

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

PEDAGOGICKÁ FAKULTA

KATEDRA FYZIKY

Bakalářská práce

Knihovna JU - PF



3115172523

Autor: Marhoun Jan

Vedoucí práce: RNDr. Pavel Kříž, Ph.D.

2006

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
KATEDRA FYZIKY

- 48 -

28.4.2006 Buzek

Možnosti využití obnovitelných zdrojů energie

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a že jsem všechny použité zdroje uvedl v Seznamu použité literatury na konci této práce. Zároveň povoluji Katedře fyziky PF JU v Č. Budějovicích libovolné využití této práce.

A handwritten signature in dark ink, consisting of stylized, flowing letters, likely representing the author's name.

Obsah

1. ÚVOD	1
2. ÚVODNÍ VÝKLAD	2
2.1. POHLED NA SVĚT	2
2.2. SVĚT	2
2.3. SVĚT	2
2.4. SVĚT	2
2.5. SVĚT	2
2.6. SVĚT	2
2.7. SVĚT	2
2.8. SVĚT	2
2.9. SVĚT	2
2.10. SVĚT	2
2.11. SVĚT	2
2.12. SVĚT	2
2.13. SVĚT	2
2.14. SVĚT	2
2.15. SVĚT	2
2.16. SVĚT	2
2.17. SVĚT	2
2.18. SVĚT	2
2.19. SVĚT	2
2.20. SVĚT	2
2.21. SVĚT	2
2.22. SVĚT	2
2.23. SVĚT	2
2.24. SVĚT	2
2.25. SVĚT	2
2.26. SVĚT	2
2.27. SVĚT	2
2.28. SVĚT	2
2.29. SVĚT	2
2.30. SVĚT	2
2.31. SVĚT	2
2.32. SVĚT	2
2.33. SVĚT	2
2.34. SVĚT	2
2.35. SVĚT	2
2.36. SVĚT	2
2.37. SVĚT	2
2.38. SVĚT	2
2.39. SVĚT	2
2.40. SVĚT	2
2.41. SVĚT	2
2.42. SVĚT	2
2.43. SVĚT	2
2.44. SVĚT	2
2.45. SVĚT	2
2.46. SVĚT	2
2.47. SVĚT	2
2.48. SVĚT	2
2.49. SVĚT	2
2.50. SVĚT	2
2.51. SVĚT	2
2.52. SVĚT	2
2.53. SVĚT	2
2.54. SVĚT	2
2.55. SVĚT	2
2.56. SVĚT	2
2.57. SVĚT	2
2.58. SVĚT	2
2.59. SVĚT	2
2.60. SVĚT	2
2.61. SVĚT	2
2.62. SVĚT	2
2.63. SVĚT	2
2.64. SVĚT	2
2.65. SVĚT	2
2.66. SVĚT	2
2.67. SVĚT	2
2.68. SVĚT	2
2.69. SVĚT	2
2.70. SVĚT	2
2.71. SVĚT	2
2.72. SVĚT	2
2.73. SVĚT	2
2.74. SVĚT	2
2.75. SVĚT	2
2.76. SVĚT	2
2.77. SVĚT	2
2.78. SVĚT	2
2.79. SVĚT	2
2.80. SVĚT	2
2.81. SVĚT	2
2.82. SVĚT	2
2.83. SVĚT	2
2.84. SVĚT	2
2.85. SVĚT	2
2.86. SVĚT	2
2.87. SVĚT	2
2.88. SVĚT	2
2.89. SVĚT	2
2.90. SVĚT	2
2.91. SVĚT	2
2.92. SVĚT	2
2.93. SVĚT	2
2.94. SVĚT	2
2.95. SVĚT	2
2.96. SVĚT	2
2.97. SVĚT	2
2.98. SVĚT	2
2.99. SVĚT	2
2.100. SVĚT	2
3. VÝVOJ	3
3.1. VÝVOJ	3
3.2. VÝVOJ	3
3.3. VÝVOJ	3
3.4. VÝVOJ	3
3.5. VÝVOJ	3
3.6. VÝVOJ	3
3.7. VÝVOJ	3
3.8. VÝVOJ	3
3.9. VÝVOJ	3
3.10. VÝVOJ	3
3.11. VÝVOJ	3
3.12. VÝVOJ	3
3.13. VÝVOJ	3
3.14. VÝVOJ	3
3.15. VÝVOJ	3
3.16. VÝVOJ	3
3.17. VÝVOJ	3
3.18. VÝVOJ	3
3.19. VÝVOJ	3
3.20. VÝVOJ	3
3.21. VÝVOJ	3
3.22. VÝVOJ	3
3.23. VÝVOJ	3
3.24. VÝVOJ	3
3.25. VÝVOJ	3
3.26. VÝVOJ	3
3.27. VÝVOJ	3
3.28. VÝVOJ	3
3.29. VÝVOJ	3
3.30. VÝVOJ	3
3.31. VÝVOJ	3
3.32. VÝVOJ	3
3.33. VÝVOJ	3
3.34. VÝVOJ	3
3.35. VÝVOJ	3
3.36. VÝVOJ	3
3.37. VÝVOJ	3
3.38. VÝVOJ	3
3.39. VÝVOJ	3
3.40. VÝVOJ	3
3.41. VÝVOJ	3
3.42. VÝVOJ	3
3.43. VÝVOJ	3
3.44. VÝVOJ	3
3.45. VÝVOJ	3
3.46. VÝVOJ	3
3.47. VÝVOJ	3
3.48. VÝVOJ	3
3.49. VÝVOJ	3
3.50. VÝVOJ	3
3.51. VÝVOJ	3
3.52. VÝVOJ	3
3.53. VÝVOJ	3
3.54. VÝVOJ	3
3.55. VÝVOJ	3
3.56. VÝVOJ	3
3.57. VÝVOJ	3
3.58. VÝVOJ	3
3.59. VÝVOJ	3
3.60. VÝVOJ	3
3.61. VÝVOJ	3
3.62. VÝVOJ	3
3.63. VÝVOJ	3
3.64. VÝVOJ	3
3.65. VÝVOJ	3
3.66. VÝVOJ	3
3.67. VÝVOJ	3
3.68. VÝVOJ	3
3.69. VÝVOJ	3
3.70. VÝVOJ	3
3.71. VÝVOJ	3
3.72. VÝVOJ	3
3.73. VÝVOJ	3
3.74. VÝVOJ	3
3.75. VÝVOJ	3
3.76. VÝVOJ	3
3.77. VÝVOJ	3
3.78. VÝVOJ	3
3.79. VÝVOJ	3
3.80. VÝVOJ	3
3.81. VÝVOJ	3
3.82. VÝVOJ	3
3.83. VÝVOJ	3
3.84. VÝVOJ	3
3.85. VÝVOJ	3
3.86. VÝVOJ	3
3.87. VÝVOJ	3
3.88. VÝVOJ	3
3.89. VÝVOJ	3
3.90. VÝVOJ	3
3.91. VÝVOJ	3
3.92. VÝVOJ	3
3.93. VÝVOJ	3
3.94. VÝVOJ	3
3.95. VÝVOJ	3
3.96. VÝVOJ	3
3.97. VÝVOJ	3
3.98. VÝVOJ	3
3.99. VÝVOJ	3
3.100. VÝVOJ	3
4. ZÁVĚR	4
4.1. ZÁVĚR	4
4.2. ZÁVĚR	4
4.3. ZÁVĚR	4
4.4. ZÁVĚR	4
4.5. ZÁVĚR	4
4.6. ZÁVĚR	4
4.7. ZÁVĚR	4
4.8. ZÁVĚR	4
4.9. ZÁVĚR	4
4.10. ZÁVĚR	4
4.11. ZÁVĚR	4
4.12. ZÁVĚR	4
4.13. ZÁVĚR	4
4.14. ZÁVĚR	4
4.15. ZÁVĚR	4
4.16. ZÁVĚR	4
4.17. ZÁVĚR	4
4.18. ZÁVĚR	4
4.19. ZÁVĚR	4
4.20. ZÁVĚR	4
4.21. ZÁVĚR	4
4.22. ZÁVĚR	4
4.23. ZÁVĚR	4
4.24. ZÁVĚR	4
4.25. ZÁVĚR	4
4.26. ZÁVĚR	4
4.27. ZÁVĚR	4
4.28. ZÁVĚR	4
4.29. ZÁVĚR	4
4.30. ZÁVĚR	4
4.31. ZÁVĚR	4
4.32. ZÁVĚR	4
4.33. ZÁVĚR	4
4.34. ZÁVĚR	4
4.35. ZÁVĚR	4
4.36. ZÁVĚR	4
4.37. ZÁVĚR	4
4.38. ZÁVĚR	4
4.39. ZÁVĚR	4
4.40. ZÁVĚR	4
4.41. ZÁVĚR	4
4.42. ZÁVĚR	4
4.43. ZÁVĚR	4
4.44. ZÁVĚR	4
4.45. ZÁVĚR	4
4.46. ZÁVĚR	4
4.47. ZÁVĚR	4
4.48. ZÁVĚR	4
4.49. ZÁVĚR	4
4.50. ZÁVĚR	4
4.51. ZÁVĚR	4
4.52. ZÁVĚR	4
4.53. ZÁVĚR	4
4.54. ZÁVĚR	4
4.55. ZÁVĚR	4
4.56. ZÁVĚR	4
4.57. ZÁVĚR	4
4.58. ZÁVĚR	4
4.59. ZÁVĚR	4
4.60. ZÁVĚR	4
4.61. ZÁVĚR	4
4.62. ZÁVĚR	4
4.63. ZÁVĚR	4
4.64. ZÁVĚR	4
4.65. ZÁVĚR	4
4.66. ZÁVĚR	4
4.67. ZÁVĚR	4
4.68. ZÁVĚR	4
4.69. ZÁVĚR	4
4.70. ZÁVĚR	4
4.71. ZÁVĚR	4
4.72. ZÁVĚR	4
4.73. ZÁVĚR	4
4.74. ZÁVĚR	4
4.75. ZÁVĚR	4
4.76. ZÁVĚR	4
4.77. ZÁVĚR	4
4.78. ZÁVĚR	4
4.79. ZÁVĚR	4
4.80. ZÁVĚR	4
4.81. ZÁVĚR	4
4.82. ZÁVĚR	4
4.83. ZÁVĚR	4
4.84. ZÁVĚR	4
4.85. ZÁVĚR	4
4.86. ZÁVĚR	4
4.87. ZÁVĚR	4
4.88. ZÁVĚR	4
4.89. ZÁVĚR	4
4.90. ZÁVĚR	4
4.91. ZÁVĚR	4
4.92. ZÁVĚR	4
4.93. ZÁVĚR	4
4.94. ZÁVĚR	4
4.95. ZÁVĚR	4
4.96. ZÁVĚR	4
4.97. ZÁVĚR	4
4.98. ZÁVĚR	4
4.99. ZÁVĚR	4
4.100. ZÁVĚR	4

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce RNDr. Pavlu Křížovi, Ph.D. za poskytnuté rady, náměty a obětovaný čas při vedení této bakalářské práce.

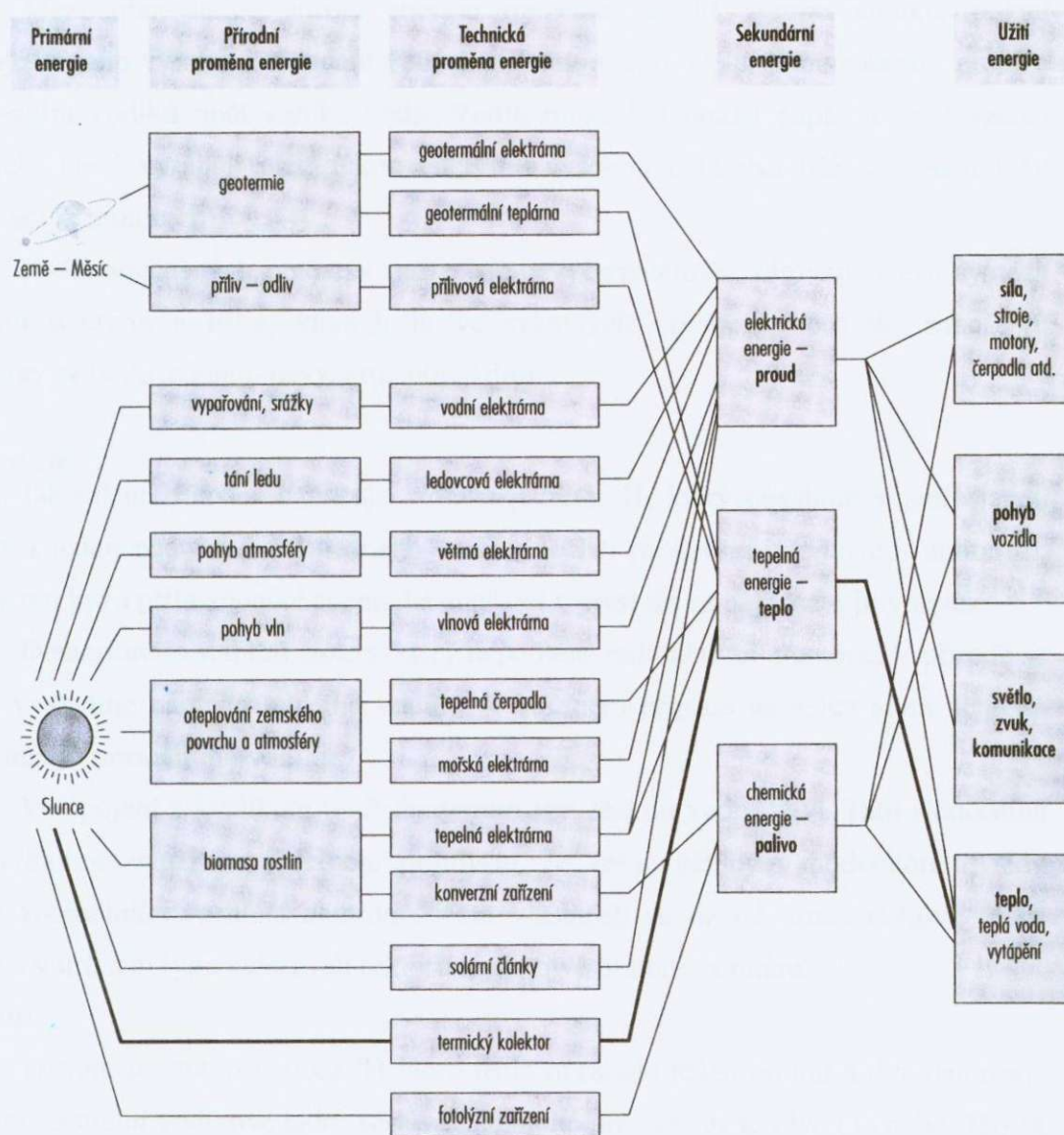
Obsah

ÚVOD	6
1. OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	7
2. POPIS JEDNTLIVÝCH ZDROJŮ ENERGIE	10
2.1. Solární energie.....	10
2.1.1. Solární topná (termická) soustava.....	15
2.1.2. Příklady užití solárních soustav.....	16
2.1.3. Fotovoltaické články.....	18
2.2. Biomasa.....	20
2.2.1. Chemické složení biomasy.....	20
2.2.2. Vznik biomasy.....	20
2.2.3. Využití biomasy.....	21
2.2.4. Pěstování biomasy pro energetické účely.....	22
2.2.5. Možnosti využití.....	23
2.3. Větrná energie.....	31
2.3.1. Přírodní podmínky.....	31
2.3.2. Možnosti využití.....	32
2.3.3. Výběr vhodných lokalit.....	35
2.4. Energie vody.....	37
2.4.1. Princip využití vodní energie.....	38
2.4.2. Využití vodních toků.....	40
2.4.3. Využití přílivu, příboje, odlivu.....	43
2.5. Energie prostředí, geotermální energie, tepelná čerpadla.....	45
2.5.1. Možnosti využití.....	48
2.5.2. Druhy tepelných čerpadel.....	49
2.5.3. Geotermální energie.....	52
3. Využití obnovitelných zdrojů v okrese Český Krumlov	53
3.1. Charakteristika krajiny	53
3.2. Shrnutí možností využitelnosti obnovitelných zdrojů na uvažovaném území ..	55
4. ZÁVĚR	57
4.1. Srovnání obnovitelných zdrojů z hlediska potenciálu.	57
4.2. Srovnání obnovitelných zdrojů z hlediska investičních nákladů.	60
4.2.1. Ekonomické hodnocení větrné elektrárny.	60
4.2.2. Ekonomické hodnocení solárního zařízení.....	62
4.2.3. Ekonomické hodnocení tepelných čerpadel	65
4.2.4. Ekonomické hodnocení biomasy	66
4.2.5. Ekonomické hodnocení vodní elektrárny	67
4.3. Celkové shrnutí	68
POUŽITÁ LITERATURA	70
PŘÍLOHY	72
ANOTACE	82

Úvod

1. Obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje energie jsou ty, které se z hlediska lidského přičinění nemohou vyčerpat, neustále se obnovují. Nejvíce se angažuje Slunce – můžeme využívat přímé sluneční záření a to na elektřinu nebo na teplo, tepelnou energii z přípovrchové vrstvy Země a vody, energii mořských vln k výrobě elektřiny, vodní sílu proudících vod k přeměně na energii mechanickou nebo elektrickou. Díky nestejnoseměrnému zahřívání atmosféry proudí větry (větrná energie), jejichž energii mohou využít větrné motory pro výrobu mechanické či elektrické energie. Sluneční energie uložená v biomase (růst vegetace), kterou využívají spalovací zařízení na výrobu tepelné energie. Biomasu můžeme používat buď ve formě suché (např. dřevo, sláma), zplyněné (bioplyn) nebo zkapalněné (např. bionafta). Dalším zdrojem energie je sama naše planeta – její vnitřní teplo, které využíváme ve formě geotermální energie. Energie odlivu a přílivu moří čerpatelná pomocí přílivových elektráren vzniká díky spolupůsobení rotace Země a vzájemné přitažlivosti Země, Měsíc a Slunce.



Obr. 1. Schéma rozdělení možností využití solární energie (viz. [3])

Mezi obnovitelné zdroje energie můžeme zařadit výrobu vodíku, pokud uvažujeme jeho výrobu rozkladem vody (sluneční energií, elektrickou energií), protože spalováním vodíku opět vzniká voda. Vodík může být použit např. ve spalovacích člancích, které vyrábějí elektrickou energii s vysokou účinností (dá se použít i ve spalovacích motorech).

Podle současných představ může být nevyčerpatelným zdrojem řízená syntéza z atomů deuteria a tritia, kterých je ve světových oceánech obrovské množství, prakticky se bude jednat o nevyčerpatelný zdroj.

Deuterium

Jako deuterium se označuje atom s jádrem ^2H , který obsahuje v jádře jeden proton a jeden neutron a od běžného vodíku se liší především atomovou hmotností. Někdy mu bývá přiřazována i chemická značka D, přestože se nejedná o jiný prvek.

Deuterium je stabilní izotop, který nepodléhá radioaktivní přeměně. V přírodě se běžně vyskytuje namísto lehkého vodíku. V průměru připadá na jeden atom deuteria 7 000 atomů normálního vodíku.

Ve spojení s kyslíkem tvoří deuterium tzv. těžkou vodu, D_2O . Tato sloučenina má významné využití v jaderném průmyslu. Je velmi účinným moderátorem, tedy látkou zpomalující rychlost neutronů. Této vlastnosti se již od druhé světové války využívá v určitém typu jaderných reaktorů k přípravě plutonia z uranu.

Tritium

Tritium je izotop vodíku ^3H jádro tritia obsahuje jeden proton a dva neutrony, zatímco normální vodíkové jádro sestává z jednoho protonu. Je to plyn (T_2 nebo $^3\text{H}_2$) za standardního tlaku a teploty.

Někdy mu bývá přiřazována i chemická značka T, přestože se nejedná o jiný prvek. Ve sloučenině s kyslíkem tvoří tritiovou vodou T_2O tzv. trojnásob těžká voda.

Obnovitelné zdroje energie mají své výhody, ale i nevýhody, které částečně omezují jejich využívání.

Výhody obnovitelných zdrojů energie:

- Nelze je prakticky vyčerpat
- Neznečišťují životní prostředí prachem, oxidy síry, dusíku. Neplatí u spalování biomasy
- Nepřispívají ke skleníkovému efektu

Nevýhody obnovitelných zdrojů energie:

- Uplatňuje se střídání dne a noci, příliv a odliv, roční období
- Energie jsou “zředěné” a často se musí koncentrovat energie z velkých ploch
- Energie je třeba v některých případech skladovat, aby se odstranily výkyvy ve výrobě energie
- Vzhledem k výkyvům a různým nepředvídaným okolnostem je třeba mít záložní zdroj energie, který využívá fosilní paliva
- Obnovitelné zdroje energie nemohou pokrýt veškerou spotřebu energie, odhaduje se, že mohou pokrýt asi 10-20% ze současné spotřeby

2. Popis jednotlivých zdrojů energie

2.1. Solární energie

Zpracováno dle [3], upraveno

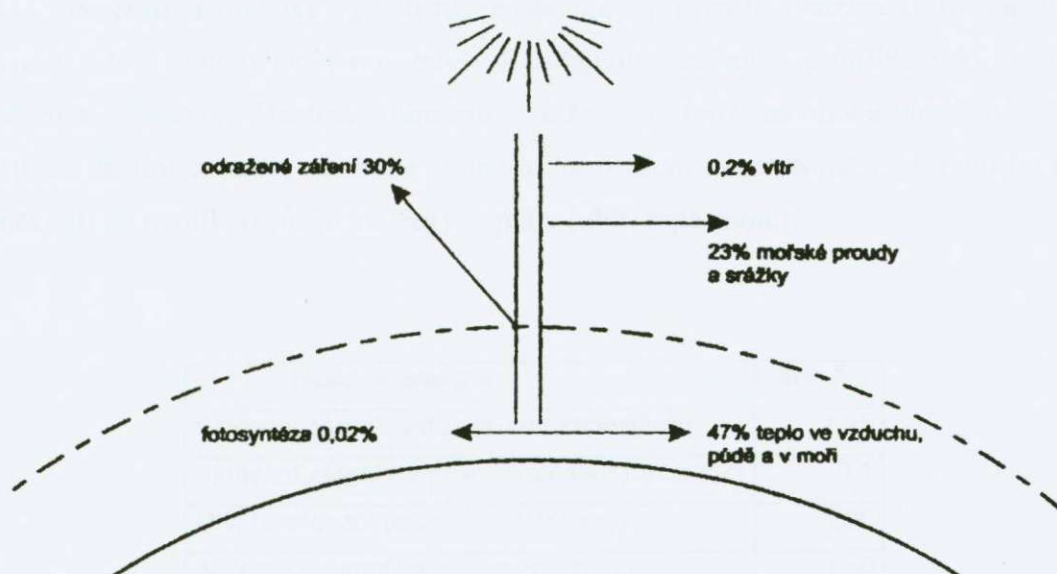
Slunce jako zdroj energie

Slunce je z fyzikálního hlediska fúzním reaktorem. Na základě enormně velké hmotnosti a s ní spojené hmotné přitažlivosti se atomy “taví”, zjednodušeně řečeno mění se atomy vodíku na hélium. Přitom se uvolňuje velké množství energie – přibližně $1,1 \cdot 10^{20}$ kWh , předávané ve formě elektromagnetického záření do kosmického prostoru. Zlomek této zářivé energie dosáhne po 150 milionech km a 8,3 minutách na Zemi.

Slunečné záření je elektromagnetické záření s vlnovými délkami v rozsahu od 0,28 do 3,0 μm . Sluneční spektrum zahrnuje malý podíl ultrafialového záření (0,28 – 0,38 μm), které je pro lidské oko neviditelné a představuje asi 2 % solárního spektra. Viditelné světlo má vlnové délky od 0,38 – 0,78 μm a představuje asi 49 % spektra. Zbytek tvoří infračervené záření s vlnovými délkami 0,78 – 3,0 μm .

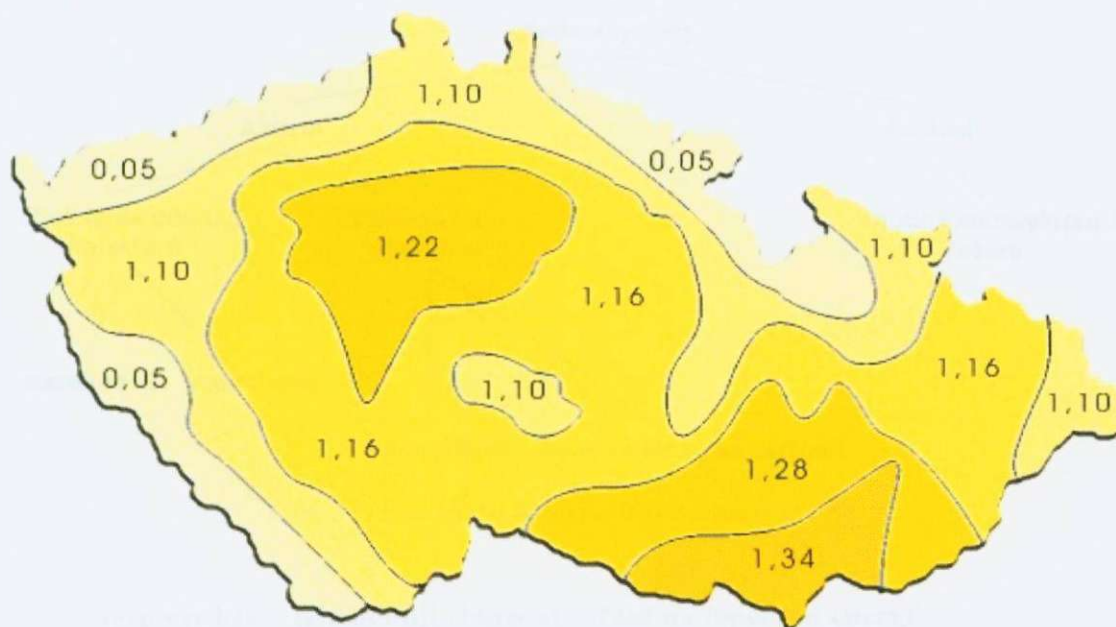
Při měření solárního záření mimo zemskou atmosféru (na sluneční straně, kolmo k záření) přibližně ve výšce satelitů, se vyskytuje proud energie cca 1360 W/m^2 , což je tzv. solární konstanta. Vrchní vrstva atmosféry přijímá cca $1,5 \cdot 10^{18}$ kWh za rok, což je přibližně dvě miliardy sluncem vytvořené energie. V důsledku odrazu, rozptylu a absorpce plyny a aerosoly v atmosféře dopadá na zemský povrch jen 47 % z této energie ($7 \cdot 10^{17}$ kWh)

Bilance sluneční energie



Obr. 2.1 Tepelná bilance Země (viz. [8])

V našich zeměpisných podmínkách to znamená, že energie dopadající na plochu 1 m^2 dosahuje hodnoty 1000 až 1250 kWh/rok (viz. obr. 2.2). Z uvedené intenzity záření plyne, že teoreticky při 100 % účinnosti využití této energie by jsme z plochy 10 m^2 mohli získat dostatek energie na pokrytí celoroční spotřeby tepla a teplé vody pro průměrnou českou domácnost.



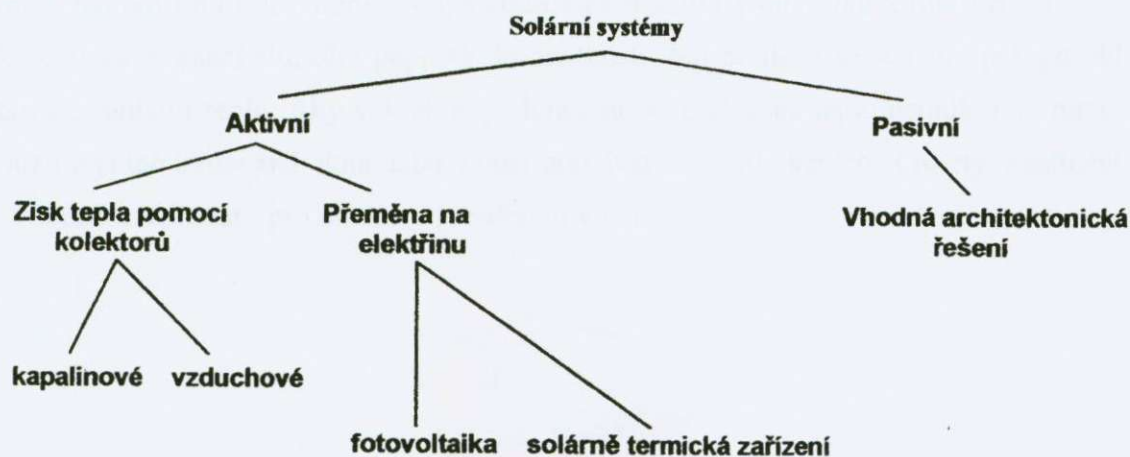
Obr. 2.2 Průměrné množství slunečního záření na území České republiky v GWh/m^2 (viz. [4])

Bariérou pro takové využití nepředstavuje jen nerealizovatelná 100 % účinnost zařízení, ale i odchylky v množství dopadajícího záření v průběhu roku a jeho energetické hustotě. Hustota slunečního záření je totiž mnohonásobně nižší než v případě fosilních paliv, na druhé straně je toto záření rovnoměrně rozloženo po celé zeměkouli na rozdíl od zásob klasických paliv (uhlí, ropa apod.).

Hustota energie	kW/m ²
Sluneční záření nad zemskou atmosférou	1,35
Sluneční záření na povrchu Země(průměr CZ)	0,1
Uhlí (spalovací pec velké elektrárny)	500
Jaderná energetika (palivový článek)	650
Elektrický kabel	1000000

Tabulka č. 2.1 Porovnání hustoty energie pro různé zdroje (viz. [3])

Sluneční záření se dá přeměnit buď na teplo nebo na elektřinu několika způsoby, které jsou shrnuty v níže uvedeném přehledu. Zařízení, které přeměnu zprostředkovává, se obecně nazývá solární systém.



Obr 2.3 Rozdělení solárních systémů (viz. [8])

Systémy které přeměňují sluneční záření na tepelnou energii:

Solárně termická zařízení – využívá principu klasických tepelných elektráren, kdy přehřátá pára pohání turbínu spojenou s generátorem. K ohřevu vody se užívá buď

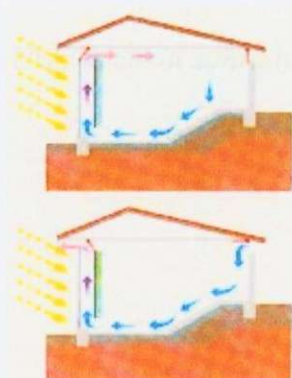
rovinných zrcadel odrážejících sluneční paprsky do ohniska-absorbéru na věži, nebo soustavy parabolických zrcadel, kdy se teplotnosné médium ohřívá v jejich jednotlivých ohniscích. Toto zařízení lze využít pro přípravu teplé vody, ohřev vody v bazénech nebo vytápění.

Systémy které přeměňují sluneční záření na elektrickou energii:

Fotovoltaické články (FVČ) – Využívá přímé přeměny slunečního záření dopadajícího na křemíkový polovodičový článek na elektrickou energii. Více propojených článků tvoří solární panel. Vyrobeným stejnosměrným proudem je možné dobíjet akumulátory včetně autobaterií nebo přímo napájet stejnosměrné spotřebiče. Pomocí střídače můžeme pohánět i běžné spotřebiče a v případě přebytku dodávat elektřinu do rozvodné sítě (tzv. systém grid-on).

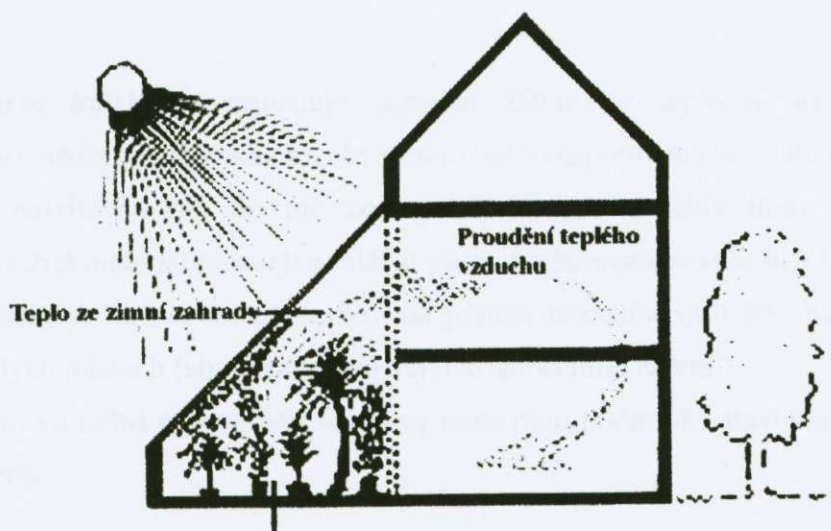
Tento systém se řadí do **aktivních solárních systémů**, protože v tomto případě jde o získávání solární energie technickým systémem.

K využití energie slunečního záření pro výrobu lze použít tzv. **pasivní způsob** – využívá se architektonických prvků i celkové koncepce staveb. Základem je navrhnout budovu tak, aby bylo možno zachytit maximum slunečního záření. Toho lze dosáhnout orientací největší plochy domu k jihu a umístěním prosklených ploch (okna, verandy, zimní zahrady) na tuto stranu. Nejjednodušším řešením jsou velká k jihu orientovaná okna, která propustí sluneční paprsky do místnosti. Její podlaha se stěnami pak působí jako akumulátor tepla. Aby v době kdy slunce nesvítí, získané teplo neuniklo, je nutné použít tepelně izolovaná okna nebo v noci používat izolační okenice či rolety. Zastínění je vhodné instalovat i pro omezení přehřívání v létě.



Obr. 2.4 Schéma pasivního solárního systému (viz. [29])

Populárním řešením je zimní zahrada. V postatě se jedná o skleník, který je přistavený k jižní straně domu. Teplý vzduch odsud může být rozváděn po celém domě. Výhodnější je vedení tohoto vzduchu přes tepelný zásobník tvořený třeba křemennými kamínky. V něm nahromaděné teplo je možné využívat dlouho po dobu, kdy slunce nesvítí.



Obr. 2.5 Schéma využití tepla ze zimní zahrady (viz. [3])



Obr. 2.6 Ukázka zimní zahrady (viz. [4])

2.1.1 Solární topná (termická) soustava

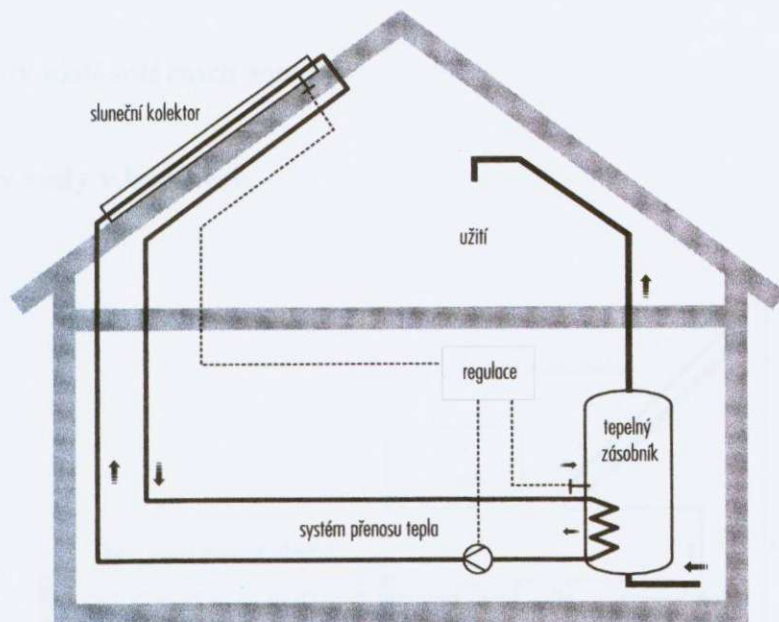
Solární systém se skládá z kolektorů, tepelných (tepelného) zásobníku, čerpadla a dalších dílčích zařízení viz obr. 2.1.1. Systém se navrhuje pro skutečné místní podmínky (dimenzování a umístění kolektorů, způsob využití - TUV, bazén, přitápění, počet osob, způsob připojení na klasický zdroj tepelné energie, řízení automatickou regulací atd.).

Solární kolektor přeměňuje sluneční záření na teplo a převádí ho do teplotnosného média (voda, vzduch), aby mohlo být transportováno k místu užití.

- Je navrhován tak, aby měl co největší účinnost a velký důraz je kladen na životnost(použité materiály musejí odolávat všem povětrnostním vlivům a UV-záření).

- Musí být instalován především na jižních nezastíněných střechách, nebo na jiných slunných místech.(aby přijímal co nejvíce slunečního záření) .

- Jako viditelná část solární soustavy musí plnit podmínky stavby a mít náležitý estetický výraz.



Obr. 2.1.1 Schéma zapojení solárního topného systému (viz. [4])

Tepelný zásobník, jeho úkolem je vyrovnávat přirozené kolísání dodávek solární energie (přebytečnou nabídku energie musí z kolektoru převzít a uchovat pro doby kdy je solární záření malé nebo žádné)

Liší se např. podle

- fyzikálních vlastností (beztlaký, tlakový, zásobník latentního tepla atd.)
- použitého média (vodní, šterkový atd.)
- konstrukčního materiálu (ocelový, plastový)
- účelu použití (zásobník pitné vody, vyrovnávací zásobník apod.)

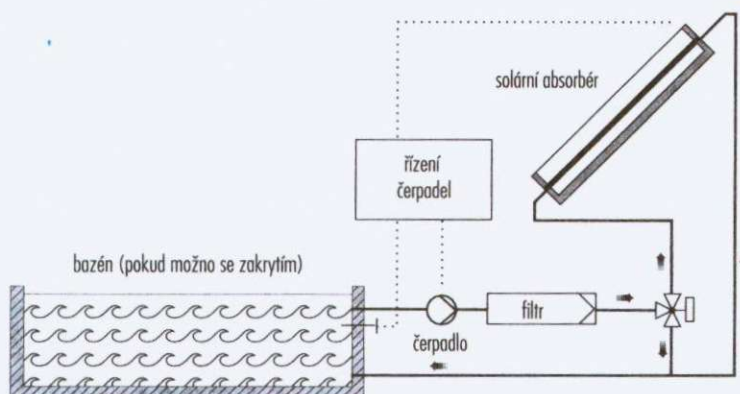
Použité materiály musí mít dobu životnosti minimálně 20 let a velmi dobrou tepelnou odolnost.

Solární okruh převádí teplo, které vyprodukuje solární kolektor, do zásobníku, resp. k přímé spotřebě, přečerpáváním teplotnosného média.

Teplotnosné médium přijímá energii v kolektoru a v zásobníku (spotřebiči) ji zase předá. (kapalina, nejčastěji se používá tyfocor, nemrznoucí směs, která mění konzistenci až při teplotě $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, kdy rosolovává)

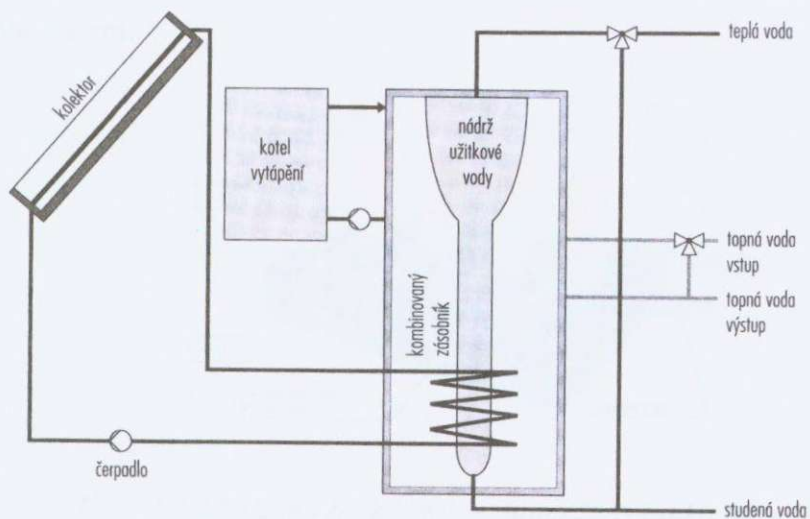
2.1.2. Příklady užití solárních soustav

Ohřev vody v bazénech



Obr. 2.1.2a Schéma zapojení solárního systému pro ohřev vody v bazénu (viz. [4])

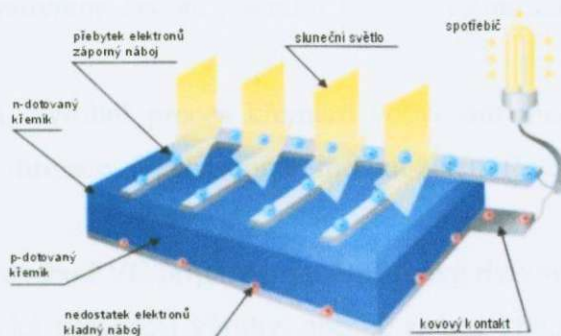
Solární vytápění



Obr. 2.1.2b Schéma zapojení solárního systému pro vytápění (viz. [4])

2.1.3 Fotovoltaické články

Princip jejich činnosti je založen na tzv. fotovoltaickém jevu. Z fyzikálního hlediska je charakterizován přímým vyražením elektronu ze své oběžné dráhy fotonem slunečního záření.



Obr. 2.1.3 Schéma funkce fotovoltaického článku (viz. [20])

Fotovoltaický článek (dále jen FVČ) o velikosti 100cm^2 s 10% účinností dokáže vyprodukovat 1 Watt elektrické energie. Poprvé byl tento proces využit na vesmírných družicích jako zdroj energie pro instalované zařízení.

Technologický vývoj FVČ zaznamenal v posledních desíti letech velký rozvoj. Účinnost se zvýšila ze 6% u prvních křemíkových článků na dnešních 12,5% pro sériově vyráběné zařízení a více než 30% pro laboratorně vyrobené články.

Výhody FVČ:

- Pracují bezpečně, potichu, nepotřebují žádné palivo, neprodukují odpad, nemají žádné pohyblivé části a proto nepotřebují ani údržbu.
- Jsou konkurenci schopné v aplikacích kde je zavedení elektrické energie omezené, nemožné nebo kde by náklady na elektrické sítě a vybudování elektrárny vysoké (vysokohorské budovy, čerpání vody na pouštích, telekomunikační zařízení atp.).
- Lehce přemístitelný zdroj energie.

Nevýhody FVČ:

- Nízká účinnost v závislosti na úhlu dopadu světla (lze regulovat pomocí mechanismů), intenzitě záření (neovlivníme, záleží na ročním období, oblačnosti),
- FVČ poměrně rychle stárnou => klesá účinnost
- Účinnost silně ovlivňuje čistota povrchu FVČ – velmi slabá vrstva prachu snižuje výkon o 20%
- Problém surovin, výrobní proces křemíku ve větším měřítku => vznik CO₂ a těžkých kovů z rafinace. Technologie indium-selen (Siemens) – vydrancování zásob India.
- Na 1kW instalovaného FVČ připadá průměrně 6,5kg rizikových odpadů.
- Vysoká energetická náročnost výroby, obecně známé křemíkové články potřebují ke své výrobě 1MWh na 1kg suroviny.
- Vysoká cena (současná).

2.2. Biomasa

Zpracováno dle [4] a [12], upraveno

Biomasa v podobě rostlin je chemicky zakonzervovaná sluneční energie. Současně to je jeden z nejuniverzálnějších a nejrozšířenějších zdrojů energie na Zemi. Kromě toho, že poskytuje výživu, používá se jako stavební materiál, vyrábí se z ní papír, léky nebo chemikálie, je též výborným palivem. Biomasa se jako palivový zdroj používá od objevení ohně. Její výhodou je, že poskytuje nejen velkou různorodost vstupních rostlin, ale i univerzální využití v energetice. Lze ji využít nejen na výrobu tepla, ale i na výrobu elektřiny v moderních spalovacích zařízeních. Kapalné a plynné formy biomasy (etanol, metanol, dřevoplyn, bioplyn) je také možné použít na pohon motorových vozidel.

2.2.1 Chemické složení biomasy

Chemické složení biomasy se mezi jednotlivými rostlinnými druhy liší, v průměru obsahují asi 25% ligninu a 75% uhlovodíků. Uhlovodíková složka se skládá z mnohých molekul cukrů spojených do dlouhých řetězců polymerů. Dvě významné složky uhlovodíků jsou celulóza a hemi-celulóza. Příroda využívá dlouhé polymery celulózy na stavbu vláken, které dávají rostlinám potřebnou pevnost. Lignitová složka působí jako „lepidlo“, které drží celulózová vlákna.

Celulóza (starší název též buničina): Je charakteristickým polysacharidem buněčných stěn rostlinných buněk. Tvoří dlouhé stužkovité molekuly, které jsou v buněčných stěnách spojeny vodíkovými můstky do pevných svazků z mikrofibril.

Hemicelulóza: polysacharidy buněčné stěny, které propojují celulózové mikrofibrily

2.2.2 Vznik biomasy

Rostliny na svůj růst využívají oxid uhličitý z atmosféry a vodu ze země, které díky fotosyntéze přetváří na uhlovodíky – stavební články biomasy. Sluneční energie, která je hybnou silou fotosyntézy je ve skutečnosti uskladněná v chemických vazbách. Kyslík ze vzduchu se spojuje s uhlíkem v rostlině, přitom vzniká oxid uhličitý a voda. Tento proces je cyklicky uzavřený, protože vznikající oxid uhličitý je vstupní látkou pro novou biomasu.

2.2.3 Využití biomasy

Z energetického hlediska lze energii z biomasy získávat téměř výhradně spalováním, tedy termochemickou přeměnou. Biomasa je podle druhu spalována přímo, nebo jsou spalovány kapalně či plynné produkty jejího zpracování.

Rozdělení technologie zpracování a přípravy biomasy ke spalování

Biopaliva, lze rozdělit podle jejich fyzikální podstaty na tuhá, kapalná, a plynná. U tuhých biopaliv je rozhodující obsah tzv. sušiny, což je množství suché hmoty.

V přírodních podmínkách ČR lze využívat biomasu v následujících kategoriích:

a) **Biomasa odpadní**

- **Rostlinné odpady ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny** – řepková a kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a náletových dřevin, odpady ze sadů a vinic, odpady z údržby zeleně a travnatých ploch
- **Lesní odpady** - (dendromasa) po těžbě dříví zůstává v lese určitá část stromové hmoty nevyužita (pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky a dendromasa z prvních probírek a prořezávek)
- **Organické odpady z průmyslových výroby** - spalitelné odpady z dřevařských provozoven (odřezky, piliny, hobliny, kůra), odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce (cukrovary), odpady z jatek, mlékáren, lihovarů, konzerváren.
- **Odpady ze živočišné výroby** - hnůj, kejda, zbytky krmiv, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit.
- **Komunální organické odpady** - kaly, organický tuhý komunální odpad

b) **Biomasa záměrně produkována k energetickým účelům (energetické plodiny, fytomasa)** - viz. dále

2.2.3 Pěstování biomasy pro energetické účely

V dnešní době se pěstují i plodiny výhradně pro energetické účely (energetické rostliny – plodiny, dřeviny). Pro tzv. energetické plantáže je velmi důležitá volba plodiny, která je určována mnoha faktory: druhem půd, způsobem využití a účelem, množstvím sklizně a dopravy, druhovou skladbou v okolí a v neposlední řadě klimatickými podmínkami.

Předem se musí porovnat náklady na pěstování a výrobu (spotřebu energie) se zisky (výnosy). Pro plantáže energetických rostlin lze užít zemědělsky nepotřebnou půdu, např. kolem dálnic. V naší republice jsou velmi vhodnou lokalitou popílkoviště a výsypky v severní části ČR, které nemají vhodnější využití a kde může pěstování biomasy pomoci navrátit krajinu do její původní podoby. Je také možné využít mezí, remízků a okolí potoků, které kdysi tvořili přirozené živé ploty. V současné době lze užít nevyužívané zemědělské půdy.

Z bylin jsou zajímavé rostliny produkující cukr, škrob nebo olej (brambory, cukrová řepa, slunečnice a zejména řepka-řepkový olej se zpracovává na naftu a mazadla).

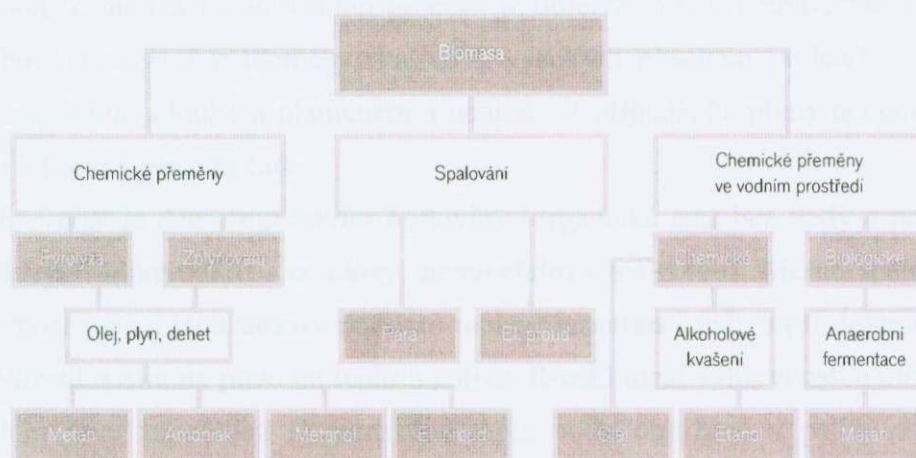
Z dalších rostlin je velmi výhodné pěstování konopí setého, neboť nevyžaduje žádné ošetření v průběhu vegetace. V Evropě dosahuje výšky až 4 m a výnosu hmoty 6-15 tun suché hmoty z ha. Konopí je jednoletá rostlina, ale na stanovišti vydrží, pokud se vysemení, mnoho let.

Nejvýhodnější je pěstování rychlerostoucích dřevin mezi které patří platany, topoly (černý, balzamový), pajasany (žláznatý), akáty, olše a zejména vrby, které se hodí pro půdy podél vodotečí, kde lze uplatnit i domácí topol černý.

Doba periodické sklizně (obmýtní doba) je 2 až 8 vegetačních období, životnost plantáže je 15-20 let. Speciální vyšlechtěné klony mají výtěžnost až 15-18 tun sušiny na ha, v našich podmínkách se dosahuje průměrné výtěžnosti 10 t.ha⁻¹. Je však třeba brát v úvahu zákon č.114/92 Sb., o ochraně přírody a krajiny, který upravuje pěstování cizích rostlin a dřevin.

Nevýhodou těchto plantáží je nutnost výběru vhodných produkčních klonů, souvislé plochy a zajištění vhodné sklízecí techniky pro mechanizovanou sklizeň (výroba štěpky), která vyžaduje systém výsadby v řádcích nebo dvojřádcích.

2.2.4 Možnosti využití

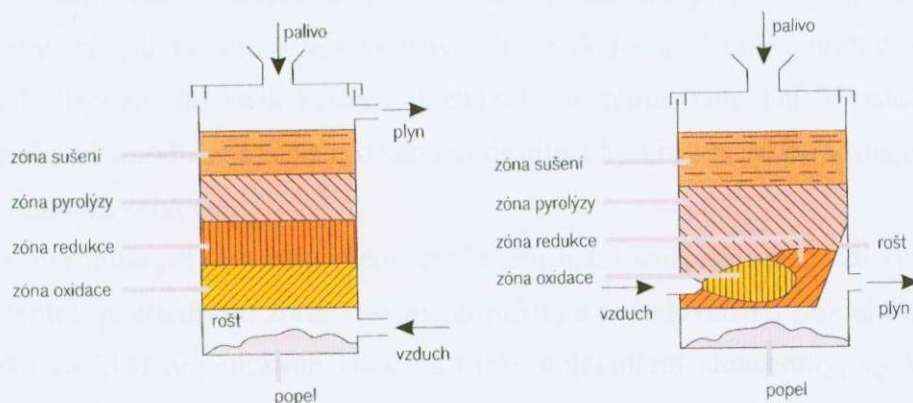


Obr. 2.2.4 Schéma možností využití biomasy (viz. [4])

Termochemická přeměna

Biomasa pro přímé spalování je v současnosti využívána zejména decentralizovaně v lokálních topeništích a malých kotlích v rodinných a bytových domech (palivové a odpadní dřevo), v menší míře i ve větších zdrojích (průmyslové zdroje v dřevozpracujícím i jiném průmyslu, blokové kotelny, zdroje centrálního zásobování teplem - CZT).

Spalování a ostatní termochemické (suché) procesy využití biomasy jsou reakce pro laika těžko rozlišitelné, podstatný je pro něho většinou výsledek, např. karbonizace (dřevěné uhlí), zplyňování (plyn), pyrolyza (plyn, olej) (viz tabulku 28).



Obr. 2.2.4.1 Princip protiproudého zplyňovače a zplyňovače s příčným prouděním (viz. [4])

Obecně se palivo (tedy i biomasa) skládá z následujících částí: prchavá hořlavina, popel a voda. Z hlediska spalovacího procesu je důležitý obsah prchavé hořlaviny a způsob jejího uvolňování z biomasy. Palivo s vysokým obsahem prchavé hořlaviny (např. biomasa) hoří dlouhým plamenem a naopak. V případě, že plyny nemají dostatek kyslíku k hoření, plamen čadí.

Výhřevnost je dána množstvím hořlaviny (organická část bez vody a popelovin, směs hořlavých uhlovodíků - celulózy, hemicelulózy a ligninu). Měrné spalné teplo a výhřevnost paliva jsou určeny podílem tepla a hmotnosti paliva při dokonalém spálení a ochlazení spalin na původní teplotu paliva. Rozdíl mezi výhřevností a měrným spalným teplem je v započítání skupenského tepla vody obsažené v palivu a vody vzniklé spálením vodíku obsaženého v palivu, respektive jde o kondenzační teplo vody obsažené ve spalinách po spálení paliva. Výhřevnost je o toto teplo menší.

Spalné teplo H je množství energie, které lze získat dokonalým spálením určitého množství paliva se vzduchem při konstantním tlaku. Všechny spaliny vzniklé spalováním jsou ochlazeny na výchozí teplotu složek, které se účastnily spalování, včetně vody. Tato voda je ve stavu kapalném o teplotě rovné teplotě výchozí.

Výhřevnost Q_i (také Q_n) je množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství paliva, pokud se spaliny ochladí na původní teplotu, přičemž všechna voda vzniklá při spálení zůstane v parách. U výhřevnosti se tedy kondenzační teplo vody ve spalinách neuplatňuje. Fakticky se výhřevnost určí ze spalného tepla odečtením kondenzačního tepla vodní páry.

Spalování - suchá biomasa je tedy velmi složité palivo, které při spalování z velké části zplyňuje. Působením vysokých teplot se uvolňují hořlavé plynné složky, které mají různé spalovací teploty. Proto se také stává, že ve skutečnosti hoří jenom část paliva. Pokud je k dispozici dostatek kyslíku, dochází k prostému spalování. U ostatních procesů se jedná zjednodušeně řečeno o suchou destilaci buď bez přístupu vzduchu, nebo s jeho minimálním přívodem.

Pyrolýza - probíhá při atmosférickém, zvýšeném nebo sníženém tlaku za vysokých či nízkých teplot, podle druhu zpracovávaného média a požadovaných produktů. Jedná se o termický rozklad organických látek na nízkomolekulární sloučeniny, výsledkem je topný plyn nebo olej.

Zplyňování - probíhá většinou za přístupu vzduchu a má následující průběh: sušení (zóna sušení), pyrolýza (zóna pyrolýzy), oxidace (zóna oxidace), redukce (zóna redukce). Základními druhy technologie zplyňování jsou zplyňovače protiproudé, sou-proudé a fluidní.

Protiproudý zplyňovač je obvykle velice jednoduchý a relativně laciný. Je schopen po-
užití i při vysoké vlhkosti paliva. Nedostatkem je nižší výhřevnost plynu a více dehtu.
Pro využití v motorech je nutné plyn čistit.

Souproudý (paralelní) zplyňovač je sice konstrukčně náročnější, plyn má však nízký
obsah dehtu, neboť musí projít horkou spalovací zónou.

Při fluidním zplyňování pevné částice paliva víří a mísí se se zplyňovacím médiem.
Proto se nevytváří sypný popel a plyn má vyšší obsah pevných částic.

Biochemická přeměna

Bioetanol - Fermentací roztoků cukrů je možné vyprodukovat etanol
(etylalkohol). Vhodnými materiály jsou cukrová řepa, obilí, kukuřice, ovoce nebo
brambory. Cukry mohou být vyrobeny i ze zeleniny nebo celulózy. Teoreticky lze z 1
kg cukru získat 0,65 l čistého etanolu. V praxi je však výtěžnost nižší, jen 90-95 %.
Fermentace cukrů může probíhat pouze v mokré (na vodu bohatém) prostředí.
Vzniklý alkohol je nakonec oddělen destilací a je vysoce hodnotným kapalným palivem
pro spalovací motory. Jeho přednostmi jsou ekologická čistota a antidetonační
vlastnosti. Nedostatkem etanolu jako paliva je schopnost vázat vodu a působit korozi
motoru, což lze odstranit přidáním antikoročních přípravků.

V USA probíhají výzkumy výroby etanolu z celulózy pomocí speciálně vyšlechtěných
mikroorganismů. Etanol lze pak získat i ze dřeva, slámy nebo sena. Pro spalovací mo-
tory je hojně využíván v Mexiku.

Skládkové plyny - Na skládkách TKO (tuhého komunálního odpadu) dochází
ke složitým biologickým pochodům, důsledkem je tvorba skládkového plynu, který je
možné odebírat po dobu několika let. Složení plynu se přitom časem mění. Průměrné
množství TKO na jednoho obyvatele na rok je asi 310 kg. Z tohoto množství je přibliž-
ně 35 % organického původu, z něhož lze odhadovat přibližnou produkci $0,3 \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$.

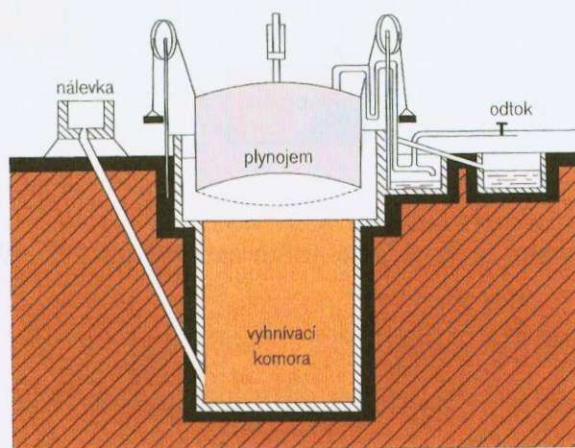
Bioplyn - Při rozkladu organických látek (hnůj, zelené rostliny, kal z čističek)
v uzavřených nádržích bez přístupu kyslíku vzniká bioplyn. Tento proces, kdy se
organická hmota štěpí na anorganické látky a plyn, vzniká díky bakteriím pracujícím
bez přístupu kyslíku (anaerobně). Rozkládání víceméně odpovídá procesům

probíhající v přírodě s tím rozdílem, že v přírodě probíhají i za přítomnosti kyslíku (aerobní procesy). Proto jsou meziprodukty těchto procesů odlišné a také chemické složení konečných produktů se liší. Zbytky z vyhnívacích procesů jsou vysoce hodnotným hnojivem, popřípadě kompostem.

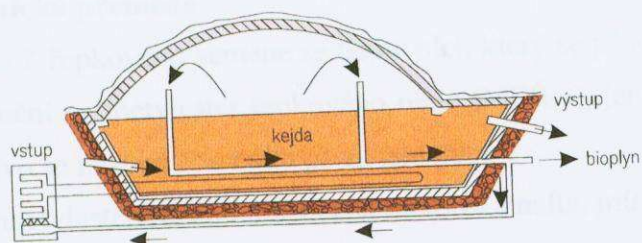
Bioplyn obsahuje cca 55-70 % metanu a výhřevnost se pohybuje od 19,6 do 25,1 MJ.m⁻³. V zemědělství se v největší míře využívá kejda (tekuté a pevné výkaly hospodářských zvířat promísené s vodou), případně slamnatý hnůj, v menší míře sláma, zbytky travin, stonky kukuřice, bramborová nať (obtížnější zpracování). Bioplynový potenciál hnoje závisí na obsahu sušiny a na složení a strávení potravy, neboť hnůj od různých zvířat má různé vlastnosti.

Bioplynná stanice

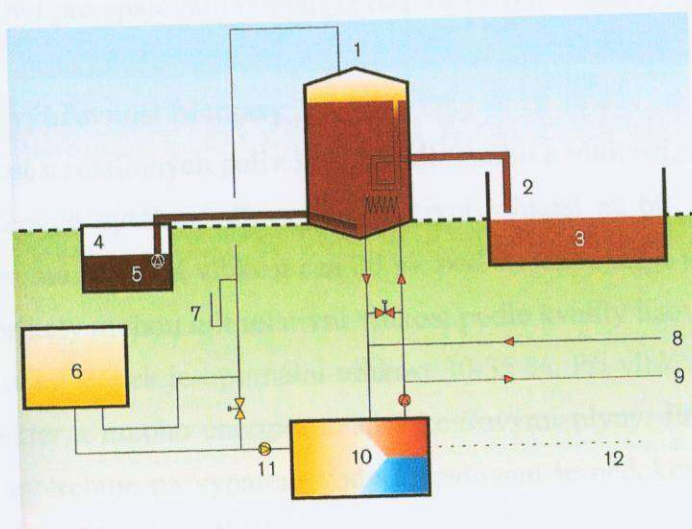
V bioplynové stanici se biomasa zahřívá na provozní teplotu ve vzduchotěsném **reaktoru**, kde zůstává pevně stanovenou **dobu zdržení** (většinou experimentálně ověřenou). Optimální teplotní pásma jsou vázána na různé kmeny bakterií



Obr. 2.2.4.2 Schéma nejjednoduššího zařízení na výrobu bioplynu (viz. [4])



Obr. 2.2.4.3 Schéma jednoduchého průtočného systému s pevným plastovým krytem
(viz. [4])



Obr. 2.2.4.4 Schéma bioplynové stanice (viz. [4])

Mechanicko-chemická přeměna

Bionafta - Z řepkového semene se lisuje olej, který se působením katalyzátoru a vysoké teploty mění na metylester řepkového oleje (MEŘO), jenž je použitelný jako bionafta. Toto palivo se nazývá "bionafta první generace".

Protože je výroba metylesteru dražší než běžná motorová nafta, mísí se s některými lehkými ropnými produkty nebo s lineárními alfa-olefiny, aby jeho cena mohla konkurovat běžné motorové naftě. Tyto produkty se nazývají "bionafty druhé generace", musí obsahovat alespoň 30 % metylesteru řepkového oleje, zachovávají si svou biologickou odbouratelnost a svými vlastnostmi, jako je např. výhřevnost, se více přibližují běžné motorové naftě. Jejich výroba se řídí ČSN 65 6507, která pojednává o výrobě biopaliv. (Motory by měli být pro spalování bionafty přizpůsobeny).

Vliv vlhkosti na výhřevnost biomasy

Výhřevnost u rostlinných paliv kolísá podle druhu a vlhkosti, na kterou jsou tato paliva citlivá. Čerstvě vytěžené dřevo má relativní vlhkost až 60 %, dobře proschlé dřevo na vzduchu má relativní vlhkost cca 20 %; pod střechou sníží svůj obsah vody na 20 %. Dřevěné brikety mohou mít relativní vlhkost podle kvality lisování od 3 do 10 %.

Pro spalování štěpek je optimální vlhkost 30-35 %. Při vlhkosti nižší má hoření explozivní charakter a mnoho energie uniká s kouřovými plyny. Při vyšší vlhkosti se mnoho energie spotřebuje na vypaření vody a spalování je nedokonalé. Pro spalování dřeva lze doporučit vlhkost cca 20 %.

Využití biomasy pro vytápění budov v podmínkách ČR

Ekonomicky nejvýhodnější technologií je spalování dřeva (výhřevnost dřeva je srovnatelná s hnědým uhlím). Nejznámější spalovací zařízení jsou lokální kotle na biomasu. Kotle pro rodinné domky pracují obvykle tak, že se palivo nejprve zplynuje, a teprve potom se plyn spaluje. Takový systém umožňuje velmi dobrou regulaci srovnatelnou s plynovými kotli. Kotle spalují nejčastěji polenové dříví, pilinové brikety nebo peletky, lze použít i štěpku nebo dřevní odpad.

Dřevní peletky jsou sypaným fytopalivem (do $1,4 \text{ kg/dm}^3$), s vysokou výhřevností (do 18 MJ/kg), nízkým obsahem popelovin (0,5 až 1 %), malým obsahem vody (kolem 10 %), o průměrech od 6 do 20 mm, s délkou do 40 mm, odolným proti nárazu, s nízkými nároky na skladovací prostory a umožňujícím automatizaci procesů spalování. Vyrábějí se na protlačovacích matricových lisech hlavně z čisté dřevní hmoty někdy s malým přídavkem organických pojiv.

V současné době si získávají oblibu právě lisované pilinové pelety, které umožňují bezobslužný provoz kotle a velmi komfortní dopravu a skladování.

Kotle pracují na principu zplyňování a mají velmi dobrou účinnost kolem 80-89 %, která je podstatně lepší než u obyčejných kotlů na tuhá paliva. Díky biopalivu produkují minimum ekologicky nezávadného popele. Mají vynikající regulační schopnosti s velkým rozsahem výkonu (např. 10-20 kW) včetně možnosti programového řízení s nižší produkcí emisí. Dobře provozovaný zplyňovací kotel má nižší spotřebu paliva při stejné výrobě tepla oproti klasickému kotli.

Nezanedbatelnou výhodou je velká stáložárnost s malou četností přikládání (2-3krát denně podle kvality paliva). Kotle lze v zimě provozovat nepřerušovaně, což se příznivě odráží na vnitřním klimatu budovy. Soustavy teplovodního ústředního vytápění staršího typu (velký objem vody v otopném systému, spád 90/70 °C) lze na tyto kotle obvykle bez problémů připojit. Kromě kotle je zapotřebí instalovat pouze směšovací armaturu (čtyřcestný ventil) pro zajištění dostatečné teploty ve vratném potrubí pro zamezení tzv. **nízkoteplotní koroze** kotle vlivem kondenzace vlhkosti a kyselin z kouřových zplodin a vnější regulaci, kterou zabezpečí běžný prostorový termostat (podobně jako u kotle na plyn).

Pro správný provoz kotle na dřevo by komín měl mít vyhovující tah - min. 15 Pa. V praxi vyhoví většina komínů jak zděných, tak vložkových, podmínkou je jejich dobrý technický stav. Má-li objekt dva komíny, je možno stávající (uhelný) kotel ponechat jako záložní zdroj tepla.

U budov vybavených elektrickými přímotopy, akumulárními topidly a zejména u budov vybavených pouze lokálním vytápěním znamená přechod na biomasu instalaci teplovodního vytápění. V těchto případech je přechod na spalování biomasy nákladnou záležitostí a vyplatí se pouze v některých případech, např. při nutnosti rekonstrukce stávající otopné soustavy, při přechodu od elektrických přímotopů na tuhá paliva apod. Investiční náklady na vybudování ÚT jsou individuální, liší se podle velikosti budovy a kvality provedení.

Jinou možností je instalace lokálního topidla (krb, kachlová kamna, interiérová kamna) do jedné nebo několika místností. Dřevem (peletkami) se vytápí příležitostně. Nejde tedy o přechod na biomasu, ale o rozšíření spektra paliv a zvýšení nezávislosti domu.

Kotle nad 100 kW se používají pro průmyslové aplikace nebo systémy centrálního zásobování teplem. Spalují nejčastěji dřevěné štěpky nebo balíky slámy. Často jsou vybaveny automatickým přikládáním paliva a jsou schopny spalovat i méně kvalitní a

vlhčí biomasu. Někdy se tato zařízení využívají pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny (kogenerace), tyto systémy mají potom až 90% účinnost.

2.3. Větrná energie

Zpracováno dle [1] a [13], upraveno

Otáčivý pohyb naší planety a vliv slunečního záření způsobují pravidelné proudění vzduchu nad mořem i pevninou. Technicky využitelný potenciál energie větru se odhaduje na 26 000 TWh za rok.

Větrná energie byla většinou využívána ve větrných mlýnech pro mletí obilí a čerpání vody (tzv. farmářská větrná kola), přibližně posledních sto let se však používají i k výrobě elektřiny. Několikamegawattové elektrárny se vyvíjejí pro využití na moři, kde jsou velmi příznivé větrné podmínky. V minulém roce byla například v blízkosti Kodaně uvedena do provozu největší evropská mořská větrná farma Middelgrunden s 20 elektrárnami o celkovém výkonu 40 MW.

2.3.1 Přírodní podmínky

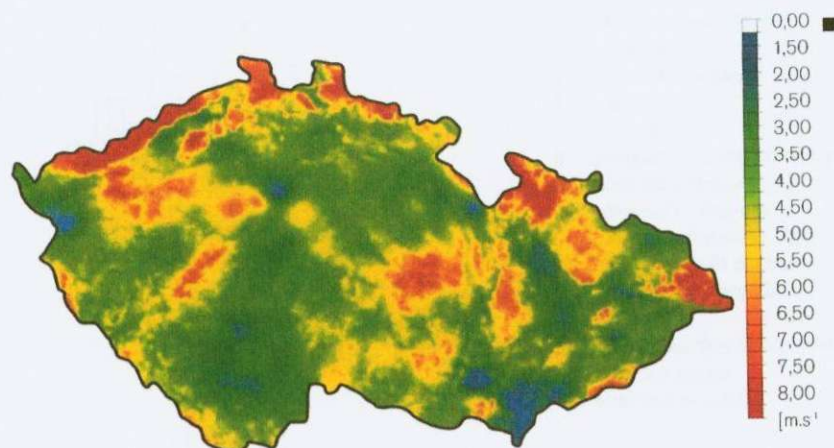
Větrná energie je na předním místě pomyslného žebříčku velikosti dostupného potenciálu obnovitelných zdrojů energie v ČR. Česká republika je vnitrozemský stát s typicky kontinentálním klimatem, který se projevuje významným sezónním kolísáním rychlostí větru. Příčinou je zejména globální vzdušné proudění typické pro severní a střední Evropu.

Ještě donedávna bylo na území ČR postaveno nejméně 26 větrných elektráren o výkonu vyšším než 60 kW. Z tohoto celkového počtu však bylo mnoho jednotek demontováno a řada z nich je trvale nebo dočasně odstavena.

Ve větrných elektrárnách bylo dosud v ČR instalováno celkem 9 885 kW, z toho je nyní v provozu **8 641 kW**. Tento poměrně úspěšný vývoj je však dílem několika posledních let. Příčinou neutěšené situace, která panovala na poli větrné energetiky začátkem nového tisíciletí, kdy původní instalovaný výkon klesl téměř na polovinu, byla špatná příprava projektů. V neposlední řadě pak technické a provozní problémy, hlavně u jednotek tuzemské výroby, kde se jednalo většinou o prototypy či zkušební provoz. Společným rysem většiny těchto instalací byly i nesprávné ekonomické výpočty, případně spekulace na vyšší výkupní ceny v budoucnosti. Maximální celkový objem výroby ve všech stávajících provozovaných větrných elektrárnách lze nyní při střídavém odhadu ročního využití 15 % (cca 1 314 h) odhadnout na 11 360 MWh za rok.

Povětrnostní podmínky České republiky viz. obr. 2.3.1 umožňují ekonomicky výhodné využití větrné energie především v horských oblastech, kde je však rozvoj omezen požadavky na ochranu přírody i nepříznivými povětrnostními podmínkami

(námrazy, bouřky, srážky), které silně omezují provoz elektráren v největnějším období roku.



Obr 2.3.1 Větrný atlas České republiky (viz. [4])

2.3.2 Možnosti využití

Možnosti využití větrné energie jsou:

- přímá přeměna energie větru na **mechanickou práci** (např. čerpání vody nebo dříve známé mletí obilí;
- přímá přeměna energie větru na **elektrinu**, kterou je možné dodávat do sítě (větrné elektrárny viz obr. 2.3.1.2)

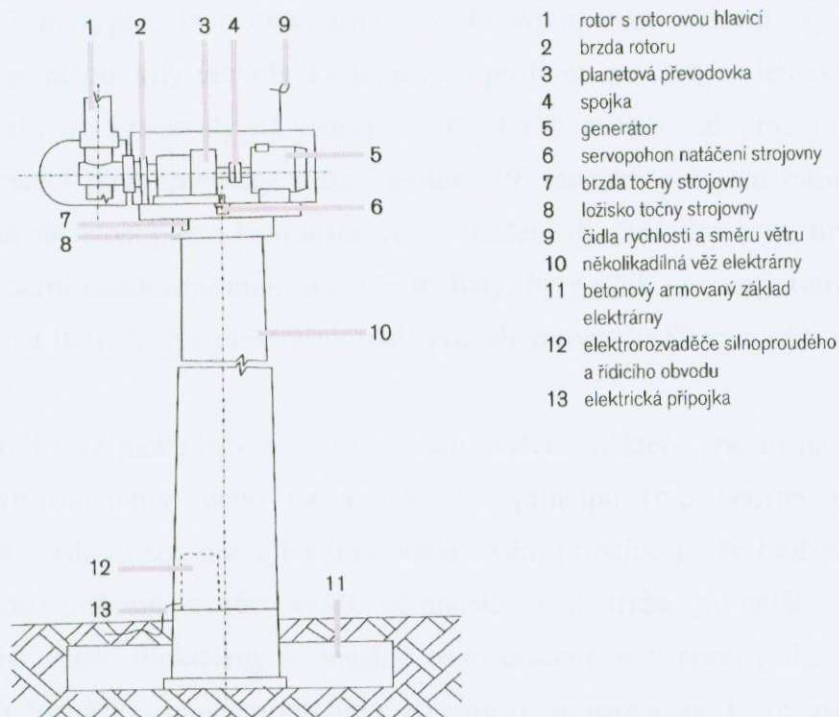
Systémy na přeměnu energie větru na elektrinu

Můžeme dělit na:

Systémy nezávislé na rozvodné síti (grid - off - **autonomní systémy** - slouží pro lokální zásobování elektrinou (mikroelektrárny). Větší autonomní systémy využívají klasické větrné elektrárny se záložními zdroji (bez akumulace) upravené pro ostrovní provoz. V každém případě je kladen důraz na minimální ztráty energie a na používání energeticky úsporných spotřebičů.

Systémy dodávající energii do rozvodné sítě (grid - on) jsou nejrozšířenější a používají se v oblastech s velkým větrným potenciálem, slouží výhradně pro komerční výrobu elektřiny.

Podobně jako u sluneční energie se jedná o nestálý energetický zdroj, který je většinou doplňkem klasických zdrojů energie. Nevýhodou je obecná závislost na počasí, denní době a ročním období.



Obr. 2.3.1.2 Schéma zobrazení větrné elektrárny (viz. [4])

Množství vyrobené elektřiny velmi ovlivňuje typ navržené větrné elektrárny a její výkon. Větrné elektrárny se od sebe liší výtěžností pro určité parametry větru, což vyplývá z konstrukce rotoru, typu generátoru a zejména regulace.

V současné době převládají dva typy regulace výkonu v závislosti na rychlosti větru:

- Regulace Stall (pasivní)

Rotor elektrárny má pevné listy a pro regulaci využívá odtržení proudnice vzduchu od listu rotoru při určité rychlosti větru. Po odtržení dojde ke snížení výkonu. Výhodami jsou o něco vyšší výroba elektrické energie při vyšších rychlostech větru s větrnými nárazy a nižší pořizovací náklady.

V současné době se používá i aktivní varianta regulace typu Stall, která spočívá v pomalém aktivním natáčení listů v závislosti na okamžitých klimatických podmínkách, např. hustotě vzduchu.

- Regulace Pitch (aktivní)

Využívá natáčení celého listu rotoru podle okamžité rychlosti větru tak, aby celkový náběh větrného proudu v daném okamžiku byl optimální. Výhodou je vyšší výroba

elektrické energie zejména při nižších rychlostech větru, kdy se optimalizace projeví nejvíce. Nevýhodou jsou vyšší pořizovací náklady.

Podle aerodynamického principu dělíme větrné motory na vztlakové a odporové. Nejrozšířenějším typem jsou elektrárny s vodorovnou osou otáčení. Ty pracují na vztlakovém principu, kdy vítr obtéká lopatky s profilem podobným letecké vrtuli. Na podobném principu pracovaly již historické větrné mlýny nebo tak pracují větrná kola vodních čerpadel (tzv. americký větrný motor). Při stejném průměru rotoru v zásadě platí nepřímá závislost počtu listů a frekvence otáčení (tj. čím více listů, tím pomalejší otáčky). Moderní elektrárny mají obvykle tři listy, byly však vyvinuty typy s jediným nebo se dvěma listy. Velké elektrárny mají průměr rotoru 40-80 m a věž o výšce více než 80 metrů.

Existují také elektrárny se svislou osou otáčení, některé pracují na odporovém principu (typ Savonius) nebo na vztlakovém principu (typ Darrieus). Výhodou elektráren se svislou osou pracujících na vztlakovém principu je, že mohou dosahovat vyšší rychlosti otáčení a tím vyšší účinnosti, není třeba je natáčet do směru převládajícího větru. Elektrárny se svislou osou otáčení se v praxi příliš neuplatnily, neboť u nich dochází k mnohem vyššímu dynamickému namáhání, které značně snižuje jejich životnost. Nevýhodou je malá výška rotoru nad terénem, tj. i menší rychlost větru. V praxi se téměř nepoužívají.

Výkony mikroelektráren se pohybují od 50 do 1 000 W. Elektřina se obvykle vyrábí pomocí synchronních generátorů buzených permanentními magnety s výstupním napětím 12 nebo 24 V, které napájí malé spotřebiče (světla, TV, chladničky) a slouží pro nabíjení akumulátorů (např. lodní palubní systémy). Elektrárny lze doplnit měničem, který dodává střídavý proud o napětí 220 V.

Elektrárny velkých výkonů (300 až 3 000 kW) jsou určeny k dodávce energie do veřejné rozvodné sítě. Mají asynchronní generátor, který dodává střídavý proud většinou o napětí 660 V, a tudíž nemohou pracovat jako autonomní zdroje energie. Existují i elektrárny se speciálním mnohápólovým generátorem, který nevyžaduje převodovou skříň. Většina elektráren má konstantní otáčky. Některé typy mají obvykle dvě rychlosti otáčení, případně proměnné otáčky podle okamžité rychlosti větru.

Trendem poslední doby je zvětšování výkonu větrných elektráren, větší průměry rotorů a zvyšování stožárů. V srpnu 2002 bylo instalováno zatím největší zařízení Enercon E 112 u Magdeburgu (SRN). Délka listu je 52 m, generátor má výkon 4,5 MW, věž je vysoká 120 m. Velké větrné elektrárny mohou díky vysokému stožáru a velkému průměru rotoru negativně narušit optický reliéf krajiny. U nových typů je konstrukce

podřízena přísným požadavkům omezení hlučnosti, a to jak mechanické (převodová skříň, generátor), tak aerodynamické (rotor). Důvodem pro podobné experimenty jsou nižší měrné náklady na výrobu energie a maximální využití lokalit, kterých je omezený počet. U podobných typů elektráren se předpokládá jejich uplatnění především na mořských lokalitách.

K zefektivnění provozu a snížení nákladů na projektování a výstavbu se velké elektrárny sdružují do skupin (obvykle 5 až 30 elektráren), tzv. větrných farem.

2.3.3. Výběr vhodných lokalit

V případě vnitrozemských oblastí, tedy v podmínkách ČR, jsou příhodné lokality převážně ve vyšších nadmořských výškách, obvykle nad 500 m n. m. V nižších nadmořských výškách je roční průměrná rychlost větru nízká (kolem 2 až 4 m.s⁻¹).

K ohodnocení konkrétní lokality je nejvhodnější stanovení distribuční charakteristiky, což je rozdělení četnosti rychlostí větru zjištěné kontinuálním měřením rychlosti ve výšce osy rotoru. Ideální je alespoň roční měření porovnané s dlouhodobými údaji na blízkých meteorologických stanicích. Jednotlivé roky se od sebe mohou značně lišit. Z výše uvedeného vyplývá, že důležité jsou následující vstupní údaje:

- měřené průměrné rychlosti větru včetně četnosti směru;
- množství a parametry překážek, které způsobují turbulenci a brání laminárnímu proudění větru (porosty, stromy, stavby, budovy);
- chod ročních venkovních teplot či jiných nepříznivých meteorologických jevů (např. námrazy způsobují odstávku);
- nadmořská výška (hustota vzduchu);
- možnost umístění vhodné technologie:
 - únosnost podloží, kvalita podkladu a seismická situace, geologické podmínky pro základy elektrárny;
 - dostupnost lokality pro těžké mechanismy, případně vhodnost pro vybudování potřebné zpevněné komunikace;
 - vzdálenost od přípojky VN nebo VVN s dostatečnou kapacitou;
 - vzdálenost od obydlí, která by měla být dostatečná kvůli minimalizaci možného rušení obyvatel hlukem (Podle hygienických předpisů MZ ČR, vyhl. č.13/1977 Sb., je nejvyšší přípustná hladina hluku ve venkovním prostoru na obytném území příměstském u menších sídelních útvarů ve dne 50 dB a v noci 40 dB. Podmínka je většinou splněna při vzdálenosti elektrárny 200 m od obydlí.);

- míra zásahu do okolní přírody - zátěž při výstavbě elektrárny, zátěž budováním přípojky, zásah do vzhledu krajiny (umístění lokality v CHKO velmi komplikuje povolenací řízení);
- majetkoprávní vztahy k pozemku, postoj místních úřadů, vlastnictví či dlouhodobý pronájem pozemků.

2.4. Energie vody

Zpracováno dle [4] a [6], upraveno

Koloběh vody v přírodě, poháněný sluncem, lze využít i energeticky. Energii z vody můžeme získat využitím jejího proudění, tlaku nebo obou těchto energií současně.

Vodní elektrárny se na celkovém instalovaném výkonu v republice podílejí zhruba 17% a na výrobě elektřiny necelými 4 %. Česká republika se nachází na rozvodí tří moří a pramení zde řeky, proto se zde mohou uplatnit malé vodní elektrárny (MVE). Technicky využitelný potenciál řek ČR činí 3380 GWh.rok⁻¹. Z toho potenciál využitelný v MVE je 1570 GWh.rok⁻¹. Současně využitý potenciál v MVE činí přibližně 700 GWh.rok⁻¹ (cca 45 %).

Z výše uvedených čísel lze usuzovat, že v České republice by měl být stále ještě dostatek lokalit pro výstavbu MVE. Skutečnost je však poněkud složitější. Většina výhodných míst je již "zabrána" elektrárnami v původních mlýnech, pilách a hamrech. Turbíny zde používané byly mnohdy instalovány před desetiletími. Je zde tedy příležitost nahradit je účinnějšími, případně většími, které využijí větší část průtoku. Lokality, které zbývají pro novou výstavbu, mají výrazně horší hydrologické podmínky. Mají obvykle velmi nízké spády, což při daných průtocích vyžaduje podstatně vyšší investiční náklady na strojní a stavební část při relativně nižší výrobě elektrické energie.

Trend vývoje výstavby MVE v České republice je za poslední pětileté období projevil poklesem zájmu, jehož příčinou je postupné obsazování výhodných lokalit. Převážná část ještě nevyužitého hydroenergetického potenciálu totiž leží v oblasti malých spádů (méně než 2 m, případně 2-4 m).

Z energetického hlediska, dispozice a rozložení MVE na našem území netvoří kompaktní skupinu, ale jsou rozptýleny po celém území. Právě to je výhodné pro připojování do energetické sítě, kde nezatěžují přenosovou soustavu. Celoplošné rozšíření elektrizační soustavy přitom umožňuje připojení téměř ve všech lokalitách s možností použití asynchronních generátorů. To je provozně jednodušší a levnější.

2.4.1 Princip využití vodní energie

Kinetická energie (pohybová) je ve vodních tocích dána rychlostí proudění; rychlost je závislá na spádu toku. Využití této energie je možné vodními stroji rovnotlakými, které jsou založeny na rotačním principu. Z vodních strojů jsou to hlavně vodní kola a turbíny typu Bánki a Pelton. (viz obr.2.4.1)

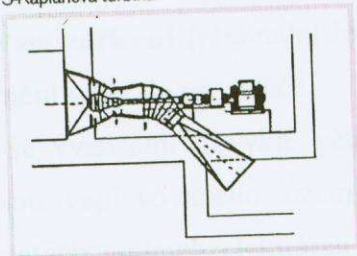
Optimální využití však vyžaduje, aby obvodová rychlost stroje byla nižší, než je rychlost proudění. Pokud je obvodová rychlost otáčení stejná, lopatky pouze ustupují proudu bez možnosti převzetí energie a jakéhokoli zatížení. Otáčky těchto strojů jsou pomalé - uvádějí se jako stroje s nízkou rychloběžností.

U rovnotlakých strojů je tlak na lopatky vyvolaný poloviční obvodovou rychlostí, než je rychlost proudění, a je po celé cestě předávání energie stejný. Dalším znakem těchto strojů je částečný ostřík. Znamená to, že voda vstupuje do turbíny pouze v některé její části obvodu nebo v některých určitých částech, ale nezahltí celý obvod plynule.

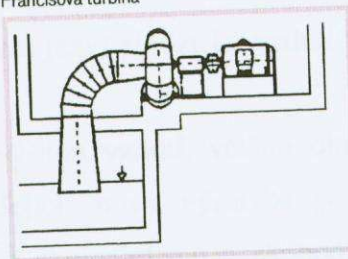
Energie potenciální (tlaková) vzniká v důsledku gravitace. Voda teče vhodným přivaděčem přirozeným způsobem z vyšší úrovně hladiny na nižší úroveň. Rozdíl těchto dvou potenciálů potom vytváří tlak, který se využívá ve strojích, kterým říkáme přetlakové (reakční). Do této oblasti patří turbíny typu Kaplan, Francis, Reiffenstein, různé typy turbín vrtulových a vhodná čerpadla v turbínovém provozu. (viz obr. 2.4.2)

U tohoto typu přetlakových turbín se část tlaku vody přemění v rychlost pro zajištění požadovaného průtoku. Zbývá tlaková energie se postupně snižuje při průchodu lopatkami turbíny a v místě, kde ji opouští, je téměř plně využita. Společnou vlastností přetlakových turbín jsou otáčky oběžného kola turbíny, které jsou několikanásobně vyšší než absolutní rychlost proudění.

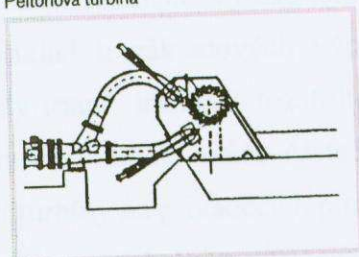
S-Kaplanova turbína



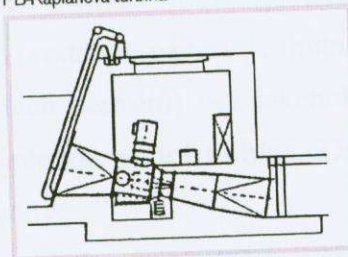
Francisova turbína



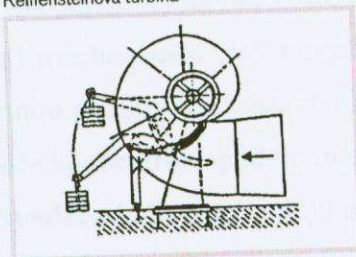
Peltonova turbína



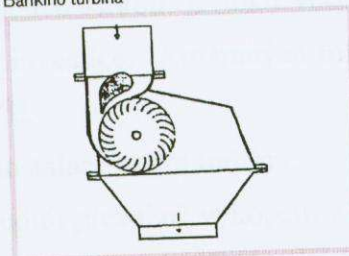
PB-Kaplanova turbína



Reiffensteinova turbína



Bánkiho turbína



Obr. 2.4.1 Typy nejčastěji používaných turbín (viz. [4])

2.4.2 Využití vodních toků

Vzdouvací zařízení (přehradní hráze a jezy) slouží ke vzduť vodní hladiny v toku a k usměrnění vody do přivaděče.

Hráze se vyznačují obvykle větší výškou vzduť, větším objemem zadržené vody a plochou zaplavovaného území. Jejich nová výstavba pouze za účelem provozování malých vodních elektráren je z ekologických a ekonomických hledisek většinou neúnosná, nicméně využití stávajících hrází může být ekonomicky velmi výhodné. Například u základových výpustí vodních nádrží je nutno mařit energii protékající vody (např. instalací rozstřikovacích uzávěrů) bez jakéhokoli využití této energie. Přitom tuto funkci může částečně přebírat vodní turbína. Další možností je instalace vodní turbíny na přivaděčích pitné vody.

Jezy mají oproti hrázím nižší výšku vzduť a podstatně menší objem zadržené vody. Náklady na jejich výstavbu rostou s jejich šířkou. U toku větší šířky je nutné využití speciální mechanizace, což navyšuje investice. U nížinných toků je zachovalý jez většinou nutnou podmínkou výstavby MVE.

Přivaděče koncentrují spád do místa instalace vodní turbíny.

Beztlakové přivaděče (náhony, kanály) se budují převážně výkopem v terénu. Náklady závisí na délce, příčné svažitosti terénu, typu zeminy a s tím souvisejícího druhu opevnění stěn koryta. Nejvýhodnější je oprava původního náhonu, případně volba stejné trasy z důvodu snadnějšího získání a zaměření pozemku.

Tlakové přivaděče jsou nejčastěji zhotoveny z ocelových trub, případně z železobetonu. Měrné náklady na jejich výstavbu jsou vyšší než u přivaděčů beztlakových (náhonů), zejména u toků pod horských a horských. Ekonomicky mohou být výhodnější než beztlakové pouze při velkém podélném spádu toku, proto se staví co nejkratší. Často se oba typy přivaděčů kombinují s cílem dosažení maximálního spádu a minimálních nákladů.

Česle, zhotovované převážně jako mříž z ocelové pásoviny, zabraňují nečistotám unášeným vodou, aby vnikly do turbíny. Obvykle jsou před turbínou nejméně dvě: hrubé a jemné, často s automatickým čištěním.

Strojovna, ve strojovně je umístěno strojní a elektrotechnické zařízení elektrárny. Stavební částí turbíny rozumíme takové části vodní elektrárny, které spolu se strojní částí tvoří elektrárnu jako celek (například základy nebo betonová spirála). Při volbě typu turbíny je nutné zohlednit i rozměry a konstrukci stavební části, neboť dražší strojní vybavení může svojí kompaktností celkové investiční náklady snížit.

Odpadní kanály vracejí vodu do původního koryta. Často jsou tak krátké, že náročnost jejich výstavby a náklady jsou vůči ostatním částem elektrárny bezvýznamné. Pro delší kanály se řídíme podobnými kritérii jako u beztlakových přivaděčů.

Typy nejčastěji používaných vodních strojů:

Vodní kolo je dnes už historický vodní motor, který může najít uplatnění zejména pro spády do 1 m a průtoky až do několika $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Výroba je vždy individuální.

Kaplanova turbína je klasická přetlaková turbína v základním provedení výborně regulovatelná, ale výrobně náročná. Dnes ji vyrábí v České republice řada firem s různými úpravami regulace i dispozičním uspořádáním (kolenové či přímo-proudé turbíny). Jsou použitelné pro spády od 1 do 20 m, průtoky 0,15 až několik $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Je vhodná zejména pro jezové a říční malé vodní elektrárny.

Francisova turbína je v minulosti nejpoužívanější přetlaková turbína pro téměř celou oblast průtoků a spádu malých vodních elektráren. Při rekonstrukcích je možné vidět Francisovu turbínu již od spádu 0,8 m. Její oprava se vyplácí zejména do spádu 3 m. Instalace nových turbín v MVE se dnes omezuje na spády od 10 m a pro větší průtoky (vyšší výkony).

Bánkiho turbína je rovnotlaká turbína s dvojnásobným průtokem oběžného kola, výrobně nenáročná. Turbíny jsou podle velikosti použitelné pro spády 5-60 m a průtoky 0,01-0,9 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Peltonova turbína je rovnotlaká turbína vhodná pro spády nad 30 m. Využitelné průtoky jsou od 0,01 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Levnější náhradou mohou být v některých případech sériově vyráběná odstředivá čerpadla v reverzním chodu.

Členění turbín (vodních turbín)

- podle vlastního uspořádání: vertikální, horizontální, šikmé, jezové, derivační, přehradové, věžové;
- podle způsobu přivádění vody k turbíně: přímoproudé, kolenové, kašnové, spirální, kotlové;
- podle spádu: nízkotlaké (do 10 m), středotlaké (do 100 m) vysokotlaké (nad 100 m);
podle vodního režimu: průtočné, akumulární, vyrovnávací, přečerpávací;
- podle režimu práce: základní, špičkové, pološpičkové.

Členění MVE

Podle vyhlášky č. 214/2001 Sb. se za MVE považuje každá elektrárna do výkonu 10 MW (dle směrnic EU do 5 MW). Podrobněji se podle výkonu dělí na:

- průmyslové (od 1 do 10 MW);
- závodní nebo veřejné (od 100 do 1 000 kW);
- drobné nebo minielektrárny (od 35 do 100 kW);
- mikrozdroje nebo také mobilní zdroje (pod 35 kW).

2.4.3 Využití přílivu, příboje, odlivu

Zpracováno dle [2] a [10], upraveno

Celá hmota světových moří a oceánů je v neustálém pohybu, a to nejen na povrchu, ale i ve značných hloubkách.

Elektrárny pro využití mořských vln

Nejdůležitějším pohybem vodních částic na povrchu oceánů a moří je vlnění způsobené větrem, slapovým působením Měsíce a Slunce, vtokem velkých řek, posunem zemských desek v důsledku podmořských zemětřesení apod. Odhaduje se, že energie, kterou vyvinou vlny ve všech světových oceánech, dosahuje hodnoty 342 miliard MJ.

Jedním z mnoha řešení jak tuto energii využít je návrh trojdílných pontonů plovoucích na hladině a zakotvených na dně. Pohyb vln by se přenášel na vodní motor. Další zajímavý návrh pod názvem Ploeg se týká instalace řady plováků, které působením vln kmitají kolem osy. Pohyb je soustavou hydraulických nebo mechanických zařízení převáděn na generátor. Jiný způsob využití energie vln byl navržen v Japonsku. Elektrárna Kalimai je podobná cisternové lodi dlouhé 80 m a široké 12 m. Mořské vlny stlačují v komorách stanice vzduch a pohánějí 3 turbíny s generátory o výkonu 200 kW. Takto upravená elektrárna je víceúčelová, protože plní funkci vlnolamu před přístavem a před rybími farmami. U havajského pobřeží byly prováděny pokusy i s minielektrárnami umístěnými v mořských bójích.

Elektrárny pro využití mořského příboje

Síla příboje při větších bouřkách je až neuvěřitelná. Například ve Francii přehazovaly příbojové vlny přes kamenný vlnolam vysoký 7 m balvany o hmotnosti až 3,5 t a betonový blok o hmotnosti 65 t posunuly na vzdálenost 20 m. Přesto je síla příboje zatím velmi málo používána - v místech silného příboje se nenalézají velká města a ani se nestaví žádné velké průmyslové podniky.

Energie mořských proudů

Cirkulace vodních mas ve světových oceánech a mořích je nejen periodická, ale uchovává svůj směr a rychlost. Stabilní proudy jsou součástí celooceánské cirkulace. Energetické využití těchto mořských proudů zůstává zatím ve stádiu úvah a studií. Jako příklad lze uvést návrh na energetické využití části Golfského proudu mezi mysem Heterras a Floridou v USA. Průměrná rychlost proudu je v těchto místech 3,2 km/h ve spodních vodních vrstvách a 8,8 km/h při povrchu. Každou sekundu tudy proteče 70

milionů m^3 vody. Na úrovni mysu Heterras se téměř 100 km široký proud vody obrací k východu a směřuje k Evropě. Podle propočtů by se zde dalo získat z 1 m^3 vody 0,8 kW elektrického výkonu. Celkový energetický výkon Golfského proudu v těchto místech se odhaduje na 25 tisíc MW.

V projektu se uvažuje o využití velkých turbín o průměru asi 170 m, se dvěma lopatkami oběžného kola, otáčejícími se rychlostí 1 otáčka za minutu. Turbíny mají být upevněny ocelovými lany k těžkým kotvám v hloubce 30 m až 130 m pod hladinou. Jejich vzájemná vzdálenost by byla 100 m i s propustěmi pro velké lodi. Všechny projekty využívání mořských proudů s sebou však nesou velké riziko. Mohlo by dojít ke zpomalení Golfského proudu a možné katastrofické důsledky se dají stěží odhadnout. Jiný návrh na využití proudů navrhuje Francouz Morion, navrhuje zapustit do mořského dna obrovské disky, které by se otáčely spolu s mořským proudem. Turbína by měla průměr víc než 100 m. Tyto elektrárny navrhuje umístit k pobřeží Francie, Japonska a Iberských ostrovů. Zkušební projekt byl zrealizován u jižního pobřeží Sicílie. O projekt je ve světě značný zájem již také proto, že neohrožuje stabilitu proudů a nepodstupuje ekologická rizika.

Přilivové elektrárny

Přiliv a odliv je důsledkem působení slapových sil Měsíce a Slunce. Na výšku přílivu a odlivu má zásadní vliv tvar pobřeží (nejvyšší známý příliv je u Nového Skotska v USA - o plných 20 m).

Chod slapových sil, a tím přílivů a odlivů, není pravidelný. Při stavbě přilivových elektráren je třeba přihlížet ke všem vlastnostem toho či onoho místa a ke všem nepravidelnostem, které s sebou nese.

Za nejstarší přilivovou elektrárnu je považována anglická Dee Hydro Station v Cheshire o výkonu 635 kW z roku 1913. První moderní přilivová elektrárna zahájila provoz až v roce 1966. Jde o francouzskou přilivovou elektrárnu v Bretani, v ústí řeky La Rance. V těchto místech je průměrná výška přílivu 8,4 m. Přilivová voda pro turbíny je navíc posilována i přítokem řeky. Výkon elektrárny je 240 MW. Elektrárna je vybavena 24 reverzními turbínami, takže využívá jak přílivu, tak odlivu. Pracuje ročně 2 250 hodin a produkuje 540 milionů kWh elektrické energie. V roce 1984 byl v Kanadě v bazénu Annapolis s výškou přílivu až 15,8 m také spuštěn první stroj přilivové elektrárny. Rotor přímoproudé turbíny se čtyřmi lopatkami má průměr 7,6 m a výkon 17,8 MW.

2.5 Energie prostředí, geotermální energie, tepelná čerpadla

Zpracováno dle [5] a [4], upraveno

Tepelná energie prostředí se nachází prakticky neustále všude kolem nás. Přímému využití k ohřevu brání její nízké teploty. Toto nízkopotenciální teplo obsažené v zemi, vodě a ve vzduchu vzniká jako důsledek dopadající sluneční energie a jako důsledek geotermální energie (energie zemského jádra).

V našich podmínkách lze tuto energii využít pomocí tepelných čerpadel (TČ). Princip TČ byl popsán v 19.století anglickým fyzikem lordem W.T.Kelvinem.

Tepelná čerpadla umožňují odnímat teplo okolnímu prostředí, převádět jej na vyšší teplotní hladinu a předávat jej pro potřeby vytápění nebo pro přípravu teplé vody. O využitelnosti tepelné energie rozhoduje kromě jejího množství zejména teplota látky, na kterou je tato energie vázána.

Primárními zdroji tepla pro využití energie prostředí a geotermální energie jsou:

- "suché" zemské teplo hornin (zemní "suché" vrty);
- podzemní voda (vrty, studnice, zavodněné šachtice starých důlních děl); Á půdní vrstva (zemní kolektory);
- vzduch (jakýkoli vzduch, který má dostatečnou teplotu).

Tepelná čerpadla mohou využívat jako primární zdroj tepla také povrchové vody (vodoteče, jezera, rybníky a jiné akumulace vod), vzduch ze sklepních či důlních prostor, z tunelů, podzemních kolektorů, z větrání budova výrobních procesů apod.

Při využití zemského tepla je jednou z hlavních sledovaných fyzikálních veličin tepelný tok a tepelná vodivost hornin. Průměrný tepelný tok (množství tepla, které projde jednotkovou plochou na zemském povrchu) na Zemi je $60 \pm 10 \text{ mW.m}^{-2}$ (Lokality s nejvyšší hustotou zemského tepla v ČR mají až 90 mW.m^{-2} (např. Ostravsko, okolí obce Boží Dar v Krušných horách).

2.5.1 Možnosti využití

Nízkopotenciální teplo lze získat:

- Z podloží

Často se využívají hlubinné vrty (vrt). Podloží v okolí vrtu se ochlazuje tepelným výměníkem z polyetylenového (PE) potrubí plněného nemrznoucí směsí. Jedná se o nejrozšířenější systém (nazývaný země/voda). Jeho výhodou je vynikající průměrný roční topný faktor, bohužel dosažený za cenu vyšších nákladů. Vrty jsou hluboké od 50 do 150 m s minimální roztečí 10 m, aby se vzájemně neovlivňovaly. TČ o výkonu 10 kW vyžaduje jeden vrt hluboký přibližně 140 m (nebo dva po 70 metrech). Na 1 kW výkonu tepelného čerpadla je tedy potřeba 12 až 18 m hloubky vrtu podle geologických podmínek. Obvykle se vrtá kladivem o průměru min. 130 mm. PE (LDPE) hadice kolektoru se do vrtu zasune ihned po odvrtání a vrt se pak zasype pískem nebo vytěženým materiálem. Vrty se umísťují v blízkosti domu nebo i pod něj. Dodavatelé TČ mají obvykle kvalitní projekční podklady, podle nichž určí rozmístění, počet a délku vrtů.

- Z půdy

Dalším možným způsobem je využití **půdního kolektoru**. Půda se ochlazuje tepelným výměníkem z PE potrubí plněného nemrznoucí směsí a uloženého do "hadovitého" výkopu. Jedná se zřejmě o druhý nejrozšířenější systém, který má oproti vrtům nižší pořizovací náklady za cenu mírně horšího průměrného ročního topného faktoru. Půdní kolektor se umísťuje vedle objektu v nezamrzlé hloubce, dostatečně daleko od základů, aby nehrozilo jejich promrznutí. Trubky půdního kolektoru se mohou ukládat na souvisle odkrytou plochu, nejméně 0,6 m od sebe (doporučuje se 1 m). Velikost takovéto plochy je asi trojnásobkem plochy vytápěné. Je také možné ukládat potrubí ve tvaru uzavřených smyček do výkopového kolektoru, do rýhy o hloubce 2 m a šířce 0,9 m.

Desetikilowattové tepelné čerpadlo vyžaduje asi 500 m dlouhý výkop (při rozteči hadic 1 m je nutná plocha 500 m²). Na 1 kW výkonu tepelného čerpadla je tedy potřeba 5 až 8 metrů délky výkopu podle geologických podmínek. Zemní kolektor zhoršuje využitelnost pozemku (nelze zde stavět - např. bazén).

- Z okolního vzduchu

Nízkopotenciálním zdrojem tepla je také okolní vzduch. Jedná se v pořadí o třetí nejrozšířenější systém (nazývaný vzduch/voda). Jeho výhodou je dobrý průměrný roční topný faktor, zejména v klimaticky mírnějším pásmu s menším počtem mrazových dnů. Má nižší pořizovací náklady a snadnou instalaci. Nevýhodou je, že v době největší

potřeby tepla (mrazy) TČ pracuje s nejnižším topným faktorem. Má nižší životnost (zejména venkovní jednotka s pomaloběžným ventilátorem) a zatěžuje okolí určitým, byť malým hlukem (splňuje však hygienické normy). Pomaloběžný ventilátor vnější jednotky nasává řádově tisíce m³ vzduchu za hodinu.

- Z odpadního vzduchu

V tomto případě se ochlazuje vzduch odváděný větracím systémem objektu, který má vždy relativně vysokou teplotu. Tepelné čerpadlo může pracovat efektivně i za podmínek, kdy běžně užívané systémy zpětného získávání tepla (rekuperace) nelze použít.

- Z podzemní vody

Nízkopotenciálním zdrojem tepla je přímo spodní voda. Ta se odebírá ze zdrojové studny a po ochlazení se vypouští do druhé, takzvané vsakovací studny. Jeho výhodou je nejvyšší průměrný roční topný faktor při nejnižších nákladech. To je dáno relativně vysokou teplotou spodní vody, která je v hloubkách větších než 10 metrů stálá během celého roku a pohybuje se v rozmezí 8 až 10 °C. Nevýhodou je, že na pozemku musí být zdrojová studna s celoročně dostatečnou vydatností vody (přibližně 40-50 l.min⁻¹ pro desetikilowattové tepelné čerpadlo) a vsakovací studna pro vracení ochlazené vody do podloží. Voda nesmí být mineralizovaná, aby nezanášela výměník TČ (nutný chemický rozbor). Vydatnost pramene je vhodné ověřit dlouhodobou čerpací zkouškou. TČ musí být chráněno proti výpadku dodávky zdrojové vody, jinak hrozí okamžité zamrznutí výměníku, případně jeho poškození.

- Z povrchových vod

Voda v toku nebo v rybníku se může ochlazovat tepelným výměníkem umístěným buď přímo ve vodě nebo zapaštěným do břehu vždy tak, aby nehrozilo zamrznutí. Teoreticky je také možné vodu přivádět potrubím přímo k tepelnému čerpadlu a ochlazenou vypouštět zpět. V tom případě se však platí poplatky správci toku za odběr vody. Zásadní překážkou je ovšem znečištění povrchové vody a její mineralizace, která způsobuje zanášení výměníku a potrubí. Při větší vzdálenosti objektu od potenciálního zdroje se může stavba potrubí neúnosně prodražit. Čerpání tepla z povrchové vody je natolik specifické, že se používá velmi málo. Povrchová voda má v zimě nízkou teplotu a nelze ji dál ochlazovat, protože by zmrzla, takže přímý odběr není obvykle možný.

- Z odpadního tepla z technologických procesů

Tento případ je specifický, vhodný zejména pro výrobní podniky a průmyslové provozy. Například v chladírenských provozech lze použít odpadní teplo na přípravu teplé vody. Namísto tepelného čerpadla se používají levnější systémy zpětného

získávání tepla. Podobně se může ochlazovat vzduch odváděný větracím systémem objektu. Takové systémy se používají zejména v klimatizovaných budovách nebo průmyslových podnicích. Použití vzduchu ve sklepě nebo na půdě (obytného domu) jako zdroje tepla není vhodné, protože se tak zvyšují tepelné ztráty sousedních místností.

V sedmdesátých letech se experimentovalo s využitím vrtů nebo výkopů pro sezónní „uskladnění“ slunečního tepla. Během léta se akumuluje teplo ze slunečních kolektorů a v topném období se pak odčerpává. Tepelné čerpadlo sice pracuje efektivněji, ale celý systém je investičně velmi náročný a ekonomicky málo efektivní. Sluneční kolektory lze využít také jako přímý zdroj tepla pro tepelné čerpadlo. Podmínkou je použití akumulační nádrže, která je ohřívána solární energií. Tepelné čerpadlo odebírá teplo přednostně z akumulační nádrže, kromě ní však musí mít k dispozici další nízkopotenciální zdroj tepla (pro případ vyčerpání tepla z akumulační nádrže). I tyto systémy jsou ekonomicky méně efektivní (navýšení investic o akumulační nádrž, solární systém, měření a regulaci).

2.5.2 Druhy tepelných čerpadel

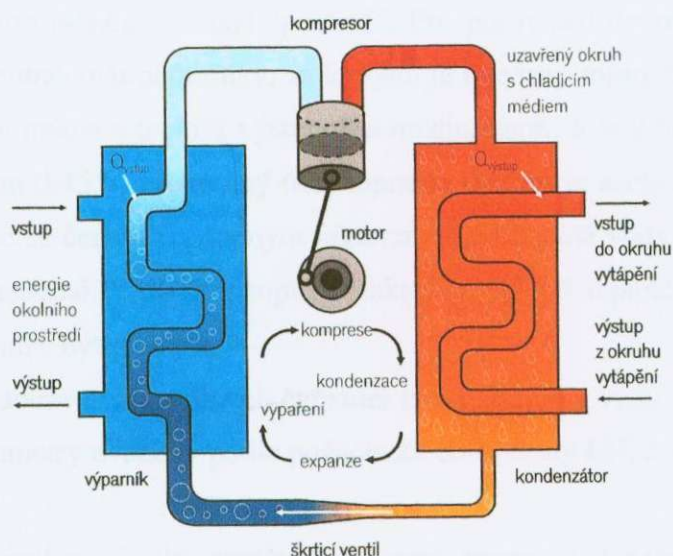
Podle způsobu, kterým se uskutečňuje odsávání par z výparníku a zvýšení jejich tlaku na kondenzační, se tepelná čerpadla dělí na:

- **Kompresorová tepelná čerpadla (KTČ)** - nejběžnější druh. Hnací mechanická energie pro pohon kompresoru (pístového, rotačního) může být dodávána spalovacím nebo elektrickým motorem.

- **Absorpční tepelná čerpadla (ATČ)** - vyskytují se zřídka, mají nízkou účinnost.

Pro zvýšení tlaku par je použito pochodu absorpce chladiva do roztoku, jeho přečerpání do vypuzovače a následné vypuzení chladiva z roztoku při kondenzačním tlaku. Hnací tepelná energie může být dodávána parou, horkou vodou nebo spalováním paliva.

- **Hybridní tepelná čerpadla** - obvykle zakázková výroba.



Obr. 2.5.2 Princip tepelného čerpadla (viz. [4])

Kompresorová tepelná čerpadla

Činnost tepelného čerpadla je založena na pochodech spojených se změnou skupenství v závislosti na tlaku pracovní látky (chladiva). Ve výparníku odnímá chladivo za nízkého tlaku a teploty teplo ochlazované látky (přiváděné ze zdroje nízkopotenciálního tepla). Dochází k varu a kapalné chladivo přiváděné do výparníku se postupně mění v páru. Páry chladiva jsou z výparníku odsávány a stlačeny kompresorem na kondenzační tlak. V kondenzátoru předávají kondenzační teplo ohřívané látce (voda v okruhu ústředního vytápění) a mění své skupenství na kapalné.

Kapalné chladivo je po snížení tlaku přiváděno zpět do výparníku, kde doplňuje vypařené chladivo. Tím je oběh uzavřen.

TČ potřebuje pro svoji funkci vnější zdroj energie - obvykle elektrický - pro pohon kompresoru. Poměr tepelného výkonu čerpadla (energie dodané pro ohřev) k příkonu kompresoru (energii spotřebované pro pohon), resp. poměr energie dodané pro ohřev k energii spotřebované, se nazývá topný faktor $t-r$.

Čím je vyšší, tím účinněji lze získávat energii z vnějšího prostředí při menší spotřebě vlastní energie. Topný faktor během roku kolísá. Jeho hodnota klesá s rostoucím rozdílem vstupní teploty nízkopotenciálního zdroje tepla a výstupní teploty do otopné soustavy. Průměrný roční topný faktor je poměr celoroční spotřeby energie a celoroční výroby tepla a používá se pro vyhodnocení provozu. Běžně tepelná čerpadla dodají za ideálních podmínek třikrát až čtyřikrát více tepla než spotřebují elektřiny. Topný faktor TČ se často stává silnou marketingovou zbraní jednotlivých prodejců. Ne každý však s tímto údajem zachází "poctivě". Pro porovnání dvou TČ podle topného faktoru je vždy nutné znát podmínky, za kterých je uvedený topný faktor dosažen, tedy teplotu vstupního média a teplotu výstupního média, např.: topný faktor 3,4 při teplotě vody vstup/výstup 0/45 °C. Samotný údaj topného faktoru je zcela bezcenný. Podobně nelze říci, že tepelné čerpadlo s topným faktorem 4 při teplotě vody vstup/výstup 10/45 °C je lepší než tepelné čerpadlo s topným faktorem 3,2 při teplotě vody vstup/výstup 0/50 °C. Opak může být pravdou.

Seriózní dodavatelé tepelných čerpadel tyto podmínky vždy uvádějí. V ideálním případě jsou parametry uváděny podle požadavků euronormy EN255.

Pro dosažení minimální spotřeby pohonné energie a dosažení vysoké hodnoty topného faktoru je zapotřebí znát následující:

- **Teplota zdroje** nízkopotenciálního tepla má být co nejvyšší, nesmí však přesáhnout maximální teplotu povolenou výrobcem pro daný typ tepelného čerpadla. Jeho vydatnost musí být dostatečná a ochlazení teplotonosné látky ve výparníku přiměřené, aby nemusela být vypařovací teplota zbytečně nízká. Kromě snížení topného faktoru pak může dojít k ohrožení funkce, např. zamrznutím zdrojové vody přiváděné ze sací studny.
- Používání tepelného čerpadla je výhodné v kombinaci s nízkoteplotním vytápěcím systémem (podlahové vytápění). Čím menší rozdíl hladin teplot musí tepelné čerpadlo překonávat, tím méně energie spotřebuje (maximální pracovní teplota na výstupu TČ je cca 55 °C).

Výhody a nevýhody vytápění tepelným čerpadlem

Výhody:

- Dodá několikanásobně více energie než spotřebuje (běžně až trojnásobek).
- Plně automatický provoz s vynikající regulací (je to vlastně elektrické vytápění).
- Ekologicky čistý provoz v místě (lokálně neprodukuje žádné emise).
- Snížení ekologické zátěže v důsledku snížení spotřeby elektřiny vůči klasickému elektrickému vytápění.
- Nižší požadavky na instalovaný příkon (stačí slabší přípojka než při běžném elektrickém vytápění).
- Snadno dostupná energie pro pohon (elektrickou přípojku má téměř každý objekt).

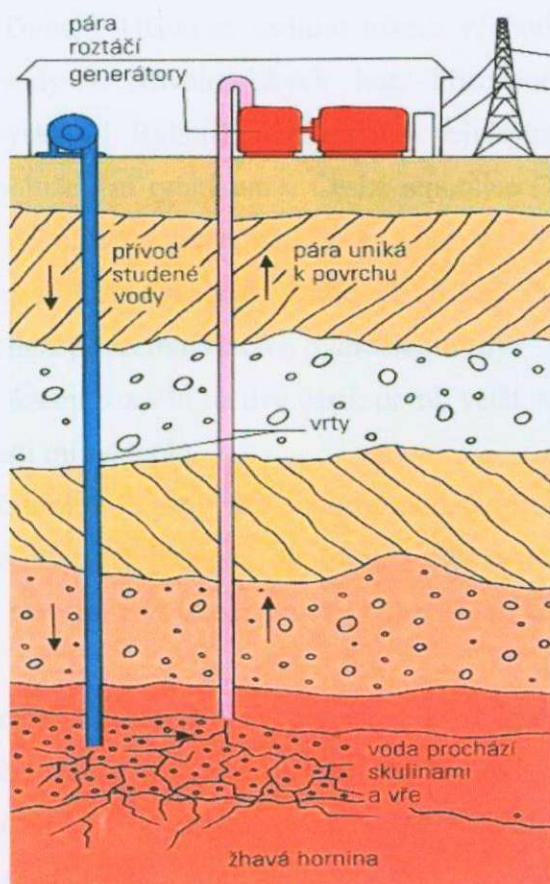
Nevýhody:

- Vysoké pořizovací náklady (instalace na klíč pro běžný rodinný domek přijde na 280 až 450tis. Kč podle typu TČ a tepelné ztráty vytápěného domu).
- Výstupní teplota otopné vody je maximálně 55 °C, a proto je nutná nízkoteplotní otopná soustava, která je nákladnější (větší světlost trubek, větší otopné plochy radiátorů, případně zvětšení otopných ploch stávající otopné soustavy).
- U systémů voda/voda je nutné dostatečně propustné podloží, provedení čerpací zkoušky (dostatečná vydatnost vodního pramene), provedení chemické analýzy vody, dodržení limitů pro poměr pH a tvrdosti vody.
- U systému země/voda potřeba dostatečné plochy pro zemní kolektor, velký zábor půdy zemním kolektorem (nelze zde stavět např. základy stavby, bazén), možné snížení teploty půdy nad kolektory (zejména jsou-li poddimenzovány a chybně provedeny).
- U systému vzduch/voda mohou nastat problémy s hlukem pomaloběžného ventilátoru vnější jednotky. I když je malý a splňuje předepsané hygienické normy, vašeho souseda to nemusí zajímat. U dobrých tepelných čerpadel se v noci (kdy je zařazen útlum vytápění) snižují otáčky ventilátoru, čímž se dosahuje dalšího snížení hluku.
- Pro pohon se používá neobnovitelná elektrická energie.

2.5.3 Geotermální energie

Zpracováno dle [8] a [10], upraveno

Geotermální elektrárny využívají k výrobě elektřiny tepelnou energii z nitra Země - na některých místech je teplotní spád více než 55 stupňů Celsia na 1 km hloubky. Geotermální elektrárny se staví zejména ve vulkanicky aktivních oblastech, kde využívají k pohonu turbín horkou páru stoupající pod tlakem z gejzírů a horkých pramenů, nebo teplonosné médium, které se vtláčuje do vrtů, v hloubi země ohřívá a ohřáté vyvádí na povrch. Celkový instalovaný výkon geotermálních elektráren ve světě se odhaduje na 8000 MW. Na rozdíl od většiny jiných typů elektráren, jako je jaderná elektrárna nebo elektrárna spalující fosilní paliva, nepotřebují geotermální elektrárny žádné palivo. Jejich nevýhodou je, že jsou dostupné pouze na některých místech zemského povrchu. Výstavba geotermální elektrárny je zhruba pětikrát dražší než stavba jaderné elektrárny.



Obr. 2.5.3 Princip geotermální elektrárny (viz. [10])

3. Využití obnovitelných zdrojů v okrese Český Krumlov

3.1. Popis krajiny v okrese Český Krumlov

Zpracováno dle [15]

Geologická stavba okresu je velmi členitá, orograficky (horopisně) je celé území součástí podsoustavy Šumava, která jako celek náleží k orografické soustavě Jihočeské vysočiny. Samostatnou horskou skupinou v jihovýchodním pohraničí okresu jsou Novohradské hory. Nejvýznamnějšími vrchovinnými celky jsou Krumlovská vrchovina v jihozápadní a jižní části a Prachatická vrchovina v severní a severozápadní části regionu, která v oblasti Blanského lesa dosahuje již horských poloh - vrchol Klet (1084 m n. m.). Dalšími morfologicky významnými vrchovinnými celky jsou Poluška ve střední, a Soběnovská vrchovina (zvaná Slepíčí hory) ve východní části Českokrumlovska. Nejvýše položeným místem okresu je šumavská hora Smrčina (1332 m n. m.), která leží na západním okraji hranic s Rakouskem. Nejnižše položený bod okresu je v místě, kde řeka Vltava opouští území okresu v oblasti Pozděrazu v nadmořské výšce cca 420 m n. m. Průměrná nadmořská výška okresu je 690 m n. m.

Převážná část Českokrumlovska náleží k povodí řeky Vltavy, jen malé území na jihu a jihozápadě k povodí Dunaje. Hlavním vodním tokem východní části území je řeka Malše, která sbírá vody z Novohradských hor. Přirozené stojaté vody se na Českokrumlovsku nevyskytují. Rybníků není mnoho, největším z nich je Olšina (133 ha), která je nejvýše položeným rybníkem v České republice (731 metrů nad mořem). Na území okresu je několik údolních nádrží, z nichž nejvýznamnější je Lipenská přehrada. Její délka je 44 km, šířka pak někde až 16 km. Pod hrází přehrady se v hloubce 150 metrů nachází podzemní turbína hydroelektrárny.

Klimaticky lze území rozdělit na dvě části: první, větší, spadá do chladné oblasti klimatu, druhá do oblasti mírně teplé.

Okres Český Krumlov je svojí skladbou hospodářství průmyslově zemědělský. Mezi rozhodující odvětví patří průmysl papíru a celulózy (Jihočeské papírny, a.s., Větrní), strojírenství a stavebnictví. Z nerostného bohatství se zde těží tuha a granulit, v menší míře rašelina.

Zemědělská produkce je zaměřena v živočišné výrobě převážně na chov skotu, v rostlinné výrobě na pěstování obilovin a píce. Zemědělství v okrese má k dispozici zhruba 58 000 ha zemědělské půdy, z toho je asi 34 000 ha půdy orné. V současné době hospodaří či působí v zemědělství státní i soukromí zemědělci.

Významné je také lesní bohatství okresu. Lesní půda zaujímá přes 70 000 ha, což je 47 % z celkové plochy území.

Průměrná roční teplota se v nejteplejších částech okresu (podhůří Blanského lesa) pohybuje kolem 7,5 °C, na Lipensku kolem 5,5 °C. Nejteplejším měsícem v roce je zpravidla červenec s průměrnou teplotou 17 °C (Lipno 15 °C), nejchladněji je v lednu s teplotami -2,5 °C (výše -4 °C). Nejdelší souvislá řada meteorologických pozorování je z Vyššího Brodu. V posledních desetiletích zde bylo naměřeno maximálně 36,0 °C (27.7.1983), minimální teplota -29,0 °C byla zaznamenána v roce 1923. Letních dnů, tj. takových, kdy teplota dosáhla nejméně 25 °C, je v teplých oblastech okresu za rok v průměru 38, v oblasti Lipna 34. Mrazových dnů, kdy nejnižší teplota klesne pod bod mrazu, je za rok průměrně 120 a na Lipensku dokonce 150.

Množství spadlých srážek je vzhledem k velké vertikální členitosti okresu značně nerovnoměrné. Zatímco v Křemžské kotlině spadne za rok necelých 600 mm, tj. 600 l/m² srážek, v pohraničním hřebenu Šumavy spadne více než 1000 mm za rok. Nejdeštivější měsíce jsou červen a červenec (zhruba 100 mm za měsíc), největší část těchto letních srážek spadne zpravidla v bouřkových lijácích. V zimních měsících se pohybují měsíční úhrny srážek kolem 30 mm, ale v horských polohách činí i 70 - 80 mm.

Slunce svítí v průměru 1500 hodin za rok. V červnu a červenci je to 180 až 200 hodin za měsíc, naopak v prosinci a lednu jen asi 30 - 40 hodin. V důsledku výskytu inverzních situací jsou však v horských polohách sumy slunečního svitu v těchto zimních měsících až dvojnásobné.

3.2 Shrnutí možností využitelnosti obnovitelných zdrojů energie

V podmínkách Krumlovského kraje lze přijmout z hlediska možnosti využití obnovitelných zdrojů energie tyto závěry:

Využití větrné energie je vhodné v oblasti Šumavy za podmínek citlivého začlenění větrných elektráren do krajiny, technicky správné koncepce rozmístění jednotlivých zdrojů a vyvedení výkonu do distribučního systému elektrické energie, dosažení ekonomické efektivity při výrobě elektrické energie a stanovení oboustranně přijatelných podmínek v oblasti řízení elektrizační soustavy

Využití biomasy je vhodné zejména v oblasti využití obilovin a využití redundantní zemědělské půdy pro pěstování energetických plodin, tj. energetickým rostlin. Pěstování rychle rostoucích dřevin je potenciálně vhodné na rekultivovaných plochách po důlní činnosti

Nutnými podmínkami pro využití biomasy je zejména:

- zainteresování pěstitelů na využití biomasy pro spalování,
- minimalizace nákladů na sušení, úpravu a dopravu biomasy k místu spotřeby,
- dostupnost vhodných topenišť a dalšího vybavení pro spalování biomasy,
- zajištění konkurence schopné ceny biomasy ve vztahu k ostatním primárním energetickým zdrojům zejména uhlí,
- zajištění účelné informovanosti a případně motivaci potenciálních spotřebitelů biomasy,
- stabilita vytvořeného systému pěstování, úpravy, dopravy a spalování biomasy,
- zajištění dalšího snižování emisí škodlivin do ovzduší.

Využití lesních dřevin ke spalování ve větším množství není vzhledem ke stavu lesních porostů a nutnosti jejich revitalizace, vhodné. Pro individuální účely je spalování dřevní hmoty akceptovatelné přibližně ve stávajícím rozsahu.

Využití bioplynu je vhodné za přijatelných ekonomických podmínek pouze v místě jeho vzniku.

Využití geotermální energie na bázi vody je vhodné zejména v oblastech s výskytem termální vody za podmínky nenarušení hydrogeologické stability.

Využití geotermální energie na bázi suchého zemského tepla je vhodné zejména v lokalitách s rozptýlenou zástavbou při čemž je nutné respektovat kapacitu geotermální energie v dané oblasti.

Využití energie okolního vzduchu je vhodné na území celého kraje. Její využití na bázi tepelných čerpadel vzduch-vzduch je účelné zejména pro potřeby individuálního vytápění.

Využití energie povrchové vody na bázi tepelných čerpadel voda-vzduch je vhodné u spotřebitelských systémů umístěných v blízkosti vodních toků a ploch.

Využití energie vodního spádu na bázi malých vodních elektráren je vhodné v oblastech výskytu těchto podmínek na vodních tocích.

Využití sluneční energie je zejména vhodné pro ohřev teplé užitkové vody a to jak v rodinných domcích tak i v obytných domech s centrální přípravou TUV.

4. Závěr

4.1. Srovnání obnovitelných zdrojů z hlediska potenciálu

Zpracováno dle [14]

Biomasa

Energetické využití biomasy je přisuzován velký význam, nicméně potenciál ve většině případů není zjišťován do podrobností.

Kraj	teoretický potenciál (TJ/rok)		ekonomický potenciál (TJ/rok)
	min. hodnota	max. hodnota	
Jihomoravský	15 660		
Královéhradecký	10 899	19 899	
Liberecký			8 189
Moravskoslezský	14097		3927
Olomoucký	11 358		
Plzeňský	13 798		4369
Středočeský	21 816	27 645	9983
Ústecký	14468		4440
Součet	102 096		30 908
cíl pro 2030	173 000		

Tabulka č. 4.1.1 Potenciál výroby energie z biomasy (viz. [14])

Bioplyn

Údaje o potenciálu bioplynu jsou minimální - v pěti krajích žádné, v ostatních jsou málo důvěryhodné.

	Výkon - el. (MW)	Výkon - tepl. (MW)	Výroba (k dispozici jsou nedostatečná data)
Praha	-		
Jihočeský	0,79	5,89	
Jihomoravský			
Karlovarský			
Královéhradecký			
Liberecký			
Moravskoslezský	0,6	0,42	
Olomoucký			
Pardubický			
Plzeňský	1,8	4,8	
Plzeň - město	1,2		
Středočeský			
Ústecký			
Zlínský			
Součet	4,39	11,11	-
součet (v TWh)			
rok 2000	žádné údaje o výkonu		0,01 TWh (MPO)
			0,025 TWh (MŽP)

Tabulka č. 4.1.2 -Současné využití bioplynu (viz. [14])

Sluneční energie

Sluneční energie zůstává pro zpracovatele územních koncepcí zjevně málo známou oblastí, o čemž svědčí naprostá nesourodnost údajů o jejím potenciálu. Nejlépe porovnatelné jsou údaje tam, kde řešitelé vyšli z úhrnu dopadající sluneční energie za rok a disponibilní plochy (nehledě na způsob využití - teplo či elektřina). Při tomto postupu nemuselo být uvažováno o konečném využití, které je u termální solární energie limitováno velikostí a ročním průběhem

Vodní energie

Vzhledem k téměř vyčerpanému (resp. relativně omezenému) potenciálu vodní energie bylo možné očekávat poměrně kvalitní vyčíslení stávajícího využití (také s ohledem na skutečnost, že zpracovatelé měli zákonem umožněný přístup k údajům distribučních společností) a poměrně kvalitní zmapování budoucího využití. Ve zhruba polovině krajů je také potenciál vyčíslen. Jelikož se však jedná o mix potenciálů teoretického nebo dostupného, nelze je přesně porovnat.

Poznámka: např. v Pardubickém kraji je místo vyčíslení potenciálu pouze konstatováno, že potenciál je "téměř vyčerpán".

	Výkon (MW)	Výroba (TJ)
Praha	-	128
Jihočeský	17,71	
Jihomoravský	30,9	112
Karlovarský	4,85	
Královéhradecký	22,4	76,6
Liberecký	9,74	69,6
Moravskoslezský	2,5	
Olomoucký	40	
Pardubický	27,6	204
Plzeňský		
Plzeň - město	0,5	5,4
Středočeský		504
Ústecký		
Zlínský		66,2
Součet	156,2	1165,8
součet v TWh		0,286 TWh
SEK - rok 2000		0,52 TWh (MPO)
		0,68 TWh (MŽP)

Tabulka č. 4.1.4 Současné využití vodní energie (viz. [14])

Větrná energie

Přehled potenciálu je velmi málo rozpracován a v podstatě není použitelný. Pouze v Ústeckém kraji se blíží hodnota "dostupného" potenciálu předpokládanému vývoji výstavby a provozu větrných elektráren (Krušné hory). Chybí údaje z kraje Vysočina a z Jihočeského kraje, kde je možné očekávat určitý významnější potenciál.

Geotermální energie

Potenciál je vyčíslen převážně pro využití tepelných čerpadel, který je v některých případech uveden jako teoretický či technický. To je však v případě tepelných čerpadel sporné, neboť využitelný potenciál je determinovaný potřebou nízkopotenciálního tepla a hodnota "teoretického" potenciálu tak nemá žádnou vypovídací schopnost. Pouze v několika případech (kraje Ústecký, Plzeňský, Královéhradecký, Moravskoslezský) byl uvažován potenciál skutečné geotermální energie (podle definice), nikoli pouze "tepla mělkého horninového prostředí". Nicméně ani v těchto případech není vždy rozlišeno mezi hydrotermálními zdroji a suchým teplem hornin.

4.2 Srovnání obnovitelných zdrojů z hlediska investičních nákladů

Zpracováno dle [14], upraveno

4.2.1 Ekonomické hodnocení větrné elektrárny

Cenu energie získané z větru určuje výše investičních nákladů, životnost zařízení, množství vyrobené energie a výše dalších nákladů (provozních, nájem pozemku, pojištění).

V případě, že bude elektrárna sloužit jako individuální zdroj energie, např. na horské chatě, je třeba zvážit potřebu zálohování a náklady na dodatečný zdroj, popř. dostatečnou zásobu akumulátorů. Obecně platí, že náklady na výrobu 1 kWh z větrné elektrárny se snižují s větším výkonem elektrárny, tj. 1 kWh vyrobená elektrárnou o výkonu 250 W je 2-3krát dražší než 1 kWh vyrobená elektrárnou o výkonu 2 kW.

V tabulce č. 4.2.1a jsou přibližné náklady na malou větrnou elektrárnu o výkonu 0,75 kW od českého výrobce (Aerocraft Olešnice):

Větrná elektrárna AC 750	20 000,- Kč
Stožár (10 m)	15 000,- Kč
El. regulátor	5 000,- Kč
Celkem	40 000,- Kč

Tabulka č. 4.2.1a Orientační náklady (viz. [32])

Elektrárna vyrobí ročně 1 000 až 2 500 kWh elektrické energie - podle lokality (vyšší hodnota odpovídá velmi dobrým lokalitám, např. horským chatám na hřebenech). Při životnosti elektrárny 10 let se tak pohybuje cena vyrobené energie mezi 1,60 Kč za kWh. K tomu je třeba ještě připočíst náklady na akumulátory (cca. 10 000,-), případně měnič apod.

Pro instalaci elektráren o velkých výkonech je samozřejmě třeba provést mnohem detailnější ekonomické výpočty, neboť náklady na takový projekt se pohybují v desítkách milionů. Pro informaci v tab. č. 4.2.1b pouze orientační výpočet pro instalaci elektrárny o výkonu 600 kW od českého výrobce (Energovars):

Větrná elektrárna EWT 630	15 000 000,- Kč
Základy	600 000,- Kč
El. přípojka + trafo	1 500 000,- Kč
Instalace	600 000,- Kč
Celkem	17 700 000,- Kč

Tabulka č. 4.2.1b Orientační náklady (viz. [32])

Provoz (údržba, pojištění, nájem pozemku) 100 000,- Kč/rok

Elektrárna vyrobí za rok 1 000 až 1 600 MWh elektrické energie (podle lokality). Cena energie bude silně závislá na finančních podmínkách projektu. Pro základní orientaci je možno počítat s prostou návratností investic 10 let (životnost elektrárny je 20 let). Cena energie bude 1,20 až 1,90 Kč za kWh, tedy více než je dosud běžná výkupní cena. K tomu je ještě třeba počítat s náklady na projekt, měření rychlosti větru apod. a především s vyšší úrokových sazeb na investičních nákladech - ty mohou cenu energie podstatně zdražit.

4.2.2 Ekonomické hodnocení solárního zařízení

Při instalaci solárního zařízení lze získat následující úlevy:

Snížení základu domovní daně podle nařízení vlády č. 579/1990 Sb. Snížení povoluje obec spravující domovní daň.

Jestliže solární systém nahradil spalování tuhých paliv, je podle novely zákona o daních č. 315/93 Sb. provozovatel osvobozen od daně z nemovitosti po dobu pěti let od uvedení do provozu.

Ve zvláštních případech je možno získat dotaci u České energetické agentury. Podmínky se každoročně mění, na dotaci není právní nárok. Na solární systém může také přispět nenávratnou půjčkou i obec, získala-li prostředky například z Programu pro ozdravení ovzduší MŽP ČR.

Příklad pro solární kolektor

V rodinném domku, který je vytápěn ústředním vytápěním, se teplá užitková voda (dále TUV) připravuje v kombinovaném zásobníku o objemu 200 j (boileru). Na ohřev je využíváno teplo z ústředního vytápění (přes výměník) a elektrická energie (topné těleso). Aby bylo možné přejít na přípravu TUV pomocí solárního systému je nutné stávající zásobník nahradit solárním (kombinovaným). To lze ideálně provést v okamžiku, kdy starý zásobník dosloužil a je nutná jeho výměna. Je-li stávající zásobník v pořádku, lze ho využít na dohřev. Solární zásobník je pak předřazený a může mít menší objem. Instalaci bude pověřena odborná firma, stávající zásobník zůstane zachován.

Příklad rozpočtu nákladů na instalaci solárního systému ohřevu užitkové vody v rodinném domku:

Orientační náklady (ceny z roku 1997, neplatí pro maloobchodní prodej)	
Kolektory Heliostar 4 ks	40 000 Kč
Nosná konstrukce pro kolektory	4 300 Kč
Elektronický regulátor, kabely, čidla	12 000 Kč
Měděné potrubí 20 m, fitinky	2 600 Kč
Tepelná izolace potrubí 20 m	2 000 Kč
Solární zásobník TUV 300 l s výměníkem	28 000 Kč
Expanzní nádoba	600 Kč
Nemrznoucí kapalina	1 000 Kč
Armatury, solární instalační jednotka	8 200 Kč
Další nespecifikovaný materiál	3 000 Kč
Režijní náklady, doprava atd. (velmi individuální)	7 000 Kč
Projekt	3 000 Kč
Montáž "na klíč"	20 000 Kč
Celkem bez DPH	131 700 Kč
Celkem náklady včetně 5% DPH	138 285 Kč

Tabulka č.4.2.2 Orientační náklady (viz. [32])

Dobu životnosti 20 let dosáhnou dobré kolektory, armatury a potrubí bez problémů. Životnost zásobníků je obvykle nižší (velmi záleží na jejich provedení). Energie vyrobená solárním systémem za rok je 3 520 kWh, za dobu životnosti 70 040 kWh.

Při financování z hotovosti jsou náklady na jednu kWh 1,96 Kč/kWh. Při financování z půjčky je třeba zohlednit splátky a úroky z úvěru.

Vzhledem k očekávanému zdražení cen energií (až na úroveň EU) je investice do solárního systému perspektivní zejména z dlouhodobého pohledu.

Příklad pro fotovoltaický článek

Výhodnost instalace solárního systému pro ohřev vody v rodinném domku. Investici financujeme z úspor. Celoroční spotřeba energie na ohřev vody je 3 500 kWh. Solární systém využívá vysokovýkonové kolektory Heliostar a zásobník o obsahu 400 l. Celkové náklady na instalaci budou 100 tis. Kč, životnost systému je 20 let. Provozní náklady zanedbáme.

D_z - doba životnosti 20 let
 N_p - roční provozní náklady 0 Kč

N_c - celkové investiční náklady 114 tis. Kč
 C_e - cena vyrobené energie 1,63 Kč/kWh

Solární systém srovnáváme s elektrickým ohřevem vody. Investiční náklady na tento systém tvoří 10 tis. Kč, cena elektřiny je 1,50 Kč/kWh. V tomto případě není investice do solárního systému výhodná. V perspektivě zvyšování cen elektřiny však výhodnost solárních systémů bude stoupat.

Legislativa

Instalace solárního systému si obvykle vynutí určitý (byť malý) zásah do budovy. Podle rozsahu změn je potřeba konzultovat s příslušným stavebním úřadem nutnost vydání stavebního povolení. Pak je nutné mít zpracovaný stavební projekt

4.2.3 Ekonomické hodnocení tepelných čerpadel

Nejjednodušší způsob ekonomického zhodnocení efektivity investice je porovnání investičních a provozních nákladů tepelného čerpadla s jinými druhy vytápění.

Příklad instalace tepelného čerpadla v rodinném domku, tepelná ztráta objektu 12 kW

Tepelné čerpadlo IVT Greenline 4 kW	96 000 Kč
Elektrokotel (bivalentní zdroj) 8 kW	12 000 Kč
Armatury, elektroinstalace, příslušenství	40 000 Kč
Vrt o hloubce 50 m	50 000 Kč
Instalace systému	20 000 Kč
Celkem	218 000 Kč

Tabulka č.4.2.3 Příklad instalace tepelného čerpadla (viz. [32])

Náklady na instalaci přímotopného elektrokotle 12 kW, včetně montáže: 20 000 Kč.

Roční spotřeba energie na vytápění: 25 000 kWh.

Porovnání nákladů na přímotopné elektrické vytápění a vytápění tepelným čerpadlem v bivalentním provozu s elektrokotlem	cena elektřiny (bez stálých plateb)		
	0,63 Kč/kWh	1,40 Kč/kWh	3,20 Kč/kWh
vytápění (bivalentní provoz) tepelným čerpadlem 70% (topný faktor 3,0) špičkovým zdrojem - elektrokotlem 30%	8 400 Kč	18 700 Kč	42 700 Kč
vytápění přímotopným elektrokotlem 100%	15 750 Kč	35 000 Kč	80 000 Kč
roční úspora při provozu TČ	7 350 Kč	16 300 Kč	42 600 Kč
prostá návratnost investice do TČ	29,6 roku	13,4 roku	5,8 roku

Tabulka č.4.2.3.1 Porovnání nákladů na přímotopné el. vytápění a vytápění tepelným čerpadlem (viz. [32])

4.2.4 Ekonomické hodnocení biomasy

Biomasa, resp. spalování dřeva, patří k nejlevnějším způsobům získávání tepla. Tabulka srovnává náklady na různé druhy vytápění rodinného domku s roční spotřebou tepla 20 000 kWh/rok. V investičních nákladech je zahrnut kotel, případně zřízení přípojky a podobně.

	Elektrina	Zemní plyn	Spalování dřeva v kotli	Spalování dřeva v kamnech	Spalování dřevěných briket v kotli	Spalování dřevěných briket v kamnech
Celkové investiční náklady	36000	48000	32000	16000	32000	16000
Cena paliva	1,76 Kč/kWh	1,31 Kč/kWh	0,31 Kč/kWh	0,31 Kč/kWh	0,96 Kč/kWh	0,96 Kč/kWh
Náklady na palivo za rok	* 35127	*29086	6795	7250	21333	21875
<i>* bez stálých plateb</i>						
<i>Ceny jsou uvedeny včetně DPH, platné pro rok 2005. Investiční náklady jsou stanoveny orientačně. Při výpočtech nákladů byla vzata v úvahu účinnost výroby tepla.</i>						

Tabulka č. 4.2.4 Porovnání investičních nákladů a cen paliva

Výhody a nevýhody topení dřevem

Kromě příznivé ceny je výhodou nízká produkce popela (1-2%), což snižuje náklady a zjednodušuje obsluhu. Dřevěný popel je navíc výborné hnojivo. V kotli na dřevo lze zlikvidovat i různé zahradní zbytky.

Nevýhodou je potřeba velkého skladovacího prostoru. Pro uvedený příklad představuje roční spotřeba dřeva 16 - 18 m³, ev. 43 - 49 q dřevěných briket. Další nevýhodou je nutnost manipulace s palivem.

Moderní kotle na dřevo se zplyňováním paliva lze regulovat prostorovým a teplotním regulátorem obdobně jako plynové či elektrické kotle. Podle potřeby tepla se přikládá 3 až 5 krát za den. Kotle na dřevo dokáží setrvat v tzv. "tepelné rezervě" až 24 hodin a potom se mohou samy rozhořet.

4.2.5 Ekonomické hodnocení vodní elektrárny

Celkové investiční náklady na MVE jsou značně rozdílné podle náročnosti úpravy vodního toku pro spád, instalovaného typu MVE, výkonu a způsobu vyvedení vyrobené el. energie do spotřeby (vlastní nebo veřejná el. síť). Obvykle se celkové investiční náklady pohybují v rozsahu 20 000 - 60 000 Kč/kW instalovaného el. výkonu

V ČR je v současné době zaručena platba za el. energii dodanou do elektrické sítě 1,5 Kč/kWh. Ekonomie provozu MVE je závislá nejen na investicích, ale též na ročním průběhu průtoku vody a tedy množství vyrobené elektrické energie. Návratnost investičních prostředků se proto může dle konkrétních podmínek pohybovat v rozsahu cca 5 - 25 let.

4.3. Celkové zhodnocení

Příroda po 150 milionů let vytvořila hodnotné zásoby energie ve formě uhlí, ropy a zemního plynu. Toto cenné dědictví, spotřebováváme stále rychlejším tempem - často bez užitku. V důsledku této jednoznačné orientace lidstvo v posledním čase přechází z jedné energetické krize do druhé, což výrazně ovlivňuje nejen globální ekologii ale i ekonomii.

Ani Česká republika není výjimkou. Energie, kterou využíváme, je více než z 98% získávána využitím neobnovitelných zdrojů - uhlí, ropy nebo zemního plynu. Tyto zdroje by mohly být využity lépe než jen jejich spalováním (např. jako chemická surovina pro výrobu plastických hmot, léků), příp. uchovány pro další generace, které s nimi budou umět lépe a odpovědněji hospodařit.

Tuzemské energetické zdroje jsou omezené a jejich zásoby budou vyčerpány v průběhu několika desítek let. Naše republika je proto stále více závislá na dovozu paliv.

Ceny energie v posledních letech výrazně rostly a lze předpokládat, že i nadále porostou. Je to dáno jejich omezeností i požadavky na ochranu životního prostředí. Náklady na energii se tak stávají stále významnější položkou ve výdajích nás všech - jednotlivců, domácností, měst a obcí, podnikatelů, veřejné správy

Vedle vlastní platby za spotřebovanou energii je třeba v mnoha případech platit i za odpady, které vznikají, a to jak tuhé, tak i kapalné a plynné. Tyto poplatky také zpravidla rostou a zatěžují rozpočty měst, obcí a podnikatelů.

Proč tedy šetřit energií?

Protože čím méně energie spotřebujeme, a to především té, která je založena na neobnovitelných zdrojích, tím méně jí bude třeba vyrobit, tím méně škodlivin zatíží naše životní prostředí, tím méně budeme muset dovézt a také tím méně zaplatíme, a to jako jednotlivci, obec, podnikatel i stát.

Jak šetřit energií?

Snížení ztrát by mělo být uvažováno jak první opatření a až potom je vhodné uvažovat o náhradě stávajících zdrojů energie (paliv) jinými zdroji. Je zcela neehospodárné nahradit stávající uhelný kotel účinným kotlem na spalování biomasy, když vyráběné teplo se dál ztrácí po cestě do vytápěného objektu špatně izolovaným potrubím nebo ve vytápěném objektu netěsností oken, případně jejich otevíráním v přetápěném objektu, kde chybí regulace spotřeby tepla.

Nesmíme také zapomínat na fakt, že obnovitelné zdroje jsou zatím velmi drahé a nespolehlivé. Větrná a solární energie mají své uplatnění, ale vzhledem k tomu, že mají přerušovaný a nepředvídatelný charakter, nemohou nahradit velké zdroje pracující v základním zatížení, jakými jsou uhelné, jaderné a vodní elektrárny. Zemní plyn, další fosilní palivo, je již dnes příliš drahý a tudíž není schopen konkurence, jeho cena se neustále mění a představuje proto příliš velké riziko pro investice do výstavby velkých plynových elektráren, pracujících v základním zatížení. Vzhledem k tomu, že možnost výstavby velkých vodních elektráren je velmi omezená, jaderná energie představuje jedinou reálnou náhradu za uhlí.

Použitá literatura

- [1] <http://www.i-ekis.cz/?page=slunce-elektrina>
- [2] Bacher, Pierse.: Energie pro 21. století. HZ Editio, Praha 2002
- [3] Haller, Andres, Humm, Othmar, Voss, Karsten.: Solární energie. Grada, Praha 2002
- [4] Beranovský, J. - Truxa, J.: Alternativní energie pro váš dům. ERA, Brno, 2004.
- [5] Srdečný, K. – Truxa, J.: Tepelná čerpadla. ERA, Brno, 2005.
- [6] Kolektiv: Velká kniha o energii. Praha: LA Consulting Agency 2001.
- [7] Kára, J. – Adamovský, R.: Praktická příručka – obnovitelné zdroje energie. MZE ČR, Praha, 1993.
- [8] Kolektiv: Obnovitelné zdroje energie, FCC Public, Praha, 1994, druhé upravené a doplněné vydání 2001.
- [9] Škorpil, J. – Kasárník, M.: Obnovitelné zdroje energie I. Malé vodní elektrárny. ZČU, Plzeň, 2000
- [10] Kaminský, J. – Vrtek, M.: Obnovitelné zdroje energie, skriptum. Ostrava, 1990
- [11] Cihelka, J.: Solární tepelná technika. T. Malina, Praha, 1994.
- [12] Kol. autorů: Využití biomasy pro energetické účely. ČEA, Praha, 1997
- [13] Štibranný, P.: Větrná energetika (rok a vydavatel neuvedeni)
- [14] Oddělení environmentální ekonomiky Českého ekologického ústavu.: Přehled potenciálu OZE stanoveného v Územních energetických koncepcích a v Koncepcích snižování emisí a imisí. Praha, červen 2004
- [15] http://www.ckrumlov.cz/cz1250/region/soucas/i_zchrck.htm

Doporučená literatura

- [16] Pažout, F., Hutla, P.: Praktická příručka obnovitelné zdroje energie 3/1993. MZE ČR, Praha, 1993.
- [17] Pažout, F.: Malé vodní elektrárny. SNTL, Praha, 1990.
- [18] Pop, V., Stmý, O., Vašíček, J.: Ekonomické hodnocení energetických investic v procesu energetického auditu - software EFEKT, Zpravodaj Asociace energetických auditorů č. 2/2001.
- [19] Projekční podklady firmy IYT, Tepelná čerpadla IVT, s. r. o., Praha 2003.
- [20] RAEN, spol. s r. o.: Alternativní zdroje energie. Poradenská knižnice ČEA, ČEA, 1997.
- [21] Rychetník, V., Pavelka, J., Janoušek, J.: Větrné motory a elektrárny. ČVUT, Praha, 1997.
- [22] Simanov, V.: Dříví jako energetická surovina. MZE ČR, Praha, 1993.
- [23] Součková, H.: Výhled energetického využití biomasy do roku 2005. Studie pro EkoWATT, Praha, 1998.
- [24] Šeftř, J. I.: Využití energie větru. SNTL, Praha, 1991.
- [25] Trnobranský, K., Valentová, M., Dufour, R.: Energetické využívání dřevních odpadů. ČEA, Praha, 1998.
- [26] Větrná energie. Časopis ČSVE. Vychází 2x ročně.
- [27] <http://www.mpo.cz/dokument1251.html>
- [28] <http://www.archiweb.cz/salon.php?type=10&action=show&id=1205>
- [29] <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=16&i=1&obor=5>
- [30] <http://mapa.czrea.org/vila.index.php>
- [31] <http://www.csvts.cz/cns/news06/060424b.htm>
- [32] <http://www.ceskaenergetika.cz/ez/view.php?cislocclanku=2004012903>

2.2 Biomasa

BIOSTAR HX

<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=19&i=13>



- Stavebnicový, vysoká teplota-reakční zóny, spádovým systém.
- Velmi vysoký stupeň účinnosti spalování pelet (tryskové spalování).
- Extrémně vysoká bezpečnost a spolehlivost, ochrana proti zpětnému spalování pelet v padací šachtě (zpětná klapka).
- Automatický sklápěcí rošt s čistící funkcí pro primární vzduchové otvory.
- Vysokoteplotní zóna dodatečného spalování pro perfektní vypálení.
- Ochrana před nízkou teplotou do 380C bez pozvednutí zpětného toku.
- Variabilní odběr tepla prostřednictvím "vířících" systémů.
- Přímé čištění - přímá plocha tepelného výměníku - poloautomatického čištění.
- Provedení "Auto": s automatickým vynášením popela do pojízdné nádrže pomocí druhého dopravníkového šneku a automatické čištění tepelného výměníku.
- Sériové lambda sondy a kontrola teploty unikajícího plynu.
- Bezpečnostní kontrola lambda sondy pomocí foto-senzoru pro bezproblémový nouzový provoz.
- Podtlakový systém s regulovaným počtem otáček sacího dmychadla (extrémní bezpečnost zpětného spalování).
- Uživatelsky příjemná obsluha: regulace kotle pro poloautomatický provoz, automatické rozpoznání paliva, informační logistika a diagnostický systém chyb; extrémně bezpečný provoz je zajištěn nouzovými programy. Nastavitelné varianty provozu s plnoautomatickou funkcí čištění kotle; se snímačem teploty kouřového plynu, lambda sonda, automatické zažehnutí pelet teplým vzduchem; připravená zástrčka před - propojená.

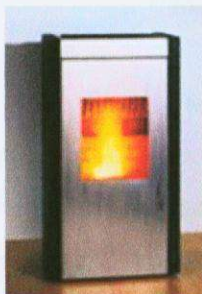
- Přirážka k ceně: Regulace atmosférické vlhkosti MK201, 231, 261 (pohyblivý, 1 nebo 2 směšovače, 1 teplá voda) může být připojena na stejné regulační jednotce.
- Energeticky nenáročný šnekový podavač pelet.
- Nepatrná spotřeba energie je zajištěna optimalizovanou geometrií žlabového šneku a tlakových podpůrných profilů.
- Šnekový podavač je stavebnicový pro zajištění optimální "peletové" cesty.
- S 100 mm silnou vlnovou minerálním izolací a plechovým opláštěním.
- Včetně čistícího příslušenství s popelovou vanou.
- Max. provozní tlak 3 bar, bezpečnostní ventil s 2,5 bar (DIN 4751).
- Testovaný dle ÖNORM M 7550 a EN 303 prostřednictvím BLT-Wieselburg, prostřednictvím Weihenstephan a IBS

Upozornění: Regulaci komínu musí být nastaven komínový tah ve výši 10 Pa. Musíte dbát na to, aby byly použity pelety dle ÖNORM M7135 HP1 D6. Doporučujeme dvouroční servisní interval.

Označení	Šnek 2,5m (délka: 2,7m)		Šnek 3m (délka 3,2m)		Šnek 3m + 1m (délka: 4,1m)		Šnek 3m + 2*1m (délka: 5,1m)		Rab. sk.
	Obj. č.	Cena	Obj. č.	Cena	Obj. č.	Cena	Obj. č.	Cena	
Biostar 12 HX	033- 050	276.210	033- 051	276.210	033- 052	290.136	033- 053	304.062	1
Biostar 12 HX Auto	033- 055	318.219	033- 056	318.219	033- 057	332.145	033- 058	346.071	1
Biostar 15 HX	033- 060	276.210	033- 061	276.210	033- 062	290.136	033- 063	304.062	1
Biostar 15 HX Auto	033- 065	318.219	033- 066	318.219	033- 067	332.145	033- 068	346.071	1
Biostar 23 HX Auto	033- 070	323.994	033- 071	323.994	033- 072	337.920	033- 073	351.846	1
Příslušenství									
Označení							Obj.č.	Cena	Rab.sk.
Sada - MK 201							S30- 020	29.898	1
Sada - MK 231 (dodatečné 1 čidlo toku vpřed) pro 1 směšovací okruh							S30- 021	30.690	1
Sada - MK 261 (dodatečné 2 čidla toku vpřed) pro 2 směšovací okruhy							S30- 022	31.482	1
RFF 25							S70- 006	3.069	1
RS 100 - pokojová regulace							S60- 003	15.114	1
Čidlo akumulárního zásobníku pro regulaci MK							S70- 003	1.221	1
Servomotor SM 70							S50- 501	7.755	1
Vyrovnání nerovnosti, snížení chvění kotle - Sada M16 s kloubem (4 ks.)							H00- 803	2.020	1
RE15 regulace tahu v komíně s klapkou							H38- 155	4.234	2
Plnicí sada							H00- 001	10.973	2
Uvedení do provozu Biostar (nutné)							I39- 520	6.963	netto

Upozornění: Při neadekvátním uvedení do provozu nepřebíráme žádné závazky!
Projektová dokumentace a hydraulická schémata musí být bezpodmínečně respektována!

Automatický kotel na pelety s vestavěným zásobníkem - TWIST 80/20



- Je určen pro vytápění místnosti o rozměru: 40 - 400 m³
 - Hmotnost: 165 kg (s ocelovým obložením)
 - Hloubka / šířka / výška: 595 / 590 / 1100 mm
 - Výkon: 3 - 10 kW
 - Účinnost: do 95,1 %
 - Teplota plynů při spalování (min./max.): 65 / 148°C
 - Sálavé teplo: 20%
 - Teplo přes topné těleso: 80%
 - Peletkový zásobník: 40 kg
 - Doba hoření (min./max.): 0,6 / 2 kg/h
 - Doba hoření na jedno naplnění (max./min.): 70 / 20 h
 - Příkon: 230 V / 50 Hz
- 300 W - největší při zážehu po dobu cca 7 minut pak od 30 do 70 W

Kotel TWIST je určen pro vytápění topného okruhu a ohřev TUV.

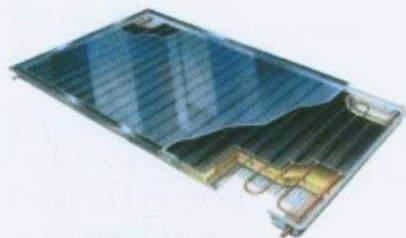
Dále obsahuje:

mikroprocesorové řízení, automatické vypnutí/zapnutí, vestavěný termostat, peletkový zásobník, hydraulické přípojky, displej s ukazatelem teploty, připojení pro časové zapínání, keramické automatické zapalování.

2.1.1. Solární topná (termická) soustava

Heliostar H300+

<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=6&i=30078#2>



Plochý kolektor s rúrkovými (H300 N2L+) alebo prírubovými (H300 N2P+) vývodmi určený na vertikálnu montáž v solárnych systémoch s obehovým čerpadlom. Pozostáva z kompaktnej lisovanej skrine, v ktorej je pomocou zasklievacieho rámu z nekorodujúcich hliníkových profilov upevnené bezpečnostné solárne sklo. Lamely absorbéra z tvarovaného Al-Mg plechu s vysokoselektívnou konverznou vrstvou obopínajú meander z medenej rúrky. Kolektory sa spájajú paralelne, v jednom rade najviac 8 kusov.

Varianty:

- **H300 N2L+** - medené rúrkové vývody Ø 18 sa pripájajú k hydraulickému okruhu spájkovaním
- **H300 N2P+** - prírubové vývody sa pripájajú k hydraulickému okruhu rýchlospojkami Ø 26

Technické údaje kolektora Heliostar H300+

Pôdorysná plocha	2.03 m ²
Absorpčná plocha	1.78 m ²
Skladobný rozmer	1040 x 2040 mm
Krycie sklo	bezpečnostné, solárne, hrúbka 4 mm
Pripojovacie vývody	H300 N2L+ - rúrkové, Ø 18 mm H300 N2P+ - prírubové, Ø 26 mm
Tepelná izolácia	minerálna plst'
Celkový kvapalinový obsah	1.57 l
Celková hmotnosť	36.5 kg
Konverzná vrstva	vysokoselektívna na báze oxidu hlinitého pigmentovaného koloidným niklom
Slnečná absorbitivita	minimálne 0.95
Tepelná emisivita pri 82 °C	maximálne 0.16
Optická účinnosť	80 %
Doporučená pracovná teplota	pod 100 °C
Kľudová teplota pri žiarení 1000W/m ² a teplote okolia 25 °C	170 °C
Maximálny pretlak teplonosnej kvapaliny	600 kPa
Doporučený prietok teplonosnej kvapaliny	30 - 100 l/h jeden kolektor
Skriňa kolektora	výlisok z nekorodujúceho Al-Mg plechu
Min. energetický zisk*	525 kWh/m² ročne
*energetický zisk kolektora je závislý od spôsobu využívania, geografickej polohy, orientácie kolektora a mikroklimatických podmienok, hodnota overená protokolom skúšobne Fraunhofer ISE Freiburg zo dňa 20.6.2003. Technické údaje sú zo skúšobného protokolu KTB Nr. 2003-17-a Fraunhofer Institut Solare Energiesysteme podľa EN 12975-1,2.	

2.5. Energie prostředí, geotermální energie, tepelná čerpadla

Tepelná čerpadla vzduch - voda

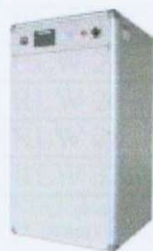
http://www.kostecka.net/start.php?p=tc_p_rlw.htm&m=tc_menu.htm

Tepelné čerpadlo **vzduch-voda** využívá obnovitelnou energii okolního vzduchu. Teplo je z okolního vzduchu odebíráno pomocí výparníku, který je umístěn uvnitř nebo mimo vytápěný objekt. Při nižších venkovních teplotách topný výkon klesá, proto je vhodné doplnit tepelné čerpadlo druhým zdrojem tepla (např. elektrokotel).

Tepelné čerpadlo Kostečka typu vzduch-voda vyrábíme v osmi výkonových řadách od 6 kW do 43 kW.

Kaskádovým řazením tepelných čerpadel lze dosáhnout vyšších výkonů.

Topný faktor při hodnotách 7°/35°C je 3,6.



Vnitřní jednotka



Venkovní jednotka



Kompaktní provedení



Tepelná čerpadla – TC 2 Vzduch - voda

Typ	Výkon A7*/W35**	Výkon A-10*/W45**	Příkon A7*/W35**
RLW 10	11,9 kW	5,0 kW	3,3 kW
RLW 12	13,8 kW	5,9 kW	3,8 kW
RLW 15	17,6 kW	7,6 kW	4,9 kW
RLW 19	22,6 kW	10,0 kW	6,3 kW
RLW 23	26,2 kW	11,4 kW	7,2 kW
RLW 26	33,6 kW	15,0 kW	9,0 kW
RLW 28	38,4 kW	17,0 kW	10,3 kW
RLW 32	43,1 kW	19,5 kW	11,8 kW
* Teplota zdroje - vzduch ** Teplota výstupní vody		Standardní rozměry: 1400 x 750 x 750 (550) mm	

2.1.3. Fotovoltaické články

Solární fotovoltaické panely SCHÜCO

<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=6&i=10308#3>

Jedná se především o systém připevnění kolektorů, který umožňuje netradičně integrovat vynikající sluneční kolektory Schüco premium line do rodinných domů i průmyslových staveb. Pomocí systémů Schüco tak můžeme využít k získávání sluneční energie prakticky jakoukoli část budovy a přitom kolektory mohou posloužit jako architektonický prvek.

Úplnou novinkou jsou však tzv. **solární střechy**, u nichž jde o použití slunečních kolektorů namísto střešní krytiny. Jedná se sice o vyšší počáteční investici, ale taková střecha již poté jen vydělává. V úvahu je třeba také vzít úsporu za tradiční střešní krytinu.

Další zajímavou aplikací slunečních kolektorů je jejich umístění **na fasádu**. Tyto systémy jsou především vhodné k přitápění budov a zároveň slouží jako tepelná izolace.

Třetím systémem jsou **solární markýzy**, které získávají tepelnou energii příjemným stíněním oken v případech, kde je to potřeba, nebo mohou posloužit zároveň jako přístřešek, např. nad vchodem do domu nebo nad garáží apod.





- sortiment dalších panelů SCHÜCO v cenách od 170 Kč/W
- rozsáhlý montážní systém pro rovné i šikmé střechy, fasády, markýzy
- kompletní elektropříslušenství včetně kabelů, měničů ...
- systémy pro dodávku elektřiny do sítě
- systémy s akumulátory pro chaty, karavany bez elektrické přípojky

Elektrické parametry:

Maximální výkon	P_{mpp}	325 Wp -0% +5%
Napětí (max)	U_{mpp}	72 V
Proud (max)	I_{mpp}	4,51 A
Napětí naprázdno	U_{0C}	88,3 V
Zkratový proud	I_{SC}	5,05 A
Konverzní účinnost	EFF	13 %
Max. napětí systému	U_{sys}	750 V

Rozměry		2152 x 1252 mm
Hmotnost		43 kg
Garance výkonu po dobu	12 let	90 %
	25 let	80

Anotace

Popis jednotlivých zdrojů obnovitelné energie a jejich využití v praxi. Návrhy na realizaci, příklady užití a ukázky zařízení. Porovnání obnovitelných zdrojů z hlediska potenciálu a investičních nákladů.

Synopsi

Characteristics of renewable energy sources and their utilization in practice. Proposal for realization, schedules and equipment description. Renewable resources comparison in light of potential and costs of investments.