



Klastr bioplyn, z.s.p.o.
Hájecká 215
273 51 Červený Újezd
tel : +420 732711998
e-mail: info@klastrobioplyn.cz



Měření koncentrace příměsí v čištěném bioplynu při provozu bioplynové stanice a různé kvalitě bioplynu

studie



(11/2014)

Identifikační list

Název projektu: Ovlivnění kvality bioplynu v závislosti na vstupních surovinách a provozním režimu bioplynových stanic

Místo realizace: Praha, Červený Újezd, Česká republika – lokality BPS

Objednatel: ECO trend s.r.o.
Na dolinách 128/36
147 00 Praha 4
IČ: 49683039

Zpracovatel: Klastr bioplyn z.s.p.o.
Hájecká 215,
273 51, Červený Újezd
IČO: 72069694

Zpracovali: Ing. Tomáš Rosenberg, PhD.

Počet stran: 93 (včetně příloh)

OBSAH

1. Úvod	5
2. Teorie anaerobní fermentace	6
2.1. Skupiny anaerobních mikroorganismů	8
2.2. Parametry ovlivňující funkci anaerobního procesu.....	10
2.3. Vhodnost substrátu pro anaerobní technologii.....	14
2.4. Produkce a kvalita bioplynu z různých substrátů	20
3. Výsledky dlouhodobého sledování kvality bioplynu na BPS	25
4. Vyhodnocení dlouhodobého sledování kvality bioplynu na vybraných BPS 49	
4.1. Kvalita bioplynu v závislosti na dávkovaných surovinách.....	49
4.2. Kvalita bioplynu v závislosti na technologickém uspořádání BPS.....	50
4.3. Účinnost biologického odsíření v závislosti na substrátech a technologickém uspořádání BPS	50
5. Závěry	53

Seznam zkratk:

CHSK	Chemická spotřeba kyslíku stanovená dichromanem
BPS	Bioplynová stanice
KJ	kogenerační jednotka
SRB	Sulfát-redukující bakterie
POXČ	Průměrné oxidační číslo
TS,VL	Total solids, veškeré látky, sušina při 105°C
OS, VLorg	Organics solids, organická sušina, stanovená při 550°C
FOS	Titrační sumární stanovení těkavých mastných kyselin využívané pro monitoring BPS
TAC	Celkový anorganický uhlík, titrační sumární stanovení využívané pro monitoring BPS
RL	Rozpuštěné látky
ČOV	Čistírna odpadních vod
N-látky	Stanovení dusíkatých látek v krmivech
N-NH ₄	Amoniakální dusík
Ncelk	Celkový dusík, Kjehldalovo stanovení
MKM	Masokostní moučka

1. Úvod

Technologie anaerobní fermentace je aplikací původně přírodních rozkladných procesů probíhajících za nepřístupu vzduchu. Obecně se jedná o soubor procesů, při nichž směsná kultura mikroorganismů postupně rozkládá biologicky rozložitelnou organickou hmotu bez přístupu vzduchu za vzniku bioplynu jako žádaného produktu. Produkt jedné skupiny organismů je substrátem pro skupinu další. V případě, že proces je v rovnováze, jsou tak meziprodukty okamžitě zpracovávány dalším mikroorganismy a výsledným produktem je pouze zbytková organická hmota, anaerobní biomasa a bioplyn.

Výsledná kvalita bioplynu závisí na značném množství parametrů, které budou popsány v následujících kapitolách. Za klíčové parametry v tomto ohledu lze považovat složení substrátů, zatížení procesu, účinnost procesu, provozní tlak a vliv teploty procesu.

2. Teorie anaerobní fermentace

Princip anaerobního procesu již byl popsán celou řadou prací a v následujících odstavcích je pro jeho obecnou známost uveden pouze jeho stručný popis.

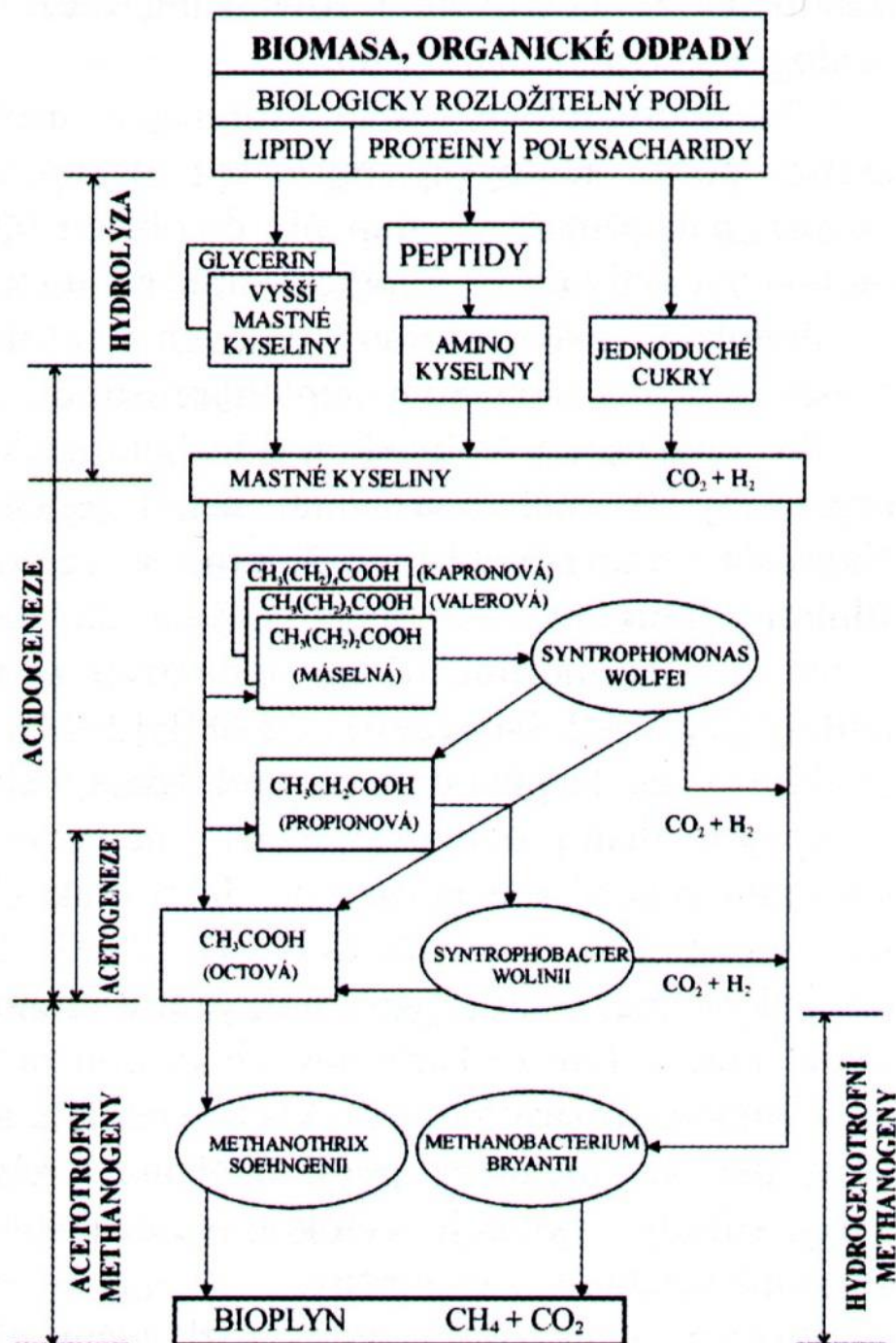
Při metabolismu anaerobních systémů je energie získávána sérií dekarboxylačních a redox reakcí. Organické látky jsou rozkládány během procesu, který můžeme rozdělit na čtyři hlavní stupně - hydrolýzu, acidogenezi, acetogenezi a methanogenezi. Tento anaerobní rozklad vyžaduje koordinovanou spolupráci úzce specializovaných mikroorganismů, které rozdělujeme na čtyři hlavní metabolické skupiny: fermentační hydrolytické mikroorganismy, acetogenní mikroorganismy produkující vodík, homoacetogenní a methanogenní mikroorganismy.

Hydrolýza

V prvním stadiu rozkladu, hydrolýze, dochází vstupem molekuly vody k destrukci makromolekulárních rozpuštěných i nerozpuštěných organických látek na monomery a dále na jednodušší, ve vodě rozpustné látky, které jsou oproti vysokomolekulárním látkám schopny transportu skrze buněčné membrány do buňky. Konečným produktem hydrolýzy jsou monosacharidy, glycerol, vyšší mastné kyseliny a aminokyseliny. Proces hydrolýzy tedy probíhá přímo v médiu. Rychlost hydrolýzy je v některých případech nejpomalejší ze všech reakcí anaerobního rozkladu, proto může být limitujícím faktorem celého průběhu methanizace. Tento proces je obzvláště důležitý u pevných rostlinných substrátů, kde je skutečně hlavním limitujícím krokem.

Acidogeneze

V této fázi jsou produkty hydrolýzy rozkládány uvnitř buňek na jednoduché organické látky, převážně na nižší mastné kyseliny, alkoholy, oxid uhličitý a vodík. Složení a množství produktů je závislé na substrátu a na podmínkách procesu. Na základě sledování koncentrace nižších mastných kyselin můžeme monitorovat průběh a rovnováhu celého procesu.



Obr. 1: Možné schéma anaerobního rozkladu

Acetogeneze

Další částí anaerobního procesu je acetogeneze, při které dochází k oxidaci produktů acidogeneze na vodík, oxid uhličitý a kyselinu octovou. Při tomto procesu vzniká stejně jako při acidogenezi vodík, který proces inhibuje. Produkty acidogeneze jsou také oxidovány na kyselinu octovou a oxid uhličitý denitrifikačními a sulfátredukujícími bakteriemi. Dále dochází k acetogenní respiraci vodíku a oxidu uhličitého homoacetogenními organismy za tvorby kyseliny octové. Tento proces se

spolu s methanogeny podílí na udržování nízkého parciálního tlaku vodíku v systému.

Methanogeneze

V posledním stadiu, methanogenezi, dochází k tvorbě methanu a oxidu uhličitého z přítomných methanogenních substrátů, což jsou hlavně jedouhličkaté látky, vodík a kyselina octová. Je ovšem možné, že se vyskytují i druhy methanogenů schopné využívat jako donor vodíku kyseliny máselnou, valerovou nebo kapronovou. Zhruba 70 % methanu v bioplynu vzniká činností acetotrofních methanogenních bakterií, které jako substrát využívají kyselinu octovou.

Druhou skupinou jsou hydrogenotrofní methanogeny, které využívají vodík a oxid uhličitý. Hlavně tyto organismy regulují množství vodíku v systému. Methanogenům mohou výrazně konkurovat také denitrifikační a sulfátredukující bakterie, pokud jsou v substrátu přítomny jejich konečné elektronové akceptory, dusičnany a sírany.

2.1. Skupiny anaerobních mikroorganismů

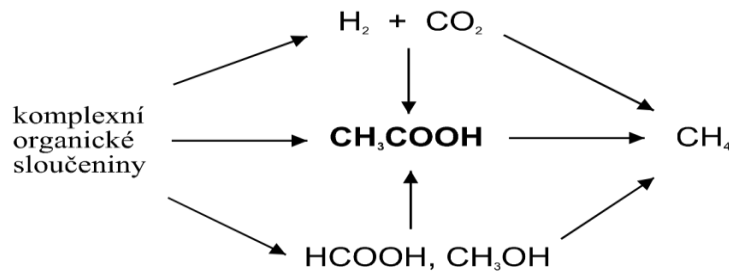
Anaerobní rozklad je prováděn vždy celou řadou skupin mikroorganismů. Jejich hlavní skupiny jsou uvedeny v následujícím přehledu. Rozklad je obvykle prováděn všemi skupinami ve směsi, kde produkt jedné skupiny mikroorganismů je substrátem pro skupinu jinou. Dlouhodobě probíhají pokusy některé fáze procesu oddělit optimalizací podmínek pro některé specifické skupiny mikroorganismů, ovšem jednoznačných výsledků se zatím nepodařilo v tomto směru dosáhnout.

Fermentační a hydrolytické organismy

Mikroorganismy této skupiny provádějí první dva kroky anaerobního rozkladu organických látek, hydrolýzu a acidogenezi. Jsou vysoce odolné vůči změnám prostředí a vyznačují se velmi rychlým růstem s generační dobou okolo třiceti minut. Nejčastěji se vyskytujícími organismy jsou zástupci čeledí *Streptococcae*, *Enterobactericeae* a rody *Bacteroides*, *Clostridium*, *Butylvibrio* a *Eubacterium*.

Acetogenní mikroorganismy produkující vodík

Tyto mikroorganismy jsou velmi závislé na přítomnosti vodíku v prostředí. Je pro ně nežádoucím meziproduktem, neboť inhibuje jejich metabolismus. Jejich činnost je velmi důležitým článkem anaerobního rozkladu, katabolyzují kyselinu propionovou a další vyšší kyseliny, alkoholy a některé aromáty na kyselinu octovou, oxid uhličitý a vodík. Ze zástupců můžeme zmínit podle *Syntrophobacter wolinii*.



Obr. 2: Role kyseliny octové v anaerobním procesu

Homoacetogenní mikroorganismy

Homoacetogenní mikroorganismy rostou na jedouhlíkatých i víceuhlíkatých substrátech. Narozdíl od předešlých skupin neprodukuje vodík, naopak mohou vodík i spotřebovávat a vedle methanogenů se podílet na udržování jeho koncentrace. Nejhojnějšími zástupci jsou *Clostridium thermoscuticum* a *Acetobacterium woodii*.

Denitrifikační a sulfátredukující mikroorganismy

Tyto mikroorganismy jsou schopné růst na víceuhlíkatých substrátech a s využitím dusičnanů nebo síranů jako akceptorů elektronů tvořit kyselinu octovou, vodík, dusík, amoniak a sulfan a tak podporovat methanogenezi tvorbou methanogenních substrátů. Mohou rovněž mírnit škodlivé působení vodíku díky své vyšší afinitě k němu. Za určitých podmínek mohou však methanogenům výrazně konkurovat. Zvýšená koncentrace dusičnanů a síranů v systému způsobuje inhibici methanogeneze, protože energetická výtěžnost jejich reakcí je vyšší než methanogenů. Zástupci jsou rody *Desulfovibrio*, *Desulfotomaculum* a *Desulfobulbus*.

Methanogenní organismy

Methanogeny zastávají v anaerobním rozkladu klíčovou úlohu. Jsou poslední a nejdůležitější metabolickou skupinou, neboť převádějí konečné produkty rozkladu, obsahující uhlík, do plynné fáze. Jsou příbuzné s nejstaršími organismy na Zemi, kdy byla atmosféra Země silně redukční. Jsou proto striktními anaeroby a pro růst vyžadují extrémně nízké hodnoty redox potenciálu okolo -330 mV.

Methanogeny dělíme na acetotrofní a hydrogenotrofní. Acetotrofní methanogeny, které produkují 70 % methanu, svými metabolickými procesy rozkládají kyselinu octovou na methan a oxid uhličitý. Ve srovnání s hydrogenotrofními organismy rostou pomaleji s generační dobou 2 - 10 dní. Hydrogenotrofní methanogeny produkují methan z vodíku a oxidu uhličitého. Rostou značnou rychlostí s generační dobou 6 - 24 hodin. Význam těchto organismů je zásadní, protože odstraňují ze systému téměř veškerý vodík. Nejprostudovanějšími druhy methanogenů jsou *Methanosarcina barkeri*, *Methanobacterium thermoautotrophicum*.

2.2. Parametry ovlivňující funkci anaerobního procesu

Faktory můžeme rozdělit jednak mezi faktory fyzikálně chemické a mezi faktory provozní. Základní fyzikálně chemické faktory ovlivňující methanizaci jsou teplota, reakce prostředí, koncentrace nižších mastných kyselin (NMK), složení substrátu a přítomnost toxických a inhibičně působících látek. Mezi provozní parametry můžeme jmenovat např. typ míchání, způsob dávkování a homogenitu substrátu.

Vliv teploty

Teplota významně ovlivňuje průběh anaerobních procesů, stejně jako všech biochemických procesů. S rostoucí teplotou tedy vzrůstá rychlost všech reakcí probíhajících při methanizaci. Se změnou teploty může také docházet ke změnám zastoupení jednotlivých druhů organismů, což může způsobit porušení rovnováhy až úplné zastavení procesu methanizace. Dále dochází při vyšší teplotě k zvýšení rozpustnosti některých organických látek, což je přínosné pro související transportní jevy.

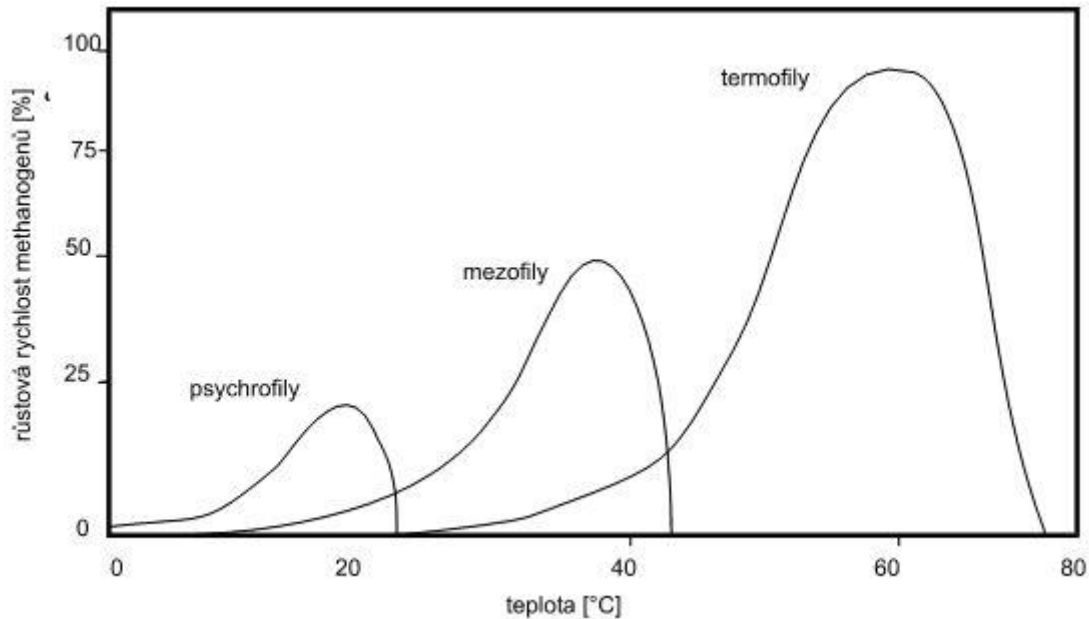
V praxi je zatím při většině aplikací dostačující provozovat methanizaci za nižší a stabilně udržované teploty, než za teploty vyšší, kterou lze hůře udržet konstantní.

Podle růstových optim rozdělujeme organismy do teplotních tříd. Skutečné hranice mezi těmito třídami ovšem neexistují a různí autoři uvádějí mírně se lišící teplotní rozmezí pro jednotlivé třídy. Z hlediska teplotního režimu rozdělujeme methanizaci na:

- a) kryofilní (0 - 7 °C)
- b) psychofilní (5 - 27 °C)
- c) mezofilní (27 - 40 °C)
- d) termofilní (45 - 60 °C)

Dnes pracuje většina reaktorů pro anaerobní stabilizaci kalů v mezofilní a část v termofilní oblasti. Dle některé literatury mezofilní procesy obecně vykazují vyšší stabilitu, především pak v závislosti na výkyvech teploty, termofilní procesy naopak jsou méně stabilní, velmi citlivé na změny teploty, pH a koncentrace inhibitorů.

Výhodou termofilních procesů je nutné spatřovat především v zvýšení růstových rychlostí anaerobních organismů, dále zvýšenou účinnost rozkladu organických látek, významně účinnější hygienizaci.



Obr. 3: Graf teplotních optim jednotlivých skupin anaerobních mikroorganismů

Anaerobní proces a to jak termofilní, tak mezofilní vykazuje velmi negativní reakci na náhlé změny teploty v provozu zařízení. Při vyšším zatížení systému přináší změna teploty i o 3 stupně silnou reakci spojenou se zhoršenou funkcí systému. Lze zaznamenat pokles produkce bioplynu, zvýšení koncentrace mastných kyselin, pění a další jevy. V případě stabilního udržování teploty na nové hodnotě dojde většinou k adaptaci biomasy na nové podmínky a postupnému plnému obnovení funkce systému.

Teplota fermentace má značný vliv na rovnováhy výskytu některých iontů a to zejména systémy ($\text{N-NH}_4^+ - \text{NH}_3$) a ($\text{S}^{2-} - \text{H}_2\text{S}$). To může zásadně ovlivnit účinnost a stabilitu procesu anaerobní fermentace bez ohledu na samotnou účinnost rozkladného procesu při dané teplotě.

Vliv reakce prostředí

Optimální pH pro činnost methanogenů je v úzké oblasti mezi 6,5 - 7,5. Pod pH 6 a nad pH 8 dochází k jejich inhibici. Acidogenům naopak vyhovují nižší hodnoty pH okolo 5,7. Pro udržení pH v požadovaném rozmezí je potřeba dostatečná tlumivá kapacita, která je dána především systémem $\text{CO}_2\text{-HCO}_3^-$ s NH_4^+ jako majoritním kationtem, dále fosfáty, silikáty aj. Hodnotu pH ovlivňuje rovněž složení substrátu, produkce a spotřeba CO_2 a produkce nižších mastných kyselin. Změnu pH může způsobit také náhlý přítok silně kyselého či alkalického substrátu. V takových případech je nutné pH upravovat použitím kyselých nebo zásaditých přísad, což je ovšem provozně velmi nevýhodné.

Vliv koncentrace NMK

Nižší mastné kyseliny jsou nejdůležitějším meziproduktem anaerobního rozkladu organických látek. Při methanizaci jsou přítomny zejména kyseliny octová, propionová, máselná, mléčná, při vyšším zatížení valerová a kapronová. Koncentrace těchto kyselin závisí na druhu substrátu a průběhu anaerobního procesu. Je prokázáno, že inhibičně působí pouze nedisociované formy, a to již od koncentrací 40 - 60 mg.l⁻¹. V neutrálním pH probíhá methanizace bez inhibice až do koncentrace těchto kyselin cca 10 g.l⁻¹.

Lze dokumentovat i průběh anaerobního procesu za vyšších koncentrací těchto kyselin, zejména v nesprávně provozovaných bioplynových stanicích. Zde dochází sice k významnému snížení účinnosti rozkladu, samotná methanogeneze ovšem není zcela zastavena. Provoz je ovšem provázen intenzivním zápachem.

Vliv složení substrátu

Složení substrátu se výrazně podílí na podílu jednotlivých druhů organismů. Pro dobrý průběh anaerobního rozkladu je důležité, aby substrát měl vyvážený poměr zdrojů uhlíku, makronutrientů i mikronutrientů.

Pro anaerobní rozklad tuhých látek je zásadní především poměr C : N, kdy v případě vyššího obsahu dusíku dochází vlivem rozkladu org. látek k jeho uvolňování a transformaci na amoniakální formu s možnými inhibičními vlivy. Pro nerizikové zpracování je možno stanovit minimální poměr C : N na cca 20 – 25:1, jako optimální poměr se uvádí hodnota 30:1, která je ovšem u převážné většiny běžných substrátů pro výrobu bioplynu obtížně dosažitelná. V následujícím přehledu jsou uvedeny rámcové poměry C:N pro některé běžné substráty.

kukuřičná siláž	C:N cca 29:1
travní senáž	C:N cca 22:1
kejda	C:N cca 6:1 - 15:1
masokostní moučka	C:N cca 4,5:1
masný odpad 3 kategorie	C:N cca 4,2:1
surový kal z ČOV	C:N cca 15:1
kuchyňský odpad	C:N cca 15:1 – 20:1
tuk	C:N 100:1

Podrobnější popis rozkladu a vlastností některých skupin substrátů je popsán v následujících odstavcích.

- *Sacharidy*

Polysacharidy jsou součástí veškeré rostlinné biomasy, patří sem škrob, celulóza a hemicelulózy. Vzhledem ke složení polysacharidů a jejich průměrnému oxidačnímu číslu má získaný bioplyn relativně nižší obsah methanu cca 50 %. Z polysacharidů je nejlépe rozložitelný škrob, poměrně snadno se hydrolyzuje amylolytickými enzymy na jednoduché sacharidy. Škrobová zrna rostlin obsahují 10 – 20 % polysacharidů rozpustných ve vodě s molekulovou hmotností 10000-50000 (amylóza) a 80-90 % polysacharidu nerozpustného ve vodě s molekulovou hmotností 50000-1000000 (amylopektin).

- *Lipidy*

Tato skupina látek je někdy ztotožňována s termínem „tuky“, čímž jsou míněny triglyceridy vyšších mastných kyselin. Do skupiny lipidů však patří všechny estery vyšších mastných kyselin, které se nacházejí v rostlinných nebo živočišných tkáních. Společnou charakteristikou lipidů je přítomnost mastných kyselin s dlouhým alifatickým řetězcem a malým počtem atomů kyslíku v jejich molekulách. Proto tuky mají nejvyšší výtěžnost metanu ze všech skupin substrátů, navíc podléhají relativně snadno enzymové hydrolyze. Problémem může být technické zvládnutí rozkladu tuků, které díky své hydrofobicitě mohou mít tendenci vyplouvat k hladině, oddělovat se z vodní fáze nebo zvyšovat tvorbu pěny. Je proto nutno optimalizovat především jejich dávkování a míchání reaktorových systémů.

- *Proteiny*

Bílkoviny (proteiny) jsou vysokomolekulární polymery, u jednoduchých bílkovin α -aminokyselin, zatím co složené bílkoviny obsahují jednu nebo více sloučenin odlišné povahy. Bílkoviny se vyskytují v tkáních organismů a rostlin buď samostatně anebo v kombinaci s nukleovými kyselinami, sacharidy nebo s lipidy. Proteiny patří mezi dobře biologicky rozložitelné látky, jejich POXČ se pohybuje v rozmezí od -1,2 až -2 a proto vykazují vysokou výtěžnost metanu. Proteiny jako jediné z výše uvedených substrátových skupin obsahují ve svých molekulách heteroatomy, kromě uhlíku, vodíku a kyslíku obsahují hlavně dusík a síru. Při anaerobním rozkladu bílkovin přechází vázaný organický dusík na amoniakální formu, která při vyšších koncentracích může způsobovat inhibici tvorby metanu.

Vliv tlaku

Vlivu tlaku je v anaerobní technologii přiřazován relativně malý význam. Tlakové technologie nejsou prakticky využívány a je ověřena vysoká tolerance mikroorganismů provádějících anaerobní rozklad k tlakovým podmínkám. To je

možno dokladovat např. při jednorázových laboratorních testech produkce bioplynu v sérových lahvích, kde produkce bioplynu probíhá (pokud není bioplyn odebrán při měření) až do roztrhnutí lahve. Rovněž v přírodě jsou bakterie anaerobního rozkladu nacházeny v prosperujících koloniích za vysokých tlaků i teplot.

Výzkum prováděný v této oblasti je ovšem pouze ojedinělý.

2.3. Vhodnost substrátu pro anaerobní technologii

Znalost biologické rozložitelnosti a výtěžnosti metanu (bioplynu) suroviny je nutná pro určení její vhodnosti pro anaerobní stabilizaci, jakož i pro řízení vlastního procesu, zejména je-li hlavním cílem výroba energie.

V případě analytického posouzení nového substrátu je nutno sledovat především následující parametry:

Tabulka 1: Sledované parametry anaerobního procesu

sušina (105°C)	vyjadřuje obsah veškerých látek
org. sušina (ztráta žíháním, 550 °C)	vyjadřuje obsah veškerých organických látek
CHSK (dichromanem)	vyjadřuje obsah organických látek včetně jejich energetického potenciálu (neplatí jednoznačně, jedná se o prvotní přiblížení)
N celk	celkový obsah dusíku (dle stanovení lze následně usuzovat poměr C:N)
S celk	celkový obsah síry
obsah nežádoucích příměsí	specificky dle substrátu, těžké kovy, antibiotika, plísňe, povrchově aktivní látky apod.

Poměr CHSK : C : P by se měl pohybovat okolo 400 : 6,7 : 1. Z mikronutrientů je důležitá přítomnost Na, K, Ca, Mg, S, Fe, Ni, Co, Se, W. Nepříznivě působí vyšší koncentrace těžkých kovů a přítomnost oxidantů.

Pro podrobnější hodnocení nových substrátů je jednoznačně nutno provádět anaerobní testy výtěžnosti bioplynu, ideálně pak dlouhodobé poloprovozní testy.

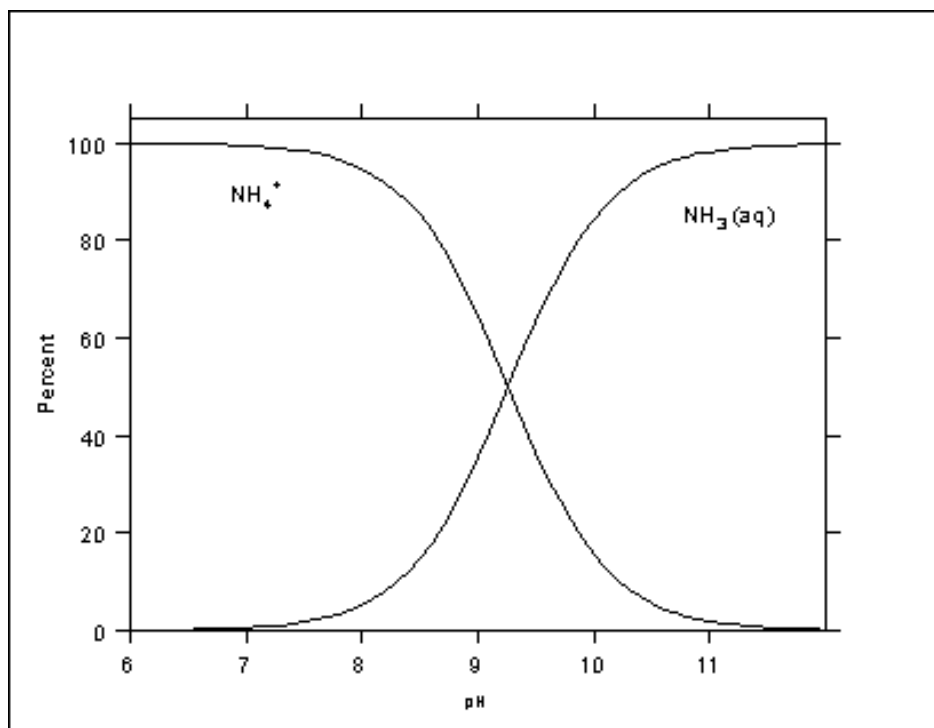
Vliv toxických a inhibičních látek, inhibice anaerobního procesu

Biologickou aktivitu mikroorganismů potlačují téměř všechny látky, jsou-li přítomny v dostatečně vysokých koncentracích. To, kdy se projeví inhibiční efekt, závisí na řadě faktorů. Na způsobu dávkování (jednorázová dávka je vždy nebezpečnější než kontinuální dávkování), na přítomnosti detoxikantů, na pH, na fyziologickém stavu organismů, kde je rozhodující stáří kalu a dalších.

Jako nejvýznamnější inhibitory anaerobního procesu lze jmenovat mastné kyseliny ve větších koncentracích, amoniakální dusík, sulfan a některé těžké kovy. V menší míře se lze setkat s inhibičními vlivy způsobenými např. antibiotiky.

Inhibiční účinek amoniakálního dusíku

Toxicky na mikroorganismy anaerobního procesu působí výlučně volná forma NH_3 . Její koncentrace v systému je závislá na pH, s rostoucím pH roste i koncentrace formy NH_3 jak je možné vidět v distribučním diagramu na obrázku 2. Na grafu lze vidět prudký růst koncentrace N- NH_4 v oblasti pH 8 – 8,5.



Obr. 4: Distribuční diagram N- NH_4^+ / NH_3 formy am. dusíku v závislosti na pH

Mechanismus nežádoucího růstu koncentrace N-NH_4 v systému spočívá obvykle v přechodu organicky vázaného dusíku z rozložené organické hmoty na amoniakální formu (lze samozřejmě uvažovat i s přímým vnosem amoniakální formy, nebo vnosem dusíku ve formě dusičnanů). Uvedený proces se v reálném provozu projevuje obvykle zvolna a inhibice nastupuje postupně.

V literatuře je udáváno poměrně široké rozmezí koncentrací, při kterých lze pozorovat významnější inhibici anaerobního procesu amoniakálním dusíkem. Sung (Sung et. al. 2003) udává při termofilních podmínkách cca 39 % snížení produkce methanu při koncentraci N-NH_4 4,9 g/l a 64 % snížení produkce methanu při 5,77 g/l N-NH_4 . Ahring (Ahring et. al. 1998) uvádí významnou inhibici při koncentraci již 1,1 g/l N-NH_4 při pH 8 jak za mezofilních, tak za termofilních podmínek.

Buendía (Buendía et. al.) uvádí v práci zabývající se zpracování jatečních odpadů anaerobní fermentací cca 50% inhibici produkce methanu (vztaženo k maximální zjištěné produkci methanu) při 1,13 g/l a cca 80% ní inhibici při 2,77 g/l N-NH_4 . V této práci jsou uvedeny pro tyto koncentrační hodnoty i ekvivalentní koncentrace NH_3 0,07 resp. 0,23 g/l NH_3 . Tyto zjištěné hodnoty odpovídají i hodnotám uváděným v dřívějších pracích, kdy byla u neadaptované biomasy inhibice zaznamenávána již od koncentrací cca 1,5 do 2,5 g/l N-NH_4 (Lettinga, 1984).

Dlouhodobá adaptace mikroorganismů anaerobního rozkladu umožňuje relativně efektivní provoz i při vyšších koncentracích N-NH_4 . V literatuře je jednoznačně popsána uspokojivá a dlouhodobá funkce anaerobních systémů při koncentracích N-NH_4 4,5 – 4,5 g/l (Angelidaki 1998, Ahring 1993).

Úspěšný provoz anaerobních systémů pracujících při vyšší koncentraci N-NH_4 (4,5 – 5 g/l N-NH_4) jak v laboratorním, tak provozním měřítku popisuje ve své práci i Nordberg (Nordberg et. al. 2003).

Někteří autoři (Zábranská) uvádějí vyšší stabilitu termofilních procesů při vyšších teplotách i přes to, že koncentrace volného NH_3 roste při vyšším pH při vyšší teplotě významně rychleji než při mezofilní teplotě.

Je také možná určitá funkce a stabilita anaerobního systému i za podmínek, které jsou s běžně publikovanými údaji zcela v rozporu (koncentrace N-NH_4 7 – 8 g/l). Tyto výsledky byly zaznamenány u některých BPS v ČR zpracovávajících např. masokostní moučku v nadměrných množstvích.

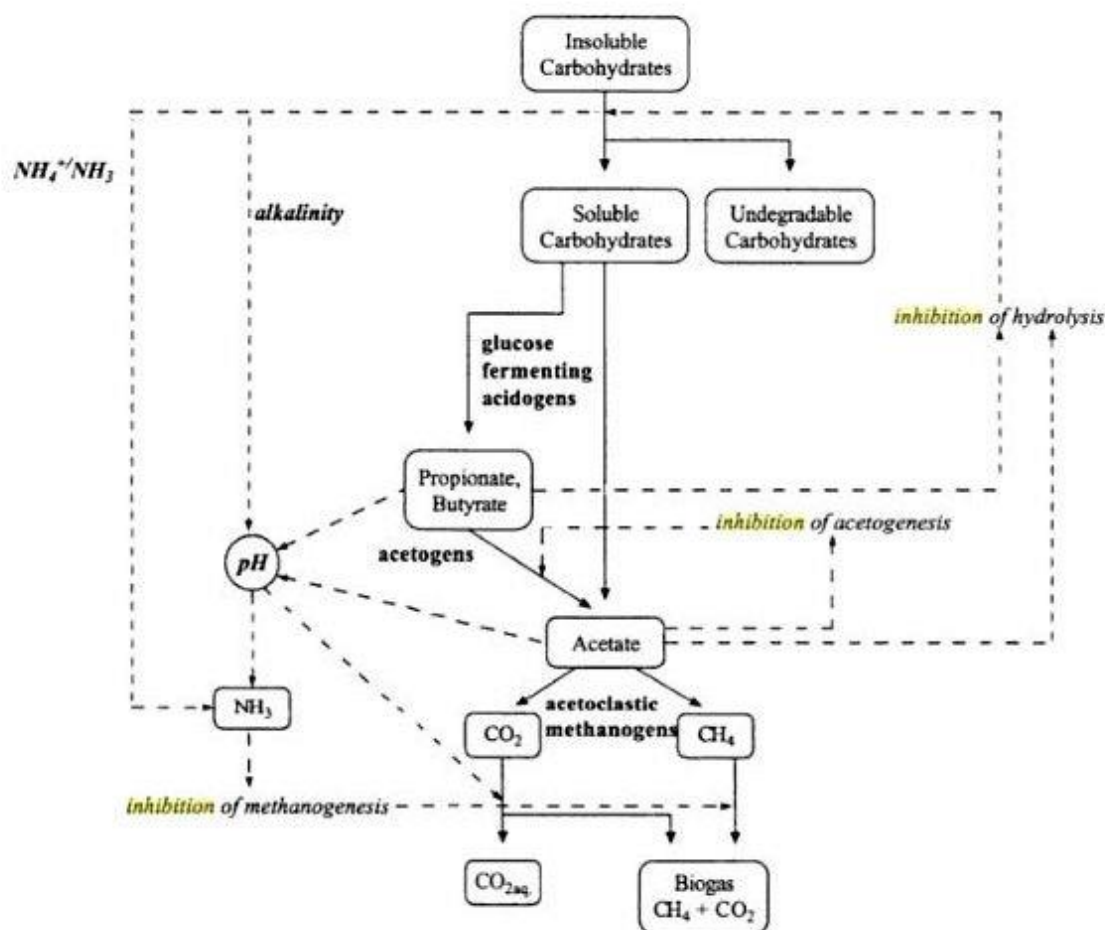
Inhibiční účinek mastných kyselin

Mastné kyseliny jsou jedním ze základních meziproductů anaerobního rozkladu. Jak již bylo konstatováno jejich vznik je vázán především na počáteční fáze anaerobního rozkladu a např. při nerovnovážných stavech v reaktorech může docházet jejich akumulaci a následně inhibičnímu působení. Inhibiční účinek je vázán především na nedisociované formy mastných kyselina a je tedy silně závislý na pH. Mechanismus účinku inhibice mastnými kyselinami může být i nepřímý – kdy vyšší koncentrace

NMK způsobí při nedostatečné neutralizační kapacitě anaerobního systému nežádoucí pokles pH významně pod hodnoty pH 5.

Přesnou koncentraci NMK, kdy dochází k inhibici anaerobního procesu není možné stanovit, jelikož inhibiční účinek závisí na mnoha podmínkách (pH, technologické parametry apod.) . Různí autoři uvádějí hodnoty počínající inhibice procesu např. 13 mM pro kyselinu octovou (Hill 1987), 0,06 mM pro kyselinu izomáselnou a izovalerovou (Hill, Holmberg, 1988). Zároveň je nutno konstatovat, že jsou popsány úspěšně provozované anaerobní systémy s daleko vyššími koncentracemi těchto kyselin a to jak v zahraniční literatuře, tak v ČR (Ahring, Angelidaki 2001, Nordberg 2002, Dohányos 2007).

Kombinace inhibičních účinků $N-NH_4$ a mastných kyselin byla proto zvolena jako hlavní regulátor průběhu anaerobního procesu v následujícím upraveném modelu anaerobního rozkladu (Angelidaki et. al.), který je vhodný pro materiály s vyšším obsahem proteinů (a tím i dusíku) a např. kejdu.



Obr. 5: Schéma kombinovaných inhibičních účinků mastných kyselin a $N-NH_4$ (Angelidaki et al. 1998)

Inhibiční účinek síry a sulfanu

Sulfidická síra může být významným inhibitorem anaerobního procesu. Pro anaerobní mikroorganismy je toxická především nedisociovaná forma H_2S . Teplota a pH ovlivňují distribuci rozpuštěných sulfidových iontů mezi disociovanou a nedisociovanou formu a distribuci neionizované formy mezi kapalnou a plynnou fází. **Se snižujícím se pH a zvyšující teplotou se zvyšuje i podíl neionizovaných sulfidů.** Sulfidy v neionizované rozpuštěné formě jsou považovány za toxické pro mnoho mikroorganismů (především methanogenů), při zvýšené koncentraci sulfidů je proces anaerobního rozkladu organických látek až na methan inhibován. Sulfidy zpomalují nebo zastavují produkci methanu při koncentraci větší než 50 – 100 mg/l H_2S . Naopak sírany a elementární síra nejsou inhibitory, další méně toxické formy síry zahrnují ionizované sulfidy, bisulfidy, sulfidické komplexy s kovy a sraženiny nerozpustných sulfidů s kovy. Neionizované sulfidy nejsou škodlivé jen svou toxicitou, ale jsou zdrojem plynného sulfanu v bioplynu. Koncentrace neionizovaných sulfidů i jejich přechod do plynné fáze stoupá se snižováním pH, proto je velice důležitá dostatečná neutralizační kapacita kapalně fáze, která omezuje rychlé změny pH (Vodička 2007).

Vysoká koncentrace síranů sice nepůsobí primárně toxicky, ovšem působením sulfátredukujících bakterií dochází k jejich redukci na sulfidy a sulfan. To jednak způsobí následnou inhibici toxickým působením sulfanu a jednak sulfátredukující bakterie odebírají velmi významně substrát methanogenům. Díky své vyšší růstové rychlosti pak methanogeny mohou v systému významně potlačit.

Inhibiční účinek těžkých kovů a antibiotik

Antibiotika a těžké kovy se mohou v rámci praktické aplikace anaerobní fermentace vyskytovat především při zpracování živočišných produktů, případně při zpracování specifických odpadů z farmaceutických výroby. Nejčastěji se antibiotika a těžké kovy objevují při zpracování prasečí, případně drůbeží kejdy.

V rámci výzkumu účinků obvyklých antibiotik byl testován vliv několika běžných druhů antibiotik (Lallai et. al. z prasečí kejdy na anaerobní fermentaci. Při jednorázových testech byl zjištěn až 75% úbytek produkce bioplynu z kejdy. Arrikan a kol. ve své práci zjistili při zpracování kejdy cca 25% úbytek produkce bioplynu při medikaci telat běžnou dávkou oxytetracyklinu.

Negativní účinek těžkých kovů na biologické procesy včetně anaerobní fermentace je obecně znám. Lin (1992) uvádí dělí těžké kovy podle jejich účinků na acidogenezi a acetogenezi. V následujících řádcích jsou uvedeny publikované řady dle toxicity:

Acidogeneze: Cu > Zn > Cr > Cd > Pb > Ni

Methanogeneze: Cu > Zn > Cr > Cd > Ni > Pb

Práce (Lin 1992) uvádí i následující tabulku koncentrací volných těžkých kovů způsobujících 50% inhibici procesů acidogeneze a methanogeneze.

Tabulka 2: Inhibiční koncentrace těžkých kovů v anaerobním procesu

Prvek	acidogeneze mg/l	methanogeneze mg/l
Cr	17	14,7
Zn	3,5	16
Ni	440	400
Cd	29	7,7
Cu	0,9	12,5
Pb	880	67,2

Za přítomnosti H₂S jsou těžké kovy sráženy na nerozpustné sulfidy a tím je jejich toxicita potlačována.

V ČR je zaznamenán (Drastík 2006) havarijní stav BPS Mimoň, kde došlo k synergickému působení inhibice těžkých kovů a antibiotik z kejdy na anaerobní proces a prakticky úplnému zastavení anaerobního procesu.

Nedostatek makro a mikronutrientů

Anaerobní biomasa vyžaduje pro svůj růst a aktivitu enzymů přítomnost nutrientů (N + P) a mikronutrientů – především esenciálních těžkých kovů. V případě, že je v systému těchto prvků nedostatek, dochází ke zpomalení produkce methanu a tím i k nerovnováze anaerobního procesu vedoucí k projevům inhibice a přetížení anaerobního systému. Tyto jevy jsou relativně časté i v provozu zemědělských bioplynových stanic zpracovávajících rostlinnou biomasu jako monosubstrát. Rostlinná biomasa není schopna dodávat nutrienty a mikronutrienty do procesu a je nutno je dodávat uměle, či zpracovávat významnější podíl jiných materiálů.

Nedostatek základních nutrientů – zejména dusíku není příliš obvyklý, jelikož i rostlinná biomasa obsahuje část bílkovinné složky, jejímž rozkladem je obsah N (amoniakální forma) doplňován. Důsledkem nižšího obsahu N je především nižší neutralizační kapacita a tím i stabilita anaerobního systému, nikoliv pokles aktivity. Stabilita je v tomto případě dána systémem HCO₃⁺ a NH₄⁺. I relativně malá koncentrace nižších mastných kyselin pak může vést ke snížení pH v systému, což vede k dalším inhibičním jevům v systému.

Nedostatek mikronutrientů se projevuje snížením aktivity anaerobní biomasy – zejména methanogenů. V provozu se tak projevuje jako přetížení reaktorů, ačkoliv ty mají dostatečný objem. Mikronutrienty je tak nezbytné do systému dodat.

Jedná se především o následující těžké kovy: Kobalt, Měď, Železo, Mangan, Molybden, Nikl, Selen a Zinek.

2.4. Produkce a kvalita bioplynu z různých substrátů

Produkcí a kvalitu bioplynu lze u jednotlivých organických látek určit jednak výpočtem, což je možné pouze u velmi dobře rozložitelných látek, případně je možné produkci bioplynu stanovit experimentálně.

Energetický obsah organických látek je pro účely výpočtů v anaerobní technologii možno dobře vyjadřovat jako CHSK (chemická spotřeba kyslíku). V anaerobním systému jsou využívány jiné konečné receptory elektronů než kyslík, ale na základě vztahu ekvivalentu dostupných elektronů a jednoho molu kyslíku je možno používat kyslíkové jednoty CHSK či TSK (teoretická spotřeba kyslíku).

Základním předpokladem při výpočtech je fakt, že k úplné oxidaci methanu vzniklého z daného substrátu se spotřebuje stejné množství kyslíku jako k oxidaci původního substrátu.

Výtěžnost methanu závisí na druhu substrátu a kromě vlastní anaerobní rozložitelnosti především na jeho oxidačním stupni. Měřítkem oxidačního stupně je průměrné oxidační číslo uhlíkového atomu (POXČ). Čím je toto oxidační číslo nižší, tím je výtěžnost methanu vyšší.

látka	hodnota POXČ
CO ₂	+4
CH ₄	-4

Mezní hodnoty pro atom uhlíku jsou – 4 a + 4, které dosahují methan a CO₂. POXČ je pak přímo úměrné CHSK:

$$\text{POXČ} = (4 - 1,5 \times \text{CHSK}) / C_{\text{org}}$$

Z již konstatovaného faktu, že CHSK vzniklého methanu je rovna CHSK odbouraného substrátu lze konstatovat, že maximální teoretická výtěžnost methanu je dána vztahem:

$$\text{CHSK}_{\text{substrátu}} = \text{CHSK}_{\text{methanu}}$$

Skutečná výtěžnost methanu je vždy nižší, jelikož CHSK zahrnuje i nerozložitelnou část biomasy a část energie je spotřebována na růst biomasy, vztah je tak možno upravit do následující podoby:

$$\text{CHSK}_{\text{odstraněná}} = \text{CHSK}_{\text{methan}} + \text{CHSK}_{\text{biomasy}}$$

Produkcí biomasy a její CHSK je ovšem velmi problematické určit, zejména v případě rozkladu pevných látek.

Výpočet teoretické produkce methanu je obvykle prováděn dle výpočtu:

$$M(\text{CH}_4) = 0,25 \times \text{CHSK} (\text{substrát})$$

Výsledek je potom v hmotnostních jednotkách, což je pro účely dalšího zpracování nepraktické, kilogramy methanu je snadno možno převést na jednotku objemu dle stavové rovnice. Vztah je potom možno upravit na:

$$V(\text{CH}_4) = 0,35 \times \text{CHSK} (\text{substrát})$$

Na základě znalosti CHSK, POXČ či obsahu organického uhlíku je možno vypočítat i koncentraci methanu ve výsledném bioplynu:

$$\% \text{CH}_4 = (18,75 \times \text{CHSK}) / C_{\text{org}}$$

V případě znalosti POXČ:

$$\% \text{CH}_4 = (4 - \text{POXČ}) / 8 \times 100$$

Skutečná koncentrace methanu je ovšem ovlivněna rozpustností CO₂ ve vodné fázi (rozpustnost methanu je zanedbatelná).

Pokud jsou v molekule organické látky přítomny další prvky, které mohou být v oxidačně redukčních reakcích akceptorem volných elektronů, dochází ke snížení množství elektronů volných pro tvorbu methanu. Dochází tak ke snížení výtěžnosti methanu. Takto působí především dusík a síra.

Všechny tyto výpočty je možno v praxi využít především pro posuzování velmi snadno rozložitelných homogenních substrátů. Využití např. pro rostlinnou biomasu je ovšem problematické.

Z výše uvedených předpokladů tak lze usuzovat, které materiály budou pro produkci bioplynu nejvhodnější:

Jsou to látky s vysokou CHSK, vysokým obsahem uhlovodíků a nízkým obsahem dalších prvků – především dusíku, síry a kyslíku.

Praktickým případem takových látek jsou např. mastné kyseliny, vysokomolekulární tuky, alkoholy a další uhlovodíky.

Pro základní výpočet teoretické produkce bioplynu je nutné nejprve stanovit CHSK chemického individua, či výpočtem stanovit TSK (teoretická spotřeba kyslíku).

$$TSK = (4 \times a + b - 2 \times c - 3 \times d - 2 \times e) \cdot 8 / Mr$$

Kde a, b, c jsou stechiometrické koeficienty sloučeniny $C_{(a)}H_{(b)}O_{(c)}N_{(d)}S_{(e)}$ a Mr je relativní atomová hmotnost.

TSK některých látek a navazující teoretická produkce bioplynu je uvedena v následující tabulce:

Tabulka 3: TSK a výpočet teoretické maximální produkce bioplynu pro některé organické látky

Látka	Sumární vzorec	C	H	O	Mr	TSK (g/kg)	Produkce methanu	% methanu	Produkce bioplynu (m ³ /t)
Methanol	C1H4O1	1	4	1	32	1500,0	563,8	87,4	644,7
Ethanol	C2H6O1	2	6	1	46	2087,0	784,4	87,4	896,9
Kyselina octová	C2H4O2	2	4	2	60	1066,7	400,9	74,9	534,9
Kyselina valerová	C5H10O2	5	10	2	102	2039,2	766,4	82,4	929,5
Glycerol	C3H8O3	3	8	3	92	1217,4	457,5	79,1	578,4
Mastná kyselina C18	C18H36O2	18	36	2	284	2929,6	1101,1	86,08	1279,1
Methan	C1H4	1	4	0	16	4000,0	1503,4	99,96	1503,9
Glukóza	C6H6O6	6	6	6	174	827,6	311,0	68,68	452,8

Vysoký vypočtený teoretický obsah methanu je dán povahou zvolených látek. V praxi je dosahovaný obsah methanu nižší vlivem nižší reálné účinnosti procesu.

V praxi lze těchto výpočtů využít např. pro návrh zařízení pro produkci bioplynu, pro návrhy bioplynových laboratorních experimentů a pro ověření např. informací podávaných prodejci substrátů pro produkci bioplynu.

Větším problémem je teoretické určení produkce bioplynu z rostlinné biomasy. Zásadním problémem je její horší anaerobní rozložitelnost, podíl nerozpuštěných látek a nepřesnost stanovení CHSK.

Pro rostlinnou biomasu je tak vhodné především využívat empiricky zjištěných dat, případně dat z laboratorních testů produkce bioplynu.

Obecně lze u rostlinné biomasy konstatovat relativně nízký obsah methanu v bioplynu. To je dáno vysokým podílem kyslíku v sumárním složení biomasy. Ta je dána vlastnostmi základních složek rostlinné hmoty (celulóza, lignin, lignocelulóza) obsahující relativně podobný podíl kyslíku vůči uhlíku (celulóza = C₆H₁₂O₆).

Nižšímu obsahu methanu přispívá i horší rozložitelnost, kdy u některých částí substrátu proběhnou pouze úvodní fáze anaerobního rozkladu, kde dochází pouze k omezené produkci methanu, zato k vysoké produkci CO₂ – např. při hydrolyze.

Uváděné produkce bioplynu je možné shrnout v následující tabulce:

Tabulka 4: Produkce bioplynu pro vybranou rostlinnou biomasu

Biomasa	Sušina (%)	org. sušina (% sušiny)	měrná produkce bioplynu (m ³ /t _{OS})	obsah methanu v bioplynu (%)	Produkce bioplynu (m ³ /t)
Kukuřičná siláž	32	95	735	52	223,44
Travní senáž	30	90	600	50	162
Siláž žitná (GPS)	30	92	650	50	179,4
Siláž tritikale (GPS)	30	92	650	50	179,4
Siláž čiroku	32	90	620	50	178,56
Tráva nazeleno	22	95	550	48	114,95

Zde je možné provést zajímavou bilanci produkce bioplynu na základě hmotnostní bilance vstupů a výstupů. Tak lze určit teoretickou maximální produkci bioplynu, ke které se, např. produkce bioplynu z kukuřičné siláže, přibližuje.

Tabulka 5: Bilance produkce bioplynu pro vybranou rostlinnou biomasu

	Produkce bioplynu m ³ /t	tun sušiny (t/t)	tun CH ₄	tun CO ₂	tun bioplynu
Kukuřičná siláž	223,44	0,32	0,084	0,212	0,295
Travní senáž	162	0,3	0,058	0,160	0,218
Siláž žitná (GPS)	179,4	0,3	0,065	0,177	0,241
Siláž tritikale (GPS)	179,4	0,3	0,065	0,177	0,241
Siláž čiroku	178,56	0,32	0,064	0,176	0,240
Tráva nazeleno	114,95	0,22	0,040	0,118	0,158
Kukuřičná siláž	250*	0,32	0,093	0,237	0,330
Travní senáž	230*	0,3	0,083	0,227	0,310

Je zřejmé, že při platnosti zákona zachování hmoty není možné určitě produkce bioplynu dále navyšovat, či uvádět data překračující prezentované hodnoty (např. u některých na trh nově zaváděných rostlinných produktů).

3. Výsledky dlouhodobého sledování kvality bioplynu na BPS

Bioplynová stanice 1

Jedná se o zemědělskou BPS se jmenovitým výkonem 550 kWel. Bioplynová stanice je tvořena dvoustupňovým reaktorovým systémem a skládá se s následujících technologických celků:

- dávkování surovin: suroviny jsou do BPS dávkovány ze zásobního sila tuhých materiálů s posuvným čelem a šnekovým dopravníkem. Do sila jsou naváženy tuhé materiály nakladačem přímo ze silážního žlabu a z meziskladu tuhých materiálů. Surovina je dávkována systémem šneků do fermentoru (či dofermentoru).
- fermentory: reaktorový systém je tvořen 2 reaktory (fermentor + dofermentor) míchanými pádlovými a vrtulovými míchadly. Objem fermentoru i dofermentoru 2600 m³ (průměr 24 m, výška 6,4 m).
- uskladnění digestátu: s digestátem je nakládáno v kapalném stavu, veškerý digestát je uplatněn jako hnojivo. Digestát je skladován v uskladňovací nádrži s průměrem 36 m, výška 8,0 m. Uskladňovací nádrž je plně zakrytá
- kogenerace: na BPS je instalována KJ MWM DEUTZ TCG 2016c se jmenovitým výkonem 550 kW. Kogenerace je napojena na plynový systém přes chlazení plynu zajišťující jeho vysušení, což zajišťuje ochranu KJ před nežádoucími účinky vlhkosti obsažené v bioplynu
- centrální čerpací systém: BPS je vybavena systémem centrálního čerpadla zajišťující přes centrální rozdělovač veškeré čerpací procesy v BPS. Celý systém je automatický, nastavení rozdělovače probíhá pneumatickými šoupaty.
- řídicí systém: ve vestavbě mezi reaktory je umístěn velín BPS. Ovládání BPS probíhá skrze PC, BPS umožňuje ovládání prakticky všech procesů v automatickém režimu. Základní obrazovka ovládacího rozhraní je uvedena na následujícím obrázku. Software plně archivuje provozní data, což je důležité pro vyhodnocení provozu a případně nestandardních stavů BPS.

Základními surovinami pro provoz BPS jsou kukuřičná siláž, travní senáž a hovězí mrva. Doplnkové suroviny nejsou zatím dávkovány. BPS byla uvedena do provozu v prosinci 2013.

Kvalita bioplynu

Kvalita bioplynu je zaznamenávána automatickým měřicím systémem, který je součástí řídicího systému BPS. Odsíření je zajištěno výhradně systémem mikroaerace do plynového prostoru fermentoru i dofermentoru.

Období (2014)	Vstupní suroviny – dávka t/den				Kvalita bioplynu	
	kukuřice	voda	tráva	hnůj	Methan (%)	H2S (ppm)
březen	11,5	0,0	2,8	12,9	50,2	22,9
duben	13,8	0,0	0,4	13,0	50,3	25,6
květen	19,8	0,0	0,0	16,9	50,6	12,9
červen	16,8	0,0	1,5	14,6	50,9	15,5
červenec	11,2	1,0	7,4	12,5	51,1	15,7
srpen	7,6	0,8	8,2	10,2	51,8	10,8
září	11,5	3,2	6,5	10,5	51,5	6,3
říjen	18,2	4,3	2,0	13,4	51,1	6,5

Lze konstatovat velmi vysokou účinnost odsíření bioplynu metodou mikroaerace. To je dáno velkým plynovým prostorem a instalací nosných sítí pro sulfátoxidující mikroorganismy.

Kvalita digestátu

Stanovení	Jednotka	Hodnota	Zkušební metoda
sušina	% pův.hm.	7.65	SOP č.1.6.4 JPP ÚKZÚZ gravimetrie A
organická sušina	% suš.	81.93	SOP č.1.6.5.A (ČSN EN 12879, ČSN 46 5735) gravimetrie A
Nt (z původní hmoty)	% suš.	2.75	SOP č.1.6.3 JPP ÚKZÚZ destilace + titrace A
P2O5 - oxid fosforečný (totální)	% suš.	1.33	SOP č.1.6.2 ČSN EN ISO 6878 spektrofotometrie A
K2O - oxid draselný (totální)	% suš.	3.65	SOP č.1.1.25 (ČSN ISO 9964-2, JPP ÚKZÚZ) AAS-plamen A
pH/H2O	-	8.2	SOP č.1.6.1 (ČSN EN 12176) potenciometrie A
arsen (totální)	mg/kg suš.	0.96	SOP č.1.1.23.B(ČSN EN ISO 15586, JPP ÚKZÚZ) AAS-ETA A
kadmium (totální)	mg/kg suš.	<0.35	SOP č.1.1.3.G (ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ) AAS-plamen A
chrom celkový (totální)	mg/kg suš.	6.46	SOP č.1.1.10.B(ČSN EN 1233, JPP ÚKZÚZ) AAS-plamen A
měď (totální)	mg/kg suš.	27.3	SOP č.1.1.3.D (ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ) AAS-plamen A
rtuť (totální)	mg/kg suš.	0.0248	SOP č.1.1.18 (ČSN 75 7440) AMA A
nikl (totální)	mg/kg suš.	6.7	SOP č.1.1.3.B (ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ) AAS-plamen A
olovo (totální)	mg/kg suš.	<3.5	SOP č.1.1.3.B (ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ) AAS-plamen A
zinek (totální)	mg/kg suš.	202	SOP č.1.1.D (ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ) AAS-plamen A
molybden (totální)	mg/kg suš.	<1.4	SOP č.1.1.14.B(ČSN EN ISO 15586, JPP ÚKZÚZ) AAS-ETA A
termotol. koliformní bakterie	KTJ/1g suš.	1800	Subdodavatel SA
enterokoky	KTJ/1g suš.	11000	Subdodavatel SA
Salmonella sp.		negat.n./50g	Subdodavatel SA
FOS/TAC	-	0.199	titrace N

Bioplynová stanice 2

BPS 2 je zemědělskou bioplynovou stanicí určenou pro zpracování biomasy z produkce velkého zemědělského podniku.

Bioplynová stanice je tvořena dvoustupňovým reaktorovým systémem a skládá se s následujících technologických celků:

- dávkování surovin: suroviny jsou do BPS dávkovány ze zásobního sila tuhých materiálů s posuvnou stěnou a zapravovacími šnekovými dopravníky. Do sila jsou naváženy tuhé materiály nakladačem přímo ze silážního žlabu a z areálového hnojiště.
- fermentory: reaktorový systém je tvořen 2 reaktory (fermentor + dofermentor) míchanými pádlovými a vrtulovými míchadly. Objem fermentoru i dofermentoru 2600 m³ (průměr 24 m, výška 6,4 m).
- uskladnění digestátu: s digestátem je nakládáno v kapalném stavu, veškerý digestát je uplatněn jako hnojivo. Digestát je skladován v uskladňovací nádrži s průměrem 32 m, výška 8,0 m na které je nasazen extra plynojem.
- kogenerace: na BPS je instalována sestava 2 KJ MWM DEUTZ s celkovým výkonem 716 kWel. Kogenerace je napojena na plynový systém přes chlazení plynu zajišťující jeho vysušení, což zajišťuje ochranu KJ před nežádoucími účinky vlhkosti obsažené v bioplynu
- centrální čerpací systém: BPS je vybavena systémem centrálního čerpadla zajišťující přes centrální rozdělovač veškeré čerpací procesy v BPS. Celý systém je automatický, nastavení rozdělovače probíhá pneumatickými šoupaty.
- řídicí systém: ve vestavbě mezi reaktory je umístěn velín BPS. Ovládání BPS probíhá skrze PC, BPS umožňuje ovládání prakticky všech procesů v automatickém režimu. Základní obrazovka ovládacího rozhraní je uvedena na následujícím obrázku. Software plně archivuje provozní data, což je důležité pro vyhodnocení provozu a případně nestandardních stavů BPS.

Základními surovinami pro provoz BPS jsou kukuřičná siláž a hovězí mrva (hnůj). Doplnkovými surovinami jsou travní senáž, hrachová siláž, zbytky po sklizni řepky, případně vedlejší pivovarské produkty. BPS dosahuje stálého jmenovitého výkonu.

Kvalita bioplynu

Kvalita bioplynu je zaznamenávána automatickým měřicím systémem, který je součástí řídicího systému BPS. Odsíření je zajištěno výhradně systémem mikroaerace do plynového prostoru fermentoru a dofermentoru. Plyn je do KJ odebírán z plynojemu umístěném na uskladňovací nádrži. BPS tak disponuje zásobou plynu na 10 hod provozu, což je pozitivně projevuje na účinnosti odsíření a plynulosti provozu.

Měsíc	Vstupní suroviny (t/den)									Kvalita bioplynu	
	Voda	Řepka odpad	kukuřice	vojtěška	hnůj	obilný odpad	travní senáž	mláto	řízky	Methan (%)	H2S (ppm)
6-13	6,0	0,0	23,1	0,0	25,8	0,2	1,0	1,6	3,7	53,5	10
7-13	4,1	0,0	22,3	0,0	26,5	0,3	0,8	4,3	0,3	54,6	12
8-13	4,0	0,4	19,3	0,0	27,9	0,8	2,3	2,4	0,0	54,6	15
9-13	6,0	0,0	20,4	0,8	25,4	0,1	2,5	0,2	0,0	53,8	8
10- 13	10,3	0,0	20,4	6,0	24,9	0,0	2,1	0,3	0,0	54,1	9
11- 13	14,6	0,0	22,3	2,7	25,1	0,1	2,9	0,7	0,0	53,4	7
12- 13	15,0	0,0	23,6	1,5	27,9	0,1	1,4	1,5	0,7	53,8	9
1-14	14,7	0,0	24,0	3,0	29,5	0,0	0,0	1,1	0,0	53,4	16,8
2-14	14,8	0,0	23,4	3,0	28,0	0,1	0,3	3,5	0,0	53,3	21,2
3-14	13,4	0,0	22,0	1,1	28,4	0,1	0,2	7,10	0,07	53,5	20
4-14	10,60	0,00	21,37	1,83	27,79	0,08	0,61	7,74	0,45	53,3	28
5-14	10,77	0,00	18,57	1,13	27,58	0,10	4,67	10,69	0,00	53,6	26
6-14	14,60	0,00	14,15	5,12	27,65	0,24	3,58	7,65	0,86	53,9	17
7-14	15,00	0,66	13,75	6,28	27,14	1,05	2,76	6,47	0,00	53,8	10
8-14	15,00	0,16	17,28	1,76	29,92	1,10	1,89	3,61	0,53	53,4	6
9-14	12,10	0,00	20,08	2,25	29,25	0,06	4,09	2,34	0,00	53,4	0
10- 14	10,84	0,00	21,66	2,31	24,34	0,28	2,20	2,84	1,09	52,9	3

Kvalita digestátu

Stanovení	Jednotka	Hodnota	Nej.st.	Zkušební metoda	
síra - tot.	%	0.035		Subdodavatel	SA
sušina	% pův.hm.	6.88	2 %	SOP č.1.6.4 JPP ÚKZÚZ	A
spalitelné látky	% suš.	72.4	4 %	SOP č.1.6.5.A (ČSN EN 12879, ČSN 46 5735)	A
Nt (z původní hmoty)	% suš.	6.88	12 %	SOP č.1.6.3 JPP ÚKZÚZ	A
fosfor (totální)	% pův.hm.	0.09	18 %	SOP č.1.6.2 (ČSN EN ISO 6878, JPP ÚKZÚZ)	A
draslík (totální)	% pův.hm.	0.339	10 %	SOP č.1.1.25 (ČSN ISO 9964-2, JPP ÚKZÚZ)	A
hořčík (totální)	% pův.hm.	0.066	15 %	SOP č.1.1.1.B (ČSN ISO 7980, JPP ÚKZÚZ))	A
vápník (totální)	% pův.hm.	0.403	15 %	SOP č.1.1.1.B (ČSN ISO 7980, JPP ÚKZÚZ))	A
pH	-	7.86		SOP č.1.6.1. ISE - měřeno přímo ve vzorku	N
hustota	g/l	1015			N

BPS 3

BPS 3 je zemědělskou bioplynovou stanicí. Bioplynová stanice je tvořena dvoustupňovým reaktorovým systémem a skládá se s následujícími technologickými celky:

- dávkování surovin: suroviny jsou do BPS dávkovány ze zásobníku sila tuhých materiálů s vertikálními šnekovými míšiči a šnekovým dopravníkem. Do sila jsou naváženy tuhé materiály nakladačem přímo ze silážního žlabu a z meziskladu tuhých materiálů. Surovina je dávkována systémem Biomix přes drtič do potrubí a následně čerpána do fermentoru (či dofermentoru).
- fermentory: reaktorový systém je tvořen 2 reaktory (fermentor + dofermentor) míchanými pádlovými a vrtulovými míchadly. Objem fermentoru i dofermentoru 2250 m³ (průměr 22 m, výška 6,4 m).
- uskladnění digestátu: s digestátem je nakládáno v kapalném stavu, veškerý digestát je uplatněn jako hnojivo. Digestát je skladován v otevřené uskladňovací nádrži s průměrem 32 m, výška 8,0 m.
- kogenerace: na BPS je instalována KJ MWM DEUTZ s výkonem 600 kWel. Kogenerace je napojena na plynový systém přes chlazení plynu.
- centrální čerpací systém: BPS je vybavena systémem centrálního čerpadla zajišťující přes centrální rozdělovač veškeré čerpací procesy v BPS. Celý systém je automatický, nastavení rozdělovače probíhá pneumatickými šoupaty.
- řídicí systém: ve vestavbě mezi reaktory je umístěn velín BPS. Ovládání BPS probíhá skrze PC, BPS umožňuje ovládání prakticky všech procesů v automatickém režimu. Základní obrazovka ovládacího rozhraní je uvedena na následujícím obrázku. Software plně archivuje provozní data, což je důležité pro vyhodnocení provozu a případně nestandardních stavů BPS.

Základními surovinami pro provoz BPS jsou kukuřičná siláž, travní senáž a hovězí mrva. Doplňkové suroviny téměř nejsou dávkovány. BPS dosahuje stálého jmenovitého výkonu.

měsíc	Vstupní suroviny (t/den)						Kvalita bioplynu	
	voda	tráva	hnůj	kukuřice	gps	obilí	Methan (%)	H ₂ S (ppm)
8-13	11	13,91	16	15,91	0,00	0,00	50,65	63,90
9-13	10	13,82	16	16	0,00	0,00	50,58	71,07
10-13	8,8	13,16	16,2	16,7	0,00	0,00	50,61	76,90
11-13	3,33	5,57	13,67	17,08	0,00	0,00	49,98	84,25
12-13	0,45	12,87	16,00	17,00	0,00	0,00	50,88	63,45
1-14	5,81	14,00	16,00	16,00	0,00	0,00	50,97	58,58
2-14	7,57	14,00	16,00	16,00	0,00	0,00	50,84	62,00
3-14	6,84	13,81	16,00	15,81	0,00	0,00	50,83	57,13
4-14	5,00	12,23	16,23	15,50	0,00	0,00	50,72	41,77
5-14	6,00	10,00	18,00	16,06	0,00	0,00	50,84	57,45

6-14	4,27	8,88	15,13	11,57	0,00	0,00	50,67	47,57
7-14	5,74	10,35	17,65	14,97	0,97	0,00	50,85	76,96
8-14	6,00	9,61	18,00	9,81	7,45	0,00	50,53	53,45
9-14	6,00	8,83	18,00	6,30	8,73	0,95	50,54	60,60
10-14	6,00	8,45	17,87	10,19	5,87	0,01	51,14	66,29

Kvalita digestátu

Stanovení	Jednotka	Hodnota	Nej.st.	Zkušební metoda		
sušina	% pův.hm.	6.86	2 %	SOP č.1.6.4	JPP ÚKZÚZ	gravimetrie A
organická sušina	% suš.	84.80	5 %	SOP č.1.6.5	JPP ÚKZÚZ	gravimetrie A
Nt (ze sušené hmoty)	% suš.	6.56	12 %	SOP č.1.6.3	JPP ÚKZÚZ	destilace + titrace A
P2O5 - oxid fosforečný (totální)	% suš.	2.41	13 %	SOP č.1.6.2	ČSN EN ISO 6878	spektrofotometrie A
K2O - oxid draselný (totální)	% suš.	5.25	13 %	SOP č.1.1-A	(ČSN ISO 9964-3)	AES-plamen A
pH/H2O	-	7.53		SOP č.1.6.1	(ČSN EN 12176)	elektrometrie A
As-tot.	mg/kg suš.	<3.00		SOP č.1.1-H	(ČSN EN ISO 15586)	AAS-ETA A
Cd-tot.	mg/kg suš.	<1.50		SOP č.1.1-D	(ČSN ISO 8288)	AAS-plamen A
Cr celk.-tot.	mg/kg suš.	<5		SOP č.1.1-F	(ČSN EN 1233)	AAS-plamen A
Cu-tot.	mg/kg suš.	51.9	15 %	SOP č.1.1-C	(ČSN ISO 8288)	AAS-plamen A
Hg-tot.	mg/kg suš.	0.031	30 %	SOP č.1.1-K	(ČSN 75 7440)	AMA A
Ni-tot.	mg/kg suš.	5.2	15 %	SOP č.1.1-D	(ČSN ISO 8288)	AAS-plamen A
Pb-tot.	mg/kg suš.	<10		SOP č.1.1-D	(ČSN ISO 8288)	AAS-plamen A
Zn-tot.	mg/kg suš.	261	15 %	SOP č.1.1-C	(ČSN ISO 8288)	AAS-plamen A
Mo-tot.	mg/kg suš.	<3		SOP č.1.1-CH	(ČSN EN ISO 15586)	AAS-ETA A

BPS 4

Bioplynová stanice 4 je zemědělskou stanicí a je tvořena dvoustupňovým reaktorovým systémem a skládá se s následujícími technologickými celky:

- dávkování surovin: suroviny jsou do BPS dávkovány ze zásobního sila tuhých materiálů s posuvnou stěnou a zapravovacími šnekovými dopravníky. Do sila jsou naváženy tuhé materiály nakladačem přímo ze silážního žlabu. Surovina je dávkována systémem Biomix do potrubí a následně čerpána do fermentoru
- fermentory: reaktorový systém je tvořen 2 reaktory (fermentor + dofermentor) míchanými pádlovými a vrtulovými míchadly. Objem fermentoru i dofermentoru 2250 m³ (průměr 24 m, výška 6,4 m).
- uskladnění digestátu: s digestátem je nakládáno v kapalném stavu, veškerý digestát je uplatněn jako hnojivo. Digestát je skladován v uskladňovací nádrži s průměrem 32 m, výška 7,0 m.
- kogenerace: na BPS je instalována KJ MWM DEUTZ TCG 2016c s výkonem 526 kWel. Kogenerace je napojena na plynový systém přes chlazení plynu zajišťující jeho vysušení, což zajišťuje ochranu KJ před nežádoucími účinky vlhkosti obsažené v bioplynu
- centrální čerpací systém: BPS je vybavena systémem centrálního čerpadla zajišťující přes centrální rozdělovač veškeré čerpací procesy v BPS. Celý systém je automatický, nastavení rozdělovače probíhá pneumatickými šoupaty.
- řídicí systém: ve vestavbě mezi reaktory je umístěn velín BPS. Ovládání BPS probíhá skrze PC, BPS umožňuje ovládání prakticky všech procesů v automatickém režimu. Základní obrazovka ovládacího rozhraní je uvedena na následujícím obrázku. Software plně archivuje provozní data, což je důležité pro vyhodnocení provozu a případně nestandardních stavů BPS.

Na BPS je realizováno biologické odsíření mikroaerací. Základními surovinami pro provoz BPS jsou kukuřičná siláž a GPS siláž. Doplnkovými surovinami jsou obilný šrot a experimentálně glycerinová voda.

	Dávkované suroviny (t/den)						Kvalita bioplynu	
	G fáze	hnůj	kukuřice	voda	obilný šrot	GPS	Methan (%)	H ₂ S (ppm)
3.13	0	0	20,4	0	0	0,0	54,1	42
4.13	0	0	20,8	0	0	3,6	53,2	56
1.14	0	0,0	23,2	7,5	0,0	0,0	52,9	48,3
2.14	0	1,4	23,9	0,0	0,0	0,0	53,1	23,8
3.14	0	0,6	21,6	0,0	0,0	0,0	53,8	16,0
4.14	0	0,0	13,6	0,0	2,6	0,0	53,0	43,1
5.14	0,5	0,0	9,8	2,9	0,8	9,5	53,5	176,8
6.14	0	0,0	0,0	9,1	0,8	24,9	54,2	69,9

Kvalita digestátu:

Stanovení	Jednotka	Hodnota	Nejst.	Zkušební metoda		
síra - tot.	% suš.	0.32		Subdodavatel	SA	
sušina	% pův.hm.	6.96	2 %	SOP č. 1.6.4	JPP ÚKZÚZ	A
organická sušina	% suš.	75.23	5 %	SOP č. 1.6.5.A	(ČSN EN 12879, ČSN 46 5735)	A
Nt (z původní hmoty)	% suš.	5.17	12 %	SOP č. 1.6.3	JPP ÚKZÚZ	A
fosfor (totální)	% suš.	1.45	18 %	SOP č. 1.6.2	(ČSN EN ISO 6878, JPP ÚKZÚZ)	A
draslík (totální)	% suš.	5.6	10 %	SOP č. 1.1.25	(ČSN ISO 9964-2, JPP ÚKZÚZ)	A
hořčík (totální)	% suš.	0.92	15 %	SOP č. 1.1.1.B	(ČSN ISO 7980, JPP ÚKZÚZ)	A
vápník (totální)	% suš.	2.23	15 %	SOP č. 1.1.1.B	(ČSN ISO 7980, JPP ÚKZÚZ)	A
arsen (totální)	mg/kg suš.	<1.00		SOP č. 1.1.23.B	(ČSN EN ISO 15586, JPP ÚKZÚZ)	A
kadmium (totální)	mg/kg suš.	<0.60		SOP č. 1.1.3.G	(ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ)	A
chrom celkový (totální)	mg/kg suš.	13.7	20 %	SOP č. 1.1.10.B	(ČSN EN 1233, JPP ÚKZÚZ)	A
měď (totální)	mg/kg suš.	24.9	15 %	SOP č. 1.1.3.D	(ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ)	A
rtuť (totální)	mg/kg suš.	0.019	30 %	SOP č. 1.1.18	(ČSN 75 7440)	A
nikl (totální)	mg/kg suš.	6.5	15 %	SOP č. 1.1.3.B	(ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ)	A
olovo (totální)	mg/kg suš.	<7		SOP č. 1.1.3.B	(ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ)	A
zinek (totální)	mg/kg suš.	155	15 %	SOP č. 1.1.D	(ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ)	A
molybden (totální)	mg/kg suš.	<0.5		SOP č. 1.1.14.B	(ČSN EN ISO 15586, JPP ÚKZÚZ)	A
pH	-	7.39		SOP č. 1.6.1	(ČSN EN 12176)	A
hustota	g/l	1029				N

BPS 5

BPS je zemědělského typu. BPS byla uvedena do provozu na konci roku 2013. Bioplynová stanice je tvořena částečně dvoustupňovým fermentačním systémem s odděleným fermentorem a skladovací nádrží s částečnou funkcí dofermentoru (nádrž je zakrytá plynojemem, míchaná, vytápěná) a se skládá s následujícími technologickými celky:

- příjmové silo tuhých materiálů, materiál zapravován šnekem
- příjmová jímka kapalin
- fermentor
- plně zakrytá tepelně izolovaná uskladňovací nádrž na digestát
- systém centrálního čerpadla
- kogenerační jednotka DEUTZ, 550 kWel

Hlavními energetickými surovinami jsou kukuřičná siláž, travní senáž a hovězí mrva.

Období (2014)	Dávkování surovin (t/den)						Kvalita bioplynu	
	Voda D+F	Kejda	Kukuřice	hnůj	Gfáze	siláž	Methan (%)	H ₂ S (ppm)
leden	0,00	0,00	13,68	10,38	0,00	4,73	50,07	59,23
únor	0,00	0,00	11,78	16,67	0,00	8,08	50,37	99,76
březen	2,16	0,00	9,11	21,81	0,00	9,61	50,94	53,50
duben	12,55	0,00	8,55	18,70	0,00	8,93	50,20	3,13
květen	14,97	0,00	8,88	21,68	1,75	9,41	50,31	13,62
červen	17,51	0,00	7,55	19,43	0,00	10,92	50,03	5,33
červenec	25,47	0,00	6,40	12,22	0,00	9,41	49,77	5,06
srpen	5,90	0,00	8,12	12,05	0,74	17,70	54,23	5,83
září	5,86	0,00	8,09	9,45	1,60	12,96	51,24	7,33

Kvalita digestátu

Stanovení	Jednotka	Hodnota	Zkušební metoda	
sušina	% pův.hm.	8.02	SOP č.1.6.4 JPP ÚKZÚZ	gravimetrie A
organická sušina	% suš.	81.77	SOP č.1.6.5.A (ČSN EN 12879, ČSN 46 5735)	gravimetrie A
Nt (z původní hmoty)	% suš.	2.62	SOP č.1.6.3 JPP ÚKZÚZ	destilace + titrace A
P2O5 - oxid fosforečný (totální)	% suš.	1.26	SOP č.1.6.2 ČSN EN ISO 6878	spektrofotometrie A
K2O - oxid draselný (totální)	% suš.	3.59	SOP č.1.1.25 (ČSN ISO 9964-2, JPP ÚKZÚZ)	AAS-plamen A
pH/H2O	-	8.08	SOP č.1.6.1 (ČSN EN 12176)	potenciometrie A
arsen (totální)	mg/kg suš.	<0.70	SOP č.1.1.23.B(ČSN EN ISO 15586, JPP ÚKZÚZ)	AAS-ETA A
kadmium (totální)	mg/kg suš.	<0.35	SOP č.1.1.3.G (ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ)	AAS-plamen A
chrom celkový (totální)	mg/kg suš.	5.79	SOP č.1.1.10.B(ČSN EN 1233, JPP ÚKZÚZ)	AAS-plamen A
měď (totální)	mg/kg suš.	16.9	SOP č.1.1.3.D (ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ)	AAS-plamen A
rtuť (totální)	mg/kg suš.	0.0365	SOP č.1.1.18 (ČSN 75 7440)	AMA A
nikl (totální)	mg/kg suš.	5.7	SOP č.1.1.3.B (ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ)	AAS-plamen A
olovo (totální)	mg/kg suš.	<3.5	SOP č.1.1.3.B (ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ)	AAS-plamen A
zinek (totální)	mg/kg suš.	92.8	SOP č.1.1.D (ČSN ISO 8288, JPP ÚKZÚZ)	AAS-plamen A
molybden (totální)	mg/kg suš.	1.29	SOP č.1.1.14.B(ČSN EN ISO 15586, JPP ÚKZÚZ)	AAS-ETA A
termotol. koliformní bakterie	KTJ/1g suš.	2400	Subdodavatel	SA
enterokoky	KTJ/1g suš.	2300	Subdodavatel	SA
Salmonella sp.		negat.n./50g	Subdodavatel	SA
FOS/TAC	-	0.211		titrace N

BPS 6

BPS 6 je zemědělskou bioplynovou stanicí s částečně 2 stupňovým systémem. Ten je tvořen plnohodnotným fermentorem a uskladňovací nádrží s částečnou funkcí dofermentoru. Instalovaný výkon BPS je 530 kWel.

Objem fermentoru 2250 m³, nasazený plynojem.

Dávkování surovin je prováděno šnekovým dávkovačem přímo do fermentoru.

Období (2014)	Dávkování vstupních surovin (t/den)								Kvalita bioplynu	
	recykl	voda	kejda	kukuřice	směska	hnůj	siláž	senáž	Methan (%)	H2S (ppm)
Leden	0,00	9,03	4,19	0,00	2,00	5,10	0,00	12,55	53,94	182,00
únor	0,00	8,93	0,71	7,96	0,59	6,64	0,00	10,79	53,92	38,67
Březen	0,00	12,39	2,58	13,00	0,00	1,61	0,00	8,13	54,63	52,00
Květen	0,00	10,45	0,26	11,84	1,45	1,26	1,39	12,10	53,00	62,50
Čeerven	0,00	17,60	0,80	9,87	6,97	0,90	2,70	9,57	52,80	56,00
Červenec	0,00	17,20	0,40	5,73	8,60	0,47	3,87	16,20	53,10	84,00
srpen	0,00	11,61	0,00	12,35	0,00	0,42	3,94	12,29	52,70	45,00
září	0,00	18,17	0,00	13,87	5,40	0,27	2,00	4,50	53,00	69,00
říjen	0,00	18,23	2,35	0,48	10,23	0,74	0,00	4,90	53,00	75,00
Listopad*	0,00	0,00	2,37	4,30	3,10	1,67	0,00	0,27	51,27	290,00
Prosinec*	0,00	1,29	0,00	14,13	7,94	1,26	0,00	1,90	56,57	272,00

*oprava fermentoru, snížený výkon

Kvalita digestátu

Stanovení	Jednotka	82
sušina	% pův.hm.	6.85
organická sušina	% suš.	74.24
Nt (z původní hmoty)	% suš.	5.69
P2O5 - oxid fosforečný (totální)	% suš.	2.32
K2O - oxid draselný (totální)	% suš.	8.47
pH/H2O	-	7.85
arsen (totální)	mg/kg suš.	1.10
kadmium (totální)	mg/kg suš.	<1.00
chrom celkový (totální)	mg/kg suš.	15.5
měď (totální)	mg/kg suš.	18.5
rtuť (totální)	mg/kg suš.	0.053
nikl (totální)	mg/kg suš.	4.6
olovo (totální)	mg/kg suš.	<10
zinek (totální)	mg/kg suš.	110
molybden (totální)	mg/kg suš.	3.7
termotol. koliformní bakterie	KTJ/1g suš.	<690
enterokoky	KTJ/1g suš.	<690
Salmonella sp.		

Digestát n./500

BPS 7

BPS je zemědělskou bioplynovou stanicí, systému kruh v kruhu, jmenovitý výkon 530 kWel, reaktorový systém je tvořen vnějším kruhem 3000 m³ a vnitřním kruhem 1600 m³. Suroviny jsou dávkovány z dávkovacího sila se šnekovými dopravníky do vnějšího kruhu.

Hlavními surovinami jsou především kukuřičná siláž a travní senáž.

	Dávkované suroviny (t/den)						Kvalita bioplynu	
	Voda	Recyklát – separace	Kejda	kukuřice	hnůj	senáž	methan (%)	H2S (ppm)
leden 09	6,92	0,00	0,00	16,25	1,20	12,93	53,42	145,4
únor 09	7,62	0,00	0,00	12,71	1,90	26,29	53,56	116,95
leden 10	2,74	21,61	12,26	14,13	1,61	12,61	50,29	54,29
únor 10	1,48	24,07	7,96	16,44	2,11	15,81	53,56	29,25
březen 10	13,65	12,17	14,52	15,94	2,03	15,81	56,23	91,64
duben 10	24,20	0,00	13,83	15,53	2,00	15,50	56,73	44,00
květen 10	17,00	0,00	13,75	15,92	1,67	15,33	55,80	37,83

Kvalita digestátu

CHEMICKÝ ROZBOR				č. vzorku: M 7850	
ukazatel	výsledek	jednotka	metoda		
Arsen	<0.50	mg/kg v sušině	SOP 02	A	
Kadmium	0.43	mg/kg v sušině	SOP 02	A	
Chrom	15.7	mg/kg v sušině	SOP 23	A	
Měď	38.9	mg/kg v sušině	SOP 23	A	
Rtuť	0.051	mg/kg v sušině	SOP 03(TNV 75 7440)	A	
Molybden	1.67	mg/kg v sušině	SOP 02	A	
Nikl	14.2	mg/kg v sušině	SOP 23	A	
Olovo	7.92	mg/kg v sušině	SOP 23	A	
Zinek	215	mg/kg v sušině	SOP 23	A	

FYZIKÁLNĚ - CHEMICKÝ ROZBOR (ve 100 % sušině)				č. vzorku: M 7850	
ukazatel	výsledek	jednotka	metoda		
Draslík jako K2O	54.5	g/kg v sušině	SOP 60	A	
Fosfor jako P2O5	22.3	g/kg v sušině	SOP 62	A	
Sušina celková	5.5	%	SOP 32(ČSN EN 12879)	A	
pH (H2O)	8.92		SOP 44	A	
Spalitelné látky	74.56	% v sušině	SOP 32 (ČSN EN 12879)	A	
Dusík celkový	9.08	% v sušině	SOP 61	A	

BPS 8

BPS 8 představuje zemědělskou bioplynovou stanicí s výkonem 1000 kWel. Jedná se o BPS s reaktorovým systémem kruh v kruhu. BPS je provozována při termofilní (cca 52°C) teplotě. Hlavními surovinami jsou hovězí kejda a kukuřičná siláž.

Reaktorový systém je tvořen systémem vnějšího kruhu s objemem 3100 m³ a vnitřního kruhu (dofermentoru) s objemem 2400 m³.

Na BPS je realizováno biologické odsíření mikroaerací, ovšem účinnost tohoto systému je nedostatečná (příčinou je malý objem plynového prostoru fermentoru s betonovou střechou a malý objem plynojemu na dofermentoru). K nižší efektivitě odsíření přispívá i zvýšená teplota (52°C).

období	Dávkování vstupních surovin (t/den)					Kvalita bioplynu	
	Kukuřice (t)	Hněj (t)	Travní senáž (t)	Drůbeží trus	Kejda	CH ₄ (%)	H ₂ S (ppm)
1.12	40,9	9,0	4,0	0,0	12,0	50,4	416,8
2.12	37,0	15,4	4,0	0,0	10,0	50,8	342,9
3.12	38,9	12,1	4,0	0,0	12,0	51,4	381,1
4.12	40,4	11,1	4,2	0,0	12,0	51,0	341,0
5.12	38,1	10,6	7,0	0,0	12,0	50,9	354,1
6.12	35,6	12,0	9,3	0,0	12,0	50,7	316,0
7.12	34,2	12,5	9,2	0,0	12,0	50,3	324,1
8.12	36,1	12,0	8,8	0,0	12,0	50,4	394,8
9.12	37,8	12,0	8,0	0,0	12,0	53,5	448,8

Kvalita digestátu

Datum příjmu : 8. 1.2014

Datum provedení zkoušky : 8. 1.2014 - 13. 1.2014

Parametr	Výsledek	Jednotka	Nejistota měření	Dle metodiky
Sušina	8.1	%	2 %	(A)-SOP 100-3 A (ČSN 46 7092-3,9)
Vápník	1.62	%	12 %	(A)-SOP 536 A,B (ČSN EN 13804)
Hořčík	0.60	%	12 %	(A)-SOP 536 A,B (ČSN EN 13804)
Fosfor	0.87	%	10 %	(A)-SOP 536 A,B (ČSN EN 13804)
Celkový dusík	5.23	%	6 %	(A)-SOP 100-4 (ČSN 467092-4)
Spalitelné látky	79.9	%	4 %	(A)-SOP 100-3 A (ČSN 46 7092-3,9)
Síra	0.39	%	15 %	(A)-SOP 536 A,B(ČSN EN 13804)
Železo	1702	mg/kg	15 %	(A)-SOP 536 A,B (ČSN EN 13804)
Měď	29.5	mg/kg	15 %	(A)-SOP 536 A,B (ČSN EN 13804)
Mangan	165	mg/kg	15 %	(A)-SOP 536 A,B (ČSN EN 13804)
Zinek	141	mg/kg	15 %	(A)-SOP 536 A,B (ČSN EN 13804)
Kobalt	0.31	mg/kg	20 %	(A)-SOP 536 A,B (ČSN EN 13804)
Nikl	4.66	mg/kg	15 %	(A)-SOP 536 A,B (ČSN EN 13804)
Dusík amoniakální	2.20	%	6 %	(N)-SOP 102A (ČSN 467092-42)
pH	7.97		±0.1	(N)-SOP 102A (ČSN 467092-42)
Kyselina mléčná	< 0.02	%	-	(A)-SOP 102 (ČSN 467092-42)
Kyselina octová	< 0.01	%	-	(A)-SOP 102 (ČSN 467092-42)
Kyselina máselná	< 0.01	%	-	(A)-SOP 102 (ČSN 467092-42)
Kyselina propionová	0.02	%	15%	(A)-SOP 102 (ČSN 467092-42)
Kyselina valerová	< 0.01	%	-	(A)-SOP 102 (ČSN 467092-42)
FOS	2094	mg/l	15%	(A)-SOP 117 (Metodika fHach-Lange)
TAC	10345	mg/l	15%	(A)-SOP 117 (Metodika fHach-Lange)
FOS/TAC	0.202			(A)-SOP 117
Selen	0.662	mg/kg	15 %	(A)-SOP 536 A,B (ČSN EN 13804)
Molybden	1.92	mg/kg	15 %	(A)-SOP 536 A,B (ČSN EN 13804)

BPS 9

BPS 9 je zemědělskou bioplynovou stanicí s výkonem 1 025 kWel. Bioplynová stanice využívá technologii dvoustupňové anaerobní fermentace a pracuje v mezofilním režimu při průměrné teplotě suspenze 43 +/- 1°C. Bioplynová stanice zpracovává travní siláž, žitnou GPS a jako nosný substrát kukuřičnou siláž.

Reaktorový systém je tvořen dvěma primárními reaktory, každý s celkovým objemem 2078 m³, a jedním sekundárním fermentorem (dofermentorem) o celkovém objemu 2493 m³. K uskladnění digestátu jsou k dispozici dva sklady.

Kvalita bioplynu

	Dávkování vstupních surovin (t/den)			Kvalita bioplynu	
	Kukuřice (t)	GPS (t)	Travní senáž (t)	CH4 (%)	H2S (ppm)
1.13	47,2	6,0	6,5	51,9	32,0
2.13	44,0	7,2	6,6	51,9	19
3.13	39,7	6,2	6,5	51,4	23
4.13	37,5	6,8	6,1	50,7	28
5.13	39,6	6,3	7,0	51,0	33
6.13	38,5	9,7	5,9	51,0	24
7.13	40,9	12,4	0,0	50,7	48

Kvalita digestátu

Parametr	Hodnota	Jednotka
Sušina	7,4	%
Org. sušina	79,6	% suš.
Dusík celkový	2,6	g/kg
Dusík amoniakální	1,0	g/kg
pH	7,6	

BPS 10

Jedná se o zemědělskou BPS s kukuřičnou siláží jako hlavní energetickou surovinou. Doplnkovými surovinami jsou hovězí kejda, mrva a travní senáž.

BPS je tvořena jednostupňovým reaktorovým systémem (2 x paralelně provozovaný fermentor 2500 m³). Suroviny jsou dávkovány ze zásobního sila šnekovými dopravníky přímo do fermentorů..

Je instalována KJ DEUTZ s výkonem 800 kWel. Je realizováno biologické odsíření bioplynu.

Sledované období	Dávkované suroviny		Kvalita bioplynu	
	kejda	kukuřice	CH ₄ (%)	H ₂ S (ppm)
1.14	14,24	36,68	52,53	45,68
2.14	17,69	36,6	53,1	116,8
3.14	21,32	36,6	53,23	87,33
4.14	10,57	18,66	51,34	110,7
5.14	11,58	29,57	53,12	99,35
6.14	9,6	38,45	53,04	100,9

Kvalita digestátu není k dispozici

BPS 11

BPS je zemědělskou bioplynovou stanicí určenou pro zpracování cíleně pěstované biomasy, hovězí mrvy a s instalovaným výkonem 1 x 600 kWel (1 x DEUTZ MWM TCG2016c 12V).

BPS je uspořádána jako 2 stupňový systému kruh v kruhu. Byl realizován osvědčený systém kruh v kruhu s vnějším průměrem 34 m. Digestát není separován a je skladován v otevřené uskladňovací nádrži. Tuhý substrát je dávkován z dávkovacího sila šnekovým dopravníkem přímo do vnějšího kruhu fermentoru, kapalné materiály jsou dávkovány přes vstupní jímku kapalin.

Je realizováno biologické odsíření přidavkem menšího množství vzduchu do plynového prostoru fermentoru a dofermentoru.

Objem fermentorů. F1: 3300 m³ (vnitřní výška: 6 m, vnitřní průměr: 21, vnější průměr 34 m), F2: 2100 m³ (vnitřní výška: 6 m, vnitřní průměr: 21 m)

	Dávkování surovin					Kvalita bioplynu	
	kukuřičná siláž	hnůj	travní senáž	hovězí kejda	vepřová kejda	CH ₄	H ₂ S
7.12	10,3	14,8	1,2	0,0	4,2	55,70	163,0
8.12	12,4	27,9	7,2	0,0	23,7	55,59	453,0
9.12	13,8	27,9	4,3	0,0	30,0	53,46	313,0
10.12	13,0	26,0	4,0	0,0	30,5	51,55	95,3
11.12	12,8	26,0	4,4	0,0	30,2	51,41	157,8
12.12	11,0	26,0	6,0	0,0	30,3	51,35	156,3
1.13	11,0	26,0	6,0	0,0	30,0	51,46	192,1
2.13	11,0	26,0	6,0	0,0	31,8	51,20	201,6
3.13	11,0	26,0	6,0	0,0	40,0	51,08	252,2
4.13	11,0	26,0	6,0	0,0	40,0	50,82	212,7
5.13	11,0	26,0	6,0	0,0	40,0	51,00	233,1
6.13	11,0	26,0	6,0	0,0	39,7	50,63	260,8
7.13	11,0	26,0	6,0	0,0	40,0	50,71	68,6
8.13	11,0	26,0	6,0	0,0	40,0	52,53	282,5
9.13	11,0	26,0	6,0	0,0	40,0	52,61	317,0
10.13	11,0	25,2	6,0	0,0	40,0	51,89	293,3
11.13	11,0	26,0	6,0	0,0	31,0	52,01	241,3
12.13*	9,2	21,0	4,8	0,0	21,3	45,20	248,8
1.14	11,0	25,2	6,0	0,0	30,0	51,46	228,2
2.14	11,0	26,0	6,0	0,0	30,0	51,60	216,9
3.14	11,0	26,0	6,0	0,0	30,0	50,68	122,2
4.14	11,0	26,0	6,0	0,0	30,0	50,59	17,7
5.14	11,0	26,0	6,0	0,0	30,0	50,39	16,8
6.14	11,0	26,0	6,0	0,0	30,0	50,35	21,7

*oprava BPS

BPS 12

BPS je zemědělskou bioplynovou stanicí určenou pro zpracování cíleně pěstované biomasy, hovězí mrvy a s instalovaným výkonem 2 x 537 kWel (2 x DEUTZ MWM TCG2016 12V). BPS je provozována s výkonem cca 800 kWel.

BPS je uspořádána jako 3 stupňový 1 x reaktor systému kruh v kruhu + dodatečný dofermentor. Byl realizován osvědčený systém kruh v kruhu s vnějším průměrem 34 m. Digestát není separován a je skladován v otevřené uskladňovací nádrži. Tuhý substrát je dávkován z dávkovacího sila šnekovým dopravníkem přímo do vnějšího kruhu fermentoru, kapalné materiály jsou dávkovány přes vstupní jímku kapalin.

Je realizováno biologické odsíření přidavkem menšího množství vzduchu do plynového prostoru fermentoru a dofermentorů.

Objem fermentorů. F1: 3200 m³ (vnitřní výška: 6 m, vnitřní průměr: 20, vnější průměr 34 m)

F2: 2200 m³ (vnitřní výška: 6 m, vnitřní průměr: 20 m)

F3: 2200 m³ (vnitřní výška: 6 m, vnitřní průměr: 22 m)

období	Dávkování surovin						Kvalita bioplynu	
	žlabové zbytky (t)	hnůj (t)	senáž (t)	Šrot, brambory (t)	kukuřice (t)	kejda (t)		
1.14	2,3	13,2	2,6	0,0	25,0	90,0	52,55	279,5
2.14	2,2	12,2	1,9	0,0	24,4	92,9	52,83	284,2
3.14	1,3	9,0	0,0	1,4	20,3	69,0	52,35	300,8
4.14	0,0	3,1	0,2	5,6	2,1	39,3	53,4	951,9
5.14	1,7	19,0	9,7	0,0	19,5	50,3	53,77	726,5
6.14	2,1	18,0	19,5	0,0	23,0	70,0	54,06	432,7

Kvalita digestátu není k dispozici.

BPS 13

BPS je zemědělskou bioplynovou stanicí určenou pro zpracování cíleně pěstované biomasy a hovězí mrvy s instalovaným výkonem 1 x 1200 kWel (1 x DEUTZ MWM TCG2020 8V). Do sítě je dodáváno max. 999 kWel.

BPS je uspořádána jako 2 stupňový systém kruh v kruhu. Vzhledem k velkému výkonu zařízení byl realizován systém kruh v kruhu s vnějším průměrem 40 m. Digestát není separován a je skladován v otevřené uskladňovací nádrži. Tuhý substrát je dávkován z dávkovacího sila šnekovým dopravníkem přímo do fermentoru, kapalně materiály jsou dávkovány přes vstupní jímku kapalin.

Objem fermentorů. F1: 5200 m³ (vnitřní výška: 6 m, vnitřní průměr: 22, vnější průměr 40 m)

F2: 2200 m³ (vnitřní výška: 6 m, vnitřní průměr: 22 m)

	Dávkování surovin					Kvalita bioplynu	
	Kukuřice (t/den)	Hnůj (t/den)	Travní senáž ; GPS (t/den)	Žito zrno (t/den)	hrách (t/den)	methan	H2S
1.14	9,66	17,98	7,40	1,26	0,00	51,18	202,25
2.14	17,11	32,80	13,96	1,01	0,93	52,03	421,69
3.14	18,01	35,11	15,79	0,85	0,62	52,12	508,13
4.14	18,00	28,97	17,67	0,00	0,00	51,80	347,92
5.14	18,00	28,38	16,28	0,76	0,00	52,34	259,87
6.14	13,78	29,67	18,84	0,00	0,00	51,72	36,73

Kvalita digestátu není k dispozici.

BPS 14

BPS je zemědělskou bioplynovou stanicí s instalovaným výkonem 830 kWel (1 x Jenbacher JMS 316 830 kWel). BPS je realizována jako 1 stupňový systém 1 x fermentor + 1 x otevřená uskladňovací nádrž. Míchání je zajištěno vrtulovými míchadly. Vstupní suroviny jsou dávkovány ze sila vstupních materiálů systémem BioMix s macerátorem do fermentoru.

Objem fermentoru. F1: 4090 m³ (vnitřní výška: 6 m, vnitřní průměr: 30 m)

- kukuřičná siláž: běžná kvalita, bezproblémový substrát
- travní senáž: horší kvalita, hůře rozložitelný materiál, zvyšuje sušinu reaktoru
- siláž žita GPS: kvalitní surovina, nedosahuje výtěžnosti kukuřice, zvyšuje sušinu reaktoru
- hnůj skotu: v případě podílu slámy zvyšuje sušinu a nároky na míchání, nižší produkce bioplynu, dodává mikroprvky
- ředící separát: nízká produkce plynu, malý ředící účinek (5% sušiny)
- kejda skotu: nízká produkce plynu

Je realizováno biologické odsíření přidavkem malého množství vzduchu do plynového prostoru reaktoru. Od 3/2014 je dávkováno Fe³⁺ za účelem snížení obsahu H₂S v bioplynu.

	Vstupní suroviny (t/den)								Kvalita bioplynu	
	Chlévská mrva	Kukuřičná siláž	Travní senáž	Kejda skotu	Glycerin	řízky	Melasové výlisky	Obilný šrot	Methan (%)	H ₂ S (ppm)
1.14	16,315	10,774	12,22	5,445	5,349	12,18	0,378	0,250	50,9	172,3
2.14	14,564	10,645	11,90	8,614	5,321	14,16	0,999	0,243	51,3	248,3
3.14	10,255	17,264	13,37	10,97	3,965	4,41	0,109	0,000	50,5	81,6

Kvalita digestátu není k dispozici

BPS 15

Jedná se o zemědělskou BPS s kukuřičnou siláží jako hlavní energetickou surovinou. Doplňkovými surovinami jsou hovězí kejda, mrva a travní senáž.

BPS je tvořena jednostupňovým reaktorovým systémem (2 x paralelně provozovaný fermentor 2000 m³). Suroviny jsou dávkovány ze zásobního sila do systému BioMix a dále přes macerátor čerpány do fermentorů.

Je instalována KJ DEUTZ s výkonem 600 kWel. Je realizováno biologické odsíření bioplynu a sekundární čištění bioplynu filtrem s aktivním uhlím.

datum	dávkování surovin (t/den)					kvalita bioplynu		
	prasečí kejda	kukuřičná siláž	hnůj	travní senáž	GPS	CH ₄	H ₂ S před filtrem	H ₂ S za filtrem do KJ
4.13	15,2	35,6	10,0	0,0	0,0	49,9	-	24,4
5.13	17,0	8,7	0,2	0,0	0,0	50,0	-	26,9
6.13	15,2	38,8	4,3	0,0	0,0	53,8	-	25,3
7.13	24,6	34,9	7,5	6,4	0,0	51,9	-	27,7
8.13	43,1	2,3	2,9	5,7	0,0	51,7	-	29,2
9.13	34,4	16,2	0,8	19,2	24,8	51,0	-	37,3
10.13	24,2	26,9	4,0	18,1	0,0	53,9	-	108,8
11.13	21,0	28,9	14,5	1,0	0,0	53,6	-	157,9
12.13	21,9	20,4	16,5	13,1	0,0	53,0	-	96,3
1.14	29,1	13,5	10,6	14,9	0,0	52,8	-	20,1
2.14	23,1	12,7	10,1	14,5	0,0	52,7	538,7	26,5
3.14	24,9	16,6	13,2	13,8	0,0	52,7	615,9	46,8

Kvalita digestátu není k dispozici

BPS 16

BPS 16 je zemědělskou bioplynovou stanicí s 2 stupňovým reaktorovým systémem. Fermentor je podélná hranatá nádrž s objemem 800 m³ s vysokým zatížením, dofermentor běžné konstrukce 2000 m³. Výkon BPS 800 kWel (instalována KJ DEUTZ).

Plnění vstupních surovin je realizováno systémem 1 x dávkovače tuhých materiálů. Jedná se o osvědčený jednoduchý systém plnění šnekovým zapravovačem se zásobníku tuhé hmoty charakteru kukuřičné siláže. Dávkovač je vybaven dvojitou posuvnou stěnou, která přihrnuje materiál k podávacímu šneku. Kapalně materiály jsou dávkovány z jímky kapalin s objemem cca 100 m³.

datum	dávkované suroviny (t/den)			kvalita bioplynu			
	kukuřičná siláž	cukrovarské řízky	hovězí mrva	CH ₄ (%) (fermentor)	CH ₄ (%) (dofermentor)	H ₂ S (ppm) (fermentor)	H ₂ S (ppm) (dofermentor)
1.14	38,40	4,00	9,00	53,13	52,20	74,00	120,13
2.14	37,74	4,00	9,00	52,96	52,19	80,67	115,24
3.14	37,73	4,00	9,00	53,47	52,61	76,23	98,71
4.14	37,56	4,00	9,00	52,95	52,34	88,13	99,30
5.14	37,81	2,97	8,74	52,31	52,08	78,52	98,77
6.14	32,93	0,00	6,27	52,28	52,07	117,70	133,33
7.14	33,32	0,00	5,16	51,95	51,89	155,90	139,52

Kvalita digestátu není k dispozici

4. Vyhodnocení dlouhodobého sledování kvality bioplynu na vybraných BPS

V rámci projektu bylo prováděno a hodnoceno dlouhodobé sledování vybraných zemědělských BPS s různým technologickým uspořádáním a různou surovinovou skladbou.

V rámci sledování je možno sledovat jednak vliv využívaných surovin na kvalitu bioplynu, dále pak vliv technologického uspořádání BPS (jedno či dvoustupňové systémy) a v neposlední řadě vliv technologického řešení odsíření.

4.1. Kvalita bioplynu v závislosti na dávkovaných surovinách

Pro vyhodnocení jsou k dispozici data z celkem 16 BPS. Hlavní energetickou surovinou na všech těchto BPS byla především rostlinná biomasa. Nejvíce využívanou surovinou byla především kukuřičná siláž, ovšem na většině BPS byla doplňována doplňkovou biomasou – zejména travní senáží a GPS siláží. Živočišnými doplňkovými surovinami byly hlavně hovězí mrva, hovězí kejda a prasečí kejda. Další materiály byly zpracovávány v malých množstvích.

U všech sledovaných BPS byla zjišťována relativně dlouhodobá a stálá kvalita bioplynu z hlediska obsahu methanu. Obvyklá hodnota byla 50 – 53% (obj) methanu v produkovaném bioplynu.

Obecně prakticky nelze mezi těmito hodnotami sledovat jednoznačný trend, který by bylo možné zobecnit. Teoreticky se nabízí především závislost koncentrace methanu na množství živočišných kofermentů – zejména kejdy a mrvy, jejichž dávkování by mělo koncentraci methanu zvyšovat, ovšem tento předpoklad nelze potvrdit – viz např. srovnání BPS 4, BPS 3 a 2, kde do BPS 4 nejsou dávkovány žádné živočišné kofermenty, přesto je dlouhodobý průměrný obsah methanu v bioplynu cca 53 – 54% a u BPS 3 a 4, kde je dávkováno obdobné poměrné množství rostlinné a živočišné biomasy a přesto se obsah methanu v bioplynu relativně významně liší (BPS 2 cca 53 – 54 %, BPS 3 50 – 51%). Vliv technologie je v tomto případě možné vyloučit, jelikož všechny tyto BPS jsou realizovány s využitím podobného fermentačního systému. Krátkodobé změny koncentrace methanu vyvolané např. nestandardním stavem BPS v tomto případě nehodnotíme.

Hlavní vliv na kvalitu bioplynu z hlediska jeho ovlivnění substráty na zemědělských BPS má především kvalita vlastní zemědělské biomasy – tj. vysoký podíl sacharidů v rostlinné biomase, která je hlavním zdrojem bioplynu. Rozkladem sacharidů pak

díky vyššímu obsahu kyslíku v molekulách vzniká vždy bioplyn s nižším obsahem methanu, což dlouhodobé sledování vybraných BPS potvrdilo.

4.2. Kvalita bioplynu v závislosti na technologickém uspořádání BPS

Z hlediska vlivu technologického uspořádání na obsah methanu v bioplynu byly sledovány jednak BPS s klasickými dvoustupňovými systémy, tak i BPS realizované jako systémy jednostupňové. Byly hodnoceny 3 BPS s jednostupňovými systémy, 1 BPS s nestandardním 2 stupňovým systémem a 11 BPS dvoustupňového uspořádání s různými typy reaktorů (oddělené válcové fermentory a reaktory typu kruh v kruhu).

Lze konstatovat, že významný vliv na kvalitu bioplynu opět nebyl zjištěn. Jednostupňové systémy 2 sledovaných BPS (BPS 15 a BPS 10) vykazovaly běžnou kvalitu bioplynu s obsahem methanu obdobným jako dvoustupňové systémy (52 – 53%) s obdobnou substrátovou skladbou. Obě BPS při podrobnějším rozboru vykázaly i dobrou účinnost využití substrátů. Obě tyto BPS pracují s dostatečnou dobou zdržení substrátu v reaktorech cca 85 – 90 dní. Jiným případem zařízení s jednostupňovým systémem je pak BPS 14, kde byl zjištěn nižší obsah methanu (cca 50%) – sice v běžné toleranci, ovšem účinnost využití substrátů na této BPS je významně horší (o cca 20%). Příčinou je pravděpodobně příliš krátká reálná doba zdržení cca 35 – 40 dní na této BPS.

Je zřejmé, že technologické uspořádání má na koncentraci methanu v bioplynu poměrně malý vliv a správně navržené jednostupňové systémy jsou schopny dosahovat obdobné účinnosti a poskytovat bioplyn prakticky stejné kvality jako systémy dvoustupňové. Podmínkou ovšem je správný návrh technologie a dostatečně dlouhá doba zdržení hmoty v systému. V případě zkrácení doby zdržení dochází ke snížení účinnosti využití surovin, jak bylo zjištěno v případě BPS 14.

4.3. Účinnost biologického odsíření v závislosti na substrátech a technologickém uspořádání BPS

V rámci sledování kvality bioplynu byl kromě obsahu CH_4 sledován podrobně i obsah H_2S , který má vliv jednak na životnost olejové náplně KJ, ve vyšších koncentracích i na životnost samotné KJ i na životní prostředí.

Vliv substrátů na koncentraci H_2S je v tomto případě jednoznačný. Vyšší využití živočišných materiálů či jakýchkoliv jiných materiálů s vyšším obsahem síry vede

k přímému růstu koncentrace H_2S v bioplynu. Během sledování ovšem tento fakt není možné získanými daty potvrdit, jelikož všechny sledované BPS byly vybaveny odsiřovacími systémy a kvalita bioplynu byla prakticky vždy měřena před KJ – tedy již u odsiřovaného bioplynu.

Účinnost instalovaného odsiřovacího systému se ovšem u jednotlivých technologických řešení BPS liší velmi významně.

Všechny sledované BPS byly vybaveny systémem biologického odsiřování realizovaného přidávkem malého množství vzduchu do fermentorů. Zde pak proběhne působením sulfátoxidujících bakterií mikrooxidace H_2S na elementární síru, která se ve formě nánosu usazuje jednak na stěnách nádrží a jednak na povrchu kalu se kterým je odváděna do digestátu. Pro průběh biologické mikrooxidace je klíčový jednak obsah kyslíku v plynovém prostoru reaktoru, koncentrace sírné biomasy a doba zdržení bioplynu.

Z hlediska obsahu kyslíku byly zjišťovány hodnoty od 0,1 do 0,5 % O_2 v bioplynu. Žádnou závislost mezi koncentrací O_2 a výslednou koncentrací H_2S v bioplynu ovšem není možné jednoznačně vysledovat.

Důležitějším faktorem pro účinnost odsiřování je koncentrace resp. množství sírných bakterií v plynovém prostoru reaktoru. Tyto bakterie tvoří hlavně nárostovou biomasu na stěnách nádrže, případně na stěnách plynového prostoru. V některých typech nádrží – zejména pokud jsou např. hladké stěny či v případě membránových plynojemů bez vnitřních vestaveb tak může být koncentrace sírné biomasy a její kontaktní plocha s plynem malá což vede ke snížení účinnosti odsiřování. Jako příklad lze uvést BPS 13, kde byla zaznamenávána relativně vysoká koncentrace H_2S v do měsíce června 2014, ovšem v červenci, kdy došlo na BPS k vytvoření plovoucí krusty ve fermentoru, která poskytla dobré podmínky pro růst sírné biomasy s velkým kontaktním povrchem, došlo k razantnímu snížení koncentrace H_2S v bioplynu a ke zvýšení účinnosti odsiřování. V plynových prostorech reaktorů je tak nezbytné zajistit dobré podmínky pro růst nárostové biomasy. Osvědčeným způsobem zvětšení povrchu plynového prostoru je zejména přítomnost za tím účelem instalovaných sítí pro nárost biomasy či dřevěných nosných konstrukcí.

Dle sledovaných BPS je možné jako naprosto zásadní faktor pro účinnost biologického odsiřování jmenovat dobu zdržení bioplynu v plynovém prostoru reaktorů vybavených systémem biologického odsiřování s mikroaerací. Tento fakt je možné demonstrovat na přímém srovnání systémů s jednostupňovou fermentací a systémů kruh v kruhu – kde je velmi malý plynový prostor s dvoustupňovými systémy s nasazenými plynojemy a BPS 2, kde je realizován přídatný plynojem s odsiřovacím systémem i na uskladňovací nádrži, což zajišťuje velmi dlouhou dobu zdržení plynu v nádržích.

Je možné konstatovat, že na všech sledovaných BPS se systémem kruh v kruhu (kde je část fermentoru zastropena betonovým stropem s minimálním plynovým

prostorem a na 2 stupni je velmi malý plynojem, BPS 7, 8, 9, 11, 12, 13) byly zjištěny zvýšené koncentrace H_2S (250 – 500 ppm) v bioplynu. Na těchto BPS se nedařilo obsah H_2S snížit ani při velmi vysokém dávkování vzduchu do plynového prostoru reaktorů. Dle místního šetření bylo odsíření funkční, o čemž svědčily i masivní nánosy síry v plynovém prostoru reaktoru, ovšem kontaktní doba plynu se sirnou biomasou nebyla dostatečná.

V případě jednostupňových systémů byla účinnost odsíření rovněž horší a na některých BPS byly instalovány dodatečné absorbéry H_2S (BPS 15), či jsou dávkovány speciální chemikálie (BPS Příčinou je jednoznačně kratší doba zdržení plynu v plynovém prostoru.

Naopak vynikající účinnosti odsíření dosahuje BPS 2, kde je realizován plynový systém s vysokou odsiřovací kapacitou (je realizován 3 x nasazený plynojem – fermentor, dofermentor + plnohodnotný plynojem na uskladňovací nádrži), který zajišťuje skladovací kapacitu bioplynu na cca 10 hod provozu. Na této BPS je účinnost odsíření extrémní a bioplyn je odsířen na hodnoty koncentrace H_2S 0 – 10 ppm.

5. Závěry

V rámci projektu bylo provedeno dlouhodobé sledování a vyhodnocení provozu 16 zemědělských BPS se zaměřením na sledování kvality bioplynu v závislosti na vstupních surovinách a jejich kvalitě.

V rámci sledování byl sledován jednak vliv využívaných surovin na kvalitu bioplynu, dále pak vliv technologického uspořádání BPS (jedno či dvoustupňové systémy) a v neposlední řadě vliv technologického řešení odsíření.

U všech sledovaných BPS byla zjišťována relativně stálá kvalita bioplynu z hlediska obsahu methanu. Obvyklá hodnota byla 50 – 53% (obj) methanu v produkovaném bioplynu. Lze konstatovat, že mezi hodnotami dávky a složení vstupních surovin a kvality produkovaného bioplynu není možné sledovat jednoznačný trend. Hlavní vliv na kvalitu bioplynu z hlediska jeho ovlivnění substráty na zemědělských BPS má především kvalita vlastní zemědělské biomasy – tj. vysoký podíl sacharidů v rostlinné biomase, která je hlavním zdrojem bioplynu. Rozkladem sacharidů pak díky vyššímu obsahu kyslíku v molekulách vzniká vždy bioplyn s nižším obsahem methanu, což dlouhodobé sledování vybraných BPS potvrdilo.

V případě vlivu technologického uspořádání na koncentraci methanu v bioplynu lze opět srnout, že významný vliv na kvalitu bioplynu nebyl zjištěn. Sledované jednostupňové systémy BPS vykazovaly běžnou kvalitu bioplynu s obsahem methanu obdobným jako dvoustupňové systémy (52 – 53%). Pouze u BPS 14 s jednostupňovým systémem byl zjištěn nižší obsah methanu (cca 50%) a významně horší účinnost využití surovin. Příčinou je pravděpodobně příliš krátká reálná doba zdržení cca 35 – 40 dní na této BPS. Je zřejmé, že technologické uspořádání má na koncentraci methanu v bioplynu poměrně malý vliv a správně navržené jednostupňové systémy jsou schopny dosahovat obdobné účinnosti a poskytovat bioplyn prakticky stejné kvality jako systémy dvoustupňové. Podmínkou ovšem je správný návrh technologie a dostatečně dlouhá doba zdržení hmoty v systému.

Koncentrace H_2S v bioplynu závisí především na účinnosti odsiřovacího systému. Účinnost instalovaného odsiřovacího systému se ovšem u sledovaných technologických řešení BPS velmi významně liší.

Dle sledovaných BPS je možné jako naprosto zásadní faktor pro účinnost biologického odsíření jmenovat dobu zdržení bioplynu v plynovém prostoru reaktorů vybavených systémem biologického odsíření s mikroaerací.

PŘÍLOHA 1 provozní data BPS 2:

Datum	obsah metanu	obsah síry ppm	Voda	Řepka odpad	kukuřice	vojtěšková senáž	Hnůj	obilný odpad	travní senáž	kukuřice LKS	Řízky
	%	ppm	t/den	t/den	t/den	t/den	t/den			t/den	t/den
01.01.13	53,9	4	12		24,6		26,9				
02.01.13	54,1	5	12		25,5		27,7				
03.01.13	54,3	8	12		26,2		28				
04.01.13	54,1	8	12		25,1		26,1				
05.01.13	54,1	6	12		25,1		26,3				
06.01.13	54,6	4	12		25		26				
07.01.13	54,2	4	12		25,7		27,8				
08.01.13	54	4	12		25,3		26,2				
09.01.13	54,2	5	12		25,9		27,3				
10.01.13	53,5	6	12		26		27				
11.01.13	53,8	5	12		26,4		27,8				
12.01.13	54,1	5	12		25,6		26,6				
13.01.13	54	4	12		25,4		27,8				
14.01.13	54,1	5	12		25,8		27,2				
15.01.13	53,7	6	12		25,3		26,7				
16.01.13	53,3	5	12		24,9		26,2				
17.01.13	53,8	5	12		25		27,1				
18.01.13	53,8	5	12		25,8		26,6				
19.01.13	53,6	4	12		26		27,4				

20.01.1 3	53,4	5	12		24,9		26				
21.01.1 3	53,5	5	12		24,7		26,9				
22.01.1 3	53,4	4	12		25,2		27,3				
23.01.1 3	53,7	4	12		25,5		26,5				
24.01.1 3	53,8	6	12		24,7		27,4				
25.01.1 3	53,8	4	12		25		26,3				
26.01.1 3	53,9	3	12		26		27				
27.01.1 3	53,5	4	12		25		26,2				
28.01.1 3	53,2	5	12		24,8		27,9				
29.01.1 3	53,2	7	12		24,8		26,5				
30.01.1 3	53,4	6	12		25		26,5				
31.01.1 3	53,8	6	12		24,8		26,4				
01.02.1 3	54,2	5	12		25,5		27,4				
02.02.1 3	53,2	5	12		27,1		24,4				
03.02.1 3	53,3	7	12		26,8		28,3				
04.02.1 3	52,4	8	12		26,5		26,5				
05.02.1 3	53,1	7	12		26,1		26,3				
06.02.1 3	52,6	6	12		26,2		27,7				
07.02.1 3	53,5	5	12		26,5		27,5				
08.02.1 3	53,9	6	12		25,1		27,1				
09.02.1 3	53,5	5	12		25,7		26,4				
10.02.1 3	53,8	3	12		25,6		27,5				
11.02.1 3	53,9	3	12		25,1		26,6				
12.02.1 3	54	5	12		26		27,1				
13.02.1 3	54,2	5	12		26,4		27,1				

14.02.1 3	54,4	4	12		26,2		27				
15.02.1 3	53,6	5	12		26		26,1				
16.02.1 3	53,6	5	12		26		27				
17.02.1 3	53,9	8	12		26,2		27,3				
18.02.1 3	53,6	5	12		26		26,8				
19.02.1 3	53,1	6	12		25,8		27,4				
20.02.1 3	53,3	5	12		26,7		27,6				
21.02.1 3	53,6	3	12		26,9		27,9				
22.02.1 3	53,7	3	12		27		27,6				
23.02.1 3	53,3	3	12		27		28				
24.02.1 3	53,5	4	8		25		27,6				
25.02.1 3	53,1	8	8		27		28				
26.02.1 3	53,5	7	12		26,9		27,5				
27.02.1 3	53,7	4	12		26,8		28,2				
28.02.1 3	53,4	4	12		26		26,5				
01.03.1 3	53,7	3	12		26,5		27,9				
02.03.1 3	53,8	3	12		26,3		26,9				
03.03.1 3	53,7	3	12		26,5		27,5				
04.03.1 3	53,5	3	12		25,8		27				
05.03.1 3	53,6	4	12		26		27,4				
06.03.1 3	53,3	5	12		26,5		27,1				
07.03.1 3	52,8	5	12		26		29,9				
08.03.1 3	53	5	12		25,5		26,5				
09.03.1 3	53,7	5	12		26,7		27,3				
10.03.1 3	53,5	6	12		25,7		28,3				

11.03.1 3	53,3	5	12		26,1		27,2				
12.03.1 3	53,6	5	12		26		27,3				
13.03.1 3	53,1	5	12		26,8		27,6				
14.03.1 3	53,6	4	12		26,1		27,7				
15.03.1 3	53,5	4	12		26		27,6				
16.03.1 3	53,9	4	12		26		26,8				
17.03.1 3	53,7	6	12		26,1		27,6				
18.03.1 3	53,1	6	12		24,9		26,4				
19.03.1 3	52,8	6	12		24,5		25,5				
20.03.1 3	53,1	5	12		24,8		25,8				
21.03.1 3	53,4	4	12		24,7		26,9				
22.03.1 3	53,9	5	12		24,6		26,5				
23.03.1 3	54,1	4	12		25		26,1				
24.03.1 3	53,6	3	12		26		27,8				
25.03.1 3	53,3	4	12		24		25,8			2,2	
26.03.1 3	53,8	3	12		24,1		26,2			2,6	
27.03.1 3	54,1	3	12		25		26,1			2,5	
28.03.1 3	53,7	4	8		24,8		25,9			2,1	
29.03.1 3	53,7	5	12		25,2		26,4				
30.03.1 3	53,4	4	12		25,1		26,5				
31.03.1 3	53,6	3	12		25		26,2				
01.04.1 3	53,7	4	12		25		26,8				
02.04.1 3	54,1	4	12		24,5		26,4				
03.04.1 3	54,3	3	12		24,6		26,5				
04.04.1 3	53,8	3	12		24		26,3				

05.04.1 3	53,4	4	12		24		25,7				
06.04.1 3	53,6	3	12		24,1		26,8				
07.04.1 3	54,2	3	12		23,9		26,8			1,3	
08.04.1 3	53,7	3	12		23,5		25,3			2,4	
09.04.1 3	53,4	3	12		25		26			1,2	
10.04.1 3	53,5	3	12		23,9		26,5			1,9	
11.04.1 3	53,8	3	12		21,1		24,3			1,6	
12.04.1 3	53,8	4	12		24		27				
13.04.1 3	53,6	4	12		24,1		26,7			1,6	
14.04.1 3	54	3	12		23,5		26			2,2	
15.04.1 3	54,1	3	12		23,6		26,7			2,1	
16.04.1 3	54	2	12		22,6		25			2	
17.04.1 3	54	3	12		22,1		24,7 5			2	
18.04.1 3	53,8	2	12		23,3		26,3			2,4	
19.04.1 3	53,9	1	12		23,4		26			2,2	
20.04.1 3	54,1	2	12		23		24,3			2	
21.04.1 3	54,1	3	12		23,5		25,6			2,3	
22.04.1 3	54,1	1	12		23,1		25,1			2,3	
23.04.1 3	54	1	12		23,5		26,7			2,2	
24.04.1 3	54,3	1	12		23,5		25,3			2,4	
25.04.1 3	53,9	1	12		23,1		24			2,1	
26.04.1 3	54	4	9		23,9		26,8			1,1	
27.04.1 3	53,4	1	9		24,1		26,5			2	
28.04.1 3	53,6	1	9		25		26,2			2,1	
29.04.1 3	53,6	3	9		24,5		26			2	

30.04.1 3	54,1	2	9		23,4		26,1			2,5
01.05.1 3	53,9	2	9		23,1		26			2,4
02.05.1 3	53,8	2	9		23,6		25			2,2
03.05.1 3	53,3	2	9		23,4		26,2			2,8
04.05.1 3	53,7	2	9		22,6		26,2			2,7
05.05.1 3	53,9	2	9		22		25,6			3,4
06.05.1 3	53,9	2	9		21		24,5			3,6
07.05.1 3	53,8	3	9		21		24			3,5
08.05.1 3	54,1	2	9		21,5		26			3,7
09.05.1 3	54,3	2	9		22,5		26,1			3,7
10.05.1 3	54,1	2	9		22		23,7			3
11.05.1 3	54,2	2	9		23		25,4			3,2
12.05.1 3	53,6	5	9		23,5		25,4			3
13.05.1 3	54	3	9		23,2		26,9			1
14.05.1 3	54	2	9		23,6		25,7			1,2
15.05.1 3	54	3	9		24,2		26,2			0
16.05.1 3	53,8	2	9		23,8		27,1			0
17.05.1 3	53,6	1	9		23,5		25,9			0
18.05.1 3	53,7	2	9		20,3		29			2
19.05.1 3	54	2	9		23		26			3
20.05.1 3	53,8	1	9		22,2		26,1			2,8
21.05.1 3	54,2	1	9		23		25,1			3,3
22.05.1 3	53,8	1	9		23,8		25,5			3
23.05.1 3	53,9	2	9		13		14,5			3,5
24.05.1 3	53,5	2	9		23		26,1			3,1

25.05.1 3	53,7	2	9		23,7		25,9			4	
26.05.1 3	53,6	3	9		23,8		25,3			4,2	
27.05.1 3	53,7	5	9		24,5		26,3			4,2	
28.05.1 3	53,8	4	6		23,7		24,6			4,2	
29.05.1 3	53,4	6	6		25,3		26,7			4,3	
30.05.1 3	53,4	3	6		26		27,3			3,2	
31.05.1 3	44,6	20	6		25,8		27,6			0,5	
01.06.1 3	50	90	6		26,9		27,3			0	
02.06.1 3	52,6	39	6		26		27			0	
03.06.1 3	54,1	8	6		27		28			0	
04.06.1 3	54,1	7	6		26		27			0	
05.06.1 3	54,1	5	6		24,6		27,2			2	
06.06.1 3	54,1	6	6		22,5		22,7			2	
07.06.1 3	53,8	4	6		23,5		26,2			2,1	3
08.06.1 3	53,6	6	6		23,9		26,6			1,5	3
09.06.1 3	53,7	5	6		23,6		27,2			0	3,4
10.06.1 3	53,2	6	6		23,1		27,5			0	3,2
11.06.1 3	53,7	7	6		23		24,7			0	3,5
12.06.1 3	53,9	5	6		23,5		26			0	4
13.06.1 3	54	5	6		23,8		26,9			0	3
14.06.1 3	53,5	5	6		23		24,9			0	3,5
15.06.1 3	54	5	6		23		26			0	3,6
16.06.1 3	53,8	6	6		23,5		24,8			0	3,5
17.06.1 3	53,7	6	6		22,4		25,4			2,2	3,3
18.06.1 3	53,7	6	6		22,3		26,8			2,4	3,7

19.06.1 3	53,3	6	6		22,5		26,6			2,5	3,6
20.06.1 3	53,5	7	6		22		24,5	0	1	2,6	3,5
21.06.1 3	53,4	6	6		22,3		26,2	0	1	1	3,9
22.06.1 3	53,5	6	6		22		23,7	0	1	3	4
23.06.1 3	53,3	7	6		22		23	0	1	3,2	3,8
24.06.1 3	53,7	7	6		21		24,9	0	2	3,1	4
25.06.1 3	53,5	9	6		22,6		26,9	0,25	1	2,4	4
26.06.1 3	53,6	12	6		22,1		26,5	0,25	2	3,6	3,8
27.06.1 3	53,6	10	6		22,1		24	0	1	3,5	3,5
28.06.1 3	53,7	8	6		21,9		25,1	0,25	2	4	4,6
29.06.1 3	53,3	8	6		20,5		23,6	0,25	2	3,9	4,1
30.06.1 3	53,6	7	6		21		25,6	0,25	2	4,3	4,2
01.07.1 3	53,8	6	6		20,1		26,7	0,25	1	4,5	2,5
02.07.1 3	53,9	6	6		22,3		27,6	0,25	0	4,2	0
03.07.1 3	53,5	6	4		21,7		27	0,25	0	4,8	
04.07.1 3	54	8	4		18,4		25,1 5	0,25	0	4	0
05.07.1 3	54,9	7	4		23,2		24,4	0,25	0,7	5,6	0
06.07.1 3	54,9	10	4		21,4		26,7	0,25	0	5,3	0
07.07.1 3	54,9	9	4		24,1		27,3	0	1	5	0
08.07.1 3	55,1	10	4		24,4		26,4	0	0,5	4,8	0
09.07.1 3	54,8	13	4		23,7		26,9	0	0	4,3	0
10.07.1 3	54,8	17	4		24,3		24,3 5	0,25	0	5,6	0
11.07.1 3	54,8	10	4		23,7		26,9	0,25	0,5	4,6	0
12.07.1 3	54,8	11	4		24,3		26,3	0,25	0	5,1	0
13.07.1 3	54,8	10	4		23,1		26,3	0,25	0	5,2	0

14.07.1 3	55	7	4		22,8		28,4	0,25	0	4,3	0
15.07.1 3	55	8	4		23		26,8	0,25	1,3	4,5	0
16.07.1 3	55,1	9	4		22,9		28,9	0,25	1	2	0
17.07.1 3	54,8	9	4		22,3		26,9	0,95	1,4	0	0
18.07.1 3	54,7	9	4		23,2		26,8	0,75	1,7	0	0
19.07.1 3	54,5	8	4		22,4		27,7	0,65	1,2	2,6	0
20.07.1 3	54,7	9	4		21,8		23,5 3	0,25	2,7	5,8	0
21.07.1 3	54,6	9	4		19,4		24,9	0	3	3,8	2,8
22.07.1 3	54,3	9	4		19,9		22,8	0	0,9	7,9	2,4
23.07.1 3	54	11	4		22,3		26,2	0	0,7	4,1	0
24.07.1 3	54,3	12	4		22		27,2	0	1,1	4,1	0
25.07.1 3	54,5	16	4		22		27,4	0	0,6	4,4	0
26.07.1 3	54,8	22	4		22,3		26,4	0	1,2	4,3	0
27.07.1 3	54,6	20	4		22,2		26,8	0	0,4	4	0
28.07.1 3	54,2	24	4		22		28,5	0	0	4	0
29.07.1 3	54,2	33	4		21,7		27,1	1,2	1,2	4,6	0
30.07.1 3	54,2	19	4		21,3		26,2	1,4	1,1	4,5	0
31.07.1 3	54,6	18	4		21,9		26,3	2	1,4	4,1	0
01.08.1 3	54,9	23	4		22,2		27,4	1,9	1,2	1	0
02.08.1 3	54,5	21	4		20,4		28,4	2,1	1,9	1,7	0
03.08.1 3	54,4	12	4		22,1		29,4	2,4	0,6	0	0
04.08.1 3	54,5	14	4		21,5		25,4	2,2	2	3,2	0
05.08.1 3	54,5	15	4		20,4		26,7	2	1,6	4,9	0
06.08.1 3	54,5	14	4		20,3		26,4	2,3	1,2	4,8	0
07.08.1 3	54,4	12	4		17,8		23,2	2,1	1,3	4,3	0
08.08.1	54,5	13	4		20,4		26,5	2,2	2,2	4,4	0

03.09.1 3	53,8	5	4	0	22,3		28,5	0	2	0	0
04.09.1 3	53,7	1	4	0	21,7		26	0	2,6	0	0
05.09.1 3	53,7	0	4	0	21,9		26,6	0	2,8	0	0
06.09.1 3	53,2	1	4	0	21,7		28,6	0	2,9	0	0
07.09.1 3	53,6	1	4	0	22,9		27,6	0	3,1	0	0
08.09.1 3	53,3	1	4	0	23,4		26,8	0	2,6	0	0
09.09.1 3	53,1	1	4	0	22,9		26,8	0	2,1	0	0
10.09.1 3	53,6	1	4	0	0		0	0	0	0	0
11.09.1 3	53,9	6	6	0	6		9,8	0	1,5	1,3	0
12.09.1 3	53,6	4	6	0	21,3		25,7	0	3,8	0,5	0
13.09.1 3	54,6	7	6	0	22		26,1	0,25	2,3	0	0
14.09.1 3	54	7	6	0	21,5		27,3	0,25	2,8	0	0
15.09.1 3	53,2	7	6	0	21,5		26,3	0,25	2,8	0	0
16.09.1 3	53,4	8	6	0	22,9		26,9	0,25	2,4	0	0
17.09.1 3	53,9	11	6	0	19,4		23,9	0,25	2,6	0	0
18.09.1 3	55,3	11	6	0	22,1		26,8	0,25	2,7	0	0
19.09.1 3	54,5	11	6	0	22		28,5	0,25	3,1	0	0
20.09.1 3	54,3	12	6	0	19,4		23,9	0,25	3,6	0	0
21.09.1 3	55	9	8	0	21,8		26,2	0,25	2,4	2,6	0
22.09.1 3	54,7	7	8	0	22		27,4	0,25	1,9	2,3	0
23.09.1 3	53,9	16	8	0	21,6		28,6	0,25	2	0	0
24.09.1 3	52,7	14	8	0	22,9		25,5	0	2,6	0	0
25.09.1 3	52,8	9	8	0	22,8		26,7	0	3,6	0	0
26.09.1 3	53,2	10	8	0	22		29,8	0	1,9	0	0
27.09.1 3	53,6	14	8	0	20,7	3,8	27,9	0	2,1	0	0
28.09.1	54,1	11	8	0	20,4	5,1	26,1	0	2,2	0	

3												
29.09.1					20,1	6,5	26	0	2,3	0	0	
3	54,3	10	8	0								
30.09.1					19,1	7,4	25,9	0	2,1	0	0	
3	54,2	14	8	0								
01.10.1					15,4	5,4	16,8	0	2,2	0	0	
3	54,9	13	8	0								
02.10.1					15,6	5,8	19,2	0	2,6	2,4	0	
3	53,9	10	6	0								
03.10.1					20,1	6,2	25,8	0	2,3	2,4	0	
3	52,2	11	6	0								
04.10.1					20,4	7	23,7	0	1,9	0,8	0	
3	51,9	9	6	0								
05.10.1					19,2	6,4	28	0	1,7	0	0	
3	51,8	3	6	0								
06.10.1					19,4	7,6	26,5	0	1,9	0	0	
3	52,5	9	8	0								
07.10.1					18,3	6,7	25,1	0	1,5	0	0	
3	53,2	4	8	0								
08.10.1					19,9	7,6	25,5	0	2,2	0	0	
3	54,3	12	8	0								
09.10.1					20,1	7,9	25,6	0	2,1	0	0	
3	52,9	13	8	0								
10.10.1					19,8	7,8	22,3	0	1,8	0	0	
3	53,6	14	8	0								
11.10.1					19,9	8,6	26,3	0	2,4	0	0	
3	54,2	13	10	0								
12.10.1					19,9	8	26	0	1,4	0	0	
3	54,4	15	12	0								
13.10.1					19,8	8,4	26	0	2,3	0	0	
3	54,1	13	12	0								
14.10.1					19,6	8,1	26,2	0	3	0	0	
3	53,9	13	12	0								
15.10.1					20,1	8,1	23,1	0	3	0	0	
3	54,8	14	12	0								
16.10.1					20	8,1	27,7	0	2,1	0	0	
3	55,5	12	12	0								
17.10.1					19,4	8	23,4	0	2	2,3	0	
3	54,8	12	12	0								
18.10.1					17,6	3,8	17,4	0	1	0,6	0	
3	55,1	13	12	0								
19.10.1					22,4	4,1	26,3	0	2,2	0	0	
3	57,4	9	12	0								
20.10.1					22,2	4,4	26,4	0	2,2	0	0	
3	57	0	12	0								
21.10.1					22,2	4,5	25,5	0	2,4	0	0	
3	54,1	0	10	0								
22.10.1					22,1	4,6	26,6	0	2,5	0	0	
3	48,8	0	10	0								
23.10.1					21,3	4,2	26,7	0,25	2,9	0	0	
3	52,1	4	12	0								

24.10.1 3	54,7	6	12	0	22	4,4	25,6	0,25	2,4	0	0
25.10.1 3	56	5	12	0	21,9	4,4	25,7	0,25	2,6	0	0
26.10.1 3	55,7	7	12	0	22,6	4,7	24,8	0,25	2,8	0	0
27.10.1 3	56	7	12	0	22,2	4,4	26,4	0,25	2,2	0	0
28.10.1 3	54,9	7	12	0	22,3	4,9	27,1	0,25	1	0	0
29.10.1 3	54,1	5	12	0	21,3	4,1	23,1	0	1,4	0	0
30.10.1 3	54,2	8	12	0	23	4,6	24,9	0	1,7	0	0
31.10.1 3	54,2	13	12	0	22,4	4	27,8	0	1,4	0	0
01.11.1 3	53,7	13	12	0	21,5	4,4	24,2	0	2,3	0	0
02.11.1 3	53,6	16	12	0	22,3	4,2	24,3	0	2,2	0	0
03.11.1 3	53,1	13	12	0	21,8	4,7	26,5	0	2,1	0	0
04.11.1 3	53	9	12	0	22,6	4,5	26,2	0	2,2	0	0
05.11.1 3	53,2	12	15	0	22,9	4,3	26,4	0	2,2	0	0
06.11.1 3	52,9	9	15	0	22,1	3,7	25,6	0,25	3	1,1	0
07.11.1 3	53,4	4	15	0	22,7	4,1	26	0,25	3	0	0
08.11.1 3	53,4	7	15	0	22,3	3,6	26,7	0,25	3,3	0	0
09.11.1 3	53,1	4	15	0	21,7	3,8	25,9	0,25	2	0	0
10.11.1 3	53,4	6	15	0	22,4	4,1	25,3	0,25	2,4	0	0
11.11.1 3	53,5	6	15	0	22	4,5	25,8	0,25	2,2	0	0
12.11.1 3	54	5	15	0	22,4	3,8	27,3	0	2,1	0	0
13.11.1 3	53,8	6	15	0	22,2	4,2	25,3	0	3,1	0	0
14.11.1 3	53,8	10	15	0	21,9	4,1	25,6	0	3,3	0	0
15.11.1 3	53,7	9	15	0	21,7	3,5	24,4	0	2,6	0	0
16.11.1 3	53,5	15	15	0	21,5	3,5	23,2	0	2,4	4,4	0
17.11.1 3	53,5	1	15	0	21,2	3,7	21,4	0	2	3,7	0
18.11.1	53,4	1	15	0	21,9	3,4	20,1	0	3	2,4	0

3												
19.11.1					21,5	3,4	25,3	0	3,2	2,3	0	
3	52,6	0	15	0								
20.11.1					20,8	3,2	20,1	0	2,1	3,3	0	
3	52,8	0	15	0								
21.11.1					21,9	2,5	26,8	0	3	2,8	0	
3	53,3	1	15	0								
22.11.1					22,8	0	25,8	0	3,8	0	0	
3	53,3	15	15	0								
23.11.1					22,8	0	26,1	0	3,9	0,5	0	
3	53,5	9	15	0								
24.11.1					22,1	0	22,3	0	2,6	0	0	
3	53,7	10	15	0								
25.11.1					22,9	0	26,1	0	3,3	0	0	
3	53,5	10	15	0								
26.11.1					22,7	0	26,7	0	3,6	0	0	
3	53,8	10	15	0								
27.11.1					24,1	0	25,4	0	3,6	0	0	
3	54	8	15	0								
28.11.1					23,8	0	26,3	0	3,6	0	0	
3	53,9	0	15	0								
29.11.1					23,4	0	25,9	0	3,7	0	0	
3	53,3	0	15	0								
30.11.1					22,9	0	26,7	0	3,9	0	0	
3	53	0	15	0								
01.12.1					24	0	26,7	0	3,9	0	0	
3	53,7	0	15	0								
02.12.1					24,1	0	27,1	0	4,8	0	0	
3	53,9	9	15	0								
03.12.1					24	0	27,4	0	3,4	1,2	0	
3	53,9	6	15	0								
04.12.1					23,1	0	26,5	0	3,7	2	0	
3	53,8	7	15	0								
05.12.1					23,4	0	27,5	0	3,8	0	0	
3	53,7	5	15	0								
06.12.1					21,2	0	22,9	0,25	2,8	4,7	4	
3	53	6	15	0								
07.12.1					21,5	0	21,7	0,25	2,7	4,3	4,4	
3	53,1	9	15	0								
08.12.1					22,2	3,5	21,9	0,25	0	4,8	4,1	
3	53,3	7	15	0								
09.12.1					21,9	2	23,3	0,25	1	4,1	3,8	
3	53,4	5	15	0								
10.12.1					21,7	2,9	21,8	0,25	0	4,4	3,4	
3	54,2	4	15	0								
11.12.1					21,9	1,5	26,3	0,25	1,4	4,1	0,8	
3	54,1	4	15	0								
12.12.1					21,2	2,8	25,8	0,25	1	4,5	0	
3	53,9	5	15	0								
13.12.1					24,1	2,5	27,3	0,25	1,1	2,3	0	
3	54,3	6	15	0								

14.12.1 3	54,2	6	15	0	24	2,2	26,9	0	1,7	0	0
15.12.1 3	54,4	6	15	0	24,8	2,5	29,2	0	1,6	0	0
16.12.1 3	54,6	7	15	0	23,9	2,9	29,6	0	1	0	0
17.12.1 3	54,4	8	15	0	24,5	3,4	30	0	0	0	0
18.12.1 3	54,3	9	15	0	24,5	0	28,2	0	2,3	0	0
19.12.1 3	54,3	13	15	0	24,8	0	30,1	0	1,2	0	0
20.12.1 3	53,9	13	15	0	24,9	1,8	30,1	0	0	0	0
21.12.1 3	54,1	11	15	0	24,8	1,7	30,8	0	0	0	0
22.12.1 3	54	11	15	0	24	0	32,9	0	1,7	0	0
23.12.1 3	53,5	11	15	0	25,2	1,4	29,8	0	0	0	0
24.12.1 3	53,2	11	15	0	23,7	2,5	27,5	0	0	4,4	0
25.12.1 3	52,8	12	15	0	23,8	1,9	28,4	0	0	2,1	0
26.12.1 3	53,1	12	15	0	23,9	0	29,9	0	1,6	0	0
27.12.1 3	53,1	12	15	0	23,8	1,5	30	0	1,5	0	0
28.12.1 3	53,5	16	15	0	23,5	2,7	31,2	0	0	0	0
29.12.1 3	53,2	18	15	0	24,1	2,1	31,1	0	0	0	0
30.12.1 3	53,9	17	15	0	24,3	2,6	32	0	0	1,7	0
31.12.1 3	53,8	21	15	0	24,9	2	30,9	0	0	1,4	0
01.01.1 4	53,4	23	15	0	24	2,7	31,9	0	0	0	0
02.01.1 4	53,2	25	15	0	23,9	3,6	30,2	0	0	0	0
03.01.1 4	53,2	20	15	0	24,9	2,9	31,6	0	0	0	0
04.01.1 4	53,5	17	12	0	23,5	3,8	28,2	0	0	2,5	0
05.01.1 4	53,4	17	12	0	22,9	3,9	30,7	0	0	2,6	0
06.01.1 4	54	14	12	0	23,1	3,4	29,4	0	0	2,6	0
07.01.1 4	54,1	13	15	0	23,8	2,9	30,4	0	0	2,4	0
08.01.1	53,7	12	15	0	24	2,6	29	0	0	2,4	0

4												
09.01.1												
4	53,4	12	15	0	24	2,8	25,8	0	0	2,8	0	
10.01.1												
4	53	11	15	0	24,2	2,9	28,6	0	0	2,5	0	
11.01.1												
4	53,4	14	15	0	24	3,3	31	0	0	2,6	0	
12.01.1												
4	53,7	15	15	0	24,4	3	29,9	0	0	2,5	0	
13.01.1												
4	53,7	17	15	0	23,4	2,4	28,9	0	0	2,4	0	
14.01.1												
4	52,2	21	15	0	26	2,8	26,3	0	0	2,9	0	
15.01.1												
4	52,6	23	18	0	26,4	1,9	29,4	0	0	2,1	0	
16.01.1												
4	52,3	8	18	0	26	2,5	30,4	0	0	1,5	0	
17.01.1												
4	52,1	4	15	0	26,2	3,4	28,5	0	0	1,4	0	
18.01.1												
4	52,9	11	15	0	23,9	2,8	28,5	0	0	0,5	0	
19.01.1												
4	54,1	3	15	0	23,7	3,1	31,8	0	0	0	0	
20.01.1												
4	53,9	2	15	0	23,9	2,9	30,2	0	0	0	0	
21.01.1												
4	53,9	5	15	0	22,5	3	31,7	0	0	0	0	
22.01.1												
4	53,8	10	15	0	24,1	2,9	30,9	0	0	0	0	
23.01.1												
4	54	14	15	0	24,2	3	30,7	0	0	0	0	
24.01.1												
4	53,4	18	15	0	23,7	3,2	30,8	0	0	0	0	
25.01.1												
4	53,9	21	15	0	23,9	3,1	30	0	0	0	0	
26.01.1												
4	53,8	26	15	0	24	3,1	30,6	0	0	0	0	
27.01.1												
4	53,2	35	15	0	24,4	2,8	29	0	0	0	0	
28.01.1												
4	53,2	31	15	0	24,2	3,1	29,8	0	0	0	0	
29.01.1												
4	52,9	26	10	0	19,3	2,7	20,9	0	0	0	0	
30.01.1												
4	53,1	26	15	0	24,2	3,1	30,2	0	0	0	0	
31.01.1												
4	53,3	26	15	0	24,2	3,9	30	0	0	0	0	
01.02.1												
4	53,3	24	15	0	23,8	3,9	29,2	0	0	0	0	
02.02.1												
4	53,3	26	15	0	23,6	3,9	27,1	0	0	3,6	0	

03.02.1 4	53,7	26	15	0	24	3,1	29,6	0	0	1,2	0
04.02.1 4	53,6	34	15	0	23,6	4,2	27,9	0,25	0	2,1	0
05.02.1 4	53,8	27	15	0	24,2	4	28	0,25	0	3,6	0
06.02.1 4	53,3	24	15	0	23,1	3,8	27,8	0,25	0	3,4	0
07.02.1 4	53,2	26	15	0	24,4	3,9	28,8	0,25	0	4,2	0
08.02.1 4	53	22	15	0	23,9	4,2	30,9	0,25	0	3,8	0
09.02.1 4	53,1	17	15	0	26,1	4	28,5	0,25	0	3,9	0
10.02.1 4	52,5	40	15	0	26	4,9	27,6	0,25	0	3,7	0
11.02.1 4	52	15	15	0	24,1	4,2	27	0	0	3,5	0
12.02.1 4	52,8	26	15	0	24,2	3,8	27,9	0	0	4,7	0
13.02.1 4	53,4	18	15	0	23,9	3,9	27,2	0	0	4,3	0
14.02.1 4	53,1	18	15	0	22	4,1	27	0	0	3,9	0
15.02.1 4	53,6	20	10	0	22	4,1	26,9	0	0	3,9	0
16.02.1 4	53,2	21	15	0	22,6	1	26	0	2,1	4,3	0
17.02.1 4	53,3	24	15	0	22	0	27,3	0	3,6	4,4	0
18.02.1 4	53,2	15	15	0	22,1	1,9	27,2	0	1,9	4	0
19.02.1 4	53,1	18	15	0	23,2	3,8	27,4	0	0	4,2	0
20.02.1 4	53,4	15	15	0	22,4	2	28,3	0	0	4,3	0
21.02.1 4	53,3	16	15	0	23,1	4,5	26,4	0	0	4,9	0
22.02.1 4	53,4	18	15	0	23,2	3,4	27,4	0	0	5	0
23.02.1 4	53,9	14	15	0	23,4	2,9	28,3	0	0	4,9	0
24.02.1 4	53,6	18	15	0	22,9	1,9	28	0	0	5	0
25.02.1 4	53,3	16	15	0	23	1	29,9	0	0	2,1	0
26.02.1 4	53,4	21	15	0	23,1	0,8	31,2	0	0	1,5	0
27.02.1 4	53,3	19	15	0	22,4	0	27,9	0	0	2	0
28.02.1	53	16	15	0	22,2	1	27,6	0,25	0	2,5	0

4												
01.03.1												
4	52,9	20	15	0	22,3	0	28,2	0,25	0	4,3	0	
02.03.1												
4	52,6	20	15	0	22	1,6	29,8	0,25	0	4,2	0	
03.03.1												
4	52,7	18	15	0	22,3	1,3	28,5	0,25	0	4,5	0	
04.03.1												
4	53	18	15	0	22,4	0	28,8	0,25	0	5,8	0	
05.03.1												
4	53,5	18	15	0	21,4	0	28,8	0,25	0	5,1	0	
06.03.1												
4	53,9	19	15	0	22,3	1,5	27,8	0,25	0	5,4	0	
07.03.1												
4	54,2	20	15	0	21,7	0	28,4	0,25	0	7,2	0	
08.03.1												
4	53,8	21	15	0	22,4	1,1	28,2	0,25	0	7,3	0	
09.03.1												
4	53,9	21	15	0	22,1	1	27,9	0,25	0	7,3	0	
10.03.1												
4	53,9	22	15	0	22	0,7	28,3	0	0	6,5	0	
11.03.1												
4	54	18	15	0	22,1	0	28,2	0	0	7,1	0	
12.03.1												
4	53,8	22	12	0	21,9	2,7	27,5	0	0	7,3	0	
13.03.1												
4	54,1	20	12	0	21,7	1,7	28,1	0	0	7,5	0	
14.03.1												
4	53,9	20	12	0	22	0	28	0	0	7,6	0	
15.03.1												
4	53,4	21	12	0	22,1	1,2	27,5	0	0	7,3	0	
16.03.1												
4	53,3	25	12	0	22,4	0	29,8	0	0	7,6	0	
17.03.1												
4	53	20	12	0	22,2	0	28,9	0,25	0	7	0	
18.03.1												
4	53,5	22	12	0	21,8	1,3	27,7	0,25	2,3	6,9	0	
19.03.1												
4	53,3	20	12	0	22	1	27,9	0,25	2,2	6,4	0	
20.03.1												
4	53	21	12	0	22	1,8	29,1	0,25	0	7,1	0	
21.03.1												
4	53,1	20	12	0	21,5	1,5	27,4	0,25	2,1	7,8	0	
22.03.1												
4	53,6	18	12	0	21,9	1,4	29	0,25	0	8,2	0	
23.03.1												
4	53	20	12	0	21,8	1,5	29	0,25	0	8	0	
24.03.1												
4	53,1	19	12	0	21,9	0,5	28,4	0,25	0	8,3	1	
25.03.1												
4	53,4	20	12	0	22	2,6	27,7	0	0	8,9	1,3	

26.03.1 4	53,8	18	12	0	21,9	2,6	29,3	0	0	8,2	0
27.03.1 4	54,1	19	12	0	21,5	1,2	28,6	0	0	8,3	0
28.03.1 4	53,6	20	15	0	21,7	1	28,4	0	0	8,9	0
29.03.1 4	53,8	25	15	0	21,6	1,6	29,9	0	0	8	0
30.03.1 4	53,6	20	15	0	22,5	0	28,1	0	0	8,1	0
31.03.1 4	53,6	26	12	0	21,8	2,2	28,6	0	0	7,9	0
01.04.1 4	53,6	22	12	0	21	1,4	28,7	0	0	8,4	0
02.04.1 4	53,6	22	12	0	21,7	0	28,8	0	0	8,1	0
03.04.1 4	53,3	25	12	0	21,9	1,9	27,8	0	0	8,3	0
04.04.1 4	53,3	26	12	0	22,1	0	29,9	0	0	8,5	0
05.04.1 4	53,2	28	12	0	22,1	0	28,4	0	0	7,6	0
06.04.1 4	53,1	21	12	0	22,5	1,7	29,9	0	0	1,3	0
07.04.1 4	53,1	45	12	0	22	3	30,4	0	0	0	0
08.04.1 4	52,8	38	12	0	21,8	1	30,8	0	0	4,9	0
09.04.1 4	52,5	37	12	0	22	0,6	28,7	0	0	7	0
10.04.1 4	53,1	39	10	0	22	0,7	28	0,25	0	7,4	0
11.04.1 4	53,2	22	10	0	21,5	2	28,1	0,25	0	7,9	0
12.04.1 4	53,2	27	10	0	21,6	1,5	27,7	0,25	0	7,9	0
13.04.1 4	53,3	28	10	0	22,1	0	28,7	0,25	0	8	0
14.04.1 4	53,5	21	10	0	21,6	1,9	29,2	0,25	0	8,1	0
15.04.1 4	53,3	23	10	0	21,6	4,6	27,1	0,25	0	6,1	0
16.04.1 4	53,7	26	10	0	21,3	4,5	26,4	0,25	0	7,4	0
17.04.1 4	54,1	23	10	0	21,3	3,5	29,1	0,25	0	7,9	0
18.04.1 4	53,1	40	10	0	21,7	3,5	28,5	0,25	0	8,4	0
19.04.1 4	53,5	28	10	0	21,1	3,4	29,9	0	0	8,1	0
20.04.1	53,3	28	10	0	20,8	3,3	28,1	0	0	8,6	0

4												
21.04.1												
4	53,3	26	10	0	21,2	2,4	29,3	0	0	8,1	0	
22.04.1												
4	53	24	10	0	21,6	1,7	10,3	0	0	9,1	0	
23.04.1												
4	53,6	28	10	0	21,2	3,6	28,7	0	0	8,4	0	
24.04.1												
4	53,4	27	10	0	20,9	1,4	26,5	0	4	8,9	0	
25.04.1												
4	53,8	28	10	0	21	1,2	26,4	0	5,3	9	0	
26.04.1												
4	53,6	28	10	0	20,5	1,2	26,9	0	4,8	8,7	0	
27.04.1												
4	53,5	27	10	0	21,2	2,3	27,8	0	0	8,9	0	
28.04.1												
4	53,4	29	10	0	20	1,2	28	0	0	10,5	4,5	
29.04.1												
4	53,7	27	10	0	20	1,4	29,7	0	0	10,3	4,6	
30.04.1												
4	53,3	26	10	0	19,8	0	26	0	4,1	10,5	4,5	
01.05.1												
4	53,5	26	10	0	20,8	0	26,8	0	5,3	10,4	0	
02.05.1												
4	53,5	29	10	0	21,1	1,4	28,7	0	5,4	10,9	0	
03.05.1												
4	54	28	10	0	19,7	1,2	27,3	0	3,8	11,1	0	
04.05.1												
4	54,2	26	10	0	19,4	1,3	27,5	0	4,3	9,8	0	
05.05.1												
4	54	27	10	0	19	1,4	27,8	0	4,3	10,4	0	
06.05.1												
4	54,2	25	10	0	18,5	1,4	27,2	0,25	4,2	10,8	0	
07.05.1												
4	53,4	24	10	0	19,3	1,2	29,1	0,25	3,6	10,4	0	
08.05.1												
4	53,7	23	10	0	19,7	2	28,6	0,25	0	10,4	0	
09.05.1												
4	53,2	23	10	0	18,7	1,2	27	0,25	4,5	10,5	0	
10.05.1												
4	53,5	22	10	0	20,4	0	27,5	0,25	4,8	10,8	0	
11.05.1												
4	53,4	28	10	0	21,4	2,3	25,3	0,25	0	9,5	0	
12.05.1												
4	53,5	35	10	0	21	0,8	29,5	0,25	3,1	10,5	0	
13.05.1												
4	53,8	23	10	0	18,2	1,4	26	0,25	4,7	10,9	0	
14.05.1												
4	53,7	21	10	0	20,1	3,8	26,8	0,25	2	10,7	0	
15.05.1												
4	54,1	23	10	0	21,4	1,4	27,5	0,25	3,9	10	0	

16.05.1 4	54,1	26	10	0	19,9	0	26,4	0	5,8	11,2	0
17.05.1 4	52,9	40	10	0	18,4	0	26,8	0	5,5	10,5	0
18.05.1 4	52,1	19	10	0	18,7	1,3	26,5	0	4,9	10,7	0
19.05.1 4	52,9	22	10	0	19,7	1,4	28	0	4,4	10,8	0
20.05.1 4	52	97	12	0	18,9	1,4	29,2	0	5,3	10,5	0
21.05.1 4	52,8	22	12	0	18	0	27,8	0	6,5	11,9	0
22.05.1 4	52,8	13	12	0	17,8	1,3	26,1	0	5,2	12,1	0
23.05.1 4	53,2	15	12	0	17,7	1,6	28,5	0	6,3	12,1	0
24.05.1 4	53,7	14	12	0	16	1,8	28,8	0	5,6	13,6	0
25.05.1 4	54,2	20	12	0	16,2	1,4	28,2	0	4,6	13,1	0
26.05.1 4	54,4	16	12	0	15,8	0	28,5	0	6,3	12,7	0
27.05.1 4	53,7	10	12	0	14,8	1	22,5	0	5,5	11,4	0
28.05.1 4	53,7	24	12	0	15,8	0	29,1	0	6,3	10,9	0
29.05.1 4	54	20	12	0	16,8	0	28,9	0	7	8,1	0
30.05.1 4	54,2	34	12	0	16,1	1,6	29	0,25	5,8	7,7	0
31.05.1 4	54,2	23	12	0	16,4	1,5	28,2	0,25	5,8	6,9	0
01.06.1 4	53,9	18	12	0	16,3	1,4	28,8	0,25	6	8,1	0
02.06.1 4	54	15	12	0	16,4	0	29,1	0	6,5	8,1	0
03.06.1 4	53,8	12	12	0	15,9	1,6	24,5	0,25	5,6	6,4	0
04.06.1 4	53,4	11	12	0	16	1,3	29,4	0,25	6,6	5,9	0
05.06.1 4	53,6	10	15	0	16,4	1,5	28,3	0,25	6,1	6	0
06.06.1 4	54,1	13	15	0	15,1	1,5	27,6	0,25	7	8,2	0
07.06.1 4	54,1	10	15	0	15	1,5	26	0,25	6,4	8,5	0
08.06.1 4	54,1	8	15	0	16,1	1,6	28,3	0,25	6,6	7,4	0
09.06.1 4	54,3	15	15	0	15,5	1,6	28,4	0,25	6,2	8	0
10.06.1 4	54,2	25	15	0	14,8	2	29,5	0,25	5,6	7,3	0

4												
11.06.1												
4	54,1	25	15	0	15	1,5	28,1	0,25	5,2	7,9	0	
12.06.1												
4	54,3	38	15	0	14,7	2,9	26,3	0,25	4,1	7,3	2,5	
13.06.1												
4	54,2	23	15	0	15,5	2,5	26,6	0,25	3	8,3	3,1	
14.06.1												
4	53,8	24	15	0	13,1	3,5	27,2	0,25	5	6,9	2,5	
15.06.1												
4	54,3	21	15	0	13,8	2,6	27,6	0,25	5,4	7,9	1,9	
16.06.1												
4	54,2	23	15	0	13,7	3	27,8	0,25	7,1	7,9	2,5	
17.06.1												
4	54	15	15	0	12,2	4,8	27,1	0,25	4,6	8,4	1,9	
18.06.1												
4	54,1	17	15	0	12,1	3,3	27,3	0,25	6	7,4	1,5	
19.06.1												
4	54	16	15	0	12,3	8,5	28,1	0,25	1	7	1	
20.06.1												
4	54,3	16	15	0	12,7	9,9	27,5	0,25	0	8,1	1	
21.06.1												
4	53,8	14	15	0	13,5	9,9	27,4	0,25	0	8	1,4	
22.06.1												
4	54	19	15	0	13	9,8	27,3	0,25	0	8,3	1,7	
23.06.1												
4	53,9	20	15	0	13,1	9,4	27,4	0,25	0	7,2	1,1	
24.06.1												
4	54	13	15	0	13,8	9,6	27,9	0,25	0	8	1	
25.06.1												
4	53,6	13	15	0	13,1	10,1	27,2	0,25	0	8,3	1	
26.06.1												
4	53,6	23	15	0	13	10,5	27,5	0,25	0	7,1	1,1	
27.06.1												
4	53,8	18	15	0	12,8	9,2	27,3	0,25	1,1	8	0,6	
28.06.1												
4	53,6	10	15	0	13,2	9	27,7	0,25	1	7,4	0	
29.06.1												
4	53,3	7	15	0	13,6	10,4	28,7	0,25	0	8,6	0	
30.06.1												
4	53,6	12	15	0	12,7	9,1	27,6	0,25	1,3	7,7	0	
01.07.1												
4	54	8	15	0	13,3	8,1	26	0,25	1,6	8,1	0	
02.07.1												
4	53,8	12	15	0	13,9	6,9	27,6	0,25	2,9	7,9	0	
03.07.1												
4	54,6	14	15	0	13,2	7,6	28,3	0	2,6	8	0	
04.07.1												
4	54	7	15	0	14	9,3	27,8	0	1,5	8	0	
05.07.1												
4	53,6	6	15	0	14,6	8,7	27,7	0	1,8	7,8	0	

06.07.1 4	53,6	7	15	0	14,1	9,3	28,7	0	1,3	7,2	0
07.07.1 4	53,7	10	15	0	12,9	8,5	27,4	0	1,5	7,3	0
08.07.1 4	53,4	15	15	0	13,4	8,4	27,6	0	2,2	7,2	0
09.07.1 4	53,7	9	15	0	13,1	9,8	26,9	0	1,3	7,2	0
10.07.1 4	53,6	13	15	0	13,9	7,2	26,2	0	2,7	7,5	0
11.07.1 4	53,9	12	15	0	14,4	8,6	27,3	0	2,1	8,5	0
12.07.1 4	53,7	10	15	0	14,5	8,2	27,7	0	1,8	9,4	0
13.07.1 4	53,8	9	15	0	13,5	6,2	27	0	3,2	9,3	0
14.07.1 4	53,9	6	15	0	15,8	4,5	22,9	0,25	5	9,3	0
15.07.1 4	54	4	15	0	15,1	6	26,6	0,25	4,2	9,3	0
16.07.1 4	54	11	15	0	13,6	5,1	26,9	0,25	5	9	0
17.07.1 4	54,2	21	15	0	14	4,9	25,7	0,25	5,4	8,5	0
18.07.1 4	54	7	15	0	13,9	6,1	28,8	0,25	4	6,9	0
19.07.1 4	53,7	8	15	0	13,8	4,8	28,7	0,25	5,3	5,7	0
20.07.1 4	53,7	14	15	0	13,6	5,4	30,1	0,25	4,5	4,9	0
21.07.1 4	53,4	14	15	0	13,5	6,7	29,9	2,45	4	3,4	0
22.07.1 4	54,2	22	15	0	13,6	6,3	28,3	3,7	3,7	1,9	0
23.07.1 4	53,9	8	15	0	13,6	6,3	29,1	5,5	3,6	5,8	0
24.07.1 4	53,4	8	15	0	13,1	7,2	26,7	5,1	1,8	4,8	0
25.07.1 4	53,5	5	15	0	12,4	4,3	26,9	3,2	2,6	6	0
26.07.1 4	53,8	13	15	0	13,9	0	10	2,9	2,8	4,5	0
27.07.1 4	53,6	8	15	3	12,8	3,5	29,9	0	1,7	3,7	0
28.07.1 4	53,5	9	15	4,3	13,4	5,4	27,3	0	1,8	4	0
29.07.1 4	53,2	10	15	4,2	13,6	5,7	29,8	1,3	1,2	3,3	0
30.07.1 4	53,7	7	15	4,6	13,6	3,7	28,8	2,5	1	3	0
31.07.1	53,9	5	15	4,3	14,1	2,1	28,8	3,7	1,4	3,3	0

4												
01.08.1												
4	53,8	9	15	3,8	13,6	1	28	4,7	1	1,3	0	
02.08.1												
4	53,7	15	15	1,1	13,8	0	28,7	2,8	2,2	1,3	0	
03.08.1												
4	53,3	9	15	0	14,2	0,5	29,3	2,1	1,9	2,5	0	
04.08.1												
4	53,5	9	15	0	14,2	0,5	36,4	1,3	0	2,6	0	
05.08.1												
4	53,7	8	15	0	7,5	0	37,4	1,7	3,2	3,7	0	
06.08.1												
4	53,8	6	15	0	11,4	0	38	0,5	0	4,7	0	
07.08.1												
4	53,6	4	15	0	14,5	0	30,4	0,5	1	1,3	0	
08.08.1												
4	53,1	8	15	0	16	0	34,8	0	0	2,6	0	
09.08.1												
4	53,2	6	15	0	14,8	1,8	27,6	1,5	0	3,2	0	
10.08.1												
4	53,2	7	15	0	15,5	1,9	33,9	1,2	0	3,9	0	
11.08.1												
4	52,9	6	15	0	15,8	1,7	29,9	0,5	1,2	5,1	0	
12.08.1												
4	53	5	15	0	15,9	4,2	29,1	0,5	0	7	0	
13.08.1												
4	52,8	4	15	0	19,1	2,2	28,5	0,5	0	7,4	0	
14.08.1												
4	52,9	4	15	0	18,9	2,1	29,8	1,9	0	5,9	0	
15.08.1												
4	53,5	3	15	0	19,2	2,1	29	2,4	0	5,4	0	
16.08.1												
4	53,6	3	15	0	20,1	2,2	29,5	2	0	5	0	
17.08.1												
4	53,6	3	15	0	20	2,3	28,3	1,5	0	4,1	0	
18.08.1												
4	53,2	3	15	0	20,4	1,7	29,9	1,1	0	3,1	0	
19.08.1												
4	53,5	7	15	0	19,8	2,2	29,2	1,3	1,2	2,1	0	
20.08.1												
4	53,3	6	15	0	19,4	2,2	28,3	1,4	3,9	2,4	0	
21.08.1												
4	53,5	9	15	0	19,8	1,5	29,7	1	1,9	1,6	0	
22.08.1												
4	53,4	12	15	0	20,3	3	28,2	0	3,5	5,9	1,7	
23.08.1												
4	53,4	11	15	0	20	1,4	27,4	0	5,3	5,7	2,4	
24.08.1												
4	53,1	16	15	0	19,2	1,1	27,4	0	4,7	4	2	
25.08.1												
4	53,3	12	15	0	18,9	2,7	27,9	0	4	3,1	4,2	

26.08.1 4	52,9	2	15	0	20,2	2,6	24,7	0	5	1,8	3,2
27.08.1 4	53,4	2	15	0	18,3	1,7	28,1	2	4,2	1,6	2,1
28.08.1 4	53,8	1	15	0	18,8	4,2	29,9	1,2	3,6	3,1	0,8
29.08.1 4	53,5	0	15	0	18,2	2,2	28,6	0,4	5,2	5,7	0
30.08.1 4	53,6	0	15	0	18,9	3,7	29,6	0	4,6	2,9	0
31.08.1 4	53,5	0	15	0	18,9	2	29,9	0	1	1,8	0
01.09.1 4	53,6	0	15	0	19,1	1	29,9	0	1	1,8	0
02.09.1 4	53,7	0	12	0	20,1	0,8	31,1	0	0	2,6	0
03.09.1 4	53,8	0	12	0	20	0	29,2	0	2,7	4,2	0
04.09.1 4	53,6	1	12	0	19,1	2	28,9	0	4,1	3,6	0
05.09.1 4	53,2	1	12	0	19,6	1	29,8	0	5,6	3,3	0
06.09.1 4	53,5	0	12	0	20,1	1,2	26,7	0	5,4	3,9	0
07.09.1 4	53,2	0	12	0	20	1	29,8	0	5,5	3,1	0
08.09.1 4	53,4	0	12	0	19,5	4,1	28	0	6,5	2	0
09.09.1 4	53,3	0	12	0	19,7	3,4	28,2	0	6,9	1,7	0
10.09.1 4	53,5	0	12	0	19,1	2	28,1	0	8,3	1,2	0
11.09.1 4	53,7	0	12	0	19,4	1,5	30,1	0	6,4	3,1	0
12.09.1 4	53,1	0	12	0	19,5	2,2	29,5	0	7,7	2	0
13.09.1 4	53,3	0	12	0	20	2,4	29,7	0	6,3	1,5	0
14.09.1 4	53,6	0	12	0	20,1	3,2	29,9	0	3,3	2,5	0
15.09.1 4	53,3	0	12	0	19,7	6,5	29,9	0,25	1,2	1,5	0
16.09.1 4	53,2	0	12	0	20	2,5	29	0,25	2,7	1,3	0
17.09.1 4	53,4	0	12	0	20,2	1,9	28,5	0,25	4,4	2	0
18.09.1 4	53	0	12	0	20,6	1,5	29,9	0,25	2,6	1,8	0
19.09.1 4	53,5	0	12	0	20,4	1,3	30,2	0,25	1,5	1,3	0
20.09.1	53,2	0	12	0	20,4	3,1	29,1	0,25	3,4	2,2	0

4												
21.09.1												
4	53,4	0	12	0	19,6	2,4	30,9	0,25	2,6	2,1	0	
22.09.1												
4	53,5	0	12	0	19,7	4	29,1	0	4,3	1,7	0	
23.09.1												
4	53,4	0	12	0	20,1	2,7	30,4	0	3,7	2,1	0	
24.09.1												
4	54,1	6	12	0	20,3	3,1	28,3	0	2,8	1,8	0	
25.09.1												
4	53	1	12	0	19,9	1,5	27,4	0	4,3	1,9	0	
26.09.1												
4	53	0	12	0	20,1	1,8	28,9	0	5,3	3,7	0	
27.09.1												
4	52,9	0	12	0	22,8	1,3	29,6	0	4,7	3,4	0	
28.09.1												
4	53,3	0	12	0	22,4	1,4	28,9	0	4,2	2,7	0	
29.09.1												
4	53,2	0	12	0	21,1	3,2	28,8	0	3	2,1	0	
30.09.1												
4	53,1	0	12	0	19,9	3,6	29,7	0	2,4	2	0	
01.10.1												
4	53,3	0	12	0	20,8	4,8	27,9	0,25	1,2	2,3	0	
02.10.1												
4	53,7	1	12	0	20,8	3,4	28,4	0,25	1	3,3	0	
03.10.1												
4	53,5	2	12	0	21,1	1	28,5	0,25	3,4	4,4	0	
04.10.1												
4	53,3	5	12	0	19,3	1,2	28,4	0,25	4,6	4,3	0	
05.10.1												
4	53,1	5	12	0	20,2	1	28,9	0,25	5	4,4	0	
06.10.1												
4	53	7	12	0	20,9	2,7	28,6	0,25	4,8	2,9	0	
07.10.1												
4	53	7	12	0	20,9	2,4	28,7	0,25	3,5	2,6	0	
08.10.1												
4	53	7	12	0	20,6	1	29	0,25	5	3,7	0	
09.10.1												
4	53	6	12	0	18,3	0,8	18,7	0,25	5,3	4,2	5,9	
10.10.1												
4	52,8	3	12	0	18,9	2,2	23,9	0,25	8,2	3,6	6,8	
11.10.1												
4	52,6	2	12	0	17,7	0	8,5	0	2	1	1,8	
12.10.1												
4	52,1	2	12	0	18,4	3	23,7	0	3	3,8	6,2	
13.10.1												
4	52,2	2	12	0	22,5	1,6	20,1	0	4,2	2,3	0	
14.10.1												
4	52,2	3	12	0	19,8	2,6	18,8	0	5,7	2,3	0	
15.10.1												
4	52,5	3	12	0	20,3	1,2	11,3	0	2,8	1	0	

16.10.1 4	52,6	2	12	0	21	4	27,8	0	0	4,1	0
17.10.1 4	52,7	2	12	0	19,4	6	28,7	0,25	0,7	3	0
18.10.1 4	53,3	3	12	0	20,1	5	29,3	0,25	0	2,8	0
19.10.1 4	53,4	3	12	0	20,9	2,3	29,3	0,25	0	1,9	0
20.10.1 4	53,2	1	12	0	21,1	2,9	29,9	0,25	0	1,5	0
21.10.1 4	53,1	3	12	0	22	2,4	30,8	0,25	0	1,2	0
22.10.1 4	53	3	12	0	23,9	2,2	28,9	0,25	0	1	0
23.10.1 4	53,2	2	8	0	24,1	2,4	28,6	0,85	0	2	0
24.10.1 4	53,3	2	8	0	23,9	3	29,7	1,25	0	3,9	0
25.10.1 4	52,9	3	8	0	24,5	2	30,1	1,15	0	3,7	0
26.10.1 4	52,9	2	8	0	23,9	2,3	30,3	0,25	0	3,2	0
27.10.1 4	53,3	1	8	0	26	0	1,4	0,25	0	1	1,4
28.10.1 4	52,7	2	8	0	26	3,6	10,6	0,25	0	4,2	4
29.10.1 4	51,8	7	8	0	23	2,1	23,4	0,25	0	3,1	3,8
30.10.1 4	52,9	5	8	0	26,2	1,5	16,6	0,25	3,2	2,8	2,8
31.10.1 4	53,1	5	8	0	24,9	1	25,6	0,25	4,6	2,4	1,1
01.11.1 4	53,1	9	8	0	24,1	0,8	25,4	0,25	4,6	3	0
02.11.1 4	53,1	7	8	0	25,8	1,5	13,3	0	1,6	2,8	0
03.11.1 4	52,6	17	8	0	25,9	2	27,4	0	3,8	1,9	0
04.11.1 4	52,7	23	8	0	25,7	2,5	27,2	0	3,8	1,8	0
05.11.1 4	52,7	26	8	0	26,6	1,9	12,8	0	2,3	1,4	0
06.11.1 4	52,4	24	8	0	26,2	2,2	20,5	0	2,8	2,5	0
07.11.1 4	52,3	22	8	0	25,7	3	13,4	0	1,8	3,8	0
08.11.1 4	52,8	22	8	0	26,5	3,2	21,5	0	1	4	0
09.11.1 4	53	20	8	0	25	2,3	26	0,25	2,3	4,1	0
10.11.1	52,7	19	8	0	25,3	1,2	23,3	0,25	2,4	4,4	0

4													
11.11.1													
4	52,9	17	8	0	26,1	2,8	27,2	0,25	2,2	4,9	0		
12.11.1													
4	52,9	16	8	0	26	3,8	26,3	0,25	1	3,6	0		
13.11.1													
4	53,1	19	8	0	24,8	4,1	24,9	0,25	0	4,2	0		
14.11.1													
4	53,3	1	8	0,6	26	2	27,9	0	1	4	0		
15.11.1													
4	53,2	0	8	0,6	25,8	1	29	0	0	3,3	0		
16.11.1													
4	53	0	8	0,6	25,4	1	29,8	0	0,8	3,1	0		
17.11.1													
4	53	0	8	0	24,8	2,5	30,8	0	0	2	0		
18.11.1													
4	53,2	0	8	0	25,1	1	19,9	0	1,2	2,2	0		
19.11.1													
4	52,9	14	8	0	25,7	1,1	30,5	0	1	2,5	0		
20.11.1													
4	53,7	15	8	0	25,6	1	28,5	0	1	2,3	0		
21.11.1													
4	53,4	13	8	0	24,4	1,8	28,2	0	0,5	4,6	0		
22.11.1													
4	53,6	12	8	0	24,8	1,1	29,4	0	0	3,2	0		
23.11.1													
4	53,8	11	8	0	22,2	0	29,9	0	0,4	2,5	0		
24.11.1													
4	53,4	46	8	0	23,1	1,1	29,9	0	0	2,7	0		
25.11.1													
4	53,4	50	6	0	24,1	0	31,6	0	1,1	1,4	0		
26.11.1													
4	53,2	61	6	0	22,9	1,4	30,2	1,2	0	2	0		
27.11.1													
4	52,8	66	6	0	25,7	0	29	1,3	1,3	3	0		
28.11.1													
4	52,7	14	6	0	23,5	0,7	30	0,9	1	3,9	0		
29.11.1													
4	52,9	8	6	0	24	1,4	30,7	0,3	0	1,7	0		
30.11.1													
4	52,9	9	6	0	23,6	1	30,1	0	0	2,3	1,4		

PŘÍLOHA 2 provozní data BPS 5:

Datum	Denní záznamy								
	obsah metanu	obsah síry v BP	Voda F+D	Kejda	kukuřice	kukuřičný šrot/obilí	hnůj	Doplňky	Travní sílaž
	%	Ppm	t/den	t/den	t/den	t/den	t/den	t/den	t/den
07.01.2014	52,8	91			17,8				
08.01.2014	56,7	97			10		7,5		
09.01.2014	49,9	63			7,5		5		
10.01.2014	50,1	72			14,3		13		
11.01.2014	50	25			14,3		13		
12.01.2014	49,2	20			14,3		13		
13.01.2014	49,9	16			14,5		13		
14.01.2014	49,3	13			14,5		13		
15.01.2014	49,2	2			14,5		13		
16.01.2014	49,7	29			14,5		13		
17.01.2014	50,2	35			14,5		13		2
18.01.2014	48,6	27			14,5		13		2
19.01.2014	48,6	34			14,5		13		2
20.01.2014	49	29			14,5		13		4
21.01.2014	49,3	42			13		12		5
22.01.2014	49,1	43			13		12		5
23.01.2014	50	47			13		12		5
24.01.2014	49,7	62			13		12		5
25.01.2014	50,2	72			13		12		5
26.01.2014	50,3	79			13		12		5
27.01.2014	49,4	123			13		12		5
28.01.2014	49,5	93			13		12		5
29.01.2014	49	90			15		13		7
30.01.2014	49,2	101			15		13		7
31.01.2014	48,8	125			15		13		7
01.02.2014	49,7	72			12		10		4
02.02.2014	50	87			12		10		4
03.02.2014	50	97			12		10		4

04.02.2014	50,2	108			15		13		7
05.02.2014	50,2	113			15		13		7
06.02.2014	50,6	112			12,5		11		5
07.02.2014	49,6	112			14,5		13		7
08.02.2014	49,2	106			9,46		11		4,89
09.02.2014	49,7	83			19		16,4		8,8
10.02.2014	50,2	66			18,1		16		9
11.02.2014	49,6	87			13,8		10		6
12.02.2014	49,9	84			10,7		21,2		9,8
13.02.2014	50,6	111			9,1		17,8		8,2
14.02.2014	50,6	123			11,5		22,7		9,9
15.02.2014	50,5	101			11,2		19,8		10
16.02.2014	50,7	100			11,4		22,6		10,3
17.02.2014	50,1	99			11,6		19		9,8
18.02.2014	50,9	110			7,4		15		6,9
19.02.2014	50,8	101			11,2		15,2		10,1
20.02.2014	50,6	126			10,7		18,7		9,9
21.02.2014	49,8	109			7,5		14,6		6,7
22.02.2014	50,5	96			11,24		22,92		10,34
23.02.2014	54,3	113			13,35		23,91		11,36
24.02.2014	50,6	102			7,74		14,86		6,81
25.02.2014	50,8	97			10,81		19,42		9,51
26.02.2014	50,5	103			7,1		13,61		6,68
27.02.2014	50,4	113			12,83		25,4		12,88
28.02.2014	50	96			11,38		20,08		9,27
01.03.2014	50,2	66			11,38		23,19		9,27
02.03.2014	50	95			8,39		18,54		7,78
03.03.2014	49,9	62			9,5		19,1		9,1
04.03.2014	49,8	79			10,15		22,3		9,44
05.03.2014	50,9	72			10,99		22,33		8,74
06.03.2014	50,9	63			9,88		23,94		9,62
07.03.2014	50,9	55			13,19		24,52		11,01
08.03.2014	51,4	56			10,68		23,39		10,9
09.03.2014	51	51			8,05		19,2		9,85
10.03.2014	51,8	52			8,07		24,02		10,55
11.03.2014	51,5	46			10,5		22,3		9,5

12.03.2014	51,4	47			9,46		21,4		10,38
13.03.2014	51,1	53			10,38		21,4		9,4
14.03.2014	51	56			9,64		22,21		10,46
15.03.2014	50,6	49			10,01		20,28		8,89
16.03.2014	50,9	46			5,09		24,43		9,39
17.03.2014	51,3	49			5,23		24,12		5,36
18.03.2014	51,2	75			8,53		22,2		6,14
19.03.2014	50,8	72			6,91		21,5		10,41
20.03.2014	50,8	60			7,5		21,2		11,2
21.03.2014	50,6	74			7,8		20,75		10,55
22.03.2014	51	77	6		6,8		21,5		10,3
23.03.2014	50,8	89	6		8,67		20,12		10,48
24.03.2014	50,8	113	6		9,37		22,7		10,13
25.03.2014	51,1	96	6		10,2		23,2		10,4
26.03.2014	50,2	61	6		10,95		23,27		10,72
27.03.2014	50,9	42	6		10,12		22,33		10,18
28.03.2014	51	6	6		10,1		22,2		10,2
29.03.2014	51,4	4	6		10,3		23,48		10,45
30.03.2014	51,5	3	6		10,35		22,81		10,24
31.03.2014	51,2	2	0		7,38		16,09		7,96
01.04.2014	51,2	3	0		8,26		19,56		8,42
02.04.2014	51,1	4	15		9,2		21,5		9,4
03.04.2014	49,9	3	15		10,02		22,52		10,1
04.04.2014	50,1	3	15		10,47		21,24		10,13
05.04.2014	50,1	4	15		10,84		23,14		11,13
06.04.2014	50,2	3	15		8,63		23,38		11,54
07.04.2014	50,3	1	0		0		0		0
08.04.2014	49,5	1	0		0		0		0
09.04.2014	48,4	0	0		0		0		0
10.04.2014	49	0	5		0		0		0
11.04.2014	49,8	1	15		8,87		21,77		11,14
12.04.2014	50,3	1	15		11,1		22,6		10,3
13.04.2014	50,3	6	15		11,2		20,6		9,7
14.04.2014	50,2	2	15		10,99		21,57		10,09
15.04.2014	51	2	15		10,4		21,75		9,88
16.04.2014	50,8	2	15		13,32		23,3		9,28

17.04.2014	50,8	2	15		12,79		22,53		11,14
18.04.2014	50,2	3	10		12,15		20,89		10,45
19.04.2014	50,9	3	15		10,02		21,97		10,24
20.04.2014	50,8	2	15		9,59		23,13		11,14
21.04.2014	50	5	15		9,24		22,7		9,79
22.04.2014	50,1	2	15		7,41		15,86		8,62
23.04.2014	50,7	3	15		8,68		25,16		10,15
24.04.2014	50,6	4	15		7,85		16,02		10,18
25.04.2014	50,1	4	15		7,95		24,06		11,36
26.04.2014	50,3	5	15		8,34		17,78		10,44
27.04.2014	50	6	15		10,57		22,31		11,45
28.04.2014	50,3	3	15		10,81		22,09		11,19
29.04.2014	50,3	2	15		9,9		21,22		9,88
30.04.2014	50,3	3	15		9,3		19,12		10,2
01.05.2014	50,2	9	3		8,25		21,89		10,56
02.05.2014	50,2	5	1		7,1		20,72		7,69
03.05.2014	50,6	7	25		9,23		20,26		9,08
04.05.2014	50,6	8	18		9,88		22,78		10,94
05.05.2014	50,4	11	6		9,62		19,15		11
06.05.2014	50,1	7	11		10,38		20,34		9,61
07.05.2014	50,9	7	14		10,51		23,39		9,88
08.05.2014	50,6	5	14,1		10,07		19,99		10,42
09.05.2014	49,9	11	14		10,27		22,41		9,66
10.05.2014	50,5	9	4		8,55		24,68		6,24
11.05.2014	50,7	19	8		9,12		24,69		5,31
12.05.2014	50,3	8	8		6,73		15,64		5,12
13.05.2014	50,2	13	15		9,74		23,26		9,64
14.05.2014	51	14	14,6		8,76		20,71		9,63
15.05.2014	50,9	11	15		10,67		20,33		10,03
16.05.2014	50,6	6	15		9,49		24,36		9,49
17.05.2014	51,1	20	5,7		6,02		22,16	5	9,91
18.05.2014	51,3	15	18		6,25		23,87	2	11,96
19.05.2014	50,5	35	16		6,05		16,83		10,01
20.05.2014	50,4	28	22		9,35		23,07		9,63
21.05.2014	49,7	14	4		8,44		23,68		9,2
22.05.2014	49,8	8	15		9,71		22,87		10,23

23.05.2014	49,7	53	22,7		9,42		16,96		8,78
24.05.2014	49,9	23	4		8,98		21,39		10,07
25.05.2014	50	15	28		9,05		22,38		7,22
26.05.2014	49,6	10	4		8,79		20,46		9,2
27.05.2014	49,2	8	15		9,19		21,49		9,87
28.05.2014	49,4	7	15		9,46		22,2		10,52
29.05.2014	49,8	5	29		9,48		22,36		9,46
30.05.2014	50	6	52		8		22,26		9,46
31.05.2014	51,5	6	15		8,5		23,8		11,7
01.06.2014	50,4	13	12		7,07		21,18		8,84
02.06.2014	50	12	9,2		8,6		24,26		9,99
03.06.2014	49,8	4	13		8,88		21,93		8,82
04.06.2014	49,5	6	15		8,65		21,04		7,15
05.06.2014	49,5	4	12,7		6,66		15,8		7,6
06.06.2014	50,1	4	18,4		9,18		21,2		10,1
07.06.2014	49,8	6	15		8,98		19,94		9,02
08.06.2014	50,1	10	14,5		9,28		15,24		6,59
09.06.2014	49,1	8	20,7		9,45		9,8		9,45
10.06.2014	49,4	5	18		4,45		12,81		5,74
11.06.2014	49,7	6	21,6		7,49		14,38		16,33
12.06.2014	50,3	5	15		4,94		22,45		11,13
13.06.2014	50,3	4	12,2		5,97		23,4		12,69
14.06.2014	50,2	3	22,1		7,55		27,42		13,53
15.06.2014	50,2	4	17		8,07		16,4		13,27
16.06.2014	50	3	18		7,57		19,18		13,33
17.06.2014	49,8	5	19		8,69		19,33		13,37
18.06.2014	50,1	3	26,4		5,51		11,77		10,26
19.06.2014	49,6	4	18,7		7,56		22,12		11,29
20.06.2014	50	3	24,4		6,73		17,09		12
21.06.2014	50	3	19		7,65		20,91		12,84
22.06.2014	50,7	2	18,6		6,71		21		11,89
23.06.2014	50,5	3	20		5,31		15,48		8,48
24.06.2014	50,6	4	19,8		5,94		21,54		10,88
25.06.2014	50,4	3	16		7,53		21,1		10,53
26.06.2014	50,5	8	12		7,62		21,93		13,2
27.06.2014	50,1	5	24		8,02		16,82		13,1

28.06.2014	50,3	5	20		8,99		20,37		12,78
29.06.2014	49,7	8	15		9,11		20,62		12,55
30.06.2014	50,2	7	18		8,26		26,53		10,74
01.07.2014	50,1	14	14		9,42		22,16		10,16
02.07.2014	49,4	5	23		9,95		22,04		11,16
03.07.2014	50,4	9	18		7,88		22,21		9,92
04.07.2014	49,6	4	12,4		8,12		22,59		13,36
05.07.2014	49,6	5	15		8,89		17,13		11,74
06.07.2014	50	10	19,1		7,16		20,88		10,71
07.07.2014	49,9	6	17		7,16		17,38		10,71
08.07.2014	49,7	5	19		8,97		23,85		10,18
09.07.2014			50+25		6,03		15,73		10,45
	49,3	4	0						
10.07.2014	49,5	3	0		7,55		21,01		10,18
11.07.2014	49,9	3	0		10,57		21,89		12,08
12.07.2014			14,5+5		8,11		20,98		10,88
	50	4	0						
13.07.2014	50,1	4	0+5		2,38		6,56		4,52
14.07.2014	49,9	3	0+4		7,05		21,39		12,16
15.07.2014	50,3	5	0+0		8,75		24,32		12,95
16.07.2014	50,1	7	0+5		8,8		16,47		15,79
17.07.2014	50	3	0+0		5,95		15,25		15,57
18.07.2014	49,4	3	0+38		2,94		5,8		5,96
19.07.2014	50,4	11	0+0		8,35		18,95		14
20.07.2014	50,5	11	0+0		7,59		16,52		13,47
21.07.2014	49,1	3	0+0		0		0		0
22.07.2014	50,1	2	0+14,7		0		0		0
23.07.2014	49,8	4	0+31,7		0		0		0
24.07.2014	49,8	2	0+0		0		0		0
25.07.2014	49,1	1	0+0		6,66		0		4,46
26.07.2014	49,7	2	0+0		4,64		0		4,26
27.07.2014	48	3	0+6,7		8,28		0		16,41
28.07.2014	48,7	3	0+0		8,25		5,59		18,62
29.07.2014	50,2	6	7		9,41		0		11,46
30.07.2014	50,2	6	0		0		0		0
31.07.2014	50,2	6	240		9,57		0		10,48
01.08.2014	54,5 měřeno	4	84,9		4,22		0		19,47

	měřáke m							
02.08.2014	54,2měř eno měřáke m	6			10,25		8,79	20,18
03.08.2014	54,7měř eno mšřáke m	6	0+4,5		9,1		21,74	11,16
04.08.2014	54,8 měřeno měřáke m	6	0+2,7		8,88		20,42	9,79
05.08.2014	54,2měř eno měřáke m	5	0+7,4					
06.08.2014	53,9 měřeno měřáke m	6	0+9		8,92		13,74	19,66
07.08.2014	54,2měř eno měřáke m	6	0+0		8,33		13,69	18,66
08.08.2014	53,9 měřeno měřáke m	12 měřeno měřákem	0+16		11,14		10,12	23,1
09.08.2014	54,5 měřeno měřáke m	11měřen o měřákem	0+0		10,83		10,86	16,48
10.08.2014	53,7měř eno měřáke m	6 měřeno mšřákem	0+6,0		10,83		10,86	16,48
11.08.2014	54,1 měřeno měřáke m	5	0+1,5		15,45		11,34	18,69
12.08.2014	53,7měř eno měřáke m	8	0+32,7		10,38		12,88	17,33
13.08.2014	54,5 měřeno měřáke m	5	0+0		11,02		11,79	20,71
14.08.2014	55,6měř	2 měřeno	0+5,5		7,4		12,4	19,02

	eno měřáke m	měřákem							
15.08.2014	54,1 měřeno měřáke m	6 měřeno mšřákem	0+6		8,82		14,41		19,9
16.08.2014	54,5 měřeno měřáke m	11měřen o měřákem	0+0		8,54		9,93		18,45
17.08.2014	53,9 měřeno měřáke m	11měřen o měřákem	0+1,8		10,63		11,58		19,39
18.08.2014	54,8měř eno měřáke m	8měřeno měřákem	0+0		9,12		10,22		19,35
19.08.2014	54,5 měřeno měřáke m		9 0+0		14,78		17,99		13,62
20.08.2014	53,9 měřeno měřáke m	8měřeno měřákem	3+0		9,5		10,17		19,53
21.08.2014	54,1 měřeno měřáke m	8měřeno měřákem	0+0		9,78		12,12		19,75
22.08.2014	54,2 měřeno měřáke m	5 měřeno měřákem	0+0		8,78		9,64		18,25
23.08.2014	54,5měř eno měřáke m	5 měřeno měřákem	0+0		8,01		10,34		20,34
24.08.2014	54,6měř eno měřáke m	6 měřeno mšřákem	0+0		6		12,26		18,77
25.08.2014	54,1 měřeno měřáke m	6 měřeno mšřákem	0+0		6,56		11,28		20,65
26.08.2014	53,9 měřeno měřáke m	8měřeno měřákem	4,5+0		1,38		11,27		16,96

27.08.2014	55,0 měřeno měřákem	3 měřeno měřákem	8,1+0		3,52		11,52	22,92 lipix	21,58
28.08.2014	54,1 měřeno měřákem	5 měřeno měřákem	6,5+0		0		13,13		17,52
29.08.2014	54,5 měřeno měřákem	4	0+0		2,55		11,9		19,6
30.08.2014	54,1 měřeno měřákem	8 měřeno měřákem	4,5+0		3,7		12,03		18,96
31.08.2014	53,9 měřeno měřákem	6 měřeno měřákem	0+5		4,47		10,24		15,36
01.09.2014	55,2 měřeno měřákem	6 měřeno měřákem	6+40		7,52		12,44		20,25
02.09.2014	53,6 měřeno měřákem	15 měřeno měřákem	15,8+15,0		10,08		20,17		15,59
03.09.2014	54,1 měřeno měřákem	11 měřeno měřákem	13,0+15,1		4,09		7,08	23,68 Lipix	16,51
04.09.2014	54,5 měřeno měřákem	10	10+0		6,02		6,26		7,6
05.09.2014	56,6 měřeno měřákem	62 měřeno měřákem	0+0		3,09		4,36		5,02
06.09.2014	50,2	6	0+0		7,51		14,67		20,04
07.09.2014	50,2	6	0+0		4,82		7,16		13,23
08.09.2014	?	?	0+0		8,8		13,02		19,95
09.09.2014	?	?	0+0		9,31		10,46		19,8
10.09.2014	?	?	0+0		9		12,13		19,36
11.09.2014	?	?	6+0		6,86		12,44		17,89
12.09.2014	?	?	22+0		8,53		12,51		17,68
13.09.2014	?	?	12+0		7,66		10,96		17,8

14.09.2014	?	?	12+12		9,99		12,41		18,02
15.09.2014	?	?	9+0		11,1		11,85		17,27
16.09.2014	?	?	7+0		9,83		11,24		17,8
17.09.2014	?	?	0+0		13,99		10,4		14,04
18.09.2014	?	?	0+0		6,89		9,02		12,62
19.09.2014	?	?	0+4		9,76		10,4		16,59
20.09.2014	?	?	0+23		12,06		12,48		15,78
21.09.2014	?	?	0+10		15,76		11,69		11,26
22.09.2014	?	?	0+0		18,71		16,56		2,72
23.09.2014	?	?	7+0		10,11		7,91		15,49
24.09.2014	?	?	0+0		2,78		6,2	22,75 (kubík ů) lipixu	8,98
25.09.2014	?	?	0+0		0		0		0
26.09.2014	?	?	0+0		0		0		0
27.09.2014	?	?	22,6+0		0		0		0
28.09.2014	?	?	0+21		10,12		1,53		2,3
29.09.2014	?	?	0+30		10,21		8,57		12,31
30.09.2014	?	?	0+33		10,48		12,58		14,73
01.10.2014	?	?	0+37,8		13,37		16,63		14,38
02.10.2014	?	?	10+0		12,8		10,68		14,28
03.10.2014	?	?	0+0		17,5		14,44		11,53
04.10.2014	?	?	0+0		13,57		19,24		3,45
05.10.2014	?	?	0+0		0		0		0
06.10.2014	?	?	0+0		0		0	25,46	0
07.10.2014	?	?	0+0		0		0		0
08.10.2014	52,5měřeno měřákem	12 měřeno měřákem	0+0		0		0		0
09.10.2014	52,1měřeno měřákem	12 měřeno měřákem	0+0		4,48		2,64		5,75
10.10.2014	51,9 měřeno měřákem	12 měřeno měřákem	0+0		0		0		0
11.10.2014	52,1měřeno měřákem	11měřeno měřákem	0+0		6,78		0		0

	m								
12.10.2014	53,6 měřeno měřáky m	8 měřeno měřáky m	0+0		14,36		3,86		13,03
13.10.2014	51,6 měřeno měřáky m	126 měřeno měřáky m	0+0		14,79		11,17		11,76
14.10.2014	50,3,6 měřeno měřáky m	130 měřeno měřáky m	8,8+0		12,47		15,87	23,38	11,06
15.10.2014	50 měřeno měřáky m	220 měřeno měřáky m	0+0		9,89		13,5		16,25
16.10.2014	49,3	320	3+0		9,71		7,12		10,56
17.10.2014	49,1	246	4+0		10,38		7,38		10,1
18.10.2014	48,4	106	0+0		8,59		6,4		8,99
19.10.2014	47,1	45	0+0		4,01		4,91		5,3
20.10.2014	44,9	35	0+0		17,35		12,95		16,98
21.10.2014	45,6	56	10+0		0		2,12	22	0
22.10.2014	46,1	60	0+0		5,21		8,42		0
23.10.2014	46,1 měřeno měř.	49 měřeno měř.	0+133,5		9,13		6,73	22,17	0
24.10.2014	46,0 měřeno měř.	28 měřeno měřáky m	0+146,8		9,75		6,74		0
25.10.2014	48	120	0+0		3,52		7,33		7,87
26.10.2014	46,4	69	0+0		1,55		3,63		0
27.10.2014	49,1	77	0+0		7,2		14,65		10,88
28.10.2014	50,8	114	0+0		12,52		14,34		17,41
29.10.2014	52,2	109	3+0		8,62		7,99		10,05
30.10.2014	53,9	78	10+118,3		8,69		12,6		14,29
31.10.2014	56	73	10+0		0		16,75	23,82	13,39
01.11.2014	56,8	85	20+0		7,12		29,48		11,19
02.11.2014	56	68	20+0		5,86		22,76		6,59
03.11.2014	53,9	57	0+0		7,03		24,37		6,62
04.11.2014	51,8	36	0+116,4		10,56		18,02		8,4
05.11.2014	51	54	0+0		12,58		16,82	21,66	9,91

06.11.2014	50,8	171	22,2+1 8,6		12,69		18,74		11,22
07.11.2014	50,9	76	23,4+3 0,6		10,29		18,28	22,23	10,06
08.11.2014	50,6	35	17+3		9,53		19,18		7,19
09.11.2014	52,3	122	0+0		0		0		0
10.11.2014	51,8	88	0+0		0		0	24,31	0
11.11.2014	50,5	35	0+0		0		0		0
12.11.2014	50,1	27	0+0		6,92		7,61		4,58
13.11.2014	49,4	21	5+0		0		0		0
14.11.2014	49,4	16	0+0		0		0	21,42	0
15.11.2014	49,2	17	0+0		2,23		5,22		2,07
16.11.2014	48,6	14	6,9+0		3,8		7,96		6,03
17.11.2014	51,1	19	0+0		2,19		2,91		3,28
18.11.2014	52,3	20	0+0		2,95		0		0
19.11.2014	52,1	25	0+0		4,13		1,4		1,61
20.11.2014	52,3	35	0+0		6,15		10,3		9,04
21.11.2014	50,7	78	0+0		10,52		6,61		4,01
22.11.2014	49,3	31	15+0		14,31		11,08		5,63
23.11.2014	49,6	32	10+0		14,21		7,29		11,06
24.11.2014	50,6	33	10+0		10,95		13,73		17,41
25.11.2014	51	25	10+0		7,55		14,31		9,48
26.11.2014	50,5	35	0+0		17,12		10,77		7,95
27.11.2014	49,9	41	10+0		15,05		9,77		15,5
28.11.2014	50,1	36	15+0		16,16		13,07		10,43
29.11.2014	50,1	23	19,3+0		14,37		11,54		14,01
30.11.2014	50,7	17	19,5+0		15,17		10,11		16,17