stát, že v katalogu ho nenajdeme, místo něj se tam bude vyskytovat výkon v jednotkách kVA. Na to si musíme dát pozor, takové dva výkony nejsou totožné a jejich hodnoty se relativně silně liší.

Výkon v jednotkách VA se označuje jako zdánlivý a jeho vztah k činnému výkonu je $P_{DAZ} = P_{DA} / \cos\varphi$. Kde $\cos\varphi$ se nazývá účinník a pro naprostou většinu dieselaagregátů platí $\cos\varphi = 0,8$. Tedy:

$$P_{DAZ} = \frac{P_{DA}}{\cos\varphi} = \frac{19,2}{0,8} = \mathbf{24 \text{ kVA (zdánlivý výkon)}} \quad (\text{vztah 2-2})$$

Takže minimální výkon hledaného dieselaagregátu je buď $P_{DA} = 19,2 \text{ kW}$ nebo $P_{DAZ} = 24 \text{ kVA}$.

2.6 Výběr stroje na základě minimálních požadavků

Jako soukromá osoba máme lehce ztížený výběr. Výrobci a dodavatelé elektrocentrál se převážně soustřeďují na větší odběratele, kde tkví jádro jejich poptávky. Přesto se na našem území najdou i dodavatelé, kteří ochotně nabízejí své produkty i pro soukromé účely.

Já osobně jsem si vybral dieselaagregáty od firmy KIPOR. Firma KIPOR, původem z Číny, existuje na trhu od roku 1998 a dodává stroje do více jak 130 zemí včetně České republiky. U nás je její pobočka zastoupena distributorem IRIUM s.r.o., za jehož spolupráce jsem na základě minimálních požadavků vybral vhodný dieselaagregát. A tím je:

KIPOR KDE 30SS3 (viz příloha 1)



Obr. 2-6 KIPOR KDE 30SS3

stroj	parametry	
KDE 30SS3	Jmenovitý výstupní výkon	24 kVA
	Maximální výkon	26 kVA
	Jmenovitá frekvence	50 Hz
	Vnější rozměry (D x Š x V)/[mm]	1900 x 950 x 1200

Tab. 2-1 parametry dieselagregátu KIPOR KDE 30SS3

2.6.1 Obecný popis typu KDE 30SS3

Patří mezi výkonnější dodávané typy pro náročnější úkoly. Jedná se o pomaloběžný třífázový agregát s vodou chlazeným čtyřválcovým diesel motorem. Jako dnes již všechny centrály, je i tato řízena procesorem a ovládání je zpřístupněno za pomoci digitálního panelu.

Je možné ho provozovat jako záložní zdroj, kde tento stroj startuje cca do 45 sekund od výpadku veřejné sítě, automaticky přebírá zatížení a po návratu veřejné sítě je pomocí stykačové kombinace zatížení přepojeno zpět a dieselagregát dochlazen bez zatížení a odstaven, což z něj dělá plně automatický záložní zdroj. Dále je možno stroj startovat pomocí externího signálu (například hladinové čidlo, GSM modul atd.), kde připojení zátěže je provedeno pomocí stykače se zpožděním – po ustálení otáček a zahřátí motoru.

U takového zařízení přirozeně nesmí chybět ani ochranné prvky jako pojistka proti přetížení, kontrola hladiny oleje či tepelné pojistky. Samozřejmostí je i měření napětí, proudů a motohodin.

2.6.2 Konkrétní charakteristika stroje a podmínky provozu

Dieselagregát KDE 30SS3 disponuje režimem CONTINUOUS a je schopen pracovat v nonstop provozu se zmíněnou rezervou nejlépe 30 %. Námi zvolený potřebný výkon zařízení se pohybuje na hodnotě jmenovitého výstupního výkonu 24 kVA. Není zde velká výkonová rezerva, ale pro účely této bakalářské práce se s ní spokojíme. Nejbližší silnější stroj již totiž disponuje 50 kVA jmenovitého výstupního výkonu, což je přemrštěná výkonová rezerva a tomu odpovídá i cena zařízení.

Tento dieselagregát je v porovnání s jinými typy dobře odhlučněný, proto ho bez potíží lze využít třeba i pro potřeby samostatně stojících karavanů. Ale i přesto by měl být umístěný v okrajové části domu, jelikož musí být zajištěn odvod výfukových plynů z motoru a zároveň přísun čerstvého vzduchu z okolí tak, jak je zobrazeno na obr. 2-7.



Obr. 2-7 odvod výfukových plynů z prostoru agregátu

Je možné ho umístit i mimo budovu, ale konkrétně tento stroj neobsahuje kryt proti dešti, takže by bylo nutné doplnit stání o přístřešek. Dále je nutné, aby ve všech směrech od stroje bylo zajištěno alespoň 70 cm volného prostoru z chladících důvodů. V této práci se přesnou dispozicí stroje v objektu ovšem zabývat nebudeme.

V tomto konkrétním zadání se musíme taktéž ujistit, že stroj bude schopen pracovat v dané lokalitě, to se týká hlavně teplotních podmínek. Zařízení firmy KIPOR jsou testována až do teplot $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. V takovém případě je použití kvalitní nafty s nemrznoucí úpravou podmínkou spolehlivé funkce.

Jako u jiného běžného zboží i zde máme stanoveny garanční podmínky. Dodavatelem je garantována záruka standardně na 2 roky nebo 1 000 motohodin. Zároveň výrobce uvádí pro dieselagregáty řady „SS“ **průměrnou životnost 20 000 motohodin**. Tuto informaci později využijeme pro celkové porovnání výhod jednotlivých přístupů k elektrifikaci.

2.7 Finanční analýza dieselagregátu

2.7.1 Jednorázová část investice

Pro přepravu dieselagregátu z Prahy, kde má firma KIPOR sklad, do naší lokace včetně náplně pro okamžitý start byla stanovena **cena 174 500,– Kč**, která zahrnuje také proškolení obsluhy a předvedení provozu.

Dále se musíme rozhodnout, jak moc jsme nároční na okamžitý start stroje. U nemocnic a zařízení jim podobných se totiž k tomuto přístroji instaluje tzv. ATS⁴ (Automatic transfer switch), který je schopen plynule přejít z pevné sítě na agregát nebo také zastat prvních 45 sekund náběhu agregátu. Ale opravdu ho potřebujeme?

Podle mého názoru ne. Po příjezdu na chatu, který určitě zabere určitý čas, už není taková obtíž vyčkat méně než minutu na rozběh stroje. Stejně tak jsem ochoten vyčkat i o malou chvíli déle v posteli, než dieselagregát nastartuje a já budu moci rozsvítit světlo v pokoji. Podle mne je to opravdu malá daň za „ostrovní fungování“ celého objektu a navíc ušetříme 31 500,– Kč.

Ale i tak bychom si mohli usnadnit nastartování agregátu. Existují úpravy, které mi ho umožní nastartovat na dálku, což se může hodit např. do ložnice, pokud přes noc stroj nepojede. Za takové dálkové ovládání si připlatíme **8 900,- Kč**.

Celková cena jednorázové vstupní investice je tedy $174\,500 + 8\,900 = \mathbf{183\,400,-\text{ Kč}}$.

2.7.2 Vícetázové investice

Když mluvíme o vícetázových investicích, myslíme tím zejména doplňování paliva, výměnu olejového a vzduchového filtru nebo také samotného oleje či chladicí kapaliny. Celková částka je zde přímo závislá na počtu motohodin stroje. Dodavatel udává, že servis by měl být proveden každých 250 hodin. To se týká hlavně výměny kapalin. U filtrů se musíme spíše řídit údaji na jednotlivém zboží.

Nyní trochu konkrétněji. Spotřeba paliva je udána 320 g/kWh (viz příloha 1). Pro stanovení ceny si určíme, kolik hodin vydrží jedna nádrž:

$$\text{Hodinová spotřeba} = \frac{\text{spotřeba}}{\rho_{\text{nafty}}} \cdot P_p = \frac{320 \text{ g/kWh}}{850 \text{ g/l}} \cdot 5,376 \text{ kW} = 2,024 \text{ l/h} \quad (\text{vztah 2-3})$$

Výdrž na jednu nádrž je pak

$$\tau = \frac{\text{velikost nádrže}}{\text{hodinová spotřeba}} = \frac{95}{2,024} = 46,9 \text{ h} = 1 \text{ den } 22,3 \text{ hod} \quad (\text{vztah 2-4})$$

Všechny nutné výměny v rámci údržby jsou zaneseny v tabulce tab. 2-2 včetně údajů, jak často by měla být výměna prováděna.

stroj	produkt ⁵	cena [Kč]	Výměna jednou za
KDE 30SS3	Palivo	34/litr (95 litrů)	46,9 motohodin
	Olejový filtr	450	250 motohodin
	Vzduchový filtr	350	250 motohodin
	Palivový filtr	500	250 motohodin
	Celková výměna oleje	1400 (8,5 litrů)	250 motohodin
	Chladicí kapalina	(10 litrů)	250 motohodin
	Doplňování oleje		

Tab. 2-2 vícetázové investice

Cena paliva jak, již bylo řečeno, je velice diskutabilní a je silně závislá na čase. V době psaní této práce, stála nafta 34 Kč/litr. Dovolím si nezapočítat cenu chladicí kapaliny (destilovaná voda), protože je k vzhledem k ostatním nákladům zanedbatelná. Stejně tak cena za průběžné doplňování oleje je vůči ceně celkové výměny olejové nádrže zanedbatelná.

3. Elektrická přípojka

Jako druhý přístup k řešení, kterým se zde budeme zabývat, jsem si zvolil propojení mého objektu elektrickým kabelem s nejbližším elektrifikovaným místem, tedy nedalekou vesnicí.

3.1 Obecná charakteristika

Řešení se nemusí zdát dostatečně „moderní“, ale to je možná dáno tím, že se efektivně používá už od začátku 20. století. V rámci stabilního seskupení domů, jako jsou obce, bylo a stále je bezpochyby nejvýhodnější zavést rozvodnou síť kabelů. Z pohledu uživatele není zapotřebí žádná údržba, nemusíme chodit přikládat do uhelné či jaderné elektrárny, ba ani odhazování sněhu ze zdroje už není nutné. Vše za nás obstarají jiní lidé a my v konečném důsledku platíme jen cenu spotřebované elektřiny.

Zní to ideálně a zdá se, že nám nic nebrání dům připojit na rozvodnou síť...tak proč se zde trápíme s porovnáváním způsobů elektrifikace? Celou situaci nám totiž komplikuje poloha objektu neboli vzdálenost, kterou musíme překlenout položením kabelové přípojky. Když už známe energetickou náročnost budovy, délka přípojky je to jediné, co ekonomickou výhodnost elektrické přípojky.

Pojďme se tedy podívat, co si musíme uvědomit, dříve než začneme s výkopy.

3.2 Požadavky na elektrickou přípojku

Vzhledem k nainstalovaným spotřebičům budeme bezpochyby potřebovat třífázový kabel. Pro jeho konkrétní výběr musíme ještě určit jeho potřebný průřez „S“. Ten se v praxi volí zejména podle velikosti protékajícího proudu. Pro potřeby této bakalářské práce si velikost proudu vypočteme podle přibližného vztahu:

$$I_V = \frac{P_{\text{objekt}}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad (\text{vztah 3-1})^6$$

I_V	výpočtový proud
P_{objekt}	maximální možný příkon objektu
U	sdužené napětí
$\cos \varphi$	střední účinník pro danou skupinu zařízení

Takový proud se označuje jako „výpočtový proud.“ Z námi zadaného charakteru objektu víme, že maximální příkon je $P_{\text{objekt}} = 13,44 \text{ kW}$. Sdužené napětí zde odpovídá hodnotě $U = 400 \text{ V}$ a za střední účinník si zvolíme $\cos \varphi = 0,8$ jako dominující hodnotu. Výpočtový proud je poté roven

$$I_V = \frac{13,44 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 24,25 \text{ A}$$

Je nutné také zdůraznit, že zvolený výpočet je pouze přibližný a charakterizuje největší možné zatížení přípojky. V praxi se častěji volí vztah

$$I_V = k_b \cdot k_s \cdot k_r \cdot \sum I_n \quad (\text{vztah 3-2})^7$$

Kde jednotlivé koeficienty respektující změnu zatížení v závislosti na způsobu uložení vodiče, jeho seskupení, okolní teplotu, tepelné odpory půdy atd. Tuto možnou odchylku způsobenou zjednodušeným výpočtem zohledníme při volbě průřezu vodiče S , který zvolíme o něco větší. Větší průřez nám zároveň pokryje možnost případného budoucího zvýšení příkonu budovy.

Podle ČSN 33 2000-5-523⁸ charakterizujeme umístění kabelu jako typ „D“ – jde o uložení v půdě a to v trubce nebo bez přídavné mechanické ochrany. Podle stejné normy pro uložení D a proud I_V zvolíme průřez S s již zmíněným přírůstkem:

$$S = 4 \text{ mm}^2$$

Nyní jsme schopni si objednat potřebný typ kabelu. Já jsem si zvolil:

kabel CYKY-J 5c x 4 59,– Kč/1 metr⁹



Obr. 3-1 barevné značení žil

Jedná se o kulatý, 4-žilový silnoproudý kabel pro pevné uložení – v našem případě do půdy. Písmeno „J“ charakterizuje barevné označení žil (viz obr. 3-1) a číslice 4 odpovídá velikosti průřezu. Kdysi byl označován jako CYKY 5C, od roku 2005 je však zavedeno značení podle ČSN 33 01¹⁰.

Dalším krokem je samotné položení kabelu. To je přirozeně podřízeno kritériím, popisující nejen velikost výkopu, ale i jeho umístění, teplotu kabeláže a částečně i časový rozpis prací.

3.3 Způsob pokladu kabeláže¹¹

Ten se samozřejmě liší v závislosti na typu půdy, do které kabel pokládáme a k jakému účelu je využívána. Pokud by kabel procházel pod silnicí, musel by být minimálně v hloubce 0,8m pod povrchem. Pokud by se jednalo o půdu, která by nebyla konstantně zatěžovaná a nebyla by pod větším deformačním tlakem, stačila by hloubka minimálně 0,6 metrů pod povrchem. Ačkoliv budeme předpokládat pro účely této situace, že žádná komunikace nám nebude křížit trasu kabeláže a půda nebude příliš namáhána, zvolíme si **hloubku** s bezpečnou rezervou:

$$H = 0,8 \text{ m.}$$

Teplota zde figuruje hlavně proto, že ovlivňuje pružné chování obalu kabelu. Musíme si uvědomit, že pokládání probíhá buď strojně anebo ručně. V obou případech dochází k mechanickému namáhání obalu kabelu v tahu, krutu a ohybu. Dostatečně vysoká teplota kabelu nám zajistí, že obal během manipulace nepopraská a bude spolehlivě odolávat vodě, která by jinak poškodila vedení. Za minimální standardní teplotu manipulace s kabeláží je považováno:

$$T_{\min} = 5 \text{ °C}$$

3.4 Rozsah výkopových prací¹²

Provádění výkopových prací musí splňovat několik kritérií. Jsou to jednak bezpečnostní a také technologická kritéria.

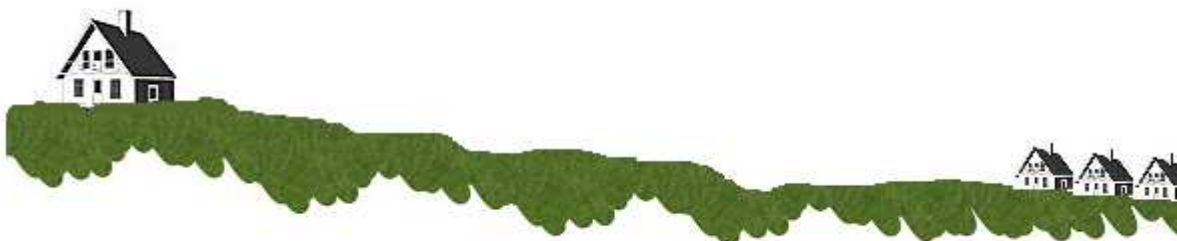
Na odlehleém místě může provádět výkopy jeden pracovník pouze v tom případě, nejsou-li hlubší než 1,3 m. V dosud nezastavěném území, což odpovídá našemu zadání, se mohou provádět ručně kopané výkopy bez pažení do hloubky maximálně 1,5 m (viz tab. 3-1).

Zemina	Počet dní bez pažení	Pozn.
Nesoudržné zeminy	0	Ihned
Částečně soudržné zeminy	1–3	Dle konzistence
Soudržné zeminy	3–6	Dle klimatických podm.
Poloskalní reliéf	6–14	Dle profilu a sklonu

Tab. 3-1 identifikace půdy

Na základě předpokládaného reliéfu volím **počet dní bez pažení 4**. Tato hodnota je důležitá pro stanovení rozsahu výkopových prací a následného položení kabelů elektrické přípojky. Úsek vyhotovený v tomto časovém období bude proveden jako finální – vyhotovení výkopu, položení kabelů, zasypaní výkopu.

Dispozice objektu v krajině:



Obr. 3-2 Dispozice objektu v krajině

Z dispozice předpokládaného objektu v krajině (viz obr. 3-2) odvozují, že je nutné provést výkopové práce v rozsahu **L = 2530 m délky**.

Šířka kabelové rýhy se pohybuje mezi 35 cm a 120 cm v závislosti na počtu a velikosti kabelů a přítomnosti ochrany linky. V našem případě, kdy máme jeden kabel bez použití ochrany, plně postačí výkop široký **D = 0,35 m**.

Okraje výkopů nesmějí být ničím zatěžovány do vzdálenosti 0,5 m od hrany výkopu. Povrch terénu od hrany výkopu nebo vykopané jámy až po hranici smykového klínu, která je stanovena v projektové dokumentaci, nesmí být zatížen materiálem, stroji, stavbami staveniště a stavebním provozem, aby se předešlo usmýknutí.

3.5 Náklady na výkopové práce^{13, 14}

Pro výpočet nákladů na výkopové práce uvádím, že se jedná o výkopové práce ve volném terénu, a tedy se nepředpokládá odstraňování dřevin a porostů. Nebude se provádět přerušení komunikací či jiných tras (elektrických, plynových, kanalizačních apod.).

Prakticky veškeré práce budou prováděny strojně, týká se to vykopání kabelové rýhy, vytvoření pískového lože, položení kabelu a následné zavezení kabelové rýhy. Stanovení ceny provedeno dle tabulky tab. 3-2. Pro orientaci uvádím i nákladnost některých prací, pokud by byly prováděny ručně.

Druh práce	Cena	Jedn.	Pozn.
BOBCAT (UNC) – výkop	450	Kč/hod	18 m/hod
BOBCAT (UNC) – zához	450	Kč/hod	27 m/hod
Kabel.lože pískové š.35cm	33	Kč/m	40 m/hod
Pokládka kabeláže	250	Kč/hod	40 m/hod
Výkop kabel.rýhy 35x80 cm ručně zem.tř.3	308	Kč/m	6 m/hod
Zához kabel.rýhy 35x80 cm ručně zem.tř.3	34	Kč/m	12 m/hod

Tab. 3-2 nákladnost prací

Dal jsem, jak je zřejmé, přednost mechanizaci stavebních prací v co největším možném měřítku. Snadno bychom se mohli přesvědčit, že na tak velké vzdálenosti, které představuje náš výkop, se z časových ale také finančních důvodů vyplatí použít stroje. Cena manuálního vyhotovení výkopu je sice o 32 % levnější, ale tuto taxu bychom vzhledem k počtu vyžadovaných hodin práce platili mnohem déle.

Vytvoření pískového lože není omezeno jen na stroje a pokládka kabeláže se už i při menších vzdálenostech provádí strojně, aby se předešlo jakémukoliv porušení kabelové linky.

Celkovou cenu za vyhotovení výkopu požadovaných parametrů a jeho následné uzavření, si odvodíme v následující tabulce. Je zde navíc koeficient, kterým budu násobit celkovou sazbou každého stroje. Tento koeficient vyjadřuje fakt, že stroj nepracuje okamžitě po nastartování motoru, jinak řečeno nám bude koeficient zohledňovat čas strávený na přejezdech a manipulaci s materiálem a je odvozen z praxe (viz tab. 3-3).

Druh práce	Cena	Jedn.	Pozn.	Rozsah	koeficient	Cena (Kč)
BOBCAT (UNC) – výkop	450	Kč/hod	18 m/hod	2530 m	1,4	88 550
BOBCAT (UNC) – zához	450	Kč/hod	27 m/hod	2530 m	1,4	59 034
Kabel. lože pískové š.35cm	33	Kč/m	40 m/hod	2530 m		83 490
Pokládka kabeláže	250	Kč/hod	40 m/hod	2530 m	1,2	18 975
Kabel CYKY	59	Kč/m		2530 m		149 270
Celkově						339 319

Tab. 3-3 cena provedení jednotlivých úkonů

Celková částka na vybudování kabelové přípojky byla vyčíslena na **339 319,- Kč**.

Pro stanovení finanční náročnosti elektrické přípojky za období jednoho roku musíme vypočítat celkovou částku za spotřebovaný proud za tuto dobu.

V naší lokalitě operuje dodavatel **E.ON**, který vypisuje několik možných tarifů¹⁵. Pro nás je z produktové řady „*ElektrinaKlasik*“ (smlouva na dobu neurčitou) nejvýhodnější tarif označovaný

jako „E.ON ElektřinaVíkend / D61d.“ Na jejich stránkách si lze snadno vypočítat celkovou roční platbu za poskytované služby (obr. 3-3). Potřebujeme pouze znát roční spotřebu elektřiny v rámci vysokého a nízkého tarifu a proudovou hodnotu hlavního jističe.

- a) **Roční spotřeba:** platnosti tarifů ... vysoký tarif (VT) Ne 22 hod – Pá 12 hod
nízký tarif (NT) Pá 12 hod – Ne 22 hod

Spotřeba našeho objektu za víkend z 96 % spadá pod NT, zbylá 4 % jsou poslední 2 hodiny v rámci víkendu.

Odebraná energie během VT za rok (E_{VT}) odpovídá v obr. 1-2 ploše pod křivkou mezi 22. a 24. hodinou (S_{VT}) vynásobenou počtem neděl v roce (n_n), tedy

$$E_{VT} = S_{VT} \cdot n_n = 2295 \cdot 53 = \mathbf{0,121\,635\,MWh} . \quad (\text{vztah 3-3})$$

S_{VT} ... plocha pod funkcí mezi 22. a 24. hodinou (obr. 1-2 funkce „celý objekt“)
 n_n ... počet neděl v roce

Obdobně zjistíme celkovou víkendovou spotřebu za rok:

$E_v = S_v \cdot n_v = 129\,024 \cdot 105 = 13,547\,MWh$, kde S_v je plocha pod funkcí (obr. 1-2 funkce „celý objekt“) v průběhu 24 hodin a n_v je počet odpracovaných dní v roce.

Odebraná energie v době NT je poté

$$E_{NT} = E_v - E_{VT} = 13,547 \cdot 10^6 - 121\,635 = \mathbf{13,426\,MWh} . \quad (\text{vztah 3-4})$$

- b) **Proudová hodnota hlavního jističe:** vzhledem k velikosti proudu I_v (vztah 3-1), volím proudové jističe 3 x 25A.

Vyberte produktovou řadu

☐ ElektřinaTrend

☒ ElektřinaKlasik

Vyberte produkt na dodávku elektřiny / sazbu distribuce:

E.ON ElektřinaVíkend / D61d

Roční spotřeba elektřiny (v MWh)

- ve vysokém tarifu (VT): 0.121 MWh

- v nízkém tarifu (NT): 13.426 MWh

Proudová hodnota hlavního jističe: 25 A 3 fáze

[Nové zadání](#) [Vypočítat](#)

Roční platba za elektřinu pro stávající produkt

→ E.ON ElektřinaVíkend / D61d 32 268 Kč

Obr. 3-3 celková roční platba za poskytované služby

4. Fotovoltaické panely

Tato kapitola je věnována integrování fotovoltaických panelů, jako podpůrného zdroje, do systému energetického zajištění objektu.

4.1 Obecná charakteristika

Využití FVP (fotovoltaických panelů) pro osobní použití bylo do relativně nedávné doby neuskutečnitelné. Čas ale pokročil a dnes se už nemusíme omezovat na obrázky družic, abychom spatřili FVP v praxi. Je to také díky neutuchající podpoře státních organizací, že se zlepšila jejich dostupnost a my je můžeme začlenit do této bakalářské práce, aniž bychom museli pracovat v NASA či Roskosmosu.

Fotovoltaika¹⁶ je založena na přímé přeměně světelné energie na energii elektrickou, což se provádí za pomoci polovodičového prvku označovaného jako fotovoltaický či také solární článek. Článkem není pak nic jiného než velkoplošná dioda s nejméně jedním PN přechodem. Spojením více článků do série či paralelně vznikne fotovoltaický panel, tak jak ho známe.

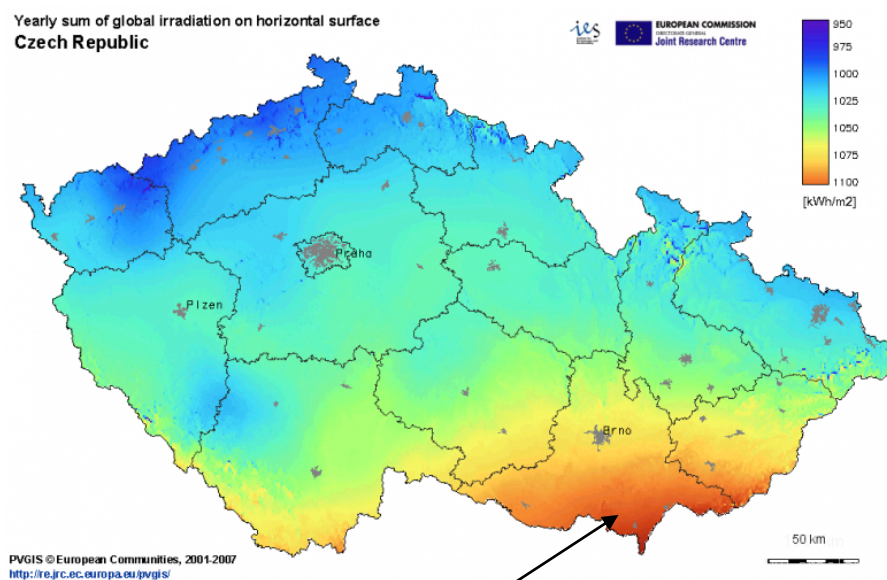


Obr. 4.1 fotovoltaické panely

4.2 Faktory ovlivňující použití

4.2.1 Vliv slunečního osvětlení

Jedná se o charakteristiku popisující každé geografické místo z hlediska množství sluneční energie dopadající na danou oblast. Firmy pracující v sektoru solární energie je využívají pro zjištění ekonomické výhodnosti instalace panelů v dané oblasti. Jak dobře si povede lokace našeho objektu, zjistíme z mapy slunečního osvětlení (obr. 4-2, šipka označuje náš objekt) z informačního systému PVGIS („PhotoVoltaic Geographical Information System“)¹⁷.

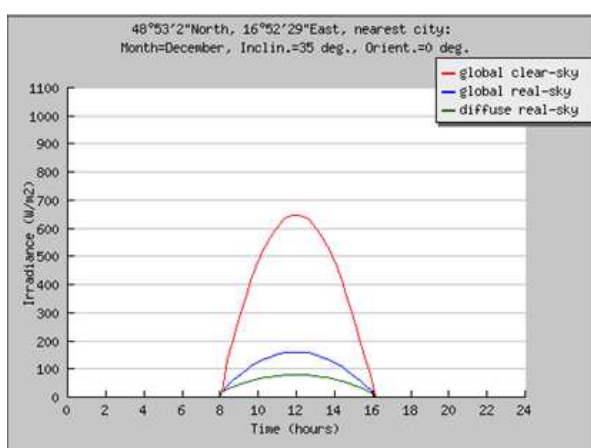


Obr. 4-2 celoroční sluneční mapa ČR

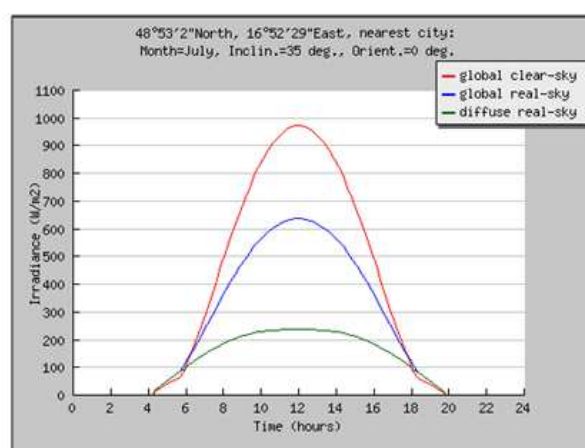
Vidíme, že se nacházíme v nejdělnější oblasti ČR pro využití našich FVP. Z této mapy ovšem vyčteme pouze celkový součet sluneční energie, který dopadl na danou oblast za celý rok. Abychom však byli schopni vypracovat alespoň nějakou finanční analýzu, potřebujeme data, která danou mapu vytvořila, tedy výkon slunečního záření v průběhu dne a v daném měsíci.

Pro zjednodušení celé situace si vybereme podmínky vytvářené jedním konkrétním měsícem v roce a budeme pracovat s výkonem slunečního záření typické pro vybraný měsíc. Volbou měsíce se zabýváme hlavně proto, že na něm silně závisí výkonová ziskovost z panelu a v neposlední řadě také počet hodin v rámci dne, které panel bude pracovat.

Pro výběr měsíce použijeme opět server PVGIS¹⁸. Obr. 3.3 ukazuje průběh výkonu slunečního záření v prosinci (obr. 4-3 a)) a červenci (obr. 4-3 b)) dopadajícího na plochu představující náš panel o sklonu 35° od horizontální roviny směrem na jih (důvody k této orientaci viz níže). Pro dosažení co nejvíce reálného řešení budeme uvažovat pouze křivku pro skutečnou oblohu – na obr. 4-3 označovanou jako „global real-sky.“



Obr. 4-3 a) výkon slunečního záření v prosinci



Obr. 4-3 b) výkon slunečního záření v červenci

Z grafů je patrný velký výkonový rozdíl mezi vybranými měsíci, které jsou zástupci dvou nejextrémnějších situací v roce. My budeme pro prvotní odhad dimenzovat FVP na podmínky definované podle obr. 4-3 b), zjednodušeně řečeno, jako kdyby byl celý rok červenec.

4.2.2 Vliv orientace solárního panelu

V důsledku zvyšující se odrazivosti panelu v závislosti na rostoucím úhlu dopadu slunečních paprsků, má orientace zařízení znatelný vliv na účinnost přeměny energie. Pro co největší účinnost panelu by bylo nutné vybudovat systém s nastavitelnou orientací během 24 hodinového cyklu, tak aby záření dopadalo na solární články vždy kolmo (úhel dopadu 0°).

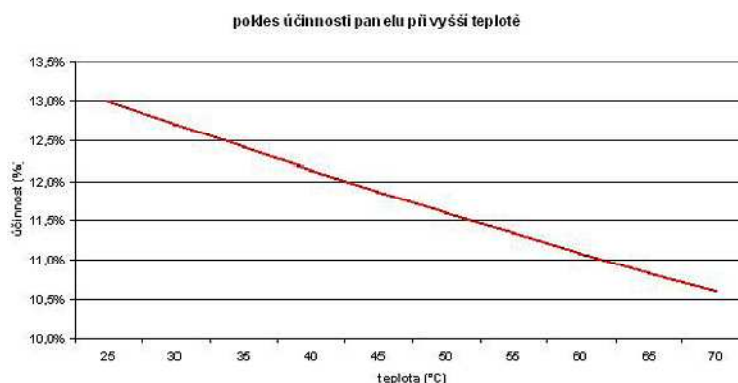
Pro naše podmínky, jak z hlediska technické proveditelnosti, využitelnosti ale také ceny, nelze tento systém nastavitelných panelů uvažovat. A to ani v případě jednoosé změny konfigurace – natáčení v ose východ – západ. Nadále tedy budeme hledat FVP bez možnosti změny orientace.

Podle serveru PVGIS je optimální sklon 35° od horizontální roviny směrem na jih (azimut 180°). Jedná se o ověřený kompromis mezi výtěžností panelu při osvětlení nízko nad horizontem v zimním období a osvětlení se sluncem nejvýše nad obzorem v letním období.

4.2.4. Vliv teploty okolí¹⁹

Účinnost nejběžnějších FVP z monokrystalického a polykrystalického křemíku je závislá na teplotě článku. S rostoucí teplotou se účinnost snižuje, tedy v zimě je účinnost přeměny energie vyšší než v letním období (viz obr. 4-4).

Bezpečný pracovní rozsah solárních panelů se pohybuje v rozmezí $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pro baterie přiřazené solárním panelům se doporučuje udržet teplotu mezi $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Obr. 4-4 pokles účinnosti panelu při vyšší teplotě

4.2.3 Vliv charakteru budovy

Zde se objevuje menší komplikace. Solární panel sice dokáže díky tzv. měničům poskytovat 230 V výstupního napětí, ale požadavek, abychom tímto zdrojem energeticky zajistili naši dílnu se spotřebiči vyžadující stabilní třífázové napětí, je prakticky neproveditelný. Při našich finančních možnostech bychom s velkou obtíží zajistili i pouze obytnou část objektu, která má maximální příkon až 6890 W. S přihlédnutím k finančním možnostem je praktické omezit využití solárních panelů jen na nejzákladnější spotřebiče o menších příkonech.

4.2.4 Připojené spotřebiče

Budeme se řídit podmínkou stanovenou v podkapitole 4.2.3 a řekneme, že solární panely využijeme pro napájení spotřebičů zanesených v tabulce tab. 4-1.

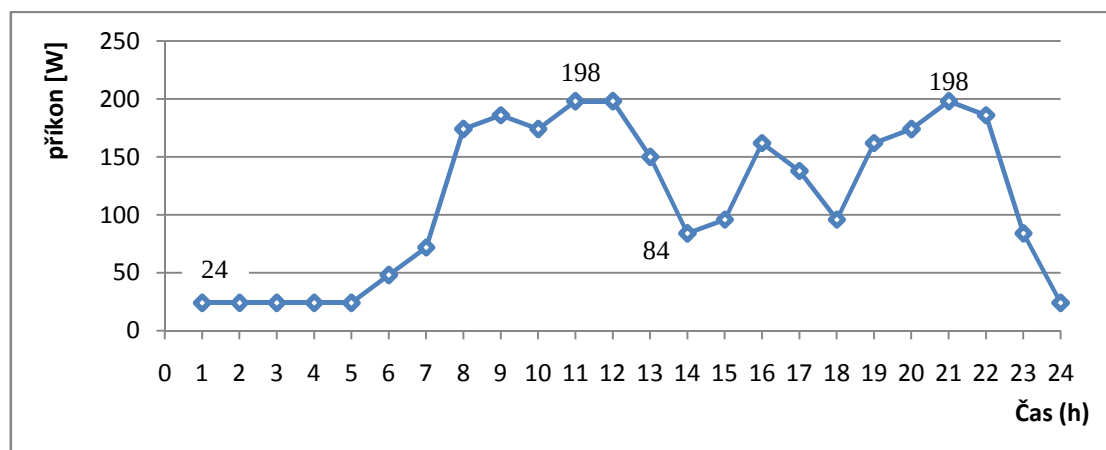
Spotřebič	Příkon
Osvětlení (úsporné zářivky)	6 x 12 W (72 W)
Nabíječka na mobilní telefon	24 W
Notebook	90 W
Příkon celkem	186 W

Tab. 4-1 spotřebiče napojené na FVP

Pro tento speciální účel jsem zavedl osvětlení využívající úsporné zářivky, které vyžadují menší příkon. Dále jsem uvažoval standardní nabíječku pro mobilní telefon pro nejzákladnější bezpečnostní potřeby a jako poslední spotřebič jsem zařadil notebook.

4.3 Výběr konkrétního fotovoltaického panelu

Nyní, když víme o faktorech ovlivňující náš projekt, přistoupíme k výběru konkrétního zařízení v závislosti na požadovaném výkonu celého systému. Na obr. 4-5 vidíme průběh příkonu do speciálního elektrického okruhu, na který jsou napojeny spotřebiče vyjmenované v tabulce tab. 4-1.



Obr. 4-5 příkon speciálního elektrického okruhu v závislosti na čase

V zájmu funkčnosti zařízení by tento průběh příkonu měl v jistých mezích korelovat s výkonem vytvářeným FVP. Jinak řečeno, FVP by měly dodávat více výkonu právě ve chvílích, kdy odběr dosahuje svých maximálních hodnot v časech 8:00 až 13:00 a 19:00 až 21:00. Tato podmínka nám následně bude také určovat kolik FVP budeme muset zakoupit.

Než přistoupíme k dalším krokům, vybereme konkrétní typ zařízení. Já jsem se po přehodnocení situace rozhodl pro fotovoltaický systém od firmy **Alter-eko s.r.o** (viz příloha 2) a z jejich nabídky²⁰ vybral celou sestavu obsahující baterie, regulátor a měnič napětí. (viz obr. 4-6 a tab. 4-2).

	Položka	Cena
	Panel FTV 230 Wp TRINA SOLAR 24V	15.588,- Kč
	2x Aku 100 Ah	12.824,- Kč
	Regulátor CX 10	1.406,- Kč
	Měnič napětí 24V/230V SP 1200 W	5.796,- Kč
	Celkem	35.614,- Kč s DPH

Obr. 4-6 sestava

Tab. 4-2 ceník

Jednotka výkonu solárního panelu „Wp“ znamená *Watt peak*, což je špičkový výkon panelu neboli maximální hodnota výkonu.

4.3.1 Počet solárních panelů

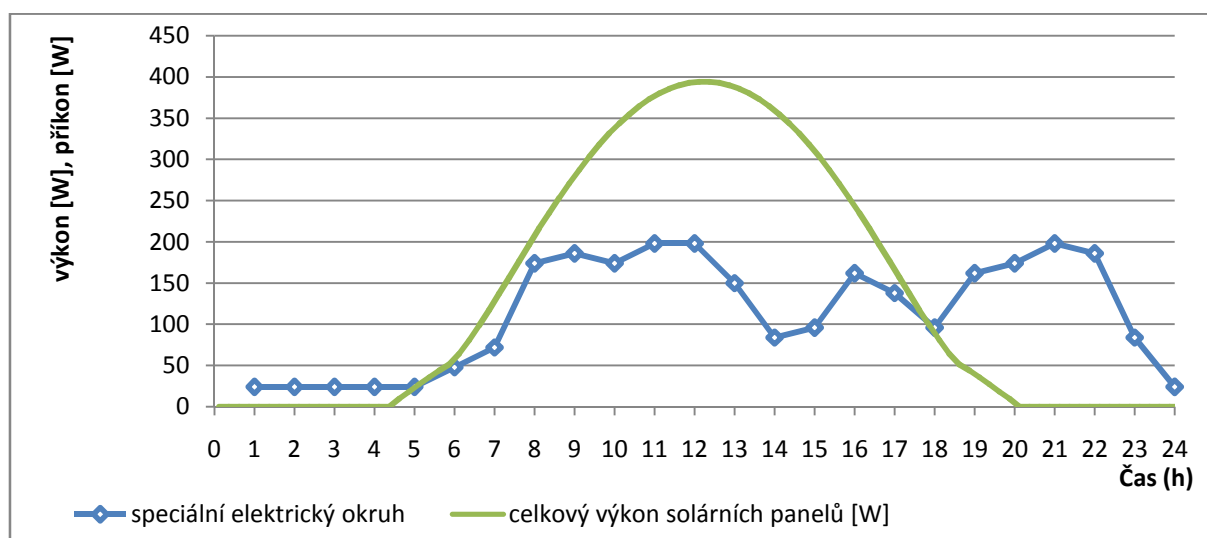
V tuto chvíli potřebujeme zjistit počet potřebných panelů. Ze specifikace zařízení (viz příloha 2) víme, že jeden takový panel představuje činnou plochu $S_0 = 1,46 \text{ m}^2$ a pracuje s účinností $\eta = 14,1 \%$. Celkový výkon dodaný určitým počtem solárních panelů se zjednodušeně spočítá následovně:

(vztah 4-1)

$$P_{FVP} = [P_S \cdot S_0 \cdot \eta / 100] \cdot n$$

P_{FVP}	celkový výkon solárních panelů	[W]
P_S	výkon dopadajících paprsků světla	[W/m ²]
S_0	činná plocha solárního panelu	[m ²]
η	účinnost konverze solárního panelu	[%]
n	počet solárních panelů	[–]

Za použití vztahu 4-1 a znalosti výkonu světla (obr. 4-3 b)) si vytvoříme průběh celkového výkonu solárních panelů P_{FVP} a počet panelů „ n “ si ponecháme jako proměnou, kterou budeme moci měnit. Nyní si do nového grafu (obr. 4-7) zaneseme jak křivku získaného výkonu ze všech solárních panelů (P_{FVP}), tak i křivku výkonu odebíraného speciálním okruhem. Počet panelů „ n “ následně navrhne tak, aby výkon dodávaný panely byl vůči odebíranému výkonu optimální.



Obr. 4-7 porovnání výkonu solárních panelů a příkonu speciálního elektrického okruhu

Na obr. 4-7 je zobrazená situace se mnou zvoleným počtem panelů $n = 3$. Poté použitý výpočet (vztah 4-1) vypadá např. pro pravé poledne následovně:

$$P_{FVP} = [P_S \cdot S_0 \cdot \eta / 100] \cdot n = [638 \cdot 1,46 \cdot 14,1 / 100] \cdot 3 = 394 \text{ W}$$

Rozhodl jsem se využít 3 kusů vybrané sestavy, protože křivka P_{FVP} poté optimálně pokrývá většinu denní spotřeby obytné části. Tento fakt následně potvrzují v následující podkapitole 4.3.2.

4.3.2 Počet potřebných akumulátorů

V rámci každého dne probíhá odběr z akumulátorů po dobu cca 12 hodin. Stanovíme podmínku, že potřebná doba výdrže baterií při zásobování speciálního elektrického okruhu bude 36 hodin. Kolik

akumulátorů je tedy potřeba, abychom mohli za nouzové situace pracovat 36 hodin bez dodávek proudu ze solárních panelů?

Základní podmínka pro úspěšné splnění zadání je, abychom akumulátorům dodali minimálně tolik energie, kolik budou následně samy poskytovat. Zda je to náš případ, se přesvědčíme jednoduše. Časy, ve kterých odebíraný výkon ze solárních panelů je větší než vyráběný, je pokryt zásobou energie akumulované v bateriích, která odpovídá ploše shora ohraničené křivkou P_{FVP} a zdola ohraničené křivkou příkonu speciálního elektrického okruhu. Tato plocha by měla být minimálně stejně tak velká, jako plocha shora ohraničená křivkou příkonu speciálního elektrického okruhu a zdola křivkou P_{FVP} , což náš graf na obr. 3.6 splňuje i s rezervou. Dále musíme dodržet maximální možné využití akumulátoru stanovené na 70 %.

Akumulátor má katalogově kapacitu 100 Ah při napětí 12 V. Při zvýšeném napětí 240 V, které udržujeme v síti, to bude už jen 5 Ah. Podle obr. 3.7 je průměrný výkon odebíraný z baterií 79,26 W. Při napětí 240 V bude odebíraný proud z baterií roven $I = \frac{P}{U} = \frac{79,26}{240} = 0,33$ A.

Na základě konzultace těchto hodnot a průběhu spotřeby na obr. 3.7 s dodavatelem systému FVP, jsme dospěli k závěru, že počet akumulátorů, které jsou součástí zakázky, tedy **6 kusů**, postačuje pro zásobování speciálního elektrického okruhu po dobu cca **40 ± 4 hodin** za nulového výkonu solárních panelů a při dané zátěži.

4.4 Finanční analýza fotovoltaických panelů

V rámci této bakalářské práce zahrneme do celkové ceny jen ty nejdůležitější prvky stanovené tabulkou tab. 4-2. Výsledná finanční investice do instalace fotovoltaických panelů je zanesena v tabulce tab. 4-3.

Položka	Cena
cena jedné sestavy	35.614, – Kč s DPH
cena celého systému	3 x 35.614, – s DPH
Celkem	106 842, – Kč s DPH

Tab. 4-3 výsledná finanční investice

Celková cena základní části byla vyčíslena přibližně na **106 842,– Kč**. Ostatní nezapočítané minoritní investice spadají např. do tvorby rozvodu speciálního elektrického okruhu či koupi úsporných žárovek.

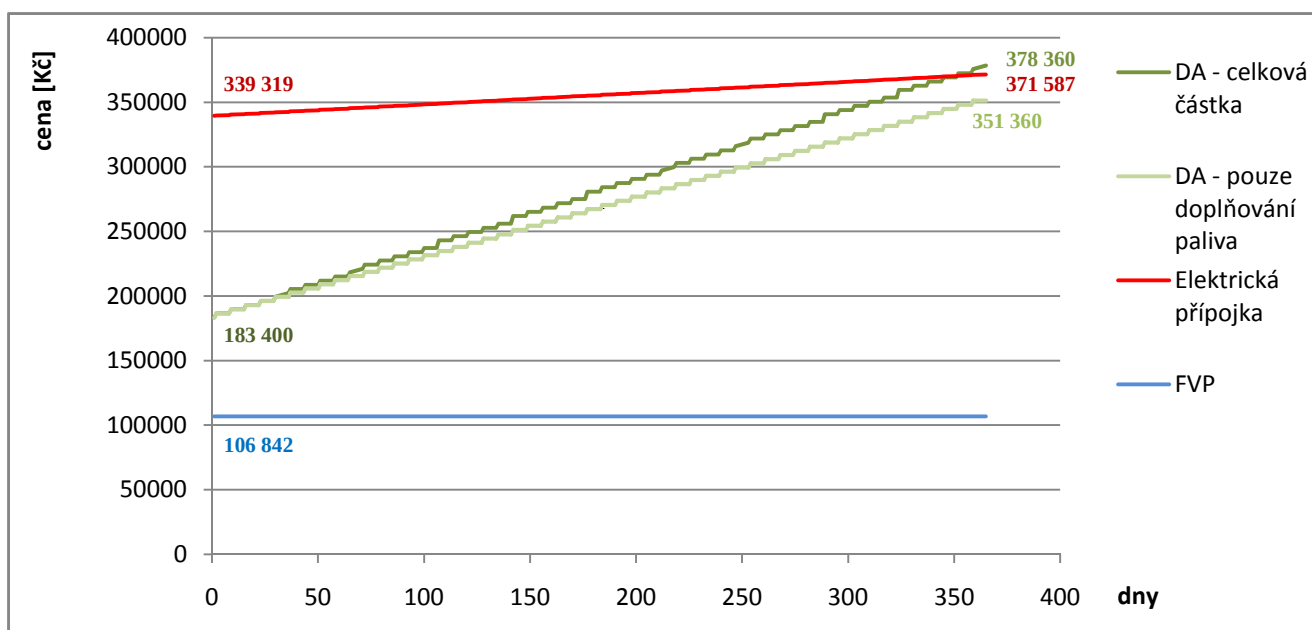
Tento výpočet byl stanoven za podmínky slunečního osvětlení typického pro měsíc červenec. V případě menšího osvětlení v prosinci by vzrostl počet potřebných solárních panelů, aby se dorovnala ztráta výkonu, stejně tak jako počet akumulátorů, protože doba osvětlení panelů je v prosinci výrazně kratší.

5. Celková finanční analýza a shrnutí

Na předchozích stránkách jsme rozebrali tři přístupy k řešení energetického zásobování objektu. Každý z nich je ve své podstatě naprosto odlišný a o to větší vzniká potřeba je mezi sebou porovnat, nejlépe pak po finanční stránce, která je blízká všem takovým projektům. A protože provoz žádného systému není zadarmo, budeme hodnotit jejich ekonomiku v horizontu **jednoho roku**, aby se projevíly i dlouhodobější investice a naše finanční analýza mohla být o to přesnější.

5.1 Finanční analýza

- 1) **Dieselgenerátor:** Celková výše vstupní investice do dieselgenerátorů činí **183 400, – Kč**. Při započítání opakovaných investic hlavně do paliva, následně pak do filtrů a oleje se cena neustále navyšuje o částku potřebnou na provoz stroje. Tento trend je zanesen do grafu (obr. 5-1 „DA – celková částka“). Pro porovnání je zanesena křivka uvažující pouze doplňování paliva (obr. 5-1 „DA – pouze doplňování paliva“). Celkově za rok včetně vstupní investice nám tedy vychází **378 360, – Kč**.
- 2) **Elektrická přípojka:** Vstupní investice do elektrického kabelu činí **339 319, – Kč**. Od data připojení poté platíme za služby poskytované dodavatelem elektrického proudu. Za rok zaplatíme za služby **32 268,– Kč**. Ačkoliv vyúčtování služeb probíhá jednou ročně, přerozdělíme tuto částku rovnoměrně na dny v roce, abychom vytvořili lineárně rostoucí závislost, která nám lépe umožní, teoreticky, finanční porovnání s jinými přístupy (obr. 5-1 „Elektrická přípojka“). Za rok činí celková částka včetně vstupní investice **371 587, – Kč**.
- 3) **Fotovoltaické panely:** Zde jednorázová vstupní investice činí **106 842, – Kč**. V horizontu jednoho roku již není žádná další výrazná investice do zařízení a částka zůstává konstantní (obr. 5-1 „FVP“).



Obr. 5-1 Závěrečná finanční analýza

5.2 Shrnutí přístupů

5.2.1 Diesलगenerátor vs. elektrická přípojka

Nejprve se zaměříme na výsledky, které jsme získali z analýzy diesलगenerátorů a elektrické přípojky. Na obr. 5-1 je patrné, že diesलगregát má takřka poloviční vstupní náklady oproti elektrické přípojce, která je z technologického hlediska složitější vybudovat. A právě z tohoto důvodu budeme u diesलगenerátoru navíc odměnění krátkou zřizovací dobou – v průměru dodavateli trvá 2 dny přivést agregát na místo určení a zapojit ho, což je nejméně o 6 dní rychlejší než zbudování kabelové přípojky. Tato převaha diesलगregátu trvá však spíše jen v počátcích.

Diesलगregát totiž začíná narážet na nedostatky až v průběhu svého působení. Z finančního a uživatelského hlediska je značně komplikující každý druhý odpracovaný den doplňovat 95 litrů paliva, které musíme samozřejmě někde koupit, stejně tak jako výměna filtrů každých cca 10 odpracovaných dnů. Všechny tyto úkony v rámci provozu nám natolik prodražují celý projekt, že přibližně 352. den (102. odpracovaný den) dojde k vyrovnání dosavadních investic do diesलगregátu a do elektrické přípojky, která má nižší náklady na provoz. Za hranicí přibližně jednoho roku se tedy začínají vyplácet prvotní komplikace při budování přípojky a rozhodnutí pro položení elektrického kabelu se stává finančně výhodnějším. Avšak uživatelsky nenáročné prostředí elektrické přípojky, která je prakticky bezúdržbová, „startuje“ okamžitě a je nehučná, představuje značnou výhodu již po instalaci, a může tak přiblížit hranici, po kterou je pro nás diesलगregát ještě výhodný.

Z důvodu životnosti agregátu omezené na 20 000 motohodin, tj. přibližně 8 let při daném zatížení, musíme také počítat s budoucí nutnou obnovou zařízení, zatímco u elektrického kabelu se z důvodu velké životnosti všeobecně s jeho renovací nepočítá. Pro názornost zmiňuji, že za 8 let při zachovaném průběhu vkladů do přístupů, bude celková investice do diesलगenerátoru činit 1,7 milionu Kč a celková investice do elektrické přípojky vyjde na 0,6 milionu Kč.

Z výsledků je zřejmé, že technologie diesलगenerátoru je výhodnější v oblastech, kdy na obr. 5-1 se funkce „DA – celková částka“ drží v oblasti nižší ceny pod funkcí „Elektrická přípojka.“ Tedy **diesलगregát představuje správnou volbu v případě, že potřebujeme co nejrychleji a relativně levně energeticky zásobovat po omezenou dobu jakýkoliv objekt**, který nemusí být nutně nemovitý. **Pokud je agregát nemobilně instalován, pak s rostoucí pracovní dobou klesá jeho výhodnost oproti jiným přístupům.** V našem případě byl hranicí výhodnosti jeden rok.

Pokud hledáme dlouhodobé řešení, což je u obytného objektu pravděpodobné, pak s takto nastaveným zadáním bakalářské práce **je praktické volit vybudování elektrické přípojky**, která se v horizontu již jednoho roku stává finančně nejvýhodnější variantou a tento náskok se přirozeně s časem zvyšuje.

5.2.2 Fotovoltaika

Tato technologie sem byla zařazena, aby hlavně ukázala možné řešení energetického zásobování jedné sekce objektu. Fotovoltaické panely v této bakalářské práci nebyly vybrány, aby konkurovaly předchozím dvěma řešením. Museli jsme pro ně vytvořit navíc samostatný úsporný okruh spotřebičů, abychom zajistili jejich optimální využití. Navíc musíme dříve uvažovat variantu diesलगregát či elektrická přípojka, protože FVP nejsou schopny zajistit ostrovní fungování objektu a jsou odkázány na vedlejší role v zásobování energiemi.

FVP rozhodně patří mezi investice, u kterých se počítá s několikaletou pracovní výdrží. Pokud bychom tedy hledali vhodný základní zdroj energie, který by zajistil hlavní energetické potřeby objektu, elektrická přípojka by byla jasná volba. Tato symbióza systémů je navíc podpořena skutečností, že stát stanovuje výkupní cenu elektřiny vytvářené solárními panely, kterou bychom si mohli představit jako výdělek, který by z dlouhodobého hlediska zvýhodnil celou investici do FVP. Výše výdělku je závislá na tom, kolik energie z FVP nespotřebujeme a tedy odvádíme do veřejné sítě. Je tu i další důvod, proč se FVP tolik rozšířily mezi domácnostmi, a tím je dotace. Ovšem od 1. března 2011 nelze z důvodu ukončení podpory tzv. ostrovních systémů počítat s touto dotací²¹.

FVP jsou také zařízení, které by se mělo využívat nejen o víkendech, ale i v průběhu celého týdne a to jak z pohledu rostoucího objemu energie vykoupeného státem, tak i z hlediska meziročního poklesu účinnosti FVP až o 1 %. I z údržbového pohledu je vhodné být FVP neustále „nablízku,“ protože v zimě musíme zabránit ukládání sněhu na plochu solárního panelu.

6. Závěr

Finanční a obecná uživatelská analýza vybraných řešení energetického zásobování odlehlého objektu vystavěná na podmínkách stanovených touto bakalářskou prací vedla k rozhodnutí vybudovat elektrickou přípojku, jakožto nejvýhodnější řešení. Konkrétní důvody k tomuto rozhodnutí jsou vysvětleny na předchozích stránkách.

Instalace systému fotovoltaických panelů je otázkou dodatečné investice v rámci fungující elektrické přípojky a jejím účelem není autonomní provoz celého objektu, ale pouze jeho vybrané části. Vstupní finanční náročnost fotovoltaických panelů je stanovena touto bakalářskou prací a dlouhodobá finanční bilance systému je předmětem výše výkupní ceny energie a aktuální dotační politiky státu.

V případě možného zvýšení počtu dnů využívání objektu roste finanční i uživatelská výhodnost volby elektrické přípojky i fotovoltaických panelů.

Seznam použitých zkratk a symbolů

P_{objekt}	– maximální možný příkon objektu [W]
P_p	– průměrný příkon objektu v rámci celého dne [W]
P_{DA}	– činný výkon dieselgenerátoru [W]
P_{DAz}	– zdánlivý výkon dieselgenerátoru [VA]
P_{FVP}	– celkový výkon solárních panelů [W]
P_s	– výkon dopadajících paprsků světla vztahený na jednotku plochy [W/m ²]
P_b	– průměrný výkon odebíraný z baterií [W]
I_v	– výpočtový proud přitékající do objektu [A]
I_n	– nominální hodnota proudu [A]
I_b	– proud odebíraný z baterií [A]
U	– sdružené napětí v rozvodné síti [V]
U_b	– napětí vytvářené bateriemi [V]
$\cos \varphi$	– účinník [–]
k_b, k_s, k_r	– koeficienty korigující hodnotu nominálního proudu
S	– plocha příčného průřezu vodiče [mm ²]
S_{VT}	– plocha pod funkcí „celý objekt“ na obr. 1-2 mezi 22. a 24. hodinou [Wh]
S_v	– plocha pod funkcí „celý objekt“ na obr. 1-2 v rámci celého dne [Wh]
S_0	– činná plocha solárního panelu [m ²]
H	– hloubka uložení elektrického kabelu [m]
L	– délka výkopu pro elektrický kabel [m]
D	– šířka výkopu pro elektrický kabel [m]
$T_{\min}$	– teplota prostředí elektrického kabelu [°C]
Hodinová spotřeba	– spotřeba paliva dieselgenerátoru za 1 hodinu [l/h]
Spotřeba	– spotřeba paliva dieselgenerátoru vztahená na vyrobenou energii [g/kWh]
Velikost nádrže	– objem nádrže dieselgenerátoru
E_v	– celková spotřebovaná energie za rok [MWh]
E_{VT}	– spotřebovaná energie v rámci vysokého tarifu za rok [MWh]
E_{NT}	– spotřebovaná energie v rámci nízkého tarifu za rok [MWh]
η	– účinnost [%]
n_n	– počet neděl v roce [–]
n_v	– počet odpracovaných dní v roce [–]
n	– počet solárních panelů [–]
VT	– vysoký tarif
NT	– nízký tarif
FVP	– fotovoltaické panely

Seznam použitých zdrojů

Internetové prameny

- [1] *How does a generator create electricity?* [online]. China: Eternal Generator Manufacture Co., Ltd, 2009 [cit. 25.03.2011]. Dostupné z: <http://www.egeneratorset.com/How_Generators_Work.htm>.
- [2] *Performance of Gasoline and Diesel Generators* [online]. USA: PoweredGenerators.com, 2011 [cit. 25.03.2011]. Dostupné z: <<http://www.poweredgenerators.com/diesel/vs-gasoline.html>>.
- [3] KAREL, Kuchta. *Dimenzování a konfigurace dieselgenerátoru* [online]. ČR: ElektriKa.cz, 30.prosinec 2009 [cit. 27.03.2011]. Dostupné z: <<http://elektriKa.cz/data/clanky/dimenzovani-a-konfigurace-dieselgeneratoru/view>>.
- [4] *Automatická jednotka řízení záskoku ATS* [online]. ČR: VAE ProSys s.r.o., 2010 [cit. 27.03.2011]. Dostupné z: <http://www.vaeprosys.cz/product.asp?p=129&k=127&mk=11&ms=127>.
- [5] *Spare parts* [online]. JAR: Spares warehouse, 2011 [cit. 28.03.2011]. Dostupné z: <<http://www.spareswarehouse.co.za/>>.
- [6] VÁCLAV Vrána – VÁCLAV Kolár. *Dimenzování a jištění elektrických vedení* [online]. ČR: Katedra obecné elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky, VŠB - TU Ostrava, 2006 [cit. 02.04.2011]. Dostupné z: <http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/hgf/rozvody_lomy/09_dimenzovani.pdf>.
- [7] NOVÁK, Miroslav. *Vodiče a kabely* [online]. ČR: Ústav mechatroniky a technické informatiky, Fakulta mechatroniky a mezioborových inženýrských studií, Technická Univerzita v Liberci, 2011 [cit. 02.04.2011]. Dostupné z: <www.mti.tul.cz/files/esy/03_Vodice_a_kabely.ppt>.
- [8] ČSN 33 2000-5-523 ed. 2 (332000). *Elektrické instalace budov*. Praha: Český normalizační institut, 01.květen 2003. 56 s.
- [9] *Kabely CYKY* [online]. ČR: Elektrammat.cz, 2011 [cit.02.04.2011]. Dostupné z: <http://www.elektrammat.cz/kabel-cykyj-5c-x-4-p-503.html?cPath=1_4>.
- [10] ČSN 33 01. *Jmenovité hodnoty a značení předmětů*. Praha: Český normalizační institut, 2005. 32 s.
- [11] REJMON, Jiří. *Pokládka kabelů a pohled revizního technika* [online]. ČR: ElektriKa.cz, 31.březen 2009 [cit. 03.04.2011]. Dostupné z: <<http://elektriKa.cz/data/clanky/pokladka-kabelu-a-pohled-revizniho-technika>>.
- [12] BARTÁK, Kamil. *Zemní a výkopové práce I* [online]. ČR: Jaga Media, s. r. o., 25.září 2009 [cit. 03.04.2011]. Dostupné z: <<http://www.asb-portal.cz/inzenyrske-stavby/geotechnika/zemni-a-vykopove-prace-i-1472.html>>.
- [13] *Ceník výkopových prací* [online]. ČR: Balžak, 2011[cit. 03.04.2011]. Dostupné z: <<http://www.balzak.firemni-stranka.cz/cenikvykopovychpraci/>>.
- [14] *Strojní výkopové a bourací práce* [online]. ČR: Senergos-stav, s. r. o., 2011[cit. 04.04.2011]. Dostupné z: <<http://www.senergos-stav.cz/?q=strojni>>.

- [15] *Kalkulačka celkové roční platby za elektřinu pro domácnosti* [online]. ČR: E.ON Česká republika, s. r. o., 2011 [cit. 04.04.2011].
Dostupné z: <http://www.eon.cz/cs/info/calculator_households_form.shtml>.
- [16] *Fotovoltaika pro každého FAQ* [online]. ČR: Czech RE Agency, 2009 [cit. 04.04.2011].
Dostupné z: <<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>>.
- [17] *Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie* [online]. ČR: EkoWATT, 2008 [cit. 04.04.2011]. Dostupné z: <<http://fotovoltaika.ekowatt.cz/pvgis.php>>.
- [18] *Photovoltaic Geographical Information System – Interactive Maps* [online]. Italy: European Commission, Joint Research Centre, 2011 [cit. 04.04.2011].
Dostupné z: <<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>>.
- [19] *Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie* [online]. ČR: EkoWATT, 2008 [cit. 04.04.2011]. Dostupné z: <<http://fotovoltaika.ekowatt.cz/ucinnost-panelu.php>>.
- [20] *Ostrovní systémy – ceník* [online]. ČR: Alter-eko s. r. o., 2011 [cit. 05.04.2011].
Dostupné z: <<http://www.alter-eko.cz/energie/fotovoltaicke-panely/ostrovni.php>>.
- [21] *Poslanci omezili podporu solárních elektráren* [online]. ČR: prvnizpravy.cz, PLAY NET a.s., 29.říjen 2010 [cit. 13.04.2011]. Dostupné z:
<<http://www.prvnizpravy.cz/zpravy/style=default/zpravy/z-vlady/poslanci-omezili-podpo-ru-solarnich-elektren/>>

Seznam použitých ilustrací

- Obr. 1-1 lokace objektu; zdroj: <http://www.karpaty.net/morava/morava.htm>
- Obr. 1-2 průběh příkonu objektu a jeho sekcí
- Obr. 2-1 lehký mobilní dieselagregát; zdroj: <http://www.kipor.cz/cs/dieselove-elektrocentraly/>
- Obr. 2-2 elektrocentrála ve velkokapacitním obytném vozu formulové závodní stáji; zdroj:
<http://www.kipor.cz/cs/kipor-kde-30ss3/>
- Obr. 2-3 dieselový generátor na ponorce USS North Carolina (SSN-777); zdroj:
<http://seattlebase.blogspot.com/2010/07/inside-worlds-most-advanced-submarine.html>
- Obr. 2-4 schematické vyobrazení dieselgenerátoru; zdroj:
http://www.generatorset.com/How_Generators_Work.htm
- Obr. 2-5 reálný příklad dieselgenerátoru; zdroj: <http://www.silektro.cz/produkty/dieselagregaty-74>
- Obr. 2-6 KIPOR KDE 30SS3; zdroj: příloha 1
- Obr. 2-7 odvod výfukových plynů z prostoru agregátu; zdroj:
<http://www.kipor.cz/images/photo/169.jpg>
- Obr. 3-1 barevné značení žil; zdroj: http://www.dmu-mez.ic.cz/III_Znaceni_vodicu_a_kabelu.pdf
- Obr. 3-2 Dispozice objektu v krajině
- Obr. 3-3 celková roční platba za poskytované služby; zdroj:
http://www.eon.cz/cs/info/calculator_households_form.shtml#r2
- Obr. 4.1 fotovoltaické panely; zdroj: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika>
- Obr. 4-2 celoroční sluneční mapa ČR; zdroj: <http://fotovoltaika.ekowatt.cz/pvgis.php>
- Obr. 4-3 a) výkon slunečního záření v prosinci; zdroj: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>
- Obr. 4-3 b) výkon slunečního záření v červenci; zdroj: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php>

Obr. 4-4 pokles účinnosti panelu při vyšší teplotě; zdroj:

<http://fotovoltaika.ekowatt.cz/ucinnost-panelu.php>

Obr. 4-5 příkon speciálního elektrického okruhu v závislosti na čase

Obr. 4-6 sestava; zdroj: <http://www.alter-eko.cz/energie/fotovoltaicke-panely/ostrovni.php>

Obr. 4-7 porovnání výkonu solárních panelů a příkonu speciálního elektrického okruhu

Obr. 5-1 Závěrečná finanční analýza

Seznam příloh

Příloha 1 Technický list dieselgenerátoru KIPOR KDE30SS3

Příloha 2 Technický list fotovoltaiického panelu TRINA TSM-PC05, 235 W

Příloha 1



KDE30SS3

Jmenovitá frekvence (Hz)	50
Jmenovité napětí (V)	400/230
Jmenovitý proud (A)	34.6
Jmenovitý výstupní výkon (kVA)	24
Maximální výkon (kVA)	26
Jmenovité otáčky (ot/min)	1500
Cos ϕ :	0.8
Počet fází :	3
Počet pólů :	4
Buzení :	AVR
Hlučnost : dB/ (A)/7m, super quiet	51
Motor :	KD493G
Typ:	4 válec, diesel, kapalinou chlazený
Vrtání – zdvih :	93 x 102
Obsah : (ccm)	2771
Kompresní poměr :	18.2 : 1
Max. výkon: HP/ot/min	23,2/1500
Spotřeba : (g/kWh)	320
Objem nádrže : (L)	95
Výdrž na 1 nádrž : (HOD)	12
Suchá hmotnost (Kg)	960
Vnější rozměry (D x Š x V)/(mm)	1900 x 950 x 1200
Startování :	Elektrické
Palivo :	Diesel
Mazací olej :	API min CC synt.olej pro diesel motory, SAE 10W - 40
Automatická startovací jednotka :	Na přání



IRIUM s.r.o., Naskové 1, 15000 Praha 5, www.iriium.cz, iriium@iriium.cz, zaps. v OR u MS v Praze oddíl C, vl. 29827
DIČ: CZ61506010, tel/fax: 00420 - 251561909, GSM tel: T-Mobile: 602-321418, 739-571190

Příloha 2

Datasheet Trinasolar zonnepaneel TSM-230PC05 230 Wp

**SOLAR
ACCESS**

Multicrystalline Solar Modules

Trinasolar

TRINA TSM-PC05, 215W to 235W

TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Type	TSM-PC05	215	220	225	230	235
Max-Power	Pm(W)	215	220	225	230	235
Power Tolerance	(%)	±3	±3	±3	±3	±3
Max-Power Voltage	Vm(V)	28.5	29.0	29.4	29.8	30.1
Max-Power Current	Im(A)	7.55	7.60	7.66	7.72	7.81
Open-Circuit Voltage	Voc(V)	36.4	36.8	36.9	37.0	37.1
Short-Circuit Current	Isc(A)	8.13	8.15	8.20	8.26	8.31
Max-System Voltage	(VDC)	1000				
Cell Efficiency	ηc (%)	14.7	15.1	15.4	15.8	16.1
Module Efficiency	ηm (%)	13.1	13.4	13.7	14.1	14.4
Number, type and arrangement of cells		60 pcs. Multi-Crystalline Silicon (6x10)				
Cell Size		156 mm x 156 mm				
No. of Bypass Diodes	(pcs.)	6				
Max. Series Fuse	(A)	14				
Pm Temperature Coefficient	(%/°C)	- 0.45				
Isc Temperature Coefficient	(%/°C)	0.05				
Voc Temperature Coefficient	(%/°C)	- 0.35				
NOCT- Nominal Operating Cell Temperature	(°C)	47±2				

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cable type, Diameter and Length		Ø= 4 mm² L= 1000 mm TÜV certified
Type of Connector		MC3 or MC4, Compatible Type III or IV
Dimension A*B*C		1650*992*46 (mm)
Weight		19.5 Kg
No. of Draining Holes In Frame		8
Glass, Type and Thickness		High Transmission, Low Iron, Tempered Glass 3.2 mm 0.12"

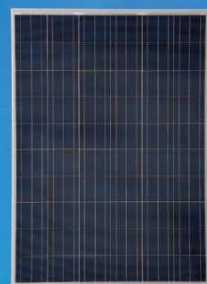
PACKAGING CONFIGURATION

Packing Configuration		20 pcs./box
Quantity/Pallet		1 box / pallet
Loading Capacity		520 pcs or 120 pcs

ABSOLUTE RATINGS

Dielectric Insulation Voltage	(VDC)	3000 max.
Operating Temperature	(°C)	-40~+85
Storage Temperature	(°C)	-40~+85

*STC Conditions(1000W/m², 1.5 AM and 25°C Cell temperature)



High Efficiency
Multicrystalline Solar Modules

STRENGTHS

- Tolerance ± 3%
- 3 Bus Bar Configuration
- Plug & Play Connectors
- High Transmission, Low Iron
- Tempered Glass
- Can bear loads up to 5400 Pascals (IEC 61215 2nd)

WARRANTY

Manufacturing: 5 years
Power production: 90% : 10 years
80% : 25 years

CERTIFICATIONS

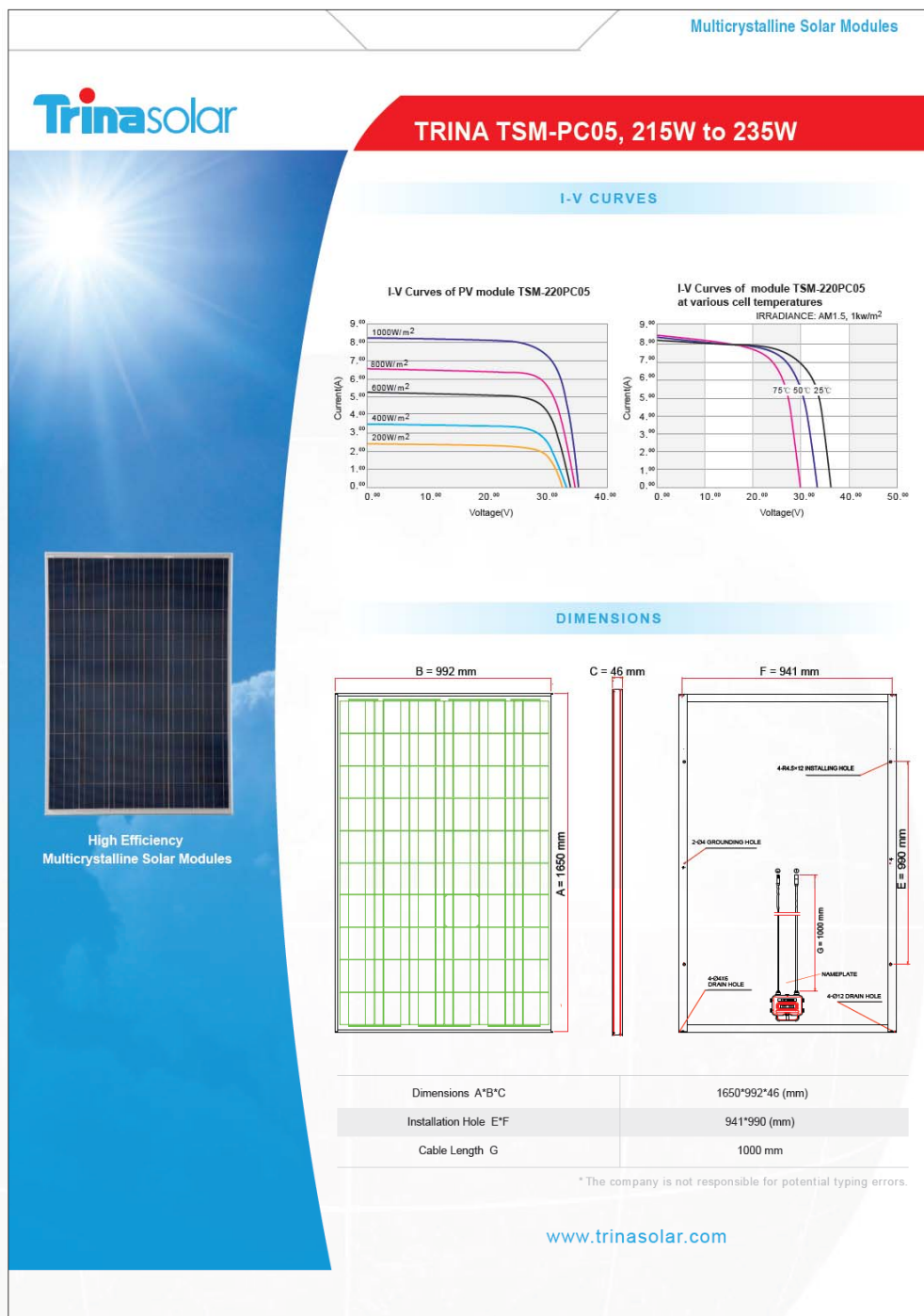


SolarAccess B.V.
Mr. H.F. de Boerlaan 40 • 7417 DB Deventer
Tel: +31 (0)570 504150 • Fax: +31 (0)570 504159
www.SolarAccess.nl • info@SolarAccess.nl
Ondernemingsnummer: 08135793 • BTW nr: NL8147.24.309.B01

1/2

Datasheet Trinasolar zonnepaneel
TSM-230PC05 230 Wp

**SOLAR
ACCESS**



SolarAccess B.V.
Mr. H.F. de Boerlaan 40 • 7417 DB Deventer
Tel: +31 (0)570 504150 • Fax: +31 (0)570 504159
www.SolarAccess.nl • info@SolarAccess.nl
Ondernemingsnummer: 08135793 • BTW nr: NL 8147.24.309.B01

2/2