

Petr KRAMOLIŠ
Projekce OZE

Zkušenosti z projektu Ekoparku Odolena Voda

Experiences out of the Ekopark Odolena Voda Project

Recenzent
Ing. Petr Šerks

Příspěvek poskytuje informaci o projektu vědecko – technického parku, v němž budou instalovány moderní ekologické technologie pro výrobu tepla a elektrické energie.

Projekt má přiblížit možnosti ekologicky odpovědného bydlení a zprostředkovat osvětu a podporu výzkumu jak pro odborné firmy, tak i pro širokou veřejnost.

Klíčová slova: Solární soustava, solární chlazení, fotovoltaika, spalování biomasy

The author provides the information concerning the construction of the scientific and technical park, in which modern ecological technologies for the heat and electric energy production are to be installed, in his contribution.

The project should draw the attention near to possibilities of the responsible housing with respect to the environment, to mediate the raising of public awareness and the support for the research both to specialized firms and the broad public.

Key words: Solar system, solar cooling, photovoltaic, biomass burning

ÚVOD

Investorem projektu vědecko technického parku, centra pro transfer technologií – Ekopark Odolena Voda, je obecně prospěšná společnost Prosperita. Hlavními aktivitami Ekoparku jsou ukázky realizace nízkoenergetických a pasivních staveb ve skutečné velikosti a v reálných podmínkách s interaktivními vzdělávacími aktivitami. Jeden objekt je s nulovou spotřebou energie.

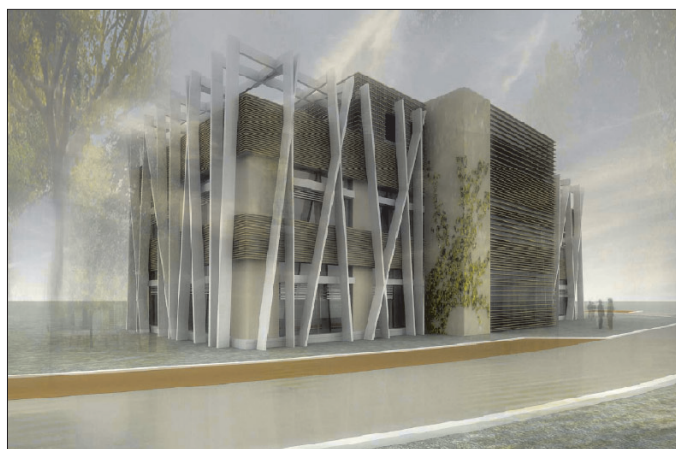
Ekopark je velmi otevřenou nízkoprahovou infrastrukturou pro všechny instituce neziskového i komerčního charakteru, které podporují rozvoj a aplikace moderních ekologických technologií. Pro výrobu tepla a elektrické energie je využívána solární energie, biomasa ve formě pelet a rostlinného oleje.

Solární energie v letním období slouží přednostně k absorpčnímu a adsorpčnímu chlazení, ohřevu teplé vody. Tepelná síť zásobuje teplem nízkoenergetické a pasivní domy přes typové předávací stanice. Soustavu tvoří vakuové kolektory, osazené na střeše vzdělávacího centra. Dalšími zdroji tepla jsou kogenerační jednotka spalující rostlinný olej, jež navíc pokrývá odběrové špičky elektřiny, kotel na štěpku a Stirlingův motor v koncentrační parabolě. V prosklené strojovně je mimo tyto zdroje umístěn tlakový solární zásobník se stratifikačním nabíjením.

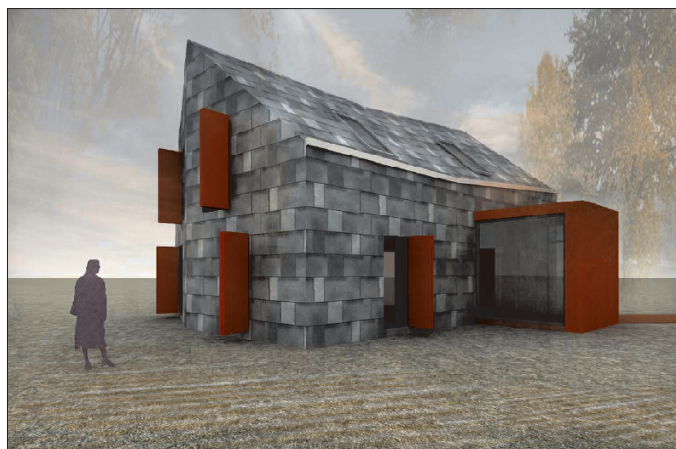
Přebytky elektrické energie z fotovoltaické fasádní plochy a natáčecích lamel s PN články, a také z kogenerační jednotky jsou ukládány do rozvodu vanadu, kde jsou ihned použitelné pro krytí špičkové potřeby. Tato zařízení umožňují provoz Ekoparku i při výpadku sítě a vyrovnávají odběrový diagram. Veškerá potřeba tepelné energie pochází z obnovitelných zdrojů. Elektrická energie je pokryta z 20 až 30 % obnovitelnými zdroji.



Obr. 1
Ekopark
Odolena Voda



Obr. 2 Administrativa a ubytování



Obr. 3 Recyklovaný dům

Záměrem projektu je

- ❑ Fyzická ukázka ekologicky odpovědného bydlení s využitím šetrných technologií a materiálů v pasivním nebo nízkoenergetickém standardu.
- ❑ Poskytování informací a praktický trénink o ekologických technologiích snižujících energetickou náročnost výroby a provozu staveb.
- ❑ Ekologické a interaktivní vzdělávání a osvěta.
- ❑ Podpora firem ve výzkumu, vývoji a inovacích pokročilých technologií a ekologicky šetrných materiálů



Obr. 4 Nulový dům

SOLÁRNÍ TERMÁLNÍ SOUSTAVA

Navržená solární tepelná soustava patří do kategorie „kombi plus“ tzn., že pokrývá teplem zcela event. z části ohřev teplé vody, vytápění objektů a solární chlazení. Celková plocha kolektorů činí 255,3 m² (brutto), absorpční plocha pak 210,2 m² a vychází z potřeb tepla 13 objektů Ekoparku. Kolektorové pole je rozděleno na dvě části.

Část „A“ je umístěna na střeše administrativní části centra. Osazeno je zde 136 m² plochých vakuových kolektorů. V části „B“ jsou navrženy vakuové trubicové kolektory s reflexní odrazovou plochou o celkové ploše 119,3 m² (OPC 15). Obě pole jsou přes samostatné deskové výměníky napojeny na centrální solární zásobník, který vyrovnává výkyvy v nabídce a potřebě nejen solární soustavy, ale i dalších zdrojů tepla. Ukládání se děje na principu stratifikace, tj. ukládání v tepelných vrstvách, přičemž nejteplejší vrstva je vždy nahoře, kde je odběr. Vizualizaci nabití zajišťuje PC se speciálním SW. Solární pokrytí potřeb tepla areálu se předpokládá v letních měsících 65 až 80 %, celoročně pak 35 %. Požadovaná teplota na výstupu z kolektorů bude 95 až 98 °C v závislosti na intenzitě solárního záření a je podmínkou max. chladicího výkonu. Expanzní zajištění solárního zásobníku je řešeno doplňovacím automatem, nikoliv expanzní nádobou. Originální řešení je použito pro zajištění stagnace u vakuových trubicových kolektorů, které se nemohou automaticky vyprázdnit. Kondenzace par teplotního média je navržena vychlazením v solárním zásobníku.

Solární soustava bude specifická tím, že pokrývá potřeby tepla pro ohřev TV, přitápění a solární chlazení. Solární pole je dělené a je tak možné porovnat specifické výhody obou typů kolektorů v provozu. Pokrytím větší části tepla v letní polovině roku a zásobováním 13 objektů Ekoparku vzniká tak malá solární soustava CZT (centralizovaného zásobování teplem) což je v tuzemsku nově řešení, včetně udržování zpátečky na teplotě cca 35 °C během letní poloviny roku domovními předávacími stanicemi.

SOLÁRNÍ ABSORPČNÍ A ADSORPČNÍ CHLAZENÍ

Společenské prostory vzdělávacího centra vyžadují chlazení pro udržení pohody prostředí zvláště při vyšších externích teplotách a vzdělávacích programech. Vybrány byly absorpční a adsorpční chladicí stroje, které mají velmi nízkou spotřebu el. energie. Pro pohon vyžadují tepelnou energii, kterou v tomto případě nabízí solární soustava „kombi plus“. Propojením potřeb tepla pro vytápění a letní chlazení vzniká harmonická soustava s optimálním ročním využitím. Obě chladicí jednotky jsou umístěny ve strojovně v hale a je možno je vidět přes prosklené stěny. Chladiče se osadí na ploché střeše nad strojovnou.

Absorpční jednotka má uzavřený cyklus s pracovními látkami lithium bromid/voda. Max. chladicí výkon bude 60 kW. Při teplotě solární pracovní látky 93 až 95 °C vychází chladicí faktor COP 0,7. Dalšími přednostmi absorpčního chlazení je tichý provoz, spolehlivost a ekologické chladivo. Na rozdíl od absorpčního cyklu, který využívá kapalného roztoku, v adsorpčním cyklu je kapalně chladivo adsorbováno do vysoce porézní látky, kterou je silikagel. Adsorpční jednotky mohou pracovat při teplotách solárního okruhu 60 až 75 °C a dosahují v této oblasti vyšších chladicích faktorů než absorpční jednotky za podobných podmínek (0,4 až 0,7). To je výhodné zvláště při použití běžných plochých solárních kolektorů ve střední Evropě.

Obě technologie jsou zatím nové v oboru solární techniky. Adsorpční jednotka v Česku nebyla použita a tak je zřejmé, že její použití přitáhne odbornou veřejnost. Adsorpční solární chlazení bylo použito dvakrát, avšak v průmyslu a hotelu. Pro administrativní budovy, kde se očekává nejvyšší použití v ČR, ještě nebylo použito. Praktické provozní výsledky jsou proto očekávány, zvláště při zajištění nepravidelného provozu a výkonu. Akumulace solárního tepla i chladu je v projektu souběžně řešena. Při návrhu byly využity zahraniční zkušenosti z evropských realizací.

SOLÁRNÍ ELEKTRÁRNA – STIRLING

Koncentrační solární systém soustavami parabolických zrcadel využívá přeměnu spektra solární energie na energii elektrickou a tepelnou. Zrcadla jsou sestavena do paraboly o průměru 8000 mm, která je automaticky natáčena osou ke slunci. Zkoncentrované tepelné záření je odraženo do vstupní části tepelného pístového Stirlingova motoru, jež generátorem a frekvenčním měničem vyrobí el. energii a druhotně pak teplo, které se využije v areálu Ekoparku. Účinnost výroby elektřiny bude 24 až 28 %, navíc je využíváno odpadní teplo pro absorpční chlazení a ohřev teplé vody. Maximální el. výkon bude v rozmezí 7 až 9 kW_{el}, tepelný pak 3 až 5 kW.

Zařízení je v Česku zcela ojedinělé a z hlediska principu je inovačním řešením. Výhodami Stirlingova motoru je vysoká životnost, nízká hlučnost, vyšší el. účinnost, nižší servisní náklady, nízké emise. Současnou nevýhodou je vyšší cena a pomalejší regulace, která však s ohledem na akumulaci jak elektřiny, tak i tepla není na závadu. Ve spojení s ukládáním el. energie do vanad–redox baterie (VRB systém) je zcela ojedinělým a pokrokovým řešením nejen v ČR.

FOTOVOLTAIKA NA FASÁDĚ

Fasáda přednáškového sálu, orientována jižně (25 °JJV) se sklonem 60 ° je vhodná jako ukázka multifunkčního využití objektů, v tomto případě pro výrobu el. energie. Plocha je bez okenních otvorů (cca 51 m²) a může být celá využita pro instalaci fotovoltaických panelů. Navrženy jsou modely s polykrystalickými i amorfními články. Jejich výkony i přínosy budou samostatně měřeny. Přichyceny jsou kovovou konstrukcí, kotvenou do obvodové konstrukce přednáškového sálu. Panely jsou zapojeny do série přes rozvaděč a měnič napětí. Dále je zde osazena napěťově frekvenční ochrana pro samočinné odpojení od sítě. Propojení



Obr. 5 Koncentrační solární systém

ny jsou s hlavním rozvaděčem v administrativní části, kde bude hlavní jistič pro odpojení a elektroměr pro měření vyrobené elektřiny. Špičkový výkon fotovoltaické plochy bude 7,6 kWp.

Solární el. energie bude využívána v areálu Ekoparku s možností skladování eventuelních přebytků ve vanad redox akumulátorech – viz samostatná část.

Hlavním přínosem je ukázka integrace obnovitelného zdroje do pláště budovy bez záboru půdy. Při návrhu budov je uvedené řešení snadno proveditelné.

STÍNICÍ LAMELY S FOTOVOLTAICKÝMI ČLÁNKY

V objektu Ekoparku je navrženo inovativní řešení aktivního stínění s využitím ploch pro získávání energie. Na JV straně budovy je uvažováno s horizontálním stíněním nad okny zasedacích místností. Na JZ straně vstupní haly je naopak systém stínění řešen vertikálně.

V obou případech jsou použity jako stínicí prvky FV panely, které budou integrovány lamelami do nerezové konstrukce. Automatické polohování lamel, jak vertikálních tak i horizontálních, bude řešeno podle předem definovaných poloh případně podle uživatelsky nastaveného modelu stínění, eventuelně podle okamžité potřeby uživatele objektu.

Stínicí prvky nad okny zasedacích místností (JV) jsou nerezovými ocelovými konstrukcemi přímo kotveny do stěny objektu. Na JZ straně bude vertikální soustava solárního stínění uchycena na přídatnou nerezovou ocelovou konstrukci, která se připevní k připraveným nosným prvkům objektu.

Soustava primárně slouží pro stínění a snížení tepelných zisků, sekundárně je uvažována jako FV elektrárna s odhadovanou plochou 175 m². Velikost jednoho stínicího prvku se předpokládá v šířce 500 mm, což je dáno modulem fotovoltaických článků. FV články jsou vyrobeny na bázi multi-krytalického křemíku s celkovým výkonem 7,3 kWp a odhadovanou celkovou roční výrobou 8,82 MWh. V soustavě je uvažováno s fotovoltaickými střídači pro dodávku do soustavy Ekoparku s vanadovými redox akumulátory, které vyrovnávají výkyvy zisků i odběrů. Navržen je také sběr dat do PC a přímá i dálková regulace systému.

Přínosem soustavy nastavitelných lamel je ukázka zatím nového řešení mechaniky, která může být dále v podobných aplikacích standardně používána. Plocha je současně využívána pro zisk solární elektřiny. Výhodou nastavování je max. zisk solárního záření, nevýhodou vertikálních lamel je částečné stínění. Nejsou žádné informace o použití podobných řešení v ČR.

SPALOVÁNÍ BIOMASY

Zdrojem tepla pro vzdělávací centrum i areál Ekoparku bude kotel na spalování pelet o výkonu 49 kW. Doplnující tepelnou energii poskytuje kogenerační jednotka – viz dále. Vyrobené teplo je skladováno v solárním zásobníku, který umožňuje provoz kotle s max. účinností při jmenovitém výkonu. Pelety jsou spalovány při ideální teplotě 650 °C, samočisticí stupňový rošt zajišťuje odsun popela do pojízdného zásobníku. Lambda sonda reguluje množství spalovacího vzduchu podle kvality paliva a výkonu kotle a tím udržuje max. účinnost. Virbulátory ve spalinovém výměníku zajišťují optimální přenos tepla. Ovládání kotle i příjem provozních informací je umožněno mobilním telefonem.

Pelety jsou dopravovány ze skladu do kotle pneumatickou dopravou podle výkonu kotle. Sací potrubí je vedeno pod podlahou haly. Přisun paliva za-

jišťuje autocisterna nafoukáním do maximálního objemu skladu. Množství pelet je sledováno sondou a vizualizováno. Kotel včetně zásobování palivem tak pracuje zcela automaticky. Kotelna je ukázkou špičkové techniky na současné nejvyšší úrovni a bude tak vzorem pro uplatnění vysokého standardu v oblasti malých zdrojů tepla na certifikované palivo jako jsou pelety.

KOGENERAČNÍ JEDNOTKA VČETNĚ SKLADU OLEJE

Společná výroba elektřiny a tepla (kogenerace) snižuje ranní špičky v odběru elektřiny a přitom současně zajišťuje teplo pro vytápění Ekoparku. Solární zásobník vyrovnává nerovnoměrnost ve výrobě a spotřebě tepla a tím dochází k úplnému využití tepla, což je vidět z tepelných bilancí. Kogenerační jednotka je současně záskokovým zdrojem při výpadku sítě pro Ekopark a také v letním období pro solární soustavu. Umístěna je v přízemí vzdělávacího centra v odhlučněné místnosti.

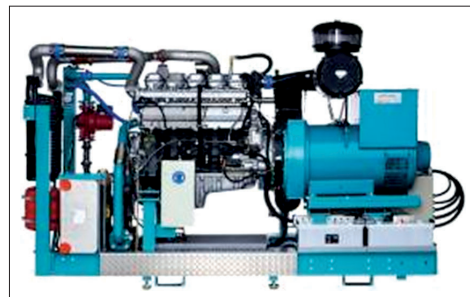
Palivem pro jednotku bude přírodní řepkový olej (bez úprav vyjma filtrování). Navrženo je soustrojí se spalovacím motorem se zápalným paprskem, seřízené na el. výkon 120 kW, s elektrickou účinností 41 %, což je vysoká hodnota při daném výkonu. Tepelný výkon bude cca 110 kW s ohledem na teplotu vody v chladicích okruzích jednotky. V době realizace se předpokládá použití nového typu jednotky s $\eta_{el} = 45$ až 46 %. Řepkový olej je skladován ve vedlejším skladu se čtyřmi speciálními nádržemi s dvojími stěnami proti úniku oleje. Zvýšený práh i přesto tvoří záchrannou vanu. Doplnění zásob zajišťuje autocisterna do přípojných hrdel na fasádě. Sklad je vytápěn během celého roku na teplotu 26 až 27 °C otopnými tělesy a podlahou ze samostatné topné větve. To umožňuje prakticky okamžité najezení jednotky. Palivo je ekologické, cenově přístupné a jedná se o místní obnovitelný zdroj, podporující soběstačnost. Vybraná jednotka dosahuje max. účinnosti el. energie v dané kategorii a výkonu.

Ve druhé etapě výstavby se počítá s vybudováním bioplynové stanice ve vzdálenosti asi 450 m od Ekoparku. Propojením se stávající jednotkou bude využíván bioplyn. Předpokládá se větší zásobník bioplynu, aby jednotka mohla být v provozu s ohledem na max. el. špičky v síti i Ekoparku. Hlavními substráty bude travní hmota z údržby krajiny, silážní kukuřice a sklizňové zbytky fytomasy s malou částí zvířecích exkrementů.

Vzhledem k vysokému podílu fytomasy bude provoz průběžně vyhodnocován z hlediska nižších mastných kyselin a dalších hodnot kvalitním elektroforetickým analyzátozem přímo v bioplynové stanici.

STROJOVNA – STROJNÍ ČÁST, PROPOJENÍ ZDROJŮ

Centrální částí soustavy obnovitelných zdrojů pro zásobování teplem je stroje vna ve vzdělávacím centru. Prostor je společný pro většinu zdrojů a volný přes obě podlaží. Horní podlaží je odděleno pouze porořosty jako manipulační plošinou. Stěny strojovny budou prosklené a umožní tak pohodlný vizuální vjem nejen odborným pracovníkům, ale i všem návštěvníkům Ekoparku, neboť hala tvoří hlavní vstup. Chladicí jednotky, kotel, expanzní systémy, ohřev teplé vody i solární zásobník jsou umístěny v přízemí, rozdělovače pak především v patře. Solární zásobník je navržen s výškou přes obě podlaží. Prostor bude v letním období intenzivně větrán, ne-

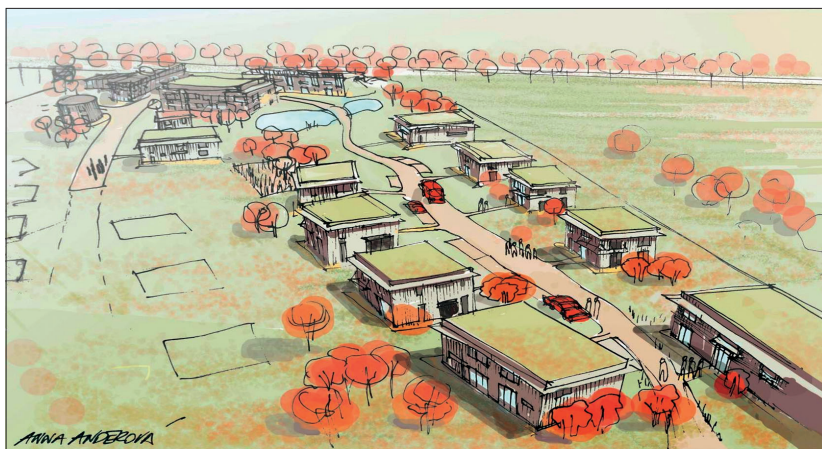


Obr. 6 Kogenerační jednotka

boť i přes stínění fasád zde budou působit vnitřní i vnější tepelné zisky. Propojení jednotlivých zdrojů tepla je navrženo viditelné ze všech stran, což bude klást nároky na kvalitní provedení. Rozdělovače a sběrače jsou integrované do jednoho tělesa.

SEMITRSPARENTNÍ ZASTŘEŠENÍ SVĚTLÍKU S FOTOVOLTAIKOU

Světlík strojovny ve vzdělávacím centru bude zastřešen skladbou jednoduchých laminovaných dvojskel s rozměrem 1200 × 1400 mm. Celková plocha prosklené střechy světlíku je 59,2 m². Zastínění fotovoltaickými články je voleno s ohledem na snížení tepelných zisků strojovny a současně ukázkou integrace solárního zdroje.



Obr. 7 Náhled na soustavu budov

Použity budou monokrystalické solární články pseudočtvercového tvaru s rozměry 125 × 125 mm. Typická účinnost solárních článků je nad 16,5 %. Opatřeny jsou ochranou tmavomodrou antireflexní vrstvou. Variantně lze solární články zhotovit ve škále hnědá, světle modrá, šedá, zlatavá, fialová a zelená. Kromě toho budou na části plochy světlíku použity tenkovrstvé amorfní PV články, dále s technologií CIGS (měď, indium, germanium a selen – lehce průsvitné) a Fresnelovy čočky s koncentrátory a využitím jak elektřiny, tak tepla.

Prostup slunečního záření do interiéru je snížen stínící plochou zalaminovaných solárních článků. Míra zaplnění plochy panelu solárními články je navržena na 53 % pro mezery mezi články cca 38 mm. Variantně lze vzdálenost mezi články změnit. Bezpečnostní sklo splňuje nejprísnější podmínky pro použití ve stavebnictví. Čelní sklo je typu „extraclear“ pro zajištění maximální prostupnosti světla. Zadní sklo může být variantně i probarvené. Předpokládaná životnost solárních panelů fotovoltaického systému je minimálně 35 let. Elektrické připojení solárních panelů je řešeno kabelovým vývodem umístěným na hraně solárního panelu.

Celkový očekávaný výkon fotovoltaického systému bude cca 5 kWp. Připojen bude dvěma síťovými střídači Fronius k rozvodné síti 230 VAC 50 Hz. Řízení provozu síťových střídačů je zcela automatické a střídače umožňují měření a případně i prezentaci provozních parametrů FV systému.

Řešení je efektivní, perspektivní, avšak v současné době atypické. Předpokladem této ukázky je inspirace pro investory a použití u podobného typu staveb. Z architektonického hlediska je přínosem využití různých barev s ohledem na řešení interiérů.

VRB – SYSTÉM NA ULOŽENÍ ENERGIE

Vanadiová redox baterie – systém na uložení energie (VRB–ESS) je zařízení, které je schopné hospodárně ukládat a dodávat elektrickou energii podle potřeby. Je zaměřeno na stacionární použití. VRB–ESS se zakládá na patentovaném redukčně – oxidačním regeneračním článku, který přeměňuje energii chemickou na elektrickou. Energie je uložena chemicky v elektrolytu v různých ionických stavech vanadu ve zředěné kyselině sírové.

Elektrolyt se čerpá ze dvou oddělených plastových nádrží do palivových článků přes membránu (PEM), kde jedna forma elektrolytu elektrochemicky oxiduje a druhá se elektrochemicky redukuje. Přitom se vytváří el. proud, který se vyvádí do vnějšího obvodu. Reakce je možno obrátit, což umožňuje nabíjení, vybíjení a opětovné nabíjení.

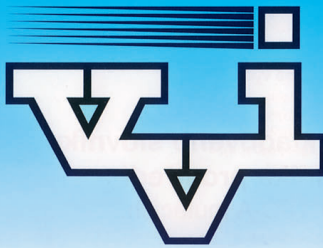
Hlavní výhodou VRB–ESS je stupňování a modulování. To znamená, že výkon a kapacitu skladování můžeme zvýšit nebo snížit nezávisle na sobě.

Účinnost nabíjení je v rozmezí 75 až 65 % podle výkonu. Ztráty v elektrolytu samovybíjením jsou velmi nízké. Životnost elektrolytu je takřka nekonečná, životnost membrány je cca 13 000 cyklů a vymění se. Zařízení pracuje bez obsluhy s velmi nízkými náklady na údržbu.

Kontakt na autora: kramolis.petr@seznam.cz

Použité zdroje:

- [1] Remmers, K. – H., Velká solární zařízení, Solarpraxis, 2001
- [2] Matuška, T., Prvky solárních soustav – zásobníky tepla, 2006.



**VYTÁPĚNÍ
VĚTRÁNÍ
INSTALACE**

Vážení přátelé,
Společnost pro techniku prostředí nabízí
2. přepracované vydání
Názvoslovného výkladového slovníku
z oboru Technika prostředí
v Č-N-A, A-Č-N, N-Č-A mutacích

Obsahuje terminologii oborů:
Vytápění, Solární technika, Tepelné izolace, Chladicí technika, Tepelná čerpadla, Větrání, Klimatizace, Hluk a otřesy, Průmyslová vzduchotechnika, Pneumatická doprava, Čistota ovzduší, Odprašování, Hygiena, Automatická regulace, Ekonomika investic, Domovní vodovody, Plynovody, Kanalizace.

Slovník je možno zakoupit:

- ❑ v Prodejně technické literatury: budova NTK, Technická 6, 160 80 Praha 6 nebo si nechat zaslat dobírkou:
e-mail: homola@vc.cvut.cz – fax: 233 332 642;
- ❑ osobně v sekretariátu Společnosti pro techniku prostředí: Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1 nebo
- ❑ v redakci VVI – Fakulta strojní, 8. p., Technická 4, 166 07 Praha 6.

Cena 220 Kč vč. DPH