

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ ELEKTRONIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Kogenerační a trigenerační jednotky

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Václav NOVÁK**
Osobní číslo: **E09B0039K**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Kogenerační a trigenerační jednotky**
Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

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

1. Uveďte princip kogenerační jednotky.
2. Uveďte princip trigenerační jednotky.
3. Popište konstrukci kogenerační jednotky.
4. Popište konstrukci trigenerační jednotky.
5. Uveďte přehled kogeneračních a trigeneračních jednotek dostupných v současné době na trhu a porovnejte je.



Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

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

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michaela Vachtlová

Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

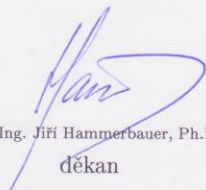
Datum zadání bakalářské práce:

17. října 2011


Termín odevzdání bakalářské práce:

3. června 2012

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



Prof. Ing. Václav Kús, CSc.
vedoucí katedry



V Plzni dne 17. října 2011

Anotace

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na vysvětlení principů kogeneračních a trigeneračních jednotek, jejich konstrukce a přehled, v současné době dostupných kogeneračních a trigeneračních jednotek na trhu a jejich porovnání.

Text je rozdělen do pěti částí; první se zabývá principem kogenerace, druhá principem trigenerace. Třetí část popisuje konstrukci kogeneračních jednotek, čtvrtá část konstrukci trigeneračních jednotek a pátá přehled kogeneračních a trigeneračních jednotek na trhu.

Klíčová slova

Kogenerační jednotky, kogenerace, trigenerační jednotky, absorpční chladicí jednotky, microkogenerační jednotka.

Abstract

Cogeneration and trigeneration units

The presented thesis is focused on explaining the principles of cogeneration and trigeneration units, their structure and overview of currently available cogeneration and trigeneration units on the market and their comparison.

The text is divided into five parts: the first one deals with the principle of cogeneration, the second part is dealing with principle of trigeneration. The third section describes the construction of cogeneration units; the fourth part contains description of the design of trigeneration units. The fifth part shows the overview of cogeneration and trigeneration units on the market.

Key words

Cogeneration units, cogeneration, trigeneration unit, absorption cooling units, microcogeneration unit.

Prohlášení

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

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou 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 bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne 31.5.2012

Václav Novák

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí bakalářské práce Ing. Michaele Vachtlové za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH.....	8
ÚVOD.....	9
SEZNAM SYMBOLŮ	10
1 PRINCIPY.....	11
1.1 PRINCIP KOGENERACE	11
1.2 PRINCIP TRIGENERACE.....	13
2 KONSTRUKCE.....	14
2.1 KONSTRUKCE KOGENERAČNÍ JEDNOTKY	14
2.1.1 Elektrické ochrany kogenerační jednotky.	15
2.2 KONSTRUKCE TRIGENERAČNÍ JEDNOTKY	17
2.2.1 Princip absorpční chladicí jednotky	18
3 MOŽNOSTI NAsAZENÍ KOGENERAČNÍCH JEDNOTEK	20
3.1 INSTALACE VYUŽÍVAJÍCÍ ZEMNÍ PLYN	20
3.2 INSTALACE VYUŽÍVAJÍCÍ BIOPLYN	21
3.3 INSTALACE VYUŽÍVAJÍCÍ DALŠÍ PALIVA	21
4 PŘEHLED KOGENERAČNÍCH A TRIGENERAČNÍCH JEDNOTEK NA TRHU	21
4.1 KOGENERAČNÍ JEDNOTKY TEDOM.....	21
4.1.1 KJ na zemní plyn.....	21
4.1.2 KJ na LPG	22
4.1.3 KJ na BIOPLYN	23
4.2 KOGENERAČNÍ JEDNOTKY MOTOR GAS	25
4.2.1 KJ s motory MAN na zemní plyn	25
4.2.2 KJ s motory MAN na bioplyn	26
4.2.3 KJ s motory WAUKESHA na zemní plyn.....	26
4.2.4 KJ s motory WAUKESHA na bioplyn.....	27
4.3 KOGENERAČNÍ JEDNOTKY BUDERUS.....	27
4.4 KOGENERAČNÍ JEDNOTKY VISSMANN	28
4.5 KOGENERAČNÍ JEDNOTKY PHOENIX-ZEPPELIN.....	30
4.6 KOGENERAČNÍ JEDNOTKY DAGGER.....	31
4.7 SVĚTOVÍ VÝROBCI KJ	31
5 ZÁVĚR	32
POUŽITÁ LITERATURA.....	33

Úvod

Kogenerační jednotky jsou technologická zařízení určená ke společné výrobě elektřiny a tepla. Technologicky se jedná o spojení spalovacího motoru, generátoru a soustavy tepelných výměníků, zajišťující chlazení motoru a předání tepla k dalšímu využití. Nedílnou součástí musí být i řídicí jednotka, která řídí a hlídá chod celého soustrojí. Současné řídicí jednotky lze napojit i na mobilní sítě či internet a ovládat i sledovat stav kogenerační jednotky na dálku.

Spojením kogenerační jednotky a absorpčního chlazení vznikne trigenerační jednotka vyrábějící elektřinu, teplo a chlad. Absorpční chladicí jednotka využívá, na rozdíl od kompresorového chlazení, pro oběh chladiva teplo z kogenerační jednotky. Toto spojení je výhodné zejména v letních měsících, kdy využijeme teplo z kogenerační jednotky i v létě.

Nejrozšířenějším palivem pro kogenerační jednotky je zemní plyn, v poslední době však roste počet zařízení využívající bioplyn, skládkový plyn a kalový plyn.

Seznam symbolů

KJ.....	Kogenerační jednotka-y
I_n [A].....	Jmenovitý proud
f_d [Hz].....	Frekvence dolní
f_h [Hz].....	Frekvence horní
COP [-].....	Výkonové číslo
ČOV.....	Čistička odpadních vod
PTC.....	Rezistor s kladným teplotním koeficientem

1 Principy

1.1 Princip kogenerace

Kogenerace označuje výrobu dvou forem energie z jednoho druhu primárního paliva. Jedná se o malou teplárnu vyrábějící současně tepelnou a elektrickou energii nejčastěji ze zemního plynu, propan-butanu nebo bioplynu.

Při slově teplárna se mnohým jistě vybaví v paměti areál často s velkým počtem budov a odvodem spalin do ovzduší pomocí vysokého komína. Toto však u kogeneračních jednotek neplatí. Například teplárna o elektrickém výkonu 22 kW a trvalém tepelném výkonu cca 40 kW je zařízení, které i s obslužným prostorem nezaujímá plochu větší než 4m² (viz obr.1).

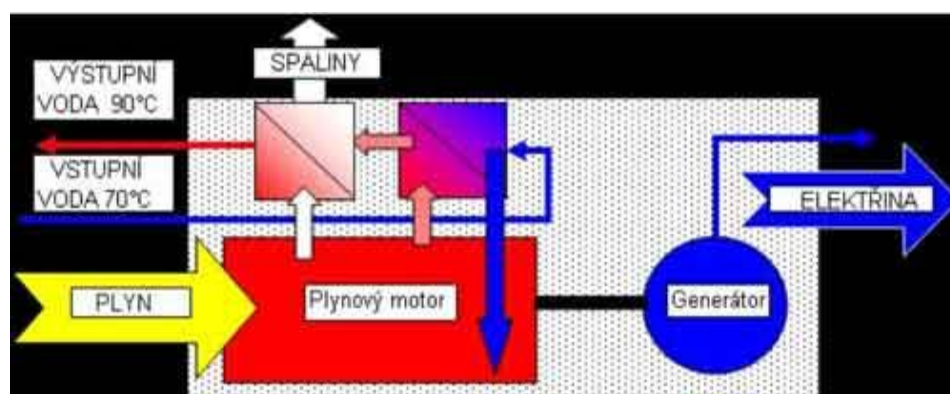


Obr.1 – Microkogenerační jednotka TEDOM T30 (30kW – elektrický výkon) ^[33]

Tato teplárna označovaná odborným slovem kogenerační jednotka má dvě základní části: spalovací motor, elektrický synchronní nebo asynchronní generátor. Obě technická zařízení jsou vzájemně propojeny. Základní princip kogenerační jednotky je zřejmý z obrázku 2. Z tohoto obrázku je rovněž patrné, že využití odpadního tepla z motoru zajišťují dva tepelné

výměníky. První výměník odvádí teplo z bloku motoru a chlazení oleje na teplotní úrovni 80 až 90 °C. Druhý výměník odvádí teplo z výfukových spalin na teplotní úrovni cca 400 až 500 °C.

Nejběžněji jsou kogenerační jednotky navrhovány na parametry běžného teplovodního otopného systému 90/70 °C, méně již na parametry 110/85 °C. Vratná voda z vytápěcího systému o teplotě 70 °C se nejdříve zavede do výměníku s nižší teplotní hladinou a její dohřívání probíhá v dalším výměníku. Během ročního období může nastat i časový úsek, kdy je odběr tepla podstatně snížen, nebo úplně zastaven. Aby v této době nedocházelo k přehřívání motoru v důsledku jeho nedostatečného chlazení, je do okruhu zařazen nouzový (vzduchem chlazený) chladič, který ale snižuje hospodárnost kogenerační jednotky.



Obr. 2 – základní princip kogenerační jednotky ^[1]

Tento typ kogenerační jednotky může být například použitý pro vytápění a přípravu teplé vody ve větších rodinných domech s vyšším odběrem teplé vody v letním období, například pro ohřev bazénové vody s možností prodeje vyrobené elektřiny do rozvodné sítě. Podle zákona 458/2000 Sb. má dodavatel elektřiny povinnost přebytečnou elektrickou energii odkoupit. Kogenerační jednotka je také vhodná pro výrobu elektřiny pro vlastní spotřebu v nemocnicích, hotelích, bazénech, školách, menších průmyslových výrobnách, zemědělských podnicích, čistíčkách odpadních vod apod. s možností využití odpadního tepla. Primárním palivem kogeneračních jednotek může být například:

zemní naftový plyn

propan-butan

bioplyn

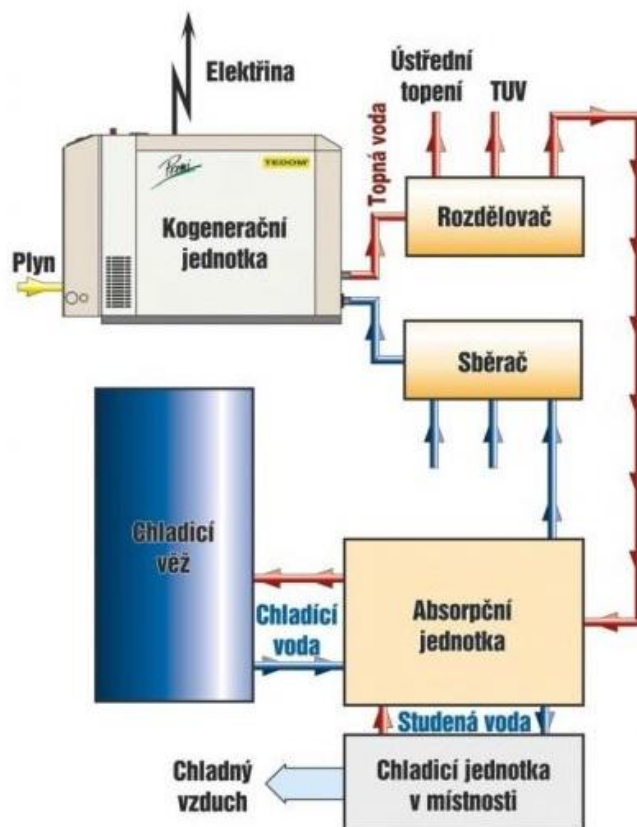
nebo po konzultaci s výrobcem jiné palivo. ^[1]

1.2 Princip trigenerace

Trigenerace znamená kombinovanou výrobu elektřiny, tepla a chladu. Technologicky se pak jedná o spojení kogenerační jednotky s absorpční chladicí jednotkou. To je výhodné zejména z pohledu provozu kogenerační jednotky, protože umožňuje využít teplo i v létě mimo topnou sezónu a tím dosáhnout prodloužení ročního chodu jednotky.

Právě snížené možnosti využití tepla z kogenerační jednotky v letních měsících vedou často k nasazení menších jednotek, než by bylo jinak vhodné. Pokud tedy dovedeme přeměnit teplo na chlad, nic nestojí v cestě tomu, aby kogenerační jednotka mohla naplno pracovat i přes léto. Vyroběný chlad může být využit všude tam, kde je zapotřebí klimatizace - v bankách, hotelech, obchodních a administrativních střediscích, nemocnicích, sportovních halách apod.^[2]

Absorpční chlazení má tři okruhy, mezi kterými probíhá výměna tepla. První je okruh teplé vody, která je hnacím médiem vnitřní výměny tepla. Tento okruh je napojen na zdroj tepla, v našem případě kogenerační jednotku. Druhý okruh je okruh studené vody, který je napojen přímo na okruh chlazení. Třetím okruhem je okruh chladicí vody, který odvádí vodu s teplem k ochlazení. Vychlazení se provádí nejčastěji pomocí chladících věží. Na velikosti chladicího zařízení, a tím i na jeho cenu, má rozhodující vliv teplota okruhu teplé vody. Obecně platí, že čím je vyšší teplota teplé vody, tím menší a levnější je i chladicí zařízení. Většina průmyslově vyráběných zařízení pracuje s teplotami přibližně od 90°C do 135°C. Okruh studené vody pracuje s teplotami potřebnými pro odvod tepla z prostoru, které se pohybují od 7°C do 15°C. Okruh chladicí vody, která odvádí teplo z chladicího zařízení, mívá teploty 20 až 45°C.^[3] Schéma daného zařízení je patrné z obrázku 3.



Obr. 3 – Princip trigenerační jednotky ^[2]

2 Konstrukce

2.1 Konstrukce kogenerační jednotky

Kogenerační jednotka je konstrukčně řešena s umístěním spalovacího motoru a generátoru na společném základovém rámu. Tyto základní prvky doplněné o potřebné příslušenství jsou umístěny pod protihlukovým krytem. Řídicí panel jednotky je snadno přístupný a digitální zobrazovací jednotka ukazuje všechny potřebné provozní informace, ke kterým například patří: vyrobené množství elektřiny, provozní hodiny jednotky, výstupní teplotu spalin do komína, výstupní teplotu vody dodávanou do systému ústředního vytápění a další důležité technické údaje. Odpadní teplo z chladicí kapaliny a spalin je využito k vytápění nebo k přípravě teplé užitkové vody. Vlastní chladicí okruh teplárny je oddělen od okruhu topného systému přes tepelné výměníky. Kogenerační jednotka může v paralelním provozu spolupracovat s vnější elektrickou rozvodnou soustavou dodavatele elektřiny a je přizpůsobena k dodávce elektřiny do sítě v době platnosti špičkového, vysokého i nízkého tarifu. Kogenerační jednotka může být provozována v základním i špičkovém zatížení. Při

návrhu bývá výhodné volit pokrytí potřebného provozního elektrického výkonu elektrické energie kogenerační jednotkou a špičky vykrýt například dodávkou od dodavatele energie. Jednotka je konstruována pro plně automatizovaný, bezobslužný provoz s periodickými prohlídkami a potřebnou údržbou spočívající například ve výměně oleje. ^[1]

2.1.1 Elektrické ochrany kogenerační jednotky.

Pro ochranu zařízení jsou v jednotce instalovány elektrické ochrany, ke kterým například patří:

zpětná wattová ochrana

ochrana proti proudovému přetížení

ochrana proti nesymetrickému zatížení

frekvenční ochrany zamezují provozu v případě výpadků sítě. ^[1]

2.1.1.1 Zpětná wattová ochrana

Zpětná wattová ochrana je měřicí systém činného výkonu a jeho směru, určený k normálnímu provoznímu odpojení generátoru od sítě. Slouží k zamezení přechodu generátoru do motorického režimu. ^[4]

2.1.1.2 Ochrana proti proudovému přetížení

Stroj je konstruován tak, aby byl bezpečně chlazen a teplo vzniklé ztrátami bylo odvedeno. Jestliže generátor dodává větší proud než I_n , pak mluvíme o stavu přetížení. Vlivem přetížení dochází k nežádoucí akumulaci tepla ve vinutí. Taková nežádoucí teplota má za následek urychlení stárnutí izolace a při velkém oteplení může dojít k poškození izolace nebo dokonce ke zkratu. Používají se ochrany s nastavením 1,1 až 1,3 I_n .

Systém přímého teplotního jištění je spolehlivou a objektivní metodou, neboť respektuje skutečnou teplotu jištěného vinutí elektrického motoru. Konkrétní provedení jsou realizovaná prostřednictvím měrných sond, vestavěných do čel vinutí. Většinou jde o teplotně závislé rezistory s kladným součinitelem odporu, termistory PTC.

Nepřímé nadproudové jisticí systémy, realizované tepelnými nadproudovými spouštěmi jističů a jisticích relé, odvozují svoji funkci z velikosti proudového přetížení. Tepelné nadproudové relé je dvojstavový přístroj, který indikuje přetížení a ovládá cívku stykače. Má

v každé fázi topný element, reagující na oteplení způsobené procházejícím proudem. Toto oteplení se převádí na pohyb a překlápí dvojici kontaktů zařazených v obvodu cívky stykače. [5]

2.1.1.3 Ochrana proti nesymetrickému zatížení

Ochrana proti nesymetrickému zatížení pracuje na principu vyhodnocené výpočtu zpětné složky proudu, která vzniká při nesymetrickém zatížení synchronního generátoru a vytváří ve statoru alternátoru zpětné magnetické pole. Vlivem tohoto magnetického pole se v rotoru indukují vířivé proudy, které jsou tím větší, čím větší je nesymetrie zatížení. Tyto vířivé proudy způsobují nežádoucí oteplení stroje. Ochrana proti nesymetrickému zatížení měří hodnotu zpětné složky proudu a podle její velikosti se určí dovolená doba nesymetrického zatížení. Při nastavování jednotlivých stupňů ochrany se musí vycházet z údajů od výrobce. [6]

2.1.1.4 Frekvenční ochrany

Tyto ochrany působí při změně frekvence v energetickém systému. Při přetížení alternátoru zapojeného do energetického systému působí frekvenční ochrana při poklesu frekvence (otáček stroje) pod nastavenou hodnotu f_d nebo při jeho odlehčení, jestliže je překročena frekvence nad nastavenou hodnotu f_h . Je povinná při předpokládaném vzniku ostrovního (samostatného) provozu alternátoru. [7]

Výše uvedené elektrické ochrany, spolu s technologickými ochranami spalovacího motoru, v případě poruchy umožňují samočinné odstavení soustrojí z provozu a uzavření přívodu paliva.

Jako jedna z možných komplexních ochran může být Multifunkční generátorová ochrana SIPROTEC od firmy SIEMENS. Ochrany SIPROTEC 4 7UM61 (obrázek 4) umí více než jen chránit. Nabízejí rovněž četné přídavné funkce. Ať se jedná o zemní spojení, zkraty, přetížení, přepětí, zvýšenou nebo sníženou frekvenci. Tyto ochrany zajišťují nepřetržitý provoz elektráren. Ochrana SIPROTEC 4 7UM61 je kompaktní jednotkou, která byla vyvinuta a projektována speciálně k ochraně malých a středních generátorů. Tyto ochrany zahrnují všechny nezbytné ochranné funkce a jsou obzvláště vhodné k ochraně:

vodní a přečerpávací generátory

kogenerační jednotky

soukromé elektrárny využívající regenerační energetické zdroje jako vítr nebo bioplyn

diesellové generátorové stanice

elektrárny s plynovou turbínou

průmyslové elektrárny

běžné parní elektrárny. [8]



Obr. 4 - Multifunkční generátorová ochrana SIPROTEC
SIPROTEC 4 7UM61 [9]

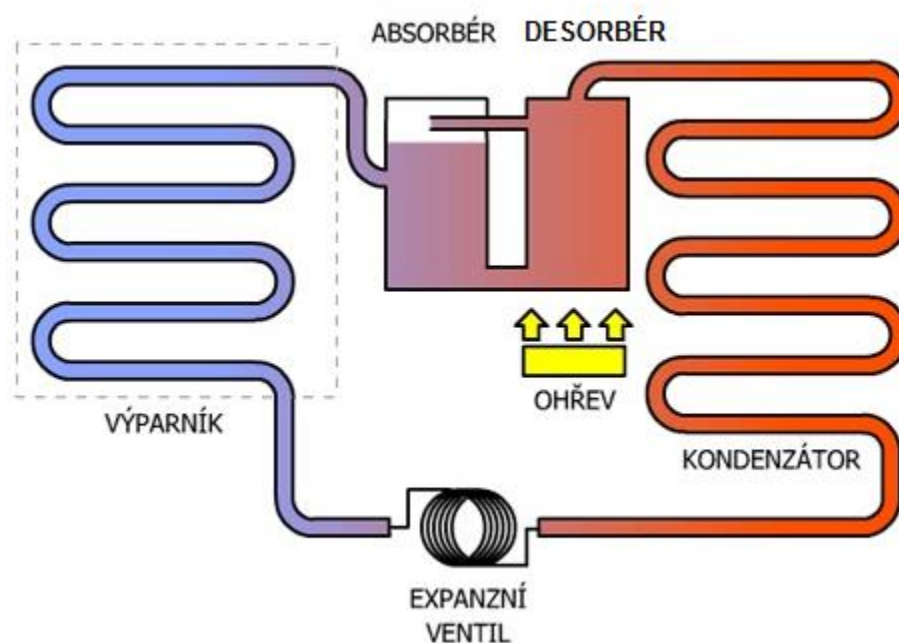
2.2 Konstrukce trigenerační jednotky

Technologicky se jedná o spojení kogenerační jednotky s absorpční chladicí jednotkou. Toto spojení je pro obě zařízení vysoce nezávislé a fyzické propojení je realizováno pouze v místech tepelných výměníků napojením proudů médií z kogenerační technologie a absorpční jednotky. Z pohledu provozu kogenerační technologie je toto řešení výhodné, neboť absorpční oběh využívá tepelnou energii produkovanou kogeneračním zdrojem v letních měsících, čímž je možno dosáhnout vyššího ročního využití kogenerační jednotky.

Dále se tedy budu věnovat principu absorpční jednotky, neboť konstrukce kogenerační jednotky byla popsána výše.

2.2.1 Princip absorpční chladicí jednotky

Absorpční chladicí zařízení využívají pro přenos tepelné energie na vyšší teplotní úroveň absorpční oběh, který shodně s parním oběhem využívá fázovou změnu chladiva ve výparníku a kondenzátoru. Na rozdíl od kompresorového oběhu (s el. energií hnaným kompresorem) využívá absorpční oběh jako hnací energii teplo z vysokoteplotního zásobníku. Využití tepelné energie pro pohon chladicího zařízení předurčuje absorpční chladicí zařízení pro produkci chladu středních a velkých výkonů v místech s dostupným zdrojem levné tepelné energie. Typickými příklady použití absorpčních oběhů jsou trigenerační jednotky a systémy dálkového zásobování chladem. Pro porozumění principu těchto technologií je vhodné se nejprve seznámit s principem činnosti absorpčních oběhů, viz obrázek 5.



Obr. 5 – Schéma principu absorpčního chladicího oběhu ^[35]

V absorpčním chladicím oběhu koluje chladivo a absorpční látka. Páry odpařeného chladiva odcházející z výparníku jsou absorbovány v absorpčím (je zařízení na pohlcování plynů v kapalině) do kapalné absorpční látky za současného uvolnění absorpčního tepla. Vzniklá kapalná směs je čerpadlem dopravena do části oběhu s vyšším pracovním tlakem. Následným zahřátím této směsi jsou vypuzeny páry chladiva z absorpční kapaliny. Páry postupují do kondenzátoru, kde kondenzují při kontaktu s ochlazovaným povrchem. Chladivo v kapalné podobě dále prochází přes škrtecí ventil do výparníku. Zde vlivem snížení tlaku dochází k varu chladiva při nízké teplotě a odnímání tepla ochlazovanému médiu.

Páry chladiva poté uzavírají svůj pracovní oběh absorpcí v absorberu. Oddělenou větví se z vysokotlaké části oběhu přes škrtkovací ventil vrací do nízkotlaké části absorpční kapalina. Pro dosažení dobré účinnosti je nutno oběh vhodně doplnit výměníky tepla, které zajistí opakované využití tepelných toků s respektováním nutných teplotních spádů. Konkrétní uspořádání oběhu vždy záleží na zvolených pracovních parametrech a použité dvojici pracovních látek.

Hnací tepelná energie je desorbéru, (zařízení k uvolňování pohlcených látek z adsorbentů a adsorbentů snížením tlaků či ohříváním), dodávána horkou vodou nebo párou z tepelného výměníku z kogenerační jednotky.

Kvalita absorpčního oběhu se vyjadřuje pomocí výkonového čísla COP , které vychází z termodynamického popisu absorpčního oběhu. Výkonové číslo u absorpčního chladicího oběhu vyjadřuje poměr vyrobeného chladu ve výparníku a tepla dodaného vysokoteplotním zdrojem desorbéru. Čím je COP vyšší, tím je výroba chladu lacinější. U komerčních jednostupňových absorpčních chladicích jednotek (řídící teplota nad 90 °C) je hodnota COP_C rovna 0,7 a u dvoustupňových absorpčních chladicích jednotek (řídící teplota nad 120 °C) je dosahována hodnota COP_C blízká 1,2.

Existuje velké množství látek, které mohou společně pracovat v absorpčních cyklech. Základní podmínkou vhodné dvojice látek je dobrá rozpustnost chladiva v látce absorpční. Z látek, které podmínku dobré rozpustnosti splňují, jsou dále použitelné pouze ty, které mohou pracovat v oblasti použitelných teplotních a tlakových úrovní. Samozřejmostí při volbě vhodné dvojice látek je posouzení dostupnosti, ceny a vlivu na životní prostředí. Pracovní dvojice nejčastěji využívané v komerčních absorpčních obězích jsou v tabulce 1.

Tabulka 1 – využívané pracovní dvojice v absorpčních jednotkách. ^[10]

Chladivo	Absorbent
NH ₃	H ₂ O
H ₂ O	roztok H ₂ O - LiBr
H ₂ O	NaOH
H ₂ O	roztok H ₂ O - LiCl

Dominantní množství dnes provozovaných absorpčních chladicích jednotek připravujících chladnou vodu pro klimatizační jednotky pracuje s pracovní dvojicí H₂O - LiBr. Voda v této dvojici je chladivem, z čehož vychází omezení pracovních teplot ve výparníku nad hladinu 0 °C. Sůl LiBr je získávána z mořské vody a je nevybušná, netoxická,

ve spojení s kyslíkem významně korozivní na oceli - užívají se ochranné přísady na bázi molybdenu (chrání povrch pouze po určitou dobu). Pokud je požadavkem chlazení dosáhnout teplotu ve výparníku nižší než 0 °C, je užívána pracovní dvojice H₂O-NH₃. Přítomný čpavek umožňuje provozovat chladicí jednotky pouze ve vnějším prostředí a není možno chladicí jednotky umístit v obytných objektech.^[10]

3 Možnosti nasazení kogeneračních jednotek

Kogenerace je vhodná všude tam, kde jsou celoroční nároky na odběr tepla, případně chladu. Nezbytným předpokladem pro nasazení kogenerační jednotky je totiž využití veškerého vyrobeného tepla. Toho je možné dosáhnout i spojením kogenerační jednotky s vhodnou akumulací nádrží. V tomto případě kogenerační jednotka pracuje pouze ve špičce, kdy jsou nejvyšší příspěvky na elektřinu z kogenerace, vyrobené teplo se akumuluje a využívá i v době, kdy jednotka není v provozu.^[11]

Kogenerace není vhodná do míst, kde není možno využít veškeré teplo z kogenerační jednotky. Jedná se např. o provozy bez využití tepla nebo teplé vody v letních měsících apod. Vzhledem k výkonu nejmenší nabízené kogenerační jednotky TEDOM je nasazení smysluplné až od objektů s minimálním ročním odběrem zemního plynu 6000 m³. Z tohoto důvodu nejsou kogenerační jednotky TEDOM vhodné např. do bytů nebo malých rodinných domků, které uvedené spotřeby plynu nedosahují.^[11]

3.1 Instalace využívající zemní plyn

Výtopny a systémy centrálních zdrojů tepla

Průmyslové podniky

Bazény a akvaparky

Hotely a penziony

Nemocnice a kliniky

Domovy důchodců

Obchodní centra a banky^[11]

3.2 Instalace využívající bioplyn

Zemědělské podniky
Čistírny odpadních vod
Skládky odpadu ^[11]

3.3 Instalace využívající další paliva

Doly a důlní plyn. ^[11]

4 Přehled kogeneračních a trigeneračních jednotek na trhu

Mezi velké dodavatele kogeneračních a trigeneračních jednotek patří firmy: TEDOM, MOTORGAS, BUDERUS, VISSMANN, DAGGER.

4.1 Kogenerační jednotky TEDOM

Firma dodává jednotky standardně v provedení bez protihlukového krytu, v kompaktním blokovém provedení s protihlukovým krytem, umístěné v kontejneru a v provedení Basic, tj. bez některých dílů, jako protihlukového krytu, nouzové chladicí jednotky atp., které se řeší individuálně, dle zakázky. ^[12]

4.1.1 KJ na zemní plyn

Tabulka 2 – KJ řady Micro – výkony a spotřeba

Typ jednotky	Elektrický výkon (kW)	Tepelný výkon (kW)	Elektrická účinnost (%)	Tepelná účinnost (%)	Celková účinnost (%)	Spotřeba plynu (Nm ³ /h)
Micro T7	7	18	25,9	66,7	92,6	2,85
Micro T30	30	62	31,2	64,3	95,5	10,2

Tabulka 3 – KJ řady Cento – výkony a spotřeba

Typ jednotky	Elektrický výkon (kW)	Tepelný výkon (kW)	Elektrická účinnost (%)	Tepelná účinnost (%)	Celková účinnost (%)	Spotřeba plynu (Nm ³ /h)
Cento M50	50	79	33,8	53,4	87,2	15,7
Cento T80	76	122	33,6	53,9	87,6	23,9
Cento T100	100	146	35,7	52	87,6	29,7
Cento T120	125	181	35,8	51,9	87,7	36,9
Cento T160	160	225	36,9	51,9	88,7	46
Cento T160 KON	160	217	36,9	50	86,9	46
Cento T180	180	245	37,7	51,2	88,9	50,6
Cento T180 KON	180	235	37,7	49,1	86,8	50,6
Cento T200	200	277	37,4	51,7	89,1	56,7
Cento T200 KON	200	265	37,4	49,5	86,9	56,7

Tabulka 4 – KJ řady Quanto – výkony a spotřeba

Typ jednotky	Elektrický výkon (kW)	Tepelný výkon (kW)	Elektrická účinnost (%)	Tepelná účinnost (%)	Celková účinnost (%)	Spotřeba plynu (Nm ³ /h)
Quanto D400	400	456	42,1	48	90,1	101
Quanto D400 KON	400	431	42,1	45,4	87,5	101
Quanto D580	600	698	41,9	48,7	90,6	152
Quanto D580 KON	600	658	41,9	45,9	87,8	152
Quanto D770	800	918	42,2	48,4	90,6	201
Quanto D770 KON	800	862	42,2	45,5	87,7	201
Quanto D1200	1200	1295	43,7	47,1	90,8	291
Quanto D1200 KON	1200	1189	43,7	43,3	86,9	291
Quanto D1600	1560	1709	43,3	47,5	90,8	381
Quanto D1600 KON	1560	1576	43,3	43,8	87,1	381
Quanto D2000	2000	2155	43,7	47	90,7	485
Quanto D2000 KON	2000	1977	43,7	43,2	86,9	485

Pozn.: Označení KON znamená provedení jednotky v kontejneru.

4.1.2 KJ na LPG

Tabulka 5 – KJ řady Micro – výkony a spotřeba

Typ jednotky	Elektrický výkon (kW)	Tepelný výkon (kW)	Elektrická účinnost (%)	Tepelná účinnost (%)	Celková účinnost (%)	Spotřeba plynu (Nm ³ /h)
Micro T7	7	18	25,9	66,7	92,6	2,12
Micro T30	30	66	29,2	64,6	93,8	8,1

4.1.3 KJ na BIOPLYN

Tabulka 6 – KJ řady Micro – výkony a spotřeba

Typ jednotky	Elektrický výkon (kW)	Tepelný výkon (kW)	Elektrická účinnost (%)	Tepelná účinnost (%)	Celková účinnost (%)	Spotřeba plynu (Nm ³ /h)
Micro T30	21	43,5	30,5	63	93,5	10,6
Micro T30*	28	58	29,8	62	91,8	14,5

*Provoz na stechiometrickou směs

Tabulka 7 – KJ řady Cento – výkony a spotřeba

Typ jednotky	Elektrický výkon (kW)	Tepelný výkon (kW)	Elektrická účinnost (%)	Tepelná účinnost (%)	Celková účinnost (%)	Spotřeba plynu (Nm ³ /h)
Cento T80	80	123	33,3	51,1	84,4	37
Cento T100	100	135	34,4	46,3	80,6	44,8
Cento T120	125	173	35,8	49,6	85,4	53,7
Cento T160	165	215	37,8	49,2	87	67,2
Cento T160 KON	165	206	37,8	47,2	85	67,2
Cento T180	180	226	38	47,6	85,6	72,9
Cento T180 KON	180	216	38	45,5	83,5	72,9
Cento T200	200	153	38,4	48,5	86,9	80,1
Cento T200 KON	200	241	38,4	46,2	84,6	80,1

Tabulka 8 – KJ řady Quanto – výkony a spotřeba

Typ jednotky	Elektrický výkon (kW)	Tepelný výkon (kW)	Elektrická účinnost (%)	Tepelná účinnost (%)	Celková účinnost (%)	Spotřeba plynu (Nm ³ /h)
Quanto D400	400	425	42,8	45,5	88,2	144
Quanto D400 KON	400	395	42,8	42,3	85	144
Quanto D580	600	646	42,7	46	88,7	216
Quanto D580 KON	600	596	42,7	42,4	85,1	216
Quanto D770	800	859	42,7	45,9	88,6	288
Quanto D770 KON	800	792	42,7	42,3	85,1	288
Quanto D1200	1200	1344	42,1	47,1	89,2	439
Quanto D1200 KON	1200	1251	42,1	43,9	86	439
Quanto D1600	1557	1771	41,7	47,4	89,1	574
Quanto D1600 KON	1560	1644	41,8	44	85,8	574
Quanto D2000	2000	2157	42,9	46,2	89,1	718
Quanto D2000 KON	2000	2025	42,9	43,4	86,2	718



Obr. 6 – Zobrazení jednotlivých KJ ^[13]

Rozměry a jednotlivé hmotnosti jsou uvedeny v tabulce 9,10,11.

Tabulka 9 – KJ řady Micro – rozměry a hmotnost

Typ jednotky	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	Provozní hmotnost (kg)
Micro T7	1300	700	1350	1120	645
Micro T30	1700	780	1650	1300	1100

Tabulka 10 – KJ řady Cento – rozměry a hmotnost

Typ jednotky	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	Provozní hmotnost (kg)
Cento M50	3650	1110	-	1190	2095
Cento T80	3480	1485	2010	2380	4230
Cento T100	3480	1485	2010	2380	4290
Cento T120	3480	1485	2010	2380	4270
Cento T160	3980	1685	2200	2650	5100
Cento T160 KON	5000	2490	2700	5000	7200
Cento T180	3980	1685	2200	2650	5100
Cento T180 KON	5000	2490	2700	5000	7200
Cento T200	3980	1685	2200	2650	5735
Cento T200 KON	5000	2490	2700	5000	7220

Tabulka 11 – KJ řady Quanto – rozměry a hmotnost

Typ jednotky	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	Provozní hmotnost (kg)
Quanto D400 KON	13500	6000	3000	10000	21440
Quanto D580 KON	13500	6000	3000	10000	23895
Quanto D770 KON	13500	6000	3000	10000	26895
Quanto D1200 KON	15000	6000	3000	10000	37125
Quanto D1600 KON	15000	6000	3000	10000	45200
Quanto D2000 KON	16500	6000	3000	10000	54535

Jednotlivé přehledy čerpány z prospektu Kogenerace TEDOM, dostupný na jejich www stránkách, viz použitá literatura. ^[13]

4.2 Kogenerační jednotky MOTORGAS

Výroba společnosti MOTORGAS je zásadně zakázková s ohledem na individuální potřeby projektu. KJ jsou osazovány buď motory MAN nebo WAUKESHA. KJ jsou dodávány v provedení KLASIK, STRATOS, MOBIL viz tabulka 12. ^[14]



Obr. 7 – KJ s plynovým motorem Waukesha spalující bioplyn na ČOV Plzeň ^[36]

Tabulka 12 – provedení KJ

	KLASIK	STRATOS	MOBIL
Popis	samostatné moduly, motor – generátor, tepelný modul, elektrický rozvaděč	vše v jediném modulu, motor - generátor, výroba tepla, elektrický rozvaděč, tlumič hluku, plynová regulační řada	vše instalováno v ocelovém, odhlučněném, přepravitelném kontejneru
umístění	do strojovny	do strojovny	do vnějšího prostoru
Výhody	flexibilita umístění, jednodušší servis	snadné projektování, jednodušší montáž	bez stavebních nároků, přemístitelnost

4.2.1 KJ s motory MAN na zemní plyn

Tabulka 13 – KJ s motory MAN – výkony

Typ KJ	Motor	Elektrický výkon [kWe]	Tepelný výkon [kWt]
MGM 40	MAN E0834 E302	34,4	56,4
MGM 50	MAN E0834 E302	48,4	76,1

MGM 60	MAN E0836 E302	52,4	81,5
MGM 70	MAN E0836 E302	70	106
MGM 90	MAN E0836 LE202	91	122
MGM 100	MAN E0836 LE202	99	130
MGM 105	MAN E0836 LE202	104	135
MGM 160	MAN E2876 LE302	160	215
MGM 180	MAN E2876 LE302	180	236
MGM 200	MAN E2876 LE302	200	257
MGM 250	MAN E2848 LE322	253	314
MGM 400	MAN E2842 LE322	400	497

4.2.2 KJ s motory MAN na bioplyn

Tabulka 14 – KJ s motory MAN – výkony

Typ KJ	Motor	Elektrický výkon [kWe]	Tepelný výkon [kWt]
MGM 40	MAN E0834 E302	34,4	55,5
MGM 50	MAN E0834 E302	42	61,8
MGM 60	MAN E0836 E302	51,5	79,2
MGM 70	MAN E0836 E302	62	92,5
MGM 90	MAN E0836 LE202	91	119
MGM 100	MAN E0836 LE202	99	130
MGM 105	MAN E0836 LE202	104	132
MGM 125	MAN E2876 TE302	123	172
MGM 160	MAN E2876 LE302	160	198
MGM 180	MAN E2876 LE302	175	215
MGM 200	MAN E2876 LE302	190	234
MGM 250	MAN E2848 LE322	253	315
MGM 400	MAN E2842 LE322	365	452

4.2.3 KJ s motory WAUKESHA na zemní plyn

Tabulka 15 – KJ s motory WAKESHA – výkony

Typ KJ	Motor	Elektrický výkon [kWe]	Tepelný výkon [kWt]
MGW 260	WAUKESHA F18 GLD	264	358
MGW 350	WAUKESHA H24 GLD	351	481
MGW 500	WAUKESHA L36 GLD	500	691
APG 1000	WAUKESHA 16V150LTD	1000	1030

4.2.4 KJ s motory WAUKESHA na bioplyn

Tabulka 16 – KJ s motory WAKESHA – výkony

Typ KJ	Motor	Elektrický výkon [kWe]	Tepelný výkon [kWt]
MGW 260	WAUKESHA F18 GLD	258	353
MGW 350	WAUKESHA H24 GLD	346	471
MGW 500	WAUKESHA L36 GLD	500	685
APG 1000	WAUKESHA 16V150LTD	980	990

Jednotlivé přehledy čerpány z www stránek společnosti MOTORGAS, viz použítá literatura. ^{[15] [16]}

4.3 Kogenerační jednotky BUDERUS

Kogenerační jednotky značky Buderus, jsou určeny k výrobě elektrického proudu a tepla ve větších objektech. Kogenerační jednotky jsou určené k výrobě elektrického proudu (19 - 240 kWe) a tepla (34 - 374 kWt) k instalaci pro kryté bazény, sportovní střediska, domovy pro seniory, školy, obytné objekty, nákupní centra apod. ^[17]



Obr. 8 – KJ Buderus – Loganova E 2842 EN240 ^[17]

Tabulka 17 – přehled KJ Loganova

	Loganova E08 EN20	Loganova E0834 EN50	Loganova E0836 EN70	Loganova E2876 EN140	Loganova E2842 EN240
Elektrický výkon kWel	19	50	70	140	240
Tepelný výkon (tolerance ± 5%) kWt	34	80	109	212	374
Elektrická účinnost %	34	33,8	34,3	36,5	35,9
Tepelná účinnost %	61	54,1	53,4	55,2	55,9

Celková účinnost %	95	87,8	87,7	91,7	91,8
Rozměry a hmotnost modulu					
Délka mm	1900	2930	3275	3730	4380
Šířka mm	910	960	960	1160	1510
Výška mm	159	1730	1730	1930	1980
Provozní hmotnost kg	920	2350	2800	4000	5200
Palivo	Zemní plyn	Zemní plyn	Zemní plyn	Zemní plyn	Zemní plyn
Spotřeba plynu Nm ³ /h		14,8	20,4	38,4	66,9

Přehled čerpán z katalogu kogenerační jednotky Loganova, dostupný na www stránkách výrobce, viz použitá literatura. ^[18]

4.4 Kogenerační jednotky VIESSMANN

Energetické koncepty pro použití ve středním rozsahu výkonu u obcí, v průmyslu a podnikatelské sféře. Specialista na kogenerační jednotky firma ESS patří od srpna 2008 ke skupině Viessmann. V jednotkách, které jsou v porovnání malé, se na jedné straně vyrábí elektrická energie pro vlastní potřebu, na straně druhé se současně vznikající teplo využívá beze ztrát pro další vytápění. Nepotřebnou elektrickou energií se napájí veřejná síť a hradí ji dodavatel elektrické energie. ^[19]



Obr. 9 – KJ Viessmann – VITOBLOC 200 [20]

Tabulka 18 – Přehled KJ VISSMANN VITOBLOK 200

VITOBLOC 200	Modul EM - 18/36	Modul EM - 50/81	Modul EM - 70/115	Modul EM - 140/207	Modul EM - 199/293	Modul EM - 238/363	Modul EM - 401/549
Elektrický výkon kW	18	50	70	140	199	238	401
Tepelný výkon kW	36	81	115	207	293	363	549
Palivo	zemní plyn (bioplyn)	zemní plyn (bioplyn)	zemní plyn (bioplyn)	zemní plyn (bioplyn)	zemní plyn (bioplyn)	zemní plyn (bioplyn)	zemní plyn (bioplyn)
Motor	4 válcový plynový zážehový	4 válcový plynový zážehový	6 válcový plynový zážehový	6 válcový plynový zážehový	6 válcový plynový zážehový-turboplňný	12 válcový plynový zážehový	12 válcový plynový zážehový
Účinnost %	96,4	90,3	90,7	90,4	89	90,1	92,7

Přehled čerpán z prospektu kogenerační jednotky dostupný na [www stránkách výrobce](http://www.viessmann.com), viz použitá literatura. [20]

4.5 Kogenerační jednotky Phoenix-Zeppelin

Zdroj elektrické a tepelné energie, pracující na principu kogenerace, uvádí společnost Phoenix-Zeppelin na trh pod obchodním názvem **BOOMEL[®]**. Palivem zdroje BOOMEL[®] může být zemní plyn nebo nafta, jsou možné i další alternativní druhy paliv. Standardní výkonový rozsah je od 384 kWe do 2000 kWe v jednom stroji. Pro individuální projekty jsou k dispozici jak stroje až do výkonu 8000 kW, tak i stroje menších výkonů. Základem zdroje BOOMEL[®] je vždy elektrocentrála Caterpillar. Návrh a konstrukce další technologie (výměníky, řízení, kapota, rozvaděče...) závisí na místních podmínkách instalace a požadavcích zákazníka. ^[21]



Obr. 10 – KJ BOOMEL ^[37]

Tabulka 19 – KJ BOOMEL

Typ	Výkon (kWe)	Výkon (kWt)
BOOMEL BU 384	384	519
BOOMEL BU 518	518	622
BOOMEL BU 770	770	1027
BOOMEL BU 1000	1000	1072
BOOMEL BU 1035	1035	1272
BOOMEL BU 1170	1170	1428
BOOMEL BU 1605	1605	1897
BOOMEL BU 1600	1600	1683
BOOMEL BU 1463	1463	1767
BOOMEL BU 2000C	2000	2287
BOOMEL BU 2000E	2000	2135

Přehled čerpán z www stránek výrobce, viz použitá literatura. ^[21]

4.6 Kogenerační jednotky DAGGER

Firma DAGGER nabízí široký rozsah kogeneračních jednotek s pohonem motorů na různá plynná paliva ve výkonovém rozsahu od 70 do 1000 kWe s motory MAN a PERKINS. Provoz kogenerační jednotky na současnou výrobu elektřiny a tepla, trvalý bezobslužný chod po dobu 24 hodin denně. ^[22]

4.7 Světoví výrobci KJ

Mezi evropské výrobce KJ patří německá firma 2G ENERGIETECHNIK, vyrábějící KJ na zemní plyn a bioplyn. ^[23] Další německá firma je SOKRATHERM GmbH, která má prodejny i v Irsku, Rusku a Polsku. ^[24] A ještě HAASE Energie technik ^[25] nebo MTU OnSite ENERGIE ^[26] a SCHMITT ENERTEC s mezinárodním působením. ^[27] V Rakousku vyrábí KJ firma GE Jenbacher, která má i zastoupení v ČR. ^[28] Na Slovensku firma ELTECO. ^[29] Výrobou KJ se také zabývá Španělská firma GUASCOR. ^[30] Finský výrobce KJ je Wärtsilä. ^[31] Zajímavou koncepcí KJ a kondenzačního plynového kotle nabízí německá firma VAILLANT ve spolupráci s HONDOU, kde nabízejí mikro-kogenerační jednotku EcoPower 1.0 a mini-kogenerační jednotky EcoPower 3.0/4.7, vhodnou pro rodinné domy. ^[32]

5 Závěr

Moje bakalářská práce se zabývá principem a konstrukcí kogeneračních a trigeneračních jednotek, které mají za úkol efektivněji využívat palivo, což vede jednak k úspoře paliva, tak i ke zlepšení životního prostředí. Jednoduše řečeno se jedná většinou o spalovací motor pracující s asynchronním (synchronním) generátorem, který vyrábí elektrickou energii a vedle toho dochází k ohřevu chladicí kapaliny. Ohřátá chladicí kapalina se využívá jako zdroj tepla buď pro samotné vytápění nebo v případě trigenerace jako zdroj energie pro absorpční chladicí jednotku vyrábějící chlad.

Z výše uvedeného přehledu kogeneračních jednotek na našem trhu je patrná široká výkonová škála vyráběných kogeneračních jednotek, které lze využít od rodinných domů (penzióny s bazény) až po velké veřejné nebo neveřejné objekty, které využívají jako palivo bioplyn ať už ze skládek, čističek odpadních vod či živočišné výroby.

Oproti mnoha výhodám, jako jsou např. vysoká účinnost, dlouhá životnost, minimální údržba, ochrana životního prostředí, je zatím pořád nevýhoda velkých počátečních investic na pořízení kogenerační jednotky, které se pohybují přibližně od 450 000 Kč v případě mini-kogenerační jednotky Vaillant ecoPOWER4.7.^[33]

Použitá literatura

- [1] Hospodárná energie: Kogenerační jednotky [on-line]. Hospodárná energie: ©2004 [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://www.infoenergie.cz/web/root/energy.php?nav01=123&nav02=134>
- [2] Kogenerační jednotky TEDOM: Trigenerace [on-line]. Kogenerační jednotky TEDOM: [cit. 22.2.2012]. Dostupné z:
<http://kogenerace.tedom.cz/trigenerace.html>
- [3] ElektriKa.cz: Kogenerační jednotky na bázi spalovacích motorů [on-line]. Trigenerace: ©1998-2012[cit. 22.2.2012]. Dostupné z:
<http://elektriKa.cz/data/clanky/kogeneracni-jednotky-na-bazi-spalovacich-motoru>
- [4] SH Control s.r.o.: RP1 – zpětná wattová ochrana [on-line]. SH Control s.r.o.: ©2008[cit.22.2.2012].Dostupné z:
http://www.shcontrol.cz/cz/article.asp?article_id=12&lang_id=1
- [5] Pro projektanty – portál určený pro projektanty: Ochrana motorů tepelnými nadproudovými relé - 1. Část [on-line]. Pro projektanty: ©2010[cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://www.proprojektanty.cz/spinaci-a-ochrann-pristroje-nn/262-ochrana-motoru-teplnymi-nadproudovymi-rele-1-cast>
- [6] Stanislav Mišák: Model sítě, chránění generátorů [on-line]. PDF „Model sítě“ MS3 : ©2012[cit.22.2.2012]. Dostupné z:
http://www.stanislaw-misak.com/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=4&Itemid=128
- [7] Elektro-odborný časopis pro elektrotechniku: Chránění alternátorů středního výkonu (do 50 MV·A) [on-line]. Elektro: ©2012[cit.22.2.2012]. Dostupné z:
http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=23829
- [8] Siemens Česká republika: Multifunkční generátorová ochrana SIPROTEC [on-line]. Siemens ©2012[cit.22.2.2012]. Dostupné z:
https://www.cee.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/energy/sekto_r_energy/automatizace_pro_energetiku/ochrany_pro_energetiku/generatorove_motorove/Pages/SIPROTEC_4_7UM61.aspx
- [9] Siemens Corporate Website: SIPROTEC – Download Area, New Documents[on-line]. Siemens ©2012[cit.22.2.2012]. Dostupné z:
http://siemens.siprotec.de/download_neu/devices/1_General/Catalog_SIP-E6/00_Catalog_SIP_E6_Complete.pdf
- [10] TBZ-info – stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov: Chladicí oběhy, trigenerace, dálkové chlazení [on-line]. Produkce chladu: ©2011[cit.22.2.2012]. Dostupné z:

- <http://vetrani.tzb-info.cz/klimatizace-a-chlazení/7910-chladicí-oběhy-trigenerace-dalkove-chlazení>
- [11] Kogenerační jednotky TEDOM: Možnosti nasazení kogeneračních jednotek [on-line]. TEDOM [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://kogenerace.tedom.cz/moznosti-nasazeni-reference.html>
- [12] Kogenerační jednotky TEDOM: Kogenerační jednotky-provedení [on-line]. TEDOM [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://kogenerace.tedom.cz/kogeneracni-jednotky-provedeni.html>
- [13] Kogenerační jednotky TEDOM: Kogenerační jednotky-soubory ke stažení, Přehled KJ TEDOM.pdf [on-line]. TEDOM [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://kogenerace.tedom.cz/kogeneracni-jednotky-download.html>
- [14] MOTORGAS.cz – Nadání Technikou: Kogenerační jednotky [on-line]. MOTORGAS ©2011 [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://www.motorgas.cz/cz/vyrobky/kogeneracni-jednotky/>
- [15] MOTORGAS.cz – Nadání Technikou: Kogenerační jednotky, MAN [on-line]. MOTORGAS ©2011 [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://www.motorgas.cz/cz/vyrobky/kogeneracni-jednotky/man-motory/>
- [16] MOTORGAS.cz – Nadání Technikou: Kogenerační jednotky, WAUKESHA [on-line]. MOTORGAS ©2011 [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://www.motorgas.cz/cz/vyrobky/kogeneracni-jednotky/waukesha-motory/>
- [17] BUDERUS: Kogenerační jednotka - Loganova [on-line]. BUDERUS ©2012 [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://www.buderus.cz/produkty/kogeneracni-jednotky/kogeneracni-jednotka-loganova.html>
- [18] BUDERUS: Kogenerační jednotka - Loganova [on-line], dokumenty ke stažení. BUDERUS ©2012 [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://www.buderus.cz/produkty/kogeneracni-jednotky/kogeneracni-jednotka-loganova-t4.html>
- [19] Viessmann – Kotle, Solární systémy, Tepelná čerpadla: Kogenerační jednotky [on-line]. Viessmann [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://www.viessmann.cz/cs/products/Blockheizkraftwerke.html>
- [20] Viessmann – Kotle, Solární systémy, Tepelná čerpadla: Vitobloc - Kogenerační jednotky, prospekt [on-line]. Viessmann [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
http://www.viessmann.cz/cs/products/Blockheizkraftwerke/Vitobloc_200_Modul_EM-18_36.html
- [21] Phoenix-Zeppelin, spol. s r. o. Energetické systémy: Kogenerační jednotky [on-line]. Phoenix-Zeppelin, spol. s r. o. [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
http://www.p-z.cz/cs/site/pz-energeticke-sys/ens-kogeneracni_jednotky.htm

- [22] DAGGER Výrobce naftových a kogeneračních soustrojí: Plynové kogenerační jednotky [on-line]. DAGGER ©2005 [cit.22.2.2012]. Dostupné z: http://www.dagger.cz/index.php?sekce=kogr_sous
- [23] 2G Kraft-Wärme-Kopplung: Kraft-Wärme-Kopplung vom deutschen Technologieführer [on-line]. 2G Kraft-Wärme-Kopplung [cit.22.2.2012]. Dostupné z: <http://www.2-g.de/home-3/index.html>
- [24] SOKRATHERM GmbH Cogeneration units: Power and Heat from Cogeneration Units [on-line]. 2G SOKRATHERM GmbH [cit.22.2.2012]. Dostupné z: <http://www.sokratherm.com/englischeindex.html>
- [25] HAASE Energietechnik AG & Co. KG: Cogeneration Plants for LFG, Biogas, Natural Gas [on-line]. HAASE Energietechnik AG & Co. KG [cit.22.2.2012]. Dostupné z: http://www.haase-energietechnik.de/en/Products_and_Services/Energy_Systems/
- [26] MTU Onsite Energy: Gas engine systems [on-line]. MTU Onsite Energy: ©2012 [cit.22.2.2012]. Dostupné z: <http://www.mtu-online.com/mtuonsiteenergy/products/gas-engine-systems/>
- [27] SCHMITT ENERTEC GmbH: Cogeneration, Wood gasification, Biomass utilisation [on-line]. SCHMITT ENERTEC GmbH [cit.22.2.2012]. Dostupné z: <http://www.schmitt-enertec.com/>
- [28] GE JENBACHER: Kogenerační jednotky Ge Jenbacher [on-line]. Ge Jenbacher ©2010 [cit.22.2.2012]. Dostupné z: http://www.jenbacher.cz/spolecnost_GE_Jenbacher.html
- [29] ELTECO a.s.: Kogenerační jednotky [on-line]. ELTECO a.s. [cit.22.2.2012]. Dostupné z: <http://www.elteco.sk/elteco/slovenska/kgjuvod.htm>
- [30] Guascor Power: Electricity generation [on-line]. Guascor Power ©2012 [cit.22.2.2012]. Dostupné z: http://www.guascorpower.com/eng/generacion_electrica.php
- [31] Wärtsilä: Combined heat & power and combined cycle plants [on-line]. Wärtsilä ©2012 [cit.22.2.2012]. Dostupné z: <http://www.wartsila.com/en/power-plants/smart-power-generation/applications/chp-combined-cycle-plants>
- [32] Vaillant: Micro-BHKW ecoPOWER 1.0 [on-line]. Vaillant: ©2012 [cit.22.2.2012]. Dostupné z: http://www.vaillant.de/Produkte/Kraft-Waerme-Kopplung/Blockheizkraftwerke/produkt_vaillant/mikro-KWK-System_ecoPOWER_1.0.html
- [33] Intersekce ALTERNATIVNÍ ENERGIE: Ekonomická návratnost mikrokogeneračních jednotek [on-line]. Intersekce ©1995-2011 [cit.22.2.2012]. Dostupné z: <http://www.intersekce.cz/mikrokogenerace/ekonomicka-navratnost>

- [34] Kogenerační jednotky TEDOM: Kogenerační jednotky-soubory ke stažení [on-line]. TEDOM Micro.pdf [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://kogenerace.tedom.cz/kogeneracni-jednotky-download.html>
- [35] iDNES.cz – zprávy, kterým můžete věřit: TECHNET, Teplárna chladí plzeňské pivo párou.Podívejte se jak [on-line]. iDNES.cz ©1999-2012 [cit.22.2.2012]. Dostupné z:
http://technet.idnes.cz/teplarna-chladi-plzenske-pivo-parou-podivejte-se-jak-pcm-/tec_reportaze.aspx?c=A090517_154022_tec_reportaze_rja
- [36] MOTORGAS.cz – Nadání Technikou: Kogenerace bioplyn, reference [on-line]. MOTORGAS ©2011[cit.22.2.2012]. Dostupné z:
<http://www.motorgas.cz/cz/referencni-list-bioplyn/87/plzen-cov/>
- [37] MENERGO, a.s.:Dokumenty, Generátor elektřiny a tepla BOOMEL [on-line]. MENERGO ©2011[cit.22.2.2012]. Dostupné z:
http://www.menergo.cz/files/2011/11/menergo_boomelCZ.pdf