

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TECHNOLOGIÍ A MĚŘENÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Analýza spolupráce bioplynové stanice Soběšice
s distribuční sítí**

Originál (kopie) zadání BP

Abstrakt

Tato předkládaná bakalářská práce se zabývá odstávkami bioplynové stanice. Na popsané bioplynové jednotce byly necelý rok zaznamenávány plánované i neplánované odstávky a výpadky. Výstupem je přehled výpadků, zhodnocení spolupráce jednotky s distribuční sítí.

Klíčová slova

Bioplynová stanice, odstávka, výpadek, distribuční síť, energetická soustava, kogenerační jednotka.

Abstract

The Bachelor's thesis present the results of a observation power cuts on biogas plant. Power cut and shutdown on bigas plant were recorded less than a year. The output is a list of failures, that points to cooperation between biogas plant and distribution grid.

Key words

Biogas plant, shutdown, power cut, distribution network, power systems, cogeneration unit.

Prohlášení

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

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

.....

podpis

V Plzni dne 8.6.2014

Lukáš Javorský

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Petrovi Jindrovi za směrování již při specifikaci zadání této práce a za to, že nade mnou nezlomil hůl.

Dále konzultantovi Ing. Františku Trnkovi za hodiny strávené nad zodpovídáním všech mých otázek a za možnost měření na bioplynové stanici.

Obsah

OBSAH.....	7
ÚVOD.....	9
1 BIOPLYN.....	10
1.1 VÝROBA BIOPLYNU.....	10
1.1.1 Základní podmínky tvorby bioplynu.....	10
1.1.2 Fáze anaerobní fermentace.....	11
1.1.3 Produkty anaerobní digesce.....	12
1.2 VÝROBNÍ TECHNOLOGIE.....	13
1.3 OPTIMALIZACE VÝROBY BIOPLYNU.....	14
2 BIOPLYNOVÁ STANICE.....	15
2.1 DĚLENÍ BIOPLYNOVÝCH STANIC.....	15
2.2 BIOPLYNOVÉ STANICE V ČESKÉ REPUBLICE.....	16
2.3 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ BIOPLYNOVÉ STANICE S KONTINUÁLNÍM PLNĚNÍM.....	16
2.3.1 Vybavení pro výrobu bioplynu.....	16
2.3.2 Vybavení pro zpracování bioplynu.....	19
2.3.3 Řízení procesu.....	21
3 BIOPLYNOVÁ STANICE SOBĚŠICE.....	23
3.1 PROJEKT NA VÝSTAVBU BIOPLYNOVÉ STANICE.....	23
3.2 TECHNICKÉ VYBAVENÍ BIOPLYNOVÉ STANICE SOBĚŠICE.....	24
3.2.1 Krmná soustava.....	24
3.2.2 Fermentory.....	25
3.2.3 Koncové sklady.....	26
3.2.4 Kogenerační jednotky.....	26
3.2.5 Velín.....	27
3.2.6 Distribuce el. energie.....	29
3.2.7 Distribuce tepla.....	30
3.3 ZHODNOCENÍ PROVOZU.....	30
4 SPOLUPRÁCE BIOPLYNOVÉ STANICE A DISTRIBUČNÍ SÍŤ.....	33
4.1 PŘIPOJENÍ BIOPLYNOVÉ STANICE DO DISTRIBUČNÍ SÍŤE.....	33
4.2 VLIV BIOPLYNOVÉ STANICE NA DISTRIBUČNÍ SÍŤ.....	33
4.3 DISPEČERSKÉ ŘÍZENÍ.....	34
4.4 VLIV DISTRIBUČNÍ SÍŤE NA BIOPLYNOVOU STANICI.....	35
• VÝPADKY A ODSTÁVKY BIOPLYNOVÉ STANICE SOBĚŠICE.....	36
4.5 DRUHY VÝPADKŮ A ODSTÁVEK A VÝPADKŮ.....	36
4.6 ZAZNAMENÁVÁNÍ VÝPADKŮ A ODSTÁVEK NA BIOPLYNOVÉ STANICI SOBĚŠICE.....	37
4.7 ROZDĚLENÍ VÝPADKŮ A ODSTÁVEK.....	37
4.7.1 Nedostatek plynu.....	39
4.7.2 Síť.....	40
4.7.3 Servis.....	41
4.7.4 Poruchy.....	42
4.7.5 Ostatní.....	44
4.8 ZHODNOCENÍ ODSTÁVEK A VÝPADKŮ.....	46
4.9 NÁVRH NA OPATŘENÍ PŘÍSPÍVAJÍCÍ KE SNÍŽENÍ POČTU A DÉLKY VÝPADKŮ A ODSTÁVEK.....	48
4.9.1 Výpadky.....	48
4.9.2 Odstávky.....	49
ZÁVĚR.....	50

PŘÍLOHY **1**

Úvod

První pokusy o zařízení podobné těm, které si dnes představíme pod pojmem bioplynová stanice, byly prováděny již okolo roku 1930. Technologie výroby a spalování bioplynu se vyvíjela, ale velký rozmach ve výstavbě bioplynových stanic umožnila až doba, kdy se začíná brát v potaz vyčerpatelnost fosilních paliv. V České republice propukla výstavba bioplynových stanic po úpravě legislativy, která začala podporovat výrobu energie z obnovitelných zdrojů.

Tato práce popisuje v první části obecný princip a technologické řešení typických bioplynových stanic. Další část práce je zaměřena na popis Bioplynové stanice Soběšice, na průběh projektu, popis aktuálního technického vybavení bioplynové stanice a její provoz.

Na Bioplynové stanici Soběšice jsem provedl devítiměsíční měření výpadků a odstávek provozu stanice. Na základě výsledků měření jsem vytvořil seznam všech výpadků a odstávek s jejich příčinami. Podle evidovaných výpadků jsem analyzoval spolupráci bioplynové stanice s distribuční sítí. Zhodnotil jsem současný stav a pokusil se navrhnout opatření, které by ho pomohlo zlepšit.

1 Bioplyn

Termín “bioplyn” koncem 20. století zobecněl. Mezi laickou veřejností se často používá jako jisté synonymum něčeho ekologicky příznivého. Mezi odbornou veřejností je definován jako plyný produkt vznikající při anaerobní metanové fermentaci organických látek [1].

Jde o hodnotné plyné palivo. Skládá se až z 65 % z metanu (CH_4) a vodíku (H_2), malé množství odstraňovaného oxidu siřičitého (SO_2) a oxidu uhličitého (CO_2) a minoritních složek v obsahu do 1-2 % celkového objemu [2]. Díky tomu se bioplyn srovnává se zemním plynem. Výhřevnost cca 20.5 až 22 MJ/m^3 je 70 % výhřevnosti zemního plynu v návaznosti na podíl vodních par a CO_2 [1]. Další možností je bioplyn technologicky odseparovat na čistý metan, čili zemní plyn. V praxi se to často nepoužívá, poněvadž stacionárním spalovacím motorům dostačuje původní výhřevnost plynu [1].

1.1 Výroba bioplynu

Bioplyn je výsledkem látkové výměny při rozkladu organických látek. Produkují ho metanové bakterie. Snažíme se jim tedy vytvořit co nejpříhodnější životní prostředí [1].

1.1.1 Základní podmínky tvorby bioplynu

Metanové bakterie jsou schopné množit se a pracovat na rozdíl od aerobních bakterií ve vlhčeném substrátu, zalitém vodou, ideálně z 50 % svého objemu [3].

V substrátu se nesmí vyskytovat kyslík. Metanové bakterie patří mezi anaerobní, musí kyslík v substrátu nejprve spotřebovat a až poté mohou znovu produkovat bioplyn. Tento proces probíhá často v první fázi bioplynového procesu. Kyslík, který je vháněn se vzduchem do plynojemu nad substrátem za účelem odsíření, tento jev nevyvolává [3].

Je třeba zabránit přístupu světla, to není konstrukčně problém. Světlo bakterie nezabíjí, ale výrazně snižuje rychlost procesu látkové výměny [2].

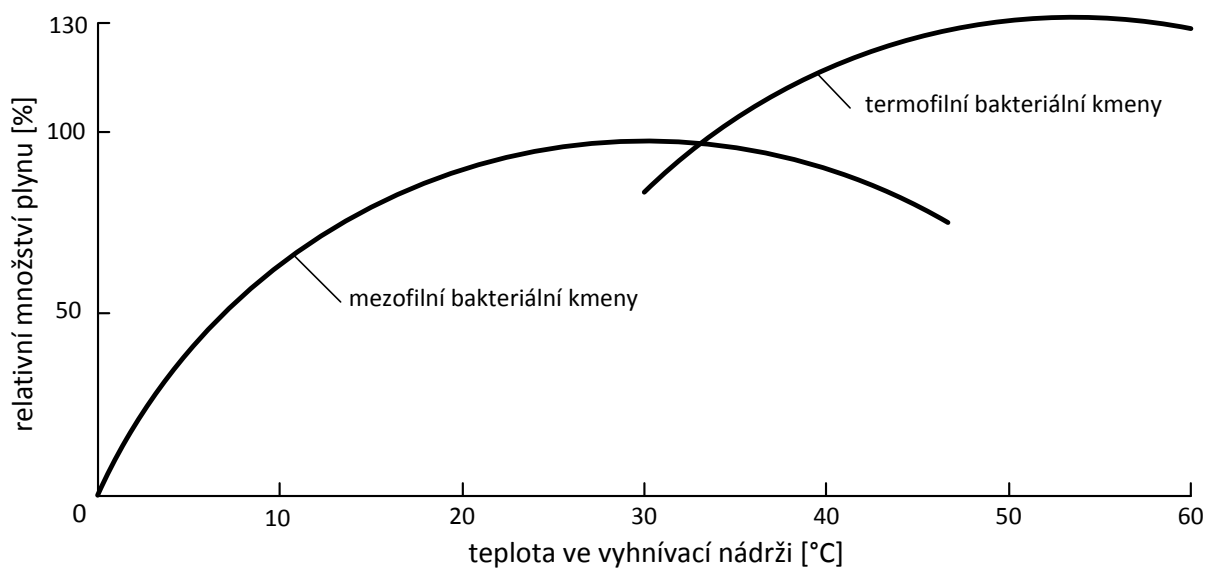
Velmi důležitá je teplota. Metanové bakterie sice pracují v rozmezí 0-70 °C, známy jsou i výjimky přežívající v 90 °C. Při teplotách pod bodem mrazu bakterie přestanou pracovat, ale

neumírají. Obecně platí, že rychlost procesu vyhnívání je na teplotě velmi závislá, ale pro různé kmeny bakterií je ideální teplota různá [2]:

- psychofilní kmeny – teploty pod 20 °C,
- mezofilní kmeny – teploty od 25°C do 35 °C,
- termofilní kmeny – teploty nad 45 °C.

Bakterie jsou velmi citlivé na teplotní výkyvy. Čím vyšší stálá teplota je, tím méně snáší teplotní výkyvy, nejhorší jsou velká krátkodobá ochlazení. Mezofilní bakterie běžně zvládají denní výkyvy v rozmezí 2-3 °C kolem střední hodnoty, ale v termofilní oblasti by změny neměly být větší než 1°C. Bakterie se na novou střední hodnotu teploty přizpůsobují zhruba měsíc [2].

Bioplynová stanice vyhřívá substrát teplem vyrobeným spalováním plynu. Proto se snažíme najít nejúčinnější a nejekonomičtější teplotu, na kterou vyhřát fermentor, což je nad 40 °C. Při této teplotě pracují v substrátu jak mezofilní, tak termofilní kmeny bakterií. [3]



Obr. 1 Vliv teploty na dosažitelné množství plynu při optimálních teplotních poměrech podle Kalterwassera (převzato z [4])

1.1.2 Fáze anaerobní fermentace

Výroba metanu je poslední fází anaerobní fermentace, která se dělí na několik samostatných procesů. Jde o obdobné procesy rozkladu organické hmoty, které v přírodě probíhají v zaživacích traktech, zejména u přežvýkavců [3].

- **Hydrolyza**

Jde o počáteční fázi, při níž se přeměňují makromolekulární organické látky (bílkoviny, uhlovodíky, tuky, celulóza) pomocí enzymů na polymery a monomery. Tedy jednoduché cukry, aminokyseliny, mastné kyseliny. Hydrolyza je jediný aerobní ze jmenovaných procesů [1].

- **Okyselení**

Následně acidofilní bakterie rozloží produkty hydrolyzy na organické kyseliny, oxid uhličitý, sirovodík a čpavek [5].

- **Tvorba kyseliny octové**

Octové bakterie při autogenezi štěpí vyšší organické kyseliny na kyselinu octovou, oxid uhličitý a vodík [2].

- **Tvorba Metanu**

Závěrečná fáze je metanogeneze, při níž metanové bakterie tvoří v anaerobním prostředí metan, oxid uhličitý a vodu [5].

Pokud je jednotka plynule krmena organickým substrátem, to je princip většiny bioplynových stanic, probíhají všechny procesy vedle sebe bez nutnosti oddělení. Výjimkou jsou bioplynové stanice s nespojitým dávkováním, vícestupňové bioplynové stanice, kde jsou fáze odděleny. Nebo nové zahájení provozu stanice, kdy může trvat zahájení metanogeneze a výroba hořlavého plynu i několik týdnů [2].

1.1.3 Produkty anaerobní digesce

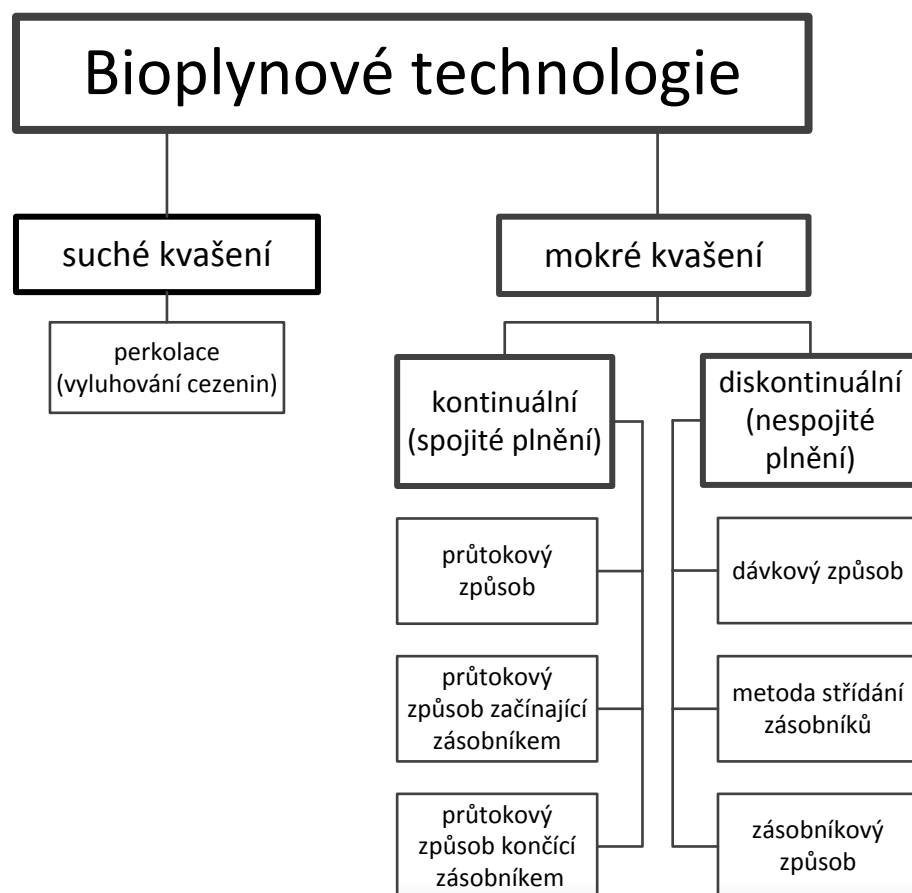
Produkty vyhnívání jsou v podstatě dva, samotný plyn a tuhý zbytek po vyhnívání, tzv. digestát.

- **Bioplyn** je považován za hlavní produkt, jeho složení a tvorbu popisují výše.
- **Digestát**, druhotný produkt anaerobní digesce, jedná se o zbytek po vyhnívání se sníženým počtem organicky rozložitelných sloučenin [6]. Jeho konkrétní skupenství záleží na použité procesní technologii. Bývá tekutý s vyšším obsahem sušiny. Pokud se ve stanici zpracovávají odpady, podléhá manipulace s digestátem nařízení ES č. 1774/2002 [7]. V opačném případě je možné digestát rovnou používat jako hnojivo. Digestát se často dále separuje lisováním na:

- Fugát – takzvanou procesní vodu, charakterem podobnou odpadní vodě, zejména svým zakalením. Je možné jej opakovaně zavádět do fermentoru pro zvýšení vodnatosti substrátu, nebo pro hnojení zemědělské půdy.
- Separát – sypký materiál hnědé barvy, bez zápachu. Lze používat v kompostárnách pro výrobu kompostu, či za účelem výroby sypkých substrátů [7]. V zemědělství se používá pro stláni ve stájích a nechá se používat i jako hnojivo. Po vysušení se nechá separát spalovat ve výtopnách.

1.2 Výrobní technologie

V historických počátcích se začínal plyn nejprve jímat z bahenních močálů a zkoušela se jeho hořlavost. Později se jímal ve více stupňových čistírnách odpadních vod. V Paříži se zkoušel plyn získávat z hnoje koňských povozů a používat k osvětlování ulic. Získávání bioplynu bylo různé, ale snaha byla o dosažení co nejlepších výsledků. Proto se dospělo k více technologiím získávání plynu (obr. č. 2.) Dalším důvodem vývoje různých variant výroby plynu mohou být různé požadavky na jeho výrobní dispozice, nebo provoz zatížený specifickými omezeními, např. dodávkách substrátu, krmiva. [2]



Obr. 2 Schematický přehled bioplynových technologií (převzato z [1])

Pokud má být plynem poháněn stacionární motor za účelem výroby tepla nebo el. energie, tak je nutné zajistit kontinuální dodávky plynu. Proto se koncepčně hodí mokré kvašení se spojitým plněním. Protože proces vyhnívání probíhá od zahájení provozu bioplynové stanice až do ukončení jejího provozu, či do vzniku závažné poruchy vyžadující úplné vypuštění fermentorů k jejímu odstranění.

1.3 Optimalizace výroby bioplynu

Cílem bioplynových stanic s kontinuálním plněním je produkce největšího možného konstantního množství bioplynu, který může být dále zpracováván. Proto je důležitá optimalizace jeho výroby. Té můžeme dosáhnout jen při správně probíhajících procesech rozkladů. Kvalitu vyhnívání lze kontrolovat za pomoci vnějších ukazatelů, denního odečítání teploty, stavu plynoměrů, vodivosti substrátu, procenta sušiny v něm obsažené. Dále měsíčním stanovením hodnot pH a obsahu H_2S v plynu [2]. Pro optimalizaci jsou důležité následující body [1]:

- Udržení co možná nejstálější teploty substrátu ve fermentorech.
- Substrát a krmivo je dávkováno pravidelně a ideálně v častějších menších dávkách.
- Změny v substrátu a krmivu se zavádějí pomalu a postupně.
- Snaha redukovat vnik inhibitorů do vyhnívacích prostor, inhibitory jsou organické kyseliny, antibiotika a desinfekční prostředky.
- Časté promíchávání fermentorů, po promíchání by neměla náhle stoupat produkce plynu, to je příznak nedostatečného míchání.
- Rovnoměrný ohřev substrátu a distribuce tepla ve vyhnívacích nádobách.

2 Bioplynová stanice

Bioplynová stanice je technické zařízení zpracovávající biomasu, biodpady nebo jiné biologicky rozložitelné materiály. Vstupní suroviny jsou rozkládány anaerobní digescí, při které je produkován bioplyn, který se používá jako alternativní zdroj energie [2]. To znamená, že za použití obnovitelných surovin vyrábí alternativu k zemnímu plynu, který patří mezi fosilní energetické zdroje.

2.1 Dělení bioplynových stanic

Je možné dělit a třídit tato zařízení podle většiny faktorů týkajících se jejich designu a provozu, například použité technologie výroby bioplynu nebo instalovaného tepelného a elektrického výkonu v kogeneračních jednotkách. Hlavní rozdíl je ale ve vstupních surovinách, ze kterých je bioplyn vyráběn.

- ***Zemědělská bioplynová stanice***

Jde o nejrozšířenější druh stanic, zejména v ČR. Vstupy tvoří zemědělské odpady a produkty. Základem jsou statková hnojiva (kejska, hnůj) a energetické plodiny (kukuřičné a travní senáže) [8]. Stanice se vystavují přímo v areálech zemědělských provozů, pro ušetření transportních nákladů surovin. Díky bezpečným vstupům oproti zbylým druhům je výstavba levnější a provoz snazší. Je třeba dbát kvalitního rozmělnění dodávaných vstupů. V opačném případě se tvoří na hladině vyhnívací nádrže špatně rozmíchatelná krusta, ucpávající obslužné potrubí a brzdící vyhnívání [5].

- ***Průmyslová bioplynová stanice***

Tyto bioplynové stanice jsou provozovány se záměrem výhradního nebo částečného zpracování rizikových odpadů [8]. Jedná se o jateční odpady (krev, obsahy žaludků, tuk, střevní sliz), kaly z rozmanitých provozů (čistírny odpadních vod, palíren, škrobáren cukrovarů, droždářen) [2]. Zde jsou kladeny větší nároky na technologii a plnění hlavně hygienických provozních podmínek, čímž se redukuje riziko plynoucí ze vstupů.

- ***Komunální bioplynová stanice***

Slouží ke zpracování nejrůznějších komunálních bioodpadů. Komunální bioodpad tvoří odpad z údržby městské zeleně (větve a jiná forma dřevin není vhodná), vytríděné odpady z domácností a stravovacích provozů [2]. Problematické je skladování vstupních surovin, jelikož jsou zatížené zápachem a je proto nutné minimalizovat pachovou zátěž okolí (uzavřené haly). Odpady z biokontejnerů bývá nutné ještě třídít. Proto náklady na instalovaný kW výkonu bývají dvojnásobné proti zemědělským bioplynovým stanicím [8].

2.2 Bioplynové stanice v České Republice

K 1.1.2014 je v ČR registrováno 500 zařízení zpracovávajících bioplyn o instalovaném elektrickém výkonu 392.35 MW [9]. Z toho je 97 čistíren odpadních vod, 55 skládek jímající skládkový plyn. Dále 9 komunálních, 11 průmyslových a 327 zemědělských bioplynových stanic [9]. V České republice bylo v roce 2013 vyrobeno 87065 GWh el. práce, z toho 2,6 % bylo vyrobeno spalováním bioplynu. Spotřebováno bylo 58656 GWh el. práce, podíl obnovitelných zdrojů energie na tuzemské spotřebě byl 17,3 %, bioplyn se podílel 3,8 % ze spotřebované práce [9].

Dne 22.7.2011 vstoupila v platnost vyhláška ministerstva zemědělství o zastavení přijímání a zrušení nezapočatých dotačních programů pro rozvoj výroby zelené energie. Byla to reakce na riziko neúměrného nárůstu vykupované dotované energie [10]. Tímto byla defakto zastavena výstavba bioplynových stanic zemědělského typu (zároveň větrných a fotovoltaických elektráren), protože bez zeleného bonusu není provoz ekonomicky výhodný.

2.3 Technické řešení bioplynové stanice s kontinuálním plněním

Vybavení bioplynové stanice se nechá rozdělit do třech základních kategorií, výroba bioplynu, zpracování bioplynu a řízení procesu.

2.3.1 Vybavení pro výrobu bioplynu

Jak vyplývá z kapitoly 1.1 (výroba bioplynu), je nutné denně do bioplynové stanice dopravit mnoho krmiva. Pro představu 29 tun senáže a 30 m³ kejdy stačí na dvacetičtyř hodinovou výrobu plynu, pro konstantní provoz kogenerační jednotky o 500 kW elektrického výkonu.

Proto je vhodné minimalizovat dopravu substrátu a krmiva tím, že je stanice postavena přímo u zemědělského provozu, ideálně poblíž jímek na kejdu. Standardně se používá ke krmení kukuřičná siláž a travní senáž v různých poměrech. Ty se uskladňují v silážních jámách.

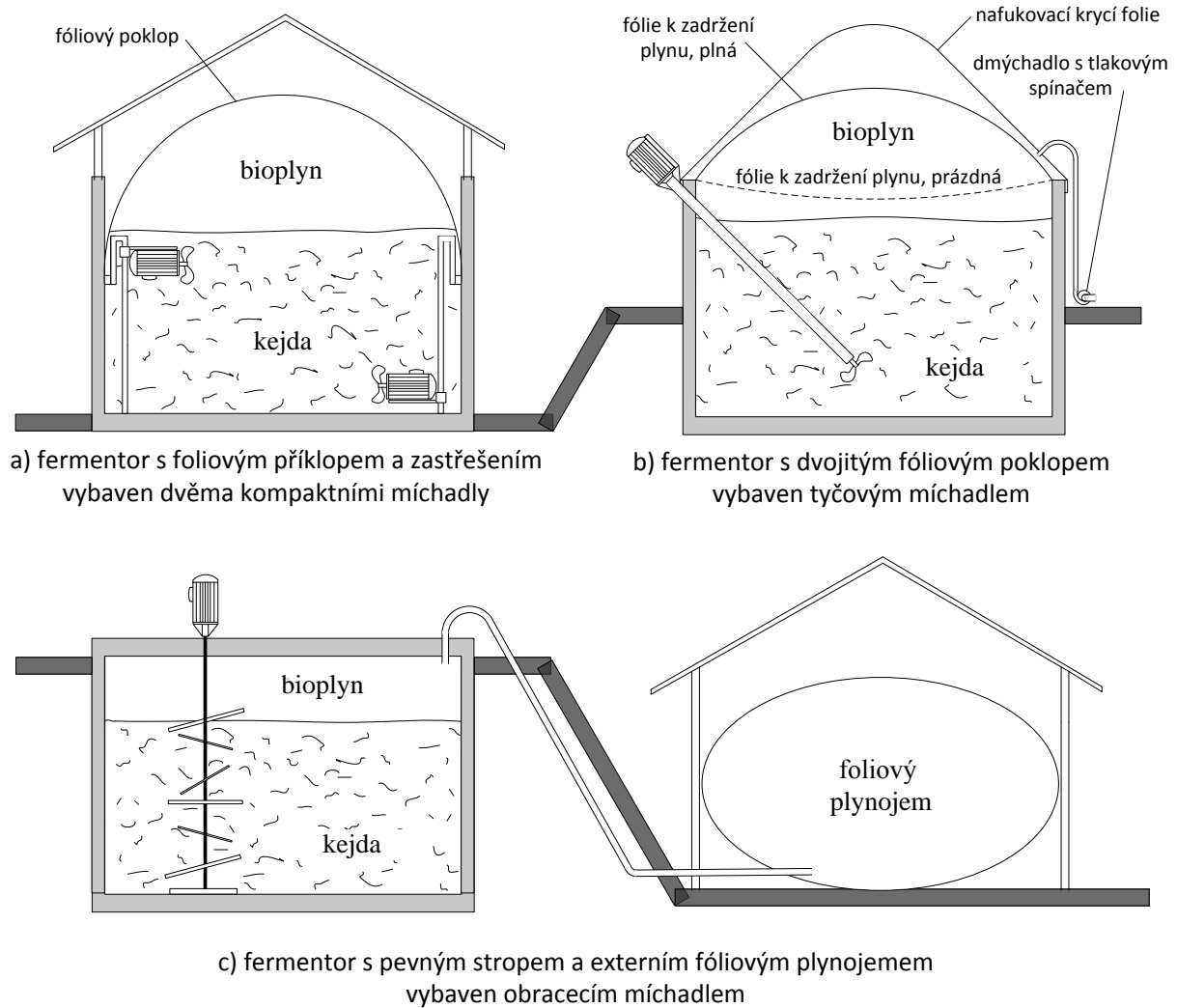
Krmení se do vyhnívacích nádrží dopravuje dopravníkem, klasicky jde o potrubí se šnekovým podavačem. To transportuje krmení z krmného vozu (jde o stacionární míchadlo).

Jedná se o otevřenou nádobu s oválným půdorysem, kde jsou uvnitř vedle sebe umístěny dva vertikální šneky. Hlavní úkol šneků je promíchání krmiva, protože vůz slouží k promíchání a dávkování krmiva. Zároveň je ještě krmení řezáno noži. Nože jsou nainstalované po obvodu šroubovice šneku, šneky jsou poháněné el. motory. Jelikož je zapotřebí plynulého rozběhu, jsou proto používány ideálně asynchronní motory řízené frekvenčními měniči. Míchání krmiva se spouští v době krmení, mícháním se zároveň vhazuje sušina do dopravníku k fermentoru (může být použita i pásová posuvná podlaha vozu) .

Krmení zavází do vozu pojízdný krmný vůz, který je schopen senáž odfrézovat ze senážní jámy, popřípadě do ní domíchat další příměsi (mláto, zdrtky, odpad z pekáren, atd.). Nebo připravené krmení může být vhozeno čelním nakladačem.

Kejda je dopravována pomocí čerpadel. Často jde o ponorná axiální odstředivá čerpadla osazená asynchronním motorem. Je nutné, aby hlavice čerpadla byla osazena řeznými noži, které zajišťují přečerpání i tuhých nečistot větších než 3 cm (např. zbytky slámy ze stlaní) [11].

Krmení je spolu se substrátem dopravováno do vyhnívací nádrže (fermentoru). Existuje široká škála použitých technologií a designů, ze kterých je možno vybírat. Pravidlem je, že fermentor má kruhový průřez. Ať už vertikální, kde je výhoda pístového proudění (krmivo na vstupu je na jedné straně, v čase a místě se postupně mění na digestát, který je odváděn na druhém konci válce), nebo horizontální [1]. U horizontálních fermentorů se používají pro hlavní rozdělení anaerobních fází kvašení minimálně dvě nádoby s horním přepadem (kruh v kruhu, nebo dva samostatné fermentory). Fermentor je možné postavit z betonu nebo může jít o nerezovou nádobu. Podle místních a ekonomických dispozic může fermentor být podzemí, z pola pod zemí nebo nad povrchem (obr. č. 3). Fermentor je nejjednodušší zastřešit plachtovým poklopem. Další plachta pod střešní plachtou poslouží jako plynojem (nejčastěji využívané řešení, obr. č 3, var. b). Ale jsou zde varianty jako plachtový plynojem uložený v lehké ochranné stavbě vedle fermentoru s pevnou střechou (obr. č. 3, var. c), nebo zásobníky plynu mokrého typu uzavřené vodním prstencem [2].



Obr. 3 Typická zásobníková bioplynová zařízení (převzato z [1])

Fermentor promíchávají standardně dvě míchadla rozdílné koncepce (pomaloběžné, rychlé kompaktní vrtule).

- Pomaloběžné míchadlo může být oběžné pádlové nebo k obdobné homogenizaci substrátu poslouží tyčové míchadlo. Tato míchadla mají nízkou rychlost otáčení (4-40 ot/min), proto se používá řetězová nebo planetová převodovka umístěná spolu s asynchronním motorem (2-25 kW) mimo vyhnívací nádrž [2]. Míchadla mohou mít nepřetržitý provoz.
- Kompaktní vrtulová míchadla jsou ponorná a montují se na vnitřní stěnu fermentoru, jsou směrově i výškově nastavitelná. Většinu času jsou u hladiny a zajišťují rozmíchávání plovoucího příkrovu [5]. Jedná se o asynchronní motor (2,5 až 15 kW) v pouzdře osazený vrtulí, kdy rychlost otáček není převodována a vrtule může být osazena břitem pro řezání vláknitých látek [11].

Z fermentoru odtéká přepadem digestát do koncového skladu. Digestát je tekutý, ale při vysokém obsahu sušiny odtéká špatně. Proto je na přepadu instalován tzv. blubb, pneumatická pumpa nebo klasické čerpadlo. V časových intervalech profukuje přepad a tím přispívá k odtoku digestátu (stejný systém se používá na přetocích mezi fermentory).

Digestát může odtékat do koncového skladu, nebo se odklání do separátoru. Ten je řešen jako průtočný lis (mlýnek) poháněný asynchronním motorem (2-7 kW) [11]. Vylisováním se odstraní procesní voda, která odtéká do jímky a ze separátoru odpadá separát. K manipulaci se používá z pravidla nakladač.

Koncový sklad musí být dimenzován na zadržení celozimní produkce digestátu (4 měsíce), protože v tomto období není možné hnojit pole. Zastřešení není nutné. Stejně jako ve fermentoru je zde potřeba kompaktního vrtulového míchadla na rozmíchávání plavoucího příkrovu [5]. Sklad se vyváží cisternovým aplikátorem kejdy.

2.3.2 Vybavení pro zpracování bioplynu

Plyn je odváděn z plynojemu potrubím do motoru nebo může být uskladňován do zásobníku plynu. Při opouštění fermentoru má teplotu okolo 40 °C a je přibližně ze 100 % nasycen vodní párou. V potrubí nebo zásobníku voda kondenzuje, proto je vhodné plynovod tepelně izolovat nebo ho umístit v nezamrzném prostředí. Dále je nutné se vyvarovat sníženým místům, která by mohla tvořit sifony a celé potrubí je třeba vyspádovat tak, aby voda odtékala do zásobníku, odkud může odtékat přes sifon [2]. Při velmi intenzivním míchání může vznikat aerosol, drobné kousky substrátu mohou pomalu ulpívat na stěnách plynovodu a způsobovat zarůstání potrubí. Před spalováním v kogeneračních jednotkách se plyn ochlazuje pro optimalizaci spalování [1]. Tepelný výměník, ve kterém probíhá ochlazování, je v okruhu chladicí soustavy, která pracuje na principu tepelného čerpadla voda/vzduch.

Po schlazení je plyn přiváděn do kogenerační jednotky. Každá kogenerační jednotka je osazena malým dmýchadlem plynu poháněným elektromotorem. Dmýchadlo se točí

konstantními otáčkami, což zajišťuje stálý plnicí tlak ve směšovači plynu se vzduchem (výjimkou je nedostatek plynu v plynojemu).

Kogenerační jednotka - tímto spojením je myšleno zařízení vyrábějící kombinovaně elektrickou energii a teplo. Jde o samostatný sofistikovaný celek, který má svoje řízení, počítač obsluhující startování a vypínání motoru, stejně tak přiřazování a odpojování generátoru do distribuční sítě. Srdcem je spalovací motor pevně spojený s 3f. generátorem el. energie. Motor pracuje typicky s účinností cca 37 % přeměny energie na mechanickou [2]. Zbytek je vyslán jako teplo, malá část pokrývá ztráty (třecí ztráty apd.). Teplo je odváděno chladícím systémem motoru do tepelného vodního výměníku. Spaliny lze také využít, předají část svojí tepelné energie v druhém výměníku. Kogenerační jednotka je osazena chladiči schopnými veškeré teplo odevzdat do okolí. Je snaha veškeré teplo využít (vytápění budov, vytápění skleníků, atd.), ale chladiče musí být dimenzovány tak, aby uchladily kogenerační jednotky, zejména v létě, kdy je přebytek tepla. Kogenerační jednotka se může nacházet ve vystavěné budově, ale poměrně populární je umístování jednotek do kontejnerů vycházejících z dopravních kontejnerů. Standardně se staví kog. jednotky poblíž fermentorů. Ale je možné plyn převádět na delší vzdálenost a jednotku provozovat v místě požadavku na výrobu tepla (případ BPS Přeštice s 2,7km plynovodem) [12].

V minulosti neexistovala nabídka motorů přímo pro spalování bioplynu. Proto se upravovaly vznětové a zážehové motory ze seriové výroby. Při kompletní úpravě zážehových motorů se dosahovalo elektrické účinnosti 22 až 25 % [2]. V minulosti se používaly zážehové motory. Samozápal byl vyvolán vstříknutím malého množství topného oleje do směsi plynu a vzduchu, elektrická účinnost dosahovala hodnot mezi 30 a 35 %. Problém byl ale se vstříkáváním topného oleje, legislativně nesmělo jít o víc než 10 % celkového objemu paliv, čehož nebylo možné v reálném provozu dosáhnout [2]. Koncem 90. let se vytvořila nabídka motorů přímo určených pro spalování bioplynu. Dnes se využívá jen těchto upravených diesellových agregátů. Místo vstříkovače paliva se montuje zařízení pro zážeh z cizího zdroje (zapalovací svíčka) a směšovač plynu, který připravuje spalovanou směs, elektrická účinnost činí až 35 % [1]. Na motory jsou kladeny velmi vysoké nároky, což je především dlouhá životnost při plné zátěži, dlouhé servisní intervaly, snadná údržba, vysoká mech. účinnost při dílčí zátěži, v případě poruchy rychlý servis. Proto se dnes používají nejčastěji motory od několika málo předních výrobců, kteří jsou navíc schopni zajistit rychlý servis v případě poruchy (MAN, Deutz-Fahr, Jenbacher). Při uvážení možných poruch, servisování a práci při

sníženém výkonu (pokud se nedaří vyrábět bioplyn pro plný výkon motorů), se jeví jako rozumné mít celkový výkon rozdělený mezi dvě kogenerační jednotky.

V dříve se hojně využívaly, zvláště pro menší instalované výkony, asynchronní generátory. Generátor je buzen jalovým proudem ze sítě a tím se stabilizují otáčky motoru v určité mezi, podle požadavku sítě a výkonu generátoru (to funguje do přetížení generátoru, kdy se generátor dostane za bod zvratu a absolutní vyráběný el. výkon se snižuje) [2]. Díky tomu nepotřebuje motor další regulaci a stačí ručně nastavit průtok plynu k dosažení požadovaného výkonu. Dnes je snaha o maximální absolutní číslo vyrobených kWh, proto je celý proces (i zážehový motor kog. jednotky) přesně řízen, navíc celkové výrobní kapacity jsou na několiknásobku průkopnických bioplynových stanic. Z těchto důvodů se dnes používají synchronní generátory, které zaručují ještě kvalitnější parametry dodávané el. energie ($\cos \varphi$, f). Synchronní generátory mohou být samobudící a ty pak mohou vyrábět el. energii i bez připojení na distribuční síť. Obsahují malé pomocné generátory vyrábějící proud pro buzení mag. pole na vinutí kotvy motoru (nebo lze tento proud odebírat ze sítě) [2]. Jak je výše uvedeno, je nutné přesné řízení otáček spalovacího motoru, tudíž i množství spalované směsi, ale to už je dnes standard.

Energie z malých bioplynových stanic do 15 kW může být připojena do sítě nízkého napětí, pak není třeba transformátor [2]. Podle České bioplynové asociace v ČR momentálně není připojena do sítě kogenerační jednotka o tak nízkém výkonu [9]. Pro vyšší instalované elektrické výkony je nutné dodávat energii do sítě vysokého napětí (distribuční síť). Energie je vyráběna na úrovni nízkého napětí, proto je nutný transformátor. Velikost transformátoru se volí podle instalovaného elektrického výkonu, prakticky první vyšší výkonová řada.

Pro případ poruch, odstávky kog. jednotky nebo nadprodukcí plynu musí být bioplynová stanice vybavena hořákem plynu tzv. flérou, pro spálení přebytků.

2.3.3 Řízení procesu

Celý chod bioplynové stanice je ovládán z velína. Ve velínu je soustředěno veškeré možné elektrické vybavení stanice (až na samotné řízení motorů a generátorů kogeneračních jednotek). Chod bioplynové stanice se dnes již standardně řídí přes software v počítači, to umožňuje mít předdefinovaný program pro chod bioplynové stanice a jen kontrolovat vývoj

provozu. Díky tomu, že je ovládána stanice přes počítačový software, je možné se připojit k ovládání ze vzdáleného místa a úpravu běžných provozních parametrů provést na dálku.

3 Bioplynová stanice Soběšice

Jednotné zemědělské družstvo bylo založeno 27. listopadu 1954 ve východní části klatovského okresu, jihovýchodní části plzeňského kraje. Dnes jde o Obchodní družstvo Soběšice zabývající se nejenom zemědělskou výrobou. Družstvo obhospodařuje 1200 ha v podhorské oblasti (400 až 800 m n.m.), chová 1200 kusů skotu. V současné době zaměstnává 80 zaměstnanců. Kejdu pro bioplynovou stanici produkuje cca 400 holštýnsko-fríských dojníc.

3.1 Projekt na výstavbu bioplynové stanice

První projekt na bioplynovou stanici začalo družstvo připravovat v roce 2003. Na podzim 30. září byla podána žádost o zařazení do dotačního programu Státního fondu životního prostředí, která byla zamítnuta.

Další pokus byl v roce 2007, kdy družstvo připravilo projekt spolu s obcí Soběšice. Jednalo se o vytápění Soběšic (cca 300 obyvatel) teplem z bioplynové stanice o elektrickém instalovaném výkonu 500 kW. To by v zimních měsících byl nedostatečný tepelný příkon, proto bylo počítáno se spalovnou biomasy s tepelným výkonem 1 MW. Ale i tento projekt nedosáhl na dotační příslib.

Koncem roku 2007 se otevřela nová možnost spolufinancování bioplynové stanice od Ministerstva zemědělství za pomoci EU a to v rámci programu rozvoje venkova. V následujícím jarním kole programu družstvo požádalo o dotační příslib, tentokrát na výstavbu bioplynové stanice o el. výkonu 500 kW. Dotace byla přidělena a 1. května 2008 byl položen základní kámen bioplynové stanice. Po necelých sedmi měsících se podařilo 14. listopadu zkušebně připojit bioplynovou stanici Soběšice do rozvodné sítě. Technologii dodávala německá firma Lüthe. Ve finále byla vystavěna stanice se dvěma průtokovými fermentory o funkčním objemu 1900 m³ zásobující plynem dvě kogenerační jednotky o výkonu 498 kW_{el} a 588 kW tepelných [9].

Družstvo se snaží krmit velké procento travní senáže, v přepočtu na sušinu jde poměrově o 2/3 travní senáže a 1/3 kukuřičné senáže. Travní senáž potřebuje pro co nejvyšší plynovou vydatnost delší průběh hydrolýzy fermentace [1]. Proto byl připraven projekt na

předfermentor, kde při teplotě 25 až 35 °C probíhá hydrolyzní rozklad (v provozu je teplota vyšší, to zpomaluje hydrolyzu, ale zároveň probíhají i ostatní fáze rozkladu) [1]. Díky tomu se zvýšila výroba plynu až o 1/3 a mohla být instalována třetí kogenerační jednotka o stejném elektrickém a tepelném výkonu jako současné kog. jednotky (249 kWel a 294 kW tepelných). Na rozšíření bioplynové stanice byla čerpána dotace z programu na rozvoj venkova. Dostavba byla zahájena v létě roku 2011, zvýšená dodávka elektrické energie byla schválena od 1.1.2012.

3.2 Technické vybavení Bioplynové stanice Soběšice

3.2.1 Krmná soustava

Senáž, žito, zdrtky jsou krmeny do prvního fermentoru z původního krmného vozu o objemu 48 m³. Míchací šneky pohánějí dva 3f asynchronní motory STM Vela o jmenovitém výkonu 22 kW. O jejich plynulý rozběh se starají dva frekvenční měniče FRENIX 5000G11, umístěné ve velíně. Sušina je dopravována šnekovými dopravníky o průměru 30 cm, které jsou poháněny trojicí 3f asynchronních motorů. Ty byly dodány i s převodovkami firmou Siemens, jmenovité výkony jsou 2,5 kW, 3,45 kW a 6,8 kW.

Druhý krmný vůz o kapacitě 80 m³ zásobuje hydrolyzní předfermentor. Oba krmné vozy jsou vybaveny váhou. Vozy jsou uloženy na pevném lůžku přes pružné uložení, ve kterém je tlakový snímač, ze kterého se přepočítává váha. Podle hmotnosti jednak počítá dávku krmení a zároveň signalizuje krmivářům aktuální volnou kapacitu, stav pro zásobování. Míchací šneky pohání dvojice 3f asynchronních motorů IFIMOTO IBERICA o jmenovitém výkonu 37kW, řízené frekvenčními měniči FRENIX MEGA, shodně umístěnými ve velínu. Krmivo se dopravuje většími šnekovými dopravníky o průměru 50 cm, k pohonu slouží tři 3f asynchronní motory Siemens, dodávané i s převodovkami, hodnoty jmenovitého výkonu jsou 3,45 kW, 5,5 kW a 6,8 kW.

Substrát nepřetéká z předfermentoru do prvního fermentoru samospádem, ale je čerpán vysoko výkonnostní pumpou BAUER SX 2600. Ta umožňuje přepouštět z jednoho ze tří vstupů (hydrolyza, fermentor 2, koncový sklad) na jeden ze tří zapojených výstupů (hydrolyza, fermentor 1 a 2 a nezapojené jsou 2 rezervní sloty). Trasa čerpání je volena pomocí pneumaticky ovládaných šoupat (tlak zásobuje kompresor). Pumpu pohání 3f

asynchronní motor FFD o jmenovitém výkonu 22 kW, motor pumpy je řízen frekvenčním měničem FRENIX MEGA.

Kejda je do fermentorů čerpána čerpadlem, to pohání 3f asynchronní motor MOLL-MOTOR s jmenovitým výkonem 15 kW, rozběh je s přepínáním hvězda, trojúhelník.

3.2.2 Fermentory

Všechny fermentory a koncové sklady jsou nad zemí, mají betonovou základní desku a na té jsou přišroubovány nerezové stěny nádob. Fermentory jsou dále zatepleny polystyrenem, který kryje fasádní plech. Plynojemy jsou fóliové stejně jako střechy, jejich nafouknutí se udržuje vháněním vzduchu mezi plachty (varianta b) na obr. č. 2). To mají na starost tři malé fukary na každém fermentoru (předfermentor má jeden). Vyhnívací nádoby jsou vybaveny průzory, kterými lze pozorovat výšku hladiny a rozmíchanost substrátu. Vyhnívací nádoby jsou osazeny dvěma snímači teploty (nahore a dole), čidlem pro měření vodivosti substrátu a tlakovým snímačem (čidlo s membránou), ze kterého se přepočítává hmotnost. Každý fermentor má na výstupu blubb pro zabezpečení přetoků (vyjma předfermentoru), blubb je ovládán tlakovým vzduchem generovaným kompresorem (každý blubb má vlastní kompresor). Tlak bioplynu v celé soustavě (fermentory a plynovod) kontroluje přetlaková pojistka. Tato pojistka je umístěna na každém fermentoru, je realizována jako sifon, kdy je výška hladiny vody v pojistce (sifonu) odvozena od nastavení maximálního přetlaku [2].

Předfermentor o velikosti 300 m³ je osazen dvěma kompaktními míchadly o jmenovitém výkonu 15 kW. Jedno je standardně umístěné na hladině a druhé u dna.

Hlavní fermentory jsou shodné jak velikostí 1900 m³, tak vybavením. Míchání zajišťuje v každém fermentoru jedno velké tyčové pomaloběžné míchadlo poháněné 3f asynchronním motorem VEM o jmenovitém výkonu 18 kW. K řízení míchadla je používán frekvenční měnič FRENIX 5000G11. K rozmíchávání hladiny je instalované totožné kompaktní míchadlo jako v předfermentoru. Stejně míchadlo je i v obou nerezových koncových skladech.

3.2.3 Koncové sklady

Digestát odtéká potrubím o průměru 25 cm do hlavního koncového skladu. Vedle něj je nově dostavěn menší koncový sklad kompenzující zvýšenou produkci digestátu po dostavění předfermentorů. Do koncového skladu se také čerpá svedená dešťová voda z areálu bioplynové stanice.

Několik metrů za druhým fermentorem je na potrubí odvádějící digestát připojen separátor. Jde o Fan separator 3,2 – 780 o příkonu 5,5 kW. Při jeho chodu, který ovládá obsluha, zvládá separovat veškerou produkci digestátu (propustnost separátoru je 50 m³/h). Fugát je odváděn do šachty, odkud je přečerpáván do koncového skladu, nebo do jímky fugátu, která je taktéž vedena jako koncový sklad (ale z ní se doředňuje předfermentor).

Na fermentoru nemůže být, z důvodu jeho konstrukce (foliová střecha), umístěn v nejvyšším místě hromosvod. Navíc bioplyn je hořlavý, a proto by nebylo vhodné svádět výboj vysokého napětí po fermentoru, kde je nejvyšší pravděpodobnost úniku. Proto je v areálu bioplynové stanice vystavěno 6 hromosvodů vyšších než fermentory a to systematicky tak, aby co nejlépe vykryly prostor okolo fermentorů.

3.2.4 Kogenerační jednotky

Plyn je veden plynovodem o průměru 25 cm, který je částečně uložený v zemi. Dále se bioplyn schlazuje v tepelném výměníku na 7 °C, za kterým je analyzátor kvality plynu Ex Tox ET-4D2. Výsledky analýzy jsou vypisovány v ovládacím softwaru. Potrubí se dále větví do jednotlivých kog. jednotek a fléry. Fléra je hořák na bioplyn, kde se plyn spaluje při jeho výrazné nadprodukci (to se v Soběšicích ještě nestalo) nebo při nouzovém odstavení kog. jednotek. Jedná se o bezpečnostní prvek, který má zamezit vypouštění výbušného bioplynu ve vysokých koncentracích do ovzduší.

Soběšická bioplynová stanice je vybavena třemi kogeneračními jednotkami. Všechny jsou osazené osmiválcovým spalovacím motorem MAN o štítkovém výkonu 265 kW. Ten je spřažen s 3f synchronním samobudícím generátorem Leroy Somer LSA-47.2 S2 o výkonu 249 kW. Samobudící generátor má na hřídeli přídavný generátor pro indukování budícího proudu přiváděného do vinutí kotvy motoru, díky tomu je schopný syn. generátor vyrábět proud i po odpojení sítě [2]. Motory jsou osazené startéry, 1. a 2. motor napájí startér

z akumulátorů. Třetí motor má startér napájen ze sítě, což je při opakovaných startech praktičtější. Motory jsou chlazené chladicí kapalinou, která předává svoje teplo prostřednictvím tepelného výměníku. Stejně tak jsou ve výměníku ochlazovány spaliny. Dohromady je tepelný výkon jednotky 294 kW. Z výměníku je teplo odváděno potrubím do kotelny zemědělského areálu, kde je dalším výměníkem předáváno do původní výtopné soustavy. Okruhy se dělí výměníky z důvodu vodního hospodářství (snadnější detekce poruch a při opravování nebo údržbě není třeba vypouštět celý systém). Pokud není schopná topná soustava odebrat všechno teplo, je přebytečné teplo vyzářeno chladiči na střeše kogeneračních jednotek.

Motor s generátorem je řízen řídicí jednotkou spárovanou s počítačem, ta přesně řídí otáčky a výkon spalovacího motoru a generátoru. Motory se při snížené hladině plynu okamžitě nevypínají, ale nejprve snižují svůj výkon a až při akutním nedostatku plynu se vypínají (reguluje se zejména pomocí třetího motoru). Nastavení úrovní vypínání a omezování výkonu se provádí ve velínu. Podle těchto dat pak řídicí jednotka reguluje výkon a otáčky generátoru. Zároveň počítá vyrobené kWh, odpočítává dobu do servisů. Stará se o samostatné vypínání a startování motorů (odpojování a přifázování el. generátoru do sítě) v rámci dispečerského řízení. Při poruchových odstávkách a vypnutí motorů obsluhou musí motor znovu startovat obsluha a to přímo na panelu řídicího počítače v kog. jednotce. Dispečerské řízení pro Soběšice zpracovala firma TECHSYS.

3.2.5 Velín

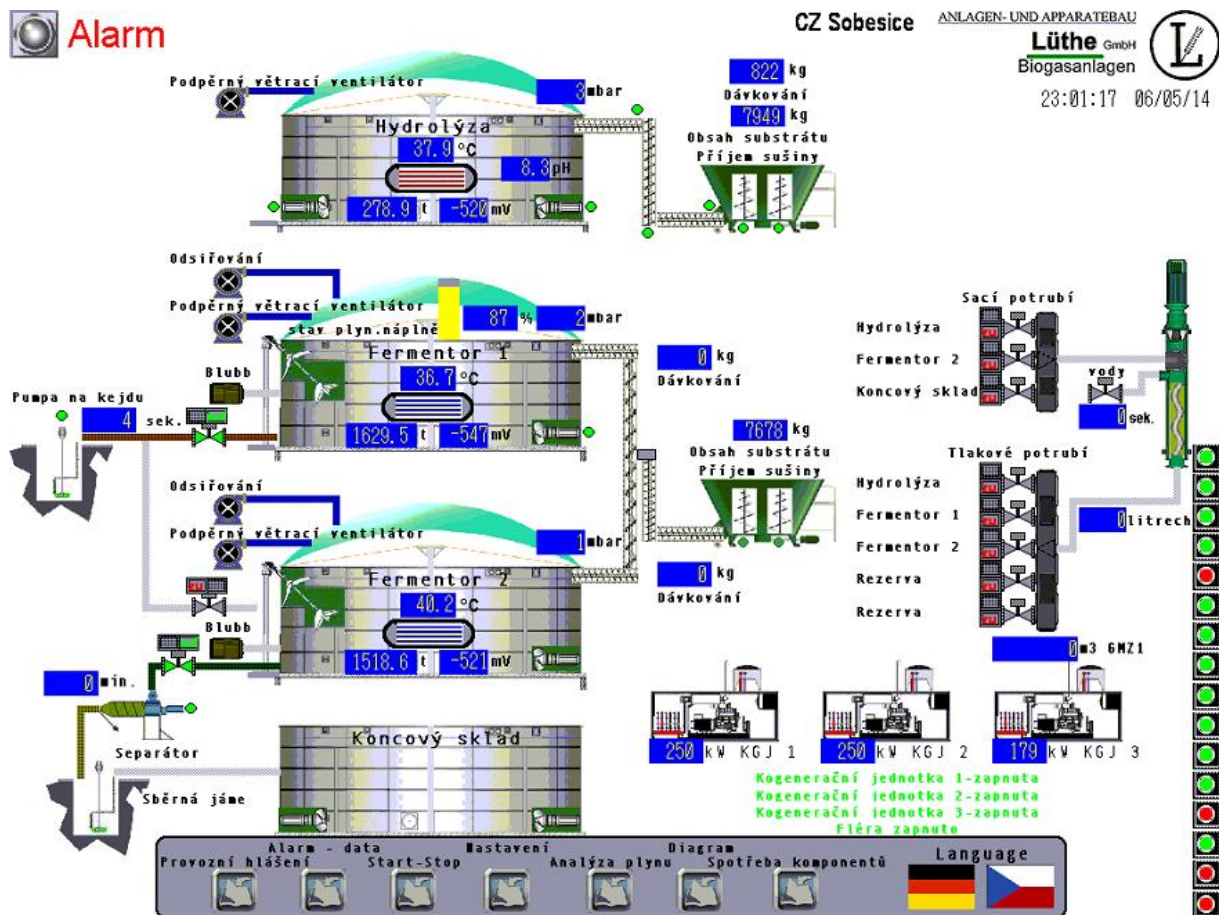
Velín je stejně jako kog. jednotky realizován v kontejneru. Zde se nachází ovládání a pojistné desky veškerého elektrického vybavení celé bioplynové stanice, tj. vše vyjma hlavních silových jističů a elektroměrů, které jsou v trafostanici.

Dále je ve velínu umístěna kompenzace účinníku φ vyráběné el. energie. V praxi se ukázalo, že ale není v podstatě potřeba při výrobě energie, jelikož generátory si velikost účinníku dostatečně přesně řídí. Ale slouží zároveň jako kompenzace pro celý areál, kde by jinak účinník byl v normě jen zřídka.

Drtivá většina elektrického zařízení je ovládána a časována přes ovládací počítač. Ten má zároveň zpětnou vazbu a při jakémkoliv výpadku či nestandardním průběhu práce ovládaného prvku spustí alarm a přivolá obsluhu (např. vypadne jistič motoru míchadla, krmnému vozu se

nepovede nakmit definovanou váhu za určený čas, porucha vypne motor, stanice je neočekávaně odpojena od elektrické sítě). K tomu používá počítač modem a volá na služební telefon zaměstnance obsluhy a ohlásí poplach. Zároveň oznámí, že došlo k alarmu prvního nebo třetího stupně. Díky záložnímu zdroji informuje stanice obsluhu i po výpadku el. energie.

Obsluha ovládá počítač přes dotykový displej na rozvaděčové skříni, ve které je PC umístěno. Po přivolání obsluhy za pomoci mobilního telefonu musí obsluha odstranit poruchu a vypnout alarm ve velínu, následně se vrátí systém do standardního provozu.



Obr. 4 Ovládací rozhraní Bioplynové stanice Soběšice.

Rozdělení poplachů:

Poplach č.1 – výpadek jakéhokoliv jisticího či bezpečnostního prvku.

Poplach č.3 – nouzové vypnutí kog. jednotky.

Řídící PC je připojeno přes modem k internetu a díky tomu je možné se připojit ze vzdáleného počítače a kontrolovat a nastavovat parametry provozu.

Na řídicím počítači se krátkodobě ukládá rozpis denních krmných dávek a seznam alarmů. Dále je možné sledovat průběh hlavních provozních veličin a vývoj bioplynu za posledních 6 hodin v přehledném grafu (obr. 5).



Alarm

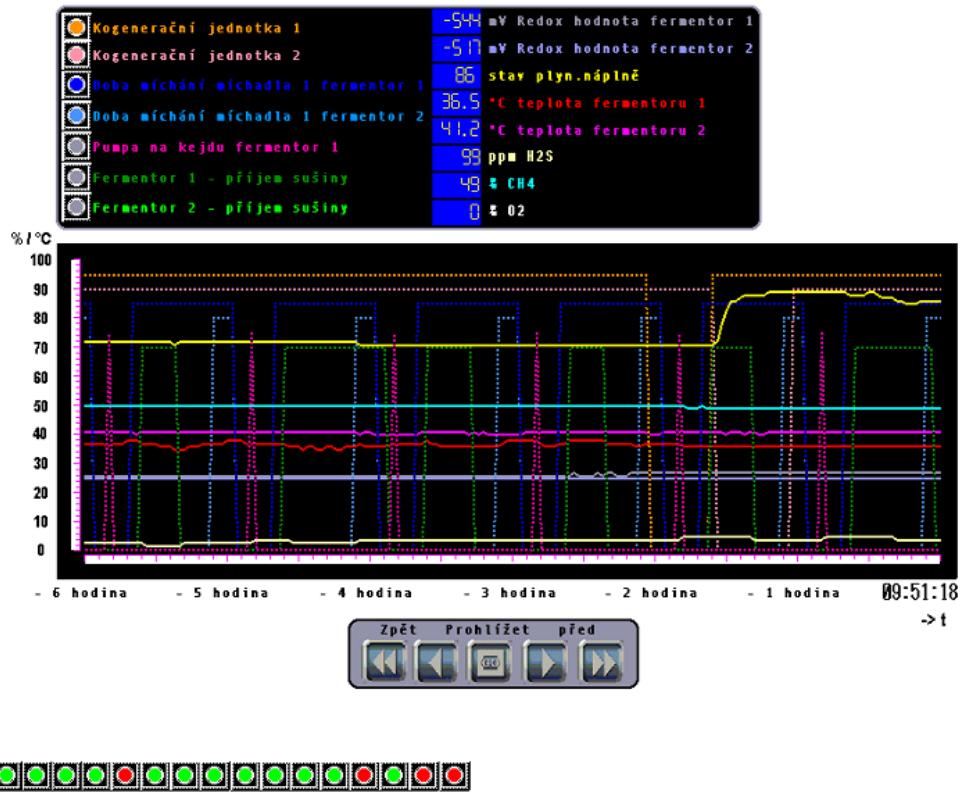
ANLAGEN-UND APPARATEBAU

Lüthe GmbH
Biogasanlagen



09:52:56 10/05/14

Diagram



Obr. 5 Diagram provozu posledních šesti hodin.

3.2.6 Distribuce el. energie.

El. energie je do distribuční sítě dodávána transformátorem, protože se vyrábí při nízkém napětí 400 V. V transformátoru je převedena na 22 kV a je dodávána do energické sítě díky transformátoru o jmenovitém výkonu 1 MVA. Energie pro provoz areálu zemědělského družstva je nakupována přes druhý transformátor o jmenovitém výkonu 640 kW. Do roku 2013 bylo možné veškerou vyrobenou energii prodávat distribuční síti a energii pro vlastní spotřebu bioplynové stanice a provoz areálu kupovat. Nyní se prodává jen přebytek vyrobené el. energie, protože areál a stanice jsou napájeny vyrobenou energií. Počet vyrobených a spotřebovaných kWh se měří elektrickými hodinami. Samostatně se měří vyrobená energie v každé kog. jednotce a celková dodaná el. energie do distribuční sítě. Vlastní elektrické hodiny má areál i bioplynová stanice pro měření vlastní spotřeby.

3.2.7 Distribuce tepla

Zemědělský areál družstva čítá mnoho objektů, část z nich je třeba vytápět. Dříve se o to staraly dva uhelné kotle o výkonu 2 x 730 kW. Od prvních projektů se počítalo s tím, že odpadní teplo z bioplynové stanice bude používáno pro výhřev celého areálu a zastoupí kotle.

Při startování vyhřívacího procesu po dostavění bioplynové stanice kotle pomohly vyhřívat fermentory a rozjet proces rozkladu. Od té doby jsou vedeny jako záloha, protože nepřetržitý tepelný výkon bioplynové stanice je dostatečný. Výjimkou byl přelom ledna a února v roce 2014. Třetí motor byl odstavený po vyhoření a druhé dva se během 15 dnů zastavily kvůli mechanickým poruchám.

Teplo je nejprve využíváno pro výhřev vlastních fermentorů. Dále je použito pro vytápění kancelářské budovy, dílenské haly, výrobních hal a objektu Hotelu Pod Hořicí. V hotelu je použito teplo pro vytápění wellness centra s plaveckým bazénem, samotné budovy, teplé pitné vody.

3.3 Zhodnocení provozu

Jako ukazatel kvality provozu slouží tzv. výroba v %, jde o poměr vyrobených kWh ku maximálním možným vyrobeným kWh za stejný časový úsek, tato poměrová jednotka se uvádí v procentech.

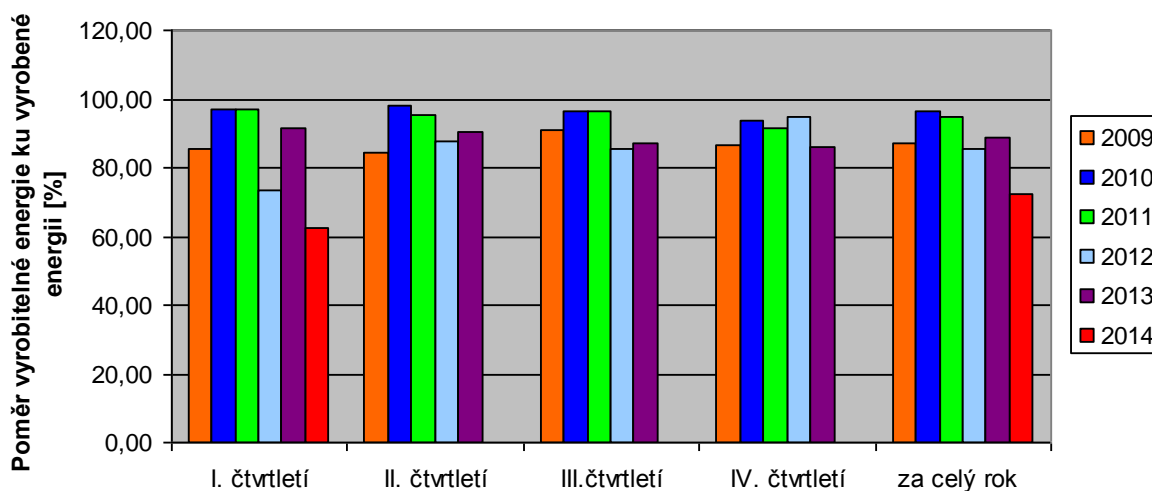
Tab. 1 Tabulka výroby v %

rok	čtvrtletí	Vyrobena v kWh	Max. výroba v kWh	Vyrobena v %
2008	IV. čtvrtletí	356 638	729 072	48,92
2008	celkem	356 638	729 072	48,92
2009	I. čtvrtletí	921 161	1 075 680	85,64
2009	II. čtvrtletí	915 922	1 087 632	84,21
2009	III. čtvrtletí	1 000 456	1 099 584	90,98
2009	IV. čtvrtletí	951 872	1 099 584	86,57
2009	celkem	3 789 411	4 362 480	86,86
2010	I. čtvrtletí	1 042 615	1 075 680	96,93
2010	II. čtvrtletí	1 066 932	1 087 632	98,10
2010	III. čtvrtletí	1 058 309	1 099 584	96,25
2010	IV. čtvrtletí	1 031 946	1 099 584	93,85
2010	celkem	4 199 802	4 362 480	96,27
2011	I. čtvrtletí	1 045 817	1 075 680	97,22
2011	II. čtvrtletí	1 039 694	1 087 632	95,59
2011	III. čtvrtletí	1 057 595	1 099 584	96,18
2011	IV. čtvrtletí	1 003 708	1 099 584	91,28

2011	celkem	4 146 814	4 362 480	95,06
2012	I. čtvrtletí	1 199 381	1 631 448	73,52
2012	II. čtvrtletí	1 429 149	1 631 448	87,60
2012	III. čtvrtletí	1 413 681	1 649 376	85,71
2012	IV. čtvrtletí	1 567 649	1 649 376	95,04
2012	celkem	5 609 860	6 561 648	85,49
2013	I. čtvrtletí	1 479 420	1 631 448	91,69
2013	II. čtvrtletí	1 474 929	1 631 448	90,41
2013	III. čtvrtletí	1 438 896	1 649 376	87,24
2013	IV. čtvrtletí	1 422 807	1 649 376	86,26
2013	celkem	5 816 052	6 561 648	88,64
2014	I. čtvrtletí	1 010 188	1 613 520	62,61
2014	duben	444 179	537 840	82,59
2014	celkem	1 454 367	2 151 360	72,60

Z tabulky je zřejmé, že Soběšice mají dobře zvládnuté řízení stanice. V roce 2008 byla stanice připojena k distribuční síti 14. listopadu, což je defakto polovina posledního čtvrtletí (říjen, listopad, prosinec) a i přesto byl výkon 48,9 %. Pro lepší přehlednost jsem výrobu v % z následujících let srovnal graficky.

Přehled výroby v %



Obr. 6 Přehled výroby v % za roky 2009 až 2014

V roce 2009 se výkon dostal na 86,86 % z čehož je patrné, že se podařilo vyhnout zásadním chybám při krmení stanice a neodhalily se žádné skryté vady. V roce 2010 a 2011 bylo dosaženo špičkových výsledků a to 96,27 % a 95,06 % z maximálního výkonu. V prvním čtvrtletí roku 2012 byl znatelný propad na 73,52 %. Ten byl způsoben připojením nového předfermentorů a 3. kogenerační jednotky, kdy skokem narostl teoreticky dosažitelný

vyrobený výkon, ale ustálit celý vyhnivací proces na nový provoz vyplývající z dostavby, trvalo několik týdnů. Ale je patrné, že se v Soběšicích podařilo osvojit si a vybalancovat nový krmný systém. O tom svědčí 95,04 % maximálního výkonu ve IV. čtvrtletí 2012. Celkově se povedlo dosáhnout na 85,49 % výrobitelného výkonu.

Za rok 2013 se povedlo dosáhnout na 88,64 %, což je jen nepatrný nárůst oproti roku 2011. Bylo to způsobeno kombinací mnoha faktorů. Jedním z nich mohlo být přece jen daleko složitější řízení ekosystému ve fermentorech. Dále se začátkem června rozbil klima kompresor na chladiči plynu, takže motory dostávaly teplejší směs ke spalování a nemohly dosahovat maximálních výkonů. Následně se v červnu rozbilo jedno z míchadel v hydrolyze. Musela být proto výrazně snížena dávka krmiva, aby se dařilo substrát rozmíchávat (oprava trvala 3 týdny). Tento rok bylo dlouhé období tepla o vysokých teplotách, kogenerační jednotky trpěly častými výpadky z důvodu přehřátí, nejprve se zdálo, že bezdůvodně. Po několika servisech českého zástupce MANU, došlo k výměně turbodmychadel a stav se zlepšil. Od srpna 2013 jsou všechny výpadky zapisovány a v následné kapitole budou analyzovány. Před sklonkem roku došlo k největší havárii od počátku provozu stanice. V noci propukl požár ve třetí kogenerační jednotce. Nebýt včasného zásahu obsluhy, shořela by celá kogenerační jednotka. Z hasičské expertízy vyplynulo, že to bylo způsobeno prosakováním oleje pod hlavou válců, který se dále ohřál o výfukové potrubí a odkapával na gumovou hadici od měrky hladiny oleje, která se vznítila. Šlo o nešťastnou shodu náhod, protože v případě, že by olej odkapával na jiném místě, nedošlo by k žádnému požáru. Stejně tak, kdyby mělo těsnění hlavy válců vadu jinde, také by nedošlo k nehodě. Zároveň bylo poškozeno a vyřazeno z činnosti dispečerské řízení. Znovu uvedení jednotky do provozu nastalo po 3. měsících.

Na produkci el. proudu se podepsala v prvním čtvrtletí absence jednoho motoru, proto se krmení resp. celý biosystém přizpůsobí novému 2/3 provozu a po zapojení třetí kogenerační jednotky se znovu musí rozjet na plnou produkci plynu. Na přelomu ledna a února definitivně dosloužily po zhruba 43000 hodinách motory v první a druhé kogenerační jednotce. Každý byl generálně opraven během dvou dnů. Proto za I. čtvrtletí je produkce na 62,61 %. V dubnu už je patrná zlepšující se tendence 82,59 % z maximálního výkonu.

Celkově vykazují Soběšice poměrně stabilní vyráběné a dodávané výkony do distribuční sítě. Což dokládá dobré zvládnutí technologických procesů bioplynové stanice a jejího řízení.

4 Spolupráce bioplynové stanice a distribuční sítě

Elektrická energie je nejpoužívanějším zdrojem energie. K jejím mnoha kladným vlastnostem patří i ta záporná, že aktuálně spotřebovávané množství energie musí být i vyráběno. Elektrickou energii nejde zatím efektivně uskladnit. Proto je třeba výrobu el. energie přesně a rychle řídit podle aktuální spotřeby. Spotřeba se zaznamenává v čase do tzv. diagramu denního zatížení sítě (diagramy často bývají týdenní, měsíční a roční). Z toho jsou odvozeny tři základní kategorie energických zdrojů:

- špičkové zatížení,
- pološpičkové zatížení,
- základní zatížení.

Bioplynové stanice v ČR vyrábí el. energii kontinuálně, tedy řadí se mezi zdroje pokrývající základní zatížení v elektrické rozvodné síti.

4.1 Připojení bioplynové stanice do distribuční sítě

Pokud se v ČR rozhodne fyzická nebo právnická osoba podnikat v oboru výroby el. energie za účelem jejího prodeje do distribuční sítě, musí požádat o připojení do sítě Energetický regulační úřad. Ten zhodnotí žádost a udělí povolení k připojení nebo žádost zamítne. Pravidla okolo výstavby a provozu bioplynových stanic definoval energetický zákon č. 458/2000 Sb. [14]. Boom tohoto podnikání však nastal až po přijetí zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů č. 180/2005 Sb., který se zavázal fixovat výkupní cenu elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie (voda, slunce, vítr, biomasa) na 20 let [15].

V roce 2011 byla vydána vyhláška na zastavení dotačních programů pro rozvoj zdrojů zelené energie (viz kapitola 2.2).

Do konečné a dnes platné podoby upravuje vztahy zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů č. 165/2012 Sb. [16].

4.2 Vliv bioplynové stanice na distribuční síť

Bioplynová stanice má udaný maximální elektrický výkon, který může do soustavy dodávat, striktně musí dodržovat stanovené toleranční pásma frekvence a účinníku. Ale

provozovatel není zavázán k dodávání specifického množství (nesmí jen překračovat povolené maximum) elektrické energie za časový úsek. Z toho vyplývá, že distribuční síť musí být regulována a dimenzována tak, aby byla schopna kompenzovat výkyvy dodávek z bioplynové stanice, ekologických zdrojů obecně. V zájmu provozovatele je ale samozřejmě dodávat maximální povolené množství elektrické energie neustále, jinak přichází o zisk. To však vzhledem k technologii není proveditelné a dochází k výpadkům dodávek el. energie.

Bioplynové stanice jsou mezi zelenými zdroji považovány za poměrně dobré zdroje el. energie. Stabilnějších výsledků dosahují pouze průtočné vodní elektrárny. Zdroje využívající sluneční a větrné energie jsou na tom hůře. Za největší problém pro regulování vyráběného výkonu jsou považovány velké fotovoltaické elektrárny. Protože v podstatě skokem může fotovoltaická elektrárna najet z minimálního výkonu na plný. Pro představu největší bioplynová stanice zemědělského typu je Bioplynová stanice Králíky, instalovaný elektrický výkon je 2,48 MW [9]. Největším zařízením spalující bioplyn je Ústřední čistírna odpadních vod Praha s instalovaným elektrickým výkonem 5,4 MW [9]. Největší fotovoltaickou elektrárnou v ČR je Fotovoltaická elektrárna Ralsko s instalovaným elektrickým výkonem 38,8 MW [17].

Pro zkvalitnění regulace vyráběného výkonu bylo zavedeno dispečerské řízení pro zelené zdroje elektrické energie, které umožňuje v některých situacích regulovat nebo zcela vypnout tyto zdroje.

4.3 Dispečerské řízení

Z novely Energetického zákona z roku 2011 dle § 23 odst. g) zákona č. 458/2000 Sb., vychází povinnost instalovat dispečerské řízení na výrobnách elektřiny nad 100 kW a více. Tato povinnost se nevztahuje na výrobce el. energie využívající obnovitelné zdroje uvedené do provozu před rokem 2000, do instalovaného elektrického výkonu do 10 MW včetně a na malé průtočné elektrárny do výkonu 10 MW včetně [13].

Dle ustanovení § 104 výše uvedeného zákona je pro všechny zdroje dle § 23 odstavce q), nejzašším termínem 30. červen 2013. Vlastní využívání dispečerského řízení je zakotveno v pravidlech řízení distribuční soustavy, které vydává každý jednotlivý provozovatel distribuční soustavy [13]. Díky aktivnímu jednání byly pro bioplynové stanice nastaveny jiné režimy

řízení výkonu, a to 100-75-50-25-0 % na rozdíl od normálních hladin 100-70-30-0 % výkonu [13]. Zároveň byla stanovena priorita omezování resp. vypínání elektrických zdrojů obnovitelné energie a to v pořadí [13]:

1. fotovoltaické elektrárny,
2. větrné elektrárny,
3. bioplynové stanice bez využití odpadního tepla,
4. bioplynové stanice a jiné kogenerační zdroje s výrobou elektřiny a tepla.

Dispečerské řízení je především určeno pro snadnější regulaci soustavy, vyhýbá se tím nutnosti regulovat například špičkové výkony fotovoltaických elektráren tím, že nepustí jejich plný výkon do distribuční sítě. Ušlý zisk by však měl Energetický regulační úřad hradit. Soběšice spadají do čtvrtého stupně priority, tedy na jejich odstavení dojde až v poslední řadě.

4.4 Vliv distribuční sítě na bioplynovou stanici

Mezi nebezpečí při provozu nezávislých zdrojů energie (zejména dříve před zavedením dispečerského řízení) bylo poškození jedné ze stran při nežádoucím připojení zdroje do sítě, nebo poškození zdroje při poruše sítě. Z praxe jde například o technologickou odstávku části vedení. Pokud do tohoto vedení dodává energii nezávislý zdroj, nesmí se stát, že by nepřerušil v tomto případě dodávku. K odpojení musí dojít pokud je situace opačná, například po úderu blesku do vedení vysokého napětí v blízkosti zdroje, při kterém by došlo k velkému přepětí, které by mohlo poničit elektro vybavení zdroje.

Pro ochranu před těmito kritickými stavy se instalují na zdroje síťové ochrany. Známým výrobcem je česká firma ComAp se svojí pokročilou síťovou ochranou MainsPro, která se pyšní spoluprací distributorů na jejím vývoji [18]. Tato ochrana je instalována i v trafostanici Bioplynové stanice Soběšice.

V prvních měsících provozu byla ochrana nastavena velmi citlivě a odpojovala bioplynovou stanici poměrně často. Proto byla nastavena menší citlivost pro krátkodobé přepětí v distribuční síti. Pro představu, pokud v Soběšicích obsluha zpozoruje bliknutí žárovky, je už stanice zpravidla nouzově zastavena.

5 Výpadky a odstávky Bioplynové stanice Soběšice

Jak již bylo dříve uvedeno, bioplynové stanice jsou stavěny z důvodu tvoření zisku. Ten se odvíjí od prodané el. energie. Proto se snaží Bioplynová stanice Soběšice maximalizovat vyrobené množství elektrické energie, tedy v ideálním případě o nepřetržitou výrobu maximálního možného elektrického a tepelného výkonu. Technologie, která je použita k výrobě bioplynu následně elektrické a tepelné energie, vyžaduje údržbu a servis. Údržba a servis některých komponentů (např. motoru kog. jednotky) vyžaduje vypnutí motoru, jde tedy o servisní odstávku. Přes neustálý servis se komponenty opotřebovávají, postupně dochází ke snižování jejich účinnosti až pod únosnou mez, poté je třeba komponenty vyměnit. Dochází i k poruchám, které jsou neočekávané (může jít o vadu materiálu, atd.), které mohou způsobit neočekávané výpadky. Další odstávky a výpadky se odvíjí od provozu distribuční sítě, která má také servisní odstávky, a nebo i na ní může dojít k poruše.

5.1 Druhy výpadků a odstávek a výpadků

Na bioplynové stanici dochází k mnoha drobným výpadkům a poruchám dílčích komponentů, nebo nedodržení určitých nadefinovaných parametrů, které však nevedou k odstávce kogeneračních jednotek z provozu. V takovém případě přivolá počítač obsluhu alarmem č.1. Typicky může jít o nenakrmení definovaného množství sušiny za určený čas, nebo nesepnutí frekvenčního měniče roztáčejícího šnek v krmné vaně. Obsluha řeší tyto problémy okamžitě (pokud je to v jejich silách) a díky tomu často není nutné jakkoliv snižovat vyráběný výkon nebo vypínat kog. jednotky. Zároveň se tím snižuje dopad na ekosystém vyhnívání, potažmo na kolísání výroby plynu (které se může projevit až s několika týdenním zpožděním).

Pokud se porucha objeví na vybavení kogenerační jednotky nebo dojde k požadavku na odpojení od síťového chrániče, vypíná řídicí systém okamžitě motory kog. jednotek. Ty je také nutné vypínat vždy při servisních a revizních pracích na silové části vedení a řídicím počítači nebo vybavení kogeneračních jednotek.

Oba druhy výpadků se snaží každý provoz bioplynové stanice omezit. Výpadky a odstávky, při kterých se vypíná jedna nebo více instalovaných kog. jednotek, tvoří ztrátu na zisku. Navíc se v tu chvíli brzdí vyhnívací proces, aby nedocházelo k pálení přebytku plynu ve fléře, proces se pak znovu musí stabilizovat. Je vhodné zabývat se příčinami malých

poruch a výpadků, protože často signalizují problém, který jinak přeroste ve výpadky, které vypínají kogenerační jednotky.

5.2 Zaznamenávání výpadků a odstávek na Bioplynové stanici Soběšice

Řídící počítač neumí efektivně tvořit databázi proběhlých alarmů, navíc zaznamenává jen časy vzniků poplachů a příčiny vypisuje jen u alarmů prvního stupně. U třetího stupně odkazuje na řídicí jednotku dané kogenerační jednotky.

Délka výpadků se nenechá ani odečíst z procenta vyrobeného výkonu, protože výkon motorů je automaticky řízen podle aktuálního vývoje plynu, potažmo stavu plynojemu. Motory jsou řízeny nebo i vypínány podle definovaných mezních stavů procentuálního naplnění plynojemu. V bioplynových stanicích se pracuje s biosystémem, jehož stav můžeme odhadovat z měřených parametrů, ale nikdy ho nejsme schopni dokonale předvídat. Proto se vypínání motorů při automatické regulaci jejich chodu nepovažuje za výpadek ani odstávku.

Proto jsem zvolil způsob zaznamenávání výpadků a odstávek, kdy je obsluha stanice zapisovala do evidenčních listů pokaždé, když nastal třetí úroveň alarmu. Tento způsob měření je zatížen chybou (pokud by obsluha zapomněla výpadek zapsat). Ale zároveň obsluha zapisuje, čím byl výpadek způsoben, pokud je to po znovu nahození motorů zřejmé. Pro eliminaci zapomínání na zapisování běželo zaznamenávání měsíc na zkoušku. Protože nebylo možné zaznamenávání výpadků provést jen díky výpočetní technice (kde by se omezila možnost zapomenutí), považuji za směrodatné informace získané z evidenčních listů.

Výpadky a odstávky kogeneračních jednotek byly zaznamenávány od srpna 2013 do dubna 2014. V té době došlo k 128 výpadkům a odstávkám s celkovou dobou trvání 2498 hodin. Na tomto čísle se podepsal požár třetí kogenerační jednotky. Pokud nebudeme počítat požár a jeho následky, došlo k 127 výpadkům a odstávkám s celkovou dobou trvání 338 hodin. Přesný seznam výpadků je v příloze A.

5.3 Rozdělení výpadků a odstávek

Jak již bylo dříve uvedeno, základní rozdíl v druhu odstávek a výpadků je v tom, zda došlo k omezení výroby kogeneračních jednotek. Zaznamenávány byly jen výpadky a odstávky, které přerušily nebo omezily výrobu kogeneračních jednotek.

Za odstávky považujeme plánované vypnutí kogeneračních jednotek. Ty se provádí jen v případě plánovaného servisu či při výměně nebo opravě opotřebovaných komponentů bioplynové stanice či kogenerační jednotky. Typicky jde o servisní úkony typu výměny olejů a filtrů ve spalovacích motorech, seřizování ventilových vůlí. Dále se plánují větší opravy, např. výměna kompaktních míchadel, kdy je třeba odkrýt plynojem a odčerpat část hladiny (pro takovou opravu existuje připravený postup, ale je samozřejmě nutné naplánovat celý průběh každé takovéto opravy zvlášť). Odstávka nastává i v případě plánované opravy a servisu distribuční sítě.

Výpadky neplánujeme, může k nim dojít kdykoliv. Příčinou je porucha či nepředvídatelné porušení některých základních parametrů bezpečnosti provozu. Například přepětí v síti, zakolísání frekvence, nedostatek plynu v plynojemu, přehřátí motoru atd.

Na základě zkušeností z provozu jsem výpadky a odstávky rozdělil do pěti kategorií viz. tabulka. Porucha s následným požárem je v tabulce uvedena samostatně pro lepší přehlednost, jinak je vedena jako porucha.

Tab. 2 Souhrnný přehled výpadků a odstávek BPS Soběšice

Druh výpadku, odstávky.	Počet výpadků, odstávek.	Četnot výpadků, odstávek [%].	Celková délka výpadků, odstávek [6].	Procentuální podíl délky výpadků, odstávek [%].	Průměrná délka jednoho výpadku [6].
Nedostatek plynu	23	18,1	35,7	10,6	1,6
Síť	19	15,0	15,3	4,5	0,8
Servis	15	11,8	53,0	15,7	3,5
Porucha	15	11,8	156,5	46,3	10,4
Požár s následky	1	0,8	2160,0	639,1	2160,0
Ostatní	55	43,3	77,5	22,9	1,4
Celkem	127	100,0	338,0	100,0	2,7
Celkem s požárem	128	100,8	2498,0	739,1	19,5

Z tabulky je zřejmé, že pokud nebudeme brát v úvahu požár, který naprosto vybočuje ze standardů, jsou z 46 % celkového trvání výpadků na vině poruchy. Jak již bylo popsáno v kapitole 3.3., po 43000 motohodinách, čili skoro po 5 letech provozu se rozbily krátce po sobě spalovací motory v 1. a 2. kogenerační jednotce. Před samotným „zastavením“ motorů je na sklonku životnosti provázelo mnoho odstávek způsobených právě jejich opotřebováním. Nejvíce výpadků bylo v kategorii ostatní, do které spadaly všechny výpadky, které na první pohled nemají jasnou příčinu. Ale v souhrnném pohledu se ukazuje, že v drtivé většině jde o symptomy poukazující na vývoj poruchy nebo opotřebení v systému.

5.3.1 Nedostatek plynu

Jak již bylo řečeno, chceme vyrábět jen množství plynu, které motory spotřebují při svém plném výkonu. Protože plyn je vyráběn biologickým rozkladem, nejsme schopni přesně řídit jeho výrobu. Plyn sice jímáme do plynojemu, zdálo by se tedy, že máme zásobu plynu, ale když vezmeme v potaz, že maximální velikost všech plynojemů je cca 700 m³ a jeden motor má spotřebu 130 m³/hod., je jasné, že jde spíše o provozní zásobník než o plynojem schopný pokrýt výpadky výroby plynu. Proto je rozumné udržovat stav plynojemu na cca 70-80 % plného stavu, aby obsluha byla schopna zachytit nečekané výkyvy ve vývoji plynu.

Za dobu měření došlo k 23 výpadkům způsobených nedostatkem plynu. V celku byla zastavena výroba na 35,7 hodiny, průměrná délka výpadku byla 1,6 hodiny. Většina z těchto výpadků má totožnou příčinu tzv. „vyhladovění“ bioplynové stanice.

Je snaha vybalancovat vyhnívací proces přesně tak, aby vyráběl přesně dané množství plynu při úplném rozkladu vstupních surovin. Pokud do vyhnívacího procesu dodáváme zbytečně nadměrné množství vstupních surovin (zejména sušiny), dochází na první pohled k dobrým výsledkům při vývoji plynu (proběhne část rychlejších anaerobních vyhnívacích procesů, ale neproběhne celý proces). Tím pádem nevyužíváme plný energetický potenciál vstupů, navíc může vyhnívací proces pokračovat v koncovém skladu. Dále je toto překrmování provázáno problémy s mícháním, tvorbou plavoucího příkrovu, tedy špatnému přetékání mezi fermentory. To jsou problémy, které dále narušují konstantní výrobu plynu. Druhým extrémem je nedostatečný přísun vstupních surovin, ten se vyznačuje nízkou výrobou bioplynu. Ve fermentoru není dostatek substrátu, proto bakterie nemají kde pracovat a přizpůsobují se novému stavu (nižší výrobě plynu). Každý provoz se snaží mít vývoj plynu optimalizovaný a těmto extrémům se vyhýbat. Za optimální stav se nechá považovat výroba bioplynu, která pravidelně kolísá mezi 70 a 80 % plného plynojemu, která s několikahodinovým zpožděním reaguje na drobné změny v příjmu vstupních surovin.

Výše uvedené „vyhladovění“ je stav, kdy má zmíněné kolísání mezi optimálními hodnotami (cca 70 až 80 % plynojemu) vzestupnou tendenci. Následně se buď ustálí na konstantní výrobě plynu nebo vzestupný vývoj výroby bioplynu (zejména v oblasti nad 90 %) zbrzdíme tím, že snížíme krmné dávky, čímž dosáhneme ustálení výroby plynu. Plyn se poté dále vyvíjí konstantně i desítky hodin, a pak dojde k neočekávané skokové změně a defakto se

úplně zastaví vývoj plynu a během desítek minut dojde k vyprázdnění plynojemu. Nepomůže často ani automatická regulace výroby kogeneračních jednotek s ohledem na stav plynojemu.

Velkým problémem je, že se tato „vyhladovění“ velmi špatně v čas detekují, jsou často rozeznatelná až po jejich začátku, tedy při prudkém klesání hladiny plynojemu. Pokud obsluha zpozoruje začátek skokového propadu, okamžitě přidá krmnou dávku sušiny navíc a sníží výrobu, tedy odpojí třetí kogenerační jednotku. Pokud je klesání hladiny plynojemu i nadále velmi strmé, odpojí i druhou kogenerační jednotku. V případě, že obsluha tento vývoj nezachytí, vypnou se kog. jednotky samy. Postup je stejný, je třeba přidat krmnou dávku a čeká se na zvednutí hladiny plynojemu, rozdíl je v celkové době odstávky. Čím déle je „vyhladovění“ detekováno, tím déle se vrací biosystém do optimálního stavu.

Za dobu měření (9 měsíců) došlo k 23 takovýmto výpadkům s průměrnou dobou obnovení výroby 1,6 hodiny, celkem jde o 10,6 % z celkového odstaveného času (bez požáru). Z tabulky v příloze je patrné, že ve čtyřech případech se nepodařilo znovu nastartování vyhnívacího procesu a během několika hodin došlo k opakovanému vyhladovění. Po zvážení tohoto faktu máme 17 primárních vyhladovění, které ve čtyřech případech provázelo po krátkém časovém úseku další výpadek se stejnou příčinou. V jednom případě se podařilo navrácení ke standardnímu stavu až na třetí pokus. Dále je z dat patrné, že tyto výpadky se stávají víceméně nahodile. Očekával jsem zvýšený výskyt výpadků způsobených nedostatkem plynu v době, kdy byla po požáru odstavena třetí kog. jednotka a vyráběly se 2/3 maximální možné výroby plynu. Ale to se nepotvrdilo, v tomto období nedošlo ke zvýšení četnosti těchto výpadků.

5.3.2 Sít'

Celkem jde o 19 výpadků s průměrnou délkou trvání 0,8 hodiny. Po přepočtení na odstávku všech třech kog. jednotek je délka výpadku 0,27 hodiny, tedy 16 minut. Výpadky zařazené do kategorie byly ty, které detekovala síťová ochrana a odstavila výrobu generátorů.

Pro znovu obnovení stačí jen resetovat síťový chránič. V praxi musí obsluha dojet do bioplynové stanice a nahodit jistič síťové ochrany. Poté musí v každé kog. jednotce smazat chybové hlášení a spustit startování každého motoru. Jak je výše uvedeno, tato procedura průměrně trvá obsluze 16 minut.

Tyto výpadky jsou jasně způsobeny překročením definovaných bezpečnostních parametrů distribuční sítě. Síťová ochrana pak ihned odpojuje výrobu. Může jít o zakolísání napětí nebo frekvence nad nadefinovanou mez. Síťové ochrany je třeba přesně nastavit, ideálně chceme, aby nereagovala na provozní špičky, které odezní v řádu milisekund, ale detekovala jen opravdové přetížení (např po úderu blesku do vedení). Klasickým případem příliš citlivě nastavených síťových ochran je reakce na pravidelnou síťovou špičku, kterou může způsobovat spouštění nějakého velkého podniku v okolí. To se týkalo i Soběšic, kdy v začátcích provozu docházelo často k těmto výpadkům okolo sedmé hodiny ráno. Po přenastavení citlivosti síťové ochrany už bioplynová stanice nemá s tímto kolísáním problém.

Měl jsem v úmyslu porovnat diagramy denního zatížení distribuční sítě s těmito 19 výpadky a ještě s několika dalšími vybranými výpadky, které jsou zařazeny mezi ostatními. Bohužel se mi nepodařilo tyto diagramy získat. Oslovil jsem Energetický regulační úřad. Ten má k dispozici pouze měsíční diagramy zatížení energetické sítě. Postupně jsem byl odkázán až na ČEZ distribuce a.s. Ten diagramy denního zatížení ukládá a eviduje, ale nemá zájem je poskytnout.

Tento problém jsem konzultoval s firmou EU-energy s.r.o., která se zabývá poradenstvím v oboru energetiky, zejména se věnuje připojování a provozu obnovitelných zdrojů se specializací na bioplynové stanice. Dozvěděl jsem se, že diagramy denního zatížení nemusí být poskytnuty z toho důvodu, že pravděpodobně vykážou ve většině případů, že distribuční síť opravdu kolísala. Při nestandardním chování distribuční sítě, klasicky při kolísání nad smlouvou udané meze, je povinnen provozovatel uhradit ušlý zisk dodavateli (v tomto případě Bioplynové stanici Soběšice). Nainstalovaná síťová ochrana dokáže tyto stavy rozpoznat a bioplynovou stanicí odpojit, ale neumí uložit do datalogeru důvod výpadku. Pokud jde o plánované servisní odstávky distribuční sítě, tento nárok zaniká, ale tento případ nenastal za 9 měsíců měření ani jednou. Celkem šlo o 15,3 hodin výpadku za 9 měsíců, jde o 4,5 % z celkového času výpadků a odstávek bez požáru, jde tedy o nejmenší činitel výpadků.

5.3.3 Servis

Do servisních odstávek by byly započítány jakékoliv pravidelné úkony údržby, které vyžadují odstavení kogenerační jednotky. Za dobu měření šlo jen o úkony spojené s provozem spalovacích motorů. Velkou výhodou tedy je, že pokud je výroba rozložena mezi více kogeneračních jednotek, servis se vždy provede na jedné odstavené kog. jednotce, která

je po dokončení servisních úkonů uvedena do provozu, poté se vypíná další kog. jednotka a se servisem se pokračuje na ní.

Mezi nejčastější servisní úkony patří výměna olejové náplně a filtrů ve spalovacích motorech. Standardně se olej mění po 400 hodinách provozu kogenerační jednotky, tedy po 16 dnech. To by znamenalo, že za 9 měsíců by mělo dojít k 16 výměnám oleje, avšak evidováno je ale 15 výměn oleje. Z evidenčních listů je patrné, že po instalaci nového motoru, a po generálních opravách zbylých dvou, přibyla výměna olejů navíc, protože nové motory se zabíhaly. Z dat vyplývá, že obsluha nejspíše zapoměla evidovat dvě výměny oleje, protože celkem mělo dojít k 17 výměnám provozních kapalin. Průměrná délka výměny oleje v jednom motoru se pohybuje mezi 30 až 50 minutami (jde o 90 litrů oleje), záleží na venkovních teplotách. Při teplotách blízkých 0 °C olej začíná tuhnout a kvůli tomu se hůře čerpá, dochází tedy k prodloužení doby výměny.

Dne 27.10. byl proveden mimořádný servis německým zastoupením firmy MAN, který trval dvě hodiny a šlo o výměnu plynových filtrů a filtrů na odvětrávání klikové skříně. Zároveň proběhla i standardní výměna olejů.

Zbylé dva servisy byly provedeny českým zastoupením firmy MAN. Jednalo se o standardní servisy, při kterých se mění olej, seřizují se ventilové vůle na motorech a mění se zapalovací svíčky. Servisní technik kontroluje při těchto pravidelných servisech stav kog. jednotek a podle vývoje opotřebení provádí další servisní úkony. Tento servis se opakuje každé 4 měsíce. Zde proběhl 10.9 a 27.12., v obou případech trval 9 hodin, tedy 3 hodiny v každé kogenerační jednotce.

Celkem bylo evidováno 15 servisních odstávek s průměrnou délkou 3,5 hodiny, jde o 15,7 % z celkového času odstavení kogeneračních jednotek, pokud není uvažován požár. Pokud započítám i neevidované výměny oleje, jednalo by se o 17 výměn s průměrnou délkou odstávky 3,3 hodiny. Po přepočtení procentuálního podílu z celkového času odstavení by šlo o 16,4 %, chyba není markantní, proto dále v analýze pokračuji s původními hodnotami.

5.3.4 Poruchy

Veškerá technická zařízení jsou konstruována s určitou životností. Pokud nejde o bezpečnostní prvky, necháváme pracovat zařízení až do momentu, kdy se opotřebuje natolik,

že již není schopné dále pracovat (ekonomické důvody). Dále může docházet ke specifickým okolnostem (vysoká teplota, vlhkost, vibrace), které urychlují stárnutí zařízení nebo ho nadměrně zatěžují. K dalším poruchám může dojít chybným úkonem obsluhy či servisu. Z výše uvedeného vyplývá, že čím starší technické zařízení je, tím vyšší je pravděpodobnost poruchy.

Výpadky způsobené poruchami jsou tedy neplánované, mnohdy nečekané. V Soběšicích došlo za dobu měření k 16 poruchám s celkovou dobou odstávky 2316,5 hodiny. Bez poruchy, jež vyvolala požár, který uvedl třetí kogenerační jednotku na 2160 mimo provoz, došlo k 15 výpadků s celkovou délkou 156,6 hodin. Při poruchách není možné ihned obnovit výrobu, je nutné provést opravu daných komponentů. Proto mají poruchy největší podíl na odstávkách, protože komponent je často třeba vyměnit (není možné držet každý komponent v záloze skladem), mnohdy není v silách obsluhy opravit poruchu. Pak je třeba zavolat specializovaný servis. Poruchy se podílely 46,3 % na celkové době výpadku, pokud započítáme i požár jde o 92, 7 % celkového odstaveného času.

Přesný výčet poruch s délkou je uveden v tabulce, včetně délky odstávky nutné k opravě.

Tab. 3 Seznam poruch za období srpen 2013 – duben 2014

číslo výpadku	datum	čas	celková délka výpadků [6]	důvod výpadku
37	10.9.2013	15:00	3	Nefunkční ovládací displej v kog. jednotce č.1.
38	10.9.2013	14:00	3	Čištění plynového potrubí.
44	16.9.2013	8:00	16	Motor č.1 výměna těsnění (pod filtry), motor č.2 výměna turbodmychdel.
45	17.9.2013	14:00	0,5	Výměna tepelného čerpadla.
47	28.9.2013	20:40	14	Nefunkční větrák na chladiči motoru č.2.
50	24.10.2013	6:00	1	Výměna startéru na prvním motoru.
66	19.11.2013	9:16	4	Opatřebené akumulátory, nemožnost nastartování motoru č. 2.
68	22.11.2013	12:40	12	Porucha motoru separátoru.
75	6.12.2013	20:20	0,33	Vypadlé lanko 2. klapky na ukazatelu plynu.
77	7.12.2013	2:00	1	Vypadlé lanko 2. klapky na ukazatelu plynu.
83	20.12.2013	13:00	4	Poucha řídicí elektroniky na druhém motoru.
86	28.12.2013	6:50	2160	Požár 3.tí kogenerační jednotky.
99	22.1.2014	3:00	48	Generální oprava prvního motoru.
101	29.1.2014	9:00	0,17	Oprava čerpadla topení v druhé kogenerační jednotce.
102	6.2.2014	11:00	48	Generální oprava druhého motoru.
114	12.3.2014	9:50	1,5	Čištění chladiče.

Na bioplynové stanici v průběhu měření došlo k největším poruchám za dobu jejího provozu. Bylo nutné repasovat oba spalovací motory po 43000 hodin, repase je standardně plánována po 25000 hodin. Stejně tak z třetí kogenerační jednotky zbyl původní jen kontejner, v němž je instalováno technické vybavení.



Obr. 7 Poškozená turbodmychadla (vlevo) a prasklé hlavy válců

Na výše uvedeném obrázku vidíme poškozená turbodmychadla, která nebyla schopna dodávat požadovaný plnicí tlak. Motor proto pracoval se sníženou účinností, nemohl dosáhnout plného výkonu a přehříval se. V srpnu a září došlo k 15 odstávkám způsobených přehřátím, ale tyto vadné komponenty byly dílčí příčinou těchto výpadků. Prasklé hlavy válců (praskliny jsou miniaturní, na fotce nejsou zřetelné) měly za následek únik chladicí kapaliny, to vyvolalo celkem 11 výpadků.

Předpokladem je, že dalších 25000 motohodin by měly spalovací motory pracovat bez větších obtíží. A právě jejich opravy trvaly z celkových 156,5 hodin poruchových odstávek 96 hodin. Opravy spalovacích motorů tedy tvoří 61,4 % odstávek způsobených poruchou pokud, nebereme v úvahu požár.

5.3.5 Ostatní

Mezi tyto výpadky se řadí všechny výpadky, které nespádaly do čtyř předchozích kategorií. Celkem jich bylo 55 s celkovou dobou trvání 77,5 hodiny, tudíž průměrná délka výpadku byla 1,4 hodiny. Jde tedy o výpadky s druhou nejkratší průměrnou délkou.

Příčiny výpadků:

- **Přehřátí**

Celé abnormálně teplé léto sužovaly bioplynovou stanici výpadky způsobené přehříváním motorů, které se nestačily uchládit. Během srpna došlo k 15 případům přehřátí, v září jen ke dvěma. Celková délka výpadků způsobených přehřátím byla 15,7 hodiny. Důvody přehřívání byly nezvykle velká horka spolu s motory na sklonku životnosti, které produkují více tepla.

- **Fern-Sofortstopp**

Tento výraz je překládán jako dálkové nouzové zastavení, kdy není známá přesná příčina, která ho vyvolává. Z evidenčních listů vyplývá, že došlo k 38 výpadkům po zhruba 20 minutách, tedy celkem 13,75 hodin. Dochází většinou k výpadkům první nebo třetí kogenerační jednotky. Pokud vypadne první jednotka, způsobí to zpravidla výpadek i druhé kogenerační jednotky. Největší četnost těchto výpadků byla v září, listopadu a poslední byl 28. 3. Pravděpodobně tyto výpadky způsobuje řídicí jednotka generátoru v reakci na síť nebo síťovou ochranu. S momentálním vybavením bioplynové stanice není možné tuto domněnku potvrdit.

- **Plynovod**

V plynovodu kondenzuje vlhkost. Občas s sebou nese bioplyn drobné částičky substrátu, které při kondenzaci ulpívají na stěnách a zužují jeho průřez. Devátého září překročila tato sedimentace únosnou mez. Plynovod byl během dvou hodin vyčištěn. Sedmáctého listopadu došlo ke zamrznutí plynovodu, byl to důsledek testování schopností tepelného výměníku, který plyn schlazuje. Odmražení trvalo 3 hodiny.

- **Nedostatek chladiva v chladícím okruhu motorů**

Došlo k 11 výpadkům zaviněným nedostatkem chladicí kapaliny v chladícím okruhu motorů, celkem šlo 3,5 hodiny. Únik vody byl způsoben v první kogenerační jednotce prasklou hlavou motoru, na druhé kogenerační jednotce došlo k prasklině na chladiči.

- **Zündelektronik**

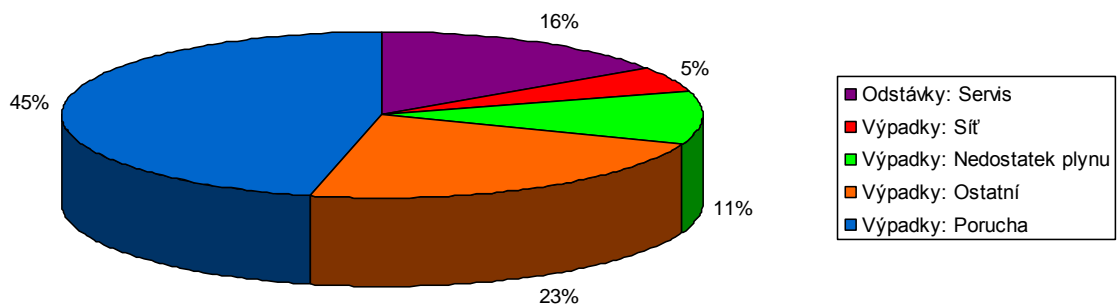
Jde o chybu řídicího počítače kogenerační jednotky. Tento výpadek se opakoval sedmkrát, celková doba odstávek kvůli němu činí 5,7 hodiny. Tento druh výpadku se začal projevovat v listopadu a poslední výpadek byl zaznamenán v únoru.

Do ostatních výpadků bylo ještě zahrnuto přepojování kabelů na transformátoru 13.12., které trvalo 30 minut a instalace přídatného měření v kogeneračních jednotkách 17.12., které trvalo nainstalovat dvě hodiny v každé kog. jednotce.

5.4 Zhodnocení odstávek a výpadků

Nejdéle trvající odstávkou z provozu byla porucha doprovázená požárem, která měla velké následky. Celkem byla kvůli tomu třetí kogenerační jednotka 2160 hodin mimo provoz, tedy třetinu z celého průběhu měření. Protože v absolutních číslech tvoří tato nehoda 86,5 % celkového odstaveného času a navíc jde o zcela nestandardní jev, rozhodl jsem se jí nezobrazovat v poměrovém vyjádření odstávek a výpadků, protože by naprosto zastínila zbylé výsledky.

Poměrová vyjádření výpadků a odstávek dle délky trvání



Obr. 8 Poměrové vyjádření výpadků a odstávek dle délky trvání

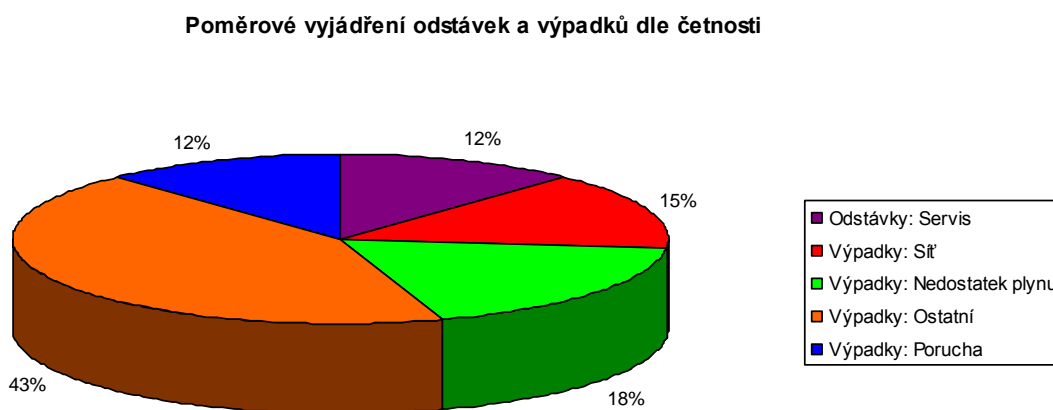
Z grafu je patrné, že neočekávané výpadky tvoří 84 % celkového času, kdy jsou kogenerační jednotky odstaveny.

Největší podíl na délce výpadků mají poruchy. Dá se to předpokládat, protože mnohdy je opravení poruchy mimo schopnosti nebo kompetenci obsluhy. V takovém případě musí na místo dorazit servis. Kvůli tomu má také porucha nejdelší průměrnou délku trvání a to 10,4 hodiny. Jak již bylo řečeno z 61,4 % se na poruchách podepsaly generální opravy motorů, které se prováděly poprvé a to po 43000 hodinách provozu.

Duhý největší podíl na celkovém trvání odstávek mají ostatní odstávky. Je to způsobeno tím, že stejně jako u poruch často není příčina jednoznačná a obsluha jí musí nejprve diagnostikovat a až potom ji může odstranit. Zároveň bylo co do četnosti ostatních odstávek nejvíce, šlo o 55 případů (viz. obr. 9). Třetím nejdéle působícím činitelem byl nedostatek plynu. Podle času nejméně výrobu omezovaly výpadky způsobené elektrickou sítí.

Zbýlých 16 % z času, kdy byla výroba zastavena, tvořily servisní odstávky. Ty jsou pro údržbu bioplynové stanice nezbytné a na rozdíl od zbylých výpadků jsou plánované.

Z grafu je zřejmé, že výpadky, které způsobila reakce síťové ochrany na stav distribuční sítě tvoří jen 5 % z celkové doby, kdy jsou kogenerační jednotky mimo provoz. Pokud bereme v úvahu správně nastavenou síťovou ochranu, za všechny tyto výpadky může nestandardní chování distribuční sítě. Bez inteligentní síťové ochrany nebo bez diagramů denní zátěže však nelze určit, kolik z těchto případů překračuje smlouvou definované podmínky chování distribuční sítě. Převažujících 95 % výpadků bylo způsobeno překročením bezpečnostních parametrů nebo poruchou na zařízení bioplynové stanice. V případě pohledu na stejnou problematiku z hlediska počtu výpadků způsobila distribuční síť 15% všech výpadků a odstávek (viz. obr. 9).



Obr. 9 Poměrové vyjádření výpadků a odstávek dle jejich četnosti

Pokud se podíváme na rozložení jednotlivých výpadků mezi kogenerační jednotky, opět zde dominuje nehoda na třetí kogenerační jednotce, která tvoří v absolutní délce 86,5 % odstaveného času. Proto ho pro následující srovnání nebudu uvažovat, ale aby bylo srovnání směřodonné, budu místo doby odstávky přepočítávat průměrnou poruchovost ze zbylého provozu třetí kogenerační jednotky, viz tabulka.

Tab. 4 Přehled délky výpadků jednotlivých kogeneračních jednotek za různých předpokladů

	Kogenerační jednotka č.1	Kogenerační jednotka č.2	Kogenerační jednotka č.3	Celkem
Všechny odstávky,výpadky [6]	136,5	150,2	2211,2	2498,0
Odstávky a výpadky bez požáru [6]	136,5	150,2	51,2	338,0
Teoretické výpadky bez požáru [6]	136,5	150,2	68,3	355,0
Teoretické výpadky bez požáru a bez generálních oprav [6]	88,5	102,2	68,3	259,0

Z tabulky jasně vyplývá, že při eliminování vlivu požáru by měla třetí kogenerační jednotka celkový nejkratší čas odstávek. První a druhá kogenerační jednotka mají v podstatě stejné doby odstávek vzhledem k třetí kog. jednotce. Tato nesymetrie vyplývá z toho, že motor a celá třetí kogenerační jednotka měla v době měření odpracovanou zhruba pětinu motohodin oproti původním kogeneračním jednotkám. Navíc nepracuje v nepřetržitém plném výkonu, proti zbývajícím kog. jednotkám, ale reguluje se s ní výroba podle vývoje plynu v plynojemech. Může být tedy i úplně odstavena v rámci regulace výroby (pokud je vypnuta, nedochází k poruchám a opotřebení).

Pokud nebudeme uvažovat generální opravy prvního a druhého motoru, dostáváme se na rozdíl okolo 14 a 20 hodin mezi jednotlivými kog. jednotkami. Tyto rozdíly už jsou způsobené jednotlivými poruchami vybavení kog. jednotek.

5.5 Návrh na opatření přispívající ke snížení počtu a délky výpadků a odstávek

5.5.1 Výpadky

Za největší aktuální slabinu Bioplynové stanice Soběšice považují starý šnekový dopravník, který nezvládá plně automaticky dopravit krmivo z krmné vany do prvního fermentoru. Jde o kombinaci zastaralé technologie (malý průměr šnekového dopravníku) spolu s opotřebením po pětiletém denním provozu. Doporučoval bych instalaci nového většího dopravníku o průměru 50 cm, který se již osvědčil na předfermentoru.

Přínos nového šnekového dopravníku by měl spočívat ve zkrácení doby krmení, která dosahuje průměrně 45 minut na 15 minut. Hlavní výhodou bude nemalá finanční úspora za spotřebovanou elektrickou energii. V podnikové kalkulaci vychází návratnost investice do nových šnekových dopravníků jen díky úspoře za spotřebovanou el. energii na 23 měsíců. Zároveň by mělo dojít k pravidelnějšímu krmení fermentoru, potažmo optimalizování průběhu vyhnívacího procesu. To by mohlo pozitivně ovlivnit výpadky způsobené nedostatkem plynu.

Nevýhodou je, že tato instalace vyžaduje vypuštění prvního fermentoru, ze kterého se odklidí nános mechanických nečistot (převážně kamení) usazených na dnu fermentoru. Tato

operace bude trvat se znovu naplněním a nastartováním vyhřívacího procesu v tomto fermentoru nejméně 6 týdnů.

Další možností zlepšení by mohla být instalace inteligentnější síťové ochrany s evidencí příčin výpadků. Na jejich základě se nechá podat reklamace na nedodržení smluvních parametrů provozovateli distribuční sítě. Firma EU-energy s.r.o. připravuje pilotní program na instalaci těchto inteligentních ochran a následné reklamační řízení. Doporučuji počkat na výsledky tohoto projektu. Protože pokud budeme uvažovat teoretickou maximální roční úsporu při kladném vyřízení všech reklamací, ušetřily by Soběšice zhruba 65.000,- Kč. Otázka je, na kolik vyčíslí firma EU-energy s.r.o. měsíční náklady na provoz tohoto reklamačního servisu. Další neznámou je úspěšnost v reklamačním řízení, protože propočítaná teoretická úspora 5.400,- Kč měsíčně počítá se 100% úspěšností.

Důležitou proměnou v délce výpadku je samotná obsluha bioplynové stanice. Protože její reakční doby a znalosti rozhodují o délce výpadku. Čím samostatnější a zručnější obsluhu bioplynová stanice má, tím kratší bude délka řešení atypických i opakujících se výpadků. Považuji za žádoucí, aby zaměstnanci chápali snahu o udržení výroby na maximální úrovni za svůj prvořadý úkol. Tento problém se netýká zaměstnanců obsluhy v Soběšicích, ale bylo by zajímavé se na tento faktor podívat v globálním měřítku.

5.5.2 Odstávky

Odstávky jsou z většiny plánované servisní úkony. V Soběšicích mají za více než 5 let provozu osvojená pravidla chodu a servisu, a proto provádějí odstávky, jen pokud je to nezbytně nutné. Dílčí drobné servisní úkony se snaží plánovat a přidružovat k pravidelným servisním odstávkám. Zde nevidím žádnou možnost zlepšení.

Závěr

Zpracoval jsem ucelenou práci, ve které jsem se zabýval spoluprací Bioplynové stanice Soběšice a distribuční sítě. Nejprve jsem vysvětlil pojem bioplyn, a to jak vzniká. Popsal jsem základní technologie pro získávání bioplynu, zaměřil jsem se především na bioplynové stanice s kontinuálním plněním, které jsou nejvíce rozšířeny. Popsal jsem původní i aktuální technické vybavení Bioplynové stanice Soběšice. Zhodnotil jsem její dosavadní provoz a spolupráci s distribuční sítí. Bioplynová stanice patřila k republikové špičce v poměru maximální možné výroby ku reálné výrobě. Po rozšíření bývalého provozu a navýšení výrobních kapacit je provoz stabilní, ale ještě se nepodařilo optimalizovat výrobu tak, jak tomu bývalo dřív.

Provedl jsem devítiměsíční sledování Bioplynové stanice Soběšice, při kterém byly sledovány výpadky a odstávky. Sledování zachytilo časový úsek, kdy došlo k vysokému počtu vážných poruch, při jedné z nich vyhořela celá kogenerační jednotka. Po vyřazení této nehody z naměřených dat vyplývá, že u Bioplynové stanice Soběšice je největší podíl výrobních odstávek způsoben poruchami.

Z práce vyplývá, že bioplynové stanice jsou při dodržení technologické kázně dobré zdroje elektrické energie pro základní pásmo, mezi obnovitelnými zdroji zauímají druhé místo za vodními elektrárnami. Bioplynové stanice mají ale zároveň velký potenciál stát se kvalitními zdroji špičkové energie.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] STRAKA, František. Bioplyn: příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů. 1. vyd. Říčany: GAS, 2003, 517 s. ISBN 80-732-8029-9.
- [2] SCHULZ, Heinz. Bioplyn v praxi: teorie - projektování - stavba zařízení - příklady. 1. české vyd. Ostrava: HEL, 2004, 167 s. ISBN 80-861-6721-6.
- [3] BROŽ, Karel a Bořivoj ŠOUREK. Alternativní zdroje energie: příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, 213 s. ISBN 80-010-2802-X.
- [4] KATWASSER, B.J.: Biogas. Regenerative Energieerzeugung durch anaerobe Fermentation organischer Abfälle in Biogasanlagen. Bauverlag Wiesbaden 1980
- [5] ŠVEC, Jan et al. Využití obnovitelných zdrojů energie v zemědělství: Zemědělské bioplynové stanice. dotisk prvního vydání. Chrudim: Callisto-96, 2010. ISBN 978-80-86832-49-4.
- [6] EnviWeb: Co je to bioplynová stanice?. In: EnviWeb s.r.o. [online]. Brno: EnviWeb s.r.o., 2005 [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: http://www.enviweb.cz/page/co_je_to_bioplynka
- [7] KRČÁLOVÁ, Eva. Příručka pro nakládání s digestátem a fugátem [online]. Brno, 2008 [cit. 2014-05-14]. MZe/MZLU/IPPC/25092008. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/32326/ETAPA_IV_Metodika_digestt_FV.pdf. Příručka. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně Institut celoživotního vzdělávání ve spolupráci s Ústavem zemědělské, potravinářské a environmentální techniky.
- [8] Na Zeleno: Bioplynové stanice [online]. 2008. vyd. xBizon, s. r. o [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bioplynova-stanice.dic>
- [9] Česká bioplynová asociace [online]. České Budějovice: Česká bioplynová asociace o. s., středa, 12. února 2014, 1.1.2014 [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: <http://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-stanic/>
- [10] DVORÁČKOVÁ, Tereza. eAgri: Zastavení administrace žádostí na realizaci bioplynových stanic v rámci PRV. In: [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011, 22.7.2011 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2011_zastaveni-administrace-zadosti-na.html
- [11] Čerpadla a mýchadla kejdy: Ponorná čerpadla LS. In: [online]. 2012. vyd. Ostrava: HAS a.s. [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <http://www.cerpadla-michadla.cz/cerpadla-michadla/eshop/0/0/5/17-Ponorna-cerpadla-LS>
- [12] CHP Goes Green: Bioplynová stanice Přeštice. In: MÁLEK, Bohuslav. [online]. Praha: SEVEN, o.p.s., 2012 [cit. 2014-05-04]. Dostupné z: <http://www.chp-goes-green.info/czech-republic/prague/chp-priklady/BP2>
- [13] Česká bioplynová asociace: Povinnost vybavit BPS dispečerským řízením. In: [online]. 14.3.2013. České Budějovice: Česká bioplynová asociace o. s, 2013, 14.3.2013 [cit. 2014-05-08]. Dostupné z: <http://www.czba.cz/aktuality/povinnost-vybavit-tps-dispecerskym-rozenim.html>
- [14] Česká republika. Energetický zákon: o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů. In: č. 458/2000 Sb. Praha, 2000. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/app/zakony/zakon.jsp?page=0&fulltext=&nr=458~2F2000&part=&name=&rpp=15#seznam>
- [15] Česká republika. Zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů. In: č. 180/2005 Sb. Praha, 2005. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/94D8ACBE55D98F61C1257074002922F8/\\$file/137-10.pdf](http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/94D8ACBE55D98F61C1257074002922F8/$file/137-10.pdf)

- [16] Česká republika. Zákon o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. In: č. 165/2012 Sb. Praha, 2012. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-165-2012-sb-o-podporovanych-zdrojich-energie-a-o-zmene-nekterych-zakonu>
- [17] HUČINOVÁ, Libuše. Energetický regulační úřad: Přehled licencí. In: [online]. Praha, 2005, 12.05.2014 20:50:45 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://licence.eru.cz/detail.php?lic-id=110100339&sequence=&total=>
- [18] MIČKALOVÁ, Marie. Solar technika: Nová pokročilá jednotka síťových ochran. In: [online]. Žilina: Techpark, 2009 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.solartechnika.sk/solartechnika-22011/intelipro-nova-pokrocila-jednotka-sitovych-ochran.html>

Přílohy

Příloha A – Evidence všech výpadků a odstávek BPS Soběšice

číslo výpadku	datum	čas	délka výpadku kog. 1 [hod]	délka výpadku kog. 2 [6]	délka výpadků kog. 3 [6]	celková délka výpadku [6]	důvody výpadků a odstávek
1	1.8.2013	11:17	4,00	4,00	0,00	8,00	přehřátí
2	3.8.2013	7:22	0,33	0,33	0,00	0,67	přehřátí
3	4.8.2013	1:13	0,33	0,33	0,33	1,00	síť
4	4.8.2013	10:41	0,25	0,25	0,00	0,50	přehřátí
5	4.8.2013	16:47	0,17	0,17	0,17	0,50	síť
6	4.8.2013	23:10	0,33	0,33	0,33	1,00	síť
7	5.8.2013	7:15	0,33	0,00	0,00	0,33	přehřátí
8	5.8.2013	21:30	0,00	0,33	0,00	0,33	přehřátí
9	7.8.2013	23:38	0,33	0,33	0,00	0,67	přehřátí
10	8.8.2013	18:30	0,33	0,33	0,33	1,00	síť
11	10.8.2013	2:04	0,33	0,33	0,00	0,67	nedostatek plynu
12	10.8.2013	5:15	0,33	0,33	0,00	0,67	nedostatek plynu
13	13.8.2014	3:50	0,50	0,50	0,00	1,00	nedostatek plynu
14	17.8.2013	20:15	0,33	0,33	0,00	0,67	přehřátí
15	17.8.2013	20:45	0,33	0,33	0,00	0,67	přehřátí
16	18.8.2013	7:10	0,12	0,12	0,00	0,24	přehřátí
17	18.8.2013	8:50	0,33	0,33	0,00	0,67	přehřátí
18	18.8.2013	9:05	0,25	0,25	0,00	0,50	přehřátí
19	18.8.2013	17:18	0,33	0,33	0,00	0,67	přehřátí
20	18.8.2013	16:05	0,33	0,33	0,00	0,67	přehřátí
21	19.8.2013	9:23	0,17	0,17	0,00	0,33	přehřátí
22	20.8.2013	5:15	0,25	0,25	0,00	0,50	nedostatek plynu
23	23.8.2014	18:53	0,08	0,08	0,00	0,17	přehřátí
24	24.8.2013	15:00	0,50	0,50	0,50	1,50	výměna oleje
25	28.8.2013	15:00	0,00	0,00	3,00	3,00	nedostatek plynu
26	2.9.2013	6:27	0,17	0,17	0,17	0,50	síť
27	3.9.2013		4,17	4,17	0,00	8,33	Fern-Sofortstopp (25x cca po hodině)
28	3.9.2013	23:10	0,17	0,17	0,17	0,50	síť
29	3.9.2013	23:45	0,17	0,17	0,17	0,50	síť
30	4.9.2013	0:30	0,17	0,17	0,17	0,50	síť
31	4.9.2013	1:05	0,17	0,17	0,17	0,50	síť
32	5.9.2013	8:26	0,17	0,17	0,00	0,33	přehřátí
33	6.9.2013	6:30	0,17	0,17	0,17	0,50	síť
34	6.9.2013	17:10	0,17	0,17	0,00	0,33	přehřátí
35	7.9.2013	6:30	0,17	0,17	0,17	0,50	síť
36	9.9.2013	16:00	1,00	1,00	0,00	2,00	ucpané plynové potrubí
37	10.9.2013	15:00	3,00	0,00	0,00	3,00	nefunkční ovládací dispkey
38	10.9.2013	14:00	1,00	1,00	1,00	3,00	čištění plynového potrubí
39	11.9.2013	18:45	1,00	0,33	0,33	1,67	síť
40	12.9.2013	4:15	1,50	0,00	1,50	3,00	přehřátí

41	12.9.2013	17:45	0,83	0,83	0,83	2,50	nedostatek plynu
42	14.9.2013	19:45	0,08	0,08	0,08	0,25	síť
43	15.9.2013	7:10	0,00	0,08	0,08	0,17	síť
44	16.9.2013	8:00	8,00	8,00	0,00	16,00	motor 1 výměna těsnění (pod filtry), motor 2 výměna turbodmychdel
45	17.9.2013	14:00	0,00	0,50	0,00	0,50	výměn atepelného čerpadla
46	20.9.2013	7:30	0,17	0,17	0,00	0,33	Fern-Sofortstopp (5x)
47	28.9.2013	20:40	0,00	14,00	0,00	14,00	Nefunkční větrák.
48	19.10.2013	13:15	0,50	0,50	0,50	1,50	výměna oleje
49	20.10.2013	3:05	0,17	0,17	0,00	0,33	über temperature
50	24.10.2013	6:00	0,50	0,50	0,00	1,00	Výměna startéru kog. 1
51	27.10.2013	13:00	0,00	2,00	0,00	2,00	Servis MAN (výměna plynového filtru)
52	27.10.2013	22:30	0,33	0,33	0,00	0,67	Fern-Sofortstopp
53	28.10.2013	0:46	0,25	0,25	0,00	0,50	Fern-Sofortstopp
54	28.10.2013	3:45	0,25	0,25	0,00	0,50	Fern-Sofortstopp
55	28.10.2013	14:30	0,17	0,17	0,00	0,33	Fern-Sofortstopp
56	28.10.2013	16:20	0,33	0,33	0,00	0,67	waseraust + Fern-Sofortstopp
57	2.11.2013	22:10	0,33	0,33	0,00	0,67	rück/minderleist + Fern-Sofortstopp
58	4.11.2013	15:55	0,17	0,17	0,00	0,33	Fern-Sofortstopp
59	8.11.2013	3:10	0,33	0,33	0,33	1,00	síť
60	12.11.2013	22:05	0,08	0,00	0,00	0,08	Fern-Sofortstopp
61	15.11.2013	9:02	0,33	0,00	0,00	0,33	Fern-Sofortstopp
62	16.11.2013	5:45	0,33	0,00	0,33	0,67	nedostatek plynu, Fern-Sofortstopp
63	16.11.2013	13:20	0,67	0,67	0,67	2,00	výměna oleje
64	16.11.2013	21:48	0,17	0,00	0,17	0,33	nedostatek plynu
65	17.11.2013	7:17	3,00	3,00	3,00	9,00	zamrzlé potrubí plynu
66	19.11.2013	9:16	0,00	4,00	0,00	4,00	Nešel nastartovat motor. Vadné akumulátory.
67	21.11.2013	4:26	0,17	0,00	0,00	0,17	rück/minderleist
68	22.11.2013	12:40	4,00	4,00	4,00	12,00	výpadek celé bio - motor separátoru
69	30.11.2013	2:45	3,00	0,00	0,00	3,00	zündelektronik + chlazení
70	2.12.2013	14:22	0,00	0,00	1,00	1,00	nedostatek plynu
71	3.12.2013	11:15	0,08	0,08	0,08	0,25	unterfrekvenc
72	5.12.2013	13:16	0,08	0,00	0,00	0,08	zündelektronik
73	5.12.2013	20:29	1,00	1,00	1,00	3,00	síť
74	6.12.2013	1:00	0,50	0,50	0,50	1,50	síť
75	6.12.2013	20:20	0,17	0,00	0,17	0,33	vypadlé lanko 2. klapky na ukazatelu plynu
76	6.12.2013	21:00	0,33	0,33	0,33	1,00	síť
77	7.12.2013	2:00	0,33	0,33	0,33	1,00	vypadlé lanko 2. klapky na ukazatelu plynu
78	10.12.2013	0:12	0,17	0,00	0,00	0,17	rück/minderleist
79	13.12.2013	9:00	0,50	0,50	0,50	1,50	přepojování kabelů v transformátoru 1
80	14.12.2013	14:00	0,50	0,50	0,50	1,50	výměna oleje

81	17.12.2013	10:00	2,00	2,00	2,00	6,00	přidání měření v kogeneračních jednotkách
82	18.12.2013	9:00	6,00	6,00	6,00	18,00	přepojování trnasformátoru
83	20.12.2013	13:00	0,00	4,00	0,00	4,00	poucha elektroniky + výměna olejů
84	26.12.2013	8:31	0,17	0,17	0,00	0,33	zündelektronik
85	27.12.2013	12:45	3,00	3,00	3,00	9,00	servis
86	28.12.2013	6:50	0,00	0,00	2160,00	2160,00	Požár 3.tí kogenerační jednotky
87	7.1.2014	1:45	2,00	0,00	x	2,00	nedostatek plynu
88	7.1.2014	8:00	1,00	1,00	x	2,00	výměna olejů
89	8.1.2014	3:55	0,50	0,00	x	0,50	zündelektronik
90	8.1.2014	14:15	0,08	0,00	x	0,08	über temperature
91	9.1.2014	7:00	0,25	0,25	x	0,50	wasser aust
92	9.1.2014	9:05	0,00	0,17	x	0,17	über temperature
93	9.1.2014	10:42	0,08	0,08	x	0,17	zündelektronik + Fern-Sofortstopp
94	11.1.2014	12:45	1,00	1,00	x	2,00	výměna oleje
95	11.1.2014	22:00	1,00	0,00	x	1,00	zündelektronik
96	15.1.2014	0:55	1,00	1,00	x	2,00	nedostatek plynu
97	15.1.2014	18:00	1,00	0,00	x	1,00	nedostatek plynu
98	16.1.2014	5:50	1,00	0,00	x	1,00	nedostatek plynu
99	22.1.2014	3:00	48,00	0,00	x	48,00	generálka motoru
100	24.1.2014	9:30	0,00	0,50	x	0,50	výměna oleje + wasser aust
101	29.1.2014	9:00	0,00	0,17	x	0,17	oprava čerpadla topení
102	6.2.2014	11:00	0,00	48,00	x	48,00	generálka motoru
103	8.2.2014	13:00	0,50	0,50	x	1,00	výměna oleje
104	9.2.2014	4:30	0,00	0,17	x	0,17	wasser aust
105	10.2.2014	9:07	0,08	0,00	x	0,08	zündelektronik
106	10.2.2014	23:00	0,25	0,25	x	0,50	vlnění sítě, ausgelost
107	11.2.2014	4:15	0,50	0,50	x	1,00	zündelektronik
108	6.3.2014	2:45	0,00	0,25	x	0,25	wasser aust
109	8.3.2014	13:15	3,00	3,00	0,00	6,00	výměna oleje + wasser aust
110	9.3.2014	5:40	0,00	0,17	0,00	0,17	wasser aust
111	9.3.2014	11:15	0,00	0,17	0,00	0,17	wasser aust
112	11.3.2014	10:00	0,00	0,17	0,00	0,17	wasser aust
113	12.3.2014	3:00	0,00	1,00	0,00	1,00	wasser aust
114	12.3.2014	9:50	0,00	1,50	0,00	1,50	čištění chladiče
115	13.3.2014	0:00	2,00	0,00	0,00	2,00	teplota
116	26.3.2014	15:15	1,00	0,00	0,00	1,00	nedostatek plynu + fázování
117	27.3.2014	3:30	0,50	0,50	0,00	1,00	nedostatek plynu
118	27.3.2014	4:30	0,00	0,00	1,00	1,00	nedostatek plynu
119	27.3.2014	8:30	3,00	3,00	0,00	6,00	výměna oleje
120	27.3.2014	17:00	0,00	0,00	2,00	2,00	nedostatek plynu
121	28.3.2014	0:00	0,00	0,00	2,00	2,00	nedostatek plynu
122	28.3.2014	4:15	0,00	0,00	4,00	4,00	nedostatek plynu
123	28.3.2014	7:20	0,00	1,00	0,00	1,00	Fern-Sofortstopp

124	29.3.2014	4:00	0,00	2,00	2,00	4,00	nedostatek plynu + Fern-Sofortstopp
125	30.3.2014	7:15	1,50	1,50	1,50	4,50	výměna oleje
126	1.4.2014	22:40	0,00	0,17	0,17	0,33	nedostatek plynu + Fern-Sofortstopp
127	10.4.2014	12:50	3,00	3,00	3,00	9,00	servis
128	28.4.2014	9:30	1,50	1,50	1,50	4,50	výměna oleje
celková délka výpadků kog. 1 [h]			136,52				
celková délka výpadků kog. 2 [h]				150,19			
celková délka výpadků kog. 3 [h]					2211,25	bez požáru	51,25
celková délka výpadků všech kogeneračních jednotek [h]					2497,96	bez požáru	337,96