



OBNOVITEĽNÉ ZDROJE ENERGIE V POĽNOHOSPODÁRSTVE

Vzdelávací materiál

Táto publikácia bola financovaná s podporou Európskej komisie. Obsah tejto publikácie odráža iba názory autorov a Komisia nemôže byť braná na zodpovednosť za akékoľvek použitie informácií, ktoré sú v nich obsiahnuté.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

OBSAH

Modul 0 ÚVOD

1	O ENERGII.....	10
1.1	Energia.....	10
1.2	Zdroje energie	10
2	OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	11
3	VÝROBA ELEKTRINY.....	13
3.1	Princípy elektrickej energie	13
3.2	Prehľad výroby elektriny	13
3.3	Výroba elektriny – premena energie v energetickej stanici.....	14

Modul 1 BIOPLYN

1	Čo je bioenergia a bioplyn?.....	22
1.1	Základné definície.....	22
1.2	Procesy premeny.....	23
1.3	Základné pojmy	24
2	Princípy získavania a využívania energie bioplynu	27
2.1	Čo je bioplynová stanica?.....	27
2.2	Prvky bioplynovej stanice – rôzne štádiá výroby plynu.....	28
2.3	Ako vzniká bioplyn.....	32
2.4	Substráty na výrobu bioplynu – druhy a ich energetická účinnosť	36
2.5	Prírodné hnojivá – zvierací hnoj.....	37
2.6	Rastliny	38
2.7	Vedľajšie produkty agropotravinárskeho priemyslu	39
3	Výroba energie z bioplynu	40
3.1	Úprava bioplynu	40
3.2	CHP jednotky	41
3.3	Základné prvky kogeneračného systému	43
3.4	Druhy motorov v CHP systémoch.....	43
4	Metódy výroby v poľnohospodárstve	44
4.1	Princípy výberu kogeneračného systému.....	44



4.2	Využitie bioplynu na pohon vozidiel.....	45
5	Výhody a nevýhody poľnohospodárskej bioplynovej stanice a energie	46
6	Odpadové hospodárstvo v súvislosti s poľnohospodárskou bioplynovou stanicou a výrobou energie	49
6.1	Charakteristika digestátu.....	49
6.2	Spravovanie digestátu	50
6.3	Úprava digestátu	50
6.4.	Zápach digestátu	52
7	Bibliografia:	52
Modul 2 SLNEČNÁ ENERGIA		
1	Slniečna energia	56
1.1	Definícia.....	56
1.2	Rozdelenie slnečnej energie.....	56
1.3	Slniečné žiarenie.....	57
2	História využívania slnečnej energie.....	58
2.1	Začiatky využívania slnečnej energie.....	58
2.2	Začiatky využívania slnečnej energie v ekonomike	58
3	Slniečna energia	60
3.1	Využitie energie slnečného žiarenia	60
3.2	Typy termálnych kolektorov.....	60
3.3	Optimálne podmienky využitia solárnych kolektorov	62
3.4	Fotovoltaické články	63
3.5	Základné technické charakteristiky solárnych panelov.....	64
3.6	Komponenty fotovoltaického systému	65
4	Možnosti využitia slnečnej energie v poľnohospodárstve	66
5	Príklady využitia termosolárnych technológií	67
6	Metódy skladovania energie, jej meranie a uskutočniteľnosť.....	69
7	Prípadové štúdie.....	69
7.1	Solárna farma vo Wierzchosławiciach.....	69
7.2	Sunny Poviát – Sucha Beskidzka	70

- 7.3 Školský komplex v Sucha Beskidzka a domov Sociálnych služieb v Łętownii
71

Modul 3 VETERNÁ ENERGIA

1	Veterná energia	73
1.1	Definície a základné pojmy	73
1.2	Prečo veterná energia?	74
1.3	Výhody veternej energie	74
1.4	Nevýhody veternej energie	76
2	Výroba veternej energie v poľnohospodárstve.....	77
2.1	Ako môže vietor pomôcť farmárom	78
2.2	Práca s developermi veternej energie.....	78
3	Princípy získavania a využívania veternej energie	80
3.1	Ako veterné turbíny fungujú?	80
3.2	Aká je najvýhodnejšia poloha veternej farmy?	81
3.3	Energia vetra.....	81
3.4	Čo určuje koľko energie veterná turbína vyrobí?.....	82
3.5	Princíp veternej turbíny.....	85
4	Typické náklady na veternú turbínu	85
4.1	Ako postaviť veternú farmu? Kroky výstavby veternej farmy	86
5	Prípadové štúdie	90
5.1	Bilecik-Kutahya Veterné turbíny.....	90
5.2	Prvá veterná farma mimo pevniny v Turecku	90
5.3	40 MW elektrárň Ayça v Çanakkale.....	91
5.4	303 MW gigantická elektrárň Bilgin do Çanakkale!.....	91
5.5	Fantanele-Cogealac Veterný park	92
5.6	Veterný park Věžnice.....	92
5.7	“Čistá” energia z Vysočiny	92
5.8	“Čistá“ energia zo Svitavska	93



6	Bibliografia:	93
---	---------------------	----

Modul 4 GEOTERMÁLNA ENERGIA

1	Geotermálna energia	97
1.1	Definície a základné pojmy	97
2	Princípy získavania geotermálnej energie a využitie	98
2.1	Ako geotermálna energia funguje	98
3	Výroba energie z geotermálnych zdrojov v poľnohospodárstve.....	100
3.1	Kúrenie a tepelné čerpadlá	100
3.2	Výroba elektriny z geotermálnej energie	104
3.3	Možnosti využitia v poľnohospodárstve.....	107
4	Výhody a nevýhody geotermálnej energie	109
4.1	Výhody.....	109
4.2	Nevýhody.....	109
5	Novinky z oblasti geotermálnej energie	109
5.1	ETIP-DG: 2050 Ďaleká Geotermálna vízia - Rozvoj a využívanie v Európe: 110	
6	Prípadové štúdie	112
6.1	Bigadický Geotermálny projekt	112
6.2	Izmir - Balçova Geotermálny diaľkový vykurovací systém	112
6.3	Obec Galanta na Slovensku	112
6.4	Geotermálna energia na Islande	113
7	Bibliografia	114

Modul 5 VODNÁ ENERGIA

1	Vodná energia	119
1.1	Vodná energia v EU	119
1.2	Hydroenergetický Potenciál	120
1.3	Hydrologický cyklus	120
1.4	Potenciál vodnej energie	121

2	Klasifikácia vodných elektrární	121
3	Elektrické motory pre vodné elektrárne	122
3.1	Vodné kolesá	122
3.2	Vodné turbíny	123
4	Vodná energia vo vidieckych oblastiach.....	125
4.1	Malé vodné elektrárne a možnosti ich konštrukcie	126
4.2	Konštrukcia malej vodnej elektrárne.....	126
4.3	Princípy fungovania malých vodných elektrární	127
4.4	Turbíny pre malé vodné elektrárne	128
4.5	Kedy je to výhodné?	128
5	Prípadové štúdie.....	128
5.1	Ukážka malej vodnej elektrárne - RUŽÍN II.....	128
5.2	Ukážka malej vodnej elektrárne – Skawinka and Borek.....	128
6	Bibliografia	129

Modul 6 BIOMASA

1	Čo je biomasa?	133
1.1	Definície a základné pojmy.....	133
2	Druhy biomasy.....	133
2.1	Biomasa z odpadov.....	134
2.2	Energetické plodiny	134
2.3	Výhody energetických plodín	135
2.4	Nevýhody energetických plodín	135
3	Procesy výroby energie z biomasy.....	136
3.1	Spaľovanie	137
3.2	Tepelná konverzia.....	138
4	Výhody a nevýhody biomasy.....	139
4.1	Výhody.....	139
4.2	Nevýhody.....	139



5	Novinky v oblasti biomasy	139
6	Prípadová štúdia	141
6.1	Diaľkové vykurovanie biomasou na farme Roves	141
6.2	Bulharská prípadová štúdia – zariadenie na biomasu	141
6.3	Copys Green Farma, Norfolk	141
6.4	Stefan Nordmyr Rodinná farma a skleníky	142
7	Bibliografia	142



URESA

MODUL 0 - ÚVOD





1 O ENERGII

1.1 Energia

Energia je schopnosť materiálového systému vykonávať prácu.

Podľa Einsteinovej rovnice $E = m \cdot c^2$ je energia ekvivalentná hmotnosti. Energia je prenášaná nielen hmotou, ale aj fyzikálnymi poľami. Priama premena jednej formy energie na inú je možná, ale nie vždy.

1.2 Zdroje energie

- **Jadrová energia** – sa uvoľňuje štiepením jadier ťažkých prvkov alebo fúziou jadier ľahkých prvkov. V súčasnej dobe najlepšie praktické využitie majú ťažké prvky (U, Th, Pu), pridaním ľahkých prvkov (H, D, T) podľa budúcich projekcií po zvládnutí termonukleárnych reakcií.
- **Chemická energia** - energia obsiahnutá v chemických väzbách medzi atómami a molekulami, ktorá sa uvoľňuje v dôsledku preskupenia elektrónov v atónoch. Typickými príkladmi tejto formy energie sú fosílna palivá.
- **Mechanická energia** - energia pohybujúcich sa telies alebo jednotlivých častíc. Príklady tejto formy energie zahŕňajú kinetickú energiu prenášanú vetrom a vodou.
- **Teplná energia** - energia, ktorá je výsledkom chaotického pohybu atómov a molekúl vo fyzickej hmote. Podľa zákonov termodynamiky dochádza k spontánnemu prenosu tepla iba z teplejšieho do chladnejšieho telesa.
- **Elektrická energia** - typicky prenášaná elektromagnetickými poľami vo vzťahu k pohybu vodivých elektrónov vo vodičoch. Preto je elektrická energia zvlášť vhodná na prenos a distribúciu energie užívateľom, t. j. ako nosič energie. Nevýhodou tejto formy energie je nemožnosť efektívneho skladovania, avšak môže sa transformovať na iné druhy energie.

Rozdelenie energetických zdrojov podľa obnoviteľnosti

- a) **Obnoviteľné zdroje energie** - energetický potenciál je neustále obnovovaný prírodnými procesmi alebo ľudskou činnosťou. Medzi tieto zdroje patrí slnečná energia, veterná energia, kráterová energia, energia z oceánov a energia biomasy.
- b) **Neobnoviteľné zdroje energie** - zdroje sa využívaním postupne vyčerpávajú. Patria sem fosílna a jadrová palivá.



Rozdelenie zdrojov energie podľa polohy v premennom reťazci

- a) **Primárne zdroje energie** sa vyskytujú ako také v prírode. Patria sem fosílna a jadrové palivá, solárna energia, veterná energia, vodná energia a geotermálna energia.
- b) **Sekundárne zdroje energie** sú zdroje energie získané premenou primárnych zdrojov. Napríklad spaľovaním uhlia (primárny zdroj energie) sa generuje teplo ďalej využiteľné ako sekundárny zdroj energie.

Rozdelenie zdrojov energie podľa rozsahu použitia

- c) **Konvenčné (tradičné) zdroje energie** sa bežne používajú na praktické využitie. Patria sem fosílna a jadrové palivá a vodná energia.
- d) **Nekonvenčné zdroje energie.** Tieto zdroje energie sa zatiaľ často nevyužívajú. Zodpovedajúce technológie na ich praktické využitie sa rýchlo rozvíjajú alebo sa v súčasnosti overujú. Medzi tieto zdroje energie patria slnečná energia, veterná energia, energia z oceánov, geotermálna energia, energia biomasy a energia získavaná termionukleárnou syntézou.

2 OBNOVITEĽNÉ ZDROJE ENERGIE

Energia získaná z obnoviteľných zdrojov sa nazýva aj zelená energia. Jej použitie poskytuje množstvo výhod:

- využívať bezpečné všade prítomné a obnoviteľné zdroje,
- zníženie závislosti na tradičných neobnoviteľných zdrojoch energie,
- menšie znečistenie životného prostredia,
- zníženie tvorby CO₂ a iných skleníkových plynov,
- vývoj nových technológií (nové možnosti práce v rozvíjajúcom sa sektore).

Pokiaľ ide o obnoviteľné zdroje energie, ktoré sú k dispozícii na výrobu elektrickej energie, zvažte nasledujúce formy energie:

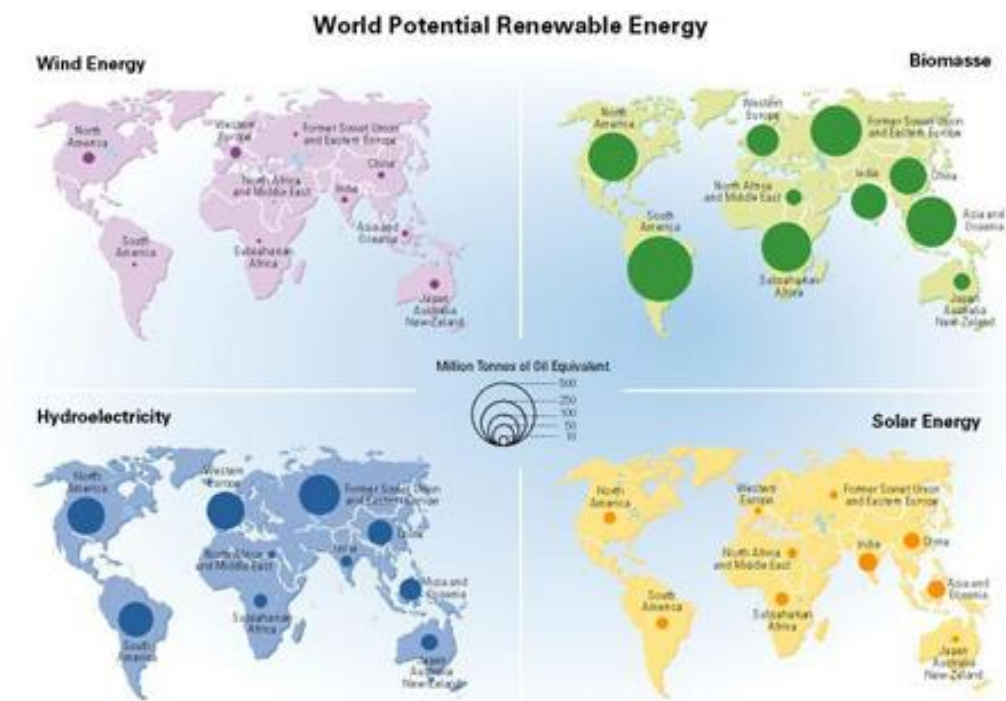
- Solárna energia:
 - o fotovoltaické solárne kolektory,
 - o termosolárne kolektory.
- Veterná energia:
 - o konvenčná,
 - o turbíny na výrobu elektrickej energie.
- Vodná energia:
 - o energia vodných tokov,
 - o energia vln,
 - o energia vodných prúdov,
 - o energia prílivu a odlivu.
- Geotermálna energia:
 - o na ohrievanie,

- na výrobu elektrickej energie.
- Biomasa (bioplyn):
 - na ohrievanie,
 - na výrobu elektrickej energie.

Obnoviteľné zdroje energie môžu byť použité na:

- výrobu elektrickej energie,
- ohrievanie,
- prepravu ako palivo.

Medzi obnoviteľné zdroje energie, ktoré neprodukujú CO₂, patrí aj biomasa, keďže pri procese spaľovania biomasy sa do atmosféry uvoľňuje rovnaké množstvo CO₂, ktoré sa absorbuje pri pestovaní biologického materiálu. To je dôvod, prečo sa biomasa vzhľadom na emisie CO₂ považuje za neutrálnu.

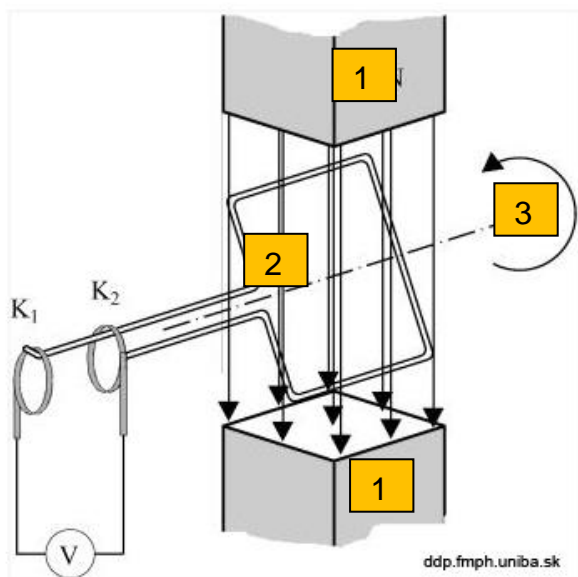


Obr. 1. Svetový potenciál obnoviteľnej energie
<http://earthtrends.wri.org/updates/node/149>

3 VÝROBA ELEKTRINY

3.1 Princípy elektrickej energie

Zdroje striedavého prúdu sa nazývajú **generátory striedavého prúdu**.



1 statická časť (stator) alternátora

2 rotačná cievka (rotor) alternátora

3 Otáčanie cievky v konštantnom magnetickom poli vytvára elektromagnetickú silu. Ak je tento obvod slučka, táto elektromagnetická sila bude indukovať periodicky zmenený elektrický prúd - **striedavý prúd**.

Obr. 2. Principiálna schéma generátora striedavého prúdu

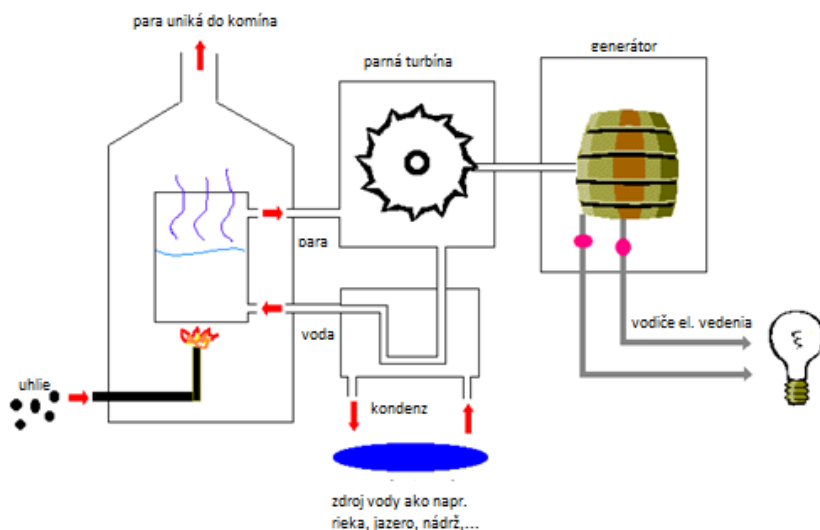
3.2 Prehľad výroby elektriny

Tradičná elektráreň vyrába elektrinu spaľovaním fosílnych palív, napríklad uhlia alebo zemného plynu.

Teplo generované týmto spaľovaním sa používa na varenie vody a výrobu pary. Para spôsobí, že sa turbína stočeného drôtu otočí v magnetickom poli (alebo naopak - spôsobí, že sa magnet otočí vo zvitku drôtu). Keď sa cievka drôtu otočí v magnetickom poli, elektróny začnú prúdiť do drôtov. Tok elektrónov v drôte sa rovná elektrine!

Niektoré formy alternatívnej energie vyrábajú elektrinu rovnakým spôsobom. Hlavný rozdiel spočíva v tom, že namiesto spaľovania fosílnych palív na pohyb turbíny sa využívajú iné zdroje energie. Napríklad veterná energia využíva veterné mlyny, ktoré otáčajú turbíny stočeného drôtu na výrobu elektriny. Jadrová energia sa spolieha na teplo generované štiepením atómov uránu na premenu kvapalnej vody na paru, ktorá zase otáča turbínou stočeného drôtu. Niekedy sa drevo alebo kukuričné stonky alebo

odpadky alebo iné organické látky (súhrnne označované ako biomasa) spaľujú a voda vri. Lúče slnečného žiarenia, sústredené zrkadlami, môžu dokonca vytvárať dostatok tepla na uvedenie vody do varu. (Príklad tohto typu elektrárne je možné vidieť v Mohavskej púšti.) Turbíny môže otáčať aj voda pretekajúca cez priehrady; toto sa označuje ako „vodná energia“. Odliv a príliv spôsobený gravitačným ťahom slnka a mesiaca pôsobiacim na oceány, sa používajú na otáčanie turbín v niekoľkých prílivových elektrárňach, najmä v 240 megawattovom závode, ktorý sa nachádza v La Rance, vo Francúzsku. Po celom svete existuje niekoľko geotermálnych elektrární, ktoré využívajú teplo z vnútra Zeme na otáčanie turbín. Napríklad 21 takýchto elektrární funguje v oblasti gejzírov v severozápadnej Kalifornii.



Obr. 3. Princíp výroby elektrickej energie

Iné druhy alternatívnej energie vyrábajú elektrinu priamejším spôsobom. Napríklad palivové články extrahujú elektróny z plynu H₂, aby produkovali elektrický prúd, a fotovoltaické články sa spoliehajú na fotóny svetla zo slnka, aby uviedli elektróny do pohybu v polovodičoch, čím sa vytvorí elektrický prúd.

3.3 Výroba elektriny – premena energie v energetickej stanici

Výroba elektriny spadá do premeny energie. Premena energie je potrebná, pretože nenájdeme takmer žiadnu priamo použiteľnú elektrinu v prírode.

Transformácia (premena) energie môže byť:

- jednoúrovňová
- viacúrovňová.

Výroba elektrickej energie sa deje v elektrárňach. Elektrárňou je výrobcom elektriny. Z elektrickej siete, ktorá zahŕňa zariadenia na výrobu, prenos a spotrebu elektriny, je



každá elektrárňa aktívnym blokom, v ktorom sa realizuje premena (transformácia) elektriny z iného druhu energie.

Elektrina je obzvlášť zaujímavá kvôli svojim vlastnostiam. Vyznačuje sa tým, že sa dá relatívne ľahko preniesť na veľké vzdialenosti, môže sa použiť na premenu iných požadovaných foriem energie (svetlo, teplo, elektromagnetické vlny atď.). Považuje sa za najdôležitejšiu formu energie.



Absorbent - látka schopná absorbovať ďalšie látky z roztokov, suspenzií alebo zmesí plynov a vytvárať s nimi homogénne roztoky.

Absorbčný chladiaci systém - prispôsobený reverzný Rankinov cyklus, v ktorom sa para absorbuje do kvapaliny, aby mohla byť čerpaná pod vyšším tlakom.

Anaeróbný rozklad - k tomu dochádza v neprítomnosti kyslíka a produkuje horľavý metán.

Archimedova skrutka - vodný motor spojený s gréckym matematikom Archimedom. Skladá sa z veľkej špirálovej skrutky, ktorá sa otáča vo vnútri tesne priliehajúceho valca. Najnižšia časť skrutky sa iba ponorí do vody a keď sa valec otočí, naberie sa malé množstvo vody. Skrutka sa stále používa na zdvíhanie vody v delte Nílu v Egypte na zvyšovanie vody na zavlažovanie a často sa používa na posun zrna v mlynoch.

Azimut Slnka - je uhol, ktorý vodorovná zložka priameho lúča od Slnka vytvára so skutočným juhom na severnej pologuli.

Bionafta - proces výroby bionafty je známy ako transesterifikácia a je dosiahnutý pridaním metanolu do rastlinného oleja.

Bioetanol - je to pitný alkohol, účinná látka v pive, víne a liehovinách.

Biomasa - pestované plodiny alebo organický odpad (vrátane kalov a odpadových vôd).

Carnotov cyklus - imaginárny ideálny cyklus skonštruovaný z reverzibilných adiabatických (izentropických) a izotermálnych expanzií a kompresíí. Pretože všetko dodávané teplo sa premieňa na prácu, tento cyklus poskytuje maximálny možný výkon systému, ktorý pracuje medzi dvoma nádržami pri rôznych teplotách.

Celková energia - súčet všetkej potenciálnej, kinetickej, tlakovej, chemickej a tepelnej energie v systéme.



Chemická energia – energia v chemických systémoch.

Druhý termodynamický zákon - uvádza sa v ňom, že nie je možné skonštruovať systém, ktorý bude pracovať v cykle, odoberať teplo zo zdroja a vykonávať ekvivalentné množstvo práce v okolí.

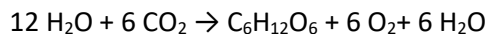
Dýchanie - je to proces, ktorým sa pomocou hemoglobínu v krvi prenáša kyslík z pľúc zvierat do svalov. Sacharidy oxidujú za vzniku oxidu uhličitého, ktorý sa transportuje späť do pľúc, aby sa vytlačil do atmosféry.

Entropia – miera poruchy v systéme.

Ethanol – požívateľný alkohol, aktívna ingrediencia v pive, vine a ostatných alkoholických nápojoch.

Exergia - kvalita energie. Maximálna využiteľná energia v procese transformácie energie.

Fotosyntéza – premena oxidu uhličitého a vody na jednoduché uhľohydráty a kyslík pomocou slnečného žiarenia absorbovaného chlorofylom rastliny.



Fotovoltaické systémy - tieto solárne články fungujú na fotoelektrických účinkoch, pri ktorých svetlo, ktoré dopadne na špeciálne pripravenú hranicu určitých párov látok, vytvára potenciálny rozdiel v rozhraní.

Francisova turbína - typ vodnej turbíny, rotačný motor, ktorý odoberá energiu z pohybujúcej sa vody. Jedná sa o reakčnú turbínu smerujúcu dovnútra, ktorá kombinuje koncepty radiálneho a axiálneho toku. Francisova turbína bola vyvinutá Jamesom B. Franciscom v devätnástom storočí a bola široko využívaná pre priemyselnú energiu pred elektrickými sieťami.

Hodinový uhol - uhlové posunutie slnka z jeho polohy v poludnie (vystavenie v hodinách, $1\text{h} = 15^\circ$).

Hydrolýza - rozklad látok pomocou interakcie s vodou za vzniku vodíka.

Jarná rovnodennosť - čas, kedy je slnko na jar vertikálne nad rovníkom - trvanie dňa a noci je rovnaké.

Jesenná rovnodennosť - To je, keď je slnko vertikálne nad rovníkom. Nastáva 23. septembra. Dôsledkom je, že trvanie dňa a noci je rovnaké.

Kaplanova turbína - vodný motor, ktorý využíva reakčnú turbínu smerujúcu dovnútra, čo znamená, že pracovná tekutina mení tlak, keď sa pohybuje turbínou a vzdáva sa svojej energii. Dizajn kombinuje radiálne a axiálne vlastnosti.

Kelvinova stupnica - termodynamická (absolútna) teplotná stupnica, ktorú vyvinul írsky fyzik a inžinier William Thomson, 1. barón Kelvin (1824–1907). Nulový bod tejto stupnice zodpovedá $-273,15^\circ \text{C}$ na stupnici Celzia. Tento nulový bod sa považuje za najnižšiu



možnú teplotu všetkého vo vesmíre. Preto je Kelvinova stupnica známa aj ako stupnica absolútnej teploty.

Kombinované teplo a energia - využívanie odpadového tepla z výroby energie.

Kombinované teplo, energia a chladenie - ak časť vyrobenej energie napája chladiaci systém na výrobu chladu.

Letný slnovrat - to je doba, kedy je Slnko najďalej od zemského rovníka nad obratníkom Raka v lete na severnej pologuli.

Lopatkový anemometer - zariadenie na meranie rýchlosti vetra alebo vody.

Mechanické skladovacie systémy - zahŕňajú skladovanie kinetickej energie zotrvačníka, skladovanie čerpanej kvapaliny a opatrenia na skladovanie stlačeného plynu.

NET výhrevná hodnota pre palivo - sa počíta, keď je voda v produktoch spaľovania vo forme pary.

Nultý zákon termodynamiky - ak sú dve látky v rovnováhe s tretou látkou, potom sú tieto dve látky v rovnováhe navzájom.

Obratník raka – zemepisná šírka + 23°30' N.

Osmóza - diferenciálny prechod čistej vody a soľných roztokov cez semipermeabilnú membránu.

Palivové články - na výrobu elektriny a tepla bez spaľovania používajte palivo a vzduch. Môžu využívať rôzne zdroje palív vrátane zemného plynu, metánu, uhoľného plynu alebo skládkového plynu.

Pasívne využívanie slnečnej energie - vlastnosti v budovách umožňujú maximálny zisk slnečnej energie do vnútorného prostredia. Zahŕňajú typy solárneho zasklenia, solárne steny a strechu a závisia od orientácie budovy.

Peltonova turbína - impulzná vodná turbína. Voda prúdi cez trysky na lopatkových krídlach turbíny.

Pitotova statická trubica - zariadenie na meranie rýchlosti vetra alebo vody.

Potenciálna energia – energia spojená s výškou.

Polytrofický proces - $P \cdot V^n = \text{konšt.}$

Prvý termodynamický zákon - energia a materiály sú vždy zachované, nemôžu byť vytvárané ani zničené, môžu sa prevádzať iba z jedného stavu alebo formy do druhého.

Pyrolýza - fyzikálny a chemický rozklad odpadu spôsobený zahrievaním odpadu pri vysokej teplote pri obmedzenom prívode kyslíka (t. j. vo vákuu).

Radiálny pyranometer - zariadenie používané na meranie radiálneho toku.



Rankinov cyklus - teplo na prácu. Toto je proces varenia kvapaliny na vysokotlakovú paru na privádzanie do zariadenia, ktoré vytvára prácu. Para s nízkym tlakom sa potom kondenzuje ochladením a výsledná kvapalina sa prečerpá na vyšší tlak v kotli, čím sa dokončí cyklus.

Selektívny absorbér - materiál, ktorý dobre absorbuje krátkovlnné žiarenie, ale slabo emituje dlhšie vlny.

Sila – mechanická energia spotrebovaná za jednotku času. Miera práce.

Skladovanie elektrochemickej energie – sem patria batérie a akumulátory.

Skladovanie energie - Akumulátory energie môžu byť mechanické, chemické, elektrochemické alebo tepelné systémy.

Tepelná energia – energia ktorá vzniká pri výmene tepla.

Tepelná exergia - tá časť množstva tepla, ktoré sa premení na prácu (dostupná energia alebo termodynamická dostupnosť) v ideálnom Carnotovom cykle, ktorý pracuje medzi teplotou zdroja tepla a teplotou prostredia.

Tepelné čerpadlo - zariadenie, ktoré poskytuje tepelnú energiu zo zdroja tepla (zem, voda, vzduch alebo odpadové teplo). Tepelné čerpadlá sú navrhnuté tak, aby pohybovali tepelnou energiou proti smeru spontánneho tepelného toku absorbovaním tepla z teplejšieho priestoru a jeho uvoľňovaním do studenšieho.

Termodynamika – zaoberá sa spôsobmi, akými sa látky chovajú pri zohrievaní, chladení, expandovaní alebo stlačení. Zaoberá sa najmä vzťahom medzi teplom, prácou a inými formami energie.

Tlaková energia - energia spojená s tlakom.

Tretí termodynamický zákon - entropia látky sa blíži nule, keď sa jej termodynamická teplota blíži nule stupňov Kelvina.

Uhlíkový cyklus - obehový reťazec udalostí, pri ktorom sa medzi živočíchmi alebo rastlinami a prostredím vymieňa uhlík.

Uhol sklonu slnka - uhlové posunutie Slnka z roviny zemského rovníka.

Veterný motor - veterné mlyny alebo veterné turbíny s vodorovnou a zvislou osou.

Výhrevná hodnota horľavej látky - teplo, ktoré vzniká pri úplnom spálení 1 kg tejto látky (známe tiež ako spaľovacie teplo alebo hodnota tepla pre palivo).

Výškový uhol slnka - popisuje, ako vysoko sa na oblohe objavuje slnko. Uhol sa meria medzi imaginárnou čiarou medzi pozorovateľom a slnkom a horizontálnou rovinou, na ktorej pozorovateľ stojí. Uhol nadmorskej výšky sa vypočíta nasledovne:

$$\sin(\text{ALT}) = [\cos(L) \cdot \cos(D) \cdot \cos(H)] + [\sin(L) \cdot \sin(D)]$$

kde: ALT – výškový uhol slnka, L – zemepisná šírka, D – sklon, H – hodinový uhol



Zákony termodynamiky – Nultý, prvý, druhý a tretí zákon termodynamiky.

Zimný slnovrat - Slnko je najvzdialenejšie od zemského rovníka nad obratníkom Kozorožca v zime na severnej pologuli.



URESA

MODUL 1 - BIOPLYN





1 ČO JE BIOENERGIA A BIOPLYN?

1.1 Základné definície

Technológie obnoviteľnej energie vyrábajú obchodovateľnú energiu premenou prírodných javov na užitočné formy energie. Tieto technológie využívajú energiu z niekoľkých zdrojov, ktoré môžu ľudia využívať. Obnoviteľná energia je energia získaná z obnoviteľných zdrojov, ktoré sa časom prirodzene dopĺňajú, ako je slnečné svetlo, vietor, dážď, príliv a odliv, vlny, biomasa a geotermálne teplo.

Bioenergia je obnoviteľná energia vyrábaná z prírodných biologických zdrojov. Cennými zdrojmi môžu byť mnohé prírodné zdroje, ako sú rastliny, zvieratá a ich vedľajšie produkty. Moderná technológia dokonca robí zo skládok alebo zón odpadu potenciálne bioenergetické zdroje. Môže sa použiť ako udržateľný zdroj energie, ktorý poskytuje teplo, plyn a palivo.

Používanie bioenergie má potenciál znížiť našu uhlíkovú stopu a zlepšiť životné prostredie. Aj keď bioenergia využíva rovnaké množstvo oxidu uhličitého ako tradičné fosílné palivá, vplyv sa môže minimalizovať, pokiaľ sa nahradia použité rastliny. Rýchlo rastúce stromy a tráva pomáhajú tomuto procesu a sú známe ako východiskové suroviny pre bioenergiu.

Na premenu surovín na energiu existujú tri procesy: chemický, tepelný a biochemický. Chemické spracovanie využíva chemické látky na rozklad prírodného zdroja a jeho premenu na kvapalné palivo. Kukuričný etanol, palivo vyrobené z kukurice, je príkladom výsledkov chemického spracovania. Tepelná premena využíva teplo na zmenu zdroja energie na spaľovanie alebo splyňovanie. Biochemická premena využíva baktérie alebo iné organizmy na premenu zdroja, napríklad kompostovaním alebo fermentáciou.

S postupujúcou technológiou má bioenergia potenciál dramaticky znížiť emisie skleníkových plynov, uvoľňovanie škodlivých plynov spojené s globálnym otepľovaním a zmenou klímy. Využívanie lesov a fariem v bioenergetike môže pomôcť v boji proti škodlivému uvoľňovaniu oxidu uhličitého a dosiahnuť rovnováhu.

Bioenergia sa vyrába spaľovaním tuhých, kvapalných alebo plyných palív vyrobených z východiskových surovín z biomasy, ktoré môžu, ale nemusia podstúpiť nejakú formu procesu premeny.

Biomasa:

Ako východisková surovina pre bioenergiu sa môžu použiť rôzne rôzne druhy biomasy:

- Potravinové (a krmovínové) plodiny sú jedlé časti rastlín pestovaných na výrobu cukru, škrobu a oleja, ktoré sa tradične vyvíjajú a pestujú na výrobu potravín pre ľudí a zvieratá. Potravinárske plodiny, ktoré sa používajú ako palivo, zahŕňajú pšenicu, kukuricu, sóju, palmový olej a cukrovú trstinu.
- Poľnohospodárske zvyšky sú vedľajšie produkty z plodín, napríklad pšeničná slama a šupky zo semien, ako aj ďalšie poľnohospodárske vedľajšie produkty vrátane hnojovice a hnoja.



- Lesníctvo a zvyšky lesov znamenajú drevný materiál z existujúcich lesov (ktoré môžu alebo nemusia byť spravované) plus zvyšky z píl, lesných podláh a zastrihávania stromov.
- Odpad znamená potravinový odpad, odpadové vody a iný biologický odpad z domácností alebo priemyslu, ktoré by sa inak museli zneškodňovať.
- „Vyhradené“ energetické plodiny sa pestujú nie ako jedlo, ale sú určené na výrobu energie. Medzi príklady patria rýchlo rastúce stromy a tráv s vysokým obsahom lignínu, ako je miscanthus a vřba, a olejiny, ako je jatropha.

1.2 Procesy premeny

Zatiaľ čo biomasa môže byť spaľovaná priamo na teplo a energiu, chemické procesy sa často používajú na premenu suroviny na životaschopné palivo. Na účely tejto správy identifikujeme dva všeobecné typy:

- Súčasný proces premeny sú vyspelé technológie, ktoré sa už široko používajú na výrobu biopalív v priemysle vrátane fermentácie a anaeróbnej digescie.
- Pokročilejšie procesy premeny sú predmetom súčasného výskumu a niektoré demonštračné zariadenia sú v prevádzke, avšak ešte nie sú rozšírené. Príklady zahŕňajú výrobu etanolu z celulózy, Fischer-Tropschovu syntézu a pyrolýzu.

Biomasa sa môže premeniť aj na iné užitočné formy energie, napríklad na bioplyn. Bioplyn sa zvyčajne vzťahuje na zmes rôznych plynov produkovaných z organických materiálov v prostredí bez obsahu kyslíka (anaeróbne). Získaný bioplyn sa využíva hlavne na výrobu obnoviteľnej elektriny a tepla.

Bioplyn je výsledkom procesu fermentácie. Fermentáciou sa myslí proces degradácie organických látok pomocou mikroorganizmov známych aj ako anaeróbne, ktoré trávia materiál vo vnútri uzavretého systému. Tento uzavretý systém sa nazýva anaeróbny digester, biodigester alebo bioreaktor.

Technika anaeróbnej digescie na výrobu bioplynu z organického materiálu sa uplatňuje na celom svete. Napríklad v mnohých rozvojových krajinách majú ľudia svoje vlastné malé bioplynové stanice prevádzkované na exkrementoch, moči a kuchynskom odpade. Získaný bioplyn sa používa na varenie. V technologicky vyspelejších krajinách sa výroba bioplynu využíva vo väčšom rozsahu. V týchto krajinách sa výroba a využívanie bioplynu vnímajú ako spôsob, ako sa stať menej závislým od fosílnych palív. Ďalším dôvodom je skutočnosť, že výroba bioplynu môže priamo viesť k nižším emisiám skleníkových plynov zachytením metánu (21-krát škodlivejšie skleníkové plyny ako oxid uhličitý) na využitie bioplynu. Nepriamym účinkom je, že sa zabráni iným nepriaznivým zdrojom energie v životnom prostredí (spojené s prvým dôvodom).

Bioplyn pozostáva hlavne zo zmesi metánu (CH₄) a oxidu uhličitého (CO₂) a môže obsahovať malé množstvá sírovodíka (H₂S), vlhkosti a siloxánov. Plyn je výsledkom procesu anaeróbnej digescie: „proces, pri ktorom mikroorganizmy získavajú energiu a rast metabolizáciou organického materiálu v prostredí bez kyslíka, čo vedie k produkcii



metánu“. Pre dobrý anaeróbný proces digescie by biomasa mala obsahovať uhľohydráty, bielkoviny, tuky, celulózu a hemicelulózu. Konečný výťažok plynu závisí od obsahu uhľohydrátov, bielkovín a tukov. (Ekonomické a inštitucionálne aspekty výroby bioplynu, 2012).

Bioplyn je známy ako ekologický zdroj energie, pretože zmierňuje dva hlavné environmentálne problémy súčasne:

- Globálna odpadová epidémia, ktorá každý deň uvoľňuje nebezpečné množstvo metánového plynu.
- Spoliehanie sa na energiu z fosílnych palív na uspokojenie globálneho dopytu po energii.

Premenou organického odpadu na energiu využíva bioplyn elegantnú tendenciu prírody recyklovať látky do produktívnych zdrojov. Výroba bioplynu využíva odpadové materiály, ktoré by inak znečisťovali skládky; zabraňuje použitiu toxických chemikálií v čistiarnach odpadových vôd a šetrí peniaze, energiu a materiál spracovaním odpadu na mieste. Využitie bioplynu navyše nevyžaduje získavanie fosílnych palív na výrobu energie.

1.3 Základné pojmy

Uvedenie bioplynovej stanice do prevádzky nie je možné bez zapojenia mnohých zainteresovaných strán. Vo fáze vývoja sa zdá, že takmer každý zainteresovaný subjekt je potrebný na získanie záruk o technických a ekonomických otázkach, ktoré zohrávajú úlohu v čase výstavby a/alebo prevádzky. Záver je taký, že dobrú spoluprácu so všetkými zúčastnenými stranami nemožno podceňovať.

Pri plánovaní investícií do bioplynovej stanice je potrebné zohľadniť faktory a zainteresované strany:

Banka - zdroj kapitálu. Investičné náklady na bioplynovú stanicu sa môžu líšiť v závislosti od veľkosti stanice, ale vždy sú vysoké. Odhaduje sa, že v krajinách západnej Európy sú investičné náklady na bioplynovú stanicu využívajúcu hnoj a vedľajšie produkty približne 2740 EUR / kWe. Takéto investičné náklady sa zvyčajne nemôžu uhradiť vlastným kapitálom. Preto je banka potrebná pre poskytnutie úveru.

Majiteľ bioplynovej stanice - Centrálny podielník je vlastníkom bioplynovej stanice. Majiteľom môže byť poľnohospodár, ktorý rozširuje svoje poľnohospodárske činnosti o výrobu bioplynu. Existujú aj agentúry poskytujúce poľnohospodárske služby, ktoré rozširujú svoje podnikanie v oblasti výroby bioplynu. Existujú aj iné formy vlastníctva, napríklad družstvá alebo investičné spoločnosti, ktoré investujú do obnoviteľnej energie.

Staviteľ. Skutočnú výstavbu bioplynovej stanice často robia špecializované spoločnosti, ktoré majú technické znalosti o výstavbe takéhoto zariadenia. Tieto stavebné spoločnosti tiež často pôsobia na medzinárodnej úrovni.



Konzultant. Konzultant niekedy pôsobí aj ako staviteľ. V mnohých prípadoch sú však externé poradenské spoločnosti priťahované aby poskytli poradenstvo o konkrétnom probléme. Pred fázou výstavby môžu byť žiadosti o dotáciu a povolenie externe zadané konzultantovi. V počiatočnej fáze po inštalácii bioplynovej stanice sa konzultantom predkladajú problémy ako nepríjemný zápach, nízka produkcia metánu alebo zloženie ponuky.

Digestátový zákazník. Po každom retenčnom období sa do bioplynovej stanice privádza nová biomasa a zvyšný substrát (digestát) sa musí zlikvidovať. V súčasnosti sa digestát napriek svojim atraktívnym vlastnostiam na trhu s hnojom likviduje za vysoké náklady. Súvisí to s nadbytkom živočíšneho hnoja a so skutočnosťou, že v príslušných právnych predpisoch sa za živočíšny hnoj považuje iba digestát. V niektorých prípadoch sa digestát používa ako hnojivo na vlastnej pôde, potom vlastník bioplynovej stanice využíva digestát sám. Ak nie je k dispozícii žiadna vlastná pôda, digestát využívajú poľnohospodári na ornej pôde v krajine alebo mimo nej. V dôsledku toho sa musia zaplatiť vysoké náklady na likvidáciu. Niekedy sa digestát spracúva tak, aby vyhovoval potrebám zákazníka, napríklad lisovaním, sušením alebo hygienizáciou digestátu.

Dodávateľ elektriny. Vyrobená elektrina sa predáva dodávateľom elektrickej energie. Vlastník bioplynovej stanice, ako aj kupujúci elektriny potrebujú regionálneho prevádzkovateľa siete na pripojenie k sieti a prepravu elektriny.

Energia, energetický dopyt a účinnosť zariadenia. Využívanie bioplynu sa často uskutočňuje prostredníctvom CHP-jednotky (kombinácia tepla a elektrickej energie) výrobou elektriny a tepla. Prebytočné teplo sa často nevyužíva, takže je veľmi dôležité definovať, aký druh energie je najviac požadovaný a v akom množstve. Dopyt po energii farmy alebo spoločnosti je jedným z najdôležitejších rozhodujúcich faktorov pri plánovaní investícií do bioplynovej stanice. Energetická účinnosť bioplynovej stanice určuje investičné náklady a mieru návratnosti.

Vstupný dodávateľ. V mnohých prípadoch sa bioplyn vyrába z hnoja a vedľajších produktov. Mohlo by sa stať, že - ak je poľnohospodár tiež vlastníkom bioplynovej stanice - hnoj sa získava z vlastnej farmy rovnako ako určité vedľajšie produkty (napr. kukurica). Majiteľ však často musí kupovať rôzne vedľajšie produkty a hnoj navyše. Dodávateľmi by mohli byť iní poľnohospodári alebo potravinársky priemysel, ktorí ponúkajú organický odpad. Dodatočný hnoj je niekedy potrebný z toho dôvodu, že najmenej 51% suroviny na digesciu by malo pozostávať z hnoja. Získanie ďalšieho hnoja zvyčajne nie je problémom. Mnohé regióny majú nadbytok hnoja.

Vláda. Vláda ako zainteresovaná strana sa môže rozdeliť do troch rôznych úrovní: Európska únia (EÚ), národná a miestna. Na začiatku je veľmi dôležitá vláda na miestnej úrovni, pretože udeľuje povolenia, ktoré umožňujú investície do výroby bioplynu na určitom mieste. Tieto povolenia sa musia udeľovať, aby sa zabezpečili pravidlá týkajúce sa územného plánovania, otázok životného prostredia vo všeobecnosti a osobitných pravidiel týkajúcich sa regulácie digestátov a vstupov. Na národnej úrovni vláda uznáva



potrebu byť menej závislí od fosílnych palív a okrem toho znižovať emisie skleníkových plynov.

Prevádzkovateľ siete. Sieť je rozdelená na sieť vysokého a stredného / nízkeho napätia. Za posledne menované sú zodpovední prevádzkovatelia regionálnych sietí. Ak chce majiteľ bioplynovej stanice predať vyrobenú elektrinu spoločnosti dodávajúcej elektrinu, za pripojenie k rozvodnej sieti a prepravu elektriny je zodpovedný regionálny prevádzkovateľ siete.

Susedstvo. Každý, kto žije v susedstve vybraného miesta, kde sa má bioplynová stanica postaviť, môže prejavíť správanie NIMBY (nie v mojej záhrade), napríklad z obavy zo zvýšeného pohybu v doprave, emisií znečisťujúcich látok, zápachu a prenosu chorôb. Dôsledkom takéhoto správania môže byť to, že povolenia nebudú udelené z dôvodu protestov. Fáza výstavby bude potom oneskorená alebo dokonca nedosiahnutá. Preto by sa mali brať do úvahy možné obavy ľudí žijúcich v susedstve vybranej lokality.

Obchodný zástupca(potenciálny). Pridanie vedľajších produktov do procesu digestie hnoja podstatne zvyšuje produkciu bioplynu. Z tohto dôvodu obchodní zástupcovia vidia príležitosti na sprostredkovanie obchodu medzi dodávateľmi vstupov a vlastníckmi bioplynových staníc. Tieto vedľajšie produkty sú však sotva dostupné. Potravinársky priemysel, ktorý môže byť dôležitým dodávateľom vedľajších produktov, naznačuje, že v súčasnosti sa väčšina biomasy efektívne využíva na účely spracovania potravín a krmív. Ak sa bioplyn použije na výrobu energie, znamená to, že biomasa sa používa na nízko kvalitný energetický účel. Pre potravinársky priemysel je použitie biomasy na výrobu energie menej atraktívne. Na trhu s hnojom sa podieľajú aj obchodní agenti. Ich hlavnou úlohou je preprava, ale niekedy ich tiež nakupujú a potom dočasne skladujú a miešajú, aby získali lepšiu homogénnu kvalitu. Tým, že majú takéto zariadenia, majú tiež možnosť špekulovať o cenách a poplatkoch.

Veda. Na riadne zriadenie bioplynovej stanice sa niekedy vyžaduje spolupráca s vedeckým sektorom zastúpeným univerzitami, výskumnými a / alebo súkromnými výskumnými a vývojovými spoločnosťami, ktoré zohrávajú významnú úlohu pri podpore sektora bioplynu so základnými znalosťami. Vykonávajú skúšky s novými a neschválenými technológiami. Napríklad ich výskum môže pomôcť sektoru bioplynu urobiť určité zlepšenia účinnosti. Vlády tiež využívajú tieto výskumné ústavy na podporu svojich politík s vedeckými základmi.

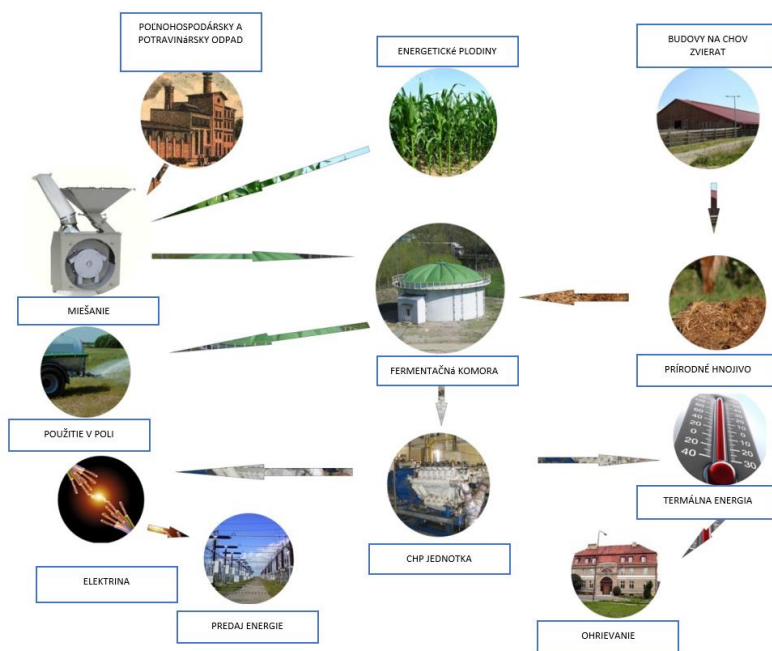
2 PRINCÍPY ZÍSKAVANIA A VYUŽÍVANIA ENERGIE BIOPLYNU

2.1 Čo je bioplynová stanica?

Poľnohospodárska bioplynová stanica je skupina zariadení používaných na fermentáciu organických substrátov produkovaných na poľnohospodárskej farme metánom a umožňujúca ich aplikáciu po ukončení procesu fermentácie. Podľa právnych predpisov je poľnohospodársky bioplyn plynným palivom získavaným pri metánovej fermentácii poľnohospodárskych surovín, poľnohospodárskych vedľajších produktov, tekutého alebo pevného živočíšneho hnoja, vedľajších produktov alebo zvyškov zo spracovania poľnohospodárskych výrobkov alebo lesnej biomasy, s výnimkou plynu získaného zo surovín pochádzajúcich z čističiek odpadových vôd alebo zo skládok.

Poľnohospodársky bioplyn je možné získať zo všetkých poľnohospodárskych výrobkov živočíšnej aj rastlinnej výroby. Bioplyn sa môže vyrábať prakticky z akéhokoľvek poľnohospodárskeho materiálu a tento materiál (substrát) má rôznu energetickú hodnotu, ktorá je potenciálom produkovať dané množstvo metánu.

Existujú rôzne možnosti získavania a spracovania energie získanej z bioplynu. Nasledujúca schéma ilustruje tieto možnosti.



Obr. 4. Možnosti získania a spracovania energie z bioplynu

2.2 Prvky bioplynovej stanice – rôzne štádiá výroby plynu

Každá poľnohospodárska bioplynová stanica pozostáva z niekoľkých základných prvkov. Ďalšie prvky inštalované v bioplynových staniciach závisia od ich použitia a výkonu.

Základné prvky každej bioplynovej stanice sú:

- sklad substrátov,
- zariadenie na prepravu substrátu zo zásobníka do reaktora,
- digestor,
- zásobník plynu,
- zásobníky na fermentačné zvyšky.

Prvky závisiace od využitia bioplynovej stanice:

- generátor,
- zariadenie na spaľovanie bioplynu a výrobu tepla,
- kogenerátor.

Sklad substrátov - každé zariadenie na výrobu bioplynu musí byť vybavené úložiskom.

Úložisko je potrebné na udržanie stáleho objemu výroby bioplynu. Kapacita úložiska by mala byť 0,5 - 2 násobok objemu vyrobeného substrátu za deň. Zásobník na tekuté substráty môže byť vyrobený z rôznych materiálov, ako je betón, oceľ alebo plast. Materiál použitý na výrobu nádrže závisí od uloženého materiálu.



Existujú podzemné a nadzemné nádrže.

Nadzemný sklad substrátov

Skladovacie nádrže na tekuté a polotekuté substráty by mali byť hermetické a mali by byť dostatočne veľké vzhľadom na výrobu substrátu. Zásobná nádrž rastlinného substrátu by mala byť vybavená vhodným zariadením na vypúšťanie výluhu, aby sa zabránilo uniknutiu výluhu do pôdy. Táto nádrž by mala byť pevne zakrytá, aby sa zabránilo vyschnutiu substrátu alebo vniknutiu dažďovej vody dovnútra nádrže.

Zariadenie na prepravu substrátu – na zabezpečenie stálej primeranej úrovne výroby bioplynu je potrebné zabezpečiť digestoru nepretržité dodávanie substrátu primeranej kvality. V závislosti od typu substrátu je možné použiť čerpadlá (tekutý substrát, napr. Tekutý hnoj), závitovkové dopravníky (polotekutý substrát) a násypky umiestnené v digestore s kapacitou umožňujúcou naplnenie dostatočným množstvom substrátu na jeden deň.



Membránové čerpadlo na prepravu substrátu na jeden deň.

Fermentačná komora (bioreaktor) – je najdôležitejším prvkom bioplynovej stanice, v ktorom prebieha proces metánovej fermentácie. Účinnosť celej investície závisí od



Vertikálna fermentačná komora

správnosti návrhu a správnej konštrukcie digestora. Steny digestora musia byť utesnené, aby sa zabránilo úniku tekutín a plynov. Potrebná je aj dobrá izolácia zabezpečujúca minimalizované tepelné straty. Čím lepšia je izolácia, tým menšia závislosť na vonkajšej teplote. Fermentačná komora by mala mať poklop umožňujúci vykonanie kontroly interiéru a prípadnú opravu. V závislosti od použitej technológie môže byť

bioplynová stanica vybavená jednou alebo viacerými komorami. Fermentačné komory môžu byť horizontálne alebo vertikálne, vyrobené z ocele, betónu alebo plastu. Komora musí byť vybavená zariadením na miešanie obsahu (miešačka alebo iný zmiešavací systém) a vykurovacím systémom, aby sa dosiahla požadovaná fermentačná teplota a udržiavala sa na konštantnej úrovni. Fermentovaná hmota sa z bioreaktora obvykle vypúšťa do prepadovej rúrky.

Miešacie systémy – miešanie fermentovanej hmoty v nádrži je dôležitou súčasťou procesu výroby bioplynu. Existujú 3 typy miešačiek: pneumatické, hydraulické a mechanické. Mechanické miešačky sa používajú vo väčšine zariadení na výrobu bioplynu. Mechanické miešačky možno rozdeliť do 3 skupín: diagonálne, horizontálne a vertikálne. Najbežnejší je systém 2-3 diagonálnych alebo horizontálnych miešačiek. Vertikálne (centrálne) miešačky sa môžu používať iba v prípade nádrže s pevnou zosilnenou strechou. Neúplné premiešanie môže viesť k narušeniu fermentácie a tvorbe peny.



Diagonálna miešačka



Vnútrotný ohrievací systém

Ohrievacie systémy - Vykurovací systém v betónových nádržiach musí byť umiestnený na vnútornej strane bočných stien, zatiaľ čo v kovových nádržiach je obvykle umiestnený zvonka. Oba typy nádrží musia mať tepelnú izoláciu. Ďalším riešením je použitie podlahového vykurovania v spodnej časti nádrže. Na zahrievanie suroviny sa niekedy používa výmenník tepla umiestnený mimo nádrže. Inovatívnou myšlienkou v oblasti vykurovania je vybavenie horizontálneho digestoru

miešačkou vyrobenou z oceľových rúr, v strede ktorej cirkuluje horúca voda na ohrev obsahu. Výhodou tohto systému je rovnomerné zahrievanie kvapaliny v celom jej objeme.

Skladovacia nádrž na zvyšky fermentácie – samostatná vonkajšia nádrž umožňujúca skladovanie fermentovaného substrátu, ktorý je hodnotným hnojivom, a môže sa použiť v tekutej forme alebo na výrobu kompostu podľa potrieb trhu.



Nádrž na digestát

Zásobník plynu - samostatná zásobná nádrž na bioplyn, ktorá pracuje pod požadovaným



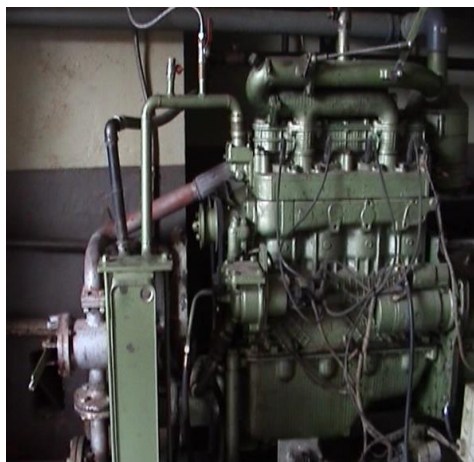
Zásobník bioplynu

tlakom v plynovej sieti. Bioplyn nahromadený v nádrži sa ukladá, kým nevznikne dopyt po energii. Zásobník bioplynu má formu flexibilného balóna, ktorý sa zväčšuje, keď je naplnený zvyšujúcim sa množstvom vyrobeného bioplynu. Nádrž môže byť umiestnená priamo nad reaktorom alebo v prípade horizontálneho reaktora môže byť umiestnená vedľa reaktora. V takom prípade musí byť nádrž umiestnená v správnej budove, ktorá zabezpečuje bezpečnú prácu nádrže. Každá nádrž je vybavená poistným ventilom, ktorý zabraňuje nadmernému zvýšeniu tlaku v nádrži. Ak je povolený tlak prekročený, ventil uvoľní prebytočný bioplyn von.

Zariadenie na čistenie bioplynu - Čistenie bioplynu pred jeho použitím je nevyhnutné, pretože bráni korózii zariadení a vybavenia a vyžaduje sa podľa predpisov o ochrane životného prostredia.

Zariadenia závisiace od využitia bioplynovej stanice

Bioplyn sa môže používať na výrobu elektriny, tepelnej energie alebo oboch súčasne. V praxi najbežnejšie systémy využívajú bioplyn vyrábaný na výrobu elektriny a tepelnej energie. Takýto systém sa nazýva kogeneračný systém. Na výrobu elektriny a tepelnej energie je potrebné nainštalovať



Kogenerátor

zariadenie nazývané kogeneračná jednotka. Je to spaľovací motor prispôbený na spaľovanie metánu s integrovaným generátorom v závislosti od veľkosti bioplynovej stanice. Teplo generované v spaľovacom motore sa používa ako zdroj tepelnej energie.

Menej bežným spôsobom využitia bioplynu je jeho spaľovanie na vykurovacie účely. V takejto bioplynovej stanici je zariadením, ktoré spracováva bioplyn na tepelnú energiu, plynová pec, ktorá je vhodne upravená na spaľovanie metánu.



2.3 Ako vzniká bioplyn

Ako už názov napovedá, „bioplyn“ sa vytvára biologickým procesom. Zmes plynov nazývaná „bioplyn“ sa vytvára z organických látok v neprítomnosti kyslíka. Pôvodne sa bioplyn nazýval „močiarny plyn“, „bažinový plyn“, „rašelinový plyn“ alebo „skládkový plyn“ kvôli miestu jeho prirodzenej tvorby. Tento všeobecne bežný prírodný proces sa uskutočňuje napríklad na rašeliniskách, na dne mora, v tekutom hnoji a v bachore prežúvavcov. Organická hmota sa takmer úplne zmení na bioplyn a dodatočne sa vytvára malé množstvo novej biomasy alebo tepla.

Bioplyn sa skladá hlavne z metánu (50 - 75%), oxidu uhličitého (25 - 45%), vody (2 - 7%), sírovodíka (0,1 - 5,5%) a stopových množstiev dusíka, kyslíka a vodíka.

Bioplyn a jeho hlavná zložka - metán - a ich vlastnosti a výhrevnosť boli objavené v roku 1776 talianskym fyzikom Alessandrom Voltom. Názov „bioplyn“ pre zmes plynov vznikajúcich pri anaeróbnej digescii hnoja hospodárskych zvierat a poľnohospodárskeho odpadu navrhol v roku 1955 Werner Noack. Proces tvorby metánu sa môže uskutočňovať aj v umelo vytvorených podmienkach v komorách, kde sa bioplyn vytvára v dôsledku anaeróbnej digescie (metánová fermentácia).

Anaeróbna digescia – mikrobiologický proces vyskytujúci sa v neprítomnosti kyslíka, pri ktorom sa organické zlúčeniny (uhlíhydráty, bielkoviny, tuky) premieňajú anaeróbnymi mikroorganizmami na metán a oxid uhličitý.

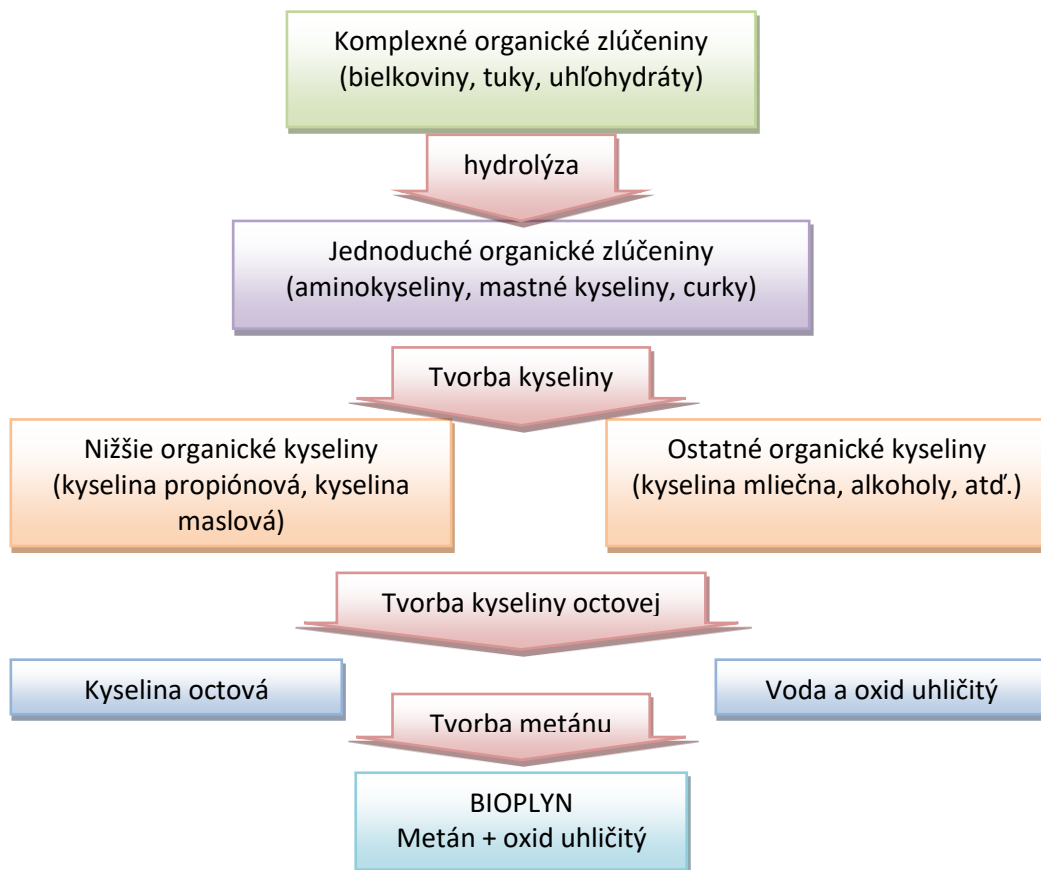
Tri skupiny mikroorganizmov sa podieľajú na transformácii organických zlúčenín na fermentačný plyn:

1. Baktérie zodpovedné za prvé dve fázy procesu sú baktérie, ktoré hydrolyzujú organické zlúčeniny. Optimálne podmienky pre tieto mikroorganizmy sú pH cca. 6 a cca. 30 ° C.
2. Acetátové baktérie - zodpovedné za výrobu acetátov.
3. Metanogénne baktérie - patria do skupiny absolútnych anaeróbov. Ak existuje dokonca 0,01 mg / dm³ kyslíka, sú inhibované, zvyšuje sa koncentrácia organických kyselín a znižuje sa pH prostredia. Sú veľmi rozmanité a špecializujú sa na použitie konkrétnych substrátov. Optimálna teplota metanogenézy je 35 - 45 ° C a pH 7.

Proces výroby bioplynu je možné rozdeliť do niekoľkých krokov. V prvom kroku, hydrolýza, sa zlúčeniny vstupného materiálu (napr. Uhlíhydráty, proteíny, tuky) rozložia na jednoduché organické zlúčeniny (napríklad aminokyseliny, cukor, mastné kyseliny). Baktérie zúčastňujúce sa na tomto procese uvoľňujú enzýmy, ktoré štiepia materiál biochemickými reakciami. Vytvorené medziprodukty sa potom v tzv. Acidogenéze rozdeľujú acidogénnymi baktériami na mastné kyseliny (kyselina octová, kyselina propiónová a kyselina maslová), oxid uhličitý a vodík. Okrem toho vznikajú aj malé množstvá kyseliny mliečnej a alkoholu. V ďalšej fáze, acetogenéze, sa tieto produkty baktériami premieňajú na látky predchádzajúce tvorbe bioplynu (kyselina octová, vodík a oxid uhličitý). Pretože príliš vysoký obsah vodíka poškodzuje baktérie kyseliny octovej,



musia spolupracovať s metanogénnymi baktériami. Pri výrobe metánu spotrebúvajú vodík, a tým zabezpečujú primerané životné podmienky pre baktérie kyseliny octovej. V ďalšej fáze, metanogenéze, v poslednej fáze výroby bioplynu, sa metán vyrába z produktov acetogenézy.



2.3.1 Podmienky prostredia

V popise okolitých podmienok môžeme rozlíšiť fermentáciu za mokra a fermentáciu za sucha hlavne v závislosti od obsahu vodíka.

Z biologického hľadiska je jasné rozdelenie metód na vlhkú a suchú fermentáciu v skutočnosti zavádzajúce, pretože baktérie zapojené do fermentácie vždy potrebujú na prežitie vlhké prostredie. Definícia obsahu sušiny vo fermentačnom substráte môže tiež viesť k zámene, pretože sa často používajú substráty s rôznym obsahom sušiny. Z tohto dôvodu je rozdelenie na vlhkú alebo suchú fermentáciu založené na obsahu sušiny vo fermentačnej komore. Malo by sa tiež poznamenať, že v oboch prípadoch baktérie potrebujú vodné prostredie vo svojom bezprostrednom okolí. Aj keď neexistuje presná definícia hranice medzi vlhkom a suchou fermentáciou, v praxi sa predpokladá, že vlhká



fermentácia nastane, keď je obsah sušiny v digestore od 12 do 15% a materiál môže byť prečerpávaný pri tomto obsahu vody. Ak sa obsah sušiny zvýši nad 16%, materiál obvykle stráca svoju schopnosť byť prečerpávaný a potom hovoríme o suchej fermentácii.

Kyslík

Metanogénne baktérie patria medzi najstaršie živé organizmy na Zemi. Objavili sa pred tromi alebo štyrmi miliardami rokov, dlho pred vytvorením atmosféry okolo Zeme. Z tohto dôvodu sa tieto baktérie aj dnes spoliehajú na životné podmienky bez obsahu kyslíka. Niektoré z týchto baktérií odumierajú aj v prítomnosti malého množstva kyslíka. Často je nemožné úplne vylúčiť obsah kyslíka v digestore. Dôvodom, pre ktorý nie je možné brániť pôsobeniu metanogénnych baktérií okamžite alebo ich úplne vylúčiť, je skutočnosť, že žijú v spojení s baktériami z predchádzajúcich krokov. Niektoré z týchto baktérií sú podmiennečne anaeróbne, t.j. Môžu prežiť za anaeróbnych aj aeróbnych podmienok. Pokiaľ prívod kyslíka nie je primerane efektívny, tieto baktérie spotrebujú kyslík skôr, ako sa poškodia baktérie, ktoré môžu žiť iba za anaeróbnych podmienok.

Teplota

V zásade možno povedať, že čím vyššia je teplota okolia, tým rýchlejšie chemické reakcie prebiehajú. V prípade biologických procesov rozkladu a transformácie je tento vzťah platný iba za určitých podmienok. Malo by sa pamätať na to, že každý typ baktérií zapojených do metabolických procesov potrebuje inú teplotu. Ak sú požadované teplotné rozsahy prekročené, môže to viesť k inhibícii alebo dokonca ireverzibilnému poškodeniu baktérií. Berúc do úvahy požiadavky na teplotu, baktérie zapojené do procesu rozkladu sa môžu rozdeliť do troch skupín: psychrofilné baktérie, mezofilné a termofilné baktérie.

- Optimálna teplota pre psychrofilné baktérie je približne 25 ° C. Pri tejto teplote nie je potrebné zahrievať substrát, ale účinnosť rozkladu a produkcie plynu je výrazne obmedzená.
- Väčšina metanogénnych baktérií, ktoré sú ľuďom známe, rastie najlepšie v mezofilnom rozmedzí teplôt medzi 32 a 42 ° C. Najbežnejšie sa používajú zariadenia pracujúce v mezofilnom rozsahu, pretože tento teplotný rozsah umožňuje dosiahnutie relatívne vysokého výťažku plynu pri zachovaní dobrej stability procesu.
- Ak je potrebné použiť hygienické opatrenia na usmrtenie patogénnych baktérií alebo ak sa používajú vysokoteplotné substráty (napr. spracovávaná voda), odporúča sa na fermentáciu použiť kultúry termofilných baktérií. Ich optimálna prevádzková teplota sa pohybuje od 50 do 57 ° C. Vďaka vysokej teplote procesu sa dosahuje vysoký výťažok plynu. Je potrebné poznamenať, že v tomto prípade je potrebné ďalšie množstvo energie na proces fermentácie. Okrem toho je fermentačný proces v tomto teplotnom rozsahu citlivejší na narušenie a nepravidelnosť dodávky substrátu alebo na činnosť fermentačnej komory.



Pretože baktérie počas svojej činnosti produkujú také malé teplo, že na dosiahnutie požadovanej teploty nepostačuje, musí byť digestor povinne zahrievaný a izolovaný zvonka počas mezofilnej a termofilnej práce, aby sa dosiahli optimálne teplotné podmienky pre baktérie.

pH

Pokiaľ ide o pH, existujú podobné vzťahy ako v prípade teploty. Baktérie zahrnuté v rôznych fázach procesu majú rôzne pH, ktoré zaisťuje ich optimálny rast. Optimálne pH kyslých a hydrolyzujúcich baktérií je 4,5 až 6,3. Tieto hodnoty však nie sú absolútnymi podmienkami a tieto baktérie môžu prežiť aj pri mierne vyššom pH. Potom však bude ich aktivita oveľa nižšia. Naopak, v prípade baktérií tvoriacich kyselinu octovú a metán musí byť hodnota pH presne medzi 6,8 a 7,5. Ak fermentačný proces prebieha iba v jednom digestore, musí sa pH nastaviť v tomto rozmedzí. Bez ohľadu na to, či proces má jeden alebo dva stupne, pH sa zvyčajne nastavuje automaticky prítomnosťou alkalickej alebo kyslých odpadových produktov vytvorených počas anaeróbnej digestie. Spravidla je pH udržiavané v neutrálnom rozmedzí voľným oxidom uhličitým. PH sa zníži, ak sa vyčerpá tlmivá kapacita oxidu uhličitého. Bude obmedzená aktivita metanogénnych baktérií zapojených do metabolizmu. Pretože metanogénna digestia v súčasnosti nefunguje správne, dochádza ku koncentrácii kyselín spojených s octovou fermentáciou, čo vedie k ešte väčšiemu poklesu pH. Dochádza k okysleniu procesu a baktérie už neplnia svoju úlohu. Ak vidíte pokles pH, okamžite zastavte prívod substrátu a dajte metanogénnym baktériám čas na rozloženie vznikajúcich kyselín.

Zásoba živín

Procesy prebiehajúce v digestore sa dajú porovnať s procesmi, ktoré sa vyskytujú v gastrointestinálnom trakte prežúvavcov. Preto baktérie reagujú rovnako zle na „stravovacie chyby“ ako zvieratá. V prvom rade musí substrát zaistiť nielen maximálnu produkciu metánu, ale aj prítomnosť dôležitých stopových prvkov a živín, ako sú železo, nikel, kobalt, selén, molybdén a volfrám, ktoré sú potrebné na rast a prežitie baktérií. Konečné množstvo metánu, ktoré je možné získať zo substrátov, je určené obsahom bielkovín, tukov a uhľohydrátov. Stabilný proces je tiež určený pomerom C/N v substráte. Ak je tento pomer príliš vysoký (príliš veľa C a príliš málo N), nemôže dôjsť k úplnej premene uhlíka, a preto nie je možné získať ani možný potenciál metánu. Opačná situácia, to znamená prítomnosť prebytku dusíka, môže viesť k tvorbe amoniaku (NH₃), ktorý už pri nízkych koncentráciách inhibuje rast baktérií a môže dokonca viesť k zničeniu celej populácie. Aby sa zabezpečila správnosť postupu, pomer C/N musí byť v rozmedzí 10 - 30. Aby sa baktériám poskytol dostatočný podiel živín, mal by byť pomer C: N: P: S 600: 15: 5: 1.



Inhibítory

Existujú rôzne príčiny inhibície procesu výroby plynu. Na jednej strane môžu súvisieť s technickými problémami zariadenia. Na druhej strane oneskorenia v procese môžu byť spôsobené inhibítormi. Sú to látky, ktoré už v malom množstve sú toxické pre baktérie a interferujú s procesom rozkladu. Aby sme tieto látky mohli opísať, musíme ich rozdeliť na tie, ktoré sa dostanú do digestora pridaním substrátu a tie, ktoré sa vyskytujú ako medziprodukty z rôznych štádií rozkladu. Pri dodávaní živín treba mať na pamäti, že nadmerná aplikácia substrátu môže inhibovať proces fermentácie, pretože každá zložka substrátu poskytovaná vo vyšších koncentráciách môže byť škodlivá pre baktérie. Platí to najmä pre látky, ako sú antibiotiká, dezinfekčné prostriedky, rozpúšťadlá, herbicidy, soli alebo ťažké kovy, ktoré aj v malom množstve môžu inhibovať proces rozkladu. Ale aj dôležité stopové prvky vo vysokých koncentráciách môžu byť pre baktérie toxické. Baktérie sa do istej miery môžu prispôbiť takýmto látkam; je ťažké určiť, z akej koncentrácie sa látka stáva škodlivou pre baktérie. V prípade niektorých inhibítorov môžeme hovoriť o interakcii s inými látkami. Ťažké kovy sú pre fermentáciu škodlivé, iba ak sa vyskytujú vo voľnej forme. Sirovodík, ktorý vzniká počas fermentácie, sa kombinuje s ťažkými kovmi a spôsobuje ich neutralizáciu. Počas fermentačného procesu sa môžu tiež produkovať ďalšie inhibítory. Amoniak (NH_3) je toxický pre baktérie aj pri nízkych koncentráciách. Ďalším vedľajším produktom fermentačného procesu je sírovodík (H_2S), ktorý je vo voľnej forme bunkovým jedom a dokonca aj pri koncentrácii 50 mg / l môže proces rozkladu inhibovať. Okrem toho je síra dôležitým stopovým prvkom, a teda nevyhnutným mikronutrientom metanogénnych baktérií. Okrem toho sa ťažké kovy neutralizujú kombináciou so sulfidmi (S^{2-}). Môžeme teda vidieť, že inhibičná aktivita rôznych látok závisí od mnohých faktorov a stanovenie konštantných limitných hodnôt, od ktorých sa začína inhibícia procesu, je veľmi náročnou úlohou.

2.4 Substráty na výrobu bioplynu – druhy a ich energetická účinnosť

Poľnohospodársky bioplyn je plynné palivo vyrábané z poľnohospodárskych surovín, poľnohospodárskych vedľajších produktov, tekutého alebo pevného živočíšneho hnoja, vedľajších produktov poľnohospodárskeho a potravinárskeho priemyslu a ich zvyškov alebo lesnej biomasy v procese fermentácie metánu. Organické látky z poľnohospodárskej aj priemyselnej výroby sa môžu používať na výrobu poľnohospodárskeho bioplynu. Medzi hlavné substráty poľnohospodárskeho pôvodu, ktoré sa používajú pri výrobe bioplynu, patrí živočíšny hnoj, energetické plodiny a odpad z rozmnožovania rastlín, zatiaľ čo medzi priemyselné substráty patrí odpad z výroby potravín, mliečnych výrobkov, cukru a mäsa (Paják 2010). Biomasa, ktorá tvorí surovinu na výrobu bioplynu, pozostáva z troch základných skupín organických zlúčenín: uhľohydrátov, bielkovín a tukov. Okrem toho rast mikroorganizmov zodpovedných za fermentáciu nastáva v prítomnosti rozpustných foriem draslíka, sodíka, železa, horčíka, vápnika a stopových prvkov. Najviac bioplynu je možné získať rozkladom tukov.

Substrát	Produkcia bioplynu dm ³ /kg	Obsah metánu [%]	Obsah CO ₂ [%]
Uhľohydráty	790	50	50
Tuky	1250	68	32
Bielkoviny	700	71	29

Relevantné parameter pri výrobe bioplynu sú:

- obsah sušiny (d.m.) [%]
- obsah organickej sušiny (o.d.m.) [% d.m.]
- CH₄ účinnosť [m³/kg o.d.m.]

Chemické zloženie fermentovaných organických zlúčenín určuje okrem teploty procesu a času počas ktorého sa substráty nachádzajú v reaktore aj množstvo a zloženie bioplynu.

2.5 Prírodné hnojivá – zvierací hnoj

Je to jeden z najdôležitejších typov substrátov pre poľnohospodársku bioplynovú stanicu. Tekutý hnoj a hnoj sa používajú najčastejšie, ale hlavnú úlohu zohráva tekutý hnoj z ošípaných a hovädzieho dobytká. Tekutý hnoj ošípaných je oveľa účinnejší ako tekutý hnoj hovädzieho dobytká. Okrem toho má tekutý hnoj dobytká nižší obsah biometánu. Vyššie uvedené substráty nie sú vhodné na použitie z dôvodu zápachu, fermentácia však tento problém eliminuje. Tieto substráty sa používajú v zariadení na výrobu bioplynu predovšetkým na recykláciu. Ďalej majú vysokú úroveň vodnatosti, čo z nich robí hodnotný doplnok k surovine, čo umožňuje získať požadovanú hladinu sušiny fermentovaného substrátu. Hlavným problémom chovateľov hydiny je spravovanie kuracieho hnoja. Často nemajú dostatočný trávny porast, kde by ho mohli využiť ako hnojivo. Ideálnym riešením v tomto prípade je jeho fermentácia.



Substrát	Obsah sušiny (%)	Obsah organickej sušiny (%)	Výťažok bioplynu (m ³ /t s.m.o.)	Obsah metánu CH ₄ (% vol.)
Prírodné hnojivá				
Kravský tekutý hnoj	8-11	75-82	200-500	50-60
Teľací tekutý hnoj	10-13	80-84	220-560	50-57
Prasačí tekutý hnoj	približne 7	75-86	300-700	60-70
Ovčí tekutý hnoj	12-16	80-85	180-320	50-56
Hovädzí hnoj	približne 25	68-76	210-300	55-60
Prasačí hnoj	20-25	75-80	270-450	55-60
Slepačí hnoj	30-32	63-80	250-450	57-70
Konský hnoj	20-40	65-95	280-350	55-65

zdroj: A. Myczko (ed.) Budowa i eksploatacja biogazowni rolniczych 2011

2.6 Rastliny

Rastlinné materiály používané ako substrát na výrobu bioplynu nie sú homogénne, čo ovplyvňuje účinnosť a intenzitu fermentácie. Ľahko fermentovateľné uhľohydráty, ako je cukor alebo škrob, ktoré sú obsiahnuté v repe alebo obilných zrnách, melase alebo kukuričnej siláži, sa vo fermentačnom procese rýchlejšie rozkladajú ako seno alebo slama, ktoré majú vysoký obsah lignínu a celulózy.

Dnes sa pestovanie energetických plodín, najmä v Nemecku, využíva čoraz častejšie pri výrobe bioplynu. Energetické plodiny na výrobu bioplynu musia spĺňať rovnaké požiadavky ako biomasa mienená na použitie ako krmivo pre zvieratá, najmä prežúvavce. Je to spôsobené skutočnosťou, že proces fermentácie metánu je porovnateľný s fermentáciou, ku ktorej dochádza v tráviacom trakte prežúvavcov.



Optimálnym riešením je poskytnúť bioplynovej stanici rastliny v drvenej a silážovanej forme. Rastlinná siláž je dokonalým doplnkom fermentačnej hmoty. Vďaka vysokej

účinnosti výroby bioplynu je to veľmi dôležitý prvok v procese fermentácie. Kritériá pre výber rastlín by mali zahŕňať výťažok sušiny na jednotku plochy, ľahko fermentovateľný obsah materiálu a ľahké skladovanie. Najlepšie substráty v poľských podmienkach sú kukurica, obilniny, zmesi obilnín a strukovín, slnečnica, tráva, lucerna, ďatelina alebo listy a korene cukrovej repy.

2.7 Vedľajšie produkty agropotravinárskeho priemyslu



Organický odpad, ako sú zvyšky zeleniny a ovocia, odpad z pálení, pivovarské zrná, repa, repná masa, odpad z bitúnkov, odpad z výroby ropy, sú lacným materiálom a zároveň sú ich výrobcovia nútení k drahému zneškodňovaniu. Preto je použitie týchto substrátov ekonomicky výhodné, pretože za odvoz odpadu na zneškodnenie môžete účtovať poplatok. V prípade odpadu z bitúnkov je jeho využitie rentabilné a zvyšuje energetický potenciál

substrátov. Jeho použitiu v bioplynovej stanici musí predchádzať riadna príprava, ktorá sa nazýva hygienizácia (udržiavanie teploty približne 70 ° C počas približne 60 minút). V prípade liehovarov na výrobu bioplynu alebo zariadení na spracovanie mlieka (tuk, srvátka) to môže nahradiť hnoj a nahradiť základný substrát na výrobu bioplynu. Nasledujúca tabuľka uvádza charakteristiku vybraných rastlín a vedľajších produktov z hľadiska výťažku bioplynu.

Substrát	Obsah sušiny (%)	Obsah organickej sušiny (%)	Výťažok bioplynu (m ³ /t s.m.o.)	Obsah metánu CH ₄ (% vol.)
rastliny				
Kukuričná siláž	20-35	85-95	450-700	50-55
raž	30-35	92-98	550-680	ok. 55
trávy				
Pokosená tráva	Približne 12	83-92	550-680	55-65
Trávna siláž	25-50	70-95	550-620	54-55
Poľnohospodárske medziprodukty				
Pivovarné zrná	20-25	70-80	580-750	59-60



Liehovarnícke zrná	6-8	83-88	430-700	58-65
Zemiaková mas	6-7	85-95	400-700	58-65
Lisované ovocie	25-45	90-95	590-660	65-70
Iné substráty bioplynovej stanice				
Odpad obchodu s potravinami	5-20	80-90	400-600	60-65
Obsah žalúdka	12-15	75-86	250-450	60-70

zdroj: Land Technik Weiher Stephen H.Mitterleitner (Latocha 2009)

3 VÝROBA ENERGIE Z BIOPLYNU

Bioplyn je palivo s priemernou energetickou hodnotou. Môže byť použitý v domácnostiach, priemysle, poľnohospodárstve - na výrobu tepla / chladu, elektriny alebo ako biopalivo.

3.1 Úprava bioplynu

Keďže surový bioplyn obsahuje zlúčeniny, ktoré znižujú jeho energetický obsah alebo skracujú životnosť zariadení premieňajúcich bioplyn, je potrebné pred použitím na energetické účely vykonať úpravu (čistenie) bioplynu.

Medzi najdôležitejšie procesy spracovania patrí odsírenie, sušenie a odstránenie CO₂.

Odsírenie

Bioplyn vznikajúci anaeróbnou fermentáciou metánu obsahuje sírovodík. Tvorí sa rozkladom proteínov a iných organických látok obsiahnutých v surovine použitej v digestore. Obsah sírovodíka v bioplyne závisí od druhu suroviny a pohybuje sa od 0,1 do 2%.

Sírovodík je látka s toxickými vlastnosťami (môže viesť k otrave alebo dokonca k smrti), má nepríjemný zápach (zápach z bioplynových staníc nepriaznivo ovplyvňuje životné prostredie), urýchľuje koróziu zariadenia a brzdí proces fermentácie. Predpokladá sa, že kritická koncentrácia je hodnota väčšia ako 1% H₂S v plyne. Je potrebné mať na pamäti, že prekročenie určitých hodnôt koncentrácie sírovodíka môže mať za následok stratu záruky na kogeneračnú jednotku.



V bioplyne vyrobenom v poľnohospodárskej bioplynovej stanici, ktorej hlavný zdroj obsahuje tekutý hnoj, koncentrácia sírovodíka nepresahuje 1500 ppm. Táto hodnota je príliš vysoká pre mnoho typov plynových motorov. Výber odsírovacieho zariadenia vyplýva z odhadovaného obsahu sírovodíka v bioplyne, čo vyplýva z druhu suroviny a pomeru substrátov.

Sušenie

Bioplyn je nasýtený vodou, jeho relatívna vlhkosť je 100%. Časť pary kondenzuje v odlučovači pary alebo v chladiči. Para sa musí odstrániť, aby sa chránili jednotky na výrobu bioplynu pred vysokým a predčasným opotrebením. Zvyšná časť pary má vplyv na zmenu mnohých fyzikálno-chemických parametrov bioplynu. Množstvo vodnej pary, ktorá môže byť prítomná v bioplyne, závisí od teploty bioplynu. Na odstránenie pary je potrebné plyn ochladiť tak, aby para kondenzovala.

Chladienie bioplynu sa často uskutočňuje už v plynovom zariadení. Správne naklonené prvky prispievajú k zhromažďovaniu kondenzátu v najnižšom bode zariadenia. Podmienkou správneho chladienia bioplynu v plynovom zariadení je jeho dostatočná dĺžka. Nezabudnite zabezpečiť prístup do nádrže na kondenzát, aby ste ju mohli pravidelne vyprázdňovať. Nedovoľte, aby nádrž na kondenzát zamrzla.

Obohatenie

Ak je nedostatok metánu dostatočnej kvality, je potrebné obohatiť bioplyn odstránením CO₂. K tejto situácii dochádza, keď sa má bioplyn posielat do plynovej siete alebo používať ako palivo pre vozidlá. CO₂ možno odstrániť pomocou rôznych fyzikálno-chemických metód, ako je absorpcia, chemisorpcia, adsorpcia, membránová separácia, kondenzácia. Obohatenie bioplynu tiež pomáha pri čistení od iných stopových nečistôt. Z dôvodu technologických nákladov a zvyšujúcich sa investičných nákladov je ekonomicky opodstatnené obohatiť bioplyn v zariadeniach, ktoré vyrábajú najmenej 2500 m³ bioplynu za deň. (A. Kowalczyk-Juško, Biogazownie szansą dla rolnictwa i środowiska).

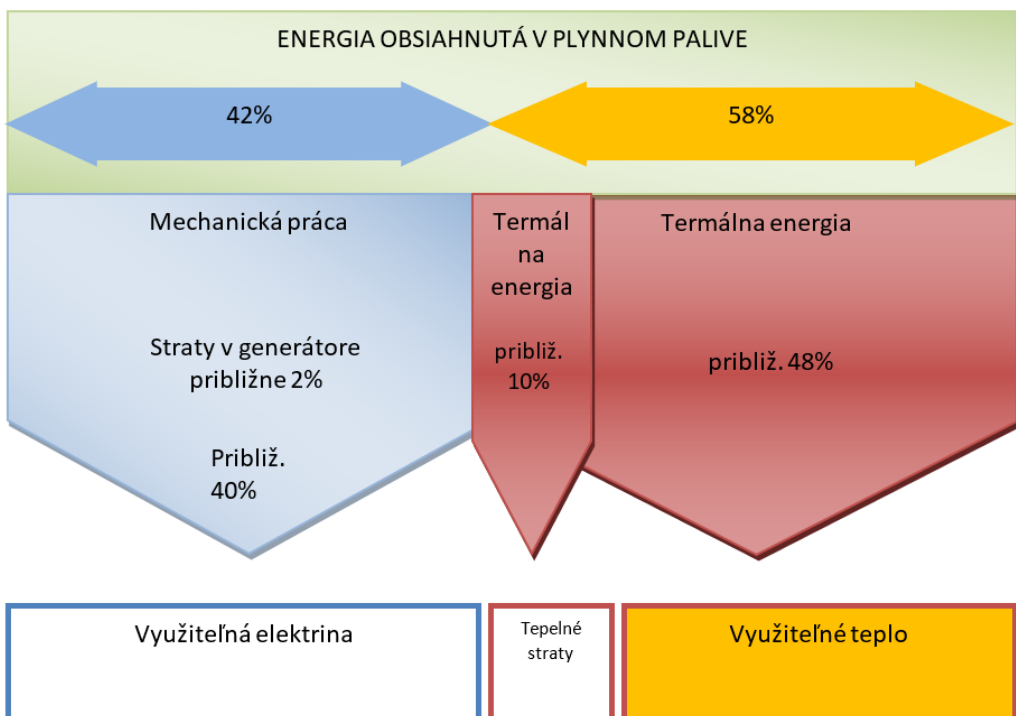
3.2 CHP jednotky

CHP(kombinácia tepla a energie) je označenie kogeneračných motorov, ktoré vyrábajú elektrickú aj tepelnú energiu v procese spaľovania bioplynu. Bioplyn sa spaľuje v mieste jeho výroby. Toto riešenie je veľmi prospešné z ekonomických aj environmentálnych dôvodov. Energetická účinnosť tradičných riešení, ktoré vyrábajú buď tepelnú energiu alebo elektrinu, je cca. 40% v porovnaní s 90% účinnosťou kogenerátora. Účinnosť získania elektriny v najnovších veľkých zariadeniach sa pohybuje od 30 do 40% a tepelná účinnosť od 40 do 44%. V prípade menších zariadení sa elektrická účinnosť pohybuje od 25 do 33%, zatiaľ čo tepelná účinnosť je zvyčajne vyššia ako 50%. Miera účinnosti sa zvyčajne zvyšuje so zvyšujúcim sa elektrickým výkonom zariadenia.



Najbežnejším riešením pre nízkoenergetické CHP systémy sú piestové motory. Vyznačujú sa:

- dostupnosť v širokom rozsahu elektrickej energie (5 kW to 50 MW)
- možnosť optimálneho prispôsobenia systému potrebám individuálneho zákazníka,
- možnosť modulárneho návrhu väčších energetických systémov,
- možnosť využitia rôznych palív vrátane bioplynu,
- potreba chladenia aj pri absencii príjmu tepla,
- veľké rozmery a málo energie v pomere k váhe,
- veľký hluk vyžaduje použitie protihlukových bariér,
- relatívne vysoká úroveň vibrácií, ktorá vyžaduje použitie tlmičov vibrácií. (Biogazownie szansą dla rolnictwa i środowiska).



Minimálna požadovaná úroveň metánu v plyne určenom na použitie ako palivo je obvykle stanovená výrobcom na viac ako 30% objemu, čo zodpovedá výhrevnej hodnote plynu na úrovni najmenej 13 MJ / Nm³.

CHP systémy s piestovými plynovými motormi (spaľovacie motory) sa používajú väčšinou na výrobu elektriny v združenom generátore a odpadové teplo sa používa na výrobu horúcej vody alebo v prídavnom kotly saturovanú paru. Teplo sa získava z výmenníka stlačeného bioplynu, výmenníka plášťa motora, olejového výmenníka a výmenníka výfukových plynov. Motory na bioplyn sa môžu integrovať do budovy alebo sa môžu nachádzať v mobilnej (kontajnerovej) verzii.



3.3 Základné prvky kogeneračného systému

Kogeneračná jednotka sa skladá z dvoch hlavných systémov: hnacieho prvku (motora) a generátora vybaveného výmenníkmi tepla, ktorý sa používa na získavanie tepelnej energie obsiahnutej v zmesi plynov, dymu a kvapalín motora. Zariadenie môže ďalej obsahovať prvky meracieho a nastavovacieho systému, systém prívodu plynu, miešač a automatizovaný systém dopĺňovania mazacieho oleja.

3.4 Druhy motorov v CHP systémoch

Piestové motory

Piestové spaľovacie motory sú najbežnejším riešením kogenerácie s nízkym výkonom. Zvyčajne sa používajú na výrobu teplej vody, menej často na výrobu vodnej pary (a elektriny). Spätné získavanie tepla môže pochádzať zo zdrojov s nízkou teplotou (nad 90 ° C - systém chladenia motora, systém chladenia mazacieho oleja) a zo zdrojov vysokej teploty (380 až 550 ° C - výfukové plyny).

Vzhľadom na dizajn a druh použitého paliva CHP systémy delíme na:

- **Plynové motory so zážihovým spaľovaním** - zvyčajne spaľujú nekvalitnú palivovú zmes privádzanú pod vysokým tlakom do spaľovacej komory, v ktorej dochádza k zapalovaniu od iskry zapalovacej sviečky. Takéto motory sú často konštruované na báze dieselových motorov. Vyznačujú sa nízkou kapacitou;
- **Dvojpaliivé motory** - na spustenie zapalovania je potrebné do motora dodať malé množstvo nafty. Problémom je kontrola nadbytočného vzduchu na hranici zlých zmesí. Výkon týchto motorov je zvyčajne vyšší ako 1 MW.

Väčšina motorov je vybavená turbodúchadlom a systémom chladenia nasávaným vzduchom. Zdroje získavania tepla sú: chladenie vodného plášťa, chladenie mazacieho oleja (olejová vaňa), chladenie zmesi dodávanej za turbodúchadlom a chladenie výfukových plynov prichádzajúcich z motora. Najčastejšie sa používajú nepriame výmenníky tepla s plášťom a rúrkou, tepelné výmenníky typu voda / voda alebo vzduch / voda. Výmenník plynu / vody znižuje teplotu výfukových plynov na cca. 1200C. Ďalšie spätné získavanie tepla sa môže uskutočňovať pomocou kondenzačných výmenníkov tepla používaných v prípade potreby tepla nižšej teploty, napr. vykurovanie skleníkov alebo výroba teplej úžitkovej vody.

Celková účinnosť sa pohybuje od 80 do 90%. Elektrická účinnosť nepresahuje 40%.

Plynové turbíny

Ďalšou skupinou najbežnejších zariadení používaných v kogeneračných systémoch sú plynové turbíny používané všeobecne v systémoch s elektrickou energiou vyššou ako 1 MW. Plynová turbína sa v porovnaní s piestovým motorom vyznačuje podstatne menšou veľkosťou a hmotnosťou. Plynové turbíny majú nižšiu energetickú účinnosť a



nižší pomer elektrickej energie k tepelnej energii. Pretože turbína nemá žiadne chladiace systémy, jediným zdrojom tepla sú výfukové plyny.

Ďalšou fázou vývoja technických riešení založených na plynových turbínach s regeneráciou tepla sú plynové mikroturbíny. Jedná sa o stacionárne súpravy plynových turbín charakterizované malým elektrickým príkonom cca. 25 - 500 kW. Pozostávajú z radiálnej turbíny, kompresora a regeneratívneho ohrievača vzduchu integrovaného do celého systému.

Mikroturbíny sa používajú najmä v kogeneračných systémoch, v ktorých sa vyrába horúca voda. Nečistoty v bioplyne môžu poškodiť mikroturbíny, a preto sa bioplyn musí vopred vyčistiť a vysušiť. Mikroturbíny spaľujú bioplyn s obsahom metánu 35 až 100% a majú výrazne nižšie emisie výfukových plynov. To umožňuje vývoj nových spôsobov použitia výfukových plynov, napr. v poľnohospodárskych sušiarňach alebo na použitie CO₂ v skleníkoch. Získané teplo má pomerne vysokú teplotu a je prenášané iba výfukovými plynmi. Dosahujú tepelnú účinnosť v rozsahu 40 až 60% a elektrickú účinnosť v rozsahu 20 až 35%, celková účinnosť kogeneračného systému je viac ako 80%.

Novinkou sú trigeneračné systémy poháňané bioplynom. Kdekoľvek je potreba elektriny, tepla a chladu, je možné nainštalovať CHP systém pripojený k chladiacemu systému. Takýto systém sa označuje ako CHCP - kombinované teplo, chladenie a energia. Najčastejšie sa používajú absorpčné chladiče poháňané teplom získavaným z výfukových plynov a systému chladenia motora. To umožňuje veľmi efektívne využitie tepla generovaného v systéme (počas vykurovacieho obdobia na výrobu tepla a v lete na klimatizáciu).

4 METÓDY VÝROBY V POĽNOHOSPODÁRSTVE

4.1 Princípy výberu kogeneračného systému

Technická a ekonomická analýza, ktorá sa musí vykonať v prvej fáze investície, zahŕňa výber kogeneračného systému:

1. Identifikácia potreby energetických nosičov. Je nevyhnutné konkrétne špecifikovať:
 - druh dopytu po energii: technologické procesy, elektrina a teplo pre budovy;
 - typy a parametre požadovaných energetických nosičov: napätie, počet fáz, druh nosiča (para, horúci vzduch), teplota, tlak;
 - objem dopytu po rôznych nosičoch.
2. Analýza podmienok získavania tepla, palív a elektriny od externých dodávateľov a predaja vyrobeného tepla externým zákazníkom. V prípade nedostatku a možného opätovného predaja nadbytočnej energie je potrebné špecifikovať náklady a podmienky nákupu.
3. Stanovenie technického stavu zariadení a vybavenia; stanovenie technickej účinnosti alternatívnych zariadení v porovnaní so systémom kogenerácie.
Je potrebné špecifikovať technický stav, rozsah nevyhnutných opráv a modernizácií, potrebné finančné náklady a predpokladaný čas ďalšieho využitia existujúceho



energetického systému. Je tiež potrebné zohľadniť všetky investičné náklady spojené s prispôbením starého zariadenia existujúcim normám a štandardom alebo náklady spojené s ich nedodržaním.

Pokiaľ ide o nové zariadenie, je potrebné zvážiť účinnosť vybraných zariadení, flexibilitu ich práce, potrebu a zložitosť ich prevádzky, potrebu pomocného zariadenia, dĺžku intervalov údržby atď. tieto informácie umožnia odhadnúť náklady spojené s prevádzkou systému, ako aj ilustrovať prínosy a problémy, ktoré môžu ovplyvniť konečnú voľbu technického riešenia.

4. Odhad environmentálnych nákladov - environmentálne škody a súvisiace náklady (emisie škodlivých látok, skladovanie surovín, skladovanie odpadu).
5. Stanovenie povahy, počtu a výkonu nainštalovaných zariadení. Je potrebné špecifikovať nominálnu kapacitu, účinnosť, možné prevádzkové režimy atď. Ak zvolíme kogeneračný systém, ďalším dôležitým rozhodnutím bude výber ďalšieho zariadenia, ktoré bude spĺňať vrcholový dopyt po teple, napr. plynový kotol, zásobník tepla alebo prídavný termoelektrický modul s nižším výkonom. Je chybou zvoliť si jedno kogeneračné zariadenie s výkonom, ktorý zabezpečí maximálne pokrytie tepelných a energetických potrieb zariadenia. Zatiaľ čo prebytočná elektrina sa môže vypúšťať do rozvodnej siete (ktorá tiež pokrýva nedostatok elektrickej energie v zariadení), prebytočné teplo si vyžaduje použitie ďalších chladičov alebo prevádzku zariadenia pri čiastočnom zaťažení.
6. Odhad objemu investícií a prevádzkových nákladov vybraných systémov. Tento krok sa týka prípravy výpočtov na základe nákladov na nákup alebo modernizáciu vybraných zariadení, nákladov na opravy, údržbu, nákladov na nákup paliva, napr. pre ropné kotly a iné výdavky zahrnuté v predchádzajúcich etapách.
7. Optimalizácie. Posledným krokom by mala byť voľba najlepšieho riešenia charakterizovaného najlepšou hodnotou čísla považovaného za výberové kritérium. Vo väčšine prípadov je táto hodnota ekonomickým efektom (maximálna alebo minimálna doba návratnosti). (A.Myczko, Budowa i eksploatacja biogazowni rolniczych, 2011)

4.2 Využitie bioplynu na pohon vozidiel

Aby sa bioplyn mohol používať ako pohonná látka, musí sa spracovať, aby sa dosiahla kvalita prijateľná pre motory automobilov. Zvyčajne to znamená úroveň kvality zemného plynu. Vozidlo sa musí tiež správne prispôbiť prívodu plynu. Zároveň automobilové spoločnosti pracujú na riešeniach, ktoré by umožnili motoru pracovať s dvoma druhmi palív, napr. nafta + bioplyn.



5 VÝHODY A NEVÝHODY POĽNOHOSPODÁRSKEJ BIOPLYNOVEJ STANICE A ENERGIE

Na prvý pohľad sa zdá, že výroba a riadenie bioplynu prináša niektoré zjavné výhody a nevýhody. Možno ich vymenovať:

Výhody:

1. Bioplyn je ekologický. Bioplyn je obnoviteľný a zároveň čistý zdroj energie. Plyn, ktorý vzniká pri biodigescii, nie je znečisťujúci; v skutočnosti znižuje emisie skleníkových plynov (t. j. znižuje skleníkový efekt). V tomto procese nedochádza k žiadnemu spaľovaniu, čo znamená, že do atmosféry unikajú nulové emisie skleníkových plynov. využitie plynu z odpadu ako formy energie je preto skutočne skvelým spôsobom boja proti globálnemu otepľovaniu. Nie je prekvapením, že životné prostredie je hlavným dôvodom, prečo sa využívanie bioplynu rozšírilo. Bioplynové stanice významne obmedzujú skleníkový efekt: zariadenia znižujú emisie metánu zachytávaním tohto škodlivého plynu a jeho využívaním ako paliva. Výroba bioplynu pomáha znižovať závislosť od využívania fosílnych palív, napríklad ropy a uhlia. Vytvára čisté palivo, nevypúšťa plyny, takže nespôsobuje znečistenie. Na rozdiel od iných druhov obnoviteľnej energie je tento proces prirodzený a nevyžaduje energiu na výrobný proces. Okrem toho sú suroviny používané na výrobu bioplynu obnoviteľné, keďže stromy a plodiny budú naďalej rásť. Hnoj, zvyšky potravín a zvyšky plodín sú suroviny, ktoré budú vždy k dispozícii, čo z neho robí vysoko udržateľnú alternatívu.
2. Tvorba bioplynu znižuje znečistenie pôdy a vody. Pretekajúce skládky nerozptyľujú iba zápach - umožňujú tiež vypúšťanie toxických tekutín do zdrojov podzemnej vody. Preto ďalšou výhodou bioplynu je to, že tvorba bioplynu môže zlepšiť kvalitu vody. Okrem toho anaeróbna digestcia deaktivuje patogény a parazity; preto je tiež celkom účinný pri znižovaní výskytu chorôb prenášaných vodou. Podobne sa v oblastiach s bioplynovými stanicami výrazne zlepšuje zber odpadu a nakladanie s ním. To vedie k zlepšeniu životného prostredia, a hygieny.
3. Výroba bioplynu produkuje organické hnojivo. Produkuje digestát - materiál zostávajúci po anaeróbej digescii, ktorý sa dá použiť ako prírodné hnojivo. Vedľajším produktom procesu výroby bioplynu sú obohatené organické látky (digestát), ktoré sú dokonalým doplnkom alebo náhradou chemických hnojív. Vypúšťanie hnojiva z digestora môže urýchliť rast rastlín a odolnosť voči chorobám, zatiaľ čo komerčné hnojivá obsahujú chemikálie, ktoré majú toxické účinky a okrem iného môžu spôsobiť otravu potravinami.
4. V konkrétnych podmienkach je to jednoduchá a nízkonákladová technológia, ktorá podporuje obehové hospodárstvo. Technológia použitá na výrobu bioplynu môže byť dosť lacná. Nastavenie je ľahké a vyžaduje malé investície, keď je v malom rozsahu. Malé biodigestory sa dajú používať priamo doma, využívajúc kuchynský odpad a živočíšny hnoj. Domáci systém sa po chvíli vypláca a materiály použité na výrobu sú úplne zadarmo. Vydávaný plyn sa môže priamo použiť na varenie a



výrobu elektrickej energie. To umožňuje relatívne nízke náklady na výrobu bioplynu. Farmy môžu využívať bioplynové stanice a odpadové produkty, ktoré produkujú ich hospodárske zvieratá každý deň. Odpadové produkty jednej kravy môžu poskytnúť dostatok energie na napájanie žiarovky na celý deň. Vo veľkých elektrárňach sa bioplyn môže stlačiť, aby sa dosiahla kvalita zemného plynu, a môže sa využiť na pohon automobilov. Budovanie takýchto závodov si vyžaduje relatívne nízke kapitálové investície a vytvára ekologické pracovné miesta. Napríklad v Indii sa vytvorilo 10 miliónov pracovných miest, najmä vo vidieckych oblastiach, v staniciach a pri zbere organického odpadu.

5. Sociálny dopad. Generátory bioplynu chránia ženy a deti pred náročnou úlohou zberu palivového dreva. Výsledkom je, že zostáva viac času na varenie a upratovanie. A čo je dôležitejšie, varenie na plynovom sporáku namiesto nadmerného otvoreného ohňa zabráni vystaveniu rodiny dymu v kuchyni. Pomáha to predchádzať smrteľným respiračným chorobám. Je smutné, že 4,3 milióna ľudí ročne zomrie predčasne na choroby zapríčinené znečistením ovzdušia v domácnosti spôsobeným neefektívnym využívaním tuhých palív na varenie.

Nevýhody:

1. Zaberá hodnotnú pôdu a polia, ktoré majú poľnohospodári k dispozícii na pestovanie plodín, a je menej vhodný pre husté metropolitné oblasti. Priemyselné bioplynové stanice majú zmysel iba vtedy, keď sú suroviny dostatočne zásobené (kuchynský odpad, hnoj). Z tohto dôvodu je výroba bioplynu omnoho vhodnejšia pre vidiecke a prímestské oblasti.
2. Málo technologických vylepšení. Nešťastnou nevýhodou bioplynu je, že systémy používané pri výrobe bioplynu nie sú efektívne. Zatiaľ neexistujú žiadne nové technológie, ktoré by tento proces zjednodušili a urobili ho výhodnejším a lacnejším. To znamená, že produkcia vo veľkom rozsahu na zásobovanie veľkého počtu obyvateľov stále nie je možná. Aj keď sú dnes dostupné bioplynové stanice schopné uspokojiť určité energetické potreby, mnohé vlády nie sú ochotné do tohto odvetvia investovať.
3. Náklady na výstavbu modernej bioplynovej elektrárne sú vysoké - najmä v rozvinutých krajinách (v porovnaní s málo rozvinutými) kvôli nákladom na prácu, dokumentáciu a administratívu. Celkové investičné náklady zvyšujú aj technológie výroby bioplynu a bezpečnostné opatrenia.
4. Bioplyn obsahuje nečistoty. Po rafinácii a stlačení bioplyn stále obsahuje nečistoty. Pokiaľ by sa vyrobené biopalivo použilo na pohon automobilov, mohlo by to korodovať kovové časti motora. Táto korózia by viedla k zvýšeným nákladom na údržbu. Plyná zmes je oveľa vhodnejšia pre kuchynské pece, kotly na vodu a lampy.
5. Vplyv teploty na výrobu bioplynu. Rovnako ako iné obnoviteľné zdroje energie (napr. Solárne, veterné) je výroba bioplynu ovplyvnená aj počasím. Optimálna teplota, ktorú baktérie potrebujú na digestiu odpadu, je okolo 37 °C. V chladnom podnebí si digestory vyžadujú tepelnú energiu, aby si udržali stály prísun bioplynu.



Odráža sa to vo vyšších nákladoch na výstavbu a údržbu bioplynovej stanice v krajinách s chladnejším podnebím.

6. Bioplynové stanice môžu ovplyvniť vizuálny vzhľad krajiny.
7. Pokiaľ ide o hlbšiu analýzu, ukázalo sa, že je potrebné zvážiť ešte viac faktorov.
8. Investície do bioplynových staníc majú vysokú špecifickosť aktív (aktíva špecifické pre transakcie). To znamená, že investícia má nižšiu hodnotu, ak sa využíva na iné účely, a to kvôli svojej špecifickosti pri výrobe bioplynu. Aby sme to spresnili, môžeme rozlíšiť štyri typy špecifik aktív:
 - Priestorová špecifickosť aktív alebo špecifickosť miesta je o rozhodnutiach ex ante s cieľom minimalizovať náklady na prepravu a zásoby, inými slovami: umiestnenie vytvára závislosť. Miesto bioplynovej stanice je dôležité z dôvodu minimalizácie nákladov na dopravu a inventarizáciu. Keďže umiestnenie bioplynovej stanice je dôležité, priestorová špecifickosť majetku bude pravdepodobne vysoká. Investičné náklady na bioplynovú stanicu s kombinovanou tepelnou energetickou jednotkou (CHP) sa medzi regiónmi líšia, čo súvisí s nákladmi na likvidáciu digestátu. Miesto by sa malo zvoliť tak, aby sa minimalizovali náklady na dopravu a inventarizáciu. Výhodná poloha je v blízkosti dodávateľov vstupov a zákazníkov konečných produktov.
 - Špecifickosť ľudského majetku: Na prácu sú potrebné osobitné ľudské zručnosti. Je to učenie cvičením. Na to, aby sme vedeli, ako produkovať vysoké výťažky metánu, sú potrebné špeciálne ľudské zručnosti. Zručnosti, znalosti a skúsenosti sú špecifické pre výrobný proces bioplynu. Efektívne fungovanie bioplynovej stanice zahŕňa znalosť technických podmienok, napríklad vedieť, ktoré vstupy sa dajú dať dohromady, čo vedie k dobrému zloženiu suroviny na digestiu a ktorá teplota je žiaduca. Proces digestie vyžaduje profesionálneho operátora, ktorý má vedomosti o produkcii metánu. Vlastníci bioplynových staníc tieto znalosti nemajú vždy. Riešením by bolo najať odborníka, ktorý je zodpovedný za proces digestie, ktorý riadi a optimalizuje tento proces.
 - Určená špecifickosť aktív znamená, že investícia sa uskutoční s perspektívou predaja vysoko špecializovanej produkcie konkrétnemu zákazníkovi. Investícia sa vykonáva na základe špecifického vzťahu transakcie. Ak tento zákazník dohodu poruší, investor je pripútaný k výstupu. Fyzická špecifickosť aktív sa týka aktív, ktoré sú určené na výrobu konkrétneho produktu. Majú úzko definované použitie. V súčasnosti väčšina bioplynových staníc využíva CHP na využitie bioplynu na výrobu elektriny (a tepla). Elektrina sa môže predávať spoločnosti dodávajúcej elektrinu. Zostávajúca produkcia, digestát, sa niekedy ďalej spracováva a likviduje ako živočíšny hnoj do iných oblastí alebo sa využije na vlastnej pôde.
 - Posledným typom je časová alebo dočasná špecifickosť aktív: načasovanie použitia aktív je špecifické a kritické. Spracovanie bioplynu obsahuje aspekt načasovania, vidíme to ako súčasť špecifickosti ľudského aktíva, kde by profesionálny operátor mal vedieť o časových aspektoch procesu digestie.



Treba tiež poznamenať, že vláda, najmä na úrovni EÚ a na vnútroštátnej úrovni, musí prevziať zodpovednosť za vytvorenie vhodných podmienok a vyhliadok na výrobu bioplynu. Vzhľadom na opísané hrozby a nevýhody, ktoré spomaľujú rozvoj odvetvia výroby bioplynu, je to náročná úloha. Okrem toho existencia niekoľkých zlyhaní trhu pravdepodobne odôvodňuje aj zásah vlády.

6 ODPADOVÉ HOSPODÁRSTVO V SÚVISLOSTI S POĽNOHOSPODÁRSKOU BIOPLYNOVOU STANICOU A VÝROBOU ENERGIE

Post-fermentačná látka (hmota), inými slovami „digestát“, zahŕňa nefermentované organické zlúčeniny, biomasu baktérií zapojených do procesu a minerály.

V procese anaeróbnej digescie sa iba časť ko-substrátov použitých ako východisková surovina transformuje na bioplyn. Hmota po fermentácii je cenným vedľajším produktom, ktorého vhodné použitie môže priniesť výhody alebo dokonca príjem.

Existujú tri hlavné spôsoby ako spravovať post-fermentačný odpad:

- ako prírodné organické hnojivo,
- ako zdroj prímiesí pre krmivá,
- ako biomasa pre spaľovanie v kotloch.

6.1 Charakteristika digestátu

Zloženie digestátu závisí od substrátov, ktoré sa používajú ako východisková surovina v bioplynovej stanici. V závislosti od typu a podielu ko-substrátov na zahusťovanie a zvyšovanie účinnosti, bude mať digestát vyššiu alebo nižšiu hodnotu hnojiva.

Medzi premeny suroviny, ktoré sa vyskytujú v dôsledku fermentácie s metánom, patria:

- odstránenie zlúčenín uhlíka, ktoré ľahko podliehajú premenám;
- zanechávajú uhlíkové zlúčeniny, ktoré sa ťažko degradujú, ako je lignín, vlákna atď.;
- rozklad koloidných, slizničných látok atď.;
- premena zlúčenín dusíka na amónny dusík ($\geq 90\%$);
- ničenie patogénnych baktérií a vírusov ako aj vajíčok hlíst;
- zvýšenie obsahu aminokyselín a vitamínu B12;
- zníženie množstva látok spotrebujúcich kyslík;
- žiadne výrazné zmeny v obsahu makro a mikro nutrientov;
- zmena pomeru uhlík-dusík v dôsledku začlenenia uhlíka do biometánu. (A. Kowalczyk-Juško, Biogazownie szansą dla rolnictwa i środowiska).

Napríklad v surovom tekutom hnoji je pomer C:N 6,8: 1, kolísajúci medzi 4,8 - 8,4: 1, zatiaľ čo v digestáte je 15 - 25: 1.



6.2 Spravovanie digestátu

Použitie riešení zameraných na zlepšenie ekonomickej životaschopnosti bioplynu nie je spojené iba s použitím odpadu ako substrátu, ale aj s použitím digestátu, obvykle ako hnojiva. Všeobecne možno povedať, že post-fermentačný materiál je ideálny na použitie ako hnojivo vysokej hodnoty a takéto použitie je ekonomicky opodstatnené. (Przewodnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych, 2011)

Postfermentačná látka sa používa na hnojenie plodín a trávnych porastov. Jej pH je 7 - 8, a preto nespôsobuje okyslenie pôdy a má okrem iného ďalšie environmentálne výhody:

- lepšie využitie zložiek rastlinami,
- ničenie semien burín, ktoré ovplyvňuje nižšiu spotrebu prípravkov na ochranu rastlín,
- zníženie rizika kontaminácie podzemných a povrchových vôd, najmä zlúčeninami dusíka a fosforu, ako aj patogénmi, ktoré sú prítomné v zvieracích výkaloch.

Kvapalný hnoj sa tradične používa ako prírodné organické hnojivo. V bioplynových staniciach sa používa ako strategický riediaci substrát. Počas fermentácie klesá obsah organických látok a zvyšuje sa obsah dusíka a minerálov. V prípade tekutého hnoja ošípaných alebo hovädzieho dobytku je miera využitia organických látok približne 48% a v prípade substrátu, ktorý sa skladá z tekutého hnoja, siláže a kukuričného zrna, sa zvýši na 75 až 80%. Fermentácia uprednostňuje rast obsahu amónneho dusíka ($N-NH_4$) na 90% (v surovom tekutom hnoji je tento obsah približne 48%). Vďaka tomu je dusík pre rastliny dostupnejší a menej náchylný k vylúhovaniu z povrchových a podzemných vôd. To znižuje riziko eutrofizácie (proces obohacovania vodných nádrží v biofilných prvkoch) vody a úniku emisií metánu do atmosféry, ako je to v prípade skladovania organických hnojív.

Pred použitím hnojiva sa odporúča vykonať chemickú analýzu zloženia digestátu, ako aj stanovenie vlastností pôdy, na ktorú sa digestát má používať.

6.3 Úprava digestátu

Digestát sa najčastejšie používa na hnojenie poľných plodín a trávnych porastov. Vyznačuje sa vysokou úrovňou hydratácie, ktorá sa v závislosti od substrátu pohybuje v rozmedzí od 90 do 97%. Obzvlášť veľká hydratácia nastáva v prípade získavania bioplynu z tekutého hnoja (približne 94%).

Vysoký obsah vody v substráte spôsobuje zvýšenie nákladov na dopravu z bioplynovej stanice na pole. Veľkosť nádrží musí byť tiež relatívne väčšia. Zvyšuje to náklady na prevádzku zariadenia.

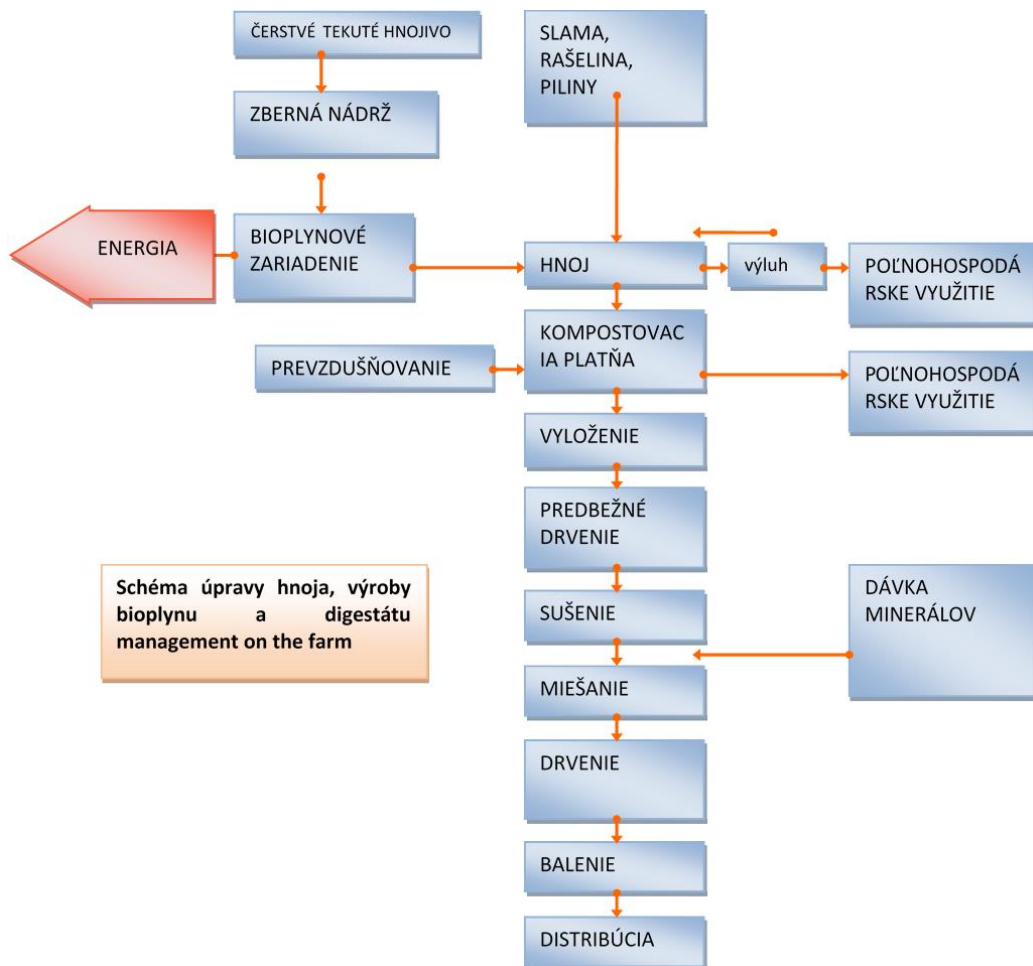
Tento problém sa dá vyriešiť zahusťovaním zvyškov a separáciou dusíka a fosforu v separátore, ktorý separuje odplynenú biomasu na pevnú a kvapalnú zložku. Kvapalná



zložka sa môže vrátiť späť do nádrže s tekutým hnojom alebo do modulu, ktorý oddeľuje živiny od vody.

Kvapalná zložka obsahuje asi 20% fosforu a 80% dusíka (vrátane asi 90% vo forme amoniaku, ľahšie dostupnej formy pre rastliny) a jej obsah sušiny je 2 až 2,5%. Pri ďalšom sušení sa môže získať koncentrovaná zložka obsahujúca až 90% sušiny. To umožňuje znížiť náklady na dopravu. Pevná zložka obsahuje asi 80 až 85% fosforu a 20 až 25% dusíka v organickej forme. Obsah sušiny v tejto zložke je 30 až 35%. Po ďalšom zahusťovaní, napr. pridaním rozpadnutého dolomitu a obohatením vhodnými prísadami alebo mikroprvkami získate hnojivo v práškovej forme, ktoré sa dá predať a priniesť farme výnos (je to užitočné napríklad v záhradníctve a kvetinárstve).

Dávka digestátu by mala byť analogická s minerálnymi hnojivami. Pri použití tejto látky na hnojenie (v tekutej a zahustenej forme) je potrebné dodržiavať právne predpisy upravujúce otázky týkajúce sa hnojív a hnojenia, ktoré obmedzujú množstvo dusíka na 170 kg N / ha (v minerálnych aj organických hnojivách).





Okrem použitia digestátu ako hnojiva je tiež možné ho použiť ako doplnkovú látku do krmív. Usadenina po fermentácii hnoja obsahuje takmer dvakrát viac aminokyselín ako čerstvý hnoj a môže nahradiť niektoré bielkovinové prísady v krmive.

Ďalšou možnosťou spravovania tuhej zložky digestátu je jeho spaľovanie v kotloch vhodných na spaľovanie biomasy. Kvapalná zložka sa môže vrátiť do digestora po predchádzajúcej denitrifikácii (zníženie spotreby vody) alebo sa môže použiť ako tekuté hnojivo. Tuhá zložka sa po predbežnom mechanickom odvodnení môže sušiť tepelnými metódami a granulovať (dlhodobé skladovanie, možnosť použitia ako pevné biopalivo pri splynovaní alebo pyrolýze alebo spoluspaľovaní).

6.4. Zápach digestátu

Dôležitým prvkom v procese anaeróbnej digescie je zníženie úrovne zápachu - vôní, ktoré sa vyskytujú v určitých substrátoch, napr. v tekutom hnoji. Zápach digestátu, ktorý je základom sociálnych problémov a protestov, je v skutočnosti oveľa nižší ako v prípade surového tekutého hnoja.

Odhaduje sa, že v bioplynových staniciach v Poľsku zníženie zápachu dosahuje 80%. Podľa amerického výskumu sa vďaka kontrolovanej fermentácii v anaeróbných podmienkach môže znížiť hladina zápachu až o 97% v porovnaní s čerstvým tekutým hnojom. Na porovnanie, skladovanie tekutého nefermentovaného hnoja po dobu troch dní zvyšuje intenzitu zápachu o 77%. (K. Węglarzy (ed.) Agrobiogazownia)

7 BIBLIOGRAFIA:

1. Agrobiogazownia, praca zbiorowa pod red. K. Węglarzy, W. Podkówka, Instytut Zootechniki PIB, Grodziec Śląski 2010
2. Biogazownie rolnicze. Opracowanie monograficzne, pod red. J. Walczak, Instytut zootechniki PIB, Kraków 2010
3. Biogazownie szansą dla rolnictwa i środowiska, dr Alina Kowalczyk-Juško, FDPA Fundacja na rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa, Warszawa
4. Budowa i eksploatacja biogazowni rolniczych. Poradnik dla inwestorów zainteresowanych budową biogazowni rolniczych, praca zbiorowe pod red. A. Myczko, Wydawnictwo ITP, Warszawa-Poznań 2011
5. Ekologiczne systemy gospodarki obornikiem i gnojowicą, W. Romaniuk, IBMER, Warszawa 2005
6. Mikrogeneracja ciepła i energii elektrycznej w lokalnych systemach zasilania, Radosław Szczerbowski, Politechnika Poznańska, w: „Energia Elektryczna” – styczeń 2011
7. Wykorzystanie energii odnawialnych, opr. red. dr Małgorzata Bereza, Instytut Zootechniki PIB ZD Grodziec Śląski sp. z o.o., Kostkowice 2009
8. http://www.cire.pl/pliki/2/Mikrogeneracja_Technika.pdf





URESA

MODUL 2 - SLNEČNÁ ENERGIA

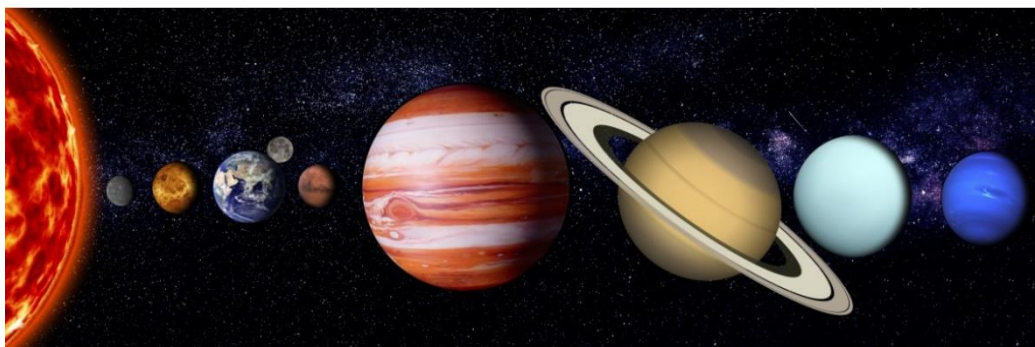


1 SLNEČNÁ ENERGIA

1.1 Definícia

Slnečná energia - energia vytvorená vo vnútri Slnka v dôsledku termonukleárnych transformácií, najmä syntézy atómov vodíka.

Slnko je centrálnou hviezdou slnečnej sústavy, okolo ktorej obiehajú Zem, ďalšie planéty a nebeské telá. Je to najjasnejší objekt na oblohe a hlavný zdroj energie dosahujúci Zem. Slnko každý deň dodáva 15 000 krát energiu, ktorá prevyšuje dennú spotrebu energie na Zemi. Slnko je najväčší a najúčinnejší zdroj energie, ktorý má ľudstvo k dispozícii. Z obrovskej vzdialenosti 150 miliónov kilometrov nám poskytuje nekonečné množstvo energie. Odhaduje sa, že Slnko za hodinu dodáva našej planéte množstvo energie, ktoré zodpovedá ročnej spotrebe energie celého ľudstva. Bohaté Slnko bude ako zdroj energie k dispozícii najmenej ďalších 5 miliárd rokov. Energia emitovaná Slnkom je definovaná ako Slnečná energia (SE). Solárny energetický potenciál závisí od geografickej polohy.



Obr. 5. Slnečná sústava

1.2 Rozdelenie slnečnej energie

Solárna energia sa rozdeľujú na AKTÍVNE a PASÍVNE v závislosti od spôsobu, akým sa zachytáva, distribuuje a premieňa na elektrickú energiu.

Aktívne solárne techniky:

- fotovoltaické systémy (PV),
- koncentrovaná solárna energia (CSP),
- solárne systémy na ohrev vody.

Pasívne solárne techniky:

- orientácia stavby vzhľadom na Slnko,
- materiály s dobrými tepelnými alebo svetelnými vlastnosťami,
- prírodný teplý vzduch.

1.3 Slnčné žiarenie

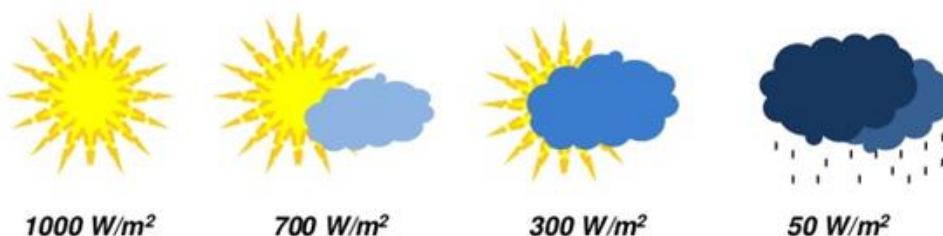
Energia emitovaná Slnkom je definovaná ako Slnčná energia (SE). Solárny energetický potenciál závisí od geografickej polohy.

Parametre opisujúce SE:

- intenzita slnečného žiarenia W/m^2 ,
- dopadajúce žiarenie $kWh/m^2/rok$,
- dĺžka slnečného svitu h/rok .

Intenzita slnečného žiarenia je okamžité množstvo slnečného žiarenia dopadajúce na zemský povrch, čo závisí od atmosféry.

Množstvo slnečnej energie dopadajúcej na zemský povrch je také obrovské, že v jednom roku je to asi dvakrát toľko, ako zo všetkých doteraz vyťažených neobnoviteľných zdrojov Zeme - uhlia, ropy, zemného plynu a ťaženého uránu.



Obr. 6. Množstvo slnečnej energie dopadajúcej na Zem v závislosti od počasia

1.3.1 Žiarenie

Dopadajúce žiarenie je celkový súčet intenzity slnečného žiarenia v danom čase a na danom povrchu. Toto je najdôležitejší parameter opisujúci SE, pretože vyjadruje energiu dosahujúcu povrch Zeme. Žiarenie je vyjadrené v $kWh/m^2/rok$.

Dĺžka slnečného svitu

Dĺžka slnečného svitu je definovaná ako počet hodín bez oblakov počas roka, keď slnečné žiarenie priamo dopadne na zemský povrch.

Výhody a nevýhody využívania slnečnej energie

Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none"> - zadarmo, - k dispozícii na celom svete, - ekologická, - skladovateľná, 	<ul style="list-style-type: none"> - vysoké investičné náklady systému, - PV články zaberajú veľkú plochu, - denná a sezónna závislosť od slnečného žiarenia, - klimatické zmeny,



Výhody	Nevýhody
<ul style="list-style-type: none">- žiadne emisie atmosféru znečisťujúcich látok a skleníkových plynov,- ľahká údržba zariadení,- vysoká účinnosť,- možnosť využitia na farmách ďaleko od iných zdrojov energie	<ul style="list-style-type: none">- škodlivosť látok obsiahnutých vo PV článkoch,- nutnosť ukladania energie

2 HISTÓRIA VYUŽÍVANIA SLNEČNEJ ENERGIE

2.1 Začiatky využívania slnečnej energie

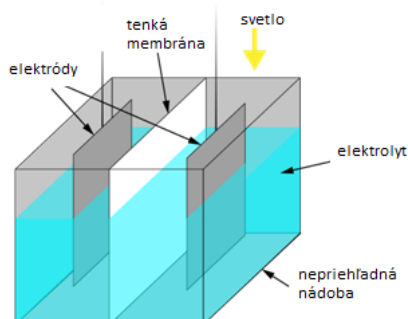
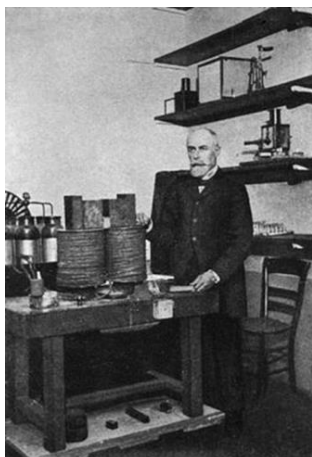
Slnečná energia sa začala využívať na výrobu elektrickej energie až v minulom storočí, ale pokusy o jej využitie sa datujú do dávnych čias, keď sa stavebný priemysel vyvíjal v oblastiach s dostatočným slnečným svitom, kde sa vytvorili vhodné životné podmienky. Domy boli postavené na svahoch orientovaných na juh, aby sa naplno využil potenciál slnečnej energie. Majstri využitia potenciálu slnečného žiarenia však boli Gréci, ktorí už 400 rokov pred našim letopočtom objavili zaostrovaciu šošovku (vo forme guľovitej nádoby), ktorá im pomohla zapáliť oheň.

2.2 Začiatky využívania slnečnej energie v ekonomike

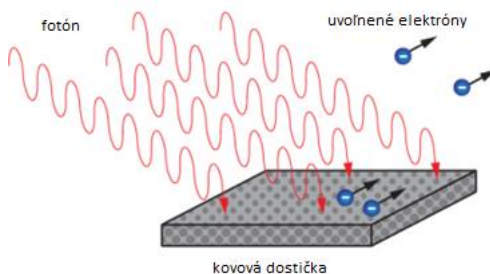
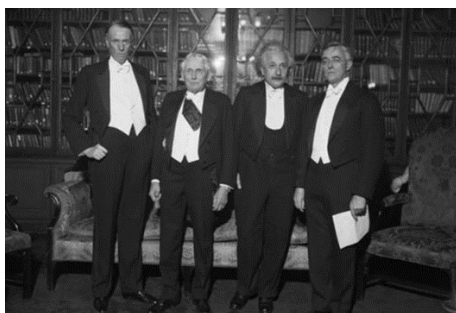
- Slnko a obnoviteľná energia sa stali predmetom mnohých štúdií. Prvý slnečný kolektor bol vytvorený už v 18. storočí vo Švajčiarsku. Slnečné žiarenie sa využívalo pri príprave jedla. Táto prelomová udalosť viedla k zintenzívneniu výskumu v tejto oblasti.
- Prvá batéria úplne poháňaná slnečnou energiou bola vytvorená v roku 1861 a bola prácou francúzskej vedkyne Auguste Mouchoutovej.
- Na konci 19. storočia, konkrétne v roku 1896, bol vytvorený prototyp solárneho kolektora, ktorý sa v súčasnosti používa na ohrev vody.
- V roku 1921 získal Albert Einstein Nobelovu cenu za výskum fotoelektrických efektov pri výrobe elektrickej energie. Znalosti o fotoelektrických účinkoch sa však nepremietli rýchlo do ich praktického použitia.
- Až v 50-tych rokoch sa solárna energia začala využívať vo vesmírnych projektoch a začala sa využívať vo veľkom meradle.

V Poľsku sa prvá vedecká práca v oblasti slnečnej energie datuje do 40. rokov 20. storočia. V roku 1973 J. Pabis, vedec Varšavskej univerzity prírodných vied, predstavil fungujúci solárny kolektor ale až o 20 rokov neskôr, po politických zmenách, sa poľský priemysel solárnych kolektorov rozvinul vo veľkom meradle. Vývoj technológií umožnil solárnym kolektorom dosiahnuť vyššiu účinnosť a ich výroba sa stala stále lacnejšou. V súčasnosti je v oblasti solárnych kolektorov jednoznačným lídrom Japonsko, za ktorým nasledujú západoeurópske krajiny.

1839 - Fotoelektrický efekt objavil francúzsky fyzik Alexander Edmund Becquerel. Počas experimentov s elektródami a elektrolytmi si všimol, že vodivosť vzrástla v dôsledku vystavenia systému svetlu. Francúzsky vedec mal v tom čase 19 rokov. Počas experimentu použil rôzne typy svetla a dosiahol najlepší efekt s modrým svetlom a ultrafialovým žiarením.



Obr. 7. Aleksander Edmund Becquerel v laboratóriu a jeho pokus s fotoelektrickým javom



Obr. 8. Albert Einstein získal Nobelovu cenu za vysvetlenie fotoelektrického javu

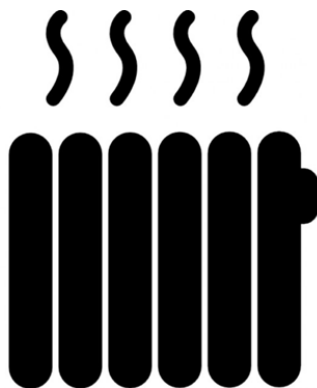
1905 - Albert Einstein vysvetlil fotoelektrický efekt pomocou Planckovej kvantovej hypotézy. Objavil, že energia je prenášaná elektrónmi vo forme kvánt (energia quanta). Svetlo je podľa neho prúdom častíc - fotónov, z ktorých každý nesie presne definovanú časť energie - kvantum energie. Fotón interagujúci s elektrónom nachádzajúcim sa na povrchu kovovej platne na ňu prenáša všetku svoju energiu. Keď väzbová energia elektrónu je rovná práci W , ktorá sa musí vykonať na uvoľnenie elektrónu z povrchu

doštičky, je väčšia ako energia fotónu, k tomuto javu nedôjde. Keď je však energia fotónu väčšia ako výstupná práca W , elektrón bude vyrazený z povrchu.

3 SLNEČNÁ ENERGIA

3.1 Využitie energie slnečného žiarenia

Najdôležitejšie techniky na zachytávanie a premenu slnečnej energie:



Fotovoltaické systémy - používajú sa na premenu slnečného žiarenia na elektrickú energiu

Solárne kolektory - používajú sa na konverziu slnečného žiarenia na teplo

3.2 Typy termálnych kolektorov

Rozdelenie kolektorov:

V závislosti od konštrukcie môžeme rozlišovať tri skupiny kolektorov:

- nízкотеплотné (ploché kolektory, polyuretánové rohože),
- strednotеплотné (kolektory vakuovaných trubíc),
- vysokотеплотné (koncentrujúce kolektory).

V závislosti od konštrukcie môžeme rozlíšiť ploché a koncentrované kolektory. V závislosti od absorbujúceho média rozlišujeme kolektory na báze kvapaliny a vzduchu.

Kolektory na báze tekutín sa delia na:

- ploché kolektory,
- vákuované trubicové kolektory,
- flexibilné solárne kolektory.

Plochý kolektor pozostáva z absorbéra a solárneho skla. Absorbér úplne absorbuje slnečné žiarenie a premieňa ho na tepelnú energiu. Solárne sklo zase zasa prepúšťa slnečné lúče. Sкриňa kolektora pozostáva z rámu a tepelnej izolácie, ktorých úlohou je znižovať tepelné straty.



Obr. 9. Konštrukcia fotovoltaického článku (Zdroj: http://web.solarneriesenia.sk/images/kolektor_rez_small.jpg)

Vákuový plochý kolektor je skonštruovaný z rovnakých komponentov ako plochý kolektor. Vyznačuje sa vysokotlakovým vákuom vytvoreným v celom objeme kolektora.



Obr. 10. Príklad vákuového trubicového kolektora (zdroj: <https://www.suntechnik.eu/kolektory-sloneczne/rurowy-kolektor-sloneczny-heat-pipe-z-rurami-o-srednicy-58mm>)

Vákuový trubicový kolektor - základnými prvkami kolektora sú sklenené trubice, vo vnútri ktorých sú tzv. tepelné rúry. Rúry sú zložené z dvojitých stien, medzi ktorými je vákuum - dokonalý izolátor zabraňujúci tepelným stratám. Kolektor je zostavený zo 6 až 30 trubíc usporiadaných v rade alebo z kumulatívnej špirály spojených trubíc. Okrem toho na zadnej strane každej trubice môže byť zrkadlo, ktoré koncentruje slnečné žiarenie.

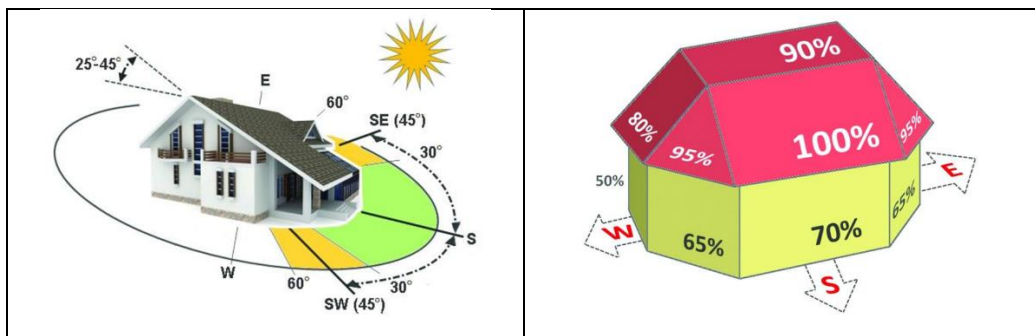
Koncentrujúce kolektory – sú vyrobené zo zrkadiel alebo šošoviek, ktoré koncentrujú slnečné žiarenie. Vyznačujú sa malými rozmermi. Musia byť usporiadané kolmo na smer slnečného svetla, a preto musia byť vybavené zariadeniami, ktoré im umožňujú otáčať sa spolu s pohybom Slnka.



Obr. 11. Príklad koncentrujúceho kolektora (zdroj: <http://instalacje.gep.com.pl/kolektory-skupiajace/>)

3.3 Optimálne podmienky využitia solárnych kolektorov

Odporúčané usporiadanie solárnych kolektorov je s orientáciou na juh (S). Vychýlenie o $\pm 30^\circ$ smerom od juhu nespôsobí žiadne viditeľné zníženie množstva tepla. Mierne nižší výnos (až 5%) sa objaví až pri odchýlke $\pm 45^\circ$ od južnej orientácie.



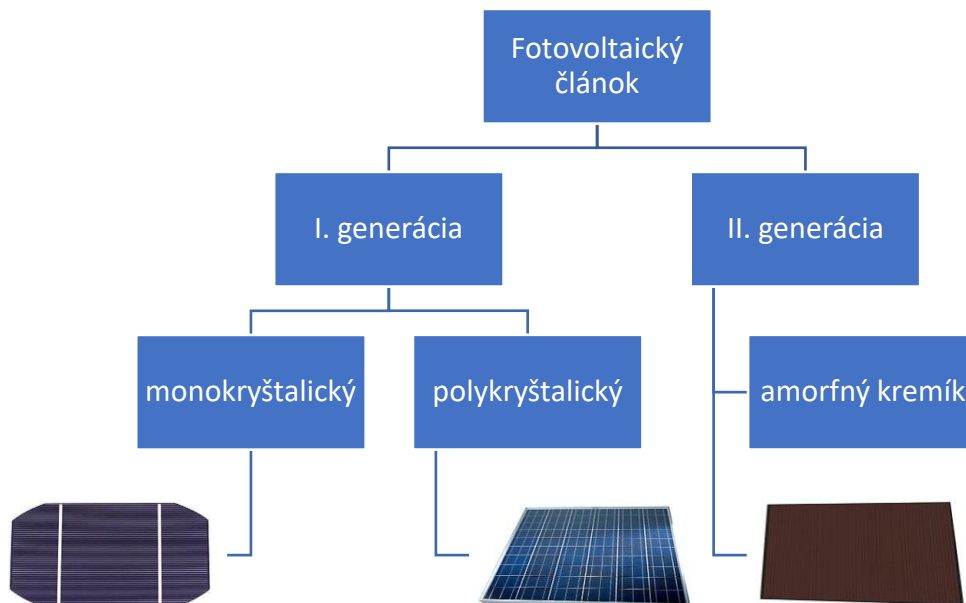
Obr. 12. Optimálne podmienky pre umiestnenie solárnych kolektorov - južná orientácia s možnosťou zmeny odchýlky $\pm 45^\circ$ so sklonom sklonu strechy 25-45°. (Zdroj: www.hewalex.pl)

Druhým parametrom určujúcim polohu solárneho kolektora je jeho uhol vzhľadom na zem. U väčšiny šikmých striech je tento uhol v rozmedzí 25 - 45°, čo zabezpečí najvyššiu efektívnosť kolektora počas celého roka. Ak sú kolektory nainštalované v iných ako optimálnych podmienkach (orientácia na juh od $\pm 45^\circ$ a sklon 25-45°), množstvo energie slnečného žiarenia sa počas roka zníži.

3.4 Fotovoltaické články

Fotovoltaický (PV) článok je zariadenie, ktoré premieňa energiu slnečného žiarenia na elektrickú energiu. Jednotlivé fotovoltaické články sú zapojené do skupín a vytvárajú fotovoltaický panel. PV bunky, ktoré sú vyrobené z monokryštalického alebo polykryštalického kremíka a patria do skupiny tzv. článkov 1. generácie. Novým riešením sú články, v ktorých je polovodičový materiál aplikovaný vo forme tenkej vrstvy kremíka, napr. telurid kadmia (CdTe), zmes medi, india, gália a selénu (CIGS). Sú to takzvané tenkovrstvové články.

Rozdelenie solárnych článkov podľa použitého materiálu



3.4.1 Čo je fotovoltaický efekt?

Fotovoltaický efekt je jav, ktorý spočíva vo vytvorení elektromotorickej sily v polovodičovom materiáli po vystavení slnečnému žiareniu. Prvýkrát to popísal v roku 1839 francúzsky fyzik Edmund Bequerel, ktorý zistil, že niektoré materiály generujú malý elektrický prúd po vystavení svetlu. Je to princíp aplikovaný vo fotovoltaických solárnych paneloch. Prvé praktické využitie fotovoltaických solárnych panelov sa uskutočnilo na kozmickej lodi v roku 1960. V priebehu času sa technológia zlepšila a panely sa zmenšovali a stali sa lacnejšími. V súčasnosti sú solárne panely lacné a dostatočne efektívne na použitie v domácnosti (Sprievodca fungovaním solárnych panelov pre laikov uverejneného 20. augusta 2012 v The Go Green Team).

3.4.2 Ako fungujú solárne články?

Vo vnútri solárneho článku sú na sebe umiestnené dve tenké vrstvy kryštalického kremíka. Keď slnečné svetlo dopadne na vrchnú vrstvu kremíka, aktivuje elektróny a dodá im dostatok energie na pohyb. Elektróny sa začínajú pohybovať z hornej vrstvy do spodnej vrstvy. Keď sa prúd elektrónov začne pohybovať rovnakým smerom, generuje sa elektrický prúd. Umiestnením dvoch kovových kontaktov na obidve strany článku dostaneme nepretržitý elektrický prúd. Fotovoltaické články však vyrábajú elektrinu vo forme jednosmerného prúdu. V domácnostiach však používame striedavý prúd. Preto musí byť elektrický prúd generovaný systémom solárnych panelov invertorom prevedený z jednosmerného na striedavý, predtým ako sa dodá do našich domovov a použije sa na napájanie zariadenia (Sprievodca fungovaním solárnych panelov pre laikov uverejneného 20. augusta 2012 v The Go Green Team).

Nie je potrebné, aby Slnko nebolo zatiahnuté oblakmi, aby solárne panely generovali elektrický prúd. Je pravda, že v slnečných dňoch produkujú viac energie, niektoré však vyrábajú aj v zatiahnutých dňoch. Fotovoltaické solárne panely používajú svetlo na výrobu elektriny nie na teplo.



Obr. 13. Princíp činnosti fotovoltaického článku
<https://core.ac.uk/download/pdf/44402822.pdf>

3.5 Základné technické charakteristiky solárnych panelov

- Články sú veľmi tenké, hrubé asi 0,025 cm a obvyčajne zaberajú 8 až 10 cm². Ich štandardná životnosť je 20 - 30 rokov. Solárny panel obsahuje 2 až 200 článkov spojených dohromady, uzavretých v tvrdenom skle a hliníku, aby boli odolné voči poveternostným vplyvom.
- Podobne ako batérie, články sa môžu kombinovať sériovo alebo paralelne, aby sa získali väčšie a špecifickejšie napätia a prúdy. Napríklad štyri sériovo zapojené 1V/1A vytvoria 4-voltový panel, ale prúd bude stále 1 ampér. Štyri paralelne zapojené 1V/1A články však budú držať napätie 1V, ale ich prúd bude 4A. Počet



generovaných wattov je súčinom intenzity prúdu a napätia (vo vyššie uvedenom príklade je to 4x1).

- V závislosti od ich použitia môžu byť moduly vyrobené v rôznych veľkostiach a tvaroch. Štandardné solárne panely môžu byť obdĺžnikové, trojuholníkové, skladacie alebo tenké. To znamená, že môžu byť použité v širokej škále aplikácií, od lodí a rekreačných vozidiel až po elektrické autá a vesmírne stanice.
- Solárne moduly spravidla majú energetickú účinnosť 10 - 15%. To znamená, že z každých 100 jednotiek slnečnej energie, ktoré skutočne dopadli panel, iba 15 vstúpilo do domu ako elektrina.
- V závislosti od technológie možno solárne panely rozdeliť do 3 hlavných skupín:
 - o polykryštalický (účinnosť 11 - 14%),
 - o monokryštalický (12 - 16% účinnosť),
 - o amorfný (účinnosť 6-8%).
- Účinnosť fotovoltaických systémov závisí od:
 - o uhla sklonu (27,50°),
 - o orientácie,
 - o zatienevia.

3.6 Komponenty fotovoltaického systému

Hlavné komponenty fotovoltaického systému, ktoré ovplyvňujú jeho prevádzku a účinnosť, sú:

- **Riadiaca jednotka nabíjania** - zodpovedná za proces nabíjania batérie, zabraňuje prebíjaniu a vybíjaniu batérie.
- **Regulátory napätia** - životnosť batérie závisí od spôsobu, akým je kontrolované jej nabíjanie a vybíjanie, najmä v prípade olovených batérií. Regulátor obmedzuje veľkosť a rýchlosť vybíjania podľa teploty batérie.
- **Batérie** - poskytujú elektrickú energiu, keď nie je produkovaná fotovoltaickými modulmi, napr. v noci. Plnia úlohu vyrovnávacej nádrže, v ktorej sa rezervná elektrina ukladá na obdobie nepriaznivého počasia, keď sa vyrába menej elektriny. Väčšina batérií používaných vo PV systémoch sú olovené batérie. Nikel-kadmiové batérie sa používajú v regiónoch s chladnejšou klímou.
- **Prevodníky** – zabezpečujú zmenu jednosmerného prúdu (DC) produkovaného fotovoltaickými modulmi na striedavý prúd (AC), ktorý je potrebný na napájanie väčšiny zariadení.
- **Invertory** - špeciálne zariadenia používané na pripojenie fotovoltaickej elektrárne k rozvodnej sieti. Prispôbujú vlastnosti elektrickej energie vyrobenej fotovoltaickými modulmi potrebným parametrom elektrárne: menia jednosmerný prúd na striedavý prúd a tvarujú výstupný vlnový signál striedavého prúdu.



4 MOŽNOSTI VYUŽITIA SLNEČNEJ ENERGIE V POĽNOHOSPODÁRSTVE

Využitie slnečnej energie v poľnohospodárskej výrobe umožňuje znížiť spotrebu konvenčných energetických zdrojov asi o 20 - 30%. Solárne tepelné kolektory sa používajú v živočíšnej a rastlinnej výrobe ako aj v domácnostiach. Používajú sa na sušenie poľnohospodárskych výrobkov a na pestovanie zeleniny v skleníkoch. Poháňajú elektrické ventilátory, ktoré zabezpečujú cirkuláciu vzduchu. Ďalšou aplikáciou PV systémov je osvetlenie poľnohospodárskych budov a poľnohospodárskych plôch.

PV systémy môžu byť ekonomickejším riešením ako konvenčné systémy napájané z batérií, baterky a žiarovky na kvapalné palivo. Okrem toho poskytujú viac svetla vyššej kvality a neemitujú výpary ani dym.

Medzi ďalšie aplikácie fotovoltaičných systémov na farmách patria:

- hnacie zariadenie na mletie krmiva alebo iných výrobkov,
- elektricky poháňané zariadenia na zber a prepravu,
- chladenie produktu,
- zavlažovanie plodín,
- motory a ovládače zariadení na napájanie hovädzieho dobytku a krmidlá pre zvieratá,
- kompresory a čerpadlá, ohrev vody v rybích farmách,
- elektrické oplatenie pasienkov,
- nabíjanie batérie,
- vykurovanie skleníkov a plastových tunelov.

Skleníky premieňajú slnečné svetlo na teplo, čo umožňuje celoročné pestovanie špeciálnych plodín a iných rastlín (v uzavretých prostrediach), ktoré sa prirodzene neprispôsobujú miestnej klíme. Primitívne skleníky sa prvýkrát používali počas rímskych čias na celoročnú produkciu uhoriek pre rímskeho cisára Tiberia. Prvé moderné skleníky boli postavené v Európe v 16. storočí na ochranu exotických rastlín dovážaných z expedícií do zahraničia (Butti a Perlin, 1981, s. 41).

Väčšina fariem chová ošípané a hydinu v uzavretých budovách s cieľom kontrolovať teplotu a kvalitu ovzdušia v snahe zachovať zdravie zvierat a umožniť ich rast. V týchto zariadeniach je potrebné pravidelne vymieňať vzduch, aby sa odstránila vlhkosť, toxické plyny, pachy a prach. Vykurovanie takýchto priestorov vyžaduje veľké množstvo energie. Solárne systémy na ohrev vody môžu poskytovať teplú vodu na priebežné čistenie budov a zariadení na ohrev vody vstupujúcej do konvenčného ohrievača vody. Ďalšími oblasťami, v ktorých je možné namiesto plynu alebo konvenčnej elektrickej energie použiť slnečnú energiu sú: skleníky, sušiarne, vodné čerpadlá, osvetlenie a vetranie kurínov a pod.

5 PRÍKLADY VYUŽITIA TERMOSOLÁRNYCH TECHNOLOGÍÍ

Termosolárne technológie sa môžu používať na ohrev vody, vykurovanie a chladenie miestností ako aj na výrobu procesného tepla.

- **Solárna destilácia** sa môže používať na úpravu slanej a poloslanej vody na pitie.



Zdroj: <http://www.solaqua.com/solstils1.html>

- **Solárna dezinfekcia vody** spočíva vo vystavení vodou naplnených plastových fliaš vyrobených z polyetyléntereftalátu Slnku na niekoľko hodín. Toto je bezpečná úprava vody a metóda uskladnenia vody odporúčaná WHO pre domácnosti.
- Solárna energia sa môže používať v **stabilizačných nádržiach**, v ktorých sa čistí odpadová voda bez použitia chemikálií alebo elektrickej energie.



Zdroj: <http://www.fao.org/3/y4100e/y4100e08.htm>

- Technológie na koncentrovanie slnečnej energie, ako je parabolická miska, koryto a Schefflerove reflektory, poskytujú procesné teplo pre **komerčné a priemyselné aplikácie**.



- **Solárne variče** používajú slnečné žiarenie na varenie, sušenie a pasterizáciu.



Zdroj: http://www.survivalresources.com/Articles/Hot_Pot.html.

- **Sušenie plodín a zŕn** vystavením slnku je jednou z najstarších a najbežnejších spôsobov využitia slnečnej energie. Umožnenie rastlinám vyschnúť prirodzene v prírode ich vystavuje znečisteniu, vtáctvu a hmyzu. Moderné solárne sušiče rastlín sú nielen veľmi jednoduché ale aj efektívnejšie a hygienickejšie. Základnými prvkami solárnej sušiarne sú nosná konštrukcia alebo prístrešok, tienené stojany alebo podnosy a solárny kolektor. Kolektorom môže byť jednoducho sklenená skriňa s tmavým interiérom navrhnutá na absorbovanie slnečnej energie, ktorá ohrieva vzduch. Vďaka procesu prirodzenej konvencie alebo použitiu ventilátora sa zohriaty vzduch pohybuje v kolektore nahor a prechádza materiálom, ktorý je potrebné vysušiť.



Zdroj: http://solarcooking.wikia.com/wiki/File:Solar_tunnel_dryer.jpg



6 METÓDY SKLADOVANIA ENERGIE, JEJ MERANIE A USKUTOČNITEĽNOSŤ

Solárna energia je k dispozícii iba počas dňa, preto sa musí uchovávať. Počas dňa a mimo vykurovacích období sa môžu používať systémy s termosolárnou technológiou na uchovávanie slnečnej energie vo forme tepla pri teplote použiteľnej v domácich aplikáciách. Systémy akumulácie tepla obvykle využívajú ľahko dostupné materiály s vysokým špecifickým teplom, ako je voda, pôda a kamene. Dobre navrhnuté systémy môžu znížiť dopyt v energetických špičkách, posunúť čas využitia na hodiny mimo špičku a znížiť celkovú potrebu vykurovania a chladenia.

Ďalšími médiami na uchovávanie tepla sú materiály na zmenu fázy, ako je parafín a Glauberova soľ. Tieto materiály sú lacné, ľahko dostupné a môžu poskytovať teplo pri teplote vhodnej pre použitie v domácnosti. Solárna energia sa môže uchovávať pri vysokej teplote pomocou roztavenej soli. Vďaka nízkej cene, vysokej tepelnej kapacite a schopnosti poskytovať teplo pri teplotách kompatibilných s konvenčnými napájacími systémami sú soli účinným médium na uchovávanie tepla. Autonómne fotovoltaické systémy tradične využívajú batérie na ukladanie prebytočnej energie. Vo fotovoltaických systémoch napojených na elektrickú sieť sa môže prebytočná elektrina odovzdávať do prenosovej siete, zatiaľ čo pri výpadkoch napájania sa môže použiť štandardná elektrická sieť.

Pri hodnotení nákladov na solárnu energiu je potrebné zohľadniť veľa faktorov. Primárnymi nákladmi sú výdavky na inštaláciu (konštrukčné prvky a práca), čo predstavuje väčšinu nákladov na systém. Po inštalácii je najväčším nákladom, ktorý musí vlastník solárneho fotovoltaického systému čeliť, výmena meniča. Priemerná dĺžka života meniča je päť až desať rokov. Je potrebné zvážiť aj ďalšie faktory, z ktorých prvým je účinok starnutia technológie. Výroba energie vo fotovoltaických článkoch sa časom znižuje, pričom najlepšie odhady sa pohybujú v rozmedzí jedného percenta pôvodnej kapacity za rok. Druhým problémom je „znečistenie“: špinavé solárne panely absorbujú menej slnečného žiarenia a generujú menej elektrickej energie. To znamená, že k investíciám na vybudovanie systému je potrebné pripočítať náklady na čistenie alebo údržbu.

7 PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE

7.1 Solárna farma vo Wierzchosławiciach

V roku 2011 bola v obci Wierzchosławice vybudovaná solárna farma. Na plochu 1ha bolo umiestnených 4445 solárnych panelov (každý panel má výkon 225W). Sú usporiadané v kovových rámoch, ktoré sú pripevnené k oceľovej konštrukcii pripevnenej v zemi. Panely sú trvalo orientované na slnko pod uhlom asi 35° a ich celková plocha je 7000 m² (asi 70 á). Všetky panely a moduly pozostávajúce z článkov, ktoré tvoria panel, sú sériovo



zapojené pomocou hermetických káblov s rýchlospojками. Priama premena energie slnečného žiarenia na jednosmerný elektrický prúd sa uskutočňuje vo vnútri panelov a potom ju konvertory (invertory) menia na striedavý prúd. Ďalej sa prostredníctvom transformátora vysokého napätia prúd predáva do najbližšej elektrickej siete.



Náklady na projekt boli 2,5 milióna €. Napriek chýbajúcim štátnym dotáciám na vyrobenú energiu je farma zisková a v závislosti od výšky slnečného žiarenia dosahuje zisk 120 000 až 170 000,00 €. Najvyšší rekordný hodinový výnos v slnečných dňoch v polovici leta dosiahol 1060 kW/h.

Solárna elektrárň vo Wierzchosławiciach sa stala veľmi populárnou nielen v okolitom regióne ale aj v celom Poľsku. Pre návštevníkov sú organizované početné výlety. Spoločnosť plánuje rozšírenie zariadenia na 1,7 MW energie predtým prijatej v projekte inštaláciou ďalších 3 000 panelov.

7.2 Sunny Poviát – Sucha Beskidzka

Sunny Poviát sa nachádza v pohorí Beskydy, v južnej časti Malopoľského vojvodstva, ktoré má asi 82 000 obyvateľov. Je to typická horská oblasť, z ktorej asi 50% je pokryté lesmi a chránenými úzermi Natura 2000.

S cieľom znížiť emisie znečisťujúcich látok a náklady na používanie zariadení sa modernizoval systém prípravy teplej úžitkovej vody vo verejných budovách. Projektové práce sa začali v máji 2007 a systémy boli uvedené do prevádzky už v decembri 2008 (systémy boli dokončené do dvoch mesiacov).

V rámci projektu boli najprv vybudované nezávislé solárne systémy pre Sociálny dom v Makowe Podhalański, Sociálny dom v Łętownii, Krytý bazén v Suchej Beskidzke a Witosov školský komplex v Suchej Beskidzke. Systémy boli inštalované v zariadeniach s trvalým odberom vody.





7.3 Školský komplex v Sucha Beskidzka a domov Sociálnych služieb v Łętownii

Celkovo sa úžitková voda a voda vo vnútornom bazéne ohrieva solárnou energiou v 7 zariadeniach. Vďaka systému prenosu tepla medzi budovami školského komplexu a vnútorným bazénom sa teplo nevyužitú v školskom komplexe, najmä počas letných prázdnin, prenáša na ohrev vody vo vnútornom bazéne. Bol tak vyriešený problém prebytku energie v školách počas prázdnin.

Celkovo bolo nainštalovaných 206 solárnych kolektorov s výkonom 310 kW a plochou 375 m². Systém dokáže ročne znížiť emisie znečisťujúcich látok o 87 ton. V rámci systému boli v zariadeniach nainštalované tri 800 litrové, šesť 1 000 litrových a dve 1500 litrové nádrže na úžitkovú vodu, štyri výmenníky tepla, automatický regulačný systém, podporné konštrukcie, expanzné nádoby a tepelne izolované potrubia.

Podľa odhadov znižuje inštalácia solárnych kolektorov ročnú spotrebu plynu o 38 100 m³ rok a elektriny o 38 494 kWh / rok. V apríli 2009 bol každý systém vybavený meračom tepla a odvtedy sa monitoruje množstvo získaného tepla. Z doteraz uskutočnených pozorovaní vyplýva, že sa dosiahol aj predpokladaný ekologický účinok, konkrétne zníženie emisií skleníkových plynov vrátane CO₂.

Nesmieme zabúdať ani na vzdelávacie hodnoty systému, pretože solárne kolektory sú veľmi dôležitým a viditeľným znakom toho, že miestna vláda a obyvatelia chránia životné prostredie.



URESA

MODUL 3 - VETERNÁ ENERGIA



1 VETERNÁ ENERGIA

1.1 Definície a základné pojmy

1.1.1 Čo je veterná energia?

Vietor je čistý, bezplatný a ľahko dostupný obnoviteľný zdroj energie. Každý deň po celom svete zachytávajú veterné turbíny energiu vetra a premieňajú ju na elektrickú energiu. Tento zdroj výroby energie zohráva stále dôležitejšiu úlohu v spôsobe, akým poháňame náš svet. Veterná energia je hojná, ľahko dostupná a jej čerpanie nevycheráva naše cenné prírodné zdroje. Vietor je forma slnečnej energie. Vietor je spôsobený nerovnomerným zahrievaním atmosféry slnkom, nepravidelnosťami zemského povrchu a rotáciou zeme. Vzory prúdenia vetra sú upravené zemským terénom, vodnými plochami a vegetatívnym pokrytím. Tento prúd vetra alebo pohybová energia, môžu byť použité na výrobu elektriny keď sú „zozbierané“ modernými veternými turbínami. Veterné turbíny môžu v skutočnosti pomôcť vyrovnáť sa s nepriaznivými účinkami zmeny klímy. Globálny výhľad v oblasti veternej energie predpokladá, že do roku 2030 bude veterná energia kompenzovať 2,5 miliardy ton oxidu uhličitého ročne. To sa rovná každoročnému odstaveniu 530 miliónov automobilov z cesty alebo zabráneniu použitia 4,6 miliárd barelov ropy globálne. To by dokonca kompenzovalo emisie z 525 uhoľných elektrární za jeden rok.

Veterná energia poháňaná atmosférickým vzduchom je len ďalším spôsobom zhromažďovania energie. Slnko ohrieva atmosféru, ktorá vytvára vietor. Funguje to aj v zamračených dňoch a v období dažďov. Poloha veterných turbín je veľmi dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje výkon stroja. Veterné mlyny sa zvyčajne nachádzajú v hornej časti veže do výšky približne 30 m. Aby sa zabránilo turbulencii jednej turbíny ovplyvňujúcej prúdenie vetra na ostatných, je umiestnená vo vzdialenosti 5 až 15-násobku priemeru rotora. Veterné mlyny pracujú v horizontálnej aj vertikálnej osi. Základná mechanika týchto dvoch systémov je podobná. Vietor prechádzajúci cez lopatky sa premieňa na mechanickú silu, ktorá sa dodáva prenosom do elektrického generátora. Veterné turbíny nebudú fungovať vo vetroch pod 13 km za hodinu. Najlepšie fungujú tam, kde je priemerná rýchlosť vetra 22 km / h. Väčšina veterných turbín vyrábaných v súčasnosti je turbína s horizontálnou osou s tromi lopatkami s priemerom 15 - 30 m, ktoré produkujú 50 - 350 kW elektrickej energie. Veterná energia neprodukuje žiadne znečistenie vzduchu ani vody, neobsahuje žiadne toxické alebo nebezpečné látky a nepredstavuje žiadne nebezpečenstvo pre verejnú bezpečnosť.

1.2 Prečo veterná energia?

Veterná energia ponúka veľa výhod, čo vysvetľuje, prečo je to jeden z najrýchlejšie rastúcich zdrojov energie na svete. Výskumné úsilie je zamerané na riešenie problémov väčšieho využívania veternej energie.



Obr. 14. Veterná energia (Zdroj: www.energy.gov/eere/wind/advantages)

1.3 Výhody veternej energie

Zelená

Veterná energia je “zeleným” zdrojom energie. Využívanie veternej energie neznečisťuje životné prostredie takmer rovnako ako ho fosílna palivá, uhlie a jadrová energia znečisťujú. Je pravda, že výroba, preprava a inštalácia veternej turbíny mierne prispievajú k globálnemu otepľovaniu, ale samotná výroba elektriny nezahŕňa žiadne emisie klimatických plynov vôbec. S veternou energiou sú spojené niektoré environmentálne problémy, o ktorých budeme diskutovať v časti o nevýhodách.

Enormný potenciál

Ako sa uvádza v úvode tohto článku, potenciál veternej energie je absolútne neuveriteľný. Niekoľko nezávislých výskumných tímov dospelo k rovnakým záverom: Svetový potenciál veternej energie je viac ako 400 TW (terawatty). Využívanie veternej energie je možné takmer kdekoľvek. Ďalšou otázkou je, či je to finančne uskutočniteľné.

Obnoviteľná

Veterná energia je obnoviteľný zdroj energie. Vietor sa vyskytuje prirodzene a nie je možné vyčerpať energetické zdroje. Veterná energia pochádza z procesov jadrovej fúzie, ktoré prebiehajú na slnku. Pokiaľ bude svietiť slnko (podľa vedcov to bude ďalších 6 až 7 miliárd rokov), budeme môcť na Zemi využívať veternú energiu. To neplatí pre fosílna palivá (napr. Ropa a zemný plyn), na ktoré sa naša spoločnosť dnes veľmi spolieha.



Priestoro efektívne

Najväčšie veterné turbíny sú schopné vyrábať dostatok elektriny na uspokojenie dopytu po energii v priemere 600 domácností. Veterné turbíny nemôžu byť umiestnené príliš blízko pri sebe, ale zem medzi nimi môže byť použitá na iné veci. To je dôvod, prečo by veľa fariem malo väčší úžitok z inštalácie veterných turbín ako zo solárnych panelov.

Rapidny rast

Hoci veterná energia predstavuje len asi 2,5% celkovej svetovej výroby elektriny, jej kapacita sa zvyšuje neuveriteľnou rýchlosťou 25% ročne (2010). Prispieva to nielen k boju proti globálnemu otepľovaniu, ale tiež k znižovaniu nákladov.

Ceny sa znižujú

Ceny sa od roku 1980 znížili o viac ako 80%. Vďaka technologickému pokroku a zvýšenému dopytu sa v dohľadnej budúcnosti očakáva pokračujúci pokles cien.

Nízke prevádzkové náklady

Vo všeobecnosti platí, že akonáhle sa turbíny vyrobia a postavia, prevádzkové náklady majú tendenciu byť nízke. Nie každá veterná turbína je však vytvorená rovnako - niektoré sú náchylnejšie na údržbu ako iné.

Dobry domáci potenciál

Ľudia môžu vyrábať svoju vlastnú elektrinu pomocou veternej energie rovnakým spôsobom ako ľudia s najlepšimi solárnymi panelmi (fotovoltaika).

Veterná energia je "čistý" zdroj energie

Veterná energia nevyužíva vodu narozdiel od iných konvenčných zdrojov elektriny

Vietor je domáci zdroj energie

Veterná energia je nevyčerpatelná

Veterná energia je cenovo výhodná

Veterné turbíny môžu byť postavené na existujúcich farmách alebo v poľnohospodárskych spoločnostiach

Vietor vytvára pracovné príležitosti



1.4 Nevýhody veternej energie

Nepredvídateľná

Vietor je nepredvídateľný a dostupnosť veternej energie nie je konštantná. Veterná energia preto nie je vhodná ako zdroj energie základného zaťaženia. Keby sme mali nákladovo efektívne spôsoby ukladania veternej energie, situácia by bola iná. Dúfame, že v budúcnosti dôjde k prielomom v technológiách skladovania energie, ale práve teraz sa musia veterné turbíny používať spolu s inými zdrojmi energie, aby sme dôsledne uspokojili náš dopyt po energii.

Náklady

Konkurencieschopnosť veterných elektrární z hľadiska nákladov je vysoko diskutabilná. Veterné farmy úžitkového rozsahu aj malé veterné turbíny sa zvyčajne spoliehajú na finančné stimuly. To má dať veternej energii spravodlivú šancu v tvrdej konkurencii proti už zavedeným zdrojom energie, ako sú fosílna palivá a uhlie. Solárna energia (PV) sa všeobecne považuje za prvú voľbu pre majiteľov domov, ktorí sa chcú stať sami výrobcami energie, ale veterné turbíny sú v niektorých situáciách vynikajúcou alternatívou. Stať sa výrobcom čistej elektriny by si vyžadovalo asi 10 kilowattovú veternú turbínu a 40 000 až 70 000 dolárov. Investície, ako je táto, sa zvyčajne navrátia aj po 10 až 20 rokoch.

Hrozba pre zvieratá

Vtáky, netopiere a iné lietajúce tvory majú malé šance na prežitie pri priamom zásahu lopatkou rotujúcej veternej turbíny. Niektorí ekológovia však túto otázku vyviedli mimo rozmerov. Štúdie odhadujú počet ročných úmrtí vtákov spôsobených veternými turbínami v USA od 10 000 až do 440 000. Na porovnanie, zrážky s budovami môžu usmrtiť až 976 miliónov vtákov.

Hluk

Hluk je problémom pre niektorých ľudí, ktorí žijú v blízkosti veterných turbín. Malo by sa vyhnúť budovaniu veterných turbín v mestskom prostredí. Na druhej strane, hluk vôbec nie je problémom s veternými turbínami na mori. Nové dizajny vykazujú významné vylepšenia v porovnaní so staršími modelmi a vytvárajú menej hluku.

Vzhľad

Zatiaľ čo väčšina ľudí sa páči ako vyzerajú veterné turbíny, vždy sa nájdu takí, ktorým nie. Veterné turbíny zanechávajú na pôde menšiu stopu v porovnaní s väčšinou ostatných zdrojov energie (vrátane solárnych, jadrových a uhlia). Tento problém sa zmierňuje, ak sú veterné turbíny postavené mimo mestských oblastí.



Obr. 15. Veterná energia vo vidieckej krajine (zdroj: <https://www.evwind.es/2015/05/14/impacts-of-onshore-wind-energy-development-on-birds-and-bats/52115>)

Veterná energia musí konkurovať konvenčným zdrojom energie na základe ceny

Dobré veterné lokality sa často nachádzajú na odľahlých miestach ďaleko od miest, kde je potrebná elektrina

Turbíny môžu spôsobovať hluk a meniť výhľad

Veterné turbíny môžu ohroziť voľne žijúce zvieratá, lopatky turbíny môžu ohroziť vtáky a netopiere

2 VÝROBA VETERNEJ ENERGIE V POĽNOHOSPODÁRSTVE

Veterná farma je skupina veterných turbín na rovnakom mieste, ktoré sa používa na výrobu elektrickej energie. Veľká veterná farma sa môže skladať z niekoľkých stoviek samostatných veterných turbín rozmiestnených na rozšírenej ploche, a pôda medzi turbínami sa môže využívať na poľnohospodárske alebo iné účely. Napríklad veterná farma Gansu, najväčšia veterná farma na svete, má niekoľko tisíc turbín. Veterná farma

sa môže nachádzať aj na mori. Takmer všetky veľké veterné turbíny majú rovnakú konštrukciu ako veterná turbína s horizontálnou osou, ktorá má proti smeru otáčania rotor s tromi lopatkami, pripevnený ku gondole na vrchole vysokej rúrkovej veže. Na veternej farme sú jednotlivé turbíny prepojené so stredným napätím (často 34,5 kV), so systémom odberu energie a sieťou. Všeobecne je vzdialenosť 7D (7 × priemer rotora veternej turbíny) nastavená medzi každou turbínou na plne rozvinutej veternej farme. V rozvodni sa tento vysokonapäťový elektrický prúd zvyšuje pomocou transformátora na pripojenie k vysokonapäťovému systému na prenos elektrickej energie.

2.1 Ako môže vietor pomôcť farmárom

Poľnohospodári a farmári majú jedinečnú pozíciu, aby mohli ťažiť z rastu veterného priemyslu. Aby mohli poľnohospodári využiť tento trh, môžu prenajať pôdu developerom veternej energie, využiť vietor na výrobu energie pre svoje farmy alebo sa sami stať výrobcami veternej energie.



Obr. 16. Veterná energia vo vidieckej krajine (zdroj: <https://sciencing.com/info-8337416-much-farmer-make-wind-turbine.html>)

2.2 Práca s developermi veternej energie

Jedným z najjednoduchších a najatraktívnejších spôsobov, ako môžu poľnohospodári ťažiť z veternej energie, je umožniť developerom inštalovať na svoju zem veľké veterné turbíny. Poplatky sa zvyčajne pohybujú okolo 2 000 až 5 000 dolárov za každú turbínu v závislosti od jej veľkosti. Tieto platby môžu poskytnúť stabilný doplnok k príjmu poľnohospodára a pomáhajú vyrovnávať výkyvy cien komodít. Developeri môžu



vlastníkom pôdy ponúknuť pevnú ročnú splátku nájmu, jednorazovú platbu vopred, časť výnosov z veterného projektu alebo ich kombináciu. Aj keď pevné platby môžu byť nižšie ako podiel na výnosoch, pre majiteľa pôdy predstavujú menšie riziko. Zálohové platby môžu byť tiež atraktívne, ale ak sa nehnuteľnosť predá v časovom rámci zmluvy, môže to predaj skomplikovať. Nový vlastník pôdy, ktorý nedostáva žiadny príjem z veterných turbín, môže chcieť zaplatiť za nehnuteľnosť nižšiu cenu. Platby vopred sú tiež často štruktúrované tak, aby developer dostal trvalý prenájom práv na veterné zdroje k nehnuteľnosti. To môže byť nevýhoda, pretože sa očakáva, že sa hodnota veternej energie v priebehu času zvyšuje. Založenie nájomného na podiele na príjmoch je pravdepodobne najlepšou možnosťou na zachytenie budúceho zvýšenia hodnoty veternej energie.

Vlastníctvo turbíny

Poľnohospodári a farmári môžu vyrábať svoju vlastnú energiu z vetra, rovnako ako ich predchodcovia v 30. a 40. rokoch 20. storočia. Malé veterné generátory v rozsahu od 400 wattov do 40 kilowattov alebo viac môžu vyhovovať potrebám celej farmy alebo môžu byť zamerané na konkrétne použitie. Napríklad v Texase a na západe mnoho farmárov používa veterné generátory na čerpanie vody pre dobytok. Elektrické veterné generátory sú omnoho efektívnejšie a spoľahlivejšie ako staré veterné mlyny poháňané vetrom. Môžu byť tiež lacnejšie ako predlžovanie elektrického vedenia a sú pohodlnejšie a lacnejšie ako dieselové generátory. „meranie čistej spotreby“ umožňuje poľnohospodárom vyťažiť maximum z ich veterných turbín. Keď turbína v tom okamihu vyrobí viac energie, ako potrebuje farma, dodatočná energia tečie späť do elektrickej sústavy, aby ju mohli používať iní, a elektrometer sa otočí späť. Keď turbína produkuje menej, ako používa farma, elektrometer sa točí dopredu. Na konci mesiaca alebo roka poľnohospodár zaplatí za čistú spotrebu alebo elektrická spoločnosť zaplatí za čistú výrobu. Vo väčšine štátov sú zavedené pravidlá a zákony o meraní čistej spotreby.

Farmár ako developer

Tretia príležitosť pre poľnohospodára alebo skupinu poľnohospodárov je stať sa veterným developerom, ktorý vyrába energiu na predaj iným. Elektrické spoločnosti čoraz viac kupujú svoju energiu od nezávislých výrobcov energie, akoby ju mali vyrábať sami. Stále viac ponúkajú aj „zelené“ alebo ekologické výrobky pre energetiku a môžu hľadať dodávateľov veternej energie. Niekoľko štátov a federálna vláda okrem toho poskytujú stimuly pre rozvoj veternej energie. Stať sa vývojárom veternej energie má však niekoľko dôležitých výziev. Nákup jednej alebo viacerých veľkých veterných turbín môže byť významnou investíciou aj pre veľké farmy. A menšie veterné farmy možno budú musieť konkurovať väčším veterným farmám s viacerými turbínami, ktoré často majú nižšie výrobné náklady v dôsledku úspor z rozsahu pri výrobe a inštalácii. Zatiaľ čo ekologické trhy môžu vytvárať miesto pre špecializované výrobky, trh so zelenou energiou je stále mladý a zisky sú malé. Poľnohospodári, ktorí sú ochotní riskovať, by sa tiež mohli stať investormi v oblasti veternej energie. Spojenie zdrojov s ostatnými



poľnohospodármi môže byť atraktívnou možnosťou na zníženie rizika a zníženie nákladov. Spoločné vlastníctvo jednej alebo viacerých turbín je v Európe bežné a začína sa prejavovať aj v USA. Aj v USA začali poľnohospodári rozvíjať veterné družstvá pomocou dodatočných štátnych stimulov, ktoré sú k dispozícii pre malé veterné projekty. Poľnohospodári sa tiež môžu spojiť s vidieckym elektrickým družstvom na financovaní projektu a predávať veternú energiu ich zákazníkom. Niektoré vidiecke elektrické družstvá sú oveľa aktívnejšie ako iné. Povzbudzujte svoje družstvá, aby boli aktívne vo vývoji veternej energie.

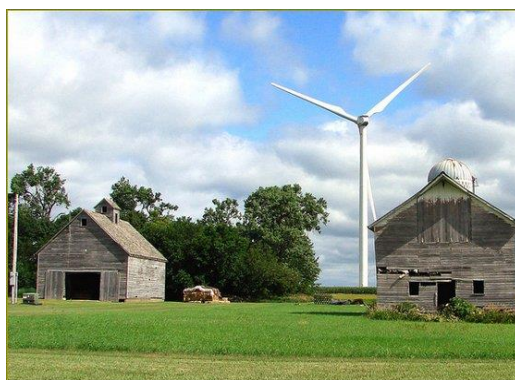
3 PRINCÍPY ZÍSKAVANIA A VYUŽÍVANIA VETERNEJ ENERGIE

Veterná farma je skupina veterných turbín, ktoré sú navzájom spojené, aby dodávali elektrinu miestnej komunite alebo do elektrickej siete pre širšiu populáciu. Veterné farmy sa často nachádzajú pozdĺž pobrežia, kde je silný vietor.

3.1 Ako veterné turbíny fungujú?

Veterné turbíny transformujú kinetickú energiu vetra na elektrickú energiu. Hlavné kroky sú:

- **Krok 1:** Pohybujúci sa vzduch tlačí proti lopatkám turbíny a spôsobuje ich otáčanie. Pritom sa časť kinetickej energie pohybujúceho sa vzduchu transformuje na mechanickú (rotačnú kinetickú) energiu rotujúcich lopatiek. (Vietor má stále určitú kinetickú energiu, keď prúdi preč od turbíny.)
- **Krok 2:** Hriadele a ozubené kolesá vo vnútri prevodovky prenášajú mechanickú energiu turbíny na generátor. (Prevody spôsobujú, že sa hnací hriadeľ generátora otáča rýchlejšie ako hriadeľ pripojený lopatkám.)

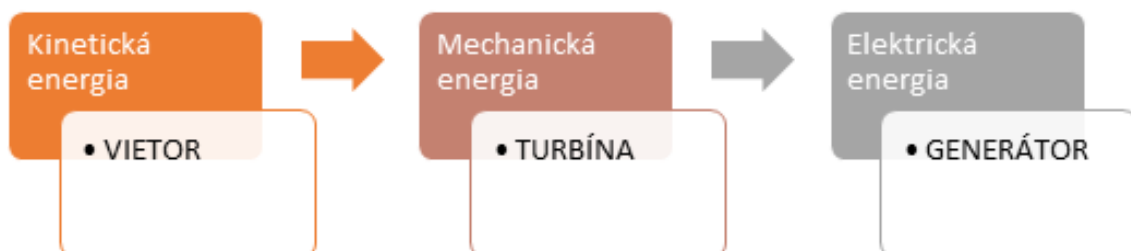


Obr. 17. Veterná energia vo vidieckej krajine

(zdroj: <https://medium.com/@ChuckGrassley/from-maytag-to-wind-power-an-american-success-story-in-newton-iowa-f117a77268b>)

3.2 Aká je najvýhodnejšia poloha veternej farmy?

Veterné turbíny by mali byť umiestnené tam, kde sú stále silné vetry - aj keď nie také silné aby poškodili turbíny.

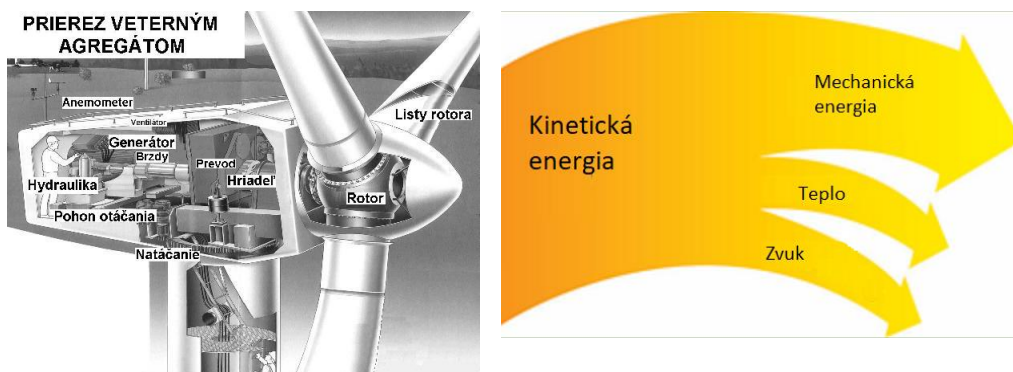


Pracujú pri maximálnej nožnej energetickej účinnosti, keď pracujú v „hladkom“ vzduchu - to znamená, keď sa častice vzduchu pohybujú rovnakým smerom a neatáčajú sa okolo a nepohybujú sa rôznymi smermi. Ideálne miesta pre veterné turbíny sú preto:

- Ďaleko od prekážok, ako sú lesy, veže a skalné výbežky (to by spôsobilo, že sa vzduch bude točiť okolo).
- V najvyššom možnom bode. Najlepšie miesto je na hladkom kopci, kde sa môže koncentrovať vietor a zvýšiť svoju rýchlosť.

3.3 Energia vetra

Nasledujúci obrázok zobrazuje veternú turbínu a pohľad do jej vnútra a Sankeyho diagram ukazujúci ako sa časť kinetickej energie vetra mení na iné formy energie z ktorých nie všetky sú využiteľné.



Obr. 18. Prierez veternou turbínou (Zdroj: www.energoportal.org)

Energia dostupná z vetra je úmerná rýchlosti vetra na tretiu. To znamená, že:

- Keby bola rýchlosť vetra 2-krát väčšia, energia dostupná z vetra by bola 8-krát väčšia.



- Keby bola rýchlosť vetra trikrát väčšia, energia dostupná z vetra by bola 27-krát väčšia.
- Keby bola rýchlosť vetra 10-krát väčšia, energia dostupná z vetra by bola 1000-krát väčšia!

Toto ukazuje, aké dôležité je umiestniť veterné farmy na miestach, kde je silný vietor.

3.4 Čo určuje koľko energie veterná turbína vyrobí?

Množstvo elektrickej energie vyrobenej veternou turbínou nezávisí iba od rýchlosti vetra a od toho, ako plynulo prúdi. Závisí to aj od spôsobu výroby turbíny:

- počet lopatiek,
- dĺžka lopatiek,
- tvar lopatiek,
- váha lopatiek,
- uhol lopatky k vetru,
- výška turbíny,
- druh prevodovky,
- druh generátora,
- počítačový systém ktorý kontroluje prevádzku turbíny a jej energetický výdaj.

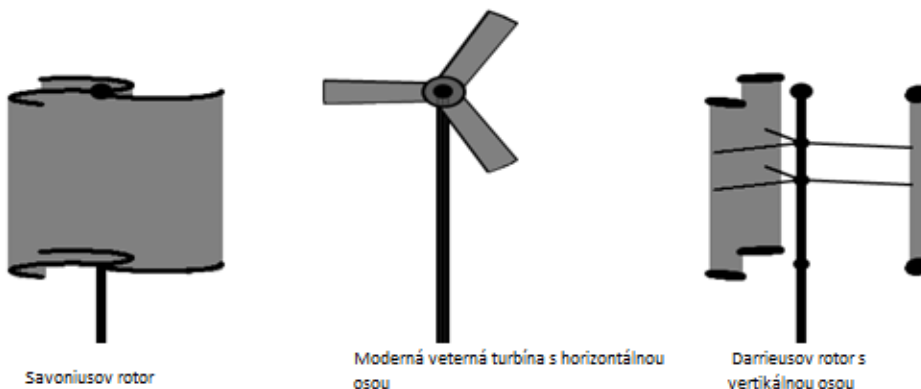
3.4.1 Aká je energetická účinnosť veterných turbín?

Veterné turbíny nevyrábajú elektrinu stále. Hoci vietor môže byť k dispozícii až 70% času, často nie je dosť silný na to, aby mohol prevádzkovať veternú turbínu na plnú kapacitu. Kombinácia neprítomnosti vetra a nedostatočnej sily vetra znamená, že aj na dobrom mieste bude veterná turbína v priebehu roka generovať iba asi 30% množstva, ktoré by mohla generovať pri konštantnom silnom vetre. Kvalitné lokality môžu mať kapacitný faktor 35%. To znamená, že turbíny vyrobia priemerne 35% svojej kapacity za rok. Okrem problémov so samotným vetrom sa časť kinetickej energie vetra premieňa na tepelnú energiu (ozubené kolesá a hriadele sa zahrievajú) a zvukovú energiu (čepele, ozubené kolesá a hriadele vydávajú pri rotácii určitý hluk).

Veterné turbíny fungujú na jednoduchom princípe. Energia vo vetre otáča okolo rotora dve alebo tri lopatky. Rotor je pripojený k hlavnému hriadeľu, ktorý otáča generátor a vytvára elektrinu. Vietor je forma slnečnej energie a je výsledkom nerovnomerného ohrevu atmosféry slnkom, nepravidelností zemského povrchu a rotácie Zeme. Pojem veterná energia opisuje proces, ktorým sa vietor využíva na výrobu mechanickej energie alebo elektriny. Veterné turbíny premieňajú kinetickú energiu vo vetre na mechanickú silu. Táto mechanická energia sa môže použiť na konkrétne úlohy (napríklad mletie zrna alebo čerpanie vody) alebo generátor môže túto mechanickú energiu premeniť na elektrickú energiu.

3.4.2 Druhy veterných turbín

Moderné veterné turbíny spadajú do dvoch základných skupín: model horizontálnej osi, a model vertikálnej osi, ako napríklad model Darrieus v štýle šľahača vajec zobrazený napravo, pomenovaný po francúzskom vynálezcovi. Veterné turbíny s horizontálnou osou majú zvyčajne dve alebo tri lopatky. Tieto trojlisté veterné turbíny sú prevádzkované „proti vetru“, pričom lopatky smerujú do vetra. Veterné turbíny môžu byť stavané na súši alebo na veľkých vodných plochách, ako sú oceány a jazerá.



- HAWT (turbíny s horizontálnou osou) sú komerčne najvyužívanejšie zariadenia kvôli ich vyššej efektívite.
- VAWT (turbíny s vertikálnou osou) sú vhodnejšie na súkromné využitie pretože produkujú menej hluku.

Nasledujúce obrázky uvádzajú hlavné charakteristiky malých veterných turbín vhodných pre využitie na farme, pričom P_n^* – výkon.



$P_n = 2-5 \text{ kW}$

Točiaci plocha = $8,5 - 17,3 \text{ m}^2$



$P_n = 2-5 \text{ kW}$

Točiaci plocha = $8,5 - 17,3 \text{ m}^2$



$P_n = 30 \text{ kW}$

Točiacia plocha = 300 m^2



$P_n = 30 \text{ kW}$

Točiacia plocha = $1\,452 \text{ m}^2$

Pre miesta s nízkou rýchlosťou vetra

- Točiacia plocha turbíny: $>10 \text{ m}^2/\text{kW}$
- Rýchlosť vetra 3 - 4 m/s uspokojujúca
- Rýchlosť vetra 4-5 m/s dobrá
- Rýchlosť vetra 5 - 6 m/s veľmi dobrá

Pre miesta so strednou rýchlosťou vetra:

- Točiacia plocha: $6 - 10 \text{ m}^2/\text{kW}$
- Rýchlosť vetra $> 5 - 6 \text{ m/s}$ uspokojujúca

Pre miesta s vysokou rýchlosťou vetra

- Točiacia plocha: $< 6 \text{ m}^2/\text{kW}$ max. SA = 200 m^2
- Rýchlosť vetra $> 6 \text{ m/s}$ uspokojujúca

V porovnaní s turbínami pre silný vietor s malými rotormi je turbína pre mierny vietor schopná pokryť vysoký dopyt. A to kvôli konštantnejšiemu výnosu. Toto ich robí ekonomicky výhodnejšími, zatiaľ čo turbíny pre silný vietor vyrábajú dostatočné množstvo elektriny iba občas

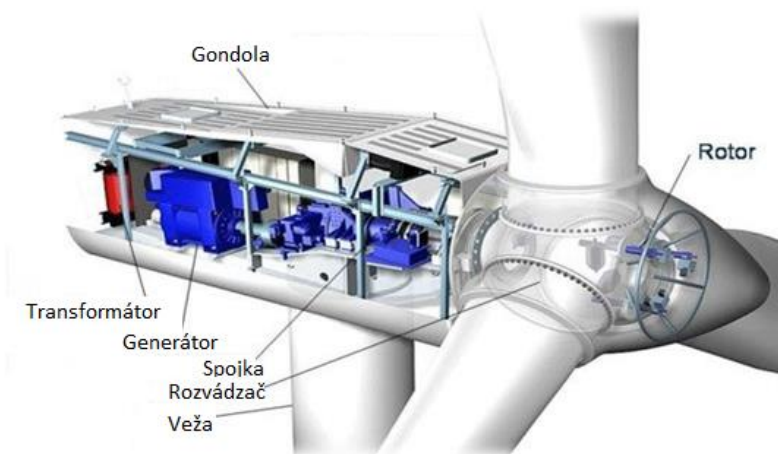
3.4.3 Veľkosť veterných turbín

Turbíny sa pohybujú v rozsahu od 100 kilowattov do niekoľkých megawattov. Väčšie veterné turbíny sú nákladovo efektívnejšie a sú zoskupené do veterných fariem, ktoré poskytujú väčší objem energie elektrickej sieti. Jednotlivé malé turbíny s menej ako 100 kilowatt sa používajú pre domácnosti, telekomunikačné taniere alebo na čerpanie vody. Malé turbíny sa niekedy používajú v spojení s dieselovými generátormi, batériami a fotovoltaickými systémami. Tieto systémy sa nazývajú hybridné veterné systémy a

zvyčajne sa používajú na vzdialených miestach mimo siete, kde nie je k dispozícii pripojenie k rozvodnej sieti.

3.5 Princíp veternej turbíny

Veterná turbína pracuje na jednoduchom princípe. Nasledujúci obrázok ukazuje, ako energia vo vetre otáča okolo rotora dve alebo tri lopatky.



Obr. 19. Hlavné konštrukčné časti veternej turbíny (zdroj: www.quora.com)

Rotor je pripojený k hlavnému hriadeľu, ktorý otáča generátor a vytvára elektrinu. Veterné turbíny sú namontované na veži, aby zachytili čo najviac energie. v 30 metroch alebo viac nad zemou môžu využívať rýchlejší a menej turbulentný vietor. Veterné turbíny môžu byť použité na výrobu elektriny pre jeden dom alebo budovu, alebo môžu byť pripojené k elektrickej rozvodnej sieti, aby sa distribúcia elektriny rozšírila.

Pri výrobe energie prostredníctvom prírodných síl sa inžinieri riadia pracovným princípom veternej turbíny. Aby mohla pracovať čo najefektívnejšie a zvyšovať pracovný čas vo veterných podmienkach s vysokou rýchlosťou, je nevyhnutné nainštalovať pevný rám, ktorý nebude pokrývať iba základy výroby energie, ale môže tiež znižovať účinok poškodenia v prípade silných veterných prúdov. Preto je potrebné dodržiavať určité pokyny, ktoré sú vlastne vzorcom mechaniky revolučného procesu a automatických reakcií, ktoré sa dosahujú mechanickým trením.

4 TYPICKÉ NÁKLADY NA VETERNÚ TURBÍNU

Ekonomika vlastníctva turbíny závisí od mnohých faktorov, vrátane rýchlosti vetra, veľkosti a ceny veternej turbíny, úrokových sadzieb, daní a cien elektrickej energie. Jedným z kľúčových problémov je to, koľko energie využíva farma a koľko sa predáva späť spoločnosti. Štúdia Izaak Waltonovej ligy zistila, že investícia do veternej turbíny sa navráti najrýchlejšie, keď sa na farme využije väčšina alebo všetka energia, pretože



farmár radšej šetrí energiu za maloobchodnú cenu, ako predáva za veľkoobchodnú cenu. Nasledujúca tabuľka ilustruje cenu a návratnosť typickej veternej turbíny.

Veľkosť systému (kW)	Investícia (€)	Ročná produkcia energie (kWh)	Návratnosť (roky)
10	30 000	20 000 - 28 000	18 – 27
50	120 000	100 000 – 150 000	12 – 18
225	290 000	425 000 – 600 000	9 – 13
660 - 750	715 000 – 805 000	1 500 000 – 2 300 000	6 - 8

Predpokladajú sa maloobchodné náklady na elektrinu 7,5 centu za kilowatthodinu, ktoré sa zvyšujú o tri percentá ročne, a ročné priemerné rýchlosti vetra od 15 mph do 17,4 mph pri 50 metroch nad zemou. Zdroj: Na základe údajov od výrobcov veterných turbín a odhadov od Thomas A. Wind, Wind Utility Consulting.

Pri menších veterných turbínach môže väčšina poľnohospodárskych operácií využívať všetku energiu. Náklady na jednotku elektriny vyrobenej z menších turbín sú vyššie ako náklady z väčších turbín, takže doba návratnosti je dlhšia. Keďže dobre udržiavaná veterná turbína môže vydržať 30 rokov, môže to byť výnosná investícia. Pred uskutočnením investície je dôležitá dôkladná inžinierska a finančná analýza rovnako ako pri každej inej dlhodobej investícii.

4.1 Ako postaviť veternú farmu? Kroky výstavby veternej farmy

1. Najdôležitejším faktorom, ktorý treba brať do úvahy pri výstavbe zariadenia veternej energie, je veterný zdroj v lokalite. Miesto musí mať minimálnu priemernú ročnú rýchlosť vetra v okolí 11 - 13 km / h, aby sa mohlo vziať do úvahy. Lokálne údaje o počasí dostupné z letísk a meteorologických staníc môžu poskytnúť určitý pohľad na priemery. Mapy vetra pre váš región môžete skontrolovať aj na stránke National Renewable Energy na adrese <https://www.ewea.org/>. Časom budete chcieť nainštalovať vlastné monitorovacie zariadenia na zaznamenávanie charakteristík vetra v lokalite. Zoznam konzultantov špecializujúcich sa na hodnotenie veterných zdrojov možno nájsť na <https://www.ewea.org/>, pozri <http://www.ewea.org/directory/consultcde.html>. Viac informácií o základných zásadách hodnotenia veterných zdrojov nájdete na stránke <http://www.ewea.org/faq/basicwr.html>
2. Určenie blízkosti existujúcich prenosových vedení. Kritickým problémom pri znižovaní nákladov na výstavbu veternej farmy je minimalizácia množstva prenosovej infraštruktúry, ktorá sa musí nainštalovať. Vedenia vysokého napätia môžu stáť tisíce dolárov za míľu. Pri výbere lokality by sa podľa možnosti mala zväziť dostupnosť a prístup k existujúcim vedeniam.
3. Za bezpečný prístup k vlastníkom pôdy, súkromným aj verejným, sa bude očakávať, že bude kompenzovaný za akýkoľvek vývoj veternej energie, ku ktorému dochádza



na ich pôde. Licenčné alebo nájomné dohody bude potrebné prediskutovať so všetkými zúčastnenými stranami. Musia sa zväžiť cesty, prevodové zariadenia, infraštruktúra údržby, turbíny a podobne. Okrem toho si výstavba veternej farmy vyžaduje použitie ťažkých priemyselných zariadení. Vývojári budú musieť investovať do ciest, ktoré dokážu uniesť značnú váhu. To si bude vyžadovať spoluprácu vlastníkov pôdy a v niektorých prípadoch miestnej komunity.

4. Vytvorenie prístupu ku kapitálu - Vybudovanie veternej farmy nie je lacné. V priemere stojí vývoj veternej energie približne 1 milión dolárov na megawatt (MW) inštalovanej výrobnnej kapacity. Aby sa využili úspory z rozsahu, mali by veterné elektrárne prekročiť 20 MW. Za predpokladu, že priemerná veterná turbína je ohodnotená na 750 kilowattov (kW), znamená to inštaláciu najmenej 26 turbín a počiatočnú investíciu 20 miliónov dolárov.
5. Identifikujte spoľahlivého kupujúceho energie alebo trh. Veterná energia je doteraz najviac konkurencieschopnou možnosťou obnoviteľnej energie na trhu. Náklady na veternú energiu v skutočnosti klesli natoľko, že konkuruje mnohým tradičným technológiám výroby energie. Verejné služby však budú mať tendenciu nakupovať energiu z toho, čo považujú za najlacnejšiu a najspoľahlivejšiu technológiu. Dnes je to vo väčšine prípadov zemný plyn. To však neznamená, že neexistuje trh s vetrom. Dopyt po „zelenej energii“ (elektrina z čistých zdrojov, ako je vietor, ktorá sa predáva zákazníkovi za prémiovú cenu) a environmentálne požiadavky vytvárajú kupujúcich pre veternú energiu a konkurencieschopné ceny. Pred investíciou tisícok dolárov do posudzovania veterných zdrojov, povolení a prípravných činností si developer zabezpečí predbežné záväzky jedného alebo viacerých kupujúcich za produkciu veterných elektrární počas 10 až 30 rokov svojej prevádzkovej životnosti.
6. Zamerajte sa na umiestnenie a zváženie realizovateľnosti projektu. Skutočnosť, že lokalita je veterná, neznamená, že je vhodná na rozvoj veternej energie. Developer musí pri umiestňovaní projektu zohľadniť mnoho faktorov. Existuje v tejto oblasti vysoká miera dravcov? Existujú ohrozené alebo chránené druhy, ktoré by mohli byť ohrozené prítomnosťou zariadenia? Je geológia lokality vhodná pre priemyselný rozvoj? Bude pre miestnu komunitu problémom hluk a estetika? Budú turbíny prekážať letovej dráhe miestnej leteckej dopravy? Pri umiestňovaní veterných turbín je potrebné vyriešiť niekoľko environmentálnych a sociálnych otázok. Veterné farmy môžu tvoriť veľkých susedov, ale je povinnosťou developera pracovať na zabezpečení toho, aby projekt pokračoval spôsobom prijateľným pre regulačné orgány a miestnu komunitu.
7. Pochopte ekonomiku veternej energie. K nákladom a produktivite veternej elektrárne prispieva mnoho faktorov. Napríklad energia, ktorú môže generovať veterná turbína, je úmerná priemernej rýchlosti vetra na tretiu, čo znamená, že malé rozdiely v rýchlosti vetra znamenajú veľké rozdiely v produktivite a nákladoch na elektrinu. Točiacia plocha rotora turbíny je úmerná dĺžke lopatky na druhú (polomer točiacej plochy rotora). Mierne zvýšenie dĺžky čepele zvyšuje zachytávanie energie a nákladovú efektívnosť. Metódy financovania môžu zásadne zmeniť aj



ekonomiku projektu. Zabezpečenie významného investičného kapitálu alebo spoločné vlastníctvo projektu môže výrazne znížiť náklady. Okrem toho existujú federálne a štátne stimuly, na ktoré sa môže projekt kvalifikovať a ktoré by mohli znížiť náklady a podporiť priaznivejšie investície.

8. Získajte expertízu na územné plánovanie a povolenia. Umiestnenie akéhokoľvek energetického projektu môže byť skľučujúcou úlohou v dôsledku závažnej škály sociálnych a environmentálnych faktorov. Developerovi veternej energie by sa odporúčalo získať služby odborníka, ktorý je oboznámený s regulačným prostredím obklopujúcim vývoj veternej energie. Zoznam vhodných konzultantov nájdete na:

- <http://www.awea.org/directory/consultsflm.html>
- <http://www.awea.org/directory/consultcde.html>

Okrem toho môžu právni poradcovia oboznámení s miestnym politickým prostredím pomôcť pri orientácii v postupe udeľovania povolení.

9. Komunikujte s výrobcami turbín a developermi projektov. Každá veterná turbína je iná napriek zdánlivo podobným hodnotám výkonu. Niektoré stroje sú navrhnuté tak, aby fungovali efektívnejšie pri nízkych rýchlostiach vetra, zatiaľ čo iné sú určené pre vyššie rýchlosti vetra. Potenciálny developer veternej energie by mal preskúmať všetky rôzne aspekty a porovnať výkonnosť s existujúcimi strojmi. Okrem toho môžu byť užitočné aj neoficiálne informácie a dokonca aj profesionálne služby developerov veternej energie.
10. Súhlas s uspokojovaním potrieb spoločnosti O&M. Technológia veterných turbín zaznamenala v posledných rokoch veľký pokrok. Dnešné stroje sú efektívnejšie a lacnejšie ako kedykoľvek predtým. Sú však tiež komplexnejšie. Dostupnosť turbín (spoľahlivosť) je hlavným faktorom úspechu projektu a služby odborníkov, ktorí sú oboznámení s prevádzkou a údržbou veterných turbín, sa môžu ukázať ako neoceniteľné. Výrobcovia turbín môžu tiež ponúkať priaznivejšie záruky na výrobky s vedomím, že na mieste budú vykonávať údržbu kvalifikovaní prevádzkovatelia projektov. Zoznam prevádzkovateľov projektov nájdete na <http://www.awea.org/directory/developers.html>.

4.1.1 Cena elektriny z veternej energie a súčasné trendy

Veterná energia je kapitálovo náročná, ale nemá žiadne náklady na palivo. Cena veternej energie je preto oveľa stabilnejšia ako volatilné ceny zdrojov fosílnych palív. Hraničné náklady na veternú energiu po vybudovaní stanice sú obvykle nižšie ako 1 cent na kW · h. Odhadované priemerné náklady na jednotku elektrickej energie však musia zahŕňať náklady na výstavbu turbín a prenosových zariadení, vypožičané prostriedky, návratnosť pre investorov (vrátane nákladov na riziko), odhadovanú ročnú výrobu a ďalšie komponenty, spriemerované za predpokladanú životnosť zariadenia, ktorá môže byť dlhšia ako dvadsať rokov. Odhady nákladov na energiu do veľkej miery závisia od týchto predpokladov, takže zverejnené údaje o nákladoch sa môžu výrazne líšiť. V roku 2004 stála veterná energia pätinu toho, čo v osemdesiatych rokoch, a niektorí očakávali, že klesajúci trend bude pokračovať, keďže väčšie multimegawatové turbíny sa vyrábajú hromadne. V roku 2012 boli kapitálové náklady na veterné turbíny podstatne nižšie ako



v rokoch 2008 - 2010, ale stále boli nad úrovňou roku 2002. Správa Americkej asociácie pre veternú energiu z roku 2011 uvádza, že „náklady na veternú energiu v posledných dvoch rokoch klesli, v rozmedzí 5 až 6 centov za kilowatthodinu, čo je v súčasnosti asi o 2 centy lacnejšie ako elektrická energia spaľovaním uhlia a viac projektov bolo financovaných prostredníctvom dlhových dohôd ako štruktúrami daňovej rovnosti v minulom roku, čím si získali väčšie uznanie zo strany bánk Wall Street. Výrobcovia zariadení môžu tiež dodávať produkty v tom istom roku, v akom sú objednané, namiesto čakania tri roky, ako tomu bolo v predchádzajúcich cykloch. Kapacita 5600 MW nových zariadení je v USA vo výstavbe, čo je viac ako dvojnásobok v porovnaní s rokom 2010. 35 percent celkovej novozavedenej výroby energie v Spojených štátoch od roku 2005 pochádza z vetra, viac ako z nových elektrární na plyn a uhlie dokopy, pretože poskytovatelia energie sú čoraz viac priťahovaní k vetru ako pohodlnému zabezpečeniu proti nepredvídateľným pohybom cien komodít.

4.1.2 Požiadavky na vybudovanie veternej farmy v Európe

Vybudovanie veternej farmy si vyžaduje rozsiahle práce na predložení plánov všetkým dotknutým osobám a samozrejme tiež verejným orgánom, ktoré sa rozhodnú, či udelia povolenia. Na výstavbu veternej farmy musíte mať povolenie od okresného úradu alebo stavebné povolenie a rozhodnutie o preventívnych opatreniach pre miestny úrad. Posúdenie navrhovanej veternej farmy vo všeobecnosti zahŕňa verejné vypočutie a konzultácie, kde sú všetky strany vyzvané, aby predložili svoje stanoviská. Od developerov sa tiež vyžaduje, aby sa obrátili na všetky verejné orgány a podniky, ktoré majú o lokalitu záujem. Medzi ne môžu patriť ozbrojené sily a úrady civilného letectva, telekomunikační operátori, lesnícka agentúra, agentúra pre civilné nepredvídané udalosti, námorná správa, spoločnosť na ochranu prírody, ornitologická spoločnosť a miestne spoločenstvá dedičstva.

4.1.3 Aké sú formálne požiadavky na veternú farmu?

Predtým, ako začneme skutočný proces získavania povolení, sa snažíme získať predstavu o oblasti tým, že sa obrátíme na miestny úrad a miestnych vlastníkov pôdy. Potom pošleme žiadosť o konzultáciu asi 30 rôznym verejným orgánom a požiadame o ich názory na túto oblasť ako miesto pre výrobu veternej energie. Vykonávame tiež prieskumy vtákov, netopierov, kultúrneho prostredia / archeológie a biotypov, rastlín a cenných prírodných prvkov. Všetkým, ktorí žijú v okruhu jedného kilometra od navrhovaných turbín, by sme mali zasláť komplexný informačný balík a pozvať ich, aby sa zúčastnili brifingu. Potom by sme mali požiadať nezávislého konzultanta, aby vykonal celkové hodnotenie vplyvov na životné prostredie, ktoré zahrnieme do našej žiadosti. Musíme tiež vytvoriť mapy, ktoré ukazujú navrhované umiestnenia všetkých turbín, robiť odhady vplyvov zvuku a tieňa a robiť fotografie z rôznych uhlov, ktoré potom použijeme na výrobu fotomontáží ukazujúcich plánované veterné turbíny v ich budúcom prostredí. Po vyhodnotení všetkých hľadísk by sme mali podať žiadosť a potom dostať rozhodnutie o tom, ako musí byť veterná farma navrhnutá, aby sa



zabezpečilo, že narušenie životného prostredia nebude v rozpore so zákonom. Rozhodnutie tiež ukladá povinnosť merať a monitorovať všetky aspekty, ktoré môžu narušiť životné prostredie. Toto musí byť následne každý rok nahlásené miestnemu orgánu v environmentálnej správe.

5 PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE

5.1 Bilecik-Kutahya Veterné turbíny

Cieľom Bilecik-Kutahya je stať sa tureckým centrom výroby veternej energie, s veternou turbínou, ktorá bude realizovaná s kapacitou 5000 megawattov v 5 rôznych regiónoch, ako aj s 10-ročným výskumným a vývojovým zariadením v Eskisehire. Pri tejto investícii, ktorá by mala byť najmenej 1 miliarda dolárov, bude mesačná výroba priehrady Keban, najväčšieho zariadenia na výrobu energie v Turecku, vyrábať s tisíc megawattmi veternej energie.

5.2 Prvá veterná farma mimo pevniny v Turecku

Turecko je štvrtou krajinou, ktorá do roku 2017 zvýši svoju kapacitu veternej energie v Európe a pripravuje sa na založenie svojej prvej veternej farmy na mori. Záujem o výrobu na mori, čo zabezpečuje vyššiu výrobnú kapacitu, sa každým dňom zvyšuje. Turecko sa stalo v posledných rokoch jedným z globálnych hráčov v oblasti veternej energie. Podľa globálnej rady pre veternú energiu (GWEC) sa v minulom roku svetová inštalovaná kapacita veternej energie zvýšila o 52 753 megawattov na 539 651 megawattov. Turecko je na 11. mieste na svete v oblasti veternej energie s kapacitou 6 857 megawattov. 10. je Taliansko s kapacitou 9 479 megawattov. Minister energetiky a prírodných zdrojov Berat Albayrak uviedol, že Turecko sa v krátkodobom horizonte bude usilovať dostať do prvej 10. Albayrak na fóre Turecka pre energetiku a ťažbu povedal: „Začali sme pracovať na nových 1 000 megawattoch v oblasti slnečnej a veternej energie. Pripravujeme najväčší pobrežný projekt na svete vo veternej energii.“ Projekt bude Prvá turecká veterná farma na mori.





5.3 40 MW elektrárň Ayça v Çanakkale

Yakın obnoviteľná energia postaví veternú elektrárň Ayça s kapacitou 40 MW v Bayramiç a Ayvacık v Çanakkale. Začalo sa s výstavbou elektrárne Ayça RES, ktorá bola licencovaná na 740 MW, v záverečnej fáze 2130 MW, v rámci výberového konania tureckej spoločnosti na prenos elektrickej energie (TEİAŞ). V rámci projektu v hodnote 45 miliónov dolárov sa so 40 veternými turbínami pri 1 MWe / 1 MWh vyrobí celkom 122 640 000 kilowatthodín elektrickej energie. Vyrobená elektrina bude prenesená do prepojeného systému s pripojením na 154 kV Ayvacık TM, plánovaná inštalácia so 154 kV ~ 20 km 1272 MCM EHH a 154 kV s pripojením na 154 kV Maslaktepe RES TM s 18 km 1272 MCM EHH.



5.4 303 MW gigantická elektrárň Bilgin do Çanakkale!

Bilgin Energy sa pripravuje postaviť 303 MW veternú elektrárň v Çanakkale. Bilgin Enerji Yatırım Holding A.Ş. Bilgin Veterné elektrárne plánujú postaviť a uviesť do prevádzky "Çınarınar RES 303 MWm / 303 MWe (101 x 3 MWm / 3 MWe)" s kapacitou 303 MWm / 303 MWe so 101 veternými turbínami v rámci regiónov Canakkale, Ayvacık a Ezine. V rámci projektu v hodnote 950.000.000 TL, 930.000.000 kWh energie bude vyrobenej každoročne, a bude napojená na národný elektrický systém pomocou 154kV pripojenia a transformačnej stanice.

Projekt sa bude nachádzať v rámci regiónu Ayvacık v rámci obcí Çınarınar, İlyasfakı, Büyükhurun, Kozlu, Paşaköy, Kulfal, Tamiş, Tabaklar, Çamköy, Tasboğaz, Kestanelik, Naldöken, Tuzla a Köseedere. Zostávajúcich 22 turbín bude postavených v obciach Tavaklı, Belen, Köseler, Yaylacık, Sarpdere a Arasanlı v regióne Ezine.





5.5 Fantanele-Cogealac Veterný park

Skupina CEZ prevádzkuje najväčšiu pobrežnú veternú farmu s kapacitou 600 MW. Prvého júna 2010, bola spustená prvá z 240 veterných turbín a 21. Novembra 2012 CEZ pripojila do siete 240 turbín. Veterná farma Fantanele-Cogealac v Rumunsku prekonala svojho rivala zo Škótska, a tým sa stala najväčšou pobrežnou veternou farmou v Európe. Minulý rok, s veternou farmou vo svojom portfóliu, držal CEZ viac ako 40% trhu so zelenými certifikátmi v Rumunsku. Veterná farma Fantanele-Cogealac sa nachádza v rumunskej provincii Dobruja na ploche 12 x 6 km, len 17 km od brehu Čierneho mora. Projekt pozostáva z inštalácie veterných turbín GE 2,5 XL, z ktorých každá má výkon 2,5 MW. Tieto turbíny majú výšku 100 metrov a priemer ich rotora je 99 metrov. Projekt bol naplánovaný s maximálnym ohľadom na životné prostredie. Vietor na zvolenom mieste je vynikajúci. Po dokončení bude projekt veternej farmy predstavovať takmer 10% podiel na rumunskom trhu s obnoviteľnou energiou (ktorý zahŕňa veľké vodné elektrárne). Rumunsko podporuje výrobu elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov vydávaním zelených certifikátov výrobcom energie

5.6 Veterný park Věžnice

Koncom roka 2009 sa uviedlo do prevádzky niekoľko moderných veterných elektrární pri Věžnici na území kraja Vysočina. Zariadenie prevádzkované CEZ by malo pokryť dopyt 3 000 domácností. Generálnym dodávateľom dizajnu je ŠKODA PRAHA Invest. Technológiu inštalovaného výkonu 2 MW dodala nemecká spoločnosť REpower Systems.

5.7 "Čistá" energia z Vysočiny

Lokalita sa nachádza medzi Polnou a Přibyslavom v nadmorskej výške presahujúcej 500 metrov s dobrými veternými podmienkami. Rýchlosť vetra tu dosahuje v priemere 6-7 m / s v nadmorskej výške 100 metrov. Práce na projekte sa začali v roku 2004 na pozemku súkromných majiteľov obce Věžnice a pôvodne sa uvažovalo o ôsmich jednotkách. Samotný proces povoľovania trval tri roky a bol bohužiaľ sprevádzaný ďalšími oneskoreniami obvyklými pre Česko. Obnoviteľné zdroje CEZ následne kúpili celý projekt od obce vrátane stavebného povolenia a celý projekt úspešne dokončili.





5.8 “Čistá“ energia zo Svitavska

Lokalita sa nachádza medzi Litomyšlom a Svitavami v nadmorskej výške presahujúcej 400 metrov s dobrými veternými podmienkami. Rýchlosť vetra tu dosahuje v priemere 6-7 m / s v nadmorskej výške 100 metrov. Práce na návrhu začali asi v roku 2004 na pozemku súkromných majiteľov spoločnosti Š-Bet. Spoločnosť CEZ obnoviteľné zdroje, následne kúpila celý projekt vrátane stavebného povolenia a celý projekt úspešne dokončila. Technológia veterných elektrární v lokalite Janov

Výrobca	Wikow Wind, a. s.	
Druh elektrárne	veternej	W 2000 SPG
výkon	2 000 kW	
Výška od osy rotora	80 m	
Priemer rotora	80 m	
Celková výška	120 m	
Priemer veže	základne	4,3 m
Celková váha	275,7 ton	
Doba výstavby	Apríl - August 2009 (pozemné práce, zdvíhanie, nastavenia, test pred prevádzkou)	

6 BIBLIOGRAFIA

1. Çelik, K., Baytekin, H., Kalmış, H., Çelik, H., 2017. Tarımsal Uygulamalarda Yenilenebilir Enerji Kullanımı. Sonçağ Yayıncılık Matbaacılık, Ankara.
2. <http://energyinformative.org/wind-energy-pros-and-cons/>
3. <https://www.cez.cz/en/power-plants-and-environment/wind-power-plant/janov.html>
4. American Wind Energy Association, 10 Steps in Building a Wind Farm
5. <http://www.stelr.org.au/wind-energy/>
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_power

-





URESA

MODUL 4 - GEOTERMÁLNA ENERGIA





1 GEOTERMÁLNA ENERGIA

Geotermálna energia by mohla prospieť ďalším 750 miliónom ľudí na celom svete. Aspoň 70 krajín má využiteľný geotermálny energetický potenciál. Vďaka dnešnej technológii je možné využiť viac ako 140 000 MW elektrickej energie vo svetových geotermálnych poliach s vysokou teplotou. Tieto oblasti sú napríklad v údolí Rift African a Pacific Ring of Fire (vrátane súostroví východnej Ázie, Strednej a Južnej Ameriky a západných Spojených štátov.) Rozsiahle nízkoteplotné oblasti, aké možno nájsť v Číne a Európe môžu poskytovať teplo na diaľkové vykurovanie a iné priame použitie. Projekty v oblasti hlbokých vrtov, ktoré v súčasnosti prebiehajú, a vylepšené geotermálne systémy pravdepodobne dramaticky zvýšia výrobu energie.

1.1 Definície a základné pojmy

Geotermálna energia je prírodné teplo, ktoré sa nachádza v zemi. Podzemné a povrchové vody prechádzajúce horúcimi horninami v rôznych hĺbkach zemskej kôry, prenášajú toto teplo, zhromažďujú ho v určitej oblasti a vytvárajú nádrže. Horúca voda, para a plyny, ktoré obsahujú chemické látky v týchto nádržiach, sa nazývajú geotermálne. Geotermálna energia zahŕňa aj využívanie týchto geotermálnych zdrojov a ich priamych alebo nepriamych trás. Tepelná energia získaná z týchto zdrojov a niektorých horúcich hornín, ktoré neobsahujú vodu, sa nazýva geotermálna energia. Geotermálna energia sa delí do troch skupín podľa teplotných podmienok.

1. zdroje s nízkou teplotou (20-70 °C)
2. zdroje so strednou teplotou (70-150 °C)
3. zdroje s vysokou teplotou (150 °C a viac)

Zdroje s nízkou a strednou teplotou sa používajú pri výrobe chemických látok (kyselina boritá, hydrogenuhličitan amónny, ťažké vody, ťažké kovy), najmä v kúrení (skleníky, stavebníctvo, poľnohospodárstvo), v priemysle (sušenie potravín, spracovanie dreva, papiernícky a textilný priemysel, spracovanie kože, CO₂ suchý ľad). Vyvinuli sa však aj technológie na výrobu elektriny zo stredne entalpickej tekutiny. Kvapalina získaná z polí s vysokou entalpiou sa môže použiť aj v iných oblastiach, ako aj na výrobu elektriny.

Priamym zdrojom tepla je horúca magma, ktorá pri vulkanických erupciách vyjde na povrch ako láva. V oblastiach aktívnej sopečnej a tektonickej činnosti sa vyskytujú geotermálne nádrže na pary, ktoré dosahujú teploty nad 150 - 200 °C. Geotermálne zásoby vody pod nimi sú široko dostupné po celom svete. Zásoby geotermálnej vody pri teplotách pod 150 °C sú častejšie ako zásoby geotermálnej pary. V horúcich suchých horninových formáciách sa vyskytuje značné množstvo tepla, ktoré neobsahujú vodu alebo paru a nachádzajú sa pri teplotách nad 150 - 200 °C v hĺbke 3 - 4 km pod zemským povrchom. V súčasnosti sa vyvíjajú metódy a technológie určené na zachytávanie tepla v konštrukciách HDR a označujú sa ako vylepšené geotermálne systémy alebo inžinierske geotermálne systémy (EGS).



Vo veľa krajinách sú geotermálne zdroje energie, okrem výroby elektrickej energie, tepelnej energie a chladenia, tiež vhodné na použitie v iných oblastiach ako je cestovný ruch, balneoterapia a medicína.

Využívanie geotermálnych zdrojov bolo založené pred dvetisíc rokmi. Podľa písomných záznamov, pred 2000 rokmi v Číne ľudia používali zdroje teplej vody na pranie bielizne. Horúci vzduch a vykurovanie bolo objavené v období Rimanov. Avšak používanie radiátorov na vykurovanie priestoru sa začalo asi pred 100 rokmi. Získavanie minerálov z geotermálnych vôd využívala už Civilizácia Etruskov v Taliansku. Je známe, že prvá známa prax získavania chemických zlúčenín z geotermálnych zdrojov sa začala v roku 1818 výrobou kyseliny boritej z termálnych bazénov v Taliansku.

Vyhrievanie budov a získavanie elektriny geotermálnou energiou sa do značnej miery spája s 20. storočím. Výroba geotermálnej energie začala prvýkrát v roku 1904 v Toskánsku. Zahrievanie mestských častí vo veľkom meradle začalo v roku 1930 na Islande. Za posledných päťdesiat rokov sa výroba geotermálnej energie dramaticky zvýšila.

Pretože Turecko sa nachádza na aktívnom tektonickom páse s geologickou a geografickou polohou, je z geotermálneho hľadiska medzi poprednými krajinami na svete. Vo forme prirodzenej výroby 1300 jednotiek v Turecku existuje mnoho geotermálnych zdrojov s rôznymi teplotami.

Geotermálna energia na Zemi: hodnota sa líši v závislosti od krajiny a zjavne odlišného druhu energie. Naša krajina aj napriek tomu, že sa nachádza na veľmi dôležitom geotermálnom páse a ponúka veľké množstvo existujúcich zdrojov, nevie geotermálnu energiu dostatočne využiť. Geotermálne využívanie v Turecku: kúpeľné strediská a skleníky, ale v posledných rokoch sa zameriava na vykurovanie bytov.

2 PRINCÍPY ZÍSKAVANIA GEOTERMÁLNEJ ENERGIE A VYUŽITIE

2.1 Ako geotermálna energia funguje

Elektrárne: Elektrická energia sa získava z geotermálnych zdrojov s teplotou vyššou ako 150 ° C. Výroba elektriny je rozdelená podľa charakteristík zdroja.

Elektrárne na princípe suchej pary: Para získaná zo zdroja sa používa na priame otáčanie turbíny, čo vedie k elektrickej energii.

Parné elektrárne: získavanie nasýtenej kvapalnej pary zo zásobníkov, v ktorých má tekutina kvapalnú aj parnú fázu, je oddelená separátormi a odoslaná do turbíny. Z toho sa získava elektrická energia. Prebytok kvapaliny sa vracia do zásobníka. Je to



najbežnejší typ elektrárne, pretože je to najbežnejší typ geotermálneho zdroja na celom svete.

Elektrárne na princípe binárneho cyklu: Sú to typy elektrárne, ktorá sa používa na získavanie elektriny z geotermálnych zdrojov s nízkou teplotou a hustotou kvapaliny a to sa nazýva binárny cyklus. V týchto elektrárňach turbínou prechádza tekutina s nízkou teplotou varu. Teplota geotermálnej tekutiny sa prenáša do média pomocou výmenníka tepla a elektrická energia sa získava rotáciou turbíny odparovaním kvapaliny.

Ústredné vykurovanie, centrálné chladenie, skleníkové vykurovanie/chladiace zariadenia: Pri teplotách pod 150 ° C sa tepelná energia využíva priamo v oblastiach ako skleníky, diaľkové vykurovanie, zavlažovacie poľnohospodárstvo a priemyselné procesy. Na vykurovanie geotermálnou energiou, ústredné chladenie a skleníkové vykurovanie a ďalšie aplikácie sa geotermálna tekutina prepravuje do oblastí, kde sa nachádzajú zákazníci, a využíva sa pomocou rôznych technických systémov. Podľa špecifikácií týchto systémov; vykurovacie systémy inštalované v pôde, na povrchu pôdy, vykurovacie systémy vzduchu využívajúce ventilátory a výmenníky tepla a kombinované vykurovacie systémy.

Priemyselné využitie: Geotermálna energia má v priemyselnej oblasti mnoho využití. Patria sem sušenie zeleniny, sušenie obilia a dreva, spracovanie papiera a hydiny, chemické získavanie a čistenie odpadových vôd. Okrem toho sa geotermálna energia používa na výrobu chemických látok a minerálov, ako je oxid uhličitý, hnojivo, lítium, ťažká voda, vodík.

Zimné využitie: zariadenia na odstránenie chladu a snehu na vozovkách; Argentína, Island, Japonsko, Švajčiarsko a Spojené štáty americké.

Využitie v termálnych kúpeľoch: Je obľúbená pre turistické a liečebné účely na plavárňach a v bazénoch. Takmer 50 krajín sveta; termálne liečebné centrá, kúpeľné centrá, kúpeľné bazény. Používa sa tiež pri výrobe pitnej vody obsahujúcej minerály, ktorá môže byť horúca a studená.

Použitie v akvakultúre pri tak nízkych teplotách ako 30 ° C: V aplikáciách geotermálnej energetickej akvakultúry sa teplota bazéna môže udržiavať konštantná a môže sa zvýšiť produkcia a znížiť strata času. Podľa bežných rybárskych využití je možné v krátkom čase vyprodukovať viac rýb. Teplota geotermálneho zdroja potrebná pre akvakultúru sa pohybuje medzi 0 ° C a 50 ° C. Hĺbka 75 m, teplota vody 63 ° C, pH 7,8 pH, Ca 132 ppm, Mg 33 ppm, SiO₂ 65 ppm vo vode.



3 VÝROBA ENERGIE Z GEOTERMÁLNYCH ZDROJOV V POĽNOHOSPODÁRSTVE

Využitie geotermálnej energie je priame alebo nepriame (výroba elektriny). Priama aplikácia geotermálnej energie môže zahŕňať širokú škálu konečných použití, ako sú vykurovanie a chladenie miestností, priemysel, skleníky, chov rýb a kúpele.

Aplikácie tepelných čerpadiel sú najviac sa zlepšujúce časti priameho využívania geotermálnej energie. Počas niekoľkých desaťročí niekoľko krajín (vedúce krajiny sú USA, Švajčiarsko, Švédsko, Nemecko, Rakúsko a Kanada) povzbudilo individuálnych vlastníkov domov, aby inštalovali tepelné čerpadlá zemského zdroja na vykurovanie svojich domov v zime a (podľa potreby) ich ochladili v lete.

Svetová geotermálna elektrická kapacita inštalovaná a vyrobená v roku 2000 bola 7972 MWe a 49261 GWh. V roku 2015 sa tieto množstvá zlepšili na 12,635 MWe a 73,549 GWh. Očakáva sa, že v roku 2020 bude celkový inštalovaný výkon 21,443 MWe.

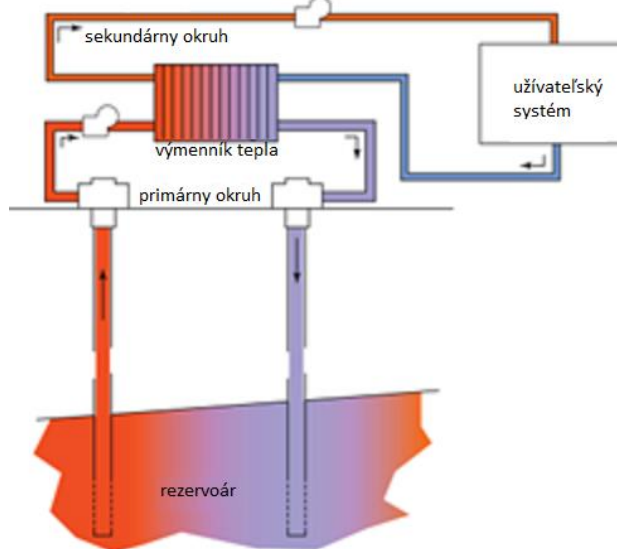
3.1 Kúrenie a tepelné čerpadlá

3.1.1 Priame kúrenie

Využitie geotermálnych zdrojov na vykurovanie budov sa používa už od 20. rokov 20. storočia. Výhoda prírodných zdrojov, ako sú gejzíry, horúca voda alebo para, sa v mnohých prípadoch využíva v blízkosti miest, kde sú mestá vybudované. Gejzíry a zdroje pary sa vyskytujú, keď podzemná voda preteká horninami a dosahuje vulkanicky vyhrievané horniny. Napríklad na Islande sa vrty vrtajú do sopečných hornín, aby sa získala horúca voda a para. Horúca voda alebo para sa prenáša do miest v izolovaných potrubiach a používa sa na vykurovanie domácností a podnikov.

Priame použitie znamená zahrievanie alebo chladenie cieľového prostredia pomocou horúcej vody. Úroveň dosiahnutej teploty vody je tiež primárnym určujúcim ukazovateľom použitej metódy.

Na obrázku je schéma priameho ohrevu s využitím geotermálneho zdroja, ktoré sa používa vo väčšine prípadov.



Obr. 20. Schéma priameho ohrevu s využitím geotermálneho zdroja

Založené je na nasledujúcom jednoduchom koncepte:

- Horúca voda sa čerpá na povrch jednou alebo viacerými vrtnými studňami.
- Teplo v čerpanej vode sa prenáša do výmenníka tepla.
- Ochladená voda sa čerpá späť do jednej alebo viacerých vstrekovacích studní. Takto sa vytvorí cyklus na zabezpečenie continuity množstva horúcej podzemnej vody.

V praxi zahŕňajú geotermálne projekty najmenej jednu vrtnú studňu v požadovanej hĺbke a zostavenú podľa špecifických požiadaviek (prietok, výkon). Pretože sa obsah soli v podzemnej vode zväčša zväčšuje s hĺbkou, nie je vždy možné vypustiť čerpanú vodu na povrch. Preto sa vŕtajú obvykle najmenej dve studne: výrobná studňa a injekčná studňa. Opakované vstrekovanie sa zvyčajne odporúča aj na dlhodobé udržiavanie tlaku v nádrži. Ak sa oba vrty zameriavajú na tú istú geologickú vrstvu, označuje sa tento systém ako „geotermálny doublet“. Ak obidve studne končia v rôznych vrstvách, označuje sa to ako semi-doublet. Vzdialenosť medzi týmito dvoma vrtmi sa určuje podľa zamýšľanej životnosti geotermálneho systému.

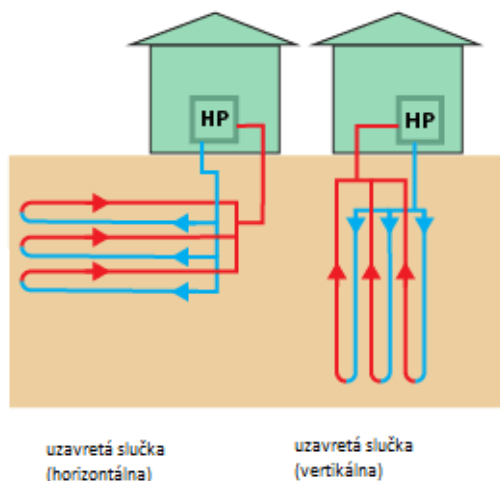
3.1.2 Systémy tepelného čerpadla zemského zdroja

Tepelné čerpadlá na zemský alebo geotermálny zdroj (GSHP) sú vysoko účinnou technológiou obnoviteľnej energie pre vykurovanie a chladenie miestností. Táto technológia je založená na tom, že podzemná teplota je vyššia ako teplota vzduchu v zime, nižšia ako teplota vzduchu v lete a relatívne konštantná v hĺbkach sveta. Geotermálne tepelné čerpadlá prenášajú túto energiu uloženú v podzemí ako vykurovanie v zime a chladenie v lete. Geotermálne tepelné čerpadlá nevyžadujú na

vykonanie tejto operácie špeciálne geologické podmienky, ako napríklad horúce pramene.

Geotermálne tepelné čerpadlo sa skladá z troch základných blokov: podzemný prepojovací blok (pozemný systém), blok tepelného čerpadla a blok distribúcie tepla. Pozemný systém sa zvyčajne skladá z uzavretej rúrkovej slučky uloženej v zemi horizontálne alebo vertikálne. Kvapalina v týchto potrubíach prenáša teplo, ktoré sa zhromažďuje pri cirkulácii v zemnom systéme, do budovy s tepelným čerpadlom. Cirkulujúcou tekutinou je obvykle voda alebo zmes voda / nemrznúca zmes. V niektorých prípadoch môže pozemný systém tiež čerpať podzemnú vodu zo studne a vypúšťať sa do povrchového zdroja, ako je jazero. Pri vykurovaní blok tepelného čerpadla odvádza teplo z cirkulujúcej tekutiny, koncentruje ho a prenáša do budovy. Pre ochladzovanie je to naopak. Blok distribúcie tepla je konvenčné potrubie používané na distribúciu zohriateho alebo chladného vzduchu v celej budove. Blok pozemného systému je prostriedok, ktorým tepelné čerpadlo môže získavať alebo odovzdávať podzemné teplo. Tieto systémy môžu byť všeobecne klasifikované ako otvorené alebo uzavreté systémy.

Otvorené systémy: Podzemná voda sa používa ako tepelný nosič a posielajú sa priamo do tepelného čerpadla. Podzemná voda, ktorá je spracovávaná tepelným čerpadlom, je vypúšťaná zo systému. Tento typ sa nazýva otvorený systém. Systémy s otvorenou slučkou používajú namiesto kvapaliny na prenos tepla opísanej v systémoch s uzavretou slučkou miestnu podzemnú alebo povrchovú vodu. Tieto systémy sa niekedy nazývajú „tepelné čerpadlá zdroja podzemnej vody“, aby sa odlišovali od ostatných.

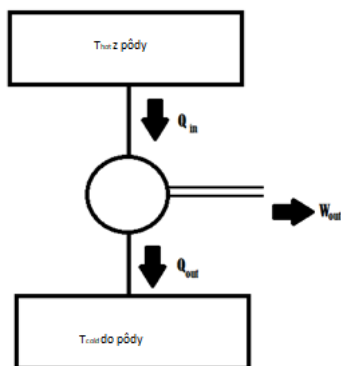


Obr. 21. Uzavreté systémy tepelného čerpadla

Uzavreté systémy: Výmenníky tepla sú uložené horizontálne alebo vertikálne pod zemou. Tekutina prenášajúca teplo cirkuluje v tepelných výmenníkoch a odovzdáva teplo do tepelného čerpadla (alebo naopak). Preto je nosič tepla izolovaný od

vonkajšieho prostredia v potrubiach, tento systém sa nazýva systém s uzavretou slučkou.

Jednou z energeticky najúčinnějších metód vykurovania miestností je použitie tepelných čerpadiel. Tepelné čerpadlo obracia prirodzený tepelný tok zo studeného na horúce. Využíva na to elektrickú energiu. Typické tepelné čerpadlo dokáže premeniť 1 jednotku elektrickej energie a 2 jednotky voľnej energie v prostredí na 3 jednotky celkového využiteľného tepla.

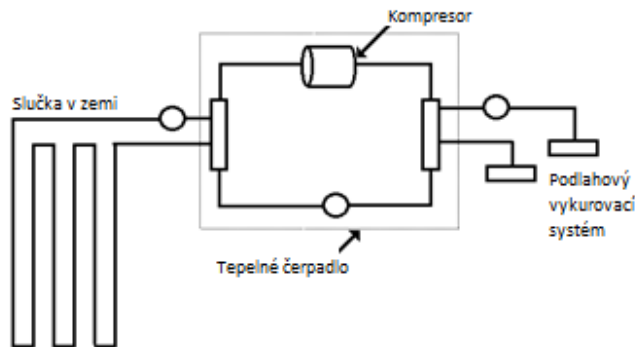


Obr. 22. Tepelné čerpadlo a princíp premeny energie na teplo

V každom prípade bude užitočný tepelný výkon väčší ako energia použitá samotným tepelným čerpadlom. Tepelné čerpadlá majú navyše relatívne nízky výstup oxidu uhličitého. V celej Európe sa používajú tisíce domácich tepelných čerpadiel.

GSHP prenášajú teplo zo zeme do budovy, aby zabezpečili vykurovanie miestností a teplú vodu. Pre každú jednotku elektriny použitej na tepelné čerpadlo sa vyrobí 3 - 4 jednotky tepla.

Tepelné čerpadlo je mechanické zariadenie používané na vykurovanie a chladenie, ktoré pracuje s princípom, že teplo sa pohybuje z vyššej teploty na nižšiu teplotu. GSHP používa podzemie na ohrievanie v zime, a chladenie v lete. V skutočnosti má dnes každý GSHP ako chladničku. Chladnička prenáša teplo zvnútra von. Ak sa dotknete jej zadnej časti, môžete cítiť teplo prichádzajúce zvnútra. Princíp je rovnaký, ak chcete presunúť teplo z akéhokoľvek prostredia. Tepelné čerpadlo (obrázok nižšie) presúva teplo z prostredia s vysokou teplotou do prostredia s nízkou teplotou. Proces zvyšovania teploty pri nízkej teplote na vyššie teploty zahŕňa cyklus odparovania, kompresie, kondenzácie a expanzie.



Obr. 23. Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo má 3 hlavné časti:

- Odparovač – odoberá teplo z vody v pozemnej slučke
- Kompresor – posúva chladivo okolo tepelného čerpadla a stlačuje plynné chladivo na teplotu potrebnú pre obvod distribúcie tepla
- Kondenzátor - odovzdáva teplo do nádrže na teplú vodu, ktorá napája rozvodný systém.

Systém distribúcie tepla pozostávajúci z podlahového vykurovania alebo radiátorov na vykurovanie miestností a v niektorých prípadoch na skladovanie vody na zásobovanie teplou vodou.

3.2 Výroba elektriny z geotermálnej energie

Účinnosť výroby elektriny z geotermálnej pary sa pohybuje od 10 do 17%, čo je asi trikrát nižšia úroveň ako účinnosť jadrových alebo fosílnych elektrární. Geotermálne elektrárne majú najnižšie hodnoty účinnosti kvôli nízkej teplote pary, ktorá je zvyčajne nižšia ako 250°C. Okrem toho má geotermálna para chemické zloženie, ktoré sa líši od čistej vodnej pary, pretože všeobecne obsahuje nekondenzovateľné plyny (CO₂, H₂S, NH₃, CH₄, N₂ a H₂). Tieto plyny sa musia extrahovať z kondenzátorov elektrárne, takže znižujú účinnosť výroby elektriny.

V závislosti od stavu geotermálneho zdroja sa na výrobu elektriny používajú rôzne cykly. Tieto cykly sú:

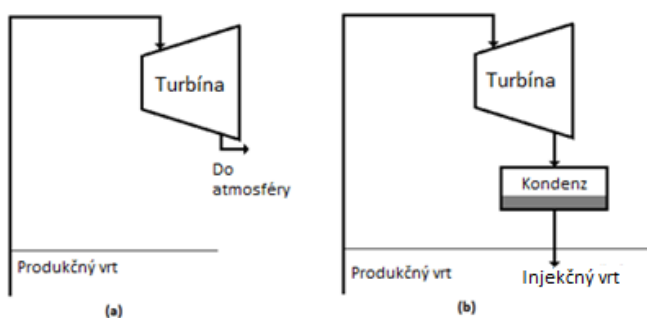
- cyklus na suchú paru,
- parný cyklus,
- binárny cyklus.

3.2.1 Cyklus na suchú paru

Najjednoduchšie zo všetkých typov geotermálnych elektrární sú elektrárne na suchú paru. Takéto elektrárne sa môžu využívať predovšetkým v oblastiach so saturovanou alebo uvoľnenou geotermálnou parou. Vo svete sú geotermálne polia s nasýtenou alebo

uhlovou geotermálnou tekutinou veľmi obmedzené. V prípade pary pochádzajúcej z geotermálnych zdrojov, suchej pary alebo mierne horúcej pary môže byť elektrina vyrobená zaslaním parnej turbíny priamo do skupiny generátorov. Taliansko - Larderello a USA - Gejzíry sú príklady zdrojov, ktoré majú tieto vlastnosti.

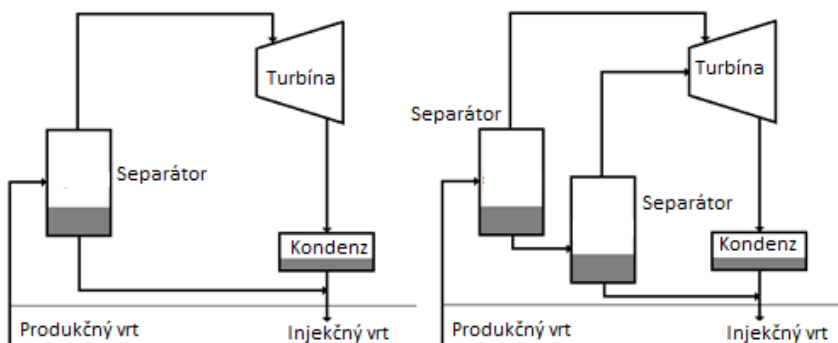
Tieto elektrárne môžu aj nemusia mať kondenzátor. V nekondenzačnom cykle para z geotermálnej studne jednoducho prechádza turbínou a odvádza sa do atmosféry. Výhodou tohto cyklu je, že tu nie je kondenzátor, takže náklady na konštrukciu a prevádzku sú nižšie ako náklady na elektrárne s kondenzačným zariadením. Nežiaducim dôsledkom tohto cyklu je, že priame vypúšťanie geotermálnej pary vedie k znečisteniu životného prostredia.



Obr. 24. Princíp suchej pary

3.2.2 Parný cyklus

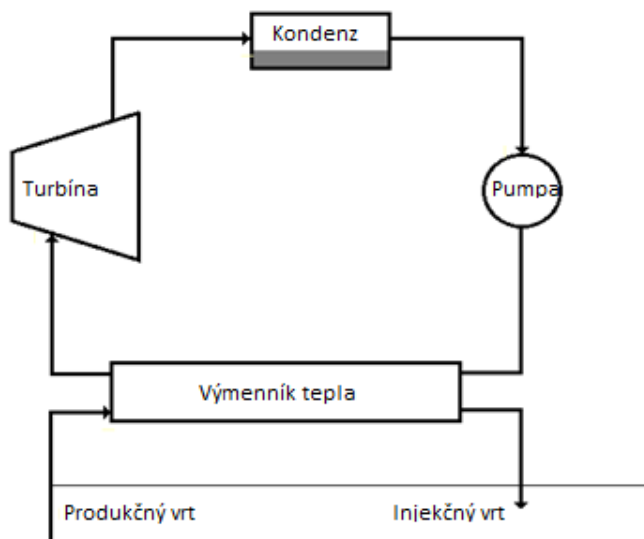
Nie je bežné, že podzemná geotermálna tekutina je úplne v plynnej fáze. Extrahovaná geotermálna tekutina je obvykle nasýtená zmes kvapalina-para. V týchto prípadoch, ak je percento pary dostatočne vysoké, para sa oddelí od kvapaliny a kvapalina sa vstrekuje do vstrekovacej studne zatiaľ čo para sa privádza do turbíny. Takýmto systémom by mohli byť jednoduché alebo dvojité cykly.



Obr. 25. Princíp parného cyklu

3.2.3 Binárny cyklus

Pri nízkych teplotách (zvyčajne pod 170 ° C) a kvapalných geotermálnych zdrojoch sa pri výrobe elektriny používa cyklus nazývaný binárny cyklus. Medziproduktová tekutina prechádzajúca turbínou v tomto cykle nie je geotermálna para, ale tzv. Sekundárna tekutina, ktorej teplota varu je oveľa nižšia ako teplota varu vody. V tomto cykle tvorí geotermálna tekutina zdroj tepla cyklu. Izobután, izopentán, pentán a R114 sú sekundárne kvapaliny bežne používané v zariadeniach na geotermálny sekundárny cyklus.



Obr. 26. Princíp binárneho cyklu

4. Metódy výroby v poľnohospodárstve

Geotermálne zdroje majú veľký potenciál v oblasti výroby elektrickej energie, skleníkového hospodárstva, zdravotného cestovného ruchu, a vykurovania. Zdroje tepla sústredené v oblastiach zemetrasení majú potenciál znížiť spotrebu fosílnych palív.



Na svete sa 34% geotermálnych zdrojov využíva na vykurovanie a získavanie teplej vody. Po kúpeľoch a bazénoch nasledujú poľnohospodárske postupy s mierou využitia 14%. Ide o najčastejšie využívanie geotermálnych zdrojov v poľnohospodárskej výrobe. Zdroje horúcej vody sa bežne používajú na ochranu proti chladu, keď vlastnosti nie sú dostatočné alebo keď sa pestujú letné rastliny. Globálne sa 14% zdrojov teplej vody využíva na skleníky. Hospodárske zvieratá a akvakultúra využívajú zdroje horúcej vody



asi na 12%. Zdroje geotermálnej energie sa používajú aj na poliach, naúríklad na sušenie plodín a pestovanie húb.

Zdroje horúcej vody sú dostupné v širokom spektre použití v poľnohospodárskej výrobe. Tie obsahujú:

- sušenie jedla,
- sterilizácia
- konzervovanie,
- chladiace zariadenia,
- pitná voda,
- vykurovanie skleníkov,
- príbytky pre zvieratá,
- chov rýb,
- ohrev pôdy,
- pestovanie húb,
- rekultivácia pôdy
- zavlažovanie.

Zdroje geotermálnej energie sa môžu využívať priamo v oblastiach poľnohospodárstva a spracovania poľnohospodárskych výrobkov. 14% geotermálnych energetických zdrojov dostupných na svete sa využíva v poľnohospodárskej výrobe. Hoci sa využíva hlavne v skleníkoch, 12% geotermálnej energie sa využíva pri chove rýb a iných činnostiach chovu hospodárskych zvierat. Najmenej výhodnou oblasťou pre geotermálnu energiu sú systémy na sušenie produktov. Geotermálna energia, ktorá nevie nájsť veľké využitie pri výrobe potravín, sa v tejto oblasti stále skúma.

3.3 Možnosti využitia v poľnohospodárstve

Využitie geotermálnej energie pri ohreve pôdy

Táto prax sa zvyčajne uskutočňuje na nových lokalitách. Niektoré druhy ovocia a zeleniny sa môžu pestovať vo vonkajších priestoroch so zariadeniami na ohrievanie pôdy. V zariadeniach na zohrievanie pôdy: Vykurovacie rúrky sa ukladajú pod úroveň zeme a teplota pôdy sa zospodu zohreje na požadovaný stupeň.

Využitie geotermálnej energie na zohrievanie zvieracích príbytkov

Zdroje horúcej vody v živočíšnych príbytkoch, ako sú stajne a hydinárne, je možné využívať na zabezpečenie vhodných životných podmienok pre zvieratá. Radiátory a horúcovodné potrubia môžu byť použité na vyhrievanie prístreškov, ako aj na spôsob, akým je ohriaty vzduch čerpaný do krytu pomocou ventilátora.



Využitie geotermálnej energie v skleníkoch

Turecko je z hľadiska geotermálnych zdrojov energie jedným z najbohatších regiónov sveta. Turecko sa nachádza okolo horúcich prameňov. Tieto zdroje, ktoré sa používajú ako termálne pramene, sa v súčasnosti vo veľkej miere využívajú v skleníkoch. V posledných rokoch skleníkový sektor využívajúci zdroje horúcej vody svoj objem zvýšil šesťkrát a objem výroby sa zvýšil na viac ako 50 tisíc ton.

Využitie geotermálnej energie v sušení

Horúci vzduch generovaný zdrojmi horúcej vody poskytuje významné úspory energie pri sušení produktu. Zároveň sa zdá, že tieto zariadenia sú ekonomicky úspornejšie ako využívanie fosílnych palív. Do produktu ktorý sa má sušiť pri požadovanej teplote sa môže privádzať horúca voda a ventilátorový systém. Pri procesoch sušenia pri nízkych teplotách sa horúca voda môže použiť na priame zahriatie prostredia.

Využitie geotermálnej energie pri chove rýb

Pri chove rýb sa horúca voda môže využívať priamo odovzdaním do bazéna alebo cirkuláciou horúcej vody z potrubí umiestnených v bazéne. Niektoré produkty akvakultúry, ako napríklad krevety, vyžadujú teplotu okolia 30°C. Druhy lososa a pstruha na druhej strane nemôžu tolerovať teploty vyššie ako 15 °C.

Využitie geotermálnej energie pri pestovaní húb

Značná energia sa spotrebúva na reguláciu teploty v prostredí rastu húb. V závislosti od konkrétnej kultivovanej huby, nutnosť udržiavania okolitej teploty na 15 - 17 stupňov predstavuje značné náklady na prevádzku v chladnom počasí. Na druhej strane potreba horúcej vody na pasterizáciu materiálu, ktorý sa má použiť pri pestovaní húb, zvyšuje náklady na energiu. Pri pestovaní húb použitie termálnej horúcej vody znižuje náklady na energiu a poskytuje významné úspory pri udržiavaní teploty v pestovateľskej miestnosti a pri sterilizácii materiálu.

Využitie geotermálnej energie pri sanácii pôdy

V suchých a polosuchých oblastiach, kde sa zdroje podzemnej vody intenzívne využívajú, je hromadenie soli v pôde najdôležitejším problémom. Aj keď to nie je veľmi bežné, geotermálne zdroje horúcej vody sa využívajú na zlepšenie týchto pôd, ktoré majú problémy s odvodňovaním. Na tento účel sa najskôr vyvinie drenážny systém a premyje sa horúcou vodou do slanej pôdy.

Využitie geotermálnej vody

Skleníkový sektor vykurovaný geotermálnymi horúcimi vodami využíva geotermálne vody aj na zavlažovacie účely. Najdôležitejším problémom pri využívaní geotermálnych vodných zdrojov je zloženie vody. Minerálny obsah podzemnej vody je často problematický. Aby sa mohli využívať geotermálne zdroje vody, musí byť známe



minerálne zloženie. Dôležitá je najmä úroveň prvkov, ktoré môžu spôsobiť problémy. Niekedy sa v zdrojoch horúcej vody, vyskytujú toxické prvky, najmä bór. Odporúča sa aby sa na zavlažovanie nepoužívali geotermálne vody obsahujúce v priemere viac ako 1 ppm bóru, hoci to sa líši v závislosti od pestovaných rastlín.

4 VÝHODY A NEVÝHODY GEOTERMÁLNEJ ENERGIE

4.1 Výhody

- Obnoviteľná, nevyčerpatelná, lacná geotermálna energia je spoľahlivým a udržateľným zdrojom, akým disponuje napríklad Turecko.
- Kvôli miestnemu použitiu; ekonomicky neovplyvnené vojnami, čím sa znižuje externá závislosť krajín závislých od energie.
- Odpadá problém prepravy energie.
- Šetrná k životnému prostrediu, keďže emisie sú pri jej využívaní veľmi nízke.
- Geotermálna energia; priemysel má 95% účinnosť v oblasti bývania, poľnohospodárstva a využívania skleníkov.
- Nezávislá od klimatických zmien a počasia.
- Geotermálne energetické rezervy; geotermálna energia je udržateľná obnoviteľná energia so zásobou podzemných a povrchových vôd prechádzajúcich horúcimi horninami a pokračujúcimi za podmienok opätovného vstrekovania.

4.2 Nevýhody

- V geotermálnych energetických systémoch sa voda cirkulujúca v potrubíach na teplú vodu môže znečistiť v dôsledku síry a soli vo vode.
- Ak sa kontaminovaná geotermálna voda použije na poľnohospodársku pôdu, môže byť škodlivá pre ľudské zdravie tým že poškodí potraviny.
- Síra, oxid uhličitý, amoniak, metán a bór sa môžu uvoľňovať v oblastiach s otvoreným systémom, čo môže spôsobiť najmä srdcové, pľúcne a pečenné ochorenia.
- Oxid siričitý, ktorý sa uvoľňuje do systému, spôsobuje kyslé dažde, takže budú ovplyvnené aj rastliny, stromy, jazerá a rieky.

5 NOVINKY Z OBLASTI GEOTERMÁLNEJ ENERGIE

EGEC, Európska rada pre geotermálnu energiu, uverejnila siedme vydanie svojej výročnej štúdie hodnotiacej vývoj geotermálneho sektora v Európe. Správa o geotermálnom trhu EGENC potvrdzuje trend smerujúci k stabilnému rastu zaznamenanému v posledných rokoch, zároveň však zdôrazňuje potrebu väčšieho uznania s cieľom umožniť plné využívanie geotermálnej energie v Európe.



Inštalovaná kapacita geotermálnej elektrickej energie v Európe predstavuje 2,8 GWe, ročne produkujúc viac ako 15 TWh. V Európe je 117 elektrární, z ktorých 16 bolo uvedených do prevádzky v roku 2017. Nové prírastky sú pomerne významné, pripojením 330 MWe novej geotermálnej elektrickej energie, najmä v Turecku..

Využívanie geotermálnej energie na vykurovanie sa tiež zvyšuje, podporované výstavbou nových sietí diaľkového vykurovania a modernizáciou starých sietí, a to vďaka miestnemu a národnému plánovaniu, v ktorom sa geotermálne teplo identifikuje ako nákladovo efektívne riešenie pre uspokojenie potrieb vykurovania. V roku 2017 bolo slávnostne otvorených 9 nových závodov, ktoré pridali viac ako 75 MWth vo Francúzsku, Holandsku a Taliansku. Počet nových závodov, ktoré sa spúšťajú každý rok, má stúpajúci trend, pričom priemerná ročná miera rastu v posledných rokoch je 10%.

Pokiaľ ide o jednotlivé geotermálne vykurovacie systémy, plytký geotermálny trh zostáva najväčším segmentom sektora z hľadiska počtu inštalácií, inštalovanej kapacity a vyrobenej energie. Jednotlivé geotermálne vykurovacie systémy alebo geotermálne tepelné čerpadlá predstavujú v Európe vyše 20 GWth vykurovacej kapacity s takmer 2 miliónmi nainštalovaných jednotiek.

„Jednou z výziev pre rozvoj geotermálnej energie v Európe je demonštrácia, že prínos nášho odvetvia k energetickému mixu, dekarbonizovaný prístup založený na obnoviteľných zdrojoch, je teraz oveľa väčší a viac ako len okrajový trh.“, Uviedol generálny tajomník EGEN Philippe Dumas , „Geotermálna energia sa považuje za dôležitý zdroj energie na dosiahnutie našich cieľov po roku 2020, pokiaľ ide o spotrebu energie z obnoviteľných zdrojov, zvýšenie energetickej účinnosti a zníženie emisií skleníkových plynov. Účastníci trhu budú teraz musieť využiť nové ponúknuté príležitosti, aby sa dosiahol ďalší rozvoj geotermálneho trhu v Európe. “

5.1 ETIP-DG: 2050 Ďaleká Geotermálna vízia - Rozvoj a využívanie v Európe:

Európska technologická a inovačná platforma pre hlbokú geotermálnu energiu (ETIP-DG) uverejnila svoju víziu rozvoja a využívania hlbkej geotermálnej energie v Európe do roku 2050.

V rodisku geotermálnej energie (Pisa, Taliansko) predstavila Európska technologická a inovačná platforma pre hlbokú geotermálnu energiu „Víziu pre hlbokú geotermálnu energiu“, aby sa zamerala na budúci vývoj hlbkej geotermálnej energie a zdôraznila veľký potenciál nevyužitých geotermálnych zdrojov v celej Európe.

ETIP-DG, na stretnutí v Toskánsku, regióne, v ktorom už geotermálna energia zamestnáva takmer 10 000 ľudí a poskytuje tisíckam ďalších čistú a spoľahlivú energiu, čím pomáha znižovať závislosť od dovozu fosílnych palív, vydáva svoj dokument Vision a začína práce na svojom strategickom výskumnom programe.

„Našou víziou je, že do roku 2050 môže geotermálna energia pokryť podstatnú časť domáceho dopytu po teple a elektrine,“ uviedol Ruggero Bertani, predseda ETIP-DG. „Ako lokálny a stabilný zdroj obnoviteľnej energie bude geotermálna energia v budúcom



energetickom systéme rozhodujúca, pretože bude poskytovať energiu, teplo a skladovanie tepla.“

Publikácia zdôrazňuje, ako úspech energetického prechodu znamená navrhovanie optimálnych scenárov, pokiaľ ide o náklady a dostupnosť pre zákazníkov a občanov, a zároveň zaručuje energetický komfort. Cieľom vízie je vyvolať diskusiu o tom, ako čo najlepšie dosiahnuť budúcnosť geotermálnej energie v Európe, ktorá je bezpečná, cenovo dostupná a bez obsahu uhlíka a ktorá má najmenší vplyv na prírodu. Uvádza desať kľúčových odkazov (pozri nižšie), ktoré zahŕňajú rast, zameranie sa na potenciál zdrojov, udržateľnosť, kogeneráciu a hybridizáciu bez toho, aby sa zabúdalo na sociálny rozmer.

V nadchádzajúcich mesiacoch sa v dokumentoch o strategickom výskume a pláne načrtnú výskumné priority, ktoré sa majú vyvinúť do roku 2050, ak sa má táto vízia dosiahnuť.

Vízia hlbokkej geotermálnej energie: Kľúčové odkazy

- Potenciál zdrojov: Geotermálna energia je široko dostupný zdroj energie, pretože podzemné teplo je dostupné všade.
- Vhodné na konkrétny účel: Geotermálna energia má veľký podiel na pokroku v mnohých využitíach a miestach.
- Stabilita a dostupnosť: Geotermálna energia je k dispozícii 24 hodín denne a má predvídateľný výstup.
- Rast: Geotermálne zdroje sa ešte musia rozvíjať vo väčšine častí sveta a sú pripravené stať sa posilňovačom miestneho hospodárskeho rozvoja.
- Udržateľnosť: environmentálna stopa ktorú geotermálna energia zanechá je oveľa nižšia ako v prípade iných zdrojov energie.
- Kogenerácia a hybridizácia: Geotermálnu energiu možno kombinovať s inými zdrojmi energie a technológiami, aby sa zvýšila účinnosť.
- Flexibilita: Geotermálna energia môže byť prispôsobená každému druhu dopytu po energii, v prípade potreby poskytuje energiu základného zaťaženia.
- Optimalizácia: Geotermálna energia je všestranná energia, ktorej viacnásobné použitia sú optimalizované kaskádovým využitím tepla.
- Chladná a príťažlivá: okrem chladenia vzduchu našich domov, pracovných priestorov, nákupných centier, letiska ... geotermálna je jednoducho krásna, pretože je v podstate neviditeľná.
- Prenikanie na trh a sociálny rozmer: Geotermálna energia je domáci a zelený zdroj, bezpečný, stabilný, čistý a prispieva k energetickej účinnosti.



6 PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE

6.1 Bigadický Geotermálny projekt

Bigadiç je mesto v južnej časti Marmara, ktoré sa zaoberá poľnohospodárstvom a chovom zvierat. Geotermálny projekt sa začal v roku 1999 s cieľom vyhodnotiť zdroj geotermálnej energie nachádzajúci sa v Hisarköy, 23 km severovýchodne od Bigadiç, a jeho cieľom bolo v prvej fáze projektu vykurovať domy centrálnym systémom. V súčasnosti je v prevádzke 7 000 obytných vykurovacích systémov. Práce na termálnej turistike stále prebiehajú.

Účelom projektu je vykurovať domy, pracoviská a verejné inštitúcie, vyrábať skleníky na základe geotermálnej energie, vytvárať zdravotný a kozmetický turizmus s geotermálnou energiou a využívať ho v poľnohospodárstve a chove hospodárskych zvierat.

V rámci projektu sa v okrese rozvinula skleníková aktivita a rozšírila sa sezónna rastlinná výroba, znížilo sa používanie uhlia na ohrievanie a rozvinul sa čistejší vzduch a prírodnejšia poľnohospodárska výroba.

Okrem toho boli termálne zariadenia HERA sprístupnené pre medzinárodnú turistickú službu v rámci využívania geotermálnej energie pre zdravie a krásu (termálny) cestovný ruch. V objekte sa nachádza 14 bazénov, 4 turecké kúpele, 1 aquapark a kúpeľné centrum.

6.2 Izmir - Balçova Geotermálny diaľkový vykurovací systém

V Turecku, mestách Narlıdere a Balçova v Izmir je asi 15 000 domov vyhrievaných geotermálnou energiou. Geotermálna tekutina sa získava pri výrobnej teplote 83 °C - 135 °C. Pomer nekondenzovateľného plynu vo vyrobenej tekutine je veľmi nízky. Teplota vody cirkulujúcej vo vykurovacom systéme Balçova sa zohrieva na 80 °C - 90 °C s pomocou geotermálnej vody v tepelných výmenníkoch. Rozsah návratnej teploty je 42°C až 60 °C. Spolu so 6631 bytmi sa tak znášajú energetické zariadenia rôznych budov vrátane 2 hotelov a 2 univerzít. Podľa ostatných je celková produkcia štyroch vrtoch pri vysokej teplote 391 m³ / h a priemerná výrobná teplota je 130 °C.

Táto oblasť bola vyhlásená za „stredisko tepelného cestovného ruchu a ochrannú oblasť cestovného ruchu“ v roku 1995. Geotermálne bohatstvo tejto oblasti je prezentované v širokom spektre využitia, od rezidenčných pobytov až po verejné inštitúcie. Hotely a motely v okrese vykurojú a chladia rezidencie.

6.3 Obec Galanta na Slovensku

Galanta je mesto ležiace v juhovýchodnej časti Slovenskej republiky. Leží na nížinnej časti ležiacej približne 50 km od hlavného mesta Bratislava. Vzdialenosť od hlavného mesta a jeho poloha približne 50 km severne od hraníc Maďarska a Rakúska potvrdzujú výhodnú polohu mesta, ktorá je veľmi vhodná pre investorov a ich obchodné aktivity.



Galanta má 16 500 obyvateľov, rozlohu 396 ha a je jedným z obchodných a kultúrnych centier regiónu. Pokiaľ ide o miestnu samosprávu, Galanta je okresným mestom Trnavského kraja. Mesto je rozdelené do troch regiónov: Galanta, Javorinka, Nebojsa.

Galanta je obklopená niekoľkými riekami a menšími tokmi: Váh, Malý Dunaj a Dudva. Mesto má bohaté geotermálne vodné zdroje. Od vstupu Slovenska do Európskej únie sa v Galante ustálilo mnoho zahraničných spoločností, ktoré prispeli k celkovému rozvoju mesta. Galanta je dôležité administratívne a kultúrne stredisko, ktoré slúži okresu s rovnakým názvom. Je sídlom orgánov štátnej správy a centrom obchodu a služieb. Pozdĺž železničnej trate sa nachádza priemyselný park, ktorý je dôležitým železničným uzlom s traťami vedúcimi v štyroch smeroch. V meste sa nachádza sedem bánk, colný úrad a agentúra pre regionálny rozvoj. V priebehu rokov sa v meste úspešne usídlili zahraničné spoločnosti. Najdôležitejším investorom je spoločnosť Samsung. Spoločnosť vybudovala aj logistické a distribučné centrum pre strednú a východnú Európu. To viedlo k vytvoreniu významného počtu nových pracovných miest. Návštevníci si môžu nájsť ubytovanie v hoteli a v meste sa nachádzajú reštaurácie, krčmy a kaviarne. Kultúrne centrum organizuje spoločenské a kultúrne podujatia; Nachádza sa tu kino, amfiteáter, mestská galéria, historické múzeum a knižnica poskytujúca kultúrne programy. K športovým zariadeniam patrí športová hala, štadión, tenisové kurty, bazén, fitnesscentrá a sauny. V blízkosti mesta sa nachádza aj rekreačné stredisko Kaskády s výborným zázemím pre vodné športy a rybolov na Kralovej nádrži. Okrem toho sú v blízkosti Galanty tri geotermálne kúpaliská: v Diakovciach, Horných Šalubách a Vincovom lese. Mesto má bohatý kultúrny a spoločenský život. Pravidelne sa opakujúce výročné akcie sú veľmi úspešné a majú vysokú účasť. Letný veľtrh v Galante sa koná v auguste a je obohatený o kultúrne a športové podujatia, ako aj o pívny festival. V neposlednom rade má Galanta šťastie, že má bohaté geotermálne vodné zdroje. Obec vyvinula úsilie na rozšírenie využívania tejto zelenej energie, ktorá je v meste rozšírená, a na zabezpečenie dostupnosti tejto energie pre budúce generácie.

6.4 Geotermálna energia na Islande

Geotermálny sektor na Islande sa vyvíja od 18. storočia. Tento vývoj sa začal tým, že sa v oblasti Reykjavíku určila a vybudovala oblasť s horúcimi prameňmi, na pranie prádla na čerstvom vzduchu. Zároveň sa nepriamo využilo vrtanie v geotermálnych poliach na ťažbu síry. V roku 1900 sa začali experimenty s vrtaním plytkých geotermálnych vrtov a prenosom horúcej vody potrubím na vykurovanie miest a v roku 1908 bol uvedený do prevádzky systém diaľkového vykurovania malého rozsahu. Neskôr sa objavili ďalšie metódy priameho využitia a prvý skleník na Islande vyhrievaný geotermálnym teplom bol postavený v roku 1924. Prvé kroky k odstráneniu závislosti Islandu od uhlia a ropy na vykurovanie priestorov sa podnikli v roku 1928, keď mesto Reykjavík začalo svoj program vrtania s cieľom získať prístup k teplej vode.

V roku 1930 bol v Laugardalur v Reykjavíku vybudovaný systém diaľkového vykurovania. Systém zásoboval nemocnicu, plavecký bazén, školu a 60 domov geotermálnou horúcou



vodou, čo znamenalo začiatok revolúcie v oblasti diaľkového vykurovania na Islande. Ďalším veľkým krokom na Islande bolo využitie geotermálnej pary na výrobu energie a prvá turbína na Islande, ktorá bola poháňaná geotermálnou parou, bola uvedená do prevádzky v roku 1944. Dnes je vyhrievaných geotermálnou vodou zhruba 90% všetkých priemyselných zariadení a domov v krajine. 30% všetkej elektrickej energie vyrobenej v krajine pochádza z geotermálnych elektrární. Zvyšný dopyt po elektrickej energii zabezpečujú vodné elektrárne, čo robí všetku elektrinu na Islande 100% obnoviteľnou.

7 BIBLIOGRAFIA

- Anonymous, 2015. Renewable Energy Contributing Proven Solutions to the World. Handbook of best practices of geothermal resources management. D6.3 – Final version.
- Anonymous, 2018. "Handbook of best practices of geothermal resources management"
- Mineral and Energy Economy Research Institute, Polish Academy of Sciences, Krakow
- Barbier, E., 2002, Geothermal Energy Technology and Current Status: An Overview., Renewable and Sustainable Energy Reviews 6: 3 – 65.
- Bertrani R. "Geothermal Power Generation in the World 2010 – 2014 Update Report" Proceedings World Geothermal Congress 2015 Melbourne, Australia 19-29 April 2015.
- Çelik, K., Baytekin, H., Kalmış, H., Çelik, H., 2017. Tarımsal Uygulamalarda Yenilenebilir Enerji Kullanımı. Sonçağ Yayıncılık Matbaacılık, Ankara.
- Çetiner, Z.S., 2018. "Ayvacık Tuzla Bölgesindeki Jeotermal Kaynaklardan Metal Mineral Kazanım Olanakları ", Omer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences, Volume 7, Issue 1, (2018), 266-273.
- <https://igc.is/about-iceland-geothermal-conferences/>
- <https://geothermie.vito.be/en/how-can-we-use-geothermal-energy>
- <https://www.ultraenerji.com/jeotermal-enerji/jeotermal-enerjinin-dezavantajlari.html>
- Fridleifsson, I.B., 2001. "Geothermal energy for the benefit of the people", Renewable and Sustainable Energy Reviews 5 (2001) 299–312.
- Işıkoğlu, M., Kurban, M., Dokur, E., 2012. The Assessment of Geothermal Power Plants for Turkey 2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu, 29 Kasım - 01 Aralık 2012, Bursa: 815-820
- Omer A.M., 2008, Ground-source Heat Pumps System and Applications., Renewable and Sustainable Energy Reviews 12: 344-371.
- Külekçi, Ö.C., "Place of Geothermal Energy in The Content of Renewable Energy Sources and It' s Importance for Turkey".



- Richter, A., 2018. ETIP-DG: A 2050 Vision for Deep Geothermal – Development & Utilisation in Europe. <http://www.thinkgeoenergy.com/etip-dg-a-2050-vision-for-deep-geothermal-development-utilisation-in-europe/>
- Richter, A., 2018. Geothermal energy and its key role for Europe – EGEC’s 7th Annual Geothermal Market Report. <http://www.thinkgeoenergy.com/geothermal-energy-and-its-key-role-for-europe-egecs-7th-annual-geothermal-market-report/>





URESA

MODUL 5 - VODNÁ ENERGIA



1 VODNÁ ENERGIA

Sila vody sa pôvodne využívala na prepravu po rieke. Až neskôr človek vynášiel vodné koleso, ale toto tiež slúžilo len na čerpanie vody, t.j. bolo to zariadenie opačné zdroju energie. Voda na zavlažovacie účely sa čerpala do vyvýšených nádrží a odtiaľ sa pomocou gravitácie distribuovala na polia. Išlo však iba o zavlažovacie nádrže bez zariadenia na využívanie vodnej energie. Na druhej strane vedci tvrdia, že na základe súčasných poznatkov by bez vodného kolesa na čerpanie vody, Závesné záhrady Semiramis v Babylone, jeden zo siedmich divov antického sveta (Říman, 1987), podľa rozmerov uvádzaných v historických knihách, nemohli byť zavlažované ani udržiavané.

Prvé použitie vodnej energie sa datuje do roku 135 p.n.l. keď Ctesibius z Alexandrie vynášiel vodné lopatkové koleso. V ranom kresťanskom období sa vodné koleso prvýkrát začalo používať na pohonných mlynoch na Blízkom východe a existujú historické dôkazy o rozsiahlej štruktúre mlyna v blízkosti Arles vo Francúzsku v rozmedzí od 260 do 300 n.l., ktorý využíval spád 18 m v dvoch paralelných kanáloch s celkom 18 vodnými lopatkovými kolesami (Nechleba, 1962).

1.1 Vodná energia v EU

V roku 2011 bolo v EÚ zaznamenaných približne 23 000 vodných elektrární. Prevažná väčšina (91%) je malá (menej ako 10 MWH) a generuje okolo 13% celkovej výroby elektrickej energie z vodnej energie. Na druhej strane veľké vodné elektrárne predstavujú iba 9% všetkých vodných elektrární, ale generujú asi 87% celkovej výroby elektrickej energie z vodných elektrární¹. Vodné elektrárne sa z technických dôvodov často sústreďujú v horských oblastiach, ale majú výrazné ďalekosiahle účinky na veľké aj malé rieky a jazerá vo všetkých druhoch rôznych regiónov. V menších riekach môže mať na rieku zásadné negatívne dôsledky aj malá strata toku alebo narušenie prirodzených ekologických podmienok. Najčastejšie sa používajú tieto vodné elektrárne:

- 1. Prietokové vodné elektrárne.** V systémoch vodných tokov je výroba elektriny poháňaná existujúcim tokom a poklesom prevýšenia rieky. Tento typ zariadenia využíva prirodzený tok vodných tokov na výrobu elektriny. Nie je úmyslom uchovávať vodu a používať ju neskôr. Tento typ je najbežnejší pre malé vodné elektrárne, ale možno ho nájsť aj pri veľkých staniach.
- 2. Schémy vodnej akumulácie toku:** Akumulačná nádrž ponúka možnosť akumulácie vody v obdobiach s nízkym dopytom a jej vypustenia v obdobiach s vyšším dopytom. Výrobná kapacita je preto menej závislá od dostupnosti toku vody. Takéto nádrže môžu obsahovať denné, sezónne alebo ročné skladovanie, čo umožňuje uspokojiť najvyššie nároky na elektrickú energiu a uľahčiť integráciu výroby obnoviteľnej energie, napr. z veternej energie do energetického systému.
- 3. Vodné elektrárne v nádržiach.** Bežná nádržová elektrárňa má nádrž dostatočne veľkú, aby umožnila skladovanie vody v období dažďov aj v období sucha. Voda sa uchováva za priehradou a je k dispozícii pre elektrárňu podľa potreby. Takéto zariadenie sa môže efektívne využívať počas celého roka, buď ako zariadenie na základné zaťaženie, alebo podľa potreby vo vyťažovaných obdobiach.
- 4. Čerpadlové vodné elektrárne.** Sú založené na nádržiach v rôznych výškach, ktoré umožňujú vyrábať doplnkovú elektrinu počas obdobia vysokého dopytu po elektrine. Voda je prečerpávaná do vyššej nádrže v čase nižšieho dopytu a pri vysokých požiadavkách je uvoľňovaná dole cez turbíny. Čerpacie akumulčné vodné elektrárne nie sú vylúčené zo smernice o obnoviteľných zdrojoch energie, ale nie sú brané do úvahy pre štatistiku obnoviteľných energií.

1.2 Hydroenergetický Potenciál

Všetky obnoviteľné zdroje energie závisia od slnečnej energie. Voda v prírode je nosičom mechanickej, chemickej a tepelnej energie. Mechanická energia vody zahŕňa:

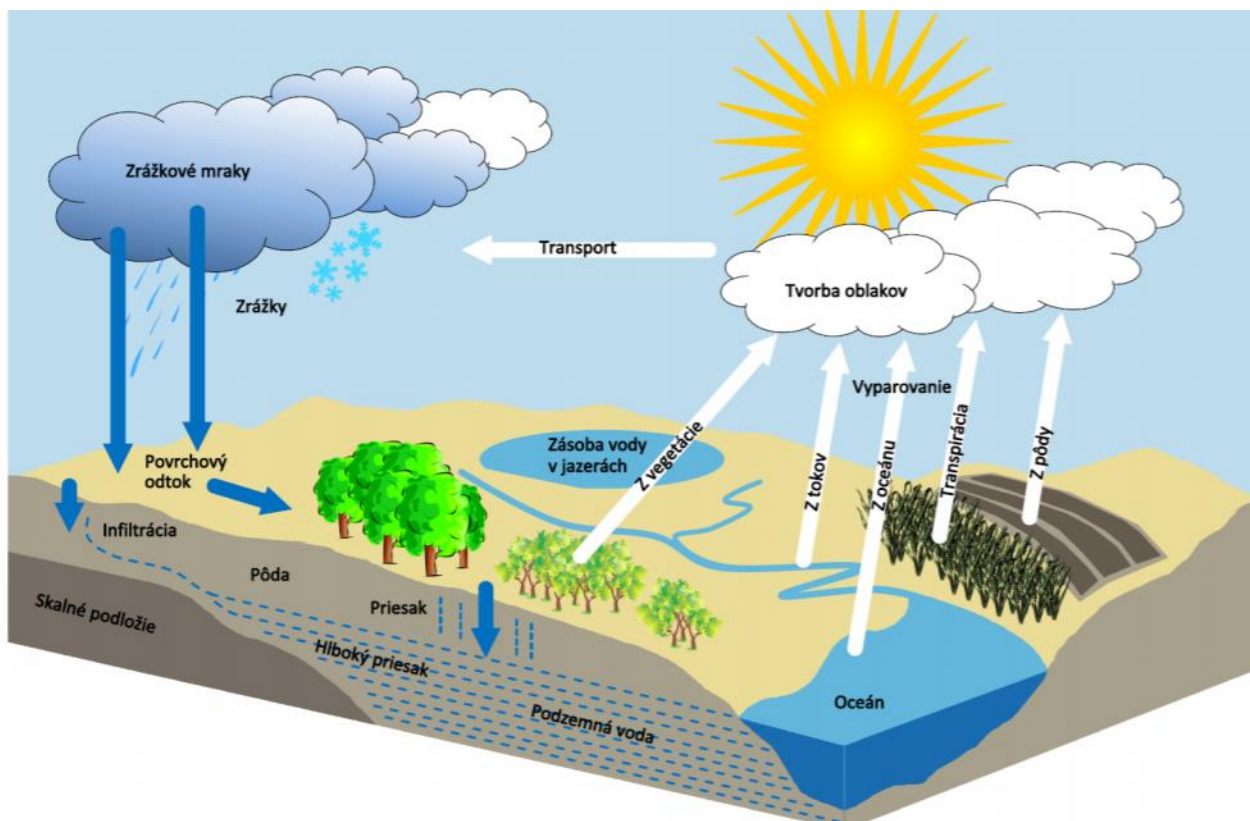
- mechanickej energia zrážok,
- mechanickej energia ľadovcov,
- mechanickej (hydraulická) energia vodných tokov,
- mechanickej energia oceánov.

V klimatických podmienkach Európy je jediným zostávajúcim zdrojom energie mechanickej energia uložená vo vodných tokoch.

1.3 Hydrologický cyklus

Cyklus vody je nepretržitá cirkulácia vody v hydrosfére Zeme poháňaná slnečným žiarením. Voda sa pohybuje v cykle zmenou svojho stavu. Voda, ktorá sa vyparuje do atmosféry, sa prenáša vo forme vody, ktorá padá za dažďa. Väčšia časť sa odparuje z morí a väčšina vody padá späť do morí. Menšia časť sa prenáša na pevninu a atmosférický prenos je vyvážený tokmi vody z pevniny cez rieky do morí a oceánov. Z geografického hľadiska existujú dva okruhy:

- Veľký obeh vody - výmena prebieha medzi oceánom a pevninou.
- Malý obeh vody - vymenený.



Obr. 27. Hydrologický cyklus (zdroj: <http://elkridge-engineering.com/hydrology.html>)

Hlavné fyzikálne procesy zapojené do vodného cyklu sú:

- Odparovanie je premena latentného tepla, pri ktorom sa kvapalina mení na paru.
- Skvapalnenie alebo kondenzácia je termodynamický proces, pri ktorom látka prechádza z pary do kvapalného skupenstva. Ak je v plynnej fáze dostatok viazaných molekúl vody, vzniká dažďová kvapka, ktorá dopadne na zemský povrch ako dážď.



1.4 Potenciál vodnej energie

Aby bolo možné určiť, koľko elektriny sa môže vyrábať pri danom toku, je potrebné poznať jeho hydroenergetický potenciál.

Potenciál vodnej energie (HEP) je celkový tok vody v tečúcej vode. Zvyčajne je to priemerná hodnota za 1 rok. Táto hodnota je pre elektrinu iba teoretická, pretože nezohľadňuje zmenu prietoku v tomto úseku rieky v dôsledku vyparovania alebo absorpcie do podlažia. Preto sa celkový HEP počíta ako súčin jednotlivých úsekov rieky.

Potenciál vodnej energie:

- Hrubý potenciál vodnej energie (GHEP) - určuje sa z nadmorských výšok toku a jeho priemerného prietoku. HEP nemá žiadnu hodnotu pri plánovaní jeho použitia na výrobu elektriny.
- Technicky využiteľný potenciál vodnej energie (TVHEP) - definovaný ako súčet priemernej ročnej výroby veľkých a životaschopných malých tokov vodnej energie do oblasti. TVHEP je tiež definovaný ako celkový potenciál, ktorý sa môže použiť na výrobu elektriny. Jeho hodnota je približne 0,4-násobok hrubého HEP. Celosvetovo technicky využiteľný potenciál vodnej energie je približne 20 000 TWh ročne.

2 KLASIFIKÁCIA VODNÝCH ELEKTRÁRNÍ

Existuje veľa spôsobov, ako klasifikovať vodné elektrárne.

Podľa kapacity sú vodné elektrárne klasifikované ako:

- malé vodné elektrárne - výkon do 10 MW,
- stredné vodné elektrárne - výkon do 200 MW,
- veľké vodné elektrárne - výkon vyšší ako 200 MW.

Malé vodné elektrárne (SHPP) sa členia na:

- domáce vodné elektrárne (do 35 kW),
- vodné mikro elektrárne (do 100 kW),
- vodné mini elektrárne (do 1 MW),
- priemyselné vodné elektrárne (do 10 MW).

V závislosti od veľkosti spádu:

- nízky tlak (spád do 20 m),
- stredný tlak (spád do 100 m),
- vysoký tlak (spád viac ako 100 m).

Podľa typu vodného hospodárstva:

- **prietokové** - nedochádza k akumulácii vody, použitie prírodného toku až po maximálnu absorpčnú kapacitu turbín,
- **akumulačné** - s prirodzenou alebo umelou akumuláciou, so schopnosťou odberu vody podľa potreby energie v priebehu času,
- **čerpaciové** - s dvoma nádržami na vodu. V čase nízkeho zaťaženia sa voda s nízkou hladinou čerpá do vodnej nádrže vyššie. V čase veľkého zaťaženia potom táto voda poháňa vodnú generáciu na výrobu elektriny.

3 ELEKTRICKÉ MOTORY PRE VODNÉ ELEKTRÁRNE

Veľké vodné elektrárne používajú na výrobu elektrickej energie synchronne elektrické rotačné stroje nazývané hydroelektrické alternátory. Jedná sa o trojfázové viacpólové generátory striedavého prúdu s nízkym počtom otáčok, veľkým priemerom a malou dĺžkou (na rozdiel od turboalternátorov v tepelných elektrárnach, ktoré sú vysokorýchlostné bipolárne, s malým priemerom a veľkou dĺžkou). Vytvárajú 3-fázový elektrický prúd v harmonickej frekvencii 50 Hz a vyžadujú presnú reguláciu rýchlosti.

Malé vodné elektrárne často používajú asynchrónny (indukčný) stroj. Asynchrónny elektrický motor pozostáva z:

- motor,
- generátor,
- brzdy.

Malá vodná elektráreň na začiatku pracovala najprv ako motor a turbína ako čerpadlo. Po zaplavení sifónu začne prúdiť pohon vodnej turbíny a asynchrónny stroj, keď stroj prejde do režimu generátora. Takéto použitie asynchrónneho stroja poskytuje spojenie s elektrickou sieťou.

3.1 Vodné kolesá

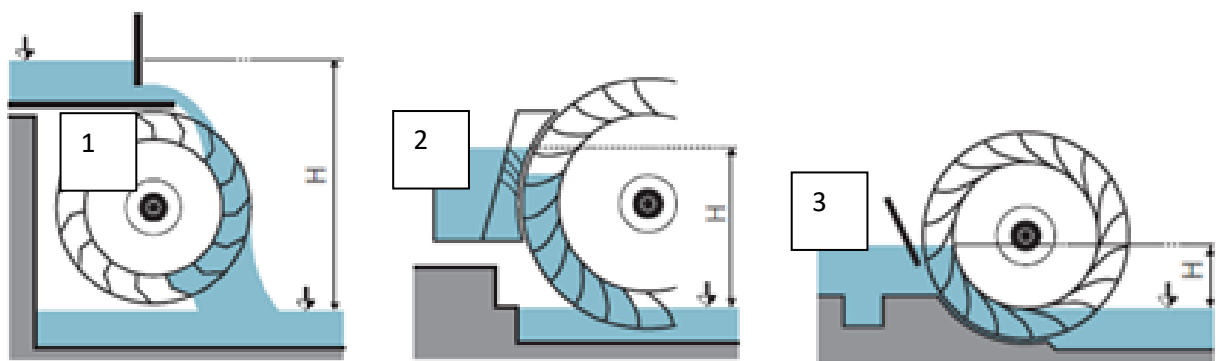
Vodné koleso je najstaršou a najjednoduchšou konštrukciou vodného stroja, ktoré využíva potenciálnu alebo kinetickú energiu toku vody na jej premenu na mechanickú energiu.

Vodné kolesá prinášajú niekoľko významných výhod: uľahčujú efektívne využívanie vodnej energie v miestach s veľmi nízkym spádom, dokonca aj pod 0,5 m, umožňujú návrhy vhodné pre veľmi nízke prietoky - už od $0,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ alebo menej - a môžu správne pracovať aj s veľmi znečistenou vodou. Pre spád do 1,5 m sú takmer nenahraditeľné.

V priebehu svojho vývoja bolo vodné koleso postupne jemne doladené, aby sa dosiahla súčasná účinnosť $\eta = 0,6 - 0,7$ hodnota porovnateľná s účinnosťou niektorých menších vodných turbín pracujúcich za porovnateľných podmienok.

Z hľadiska konštrukcie, ktorá vždy pracuje na princípe premeny mechanickej energie vody na kinetickú energiu rotačného hriadeľa, sú vodné kolesá rozdelené na:

- Typ vedra, ktorý využíva potenciálnu energiu vody;
- lopatkový typ, ktorý využíva kinetickú energiu vody.



1 – vrchná, 2 – stredná, 3 – spodná

Obr. 28. Typy vodných kolies

Podľa bodu prítoku vody sú vodné kolesá klasifikované ako fungujúce na vrchnej, strednej a spodnej vode alebo vedecky povedané s horným, stredným alebo nízkym prítokom¹.

Konkrétne kolesá, ktoré fungujú na spodnej vode, sú jedinou triedou zariadení, ktoré sú schopné využívať veľmi nízke sklony začínajúce pri približne 0,1m, hoci účinnosť pri takýchto sklonoch je pomerne nízka, približne 20%. Pri vyšších stúpaniach poskytujúcich primeranú konštrukciu môže byť účinnosť vodného kolesa až okolo 70%.

V miestach so stúpaním nad 3 m boli prevládajúcim typom vodné kolesá fungujúce na vrchnej vode. Priemer kolesa v takýchto konštrukciách je iba o niečo menší ako sklon a koleso sa otáča mierne nad hladinou vody. Bočné korunky kolesa vybavené lopatkami tvoria vedrá, ktorých výsledná účinnosť sa potenciálne blíži 70%. V lokalitách s takýmto spádom sa však vodné kolesá stále častejšie nahrádzajú modernými vodnými turbínami, najmä v dôsledku problematickej prevádzky pri teplotách pod nulou.

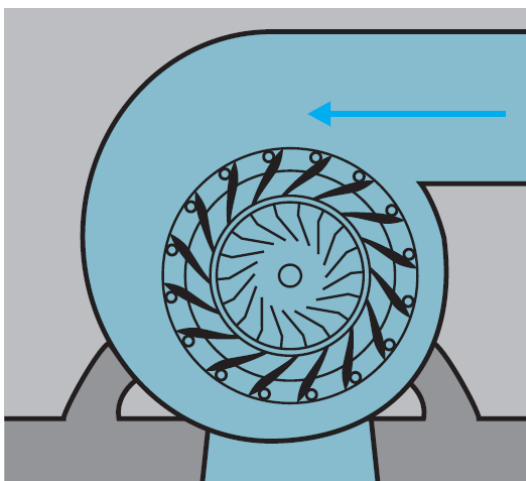
Vodné kolesá majú nízke otáčky, a preto je na úplné využitie ich sily potrebná prevodovka. Napriek tomu je ich konštrukcia ako celok veľmi jednoduchá a zvyčajne nákladovo efektívnejšia v porovnaní s vodnými turbínami a pri prevádzke nepredstavujú žiadne problémy. Dokonca aj konštrukčná časť zostavy pripevnená k vodnému kolesu je jednoduchšia a investičné náklady sú pri porovnatelnom výkone oproti vodným turbínam podstatne nižšie.

3.2 Vodné turbíny

Existuje veľké množstvo vodných turbín rôznych konštrukčných možností a riešení. Vodné turbíny prešli dlhým historickým vývojom a sú v súčasnosti certifikované a sú výrazne vylepšenou verziou vodných zariadení (v porovnaní s vodným kolesom).

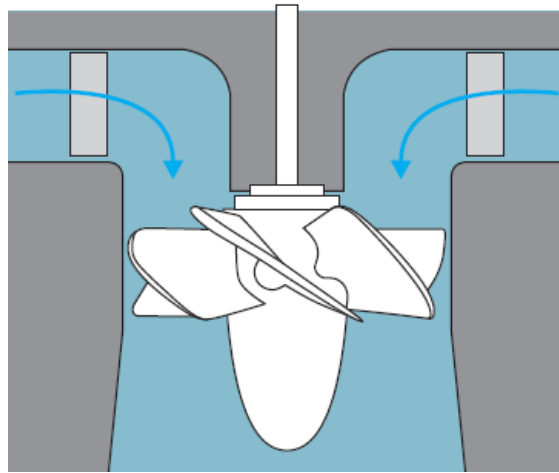
V modernej vodnej energii sa využívajú nasledujúce vodné turbíny:

- **Francisova turbína** - tlaková turbína je radiálne axiálna tlaková turbína s pevnými lopatkami turbíny a regulovanými lopatkami rozdeľovacieho kolesa. Rozsah otvorenia lopatiek rozdeľovacieho kolesa riadi prítok vody cez turbínu, a teda aj výstup turbíny; úplne uzavretá poloha blokuje prítok vody do turbíny. Turbína je vhodná pre miesta, kde sa stúpanie mení iba v obmedzenom rozsahu alebo sa vôbec nemení.

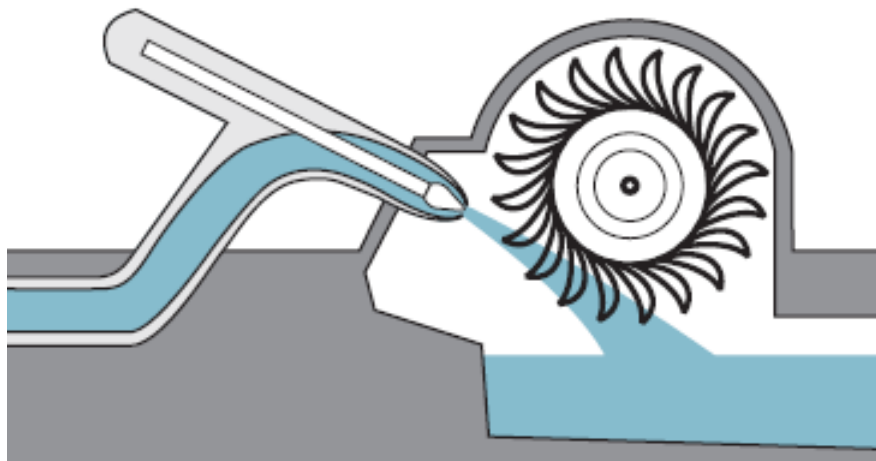


- **Kaplanova turbína** - tlaková turbína, zvyčajne má radiálne axiálnu konštrukciu, ale tam, kde je hriadeľ umiestnený horizontálne, môže byť turbína tiež iba axiálna.

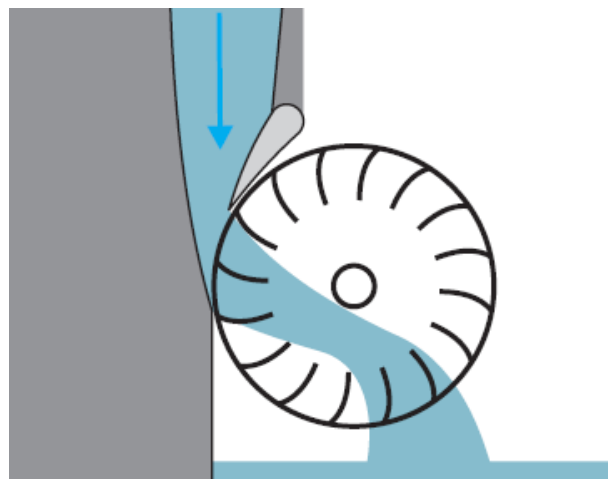
¹ DUŠIČKA, P., GABRIEL, P., HODÁK, T., ČIHÁK, F., ŠULEK, .: Malé vodní elektrárny, Jaga group, v.o.s., Bratislava 2003



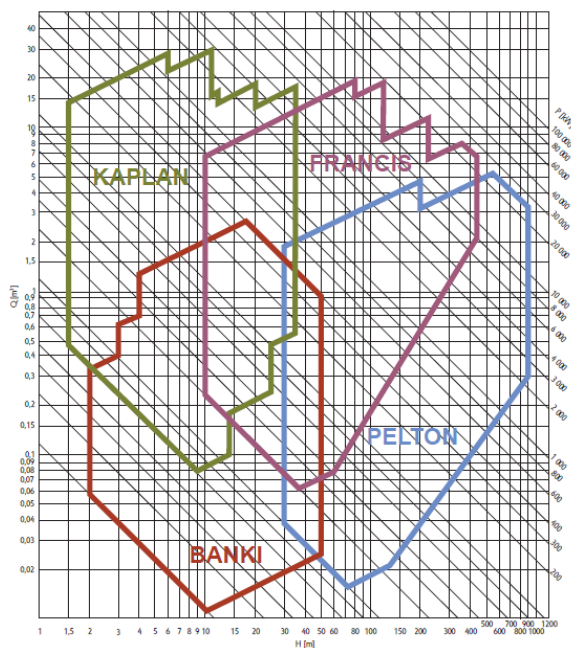
- **Peltonova turbína** – je impulzná turbína, v ktorej je voda privádzaná do turbínového kolesa v tangenciálnom smere cez jednu alebo viac dýz. Je veľmi vhodná tam, kde je vyšší sklon a často sa používa vo vodných elektrárňach v horskom teréne.



- **Bankiho turbína** – pre tlakovú turbínu je charakteristické, že voda preteká guľou dvakrát. Úspešne sa používa v malých vodných elektrárňach s nízkym spádom a nízkym prietokom.



Vhodnosť typov turbín pre rôzne sklony a prietoky ukazuje nasledujúci obrázok.



4 VODNÁ ENERGIA VO VIDIECKYCH OBLASTIACH

Vodné, energetické a poľnohospodárske systémy sú úzko prepojené. Voda je potrebná na výrobu potravín, ako aj na získavanie energie a výrobu energie. Energia je potrebná na čerpanie podzemnej vody a transport povrchovej vody na zavlažovanie plodín. Pri hľadaní zelenej energie je čoraz viac namáhaná výroba potravín.

Výhody:

- vodná energia je obnoviteľný zdroj elektriny,
- neznečisťuje životné prostredie,
- domáci zdroj energie,
- decentralizácia výroby,
- nepriame zníženie emisií do ovzdušia pri výrobe elektriny,
- vyžaduje minimálny servis a údržbu
- štartuje okamžite, v priebehu niekoľkých sekúnd,
- možnosť využitia na pokrytie vysokého dopytu,
- spoľahlivosť a vysoká účinnosť využívania vodnej energie,
- dlhá životnosť zariadenia (často nad 70 rokov),
- nízke prevádzkové náklady.

Nevýhody:

- vysoké investičné náklady,
- dostupnosť technológie,
- nesprávna implementácia negatívnych vplyvov na životné prostredie,
- závislosť na stálom prúde vody,
- závislosť od ročného obdobia a počasia,
- technické ťažkosti s inštaláciou zariadenia,
- dlhodobé výnosy.

4.1 Malé vodné elektrárne a možnosti ich konštrukcie

Môžu byť efektívne použité na malých tokoch s rozptýleným potenciálom vodnej energie s vysokou účinnosťou a priateľským prístupom k životnému prostrediu. Využívanie malých vodných elektrární (SHPP) nemá nepriaznivý vplyv na okolitú flóru a faunu, ale v mnohých prípadoch reguluje vodný režim okolitého územia.

SHPP predstavuje decentralizovaný zdroj energie, čo umožňuje ich inštaláciu do vzdialených oblastí. Elektrina dodávaná z malých vodných elektrární patrí medzi najlacnejšie!

4.2 Konštrukcia malej vodnej elektrárne

Vodná priehrada na hydro účely sa v zásade skladá z dvoch častí:

- hydraulické a stavebné zariadenia;
- mechanické a elektrické zariadenia.

Hydraulické a stavebné zariadenia používané na dodávku vody do turbíny, ukotvenie turbíny a použité na odvádzanie vody z turbín. Tieto možno rozdeliť na:

- prítokové objekty,
- projekcie,
- prírodné vedenia a odpady.

Úlohou prítokových predmetov je zabezpečiť dostatočný tok vody z prúdu do SHPP. Môžeme ich rozdeliť na:

- tlakové - používajú sa na odber tlaku vody v prírodných vedeniach alebo priamo do aktuálneho cyklu turbín. Môžu byť priamo zahrnuté do priehrady alebo samostatne na brehoch voľnej vody;
- netlakové - používajú sa na dodávku vody do nádrže hrádze do netlakového privesu s voľnou hladinou vody. Sú tiež vybavené prahom hrubých premietaní.
- špeciálne - sú konštruované samoobslužnými prílivovými bránami s jemnými a hrubými košami na odpadky, samoobslužnými sacími košmi a sitkami vhodnými pre mikročastice.

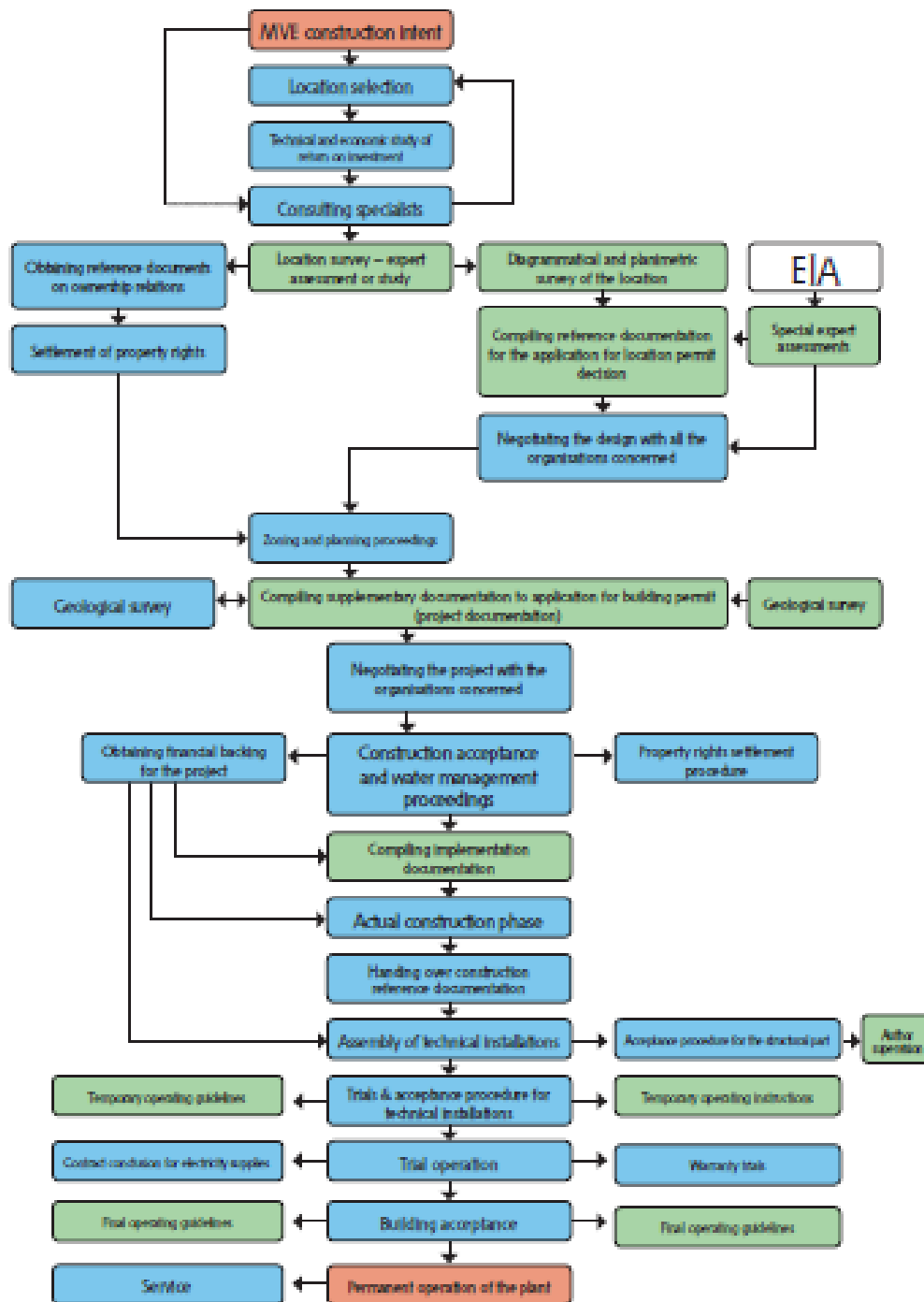
Odpadkové koše sú nevyhnutnou súčasťou každého odberu vzoriek predmetov. Ich hlavnou úlohou je zabrániť vstupu takých nečistôt, ktoré by mohli poškodiť skriňu alebo obežné koleso prietokového kanála, a chrániť všetky časti systému, pred poškodením. rozdelenie:

- hrubé koše - sú navrhnuté tak, aby zachytávali väčšie objekty, ako napr. kríky, kmene, konáre a tak ďalej.
- jemné koše - sú určené na zachytávanie jemných predmetov, listov, zabránenie vstupu malých rýb atď.

Napájacie vedenia a odpad sú často významnou finančnou súčasťou pri výstavbe zariadení na výrobu vodnej energie.

Rozdelenie:

- bez tlaku - sú lacnejšie a zvyčajne sú konštruované ako kanál, buď vnútorné alebo vonkajšie, a často sú navrhnuté s obdĺžnikovým alebo lichobežníkovým profilom.
- pod tlakom - zvyčajne sa používajú na prekonanie vysokého spádu. Z technického hľadiska delia potrubia, ktoré sú vyrobené z iného materiálu, ako napríklad podložie z prírodného materiálu a tunely, ktoré využili vhodné prírodné podmienky a sú razené priamo v skalách.



4.3 Princípy fungovania malých vodných elektrární

Malý hydroenergetický potenciál malých obnovených tokov vodnej energie. Preto ich výkon dosahuje maximálne 10 MW. Väčšina z nich je navrhnutá ako kompaktný turbínový generátor nazývaný hydroelektrický alternátor. Vyrobená elektrina dodaná do distribučnej sústavy, ku ktorej sú pripojené. Menšie pripojenie vybratej lokality v prevádzke na ostrove. Preto pracuje s asynchrónnym alebo synchrónnym generátorom.

4.4 Turbíny pre malé vodné elektrárne

Malé vodné elektrárne využívajú rôzne typy a druhy turbín. Variabilná segmentácia je spôsobená rôznymi podmienkami na mieste, kde sa použijú. Pre nízky prietok a nízky spád zvolíme Bankiho turbínu. Kontrastný vysoký prietok a momentum môžu najlepšie využiť Francisovu turbínu. Peltonova turbína bola navrhnutá pre nízky prietok, ale s vysokým stúpaním, rádovo desiatky metrov. Kaplanova sa používa pre väčšie množstvo vody s menším sklonom.

4.5 Kedy je to výhodné?

Investičné náklady na výstavbu malých vodných elektrární sa pohybujú medzi 2 a 4,3 mil. € / MW. Ak tam už je časť vody, náklady sú 1 až 2 mil. € / MW. Po výbere miesta je potrebné vykonať jeho podrobnejšie merania. Je potrebné zvoliť technické riešenia. Veľmi dôležité je urobiť predbežnú ekonomickú analýzu. To by malo hovoriť o tom, aký bude mať výkon, aký je prínos vyrobenej energie a aká je návratnosť investícií. Toto je obzvlášť dôležité pri pohľade na pôžičku, ale aj pri plánovaní investícií do akýchkoľvek obchodných plánov ...

Všetky vodné elektrárne sa vyznačujú vysokými investíciami a nízkymi prevádzkovými nákladmi. Malé vodné elektrárne postavené pre nízky sklon a silu sú obvykle drahšie na jednotku energie ako malé vodné elektrárne využívajúce vysoké sklony. Vstupné náklady sú najväčšou prekážkou ich rozvoja. Napriek skutočnosti, že ekonomická návratnosť je pomerne dlhá (zvyčajne 7 - 10 rokov), SHPP majú oproti iným technológiám využívajúcim obnoviteľné zdroje energie veľkú výhodu - dlhodobé využívanie. Tieto zariadenia dokážu vyrábať elektrinu viac ako 70 rokov, čo ich robí veľmi priaznivými pre potenciálnych investorov. Cena elektriny (príjem z prevádzky SHPP) sa v budúcnosti navyše zvýši, čo znamená, že investície sa mnohokrát vracajú.

5 PRÍPADOVÉ ŠTÚDIE

5.1 Ukážka malej vodnej elektrárne - RUŽÍN II2



Malá vodná elektráreň Ružín II bola postavená v roku 1974 na rieke Hornád. Elektráreň sa nachádza v prednej časti prečerpávacej vodnej elektrárne (PWPP) Ružín. Procesy energetického plánu vyplývajú z vrcholových hodín PWPP Ružín. Elektráreň má nainštalovanú jednotku s kaplanovou turbínou s horizontálnym priamym prietokom. Celkový inštalovaný výkon je 1,8 MW.

5.2 Ukážka malej vodnej elektrárne – Skawinka and Borek

Skupina CEZ prevádzkuje v Poľsku niekoľko malých vodných elektrární s kumulatívnym inštalovaným výkonom asi 2,5 MW. Toto je Skawinka a Borek, ktoré sa nachádzajú v Sliezske.

Malá vodná elektráreň Skawinka vyrába čistú elektrinu v juhozápadnom Krakove. Vznikla v roku 1961. Prevádzkuje ju spoločnosť Elektrownia Skawina SA v rámci rovnakých komplexných uhoľných elektrární na spoluspaľovanie biomasy. Inštalovaný výkon malých vodných elektrární Skawinka je 1,6 MW.

² <http://www.seas.sk/mve-ruzin-2>



V polovici roku 2013 bola spustená malá vodná elektrárň Borek s inštalovaným výkonom 865 kW. Zdroj čistej energie leží neďaleko Krakova. Nachádza sa na vodnom toku priehrady, ktorá bola postavená v polovici 50. rokov minulého storočia. Je napojená na iný energetický kanál, ktorý sa používa pre chladiace bloky uhoľnej elektrárne Skawina. Elektrárň Borek má Kaplanovu turbínu pri spáde 11 metrov a prietoku $9 \text{ m}^3 / \text{s}$.



6 BIBLIOGRAFIA

- Arcadis 2011: Hydropower generation in the context of the EU WFD. EC DG Environment. 168 pp. http://bookshop.europa.eu/pl/hydropower-generation-in-the-context-of-the-eu-water-framework-directivepbKH3013438/downloads/KH-30-13-438-ENN/KH3013438ENN_002.pdf;pgid=y8dIS7GUWMDsROEAIEMEUsWb0000A6euO_e0;sid=E0EKwHHfLLsKwIJMudgUZxP6sYJ2kNMcbxE=?FileName=KH3013438ENN_002.pdf&SKU=KH3013438ENN_PDF&CatalogueNumber=KH-30-13-438-EN-N
- <http://elkridge-engineering.com/hydrology.html>
- DUŠIČKA, P., GABRIEL, P., HODÁK, T., ČIHÁK, F., ŠULEK, .: Malé vodní elektrárny, Jaga group, v.o.s., Bratislava 2003
- <http://www.seas.sk/mve-ruzin-2>
- Guidance on The requirements for hydropower in relation to Natura 2000. Available at: <http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/Hydro%20final%20May%202018.final.pdf>
- Technology Roadmap Hydropower: http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Hydropower_Roadmap.pdf
- Small Hydro Power Programme: <https://mnre.gov.in/small-hydro>



URESA

MODUL 6 - BIOMASA



1 ČO JE BIOMASA?

1.1 Definície a základné pojmy

Biomasa obsahuje uloženú energiu slnka. Rastliny absorbujú slnečnú energiu v procese zvanom fotosyntéza. Pri spaľovaní biomasy sa chemická energia v biomase uvoľňuje ako teplo. Biomasa sa môže spaľovať priamo alebo premeniť na kvapalné biopalivá alebo bioplyn, ktorý sa môže spaľovať ako palivo.

Biomasa je palivo, ktoré sa vyrába z organických materiálov, a je to obnoviteľný a udržateľný zdroj energie používaný na výrobu elektriny alebo iných foriem energie. Energia z biomasy je uhlíkovo neutrálna elektrina vyrobená z obnoviteľného organického odpadu, ktorý by sa inak vyhodil na skládky, otvorene spálil alebo ponechal ako krmivo pre lesné požiare. Pri pálení sa energia z biomasy uvoľňuje ako teplo. Ak máte krb, už sa podieľate na využívaní biomasy, pretože drevo, ktoré v ňom spaľujete, je biomasové palivo.

Biomasa je akákoľvek organická hmota na zemskom povrchu, ktorá má vlastný chemický energetický obsah. Bioenergia využíva biomasu (zvyčajne odumreté organizmy a odpadové produkty) na výrobu energie vo forme tepla, elektriny alebo vo forme pohybu.

V elektrárnach na biomasu sa drevný odpad alebo iný odpad spaľuje na výrobu pary, ktorá poháňa turbínu na výrobu elektriny, alebo ktorá dodáva teplo priemyselným odvetviam a domácnostiam. Našťastie nové technológie - vrátane kontroly znečistenia a spaľovacieho inžinierstva - pokročili do tej miery, že akékoľvek emisie zo spaľovania biomasy v priemyselných zariadeniach sú vo všeobecnosti nižšie ako emisie vznikajúce pri používaní fosílnych palív (uhlie, zemný plyn, ropa).

Niektoré príklady materiálov, ktoré tvoria palivá z biomasy, sú:

- odpadové drevo,
- zvyšky lesov,
- určité plodiny,
- hnoj,
- a niektoré zvyšky odpadov.

Výroba energie z biomasy je jednou z najstarších energetických technológií používaných ľudstvom. Biomasa sa používa na výrobu tepla a svetla od doby kamennej a na nasledujúcich viac ako 400 000 rokov sa stala hlavným zdrojom energie. S príchodom fosílnych palív a elektrifikácie však stratila prvenstvo.

Svetová produkcia biomasy sa odhaduje na 146 miliárd metrických ton ročne, z čoho väčšinu tvorí najmä rast divokých rastlín. Biomasa predstavuje v rozvojových krajinách 35% spotreby primárnej energie, čo celkovo zvyšuje na 14% spotreby primárnej energie celosvetovo. V budúcnosti má biomasa potenciál zabezpečiť nákladovo efektívne a udržateľné dodávky energie a zároveň pomôcť krajinám pri plnení ich cieľov v oblasti znižovania emisií skleníkových plynov. Odhaduje sa, že do roku 2050 bude v rozvojových krajinách žiť 90% svetovej populácie.

2 DRUHY BIOMASY

Biomasa môže byť rozdelená do dvoch kategórií:

- biomasa z odpadov,
- energetické plodiny.

2.1 Biomasa z odpadov

Lesné zvyšky - Odpad z lesného hospodárstva zahŕňa zvyšky z ťažby dreva, nedokonalé úžitkové stromy, mŕtve drevo a iné neúžitkové stromy, ktoré je potrebné riediť z prepĺnených nezdravých lesov náchylných na oheň. Zriedenie lesov je potrebné, aby pomohlo niektorým lesom získať späť svoje prirodzené zdravie, ale v prípade menších lesov nie je možné náklady na odstránenie dreva z dôvodu nízkej kvality získať späť predajom dreva. Lesný zber je hlavným zdrojom biomasy na výrobu energie. Zber môže vyzeráť ako riedenie v mladých porastoch alebo rezanie starších porastov na drevo alebo buničinu, z ktorých sa získajú aj vrcholy a vetvy použiteľné na bioenergiu. Ťažobné operácie zvyčajne odstraňujú iba 25 až 50 percent objemu, zvyšky zostávajú k dispozícii ako biomasa na energiu. Ďalším zdrojom biomasy sú porasty poškodené hmyzom, chorobami alebo ohňom. Zvyšky lesov majú zvyčajne nízku hustotu a nízke hodnoty paliva, ktoré udržiavajú vysoké dopravné náklady, a preto je ekonomickejšie znížiť hustotu biomasy v samotnom lese.

Chov zvierat – Farmársky odpad je tekutý zvierací odpad, ktorý obsahuje vysokú koncentráciu nerozpustných látok. Farmársky odpad sa získava hlavne z chovu ošípaných, hydiny a chovu hovädzieho dobytku. Môže byť použitý ako zdroj paliva pre anaeróbnú digestiu. Techniky chovu hovädzieho dobytku významne ovplyvňujú množstvo a kvalitu hnoja, ktorý sa môže dodávať do systému anaeróbnej digestie. Počet kráv, ustajnenie, preprava a podstielka používané farmami určuje množstvo zvieracieho odpadu, ktorý sa musí použiť, a teda aj množstvo vyrobenej energie.

Odpad z bitúnkov a z chovu rýb - Na bitúnku alebo v továrni na spracovanie rýb je obrovské množstvo organického odpadu. Môže to predstavovať nebezpečenstvo pre životné prostredie a zdravie ľudí alebo zvierat. V nariadení EÚ o živočíšnych vedľajších produktoch (2003) sa uvádza, že tieto živočíšne odpady sa musia bezpečne zneškodňovať. Môže to byť veľmi nákladný proces, ale tento druh odpadu sa môže použiť aj ako surovina pre anaeróbnú digestiu.

Poľnohospodárske zvyšky a zvyšky plodín - Zvyšky plodín zahŕňajú všetky poľnohospodárske odpady, ako je slama, stonky, stopky, listy, plevy, škrupiny, šupky, dužiny, strnisko atď., odpady pochádzajúce z obilnín (ryža, pšenica, kukurica, cirok, jačmeň, proso), bavlna, arašidy, juta, strukoviny (paradajka, fazuľa, sója) káva, kakao, čaj, ovocie (banán, mango, kokos, kešu kešu) a palmový olej.

Ryža v spracovateľskom závode produkuje šupky aj slamu, ktoré sa dajú ľahko premeniť na energiu. Pri zbere kukurice zostáva na poliach značné množstvo biomasy vo forme klasov, ktorá sa môže premeniť na energiu. Zber cukrovej trstiny vedie k zvyškom úrody na poliach, zatiaľ čo pri spracovaní vzniká vláknitá bagasa, ktorá je dobrým zdrojom energie.

2.2 Energetické plodiny

Určité energetické plodiny sú ďalším zdrojom drevnej biomasy na výrobu energie. Tieto plodiny sú rýchlo rastúce rastliny, stromy alebo iná bylinná biomasa, ktoré sa zbierajú osobitne na výrobu energie. Využitím bioinžinierstva sa identifikovali rýchlo rastúce plodiny špecifické pre danú lokalitu a pôdu. Napríklad prevádzkový výnos na severnej pologuli je 10-15 ton / ha ročne. Typická elektrárňa s parným cyklom s 20 MW, ktorá využíva energetické plodiny, by na zásobovanie energiou pri rotácii vyžadovala rozlohu približne 8 000 ha.

Energetické plodiny sa zbierajú ročne po dvoch až troch rokoch, aby sa dosiahla maximálna produktivita. Patria sem rôzne trávy, bambus, sladký cirok, pšenica atď. Drevné plodiny s krátkou rotáciou sú rýchlo rastúce stromy z tvrdého dreva využité do piatich až ôsmich rokov po výsadbe. Patria medzi ne topoľ, vrba, javor strieborný, bavlna, jaseň, čierny orech, sambrovník a kakaovník.

Priemyselné plodiny sa pestujú na výrobu špecifických priemyselných chemikálií alebo materiálov, napr. Kenaf z ibišteku (Je to jednoročná alebo dvojročná bylinná rastlina, zriedkavo krátkodobá trvalka, ktorá rastie na 1,5 - 3,5 m s drevnatou základňou), slama na vlákninu a ricín na kyselinu ricínolejovú. Poľnohospodárske plodiny zahŕňajú kukuričný škrob, sójový olej, kukuričný olej, krupičný škrob a iné rastlinné oleje atď. Vodné zdroje, ako sú riasy, obrie riasy, morské riasy a mikroflóra tiež prispievajú k surovinám pre bioenergiu.

Energetické plodiny s krátkou rotáciou

V závislosti od cyklu a mierky existujú dva druhy energetických plodín s krátkou rotáciou. V prípade dreveniny s krátkou rotáciou (SRC) sa rýchlo rastúce mladé stromy vysekávajú na pni každú zimu, keď sú nečinné, čo vedie k množstvu nových stoniek vo vegetačnom období (výnos je 2 až 4 roky). Stromy ako topoľ a vrbá sú obľúbenou voľbou pre SRC. Lesníctvo s krátkou rotáciou vysadí a potom vyseká stromy, keď ich stonky dosahujú priemer 10 až 20 cm vo výške hrudníka. Tento cyklus je dlhší a prebieha každých 8 - 20 rokov; medzi obľúbené rastliny patrí klen, jaseň, topoľ, eukalyptus a buk.

Nedrevnaté plodiny a trávy

Miskant je najobľúbenejší zo všetkých nedrevnatých energetických plodín a poskytuje dobrý ročný výnos na rozdiel od energetických plodín s krátkou rotáciou, ktoré poskytujú výnos iba každých 2-20 rokov. Medzi ďalšie potenciálne energetické plodiny patrí konope a odrody trstiny, raže a trávy. U týchto rastlín však existuje nebezpečenstvo premnoženia, takže je potrebné s nimi zaobchádzať opatrne.



Obr. 29. Energetické plodiny

Poľnohospodárske energetické plodiny

Kvôli vysokému obsahu uhlíka sa mnohé konvenčné plodiny, ako sú cukrové plodiny (cukrová repa), škrobové plodiny (pšenica, kukurica a zemiaky) a olejniny (repkový, odpadový rastlinný olej) používajú buď priamo ako palivo alebo sa hydrolyzujú na biopalivo.

Vodné plodiny (Hydropónie)

Výhodou vodných plodín je to, že nevyužívajú pôdu a z vody berú všetky živiny, ktoré potrebujú, čím vzniká vynikajúca fotosyntéza. Mikroskopické aj makroskopické riasy (napr. Morské riasy) a ostatná rybníková a jazerná flóra sú dobrými formami energetických plodín. Nevýhodou je vysoký obsah vody, ktorú je potrebné pred použitím ako biomasu vysušiť.

2.3 Výhody energetických plodín

Pestovanie poľnohospodárskych plodín pre energiu znamená menšiu závislosť od fosílnych palív, a tým aj zníženie ťažby a vývozu. Ďalšou veľkou výhodou je, že biomasu je voľne k dispozícii. Pestovanie rastlín alebo plantáže znamenajú, že spotrebúvajú oxid uhličitý a uvoľňujú kyslík, čo vedie k okysličenej atmosfére. Vo vyspelých krajinách, kde sú vybudované obrovské skládky odpadov, by sa mohla hodiť energia z biomasy, čím by sa táto pôda uvoľnila na iné a výhodnejšie účely. Vláda tiež poskytuje veľa dotácií poľnohospodárom, ktorí sa o ne zaujímajú.

2.4 Nevýhody energetických plodín

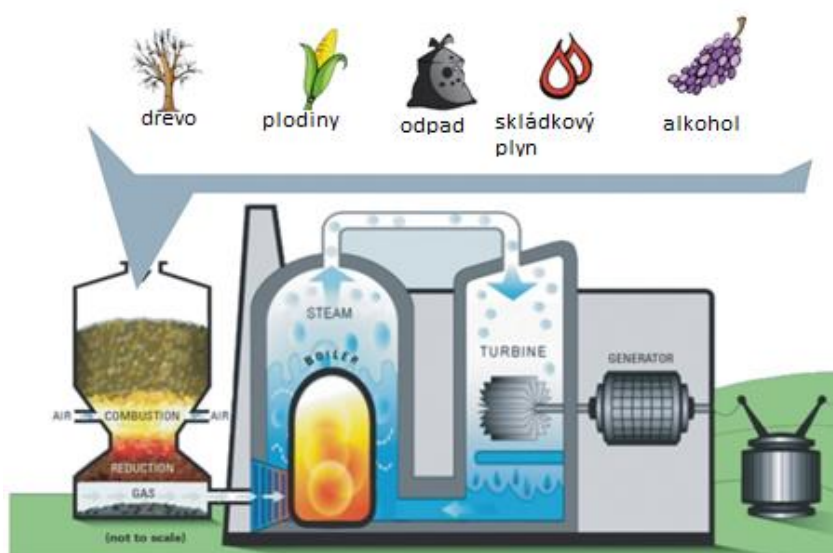
Pôda využívaná na poľnohospodárstvo biomasy môže byť v skutočnosti potrebná na pestovanie konzumných plodín - alebo dokonca ako pozemky na bývanie alebo na rekreačné a komerčné účely. Aby bolo možné udržať množstvo energetických plodín vo veľkom meradle, je potrebné znížiť aj náklady spojené s premenou biomasy na palivo.

Nakoniec jeden veľký dôvod, ktorý spôsobuje, že energetické plodiny sú nevýhodné, je to, že niekedy ich premena spôsobuje znečistenie životného prostredia.

3 PROCESY VÝROBY ENERGIE Z BIOMASY

Existuje 5 základných foriem využitia energie biomasy (FAO).

1. „Tradičné domáce“ použitie v rozvojových krajinách (palivové drevo, drevené uhlie a poľnohospodárske zvyšky) na varenie v domácnosti (napr. „Oheň troch kameňov“), osvetlenie a vykurovanie miestností. V tejto úlohe je účinnosť premeny biomasy na využiteľnú energiu vo všeobecnosti medzi 5% a 15%.
2. „Tradičné priemyselné“ využívanie biomasy na spracovanie tabaku, čaju, surového železa, tehál a dlaždíc atď., kde sa surovina biomasy často považuje za „voľný“ zdroj energie. Vo všeobecnosti existuje len malá motivácia účinne využívať biomasu, takže konverzia suroviny na užitočnú energiu sa bežne vyskytuje pri účinnosti 15% alebo menej.
3. „Moderný priemysel.“ Odvetvia experimentujú s technologicky vyspelými technológiami tepelnej premeny, ktoré sú uvedené nižšie. Očakávaná účinnosť konverzie je medzi 30 a 55%.
4. Novšie „technologické chemickej premeny“ („palivový článok“), ktoré sú schopné obísť Carnotov limit, ktorý opisuje maximálnu teoretickú účinnosť premeny tepelných jednotiek.
5. Techniky „biologickej konverzie“ vrátane anaeróbnej digescie na výrobu bioplynu a fermentácie na alkohol.



Obr. 30. Princíp výroby elektrickej energie z biomasy (Zdroj: <http://elektrarne.unas.cz/subory/biomasa.htm>)

Technológie premeny biomasy na energiu sa vo všeobecnosti musia zaoberať východiskovou surovinou, ktorá môže byť vysoko variabilná z hľadiska hmotnosti a hustoty energie, veľkosti, obsahu vlhkosti a prerušovaného zásobovania. Preto sú moderné priemyselné technológie často hybridnými technológiami fosílnych palív/biomasy, ktoré využívajú fosílnu palivo na sušenie, predhrievanie a udržiavanie dodávky paliva v prípade prerušenia dodávky biomasy.

Energia biomasy sa podľa definície vytvára spaľovaním alebo biochemickou konverziou akejkoľvek organickej hmoty, ktorá sa má použiť ako palivo. Niektoré z organických materiálov, ktoré sa používajú ako zdroj energie z biomasy, zahŕňajú drevo, piliny, trávy, kukuricu, cukrovú trstinu, poľnohospodársky odpad (maštalný hnoj) a ďalší rastlinný život. Procesy premeny biomasy na energiu sú početné.

3.1 Spaľovanie

Najbežnejšou technikou výroby tepla a elektrickej energie z odpadu z biomasy je priame spaľovanie. Tepelnú účinnosť až 80 - 90% je možné dosiahnuť vyspelou technológiou splyňovania s výrazne zníženými emisiami do atmosféry. Kombinované systémy výroby tepla a elektrickej energie (CHP), od malých technológií až po veľké zariadenia pripojené k rozvodnej sieti, poskytujú výrazne vyššiu účinnosť ako systémy, ktoré vyrábajú iba elektrickú energiu. Biochemické procesy, ako je anaeróbna digescia a sanitárne skládky, môžu tiež produkovať čistú energiu vo forme bioplynu a produkčného plynu, ktoré možno pomocou plynového motora premeniť na energiu a teplo. Pre efektívne spaľovanie je potrebné zabezpečiť:

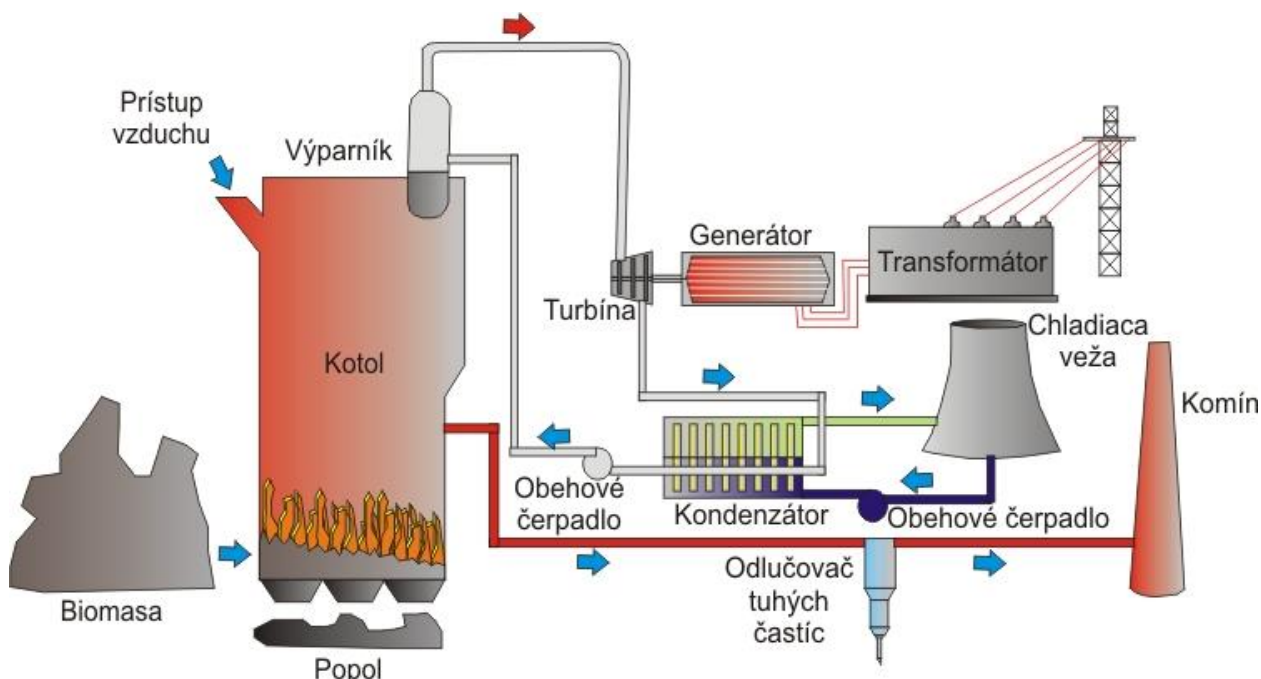
- dostatočne vysoká teplota,
- dostatok vzduchu,
- dostatočný čas pre úplne spálenie biomasy.

Aj keď priame spaľovanie je najjednoduchším a najbežnejším spôsobom využívania energie z biomasy, nie je to vždy efektívny proces. Navrhovanie spaľovacieho kotla, ktorý by sa vyznačoval výrazne vyššou účinnosťou, si preto vyžaduje pochopenie celého procesu spaľovania. Dôležitým krokom je pochopenie odparovania vody z dreva, procesu, ktorý spotrebuje energiu. Spotreba energie však predstavuje iba malé percento z celkovej dostupnej energie. Moderné spaľovacie systémy sú veľmi podobné systémom používaným na uhlie a majú účinnosť spaľovania až 90%.

3.1.1 Spaľovací proces

Proces spoločného spaľovania sa považuje za neefektívny spôsob spaľovania. V tomto procese biomasa nahrádza od 15 do 20 percent uhlia použitého v elektrárni. To pomáha znižovať emisie z uhoľného paliva a dokonca znižuje prevádzkové náklady.

Spaľovací proces spôsobuje určité znečistenie ovzdušia a nie je taký efektívny ako iné metódy, pretože veľká časť vyrobenej energie uniká.



Obr. 31. Princíp činnosti elektrárne na biomasu

3.2 Tepelná konverzia

Procesy tepelnej premeny využívajú teplo na získavanie energie zmenou biomasy na inú chemikáliu prostredníctvom rôznych chemických reakcií a interakcie s kyslíkom. Tie obsahujú:

3.2.1 Splyňovanie

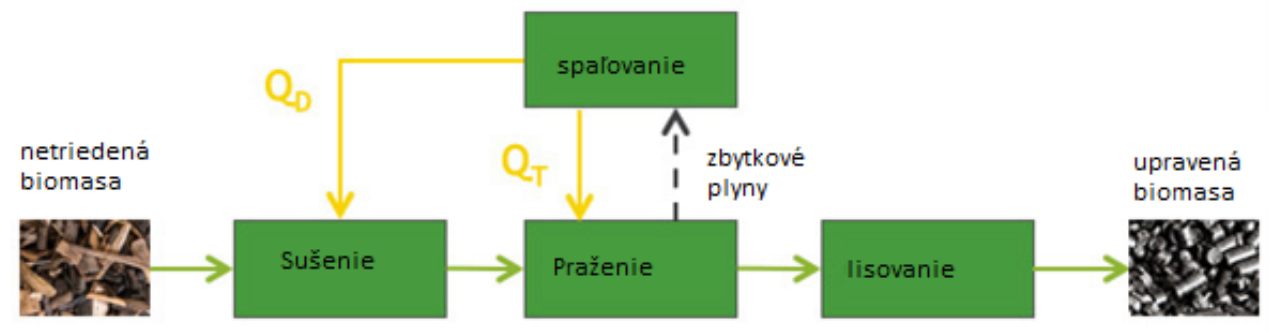
Proces splyňovania sa uskutočňuje pomocou vysokých teplôt a reguláciou množstva kyslíka a pary pri preмене uhlíkových materiálov, ako sú ropa, uhlie, biomasa a biopalivá na vodík a oxid uhoľnatý. Tento proces premeny vytvára to, čo sa nazýva syngas a je účinnejší produkt biomasy ako proces spaľovania. Syngas sa môže spaľovať priamo, používa sa na výrobu metanolu a vodíka a môže sa dokonca ďalej premieňať na syntetické palivo. Možno ste oboznámení so súčasným splyňovaním fosílnych palív.

3.2.2 Pyrolýza

K pyrolýze dochádza, keď sa biomasa zahrieva bez obsahu kyslíka v komore. Produkty pyrolýzy biomasy sú voda, uhlie, decht, olej a plyny, ako je vodík, metán, oxid uhličitý a oxid uhoľnatý. Tieto chemické zmeny sú určené typom spracovávanej biomasy a ako dlho trvá zahrievanie. Drevené uhlie je najbežnejším konečným produktom vytvoreným pyrolýznymi procesmi, ktorý sa používa v metalurgii na absorpčné účely.

3.2.3 Praženie

Praženie pri výrobe biomasy je termochemické spracovanie pomocou tepla. Požadovaná teplota pre tento proces je medzi 200 až 320 ° C. Počas procesu sa odstraňuje kyslík a všetka vlhkosť v biomase sa odstraňuje a zostane prchavá látka. Prebytočné prchavé látky sa odstraňujú aj kvôli čistejšej forme použiteľnej biomasy. Nadbytočné prchavé látky môžu zahŕňať celulózu a ďalšie biopolyméry, ktoré pri rozklade uvoľňujú celý rad prchavých látok. Výsledkom tohto procesu je suchá tmavá tuhá biomasa známa ako bio-uhlie. Bio-uhlie sa zvyčajne pretvára na pelety alebo brikety a používa sa na vykurovanie v domácnostiach a ako palivo pre priemysel. Bio-uhlie produkuje menej dymu ako iné horľavé látky.



Obr. 32. Princíp praženia pri výrobe biomasy (Zdroj: <http://www.blackwood-technology.com/technology/what-is-torrefaction/>)

3.2.4 Chemická premena, nespáľovacie procesy

Existujú aj iné spôsoby premeny biomasy na energiu, ktorá si nevyžaduje spaľovanie. Tieto metódy dokážu premieňať materiály z biomasy v surovom stave a premeniť ich na rôzne formy tuhého paliva, plynu a kvapaliny. Elektrárne sú potom schopné tieto konvertované energie využívať priamo bez ďalšieho spracovania.

Pretože väčšina biomasy obsahuje dostatok uhľohydrátov, môžu sa redukovať na niekoľko rôznych chemikálií, ktoré sa považujú za schopné zdroje paliva.



3.2.5 Biomarové oleje

Kukurica, cukrová trstina, sójové bôby a iné obnoviteľné rastlinné produkty sa môžu premeniť na kvapalné formy ako palivo a používať namiesto nafty a benzínu. Oleje na varenie sa často zbierajú z reštaurácií a recyklujú sa na bionaftu.

3.2.6 Fermentácia, metán a alkohol

Nespálenie rastlín si vyžaduje ich zahrievanie v snahe rozbiť ich chemickú štruktúru. Tieto chemikálie sú tuhé, plynné a kvapalné. Niektoré z týchto chemikálií sa môžu použiť priamo, zatiaľ čo iné je potrebné ďalej rozložiť pomocou iných spôsobov rafinácie. Napríklad na použitie metánu je potrebné, aby splyňovač biomasy extrahoval metán tak, že prinúti rastliny ho uvoľniť. Metán sa potom používa vo forme plynu na pohon turbín, ktoré vyrábajú elektrinu. Metán sa tiež premieňa na vodíkové palivo, ktoré sa používa na výrobu elektriny s veľmi nízkymi emisiami.

3.2.7 Biochemický, fermentačný proces

Môže to znieť čudne, pretože fermentácia sa väčšinou spája s výrobou likéru, piva a vína, ale je to logický spôsob, ako premeniť bioenergiu. Kukurica sa pomocou fermentačného procesu premení na obilný alkohol (etanol). Odpadom z tohto procesu je metán, ktorý sa môže použiť na výrobu elektriny.

4 VÝHODY A NEVÝHODY BIOMASY

4.1 Výhody

- Používanie biomasy ako zdroja energie pomáha znižovať celkovú produkciu skleníkových plynov. Dnes vieme, že to platí pre väčšinu rýchlo rastúcich plodín (napr. Kukurica) a pre organické odpady, ale nie nevyhnutne pre lesy.
- Používanie biomasy môže pomôcť znížiť množstvo organických odpadov.
- Biomasa je vždy k dispozícii a môže sa vyrábať ako obnoviteľný zdroj.
- Palivo z biomasy z poľnohospodárskeho odpadu môže tvoriť sekundárny produkt, ktorý pridáva hodnotu poľnohospodárskym plodinám.
- Pestovanie plodín na biomasu produkuje kyslík a spotrebúva oxid uhličitý.
- Oxid uhličitý, ktorý sa uvoľňuje pri spaľovaní paliva z biomasy, je prijímaný rastlinami.
- Menej peňazí použitých na zahraničnú ropu.

4.2 Nevýhody

- Odpad z poľnohospodárstva nebude k dispozícii, ak sa základná plodina nebude pestovať aj naďalej.
- Dodatočná práca je potrebná v oblastiach akými sú napríklad metódy zberu.
- Pôda využívaná na energetické plodiny môže byť potrebná pre iné účely, napríklad na poľnohospodárstvo, konzerváciu, bývanie, rekreačné účely alebo poľnohospodárske využitie.
- Používanie biomasy ako paliva vedie k znečisťovaniu ovzdušia vo forme oxidu uhľnatého, NO_x (oxidy dusíka), tuhých znečisťujúcich látok a iných znečisťujúcich látok, v niektorých prípadoch nad úrovňou tradičných zdrojov paliva, ako je uhlie alebo zemný plyn.
- Využívanie biomasy z lesov často nie je z hľadiska CO₂ neutrálne, pretože stromom trvá dlhšie, kým opäť dorastú.

5 NOVINKY V OBLASTI BIOMASY

Biomasa využívajúca moderné technológie sa líši od tradičnej biomasy dvoma kľúčovými charakteristikami; po prvé, že zdroj organických látok by mal byť udržateľný a po druhé, že technológia používaná na získavanie energie by mala obmedzovať alebo zmierňovať emisie spalín a zodpovedať za

spravovanie zvyškov popola. Účinnosť premeny je tiež vyššia, čo vedie k využitiu menšieho množstva paliva. Moderná biomasa sa vo veľkej miere používa v niektorých regiónoch, najmä v severnej Európe a častiach Severnej Ameriky. Vo Fínsku sa asi 60% bioenergie vyrába v lesnom priemysle s použitím čierneho lúhu, kôry, pilín a iných zvyškov z priemyselného dreva. Vo Švédsku sa približne 40% využívania bioenergie využíva v lesnom priemysle, ktorý využíva zvyšky, ako sú kôra, triesky, čierny likér a talový olej. Podobný vývoj nastal v priemysle spracovania etanolu a cukru, kde sa na výrobu energie používa bagasa a slama.

Medzi moderné technológie biomasy patria kvapalné biopalivá používané na pohon automobilov a na výrobu tepla v bojleroch, priemyselná a obytná kogenerácia a bio rafinérie používané na výrobu elektriny, kvapalných biopalív a vykurovacích systémov s použitím peliet. Kombinovaná výroba tepla a elektrickej energie (CHP) alebo kogenerácia znamená súčasnú výrobu a využitie tepla a / alebo pary a elektriny. CHP, najmä spolu s diaľkovým vykurovaním a chladením (DHC), je dôležitou súčasťou stratégií znižovania emisií skleníkových plynov (GHG), a to z dôvodu vyššej účinnosti a zníženej potreby palív v porovnaní so samostatnými systémami. Výroba elektriny môže byť poháňaná tuhými, kvapalnými alebo plynými biopalivami, pričom najväčšia časť bioenergie sa dnes vyrába pomocou pevného biopaliva.

Termochemické splyňovanie biomasy je vysokoteplotný proces, pri ktorom vzniká palivový plyn, ktorý po vyčistení môže poskytnúť dobrý environmentálny výkon a vysokú flexibilitu v použití. Tento proces sa používa na premenu biomasy (tuhá biomasa, odpady) na horľavý plyn, ktorý sa dá použiť na rôzne účely. Typickou surovinou na splyňovanie je celulózová biomasa, ako sú štiepky, pelety alebo drevný prášok, alebo poľnohospodárske vedľajšie produkty, ako je slama alebo plevy.

Pelety sú ďalšou formou moderného zdroja bioenergie. Peleta je pojem používaný pre malú časticu valcového tvaru vyrobenú lisovaním pôvodného materiálu. V súčasnosti sa pelety vyrábajú hlavne zo zvyškov dreva, hoci objem peliet vyrábaných z poľnohospodárskych vedľajších produktov, ako je slama, šupky slnečnicových semien a stoniek a listov kukurice atď., sa zvyšuje. Kľúčovou výhodou peliet v porovnaní s nespracovanou biomasou je vysoká hustota a vysoký obsah energie na jednotku objemu, čo je výhodné pre prepravu na veľké vzdialenosti. Najväčšie mlyny na pelety sa nachádzajú v 21 krajinách, z ktorých väčšina sa nachádza v Severnej Amerike a Európe. Kombinovaná ročná kapacita lisovní, keď berieme do úvahy aj plánované zariadenia a tie vo výstavbe, bude pravdepodobne vyššia ako 42 miliónov ton. Súčasná produkcia (v roku 2014) bola 27 miliónov ton a Severná Amerika a Európa predstavovali 97% všetkých objemov výroby. V týchto regiónoch sa bioenergia často integruje aj do celulózového a papierenského priemyslu. Napríklad drevené pelety sa používajú na vykurovanie domácností (najmä v Taliansku, Nemecku a Rakúsku), na diaľkové vykurovanie (napr. Švédsko, Dánsko a Fínsko) a na výrobu elektrickej energie vo veľkom meradle (napr. Belgicko, Holandsko a Spojené kráľovstvo).

Príklady ďalších moderných rastlín na výrobu biomasy zahŕňajú plodiny na biomasu, stromy alebo iné rýchlo rastúce energetické rastliny a zvyšky lesov zhromaždené v trvalo udržateľnom prostredí. V niektorých regiónoch majú zariadenia na výrobu biomasy kombinovanú technológiu výroby tepla a elektrickej energie s cieľom zvýšiť celkovú energetickú účinnosť výroby energie a produktívne využívať tak elektrinu vyrobenú spaľovaním biomasy, ako aj odpadové teplo, ktoré by sa inak uvoľňovalo.

Využitie tepla v takomto zariadení vyžaduje buď miestneho zákazníka, napríklad priemyselný podnik, ktorý vyžaduje značné množstvo tepla alebo pary, alebo sieť diaľkového vykurovania, aby energiu priviedla k domácomu užívateľovi, ktorý ju použije na vykurovanie miestností a na ohrev teplej vody pre domácnosť.

Biomasa sa v súčasnosti vo vidieckych a rozvojových krajinách vo veľkej miere využíva vo forme tepla. Asi 90% všetkej spotreby bioenergie sa používa na tradičné účely. Primárna energetická zásoba lesnej biomasy používanej na celom svete sa odhaduje na približne 56 EJ, čo znamená, že drevná biomasa je zdrojom viac ako 10% všetkej dodávanej energie ročne. Celkovo poskytuje drevná biomasa približne 90% primárnej energie ročne pochádzajúcej zo všetkých foriem biomasy.



6 PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

6.1 Diaľkové vykurovanie biomasou na farme Roves

T H White Energy, Fire and Security, zabezpečujú Roves Farmu, jednu z najpopulárnejších rodinných atrakcií vo Wiltshire, novým doplnkom ich rodinného návštevníckeho centra zohrievaného dvoma 200kw HDG biomasovými boilermi.

Roves Farma (nájdete na www.rovesfarm.co.uk) je rodinný podnik. Farma s rozlohou 166 hektárov sa skladá z dobytky, ornej pôdy a ich prosperujúceho návštevníckeho centra (otvorené 22 rokov) a umožňuje ľuďom všetkých vekových skupín prísť a vychutnať si „ruky na farme Zábava & Dobrodružstvá“.

Nový vykurovací systém na biomasu vyhrieva ich existujúcu budovu, novú budovu návštevníckeho centra, dve obytné budovy a má ďalšie zariadenia pripravené na vykurovanie ďalších budov v neskorších rokoch.

Farma Roves už mnoho rokov využíva vykurovanie biomasou vo svojich priestoroch a nový systém, ktorý bude využívať vlastné drevné štiepky, bude jedným z najudržateľnejších nízkouhlíkových vykurovacích systémov v regióne.

6.2 Bulharská prípadová štúdia – zariadenie na biomasu

Výroba energie z biomasy zaznamenala v Bulharsku v minulom roku výrazný skok. Podľa údajov zverejnených na mieste prevádzkovateľa elektroenergetického systému (ESO), sa za prvých deväť mesiacov roku 2014 vyrobená elektrina zvýšila o 849,53%.

Najväčšie zariadenie je v súčasnosti v projekte Green Forrest, ktoré sa nachádza neďaleko mesta Bella Bulgaria. Nachádza sa v obci Kostievo v Plovdive a má kapacitu 4,99 megawattov. Podľa registra ASW bolo uvedené do prevádzky v auguste 2013. Závod sa nachádza hneď vedľa závodu na spracovanie mäsa Bella a okrem elektrickej energie vyrába teplo aj pre potreby podniku. Podľa publikácií v tlači má Green Forrest zariadenie aj pri dedine Saedinenie v Plovdive s výkonom 1487 kilowattov, ktoré bolo uvedené do prevádzky v máji tohto roku. Vyrába elektrinu z kukuričnej siláže, ktorá má najvyššiu energetickú hodnotu na výrobu bioplynu technológiou anaeróbnej fermentácie. V júni 2014 začalo pracovať zariadenie „Biona Gas“ neďaleko Plovdivu, ktoré má kapacitu 1,5 megawattov. Bude využívať hnoj z neďalekej kravskej farmy a kukuričnú siláž.

Ďalšia prevádzka sa nachádza v blízkosti Balchiku. Má kapacitu 0,999 megawattov a bola uvedená do prevádzky v roku 2013. Spaľuje tiež kukuričnú siláž. V Suhodole sa nachádza zariadenie vo vlastníctve magistrátu Sofia, ktoré má kapacitu 0,8 MW a využíva skládkový plyn zo skládky. Jedna z elektrární Pazardjik s kapacitou 0,495 megawattov je postavená pre skleníky spoločnosti a využíva odpad, ktorý produkujú.

6.3 Copys Green Farma, Norfolk

Copys Green Farma, Norfolk je domovom jedného z mála anaeróbných digesterov v krajine. Hnojivo a siláž z mliekarenskej farmy Stephen Temple a srvátka z jeho podniku na výrobu syra sa privádzajú do zariadenia a vyrábajú bioplyn, ktorý sa môže použiť na výrobu tepla a elektrickej energie. S prebytočnou energiou predanou do rozvodnej siete, vedľajším produktom „digestátom“, ktorý sa používa ako náhrada hnojiva zdarma, a výrazne zníženými nákladmi na likvidáciu hnoja, siláže a srvátky je to šikovná investícia. V tejto prípadovej štúdii Stephen hovorí o uvedení do prevádzky jednotky kombinovanej výroby tepla a elektrickej energie, vyrobí asi 130 kW elektrickej energie na predaj do siete plus na ich vlastnú spotrebu a vyrobí dostatočné množstvo tepla, aby nahradila kotly na drevnú štiepku, ktoré zostanú zachované pre pohotovostný režim.

Náklady na projekt sa pohybovali okolo 750 000 GBP s plánovanou osemročnou návratnosťou.

Z predaja elektriny a výhod plynúcich z nepotrebnosti nakupovania elektriny je značný výnos. Veľkou pomocou je aj príjem z výkupných taríf. Teplo je k dispozícii na použitie na farme a šírenie digestovaných látok znižuje náklady na hnojivo a zvyšuje úrodnosť a hodnotu poľnohospodárskej pôdy. Prínos bude mať aj životné prostredie, najmä keď znížime znečisťovací potenciál nášho hnoja.

6.4 Stefan Nordmyr Rodinná farma a skleníky

Rodinná farma vo Fínskom Narpíu, ktorá pestuje paradajky a uhorky v dvoch veľkých dlhých skleníkoch, ich ohrieva výlučne pomocou biomasy, spaľovaním štiepky a rašeliny v modulárnom kotlovom systéme, ktorý môže produkovať tri tepelné MW (10 MMBtu / hodinu).

Kotolňu farmy postavila Nakkila a dorazila v dvoch častiach - horná a dolná polovica vykurovacieho závodu vrátane budovy, v ktorej je kotol umiestnený. Farmári museli položiť iba betónovú dosku a postaviť jednoduchú budovu na skladovanie paliva. Celý systém nám trvalo postaviť iba 6 mesiacov.

Veľké skleníky, ako je tento, majú nerovnomernú spotrebu tepla, menej počas dňa a oveľa viac počas chladných nocí. Z tohto dôvodu má tepláreň farmy Nordmyr tiež akumuláciu nádrží, ktorá stojí vonku vedľa skladovacej budovy.

Izolovaná nádrž vyzerá ako malé silo. Prijíma zahriatu vodu z kotla a posiela ju do skleníkov v tokoch regulovaných tak, aby uspokojili kolísavý dopyt.

Systém biomasy vyhrieva celkovú plochu 15 000 štvorcových metrov. Celkové náklady systému, vrátane práce nadácie a budovy na skladovanie paliva, boli 1,4 milióna EUR alebo 1,8 milióna USD.

V praxi rodina Nordmyr zistila, že rašelina, aj keď lacnejšie palivo, je náročnejšia pre ich systém ako štiepky.

“Keď je vlhké leto, majú problémy s ťažbou rašeliny a cena stúpa - potom spaľujeme drevnú štiepku“, hovorí Nordmyr. „Každý rok sa zdá, že rašelina pochádza z väčšej diaľky.“

7 BIBLIOGRAFIA

- [Mustafa Balat Besikduzu, Trabzon, Turkey & Günhan Ayar. Besikduzu, Trabzon, Turkey](#) Biomass Energy in the World, Use of Biomass and Potential Trends. Pages 931-940. Received 02 Oct 2003, Accepted 05 Nov 2003, Published online: 17 Aug 2006. Journal, Volume 27, 2005 - [Issue 10](#).
- World Energy Resources Bioenergy | 2016.
- World Energy Council 2018.
- Bioenergy conversion technologies. FAO.
- Kar, T., S.Keles. 2016. Environmental impacts of biomass combustion for heating and electricity generation. Journal of Engineering Research and Applied Science, Volume 5(2), December 2016, pp 458-465.
- http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/03-04/biomass/background%20info4.html
- https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=biomass_home
- <https://www.reenergyholdings.com/renewable-energy/what-is-biomass/>
- <http://www.alternative-energy-news.info/woody-biomass-resources/>
- www.rovesfarm.co.uk
- http://www.spaceteacher.org/Biomass/biomass_theory.html
- https://www.capital.bg/biznes/kompanii/2014/10/22/2405000_raboteshtite_centrali_na_biomasa_sa_pod_deset/



VYUŽÍVANIE OBNOVITEL'NÝCH ZDROJOV ENERGIE V POĽNOHOSPODÁRSTVE

Rok vydania: 2019

Náklad: 250 ks

Rukopis neprešiel redakčnou a jazykovou úpravou vo vydavateľstve.

Za obsahovú náplň zodpovedajú autori.

V publikácii sú použité názvy produktov a firiem, ktoré môžu byť ochrannými známkami alebo registrovanými ochrannými známkami príslušných vlastníkov.