

VYUŽÍVANIE OBNOVITEĽNÝCH ZDROJOV ENERGIE

F. Vranay | E. Krídlová Burdová

6

VYUŽÍVANIE OBNOVITEL'NÝCH ZDROJOV ENERGIE

Zvyšujúca sa úroveň koncentrácií emisií oxidu uhličitého je jedným z najväznejších problémov v histórii ľudstva, ktorému dnešný svet čelí. Rôzne krajiny prijímajú rôzne politiky a prístupy na zmiernenie závažnosti zmeny klímy. Dlhotrvajúca dilema súvisiaca s degradáciou životného prostredia spôsobuje, že svet nemá potuchy o tom, ako riešiť environmentálne problémy. Významnými sa nepochybne stali naliehavé opatrenia výzvou 21. storočia vzhľadom na nárast extrémnych udalostí, ktoré vznikajú po celom svete, ako sú záplavy, topenie ľadovcov, sucho, zvyšujúce sa hladiny morí, požiare a zvyšujúce sa teplotné úrovne.

Parižska dohoda objasnila jej cieľ udržať stúpanie globálnej teploty výrazne pod 2 °C a otepľovala pod 1,5 °C, aby sa zvýšil cieľ zníženia emisií skleníkových plynov do roku 2030. Podľa hypotézy environmentálnej Kuznetsovej krivky mnohí výskumníci uznali, že akékoľvek ďalšie využitie fosílnych palív zvyšuje úroveň znečistenia.

Preto v súlade s obmedzením emisií CO₂, rôzne alternatívne obnoviteľné zdroje energie, napríklad slnečná energia, vodná energia, veterná energia, by mali nahradiť konvenčné ťažby z neobnoviteľných zdrojov. Zdá sa, že krajiny, ktoré sa snažia podporiť svoju ekonomiku prostredníctvom čistej energie v súvislosti s environmentálnymi predpismi, spĺňajú globálne energetické normy. Krajiny, ktoré sa spoliehajú na neobnoviteľné zdroje, však zaostávajú za perspektívou, hoci využili svoje ťažobné zdroje na podporu svojej infraštruktúry a obmedzenie svojej chudoby. Nízke emisie zo zdrojov energie preto podporujú vznikajúce ekonomické príležitosti, uľahčujú energetické technológie a inovácie s rozvojom distribúcie energie. Pred dosiahnutím cieľov do roku 2030 boli zavedené prvé opatrenia. Alternatívna obnoviteľná energia sa zaviedla na podporu politik šetrných k životnému prostrediu v európskych krajinách a doteraz prispela k zníženiu emisií uhlíka. Okrem toho mnohé krajiny s rýchlo rastúcimi ekonomikami odhalili svoje tendencie k činnostiam v oblasti čistej energie do roku 2030, hoci sa spoliehajú na výrobu, dodávky a spotrebu fosílnych palív.

Energia, ktorá je základnou potrebou ľudských bytostí, sa teraz stala kritickou zložkou udržateľného rastu a blahobytu každého národa v modernej dobe. V záujme trvalo udržateľného rastu výroby energie je potrebná diverzifikácia palív. V súčasnosti sú primárne svetové zdroje energie získavané z fosílnych palív a zemného plynu a ropy, ktoré sú spoľahlivé, ale nie je možné ich udržiavať a môžu spôsobiť značné a trvalé škody na životnom prostredí. Kvôli absencii energie, najmä elektriny v rozvojových krajinách, nie je veľa úsilia o využívanie obnoviteľných zdrojov energie na výrobu elektriny; závisia najmä od bežných energetických zdrojov vrátane fosílnych palív. Na uspokojenie neustále rastúcich svetových energetických potrieb sa globálna ekonomika vo veľkej miere spolieha na ropné deriváty, ktoré sú primárnym zdrojom emisií skleníkových plynov. Koncentrácia oxidu uhličitého (CO₂), primárneho skleníkového plynu, v posledných rokoch vzrástla, čo má za následok nárast globálnej teploty a zmeny životného prostredia, čo predstavuje hrozbu pre ekologické hospodárenie. Globálne emisie CO₂ v roku 2019 dosiahli rekordnú výšku 36,7 milióna ton v dôsledku zvýšeného spoliehania sa na zdroje energie z fosílnych palív, ako je uhlie, ropa a zemný plyn.

Zdroje energie z fosílnych palív, akými sú ropné deriváty, vo veľkej miere prispievajú k degradácii prírodného prostredia prostredníctvom svojich odpadov. Podľa údajov o zmenách globálneho dopytu po energii medzi rokmi 2011 a 2018 sa spotreba energie v porovnaní s predchádzajúcimi desiatimi rokmi zvýšila a záujem o ropné produkty sa zvýšil o 2,3 %. Nárast dopytu po energii má za následok aj 50 % zvýšenie emisií CO₂ v dôsledku zvýšeného využívania fosílnych palív, čo zvyšuje tlak na životné prostredie. Verejná produkcia by mohla nakoniec prispieť k hromadeniu odpadu z fosílnych palív a zhoršiť životné prostredie. To je dôvod, prečo je výroba elektriny šetrná k životnému prostrediu a ekologicky zodpovedná.

Globálna pozornosť znižovaniu emisií CO₂ zo spotreby energie a iných moderných postupov rastie. Na tento účel boli ustanovené dohovory UNFCCC a Tokio, v Kodani v roku 2009 sa dosiahol environmentálny pokrok, v roku 2014 Čína

a Spojené štáty americké dosiahli vzájomnú dohodu o zmierňovaní zmeny klímy a adaptácii na ňu, v roku 2015 bola prijatá Parížska dohoda, Organizácia Spojených národov Valné zhromaždenie prijalo v roku 2015 prísnejšie globálne ciele trvalo udržateľného rozvoja a v roku 2019 bola prijatá Európska zelená dohoda.

6.1 Európska zelená dohoda

Primárnym cieľom Európskej zelenej dohody je zabezpečiť aby do roku 2050 bola Európa vôbec prvý klimaticky neutrálny kontinent. Daný dlhodobý cieľ znamená, že do roku 2050 sa čisté emisie skleníkových plynov vyprodukované členskými štátmi Európskej únie budú rovnať nule. Dohoda si rovnako dáva za cieľ oddeliť hospodársky rast od využívania zdrojov a zabezpečiť, že pripravované zmeny budú spravodlivé a inkluzívne, pričom sa nezabudne na žiadneho jednotlivca či región.

Dohoda v sebe zahŕňa viacero nosných prvkov. Medzi najdôležitejšie patria výrazné zvýšenie ambícií Európskej únie v oblasti klímy na roky 2030 a 2050. Rovnako zabezpečenie dodávky čistej a cenovo dostupnej energie pričom sústrediť sa bude na posilňovanie produkcie energie z obnoviteľných zdrojov, rozširovanie medzinárodnej spolupráce pri zlepšovaní energetickej infraštruktúry či na boj proti energetickej chudobe. Ďalej sa chce zamerať na rýchlejší a efektívnejší rozvoj obehového hospodárstva, predovšetkým v odvetviach náročných na zdroje (textilný priemysel, stavebníctvo, elektronika a plasty) a pozitívne vplývať na spotrebiteľské správanie (preferencia opätovne použiteľných trvácnych výrobkov). Riešiť bude aj energeticky náročné oblasti ako je výstavba a obnova budov alebo doprava, ktorých podiel na emisiách skleníkových plynov je mimoriadne vysoký. Vypracovanie a následná implementácia Stratégie z „Farmy na stôl“ má zase viesť k udržateľnejšej potravinovej politike zapojením všetkých fáz potravinového reťazca.

Naplnenie spomenutých ambiciózných cieľov bude finančne mimoriadne náročné, predovšetkým pre členské štáty, ktoré majú históriu určenú horšiu štartovaciu pozíciu súvisiacu s masívnym využívaním zastaraných a neekologických zdrojov energie a tepla. Pomôcť prekonať podobné prekážky má Investičný plán pre udržateľnú Európu, ktorý by mal zmobilizovať investície zo zdrojov Európskej únie, pričom počíta aj s participáciou členských štátov a súkromného sektora. Celková výška naakumulovaných investícií by mala dosiahnuť minimálne hodnotu 1 bilión eur. Ďalšími európskymi finančnými nástrojmi pre zeleňšiu budúcnosť sú Modernizačný fond na podporu investícií do modernizácie energetických systémov a zlepšenie energetickej efektívnosti či Inovačný fond na podporu inovatívnych riešení v oblasti obnoviteľných zdrojov energie, priemyslu, ukladania a využívania zachyteného uhlíka či uskladňovania energie.

Dohoda bola predstavená 11. decembra 2019 v Bruseli a je súčasťou stratégie pre naplnenie Agendy 2030 a prijatých záväzkov v rámci Parížskej dohody. Ciele Európskej zelenej dohody budú právne zakotvené prostredníctvom Európskeho právneho predpisu v oblasti klímy (Klimatický zákon), ktorý bol navrhnutý v marci 2020. Daný predpis ako súčasť Európskej zelenej dohody ukladá do právneho poriadku cieľ na dosiahnutie klimatickej neutrality do roku 2050. Európska komisia si na jeseň 2020 splnila svoju povinnosť a navrhla navýšenie spomenutého klimatického cieľa 2030, pričom zverejnila aj očakávanú dopadovú štúdiu. Konečné slovo v tomto procese mala Európska rada, ktorá na svojom summite 10. - 11. 12. 2020 prijala navýšenie európskeho cieľa zníženia emisií skleníkových plynov do roku 2030 na úroveň "minimálne -55 %" v porovnaní s rokom 1990. Tento nový cieľ sa následne uviedol aj do samotného predpisu. Právny predpis rovnako nastavuje trajektórie pre emisie skleníkových plynov po roku 2030 či definuje mechanizmus monitorovania členských štátov a ich pokroku pri dosahovaní klimatickej neutrality a adaptácie. Ďalším dôležitým míľnikom bolo zasadnutie Rady ministrov pre životné prostredie 17. 12. 2020, kedy ministri takmer jednohlasne prijali dohodu o všeobecnom smerovaní ku klimatickému zákonu. Tento krok môže naplno odštartovať sériu dialógov (medzi Európskym parlamentom a Radou), ktoré určia finálnu verziu predpisu.

Súčasťou dohody je tiež Európsky klimatický pakt, ktorý bude slúžiť ako platforma pre participáciu širokej verejnosti pri prechode na nízkouhlíkové hospodárstvo. Pakt má vyvolať širšiu diskusiu o zmene klímy prostredníctvom rôznych aktivít a podujatí, naštartovať reálne projekty napríklad v oblasti obnovy budov, mobility, či výstavby stromov a spájať všetky zainteresované strany tak aby vzájomne zdieľali nadobudnuté skúsenosti a úspešné príklady z praxe. Cieľom

Komisie je tiež vytvoriť sieť ambasádorov klimatického projektu, ktorí budú v členských krajinách predstavovať pozitívne príklady a budú mobilizovať svoje komunity v prospech ochrany klímy. Iniciatíva bola spustená 16. 12. 2020 virtuálnou konferenciou, za účasti výkonného podpredsedu EK Fransa Timmermansa.

Zmena klímy a zhoršovanie stavu životného prostredia predstavujú existenčnú hrozbu pre Európu a svet. Na zvládnutie týchto hrozieb sa vďaka Európskej zelenej dohode premení EÚ na moderné a konkurencieschopné hospodárstvo efektívne využívajúce zdroje, čím sa podarí zabezpečiť:

- nulové čisté emisie skleníkových plynov do roku 2050,
- hospodársky rast, ktorý nebude závisieť od využívania zdrojov,
- a nezabudne sa na žiadneho jednotlivca ani región.

Európska zelená dohoda je zároveň aj našim záchranným lanom z pandémie COVID-19. Na Európsku zelenú dohodu bude smerovať tretina investícií vo výške 1,8 bilióna EUR z plánu obnovy NextGenerationEU a financovať sa bude aj zo sedemročného rozpočtu EÚ.

Európska komisia prijala súbor návrhov na zníženie čistých emisií skleníkových plynov do roku 2030 aspoň o 55 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990, a to prispôbením politík v oblasti klímy, energetiky, dopravy a zdaňovania. Viac informácií o plnení Európskej zelenej dohody.

Európsky ekologický dohovor zlepší kvalitu života a zdravie občanov a budúcich generácií tým, že zabezpečí prínosy, ktoré sú uvedené na obrázku nižšie (Obr. 6.1).

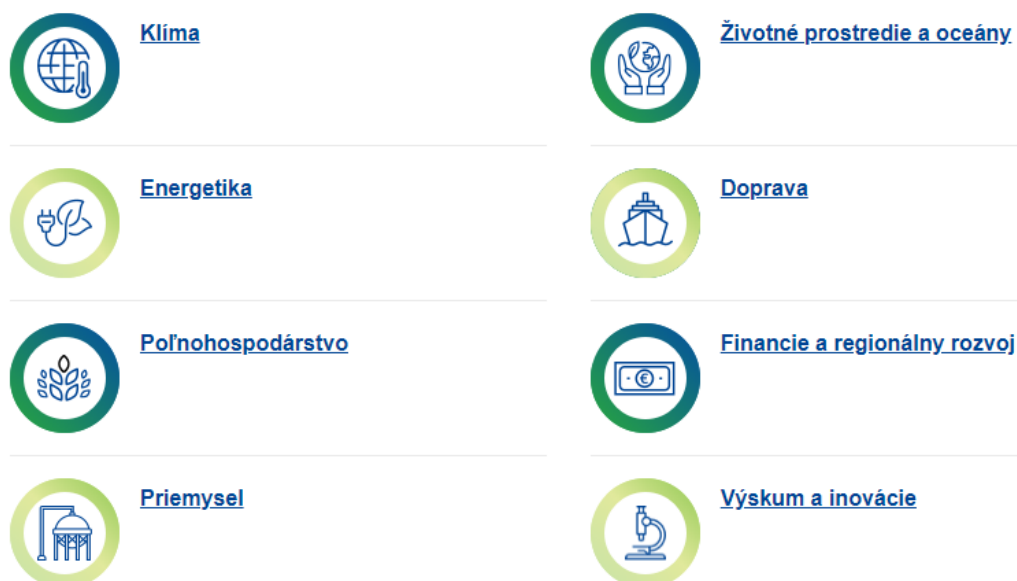
Obr. 6.1 Prínosy Európskej zelenej dohody



Zdroj: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_sk

Opatrenia súvisiace s Európskou zelenou dohodou sú v nasledujúcich oblastiach podľa obrázka 6.2.

Obr. 6.2 Opatrenia Európskej zelenej dohody



Zdroj: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_sk

V oblasti klimateckej neutrality je cieľom Európskej zelenej dohody je dosiahnuť klimatickú neutralitu do roku 2050. Aby sa tento cieľ stal právne záväzným Komisia navrhla európsky klimatický predpis, v ktorom sa stanovuje aj nový ambicióznejší cieľ znížiť emisie skleníkových plynov do roku 2030 o 55 % v porovnaní s úrovňami z roku 1990. Na dosiahnutie cieľov v oblasti dekarbonizácie je potrebné znížiť emisie vo všetkých odvetviach, od priemyslu a energetiky cez dopravu až po poľnohospodárstvo. Zmena klímy je globálnou hrozbou a možno ju riešiť len prostredníctvom globálnej reakcie. EÚ sa preto aktívne angažuje a podporuje svojich medzinárodných partnerov v boji proti zmene klímy, a to najmä prostredníctvom Rámcového dohovoru OSN o zmene klímy (UNFCCC) a Parížskej dohody. Súbežne s opatreniami na zmiernenie zmeny klímy EÚ prijíma opatrenia pre adaptáciu na zmenu klímy s cieľom čeliť neodvratiteľným vplyvom zmeny klímy.

V oblasti energetiky je to výroba a využívanie energie je v EÚ zdrojom viac ako 75 % emisií skleníkových plynov. Dekarbonizácia energetického systému EÚ je preto rozhodujúca na dosiahnutie našich cieľov v oblasti klímy do roku 2030 a dlhodobej stratégie EÚ na dosiahnutie uhlíkovej neutrality do roku 2050.

Európska zelená dohoda sa zameriava na tri kľúčové zásady prechodu na čistú energiu, ktoré pomôžu znížiť emisie skleníkových plynov a zlepšiť kvalitu života našich občanov:

- zaisťovať bezpečnú a cenovo dostupnú dodávku energie do EÚ;
- vytvoriť plne integrovaný, prepojený a digitalizovaný energetický trh EÚ;
- uprednostňovať energetickú efektívnosť, zlepšenie energetickej hospodárnosti budov a rozvoj odvetvia energetiky, ktoré je založené prevažne na obnoviteľných zdrojoch energie.

Hlavnými cieľmi Komisie, ktoré majú viesť k naplneniu týchto zásad, sú:

- budovať prepojené energetické systémy a lepšie integrované siete na podporu obnoviteľných zdrojov energie;
- podporovať inovačné technológie a modernú infraštruktúru;
- zvýšiť energetickú účinnosť a ekodizajn výrobkov;

- dekarbonizovať plynárenské odvetvie a podporovať inteligentnú integráciu vo všetkých odvetviach;
- zlepšiť postavenie spotrebiteľov a pomáhať členským štátom v boji proti energetickej chudobe;
- propagovať energetické normy a technológie EÚ na globálnej úrovni;
- rozvinúť plný potenciál veternej energie na mori v Európe.

6.1.1 Ciele Európskej zelenej dohody

Hlavný klimatický cieľ EZD bude právne zakotvený prostredníctvom Európskeho právneho predpisu v oblasti zmeny klímy (tzv. Európsky klimatický predpis), ktorý bol navrhnutý v marci 2020. Tento predpis ako súčasť Európskej zelenej dohody ukladá do právneho poriadku EÚ právne záväzný cieľ dosiahnuť klimatickú neutralitu EÚ do roku 2050. Dokument okrem toho zaviazal EK preskúmať súčasný klimatický cieľ do roku 2030. V nadväznosti na to v septembri 2020 zverejnila EK súbor opatrení, tzv. „zelený balík“, zameraný na zvýšenie cieľov v oblasti klímy a energetiky. Jeho základom bola dopadová štúdia navrhovaných opatrení, ktorá pravdepodobne povedie k návrhu na zmenu relevantných právnych predpisov EÚ. Na základe tejto štúdie EK v rámci balíčka navrhla aj zvýšenie cieľa EÚ v oblasti klímy na rok 2030 na hodnotu aspoň 55 % zníženia emisií v porovnaní s rokom 1990 a jeho zakotvenie do legislatívneho návrhu Európskeho klimatického predpisu z marca 2020. Európsky klimatický predpis okrem toho definuje mechanizmus monitorovania členských štátov a ich pokroku pri dosahovaní klimatickej neutrality a adaptácie. Súčasťou EZD je tiež Európsky klimatický pakt, ktorý bude slúžiť ako platforma pre širokú verejnosť na podieľanie sa na prechode na nízkouhlíkové hospodárstvo. Pakt má vyvolať širšiu diskusiu o zmene klímy prostredníctvom rôznych aktivít a podujatí, naštartovať reálne projekty napríklad v oblasti obnovy budov, mobility, či výsadby stromov a spájať všetky zainteresované strany tak, aby vzájomne zdieľali nadobudnuté skúsenosti a úspešné príklady z praxe.

S cieľom dosiahnuť klimatickú neutralitu si EZD stanovuje aj ambíciu dekarbonizácie energetickeho systému v záujme zaistiť bezpečné, čisté a cenovo dostupné dodávky energie v EÚ. Na to bude potrebná integrácia, prepojenie a digitalizácia európskeho trhu s energiou. Prvým krokom deklarovaným v EZD v súvislosti s týmto cieľom bude vyhodnotenie národných energetických a klimatických plánov členských štátov predložených v roku 2019. Na základe toho sa zväží revízia energetickej legislatívy vrátane nariadenia o transeurópskych energetických sieťach (TEN-E) a pripravujú sa ďalšie opatrenia, o. i. na integráciu obnoviteľných zdrojov, zvyšovanie energetickej efektívnosti, riešenie energetickej chudoby a budovanie inteligentnej infraštruktúry.

Okrem dekarbonizácie energetiky si EZD stanovuje za cieľ aj dosiahnutie klimaticky neutrálneho a čistého obehového hospodárstva. To si bude vyžadovať úplnú mobilizáciu, dekarbonizáciu a modernizáciu priemyslu, a to najmä energeticky náročných odvetví ako oceliarstvo, chemický a cementársky priemysel, ako aj odvetví náročných na zdroje ako textilný priemysel, stavebníctvo, elektronika či plasty. Kľúčovými dokumentami pre dosahovanie týchto cieľov sú nová Priemyselná stratégia EÚ a Nový akčný plán EÚ pre obehové hospodárstvo, ktoré boli prijaté v marci 2020. Nová Priemyselná stratégia EÚ stanovuje súbor opatrení s cieľom zabezpečiť, aby priemysel EÚ zvládol zelenú a digitálnu transformáciu, využil ich výhody a zachoval si globálnu konkurencieschopnosť, ako aj posilnil strategickú autonómiu EÚ. Nový akčný plán EÚ pre obehové hospodárstvo obsahuje opatrenia, ktorých cieľom je prispieť k zníženiu tlaku na životné prostredie a prírodné zdroje, k zmene spotrebiteľského správania, k podpore recyklácie a využívania druhotných surovín, k zníženiu množstva tvorby odpadu a k prechodu na udržateľné modely výroby a spotreby. To zahŕňa vytvorenie rámca pre udržateľnú produktovú politiku, posilnenie postavenia spotrebiteľa, zavedenie „obehovosti“ vo výrobných procesoch, vytvorenie dobre fungujúceho trhu EÚ s druhotnými surovinami, zavedenie minimálnych záväzných kritérií pre zelené verejné obstarávanie, návrh harmonizácie systémov triedeného zberu odpadu a komplexného monitorovacieho rámca pre obehové hospodárstvo, a iné opatrenia. Tento akčný plán nastavuje nový dlhodobý strategický rámec, ktorý je základom pre priemyselnú transformáciu a jedným z kľúčových nástrojov na dosiahnutie cieľa klimatickej neutrality do 2050.

Dôležitými sektormi z hľadiska EZD sú aj sektor stavebníctva a obnovy budov a sektor dopravy. Na dosiahnutie klimatickej neutrality bude nutné zvýšiť mieru renovácie budov, zosúladiť sektor stavebníctva s potrebami obehového hospodárstva a požiadavkami na energetickú efektívnosť a odolnosť proti zmene klímy. Preto EK zverejnila

stratégiu Renovačná vlna pre klimatickú neutralitu a obnovu, ktorej cieľom je aspoň zdvojnásobiť ročnú mieru renovácie rezidenčných a nerezidenčných budov do roku 2030 a posilniť hĺbkové renovácie, čo by malo viesť k renovácii 35 mil. budov do roku 2030. Kľúčovými princípmi pri renovácii by mali byť prioritizácia energetickej efektívnosti, cenová dostupnosť, dekarbonizácia a integrácia obnoviteľných zdrojov energie, obehovosť, vysoké zdravotné a environmentálne štandardy, digitalizácia, ako aj estetická a architektonická kvalita (EK navrhuje nový európsky Bauhaus).

EZD ďalej určuje potrebu prechodu na udržateľnú a inteligentnú mobilitu so zameraním na automatizovanú a prepojenú multimodálnu dopravu a inteligentné systémy riadenia dopravy. Kľúčovým opatrením bude zastavenie podpory pre fosílna palivá a zohľadňovanie vplyvu dopravy na životné prostredie, fragmentáciu krajiny a zdravie v jej cene. EK taktiež vytyčila ambíciu rozširovania systému EÚ na obchodovanie s emisiami na odvetvie námornej dopravy, preskúmania možností na podporu udržateľných alternatívnych palív, ako aj revíziu súvisiacej legislatívy.

Ďalej EZD kladie za cieľ aj prechod na spravodlivý, zdravý, udržateľný a k životnému prostrediu ohľaduplný potravinový systém na čo má slúžiť primárne stratégia „Z farmy na stôl“, ktorá bola zverejnená v máji 2020. Okrem uvedených cieľov obsahuje, o. i. aj ambície znížiť používanie chemických pesticídov a hnojív, znížiť predaj antimikrobiotík pre hospodárske zvieratá a akvakultúru, znížiť stratu živín v pôde, zvýšiť mieru ekologického obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy v EÚ, znížiť množstvo potravinového odpadu a rozšíriť používanie udržateľných poľnohospodárskych praktík. Stratégia bude mať dopad aj na novú Spoločnú poľnohospodársku politiku EÚ, ktorá by mala byť v súlade s jej cieľmi a mala by spoločne s novou stratégiou EÚ v oblasti biodiverzity tvoriť základ Európskej zelenej dohody. Medzi konkrétne návrhy opatrení na dosahovanie týchto cieľov patria napríklad daňové stimuly na podporu ekologickej potravinovej produkcie, harmonizované povinné označovanie výživovej hodnoty a pôvodu výrobkov, lepšie monitorovanie dodávateľských reťazcov a boj proti potravinovým podvodom, podpora používania alternatívnych spôsobov ochrany úrody pred škodcami a chorobami, alebo zohľadňovanie a presadzovanie týchto zásad v dohodách EÚ s tretími krajinami.

So stratégiou „Z farmy na stôl“ súvisí Stratégia EÚ v oblasti biodiverzity do roku 2030, ktorá sa snaží reagovať na skutočnosť, že strata biodiverzity a kolaps ekosystémov aj s ich službami sú spolu so zmenou klímy jednými z najväčších hrozieb, ktorým ľudstvo čelí. V súvislosti s pandémiou COVID-19 poukazuje na väzby medzi zdravím ľudí a zdravými ekosystémami. Riziko výskytu ohnísk chorôb a šírenia infekčných chorôb sa zvyšuje s ničením prírody. Ochrana a obnova biodiverzity a dobre fungujúcich ekosystémov je preto kľúčová pre zvýšenie odolnosti a predchádzanie výskytu a šíreniu budúcich chorôb, a taktiež pre zotavenie Európy zo súčasnej krízy, pričom napomôže v boji proti zmene klímy. Stratégia stanovuje, ako dosiahnuť cieľ, aby sa biodiverzita v Európe do roku 2030 obnovila a to v prospech ľudí, planéty, klímy a nášho hospodárstva. Zaoberá sa piatimi hlavnými príčinami straty biodiverzity (t. j. neudržateľné využívanie pôdy a mora, nadmerné využívanie prírodných zdrojov, znečistenie a invazívne cudzie druhy), stanovuje posilnený rámec riadenia s cieľom zaplniť zostávajúce medzery, zabezpečuje úplné vykonávanie právnych predpisov EÚ a prepája všetky existujúce aktivity. Obsahuje konkrétne ciele v kľúčových oblastiach ako ochrana prírody, poľnohospodárstvo, pôda, vodné zdroje, mestá, ktorými sa reaguje na hlavné príčiny straty biodiverzity. Okrem prepojenia na stratégiu „Z farmy na stôl“ je zrejme aj prepojenie na Akčný plán pre nulové znečistenie ovzdušia, vody a pôdy. Medzi konkrétne ciele stratégie patrí napríklad zabezpečenie koherentnej siete chránených území (30% územia na pevnine a 30% na mori), vrátane prísne chránených území s výskytom primárnych a starých lesov (10% územia pod prísnu ochranou), príprava Plánu obnovy prírody EÚ (obsahujúceho záväzky týkajúce sa opelovačov, zníženia využívania chemických a rizikových pesticídov, ponechania časti poľnohospodárskeho územia na krajinné prvky, organického poľnohospodárstva, obnovy riek, ochrany stromov, odstraňovanie kontaminácií, a iné), zavedenie nového systému riadenia európskej biodiverzity alebo zabezpečenie integrovaného prístupu so zapojením spoločnosti.

Ďalším naznačeným cieľom EZD je ambícia nulového znečistenia pre netoxické prostredie. Na tento účel bola predstavená Stratégia pre chemické látky v záujme udržateľnosti, ktorá si kladie za cieľ postupné znižovanie až elimináciu environmentálnych a zdravotných rizík pôsobenia chemických látok a odpadov. Stratégia sa sústreďuje na riešenie problémov endokrinných disruptorov, nebezpečných chemických látok vo výrobkoch, kombinovaných

účinkov viacerých chemických látok a na problematiku vysoko prchavých chemických látok. Orientuje sa aj na podporu inovácií v prospech vývoja bezpečných a udržateľných alternatívnych chemických látok a navrhuje jasnú cestovnú mapu a časový plán s cieľom urýchliť zelenú transformáciu chemického priemyslu, reagovať na výzvy spojené s nebezpečnými chemickými látkami a podporiť rozvoj bezpečných a udržateľných chemikálií. Táto stratégia je ambicióznym dokumentom, ktorý podporí ochranu zdravia a životného prostredia pred nebezpečnými chemickými látkami a bude základom pre pripravovaný Akčný plánom pre nulové znečistenie ovzdušia, vody a pôdy, ktorého predstavenie je plánované na rok 2021. Jeho cieľom bude zlepšiť politiku v oblasti ochrany vody a pôdy, riešiť rôzne zdroje znečistenia vôd (napr. chemické látky a mikroplasty) a bude viesť k sprísneniu štandardov pre kvalitu ovzdušia. Stratégia okrem toho doplní aj Nový akčný plán EÚ pre obehové hospodárstvo, Priemyselnú stratégiu EÚ a ďalšie iniciatívy EZD.

Všetky uvedené ciele EZD sú do veľkej miery ambiciózne a vo viacerých prípadoch budú konkrétne legislatívne i nelegislatívne akty zabezpečujúce ich plnenie ešte len predstavené. Všetky však ešte budú podliehať náročnému schvaľovaciemu procesu v Európskom parlamente a medzi členskými štátmi v Rade Európskej únie. Vzhľadom na svoju komplexnosť a prierezový charakter si okrem značnej finančnej podpory bude napĺňanie cieľov EZD vyžadovať aj súčinnosť a podporu širokej verejnosti - občanov, podnikov, sociálnych partnerov a výskumnej a znalostnej komunity, ako aj silné partnerstvá medzi miestnou, regionálnou, národnou a európskou úrovňou. Dôležitým aspektom z tohto pohľadu bude aj začleňovanie hľadiska udržateľnosti a klimatických a environmentálnych cieľov do investičného a rozpočtového plánovania nielen na úrovni dlhodobého rozpočtu EÚ, ale aj na úrovni jednotlivých členských štátov a iných inštitúcií vrátane tých súkromných. Príkladom je Európska investičná banka, ktorá si stanovila cieľ stať sa európskou klimatickou bankou a zdvojnásobiť objem „klimatických investícií“ do roku 2025. S tzv. „ozeleňovaním“ národných rozpočtov je potom spätá aj otázka zelených daňových reforiem, ktoré by presunuli daňové zaťaženie z práce na fosilne palivá a znečisťovanie a tým by mohli podporiť hospodársky rast, zvýšiť odolnosť voči klimatickým otrasom a pri zohľadnení sociálnych aspektov prispieť k spravodlivejšej spoločnosti.

Rozhodujúcou pre úspech zelenej transformácie bude podpora výskumu, inovácií a vzdelávania. Prostredníctvom programu Horizont Európa a iných programov by sa podľa EZD mali financovať relevantné nové riešenia, ktoré budú prispievať k dosahovaniu stanovených cieľov. Prispieť k vytváraniu inovatívnych riešení by mali aj partnerstvá členských štátov s priemyslom a využívanie digitálnych technológií a výhod digitálnej transformácie. Veľký dôraz by sa mal klásť na posilnenie schopnosti členských štátov poskytovať v oblasti zmeny klímy a udržateľného rozvoja dostatočné vzdelávanie a rozvoj zručností, aby sa šírilo povedomie o daných otázkach a zároveň zabezpečila sa rekvalifikácia pracovníkov.

V konečnom dôsledku by sa podľa EZD mali všetky opatrenia a politiky EÚ stmeliť tak, aby pomohli uskutočneniu dvojakej (zelenej a digitálnej) spravodlivej transformácie smerom k udržateľnej budúcnosti. Iniciatívy obsiahnuté v EZD sú preto založené na princípe „nespôsobovať škodu“, podľa ktorého by mali tieto iniciatívy dosahovať svoje ciele čo najúčinnnejšie a najmenej zaťažujúco, pričom všetky ostatné iniciatívy EÚ by nemali nijakým spôsobom škodiť klíme a životnému prostrediu, a teda byť kontraproduktívne voči cieľom EZD.

Posledným aspektom EZD je reakcia na globálny charakter zmeny klímy a zhoršovania stavu životného prostredia. Tieto výzvy si vyžadujú reakciu a riešenia na globálnej úrovni. Okrem toho, že EÚ sa naplnením cieľov EZD stane lídrom a vzorom pre ostatné časti sveta, bude vykonávať rozhodnejšiu diplomaciu v záujme EZD a bude presviedčať ostatných partnerov, aby prispeli k podpore udržateľného rozvoja a k boju proti zmene klímy, ako aj v boji za zastavenie straty biodiverzity. V súvislosti s tým prijme EÚ zodpovedajúce opatrenia vo svojej diplomacii, obchodnej politike, oblasti rozvojovej pomoci a ostatných vonkajších politikách. Podiel EÚ na svetových emisiách klesá a pre vyriešenie globálnej zmeny klímy a zastavenie straty biodiverzity budú nevyhnutné porovnateľné opatrenia a úsilie aj v ostatných regiónoch sveta. Práve preto EÚ využije svoje postavenie a bude sa na všetkých dostupných bilaterálnych kanáloch a relevantných multilaterálnych fórach zasadzovať za zvyšovanie globálnych ambícií na boj proti zmene klímy a ochranu životného prostredia. Kľúčovým rámcom v tomto prípade bude Parížska dohoda. Medzi navrhované konkrétne opatrenia v tejto oblasti patria napríklad vytváranie špecifických a geograficky ohraničených stratégií na znižovanie emisií zohľadňujúcich miestne potreby a kontexty, rozvoj medzinárodného trhu s uhlíkom, vytváranie

zelených partnerstiev, ukončenie globálnych dotácií fosilných palív alebo vytvorenie finančného systému na podporu celosvetového udržateľného rastu.

6.1.2 Obehové hospodárstvo

Európska komisia prijala nový akčný plán pre obehové hospodárstvo. Predstavuje jeden z hlavných pilierov európskej zelenej dohody – nového európskeho programu pre udržateľný rast. Nový akčný plán sa svojimi opatreniami počas celého životného cyklu výrobkov zameriava na to, aby naše hospodárstvo bolo pripravené na ekologickú budúcnosť a aby sa zvýšila naša konkurencieschopnosť pri zabezpečení ochrany životného prostredia a nových práv pre spotrebiteľov. Nový plán nadväzuje na úsilie vynakladané od roku 2015 a zameriava sa na dizajn výrobkov a ich výrobu v kontexte obehového hospodárstva. Jeho cieľom je zabezpečiť, aby použité zdroje zostali čo najdlhšie v hospodárstve EÚ. Do vypracovania plánu a súvisiacich iniciatív sa intenzívne zapojí aj podnikateľská komunita a zainteresované strany.

Výkonný podpredseda pre európsku zelenú dohodu Frans Timmermans uviedol: „Dosiahnutie klimatickej neutrality do roku 2050, ochrana nášho prírodného prostredia a posilnenie našej hospodárskej konkurencieschopnosti si vyžaduje plne obehové hospodárstvo. V súčasnosti je naše hospodárstvo stále prevažne lineárne. Len 12 % druhotných surovín a zdrojov sa vráti späť do hospodárstva. Mnohé výrobky sa príliš rýchlo pokazia, nedajú sa opätovne použiť, opraviť či recyklovať a mnohé z nich sa vyrábajú len na jedno použitie. Podniky aj spotrebiteľia tak môžu využiť obrovský potenciál. Dnešným plánom sme zaviedli opatrenia na zmenu spôsobu výroby výrobkov a posilnili sme postavenie spotrebiteľov. Budú môcť robiť rozumné rozhodnutia, ktoré prinesú úžitok tak im, ako aj životnému prostrediu.“

Komisár pre životné prostredie, oceány a rybníctvo Virginijus Sinkevičius dodal: „Máme len jednu planétu Zem, ale do roku 2050 bude naša spotreba na takej úrovni, akoby sme ich mali tri. Nový plán začlení obehovosť do našej každodennej reality a urýchli ekologickú transformáciu nášho hospodárstva. Ponúkame rozhodné kroky na zmenu základu udržateľného reťazca, ktorým je dizajn výrobkov. Opatrenia orientované na budúcnosť prinesú podnikateľské a pracovné príležitosti, poskytnú európskym spotrebiteľom nové práva, budú využívať inovácie a digitalizáciu a – rovnako ako príroda – zabezpečia, aby sa ničím neplytvalo.“

Prechod na obehové hospodárstvo je už v plnom prúde. Tento udržateľný model si už osvojili prvé európske podniky, orgány verejnej správy i samotní spotrebiteľia. Komisia zabezpečí, aby prechod na obehové hospodárstvo prinášal príležitosti pre všetkých a aby sa na nikoho nezabudlo. V akčnom pláne pre obehové hospodárstvo, ktorý bol dnes predložený ako súčasť priemyselnej stratégie EÚ, sa navrhujú tieto opatrenia:

- Urobiť z udržateľných výrobkov v EÚ bežný štandard. Komisia navrhne nové právne predpisy k politike udržateľných výrobkov. Výrobky uvedené na trh EÚ budú navrhnuté tak, aby vydržali dlhšie a aby sa dali jednoduchšie opraviť, recyklovať a viackrát použiť. Recyklovaný materiál v čo najväčšej miere nahradí primárne suroviny. Jednorazové výrobky sa obmedzia, bude sa riešiť problém predčasného zastarávania a zakáže sa zničenie nepredaného trvanlivého tovaru.
- Posilniť postavenie spotrebiteľov. Spotrebiteľia budú mať prístup k spoľahlivým informáciám o takých otázkach, ako sú opraviteľnosť a trvácnosť výrobkov, vďaka čomu budú môcť robiť rozhodnutia s dôrazom na udržateľnú ochranu životného prostredia. Spotrebiteľia budú môcť využívať skutočné „právo na opravu“.
- Zamerať sa na sektory, ktoré využívajú najviac zdrojov, a teda majú vysoký potenciál obehovosti. Komisia zavedie konkrétne opatrenia týkajúce sa týchto oblastí:
 - elektronika a IKT – iniciatíva pre elektroniku v obehovom hospodárstve predĺži životnosť výrobkov a zlepší zber a spracovanie odpadu,
 - batérie a vozidlá – nový regulačný rámec pre batérie posilní udržateľnosť a zvýši obehový potenciál batérií,
 - obaly – nové povinné požiadavky o tom, čo sa na trhu EÚ povoľuje, vrátane zníženia (nadmerného) balenia,
 - plasty – nové povinné požiadavky na recyklovaný obsah s osobitným dôrazom na mikroplasty, ako aj bioplasty a biologicky rozložiteľné plasty,

- textilné výrobky – nová stratégia EÚ pre textilné výrobky posilní konkurencieschopnosť a inovácie v tomto sektore a oživí trh EÚ s textilnými výrobkami z druhej ruky,
- stavebníctvo a budovy – komplexná stratégia pre udržateľné zastavané územia podporí zásady obehovosti v prípade budov,
- potraviny – nová legislatívna iniciatíva o ich opätovnom používaní, ktorej zámerom je nahradiť v stravovacích službách jednorazové obaly, stolový riad a príbory výrobkami na viacnásobné použitie.
- Zabezpečiť menej odpadu. Dôraz sa bude klásť na samotné predchádzanie vzniku odpadu a jeho transformáciu na kvalitné druhotné zdroje, z čoho môže ťažiť dobre fungujúci trh s druhotnými surovinami. Komisia preskúma stanovenie jednotného modelu pre triedený zber odpadu a označovanie v rámci celej EÚ. V akčnom pláne sa tiež navrhuje súbor opatrení na minimalizáciu vývozu odpadu z EÚ a riešenie jeho nezákonnej prepravy.

Súvislosti

Komisia pod vedením Ursuly von der Leyenovej predstavila 11. decembra 2019 európsku zelenú dohodu. Stanovuje sa v nej ambiciózný plán na dosiahnutie klimaticky neutrálneho obehového hospodárstva, v ktorom je hospodársky rast oddelený od využívania zdrojov. Obehové hospodárstvo znižuje tlak na prírodné zdroje a je predpokladom na dosiahnutie cieľa klimatickej neutrality do roku 2050 a zastavenie straty biodiverzity. Polovica celkových emisií skleníkových plynov a viac ako 90 % straty biodiverzity a nedostatku vody je vyvolaná ťažbou a spracovaním zdrojov. Obehové hospodárstvo bude mať čistý pozitívny prínos na rast HDP a vytváranie pracovných miest, keďže uplatňovanie ambiciózných opatrení týkajúcich sa obehového hospodárstva v Európe môže zvýšiť HDP EÚ o ďalších 0,5 % do roku 2030 a vytvoriť približne 700 000 nových pracovných miest.

6.1.3 Európsky klimatický pakt

Dňa 9. decembra 2020 spustila Európska komisia iniciatívu Európsky klimatický pakt, ktorá pozýva jednotlivcov, komunity a organizácie zapojiť sa do opatrení v oblasti klímy a tvorby ekologickejšej Európy.

Európsky klimatický pakt vytvára pre ľudí zo všetkých sfér priestor spojiť úsilie a spoločne vypracovať a realizovať malé i veľké klimatické riešenia. Pomocou online platformy, dialógu a výmen názorov s občanmi posilní spojenie medzi zelenou a digitálnou transformáciou. Pakt je súčasťou Európskej zelenej dohody, ktorú Komisia predstavila minulý rok ako plán premeny EÚ na spravodlivú, zdravú, udržateľnú a prosperujúcu spoločnosť. V nej načrtnuté riešenia však môžu uspieť len vtedy, ak sa zapoja všetci a budú aktívne prispievať svojim dielom.

Komisia v otvorenej výzve ponúka jednotlivcom a organizáciám možnosť stať sa ambasádormi klimatického paktu. Ich úlohou bude ísť príkladom a zapájať svoje komunity do opatrení v oblasti klímy.

V úvodnej fáze budú prioritou opatrenia zamerané na štyri oblasti zaručujúce okamžité zlepšenie nielen v oblasti klímy a životného prostredia, ale aj zdravia a kvality života občanov: zelené plochy, zelená mobilita, hospodárne budovy a zelené zručnosti.

6.1.4 Ekologický dohovor

Ekologický dohovor je neoddeliteľnou súčasťou stratégie tejto Komisie na naplnenie Agendy 2030 a cieľov udržateľného rozvoja formulovaných OSN3, ako aj ostatných priorít oznámených v politických usmerneniach predsedníčky von der Leyenovej4. Komisia v rámci ekologického dohovoru preorientuje proces makroekonomickej koordinácie európskeho semestra tak, aby zohľadňoval ciele udržateľného rozvoja OSN, aby ústredným prvkom hospodárskej politiky bola udržateľnosť a blaho občanov a aby sa ciele udržateľného rozvoja stali kľúčovým aspektom tvorby politiky a činnosti EÚ. Nasledujúca schéma znázorňuje jednotlivé prvky ekologického dohovoru.

6.2 Taxonómia EÚ

EÚ zavádza spoločný systém klasifikácie s cieľom podporiť súkromné investície do udržateľného rastu a prispieť ku klimaticky neutrálnemu hospodárstvu.

Rada dnes prijala nariadenie, v ktorom sa stanovuje systém klasifikácie pre celú EÚ alebo „taxonómia“ a podnikom a investorom sa poskytne spoločný jazyk, aby identifikovali hospodárske činnosti, ktoré sa považujú za environmentálne udržateľné.

Táto taxonómia umožní investorom presmerovať investície do udržateľnejších technológií a podnikov. Pomôže EÚ stať sa do roku 2050 klimaticky neutrálnou a dosiahnuť ciele Parížskej dohody do roku 2030. Medzi tieto ciele patrí zníženie emisií skleníkových plynov o 40 %, pri ktorom Komisia odhaduje, že EÚ musí vyplniť investičnú medzeru vo výške približne 180 miliárd EUR ročne.

Budúci rámec bude založený na šiestich environmentálnych cieľoch EÚ:

- zmiernenie zmeny klímy,
- adaptácia na zmenu klímy,
- udržateľné využívanie a ochrana vodných a morských zdrojov,
- prechod na obehové hospodárstvo,
- prevencia a kontrola znečisťovania životného prostredia,
- ochrana a obnova biodiverzity a ekosystémov.

Taxonómia pre zmiernenie zmeny klímy a adaptáciu na zmenu klímy by sa mala ustanoviť do konca roka 2020 s cieľom zabezpečiť, aby sa do konca roka 2021 začala plne uplatňovať. V prípade štyroch ďalších cieľov by sa taxonómia mala stanoviť do konca roka 2021 a začať uplatňovať do konca roka 2022.

Budúci rámec bude založený na šiestich environmentálnych cieľoch EÚ podľa obrázka nižšie (Obr. 6.3).

Obr. 6.3 Budúci rámec bude založený na šiestich environmentálnych cieľoch EÚ



Zdroj: <https://europeansting.com/2020/06/10/how-europes-green-tech-scale-ups-can-help-tackle-climate-change>

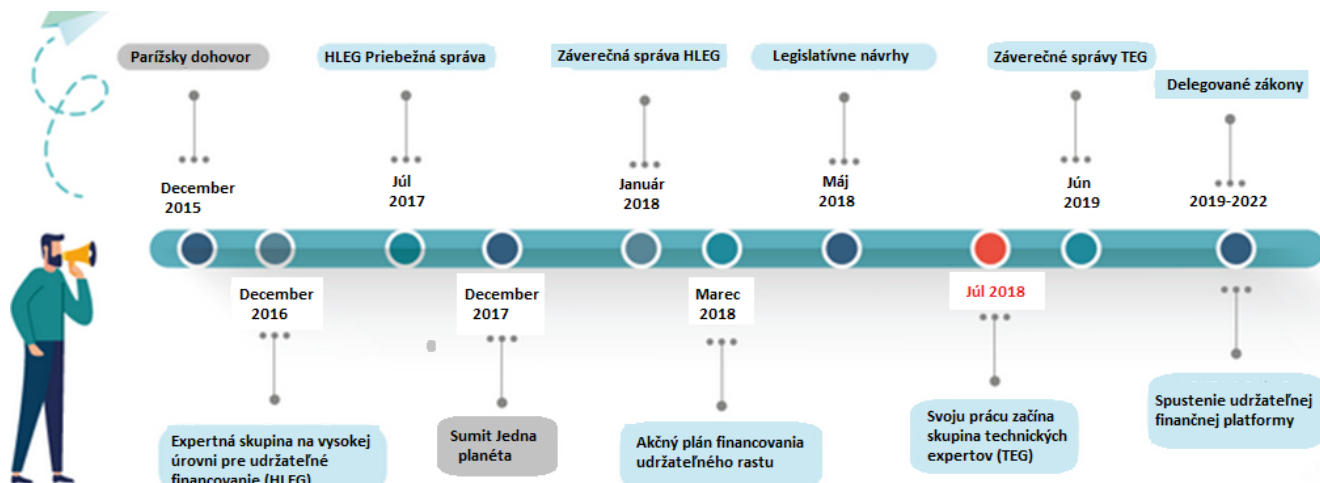
Taxonómia je kľúčovým opatrením akčného plánu v regulácii udržateľného financovania, čo umožňuje definovať metódu spoločnú pre všetkých účastníkov trhu na identifikáciu „zelených“ aktivít“ (Obr. 6.4).

Taxonómia je klasifikačný systém pre ekonomické aktivity, ktoré čelia environmentálnym obmedzeniam. Obsahuje zoznam dotknutých činností (výroba a využitie energie, doprava, hutníctvo) a úroveň environmentálnej výkonnosti, ktorú musia zabezpečiť, aby obmedzili globálne otepľovanie na menej ako dva stupne.

Taxonómia poskytuje jazyk spoločný pre všetkých finančných hráčov v EÚ identifikáciou ekologických činností a očakávanej úrovne environmentálnej výkonnosti. Okrem toho definuje zelenú víziu na európskej úrovni a bude slúžiť ako meradlo v regulácii, najmä pokiaľ ide o:

- Zelené dlhopisy
- Ekoznačka
- Referenčné klimatické indexy
- Správa o klíme

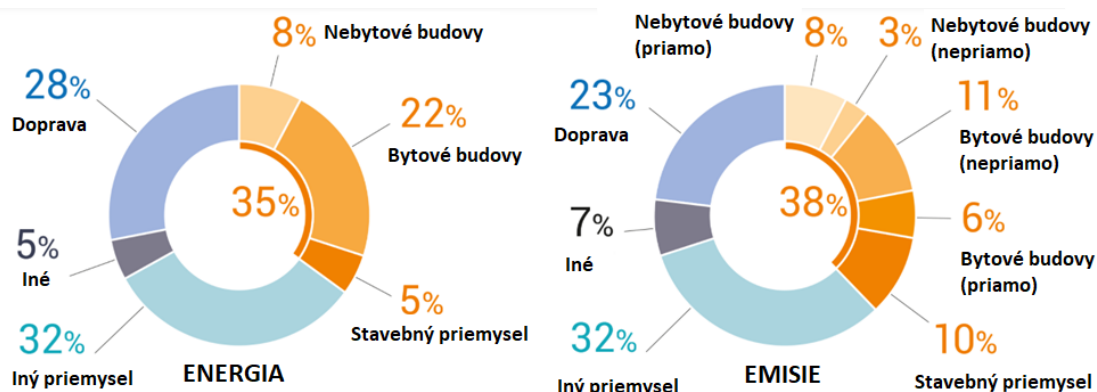
Obr. 6.4 Taxonómia EÚ - vývoj



Zdroj: <https://www.cpr-am.lu/institutionals/Local-Content/Actualites/Expert-Report-The-importance-of-EU-Taxonomy-on-Sustainable-Finance>

Medzinárodná energetická agentúra (IEA) - v roku 2020 boli budovy zodpovedné za 35 % spotreby energie a 38 % globálnych ročných emisií skleníkových plynov, z toho 10 % - výsledok výroby stavebných materiálov: oceľ, cement, sklo (Obr. 6.5). Z tohto dôvodu vysoko efektívne budovy, vrátane zelených budov a budov s nulovou spotrebou energie, zdôrazňujú maximálnu úsporu energie a znižujú vplyv na ŽP.

Obr. 6.5 Spotreba energie a globálne ročné emisie skleníkových plynov podľa IEA (2020)

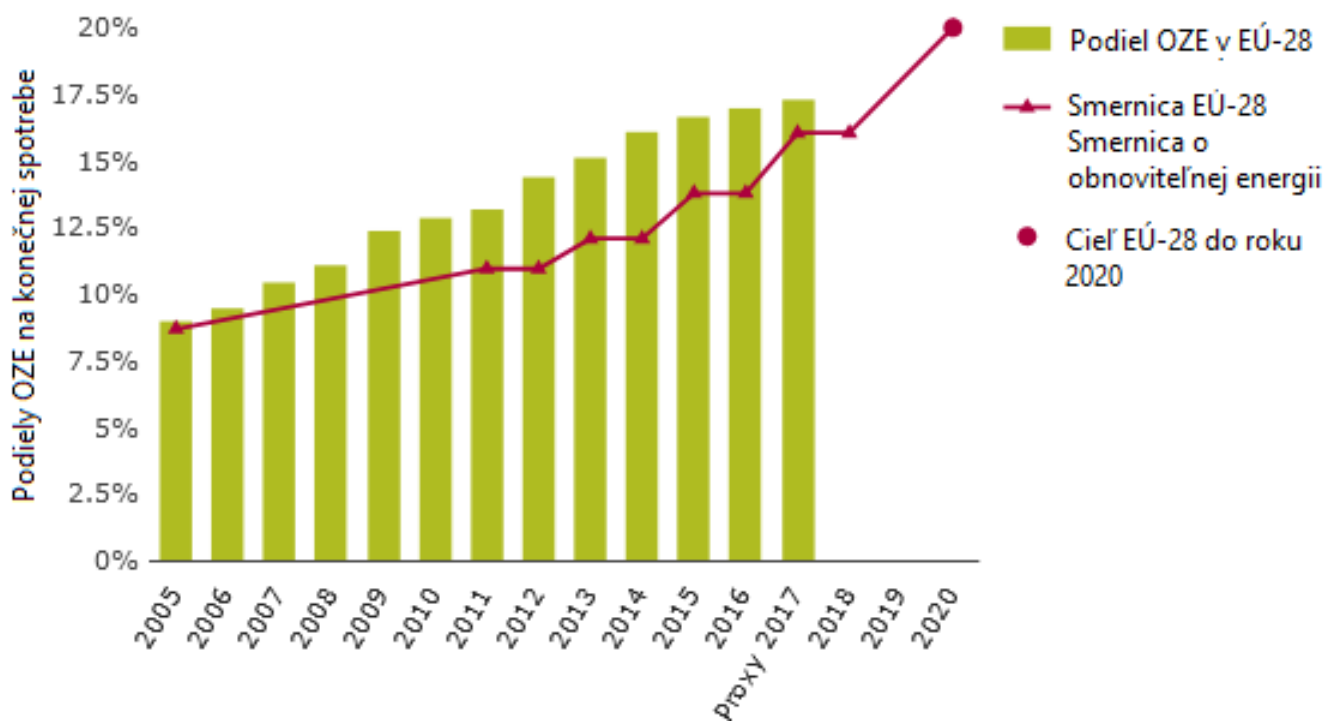


Zdroj: <https://globalabc.org/resources/publications/2020-global-status-report-buildings-and-construction>

6.3 Právne predpisy EÚ

Právne predpisy EÚ týkajúce sa energie z obnoviteľných zdrojov – pôvodná smernica o energii z obnoviteľných zdrojov (EÚ, 2009), ako aj prepracované znenie (EÚ, 2018a) – zaväzujú EÚ dosiahnuť do roku 2020 podiel obnoviteľnej energie na hrubej konečnej spotrebe energie 20 %. stanovuje aj záväzné národné ciele pre spotrebu obnoviteľnej energie v roku 2020 a predpisuje minimálne orientačné trajektórie pre každý členský štát pred rokom 2020, aby sa zabezpečilo splnenie národných cieľov. Vyžaduje tiež, aby členské štáty prijali národné akčné plány pre energiu z obnoviteľných zdrojov, ktoré načrtnú očakávané trajektórie pre národný podiel obnoviteľných zdrojov energie (OZE) od roku 2010 do roku 2020, a stanovuje ustanovenia pre dvojročné národné podávanie správ o pokroku smerom k indikatívnym trajektóriám a trajektóriám v národné akčné plány. Prepracovaná smernica o energii z obnoviteľných zdrojov tiež zaväzuje EÚ dosiahnuť do roku 2030 podiel 32 % obnoviteľných zdrojov energie na hrubej konečnej spotrebe energie – ďalšie informácie nájdete v časti „Výhľad po roku 2020“. Ako je možné vidieť na obrázku 1, podiel obnoviteľnej energie na hrubej konečnej spotrebe energie sa medzi rokmi 2005 a 2016 neustále zvyšoval a v roku 2016 dosiahol 17 %. Nárast bol spôsobený najmä rôznymi podpornými schémami, ktoré zaviedli členské štáty, ako sú výkupné tarify, výkupné prémie, systémy aukcií/tréningov, kvóty, daňové úvery a granty (EHP, 2017a). Znižovanie výrobných nákladov v dôsledku zvyšovania globálnych objemov výroby a technologického pokroku spolu so znižovaním kapitálových nákladov tiež zohrali dôležitú úlohu pri zavádzaní obnoviteľnej energie (IRENA, 2016a; EC, 2015a). Fotovoltaika (technológia, ktoré transformujú slnečnú energiu na elektrickú energiu) zaznamenala najväčšie zníženie nákladov, pričom náklady na kilowatthodinu sa medzi rokmi 2010 a 2017 znížili o 73 % (IRENA, 2018).

Obr. 6.6 Podiel obnoviteľných zdrojov energie (OZE) na hrubej konečnej spotrebe energie, EÚ



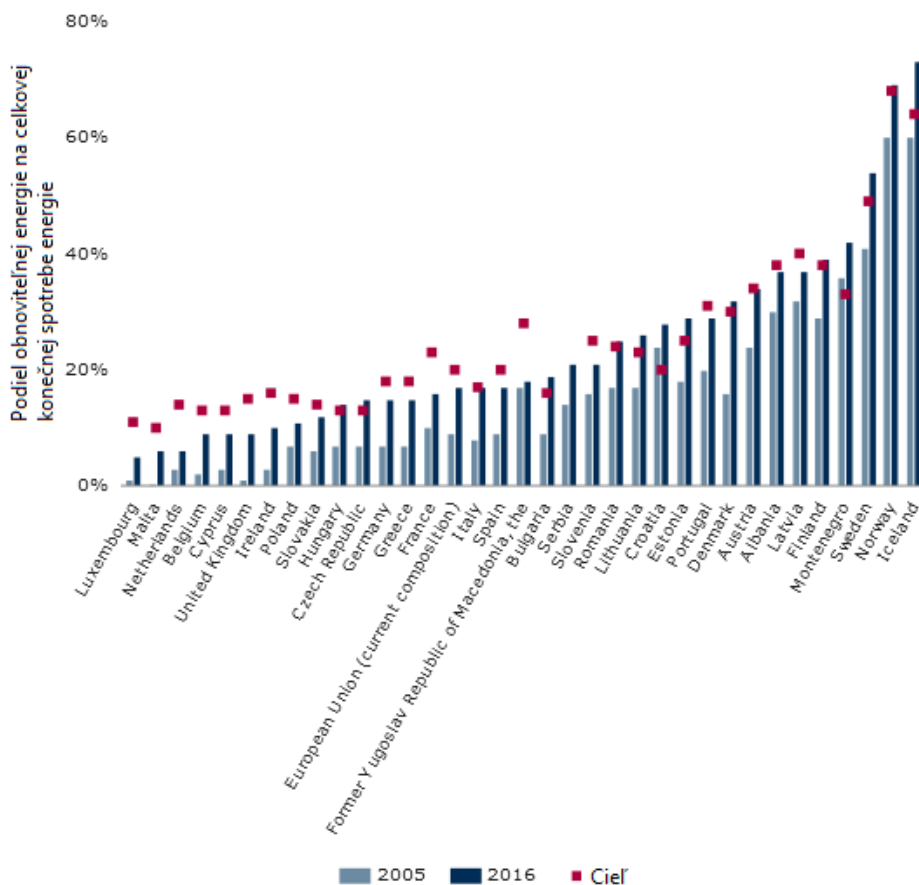
Zdroj: <https://www.eea.europa.eu/airs/2018/resource-efficiency-and-low-carbon-economy/renewable-energy-sources>

Solárna energia, veterná energia, bioplyn na výrobu tepla a elektriny a biopalivá na dopravu rástli najrýchlejšie počas obdobia rokov 2005 – 2016, v neposlednom rade preto, že tieto technológie začínali na nízkej počiatkovej úrovni (EEA, 2017b). V absolútnom vyjadrení by však vodná energia a palivá z biomasy (na výrobu tepla a elektriny) mohli zostať

najdôležitejšími jednotlivými OZE do roku 2020, a to aj napriek poklesu ich príspevku k celkovej energii vyrobenej z obnoviteľných zdrojov (EEA, 2017b). V roku 2016 tvorila vodná energia 15 % a palivá z biomasy 56 % konečnej hrubej spotreby obnoviteľnej energie. Pokiaľ ide o inštalovanú a pripojenú kapacitu elektriny z obnoviteľných zdrojov, bola EÚ v roku 2016 na druhom mieste za Čínou. Pokiaľ ide o novú inštalovanú kapacitu elektriny z obnoviteľných zdrojov, EÚ v posledných rokoch postupne stráca pôdu pod nohami na mimoeurópskych trhoch, ako sú Čína, Japonsko a Spojené štáty americké (EHP, 2017b). Od roku 2013 sa podiel Európy na celosvetových investíciách do projektov obnoviteľnej energie znížil. Napríklad v roku 2016 klesla o 3 percentuálne body v porovnaní s predchádzajúcim rokom (Frankfurt School-UNEP Centre/BNEF, 2017). To odrážalo nielen klesajúce technologické a kapitálové náklady, ale aj spomalenie zo strany niektorých členských štátov, ktoré už splnili alebo takmer splnili svoje ciele na rok 2020, ako aj určitú neistotu spojenú s prechodom na podporné mechanizmy založené na aukciách (Frankfurtská škola – centrum UNEP/ BNEF, 2014). Pokiaľ ide o dotačné programy, na začiatku roka 2010 zníženie výkupných taríf v niektorých členských štátoch uplatňované spätne (t. j. na existujúce zariadenia) mohlo spôsobiť, že niektorí investori sa zdržali (EK, 2015a). Napriek tomu programy založené na aukciách už nahradili počiatkové podporné opatrenia založené na dotáciách v EÚ a čoraz viac aj na celom svete a tlačia na projekty v oblasti obnoviteľnej energie, aby sa stali nákladovo konkurencieschopnejšími. To zase prispieva k ďalšiemu znižovaniu nákladov na projekty obnoviteľnej energie (Frankfurtská škola-UNEP centrum/BNEF, 2017). V období rokov 2005 – 2016 sa podiel obnoviteľných zdrojov energie na hrubej konečnej spotrebe energie v EÚ zvýšil v priemere o 5,9 % ročne. Od roku 2012 sa ročné tempo rastu podielu obnoviteľných zdrojov energie medziročne mierne znížilo. V rokoch 2015 a 2016 k tomuto trendu prispel nárast spotreby energie zo všetkých zdrojov. Predbežné odhady EEA na rok 2017 ukazujú, že podiel obnoviteľných zdrojov energie na hrubej konečnej spotrebe energie v EÚ sa bude ďalej zvyšovať a dosiahne približne 17,4 % (EEA, 2018). To však zodpovedá ďalšiemu zhoršeniu miery rastu podielu obnoviteľných zdrojov energie na hrubej konečnej spotrebe energie v roku 2017 v porovnaní s rokom 2016, čím sa znižuje priemerná ročná miera rastu podielu obnoviteľných zdrojov energie na hrubej konečnej spotrebe energie v EÚ. na 5,6 % na obdobie rokov 2005 – 2017. Podobne ako v rokoch 2015 a 2016 možno nižšie tempo rastu v roku 2017 pripísať okrem iných faktorov aj zvýšeniu hrubej konečnej spotreby energie v EÚ v porovnaní s rokom 2016 (EEA, 2018; AIRS_PO2.7, 2018). Napriek nedávnomu spomaleniu tempa rastu podielu obnoviteľných zdrojov energie na hrubej konečnej spotrebe energie v EÚ je celkovo nárast podielu obnoviteľných energií zatiaľ rýchlejší ako cieľová cesta predpísaná smernicou o obnoviteľných zdrojoch energie. . To znamená, že EÚ zostáva na ceste k splneniu svojho cieľa v oblasti obnoviteľnej energie do roku 2020. Vzhľadom na spomalenie tempa rastu podielu obnoviteľných zdrojov energie na hrubej konečnej spotrebe energie v EÚ však môžu byť potrebné dodatočné opatrenia zo strany členských štátov, aby sa zabezpečilo, že EÚ zostane na ceste k cieľu do roku 2020. Viaceré európske vlády zaviedli opatrenia, ako sú prémie za spotové trhové ceny, konkurenčné tendre alebo výkupné ceny závislé od kapacity, aby pomohli chrániť a zvýšiť prenikanie prevádzkovateľov obnoviteľnej energie na trh (EC, 2015a). Okrem toho niekoľko smerníc a nariadení, ktoré boli práve prijaté, podporí budúci rozvoj obnoviteľnej energie. Aj keď sa tieto legislatívne dokumenty zameriavajú predovšetkým na obdobie po roku 2020, ich očakávanie zvyšuje predvídateľnosť investorov a pomôže udržať tempo pri plnení cieľa obnoviteľných zdrojov energie do roku 2020. Ďalšie informácie o týchto smerniciach a nariadeniach nájdete v časti „Výhľad po roku 2020“.

Ako je možné vidieť na obrázku (Obr. 6.7), podiel OZE na hrubej konečnej spotrebe energie sa medzi krajinami v Európe značne líši. To odráža rozdielne východiská v zavádzaní obnoviteľných zdrojov v jednotlivých krajinách a rozdiely v dostupnosti prírodných zdrojov na výrobu obnoviteľnej energie. Do určitej miery to odráža aj rozdiely v politikách na stimuláciu obnoviteľných zdrojov energie. V rokoch 2005 až 2016 15 krajín EÚ aspoň zdvojnásobilo svoj podiel obnoviteľnej energie a Bulharsko, Chorvátsko, Česká republika, Dánsko, Estónsko, Fínsko, Maďarsko, Taliansko, Litva, Rumunsko a Švédsko, ako aj Island a Nórsko už dosiahli svoje ciele na rok 2020[1]. V roku 2016, rovnako ako v roku 2015, krajiny, ktoré sú od svojich cieľov najďalej, sú Francúzsko, Írsko, Luxembursko, Holandsko a Spojené kráľovstvo (EHP, 2018). Ich pokrok v zavádzaní energie z obnoviteľných zdrojov bude hrať dôležitú úlohu v perspektíve splnenia celkového cieľa EÚ.

Obr. 6.7 Podiel obnoviteľných zdrojov energie (OZE) na hrubej konečnej spotrebe energie podľa krajín



Zdroj: <https://www.eea.europa.eu/airs/2018/resource-efficiency-and-low-carbon-economy/renewable-energy-sources>

Ďalšie zavádzanie OZE je nevyhnutné, ak má EÚ dosiahnuť svoj cieľ znížiť do roku 2050 svoje emisie skleníkových plynov o 80 – 95 % v porovnaní s úrovňami v roku 1990 – cieľ, ktorý je kľúčom k dlhodobej vízii 7. EAP o nízkej rast uhlíka sa oddelil od využívania zdrojov už dávno pred rokom 2050. Krajiny EÚ sa už v júni 2018 dohodli na novom celoeurópskom ciele v oblasti obnoviteľnej energie, ktorým je aspoň 32 % hrubej konečnej spotreby energie do roku 2030 (EÚ, 2018a). Výzvy pre ďalší pokrok v oblasti obnoviteľnej energie sú viaceré. Napríklad kľúčovou výzvou je dospieť k jednotnejšej a komplexnejšej koncepcii európskeho trhu s energiou – takého, ktorý dokáže maximalizovať využívanie prerušovaných obnoviteľných zdrojov energie prostredníctvom cezhraničných prepojení, skladovania energie, veľkoobchodného obchodovania a flexibilného spotrebiteľského dopytu. — to znižuje našu potrebu investovať do záložných elektrární na uspokojenie špičkových požiadaviek. Konkrétne v prípade biomasy existuje potreba získavať a využívať tento obnoviteľný zdroj energie trvalo udržateľným spôsobom. Cieľom stratégie energetickej únie (EK, 2015b) je zabezpečiť bezpečné, udržateľné a cenovo dostupné dodávky energie pre všetkých občanov EÚ a zahŕňa niekoľko cieľov v oblasti energie a emisií skleníkových plynov na roky 2020, 2030 a 2050. Rozširovanie obnoviteľných zdrojov energie je kľúčovým prvkom stratégie. Presnejšie povedané, Európska komisia v roku 2016 navrhla sériu legislatívnych opatrení s cieľom prekonať problémy spojené s rozširovaním obnoviteľnej energie a splniť nový cieľ EÚ v oblasti obnoviteľných zdrojov do roku 2030. Práve bolo prijaté prepracované znenie smernice o energii z obnoviteľných zdrojov a nové nariadenie o vnútornom trhu s elektrinou (EK, 2016a) je v záverečnej fáze rokovaní medzi Európskym parlamentom a Radou. Cieľom oboch týchto dokumentov je zvýšiť investičnú istotu pre súkromných prevádzkovateľov, poskytnúť rovnaké podmienky pre energetické technológie a zavádzanie obnoviteľných zdrojov

energie a poskytnúť spotrebiteľom väčšiu úlohu pri rozvoji obnoviteľných zdrojov energie. Prepracovaná smernica o energii z obnoviteľných zdrojov zahŕňa aj nové kritériá udržateľnosti pre bioenergiu. Nedávno bolo prijaté aj nariadenie o riadení energetickej únie (EÚ, 2018b), v ktorom sa od členských štátov bude vyžadovať, aby do roku 2030 pripravili integrované národné plány v oblasti energetiky a klímy, v ktorých sa stanovia jednotlivé národné príspevky týkajúce sa klímy, energetickej účinnosti a obnoviteľnej energie, aby sa dosiahli ciele stratégie energetickej únie. Očakáva sa, že tieto legislatívne opatrenia – doplnené niekoľkými ďalšími, ako je napríklad revidovaná smernica o energetickej účinnosti (EÚ, 2018c), ktorá bola nedávno prijatá a ktorá vyžaduje, aby EÚ splnila cieľ energetickej účinnosti 32,5 % do roku 2030 – vyvolajú výrazné zvýšenie podiel obnoviteľných zdrojov energie na hrubej konečnej spotrebe energie EÚ v budúcnosti. O ukazovateli Tento ukazovateľ je definovaný ako podiel obnoviteľnej energie na hrubej konečnej spotrebe energie. Hrubá konečná spotreba energie je definovaná ako „energetické komodity dodávané na energetické účely do priemyslu, dopravy, domácností, služieb vrátane verejných služieb, poľnohospodárstva, lesníctva a rybného hospodárstva vrátane spotreby elektriny a tepla energetickým odvetvím na výrobu elektriny a tepla vrátane straty elektriny a tepla pri distribúcii a prenose“ (EÚ, 2009). Ukazovateľ zahŕňa podiel obnoviteľných zdrojov na všetkých konečnom využití energie (elektrina, doprava, vykurovanie a chladenie). OZE zahŕňajú veternú, slnečnú, aerotermálnu, geotermálnu, vodnú energiu, zdroje energie z oceánov, biomasu a biologicky rozložiteľnú časť odpadu.

6.3.1 Smernica 2018/2001/EÚ z 11. decembra 2018 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov

Smernica o energii z obnoviteľných zdrojov predstavuje právny rámec pre rozvoj energie z obnoviteľných zdrojov vo všetkých odvetviach hospodárstva EÚ. Stanovuje spoločné zásady a pravidlá na odstránenie prekážok, stimuláciu investícií a znižovanie nákladov v oblasti technológií obnoviteľnej energie a umožňuje občanom, spotrebiteľom a podnikom podieľať sa na transformácii čistej energie. Revízia smernice Komisia navrhla revíziu smernice v júli 2021 ako súčasť balíka na realizáciu európskej zelenej dohody. Návrh zvyšuje ambíciu existujúcich právnych predpisov zosúladiť ich so zvýšenými ambíciami EÚ v oblasti klímy. Snaží sa tiež zaviesť nové opatrenia na doplnenie už existujúcich stavebných blokov stanovených smernicami z roku 2009 a 2018, aby sa zabezpečilo optimálne využitie všetkých potenciálov rozvoja obnoviteľnej energie – čo je nevyhnutná podmienka na dosiahnutie cieľa EÚ, ktorým je klimatická neutralita do roku 2050. Cieľom navrhovanej revízie je zabezpečiť, aby energia z obnoviteľných zdrojov plne prispievala k dosiahnutiu vyšších ambícií EÚ v oblasti klímy do roku 2030 v súlade s cieľovým plánom v oblasti klímy do roku 2030. Snaží sa previesť do práva EÚ niektoré z koncepcií načrtnutých v stratégiách integrácie energetickeho systému a vodíkových stratégií zverejnených v roku 2020. Tieto 2 stratégie načrtli spôsoby vytvorenia integrovaného energetickeho systému založeného na obnoviteľnej energii, ktorý je vhodný pre klimatickú neutralitu, a na výrobu vodíka do životaschopného riešenia, ktoré pomôže dosiahnuť ciele Európskej zelenej dohody. V súlade s klimatickým zákonom EÚ by ciele a opatrenia stanovené v revidovanej smernici mali byť dostatočne ambiciózne, aby v roku 2030 znížili emisie skleníkových plynov aspoň o 55 %. To zahŕňa aj zvýšenie celkového cieľa v oblasti obnoviteľných zdrojov energie (navrhuje sa zvýšiť na 40 %), ale aj posilnené opatrenia pre dopravu či vykurovanie a chladenie. Komisia sa tiež zameriava na energeticky účinnejší a obehový energetický systém, ktorý uľahčuje elektrifikáciu založenú na obnoviteľných zdrojoch energie a podporuje používanie obnoviteľných a nízkouhlíkových palív vrátane vodíka v odvetviach, kde elektrifikácia zatiaľ nie je realizovateľnou možnosťou, ako je doprava. Proces revízie Komisia 21. júla 2021 predložila návrh revidovanej smernice ako súčasť balíka na realizáciu európskej zelenej dohody. Navrhovanú revíziu smernice teraz posudzuje Rada a Európsky parlament. Prijatie sa očakáva do konca roka 2022. Ako prvý krok v procese revízie Komisia zverejnila plán v auguste 2020. Spätná väzba od zainteresovaných strán a verejnosti o tom, ako Komisia prispela k prípravnej práci na preskúmanie. Verejná konzultácia sa začala v roku 2020 a krátke zhrnutie bolo uverejnené v marci 2021. Okrem toho sa v decembri 2020 av marci 2021 zorganizovali 2 stretnutia zainteresovaných strán s cieľom získať informácie od zainteresovaných strán. Smernica 2018/2001/EÚ V decembri 2018 nadobudla účinnosť prepracovaná smernica o energii z obnoviteľných zdrojov 2018/2001/EÚ ako súčasť balíka Čistá energia pre všetkých Európanov, ktorého cieľom je udržať EÚ globálneho lídra v oblasti obnoviteľných zdrojov energie a v širšom zmysle pomôcť EÚ splniť jej záväzky znižovania emisií podľa Parížskej

dohody. Vychádzajúc z cieľa 20 % do roku 2020 stanovila nový záväzný cieľ pre energiu z obnoviteľných zdrojov pre EÚ do roku 2030 vo výške aspoň 32 %, s doložkou o možnej revízii smerom nahor do roku 2023 a obsahuje opatrenia pre rôzne sektory, aby sa to splnilo. Zahŕňalo to najmä nové ustanovenia, ktoré občanom umožnia zohrávať aktívnu úlohu pri rozvoji obnoviteľných zdrojov energie – umožnenie komunit s obnoviteľnou energiou a vlastnej spotreby obnoviteľnej energie, zvýšený 14 % cieľ pre podiel obnoviteľných palív v doprave do roku 2030 a sprísnené kritériá na zabezpečenie udržateľnosti bioenergie.

6.3.2 Legislatívne nástroje SR

- Návrh stratégie vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie v SR,
- Zákon 656/2004 z 26.10.2004 o energetike a o zmene niektorých zákonov,
- Zákon 657/2004 z 26.10.2004 o tepelnej energetike,
- Zákon 276/2001 z 14.6.2001 o regulácii v sieťových odvetviach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v plnom znení,
- Nariadenie vlády SR č. 124/2005 z 30.3.2005, ktorým sa ustanovujú pravidlá pre fungovanie trhu s elektrinou,
- Výnos URSO z 30.6.2005 č. 2/2005, ktorým sa ustanovuje rozsah cenovej regulácie v elektroenergetike a spôsob jej vykonania, rozsah a štruktúra oprávnených nákladov, spôsob určenia výšky primeraného zisku a podklady na návrh ceny,
- Zákon č. 309/2009 Z. z. z 19. júna 2009 o podpore obnoviteľných zdrojoch energie a kombinovanej výroby v znení neskorších predpisov,
- Národný akčný plán pre energiu z obnoviteľných zdrojov :

6.3.3 Stratégia environmentálnej politiky SR do roku 2030

Slovensko v súčasnosti čelí mnohým environmentálnym výzvam. Máme problémy s kvalitou ovzdušia, nízkou mierou recyklácie odpadu, ale aj s ochranou ekosystémov. Len samotné znečistenie ovzdušia u nás spôsobuje viac ako 5 000 predčasných úmrtí ročne. Environmentálne problémy majú pritom stále väčší vplyv na ekonomiku, zamestnanosť, ale aj komfort života obyvateľov. Okrem toho, podobne ako na celom svete, Slovensko už v súčasnosti zasahuje zmena klímy s viditeľnými dopadmi, ktoré sa v budúcnosti budú vážne prejavovať v podobe environmentálnych, ekonomických a zdravotných problémov. Podľa odhadov len v roku 2013 dosiahli na Slovensku ekonomické straty z extrémov zmeny klímy hodnotu viac ako 1,3 miliardy eur. Stratégia environmentálnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030 (ďalej len „Envirostratégia 2030“) definuje víziu do roku 2030 zohľadňujúc možný, pravdepodobný a želaný budúci vývoj, identifikuje základné systémové problémy, nastavuje ciele pre rok 2030, navrhuje rámcové opatrenia na zlepšenie súčasnej situácie a obsahuje aj základné výsledkové indikátory, ktoré umožnia overovať dosiahnuté výsledky. Základnou víziou Envirostratégie 2030 je dosiahnuť lepšiu kvalitu životného prostredia a udržateľné obehové hospodárstvo, založené na dôslednej ochrane zložiek životného prostredia a využívajúce čo najmenej neobnoviteľných prírodných zdrojov a nebezpečných látok, ktoré budú viesť k zlepšeniu zdravia obyvateľstva. Ochrana životného prostredia a udržateľná spotreba budú súčasťou všeobecného povedomia občanov aj tvorcov politik. Pomocou predchádzania a prispôsobenia sa zmene klímy budú jej následky na Slovensku čo možno najmiernejšie.

V oblasti výroby energie bude preferovaná výroba energie z obnoviteľných zdrojov energie, ktorá svojou povahou nezaťažuje životné prostredie a oproti tradičným zdrojom energie prispieva k dlhodobému rozvoju SR a k zlepšeniu životného prostredia. Pre jednotlivé obnoviteľné zdroje budú vypracované pravidlá a kritériá ich udržateľného využívania. Tie budú rešpektovať regionálny potenciál ekonomickú výhodnosť, vplyvy na energetickú sústavu, dopad na chránené územia, chránené druhy rastlín a živočíchov a názor dotknutej verejnosti, obcí a regiónov. V minulosti už boli vypracované podobné kritériá pre využívanie veternej energie a biomasy na energetické účely hradené z fondov EÚ. Pravidlá budú záväzné pre všetky pripravované projekty a nemali by sa týkať iba projektov hradených z verejných

zdrojov. Podpora z verejných zdrojov a ďalšia legislatívna podpora OZE bude akceptovateľná iba u zdrojov, ktoré preukázateľne nebudú zhoršovať kvalitu životného prostredia. Všetky tieto projekty budú verejnosti poskytovať dostatok informácií a prejdú povinným posudzovaním vplyvov na životné prostredie. Budú sa zmiernovať vplyvy vodných elektrární na hydrológiu riečnych ekosystémov spriechodňovaním bariér na tokoch, napríklad úpravou manipulačných poriadkov s prepúšťaním vhodných prietokov s ohľadom na biotopy. Slnéčné elektrárne sa budú umiestňovať hlavne na strechách budov, parkoviskách alebo brownfieldoch, pôdach nižšej kvality pri realizácii zmiernujúcich opatrení a nie na pôdach vysokej bonity a na biotopoch národného a európskeho významu. Pri geotermálnej energii je nutné sa zamerať na spätnú injektáž vôd do horninového prostredia a minimalizovať výpuste do povrchových tokov. Legislatívne bude stanovené určenie ochranných pásiem geotermálnych zdrojov a následne záväznosť ich dodržiavania, resp. podmienok využívania užívateľmi geotermálnych zdrojov. Kritériá udržateľnosti sa nebudú týkať už začatých projektov.

Zmena globálnej klímy, ktorú spôsobuje neustále zvyšovanie koncentrácie skleníkových plynov v atmosfére v dôsledku ľudskej činnosti, je jedným z najvýznamnejších environmentálnych problémov v súčasnom svete. Narastajúca teplota vedie k zmenám v rôznych ekosystémoch, vrátane negatívnych vplyvov na život človeka.

Smernica Európskeho parlamentu 2012/27/EU o energetickej efektívnosti zaviazala členské štáty k úprave legislatívy na dosiahnutie úspor primárnych energií do roku 2020 o 20 % voči roku 2007. Dôvodom na vznik tejto smernice bol fakt, že budovy zodpovedajú za 40 % celkovej spotreby energie v Únii. Tento sektor narastá, čo je spojené so zvyšovaním jeho spotreby. Zníženie spotreby primárnej energie a využívanie obnoviteľných zdrojov v sektore administratívnych budov preto predstavujú dôležité opatrenie na zníženie energetickej závislosti Únie a emisií skleníkových plynov.

Prechodom na energeticky efektívnejšie hospodárstvo by sa tiež malo:

- zrýchliť šírenie inovačných technológií,
- podporiť hospodársky rast a vytvárať vysokokvalifikované pracovné miesta vo viacerých sektoroch spojených s energetickou efektívnosťou.

Výstavba budov takmer s nulovou spotrebou - pasívne budovy je cieľom, ktorý si kladie vláda pre výstavbu objektov štátnej správy od roku 2018 a pre ostatné budovy od konca roku 2020. Pre dosiahnutie uvedených cieľov je potrebné:

- obmedziť spaľovanie fosílnych palív,
- zabrániť narastajúcemu odlesňovaniu, rozumne obrábať pôdu, hospodáriť s odpadom,
- šetriť s energiou,
- súhrnne povedané - správať sa zodpovedne tak na strane výroby, ako aj na strane spotreby.

Jednoznačne preto musíme:

- investovať do nových technológií,
- využívať obnoviteľné zdroje energie,
- stavať úsporné budovy,
- preferovať moderný čistý priemysel,
- využívať ekologické dopravné prostriedky.

Prechod k nízkouhlíkovej ekonomike je nielen veľkou príležitosťou, ale aj:

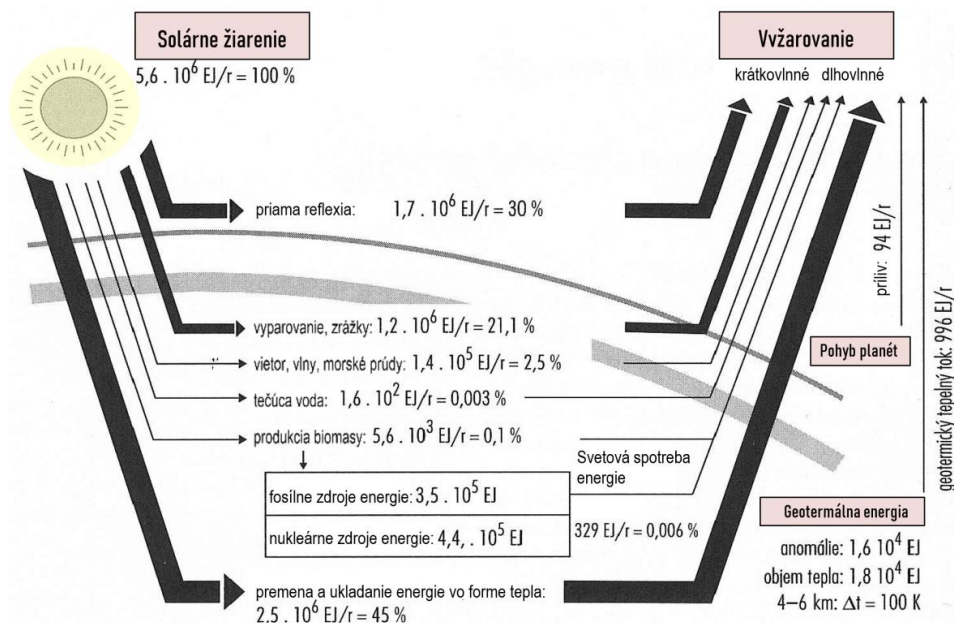
- výzvou k zvyšovaniu energetickej nezávislosti,
- vzniku nových pracovných miest,
- ako aj rozvoju vedy a výskumu.

Zvyšovanie podielu obnoviteľných zdrojov energie na výrobe elektriny a tepla s cieľom vytvoriť primerané doplnkové zdroje potrebné na krytie domáceho dopytu je jednou zo základných priorít Energetickej politiky SR. Obnoviteľné zdroje energie prispievajú k posilneniu a diverzifikácii štruktúry priemyslu a poľnohospodárstva, podporujú inováciu a rozvoj informačných technológií, otvárajú priestor pre nové smerovania a sú jedným z pilierov budovania znalostnej ekonomiky. Racionálny manažment domácich obnoviteľných zdrojov energie je v súlade s princípmi trvalo udržateľného rozvoja, čím sa stáva jedným z pilierov zdravého ekonomického vývoja spoločnosti (Národný akčný plán pre obnoviteľné zdroje energie, 2010). Požadované takmer nulové množstvo energie by sa malo vo významnej miere pokryť energiou z obnoviteľných zdrojov, ktorá bude vyrobená priamo na mieste, alebo v blízkosti budovy. Hlavný zákon, ktorý preberá záväzky zo smernice EP 2012/27/EU je zákon 555/2005 Zz o energetickej hospodárnosti budov. Čiastočné záväzky zo smernice sú zapracované v zákonoch č 309/2009 Zz o podpore obnoviteľných zdrojov a vysokoúčinnnej kombinovanej výroby a č.657/2004 o tepelnej energetike a 321/2014 Zz o energetickej efektívnosti. Vykonávacía vyhláška zákona č.555/2005 Zz je vyhláška 364/2012, ktorá určuje Technické a energeticke parametre na hodnotenie energetickej hospodárnosti budov

6.4 Energia slnečného žiarenia pre administratívne budovy

Solárna energia predstavuje obnoviteľný zdroj energie, ktorý je bezpodmienečne nutný pre život na našej planéte. Slnko je hlavným zdrojom energie a tiež jeho činnosťou sa energie transformovali a trvale transformujú do iných foriem. Tieto formy energie sa využívajú ako pre samotný chod života, udržiavanie prijateľných podmienok na zemi, tak aj pre fyzikálne chemické procesy. Slnko je hviezda našej planetárnej sústavy. Je tvorené prevažne z atómov vodíka (70 %) s prímiesou hélia (28 %) a nepatrným množstvom iných prvkov. Má tvar gule s priemerom $1,4 \cdot 10^6$ km. Vzdialenosť Zeme od Slnka sa pohybuje počas ročnej periódy od 147 do 152 miliónov kilometrov. Energia slnka má pôvod vo fúznej protón-neutrónovej reakcii. Reakcia prebieha pri teplotách až 14 miliónov °K, pričom na povrchu dosahuje teplotu cca 6 000 °K. Slnko má k dispozícii dostatok paliva na ešte cca 5 miliárd rokov, kým nastane zastavenie jadrovej reakcie súvisiace so zánikom hviezdy. Slnečná energia na zemský povrch dopadá vo forme slnečného žiarenia. Môžeme ho prirovnať k žiareniu absolútne čierneho telesa. Maximum žiarenia sa pohybuje okolo vlnovej dĺžky 0,5 μm.

Obr. 6.8 Toky energie zo slnka na zem



Zdroj: F. Vranay

Slnčná energia dopadajúca na zem je 11 000 krát väčšia ako je celosvetová potreba energie (Obr. 6.9).

Obr. 6.9 Porovnanie energie dopadajúcej na zemský povrch zo Slnka s celosvetovou potrebou energie za rok a zásobami fosílnych palív



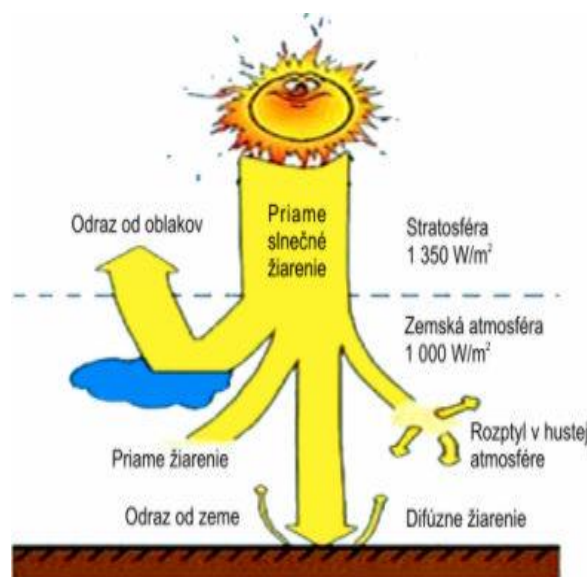
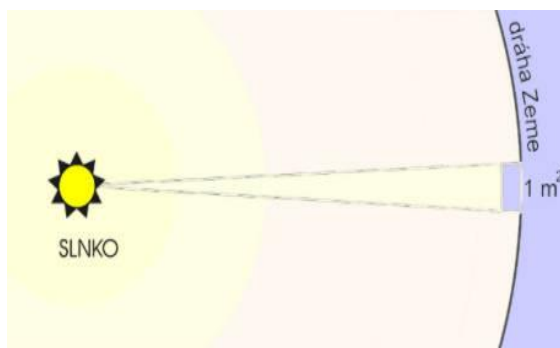
Zdroj: F. Vranay

Na hranicu zemskej atmosféry pri kolmom dopade slnečných lúčov dopadá približne $1\,360\text{ W/m}^2$. Tento údaj zvykneme označovať ako „slnčná konštanta“.

Slnčné žiarenie sa pri prechode zemskou atmosférou znižuje aj rozptylom v atmosfére. Žiarenie delíme na priamu zložku, difúznú a odrazenú. Súčet priamej a difúznej zložky voláme globálne žiarenie. V našich zemepisných šírkach toto žiarenie môže kolísať od 100 do 1000 W/m^2 . Pomer difúznej a priamej zložky je závislý od geografických a klimatických podmienok. Difúzne žiarenie tvorí v celoročnom priemere $50 - 70\%$ z globálnej zložky.

V zimných mesiacoch to činí až 90% -ný podiel. Toto určuje výhodnosť použitia kolektorov plochých pre nízko teplotné aplikácie oproti koncentrujúcim, ktoré využívajú iba priame žiarenie.

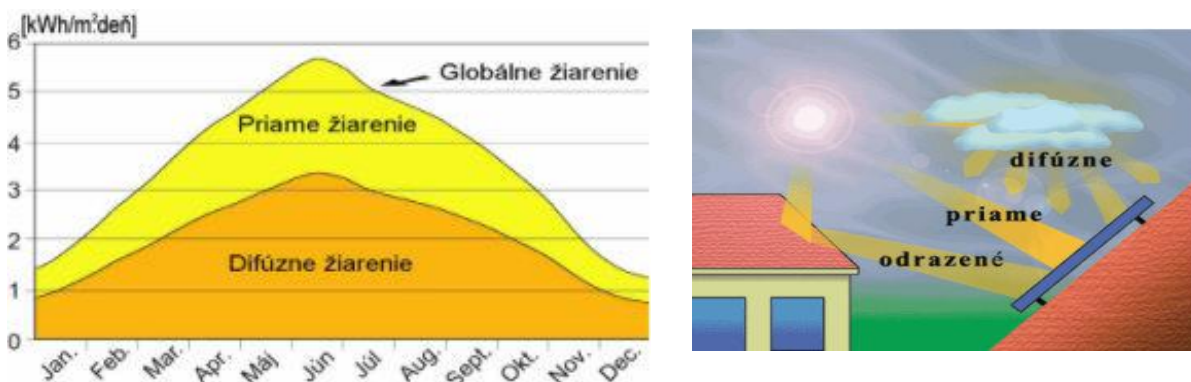
Obr. 6.10 Slnčné žiarenie dopadajúce na zemský povrch a prienik zemskou atmosférou



Zdroj: F. Vranay

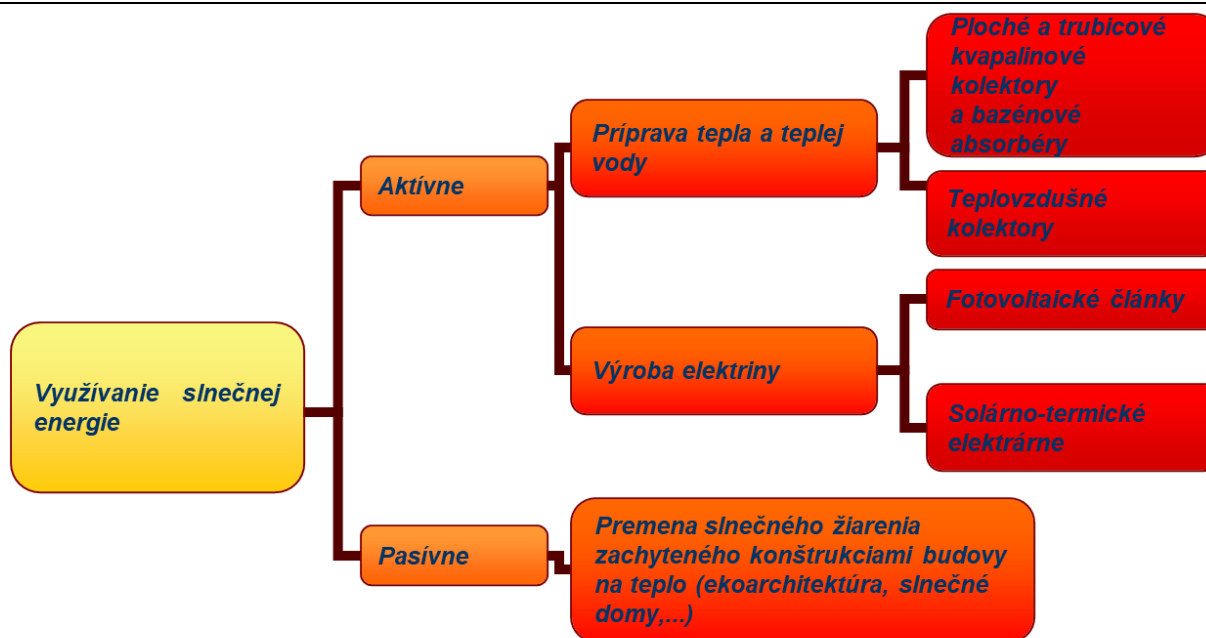
Využitie slnečného žiarenia je možné definovať ako konverziu energie a jeho rozdelenie je na obrázku 6.11.

Obr. 6.11 Podiel žiarenia priameho a globálneho počas roka v našich zemepisných šírkach



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.12 Spôsoby využívania slnečnej energie v administratívnych budovách



Zdroj: F. Vranay

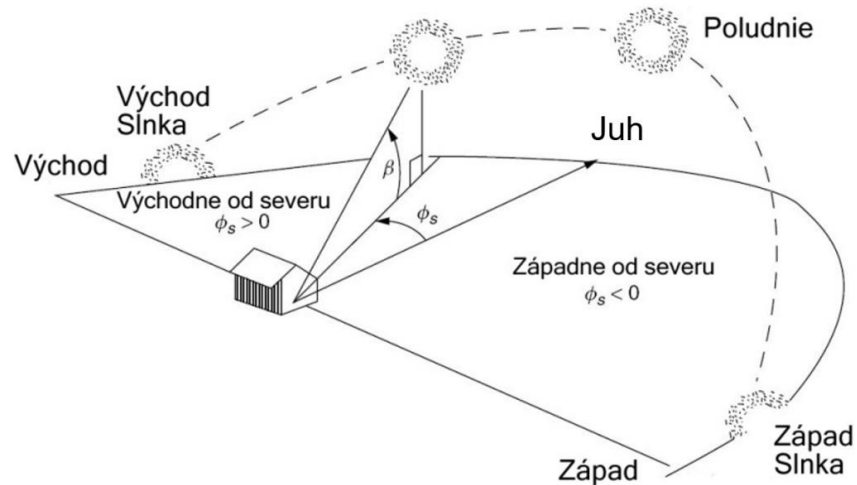
6.4.1 Výpočet množstva slnečnej energie dopadajúcej na oslnenú plochu

Poloha Slnka v akýkoľvek čas počas dňa

Poloha Slnka kedykoľvek počas dňa môže byť opísaná pomocou výškového uhla Slnka β a azimutu Slnka θ_S . Azimut je pozitívny ráno so slnkom na východe a negatívny v popoludňajších hodinách so slnkom na západe.

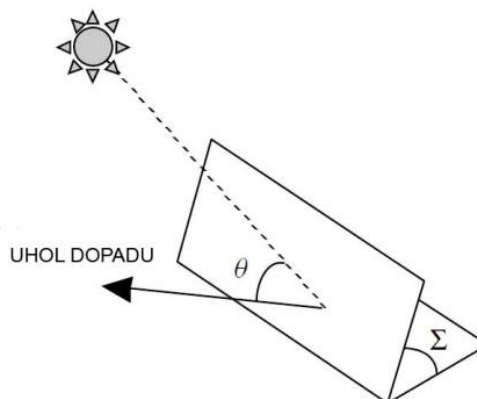
Pre množstvo dopadajúceho žiarenia na ľubovoľne orientovanú plochu je rozhodujúci uhol dopadu, ktorý zvierá slnečný lúč s danou plochou. Ideálny je pri kolmom dopade. Vzhľadom k zmene polohy slnka na obzore sa tento uhol mení počas dňa, ale aj počas roka.

Obr. 6.13 Uhol naklonenia slnečného modulu



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.14 Dopadajúce slnečné lúče na naklonenú plochu



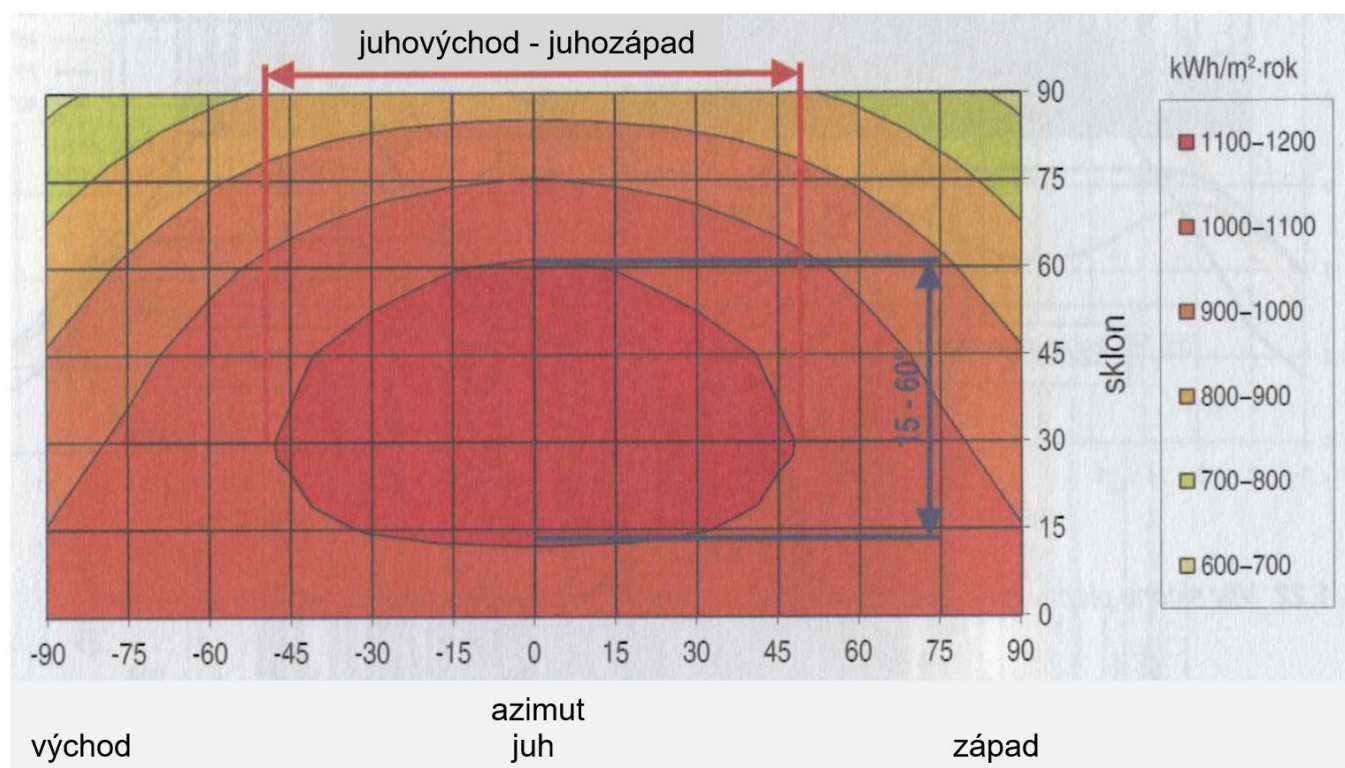
Zdroj: F. Vranay

Solárny kolektor je naklonený do uhla Σ a je nasmerovaný v smere jeho azimutového uhla θ_C (merané vo vzťahu priamo k juhu, s kladnými hodnotami v juhovýchodnom smere a záporné hodnoty v juhózápadnom smere).

Výpočet množstva slnečného žiarenia

Pre jednoduchosť určovania ročných úhrnov slnečného žiarenia vzhľadom ku komplikovaným matematickým výpočtom, uvádzame len grafické vyjadrenie závislosti dopadajúceho žiarenia na rovinu podľa orientácie a sklonu. Pre skutočne získanú energiu je treba zohľadniť ročné úhrny z tabuľky účinnosťou premeny v slnečnom kolektore. V ďalšej časti bude prezentovaný výpočet solárnych ziskov.

Obr. 6.15 Ročné úhrny energie slnečného žiarenia v závislosti na sklone a orientácii kolektora



Zdroj: F. Vranay

Príklad výpočtu zachyteného slnečného žiarenia počas roka pre AB

Do samotného výpočtu zachyteného množstva dopadajúceho slnečného žiarenia Q_{zachyt} na oslnenú plochu vstupujú hodnoty na základe okrajových podmienok. Patria sem intenzita slnečného žiarenia I_{str} , teplota vzduchu t_v , pomerná doba slnečného svitu τ_{skut} , teoretické množstvo dopadajúcej energie na oslnenú plochu $Q_s \text{ den teor}$.

Úlohou výpočtu je zistiť na základe prevádzkových parametrov (teplôt vzduchu t_v , teplôt média v solárnom systéme t_k , druh a vlastnosti kolektora, orientácia, sklon, ...) účinnosť premeny energie v kolektore η_k . Pre uľahčenie výpočtu sú zásadné veličiny uvedené v tabuľkách, ktoré vznikli prepočtom z priemerných hodnôt, počas dlhoročného sledovania parametrov. Vzorový výpočet energetického zisku zo slnečného žiarenia pre celoročnú prevádzku je realizovaný na 1m² apertúry kolektorovej plochy v meste Košice a teplotu vody v systéme ($t_k = 50 \text{ }^\circ\text{C}$). Pre porovnanie je kolektor bežný plochý selektívny (Obr.6.16) a kolektor trubicový vákuový (Obr.6.17).

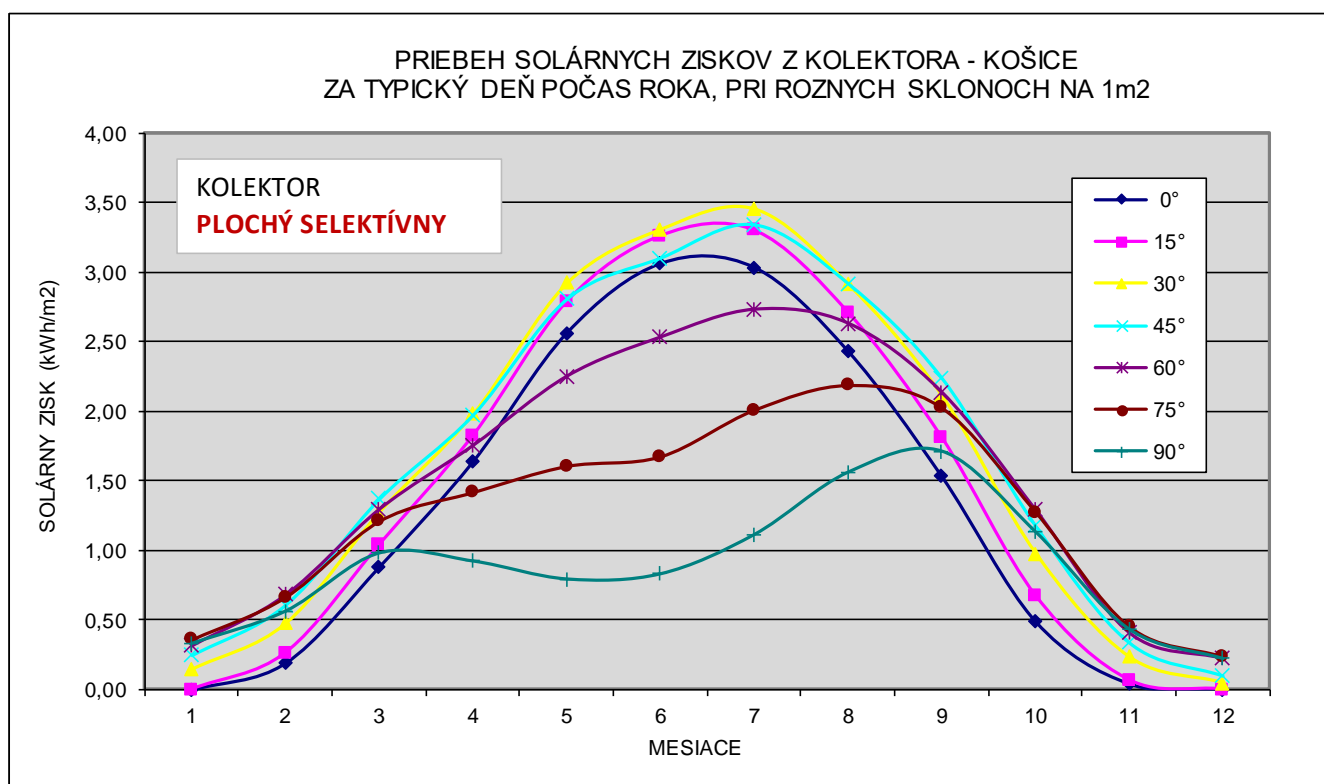
Pre kolektory s inou plochou apertúry je možné získať presné hodnoty pre násobením zisku z tabuliek. U plochého kolektora zisk činí 618 kWh/m² za rok (Obr.6.16). Kolektor trubicový vákuový generuje zisk 740 kWh/m² za rok (Obr.6.17).

Obr. 6.16 Detail výpočtu v Exceli - Kolektor plochý selektívny orientovaný na JUH so sklonom 45°

KOLEKTOR PLOCHÝ - SELEKTÍVNY

| Košice | teploty | | | I_{str} 45° | Q_s den teor 45° | τ_{skut}/τ_{teor} den | τ_{teor} den | η_k učinn. | za deň | za mesiac | |
|--------|---------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------|-------------|-----------|--------|
| | mesiac | vzduch tv °C | kolektor tk °C | | | | | | tk-tv °C | W/m2 | kWh/m2 |
| 1 | 0,1 | 50 | 50 | 383 | 3,40 | 0,26 | 8,26 | 0,28 | 0,25 | 31 | 7,6 |
| 2 | 1,7 | 50 | 48,3 | 473 | 4,96 | 0,31 | 10,12 | 0,40 | 0,61 | 28 | 17,1 |
| 3 | 6,6 | 50 | 43,4 | 535 | 6,70 | 0,42 | 12,00 | 0,49 | 1,37 | 31 | 42,5 |
| 4 | 12,1 | 50 | 37,9 | 534 | 8,06 | 0,46 | 13,90 | 0,53 | 1,98 | 30 | 59,3 |
| 5 | 16,3 | 50 | 33,7 | 524 | 9,42 | 0,53 | 15,70 | 0,56 | 2,81 | 31 | 87,1 |
| 6 | 20,5 | 50 | 29,5 | 523 | 9,64 | 0,54 | 16,34 | 0,60 | 3,11 | 30 | 93,2 |
| 7 | 22,4 | 50 | 27,6 | 524 | 9,42 | 0,58 | 15,70 | 0,61 | 3,34 | 31 | 103,7 |
| 8 | 22,2 | 50 | 27,8 | 534 | 8,06 | 0,59 | 13,90 | 0,61 | 2,92 | 31 | 90,6 |
| 9 | 18,7 | 50 | 31,3 | 535 | 6,70 | 0,57 | 12,00 | 0,59 | 2,24 | 30 | 67,3 |
| 10 | 13,1 | 50 | 36,9 | 473 | 4,96 | 0,47 | 10,12 | 0,51 | 1,18 | 31 | 36,6 |
| 11 | 7,5 | 50 | 42,5 | 383 | 3,40 | 0,27 | 8,26 | 0,37 | 0,34 | 30 | 10,1 |
| 12 | 2,8 | 50 | 47,2 | 294 | 2,70 | 0,23 | 7,85 | 0,16 | 0,10 | 31 | 3,1 |

618,0



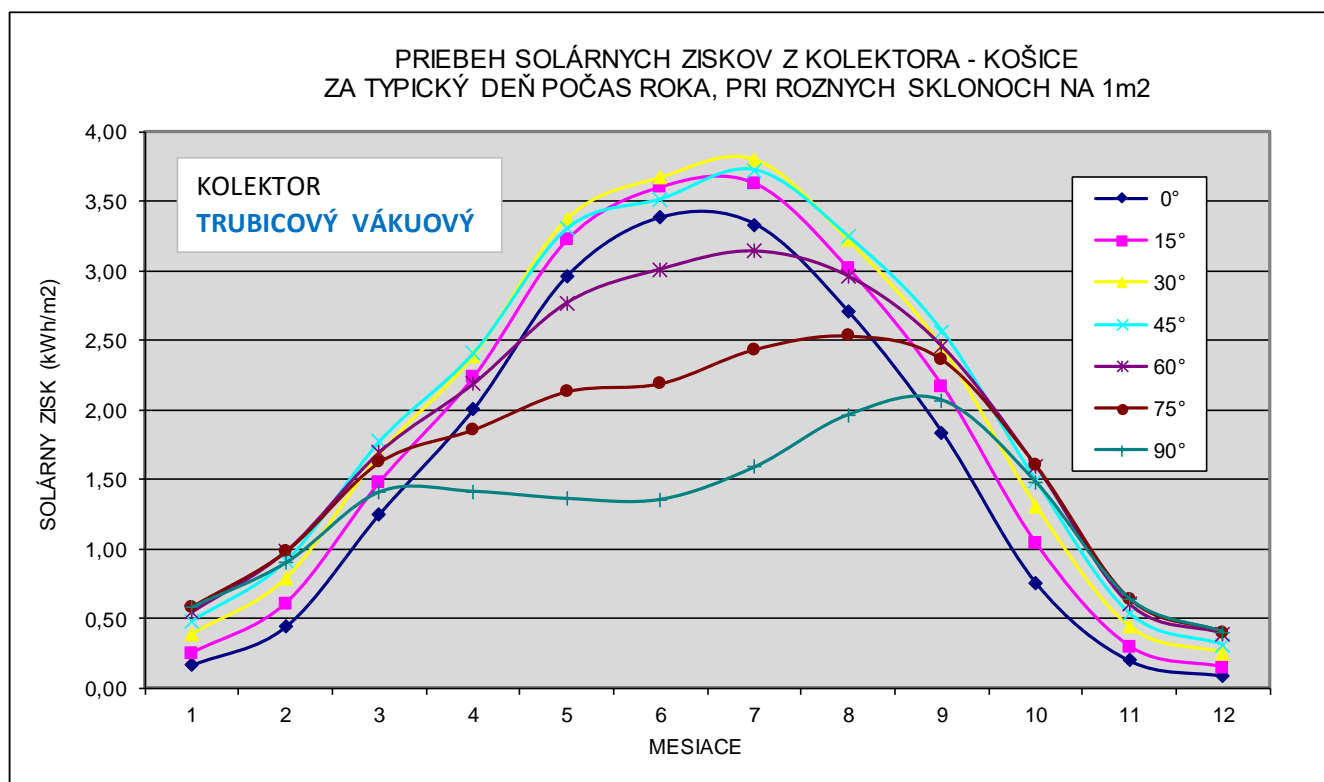
Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.17 Detail výpočtu v Exceli - Kolektor trubicový vákuový orientovaný na JUH so sklonom 45°

KOLEKTOR TRUBICOVÝ - VÁKUOVÝ

| Košice | teploty | | | I_{str} | $Q_{s \text{ den teor}}$ | | τ_{skut}/τ_{teor} | τ_{teor} | η_k | za deň | za mesiac | |
|--------|---------|--------|----------|-----------|--------------------------|------|---------------------------|---------------|--------------------|--------|--------------------|-----|
| | mesiac | vzduch | kolektor | | tk-tv | 45° | | | | 45° | den | den |
| - | tv °C | tk °C | °C | W/m2 | kWh/m2 | % | hod | % | kWh/m ² | dni | kWh/m ² | |
| 1 | 0,1 | 50 | 50 | 383 | 3,40 | 0,26 | 8,26 | 0,55 | 0,48 | 31 | 14,9 | |
| 2 | 1,7 | 50 | 48,3 | 473 | 4,96 | 0,31 | 10,12 | 0,59 | 0,91 | 28 | 25,5 | |
| 3 | 6,6 | 50 | 43,4 | 535 | 6,70 | 0,42 | 12,00 | 0,63 | 1,77 | 31 | 54,9 | |
| 4 | 12,1 | 50 | 37,9 | 534 | 8,06 | 0,46 | 13,90 | 0,65 | 2,41 | 30 | 72,2 | |
| 5 | 16,3 | 50 | 33,7 | 524 | 9,42 | 0,53 | 15,70 | 0,66 | 3,30 | 31 | 102,3 | |
| 6 | 20,5 | 50 | 29,5 | 523 | 9,64 | 0,54 | 16,34 | 0,68 | 3,51 | 30 | 105,4 | |
| 7 | 22,4 | 50 | 27,6 | 524 | 9,42 | 0,58 | 15,70 | 0,68 | 3,72 | 31 | 115,4 | |
| 8 | 22,2 | 50 | 27,8 | 534 | 8,06 | 0,59 | 13,90 | 0,68 | 3,24 | 31 | 100,6 | |
| 9 | 18,7 | 50 | 31,3 | 535 | 6,70 | 0,57 | 12,00 | 0,67 | 2,56 | 30 | 76,9 | |
| 10 | 13,1 | 50 | 36,9 | 473 | 4,96 | 0,47 | 10,12 | 0,64 | 1,49 | 31 | 46,1 | |
| 11 | 7,5 | 50 | 42,5 | 383 | 3,40 | 0,27 | 8,26 | 0,58 | 0,53 | 30 | 16,0 | |
| 12 | 2,8 | 50 | 47,2 | 294 | 2,70 | 0,23 | 7,85 | 0,50 | 0,31 | 31 | 9,6 | |

740,0



Zdroj: F. Vranay

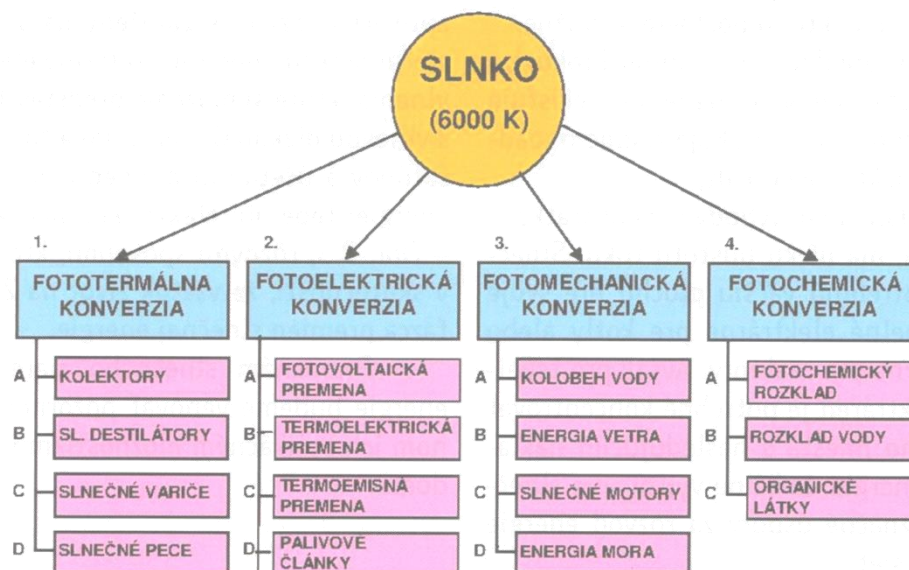
6.5 Premena slnečného žiarenia

Energia vyžarovaná zo slnka sa využíva rôznymi spôsobmi. Spôsoby premeny sú uvedené na obrázku 6.18.

Najpodstatnejšie pre energetické využitie sú:

- Premena fototermálna = premena žiarenia na tepelné žiarenie pomocou kolektorov a iných zariadení,
- Premena fotoelektrická = premena vo fotovoltaických paneloch na elektrickú energiu,
- Premena fotomechanická = deje sa pôsobením prírody,
- Premena fotochemická = deje sa pôsobením prírody.

Obr. 6.18 Schéma štruktúry premeny slnečnej energie na iné formy energie.



Zdroj: F. Vranay

Fototermálna konverzia je založená na odoberaní tepelnej zložky slnečného žiarenia. Je to najjednoduchší spôsob premeny.

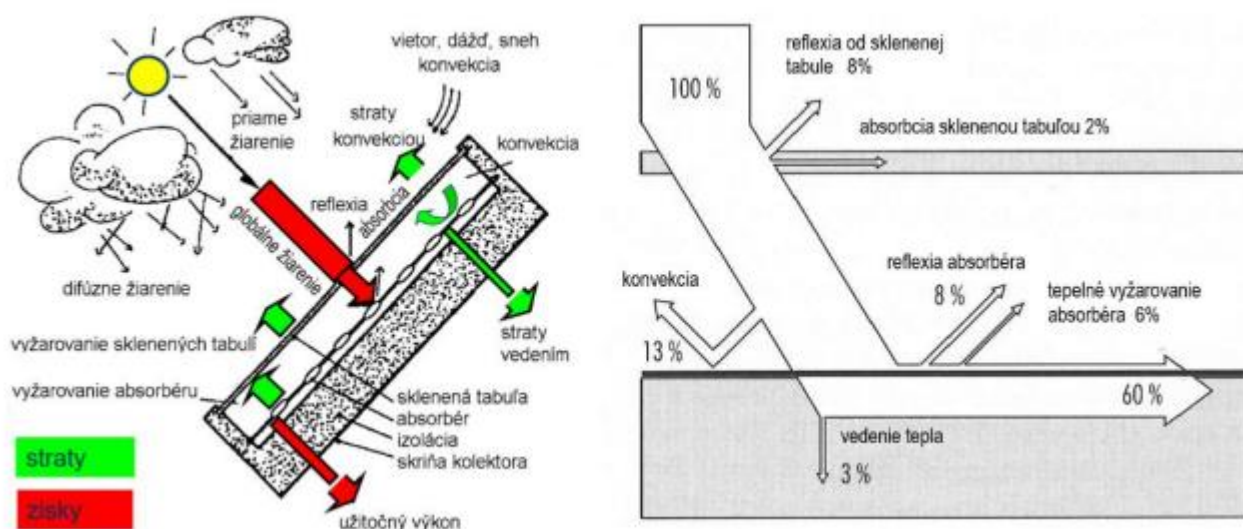
Prebíha v zariadeniach:

- Slnečné teplovodné kolektory,
 - ploché slnečné kolektory,
 - koncentračné kolektory,
- Slnečné destilátory,
- Slnečné variče,
- Slnečné pece,

6.5.1 Slné kolektory

Solárny kolektor je zariadenie určené na pohltie slniečného žiarenia a jeho premenu na tepelnú energiu. Energia získaná sa odovzdáva do média pretekajúceho kolektorom. Tento spôsob je najjednoduchšou cestou, pri ktorej sa slniečné žiarenie absorbuje na povrchu tuhých látok a kvapalín, kde sa pohyb fotónov slniečného žiarenia premieňa na teplo (pohyb molekúl). Z absorbčného povrchu sa tepelná energia odvádza teplotnými látkami (voda, nemrznúca zmes, vzduch, ...) pre zníženie tepelných strát je systém kolektora z prednej strany prikrýť zasklením s vhodnými vlastnosťami z hľadiska prepúšťania slniečného žiarenia. Zadná a bočné strany sú opatrené tepelnou izoláciou minimalizujúcou tepelné straty. Všetky prvky sú osadené v ráme a tvoria solárny kolektor.

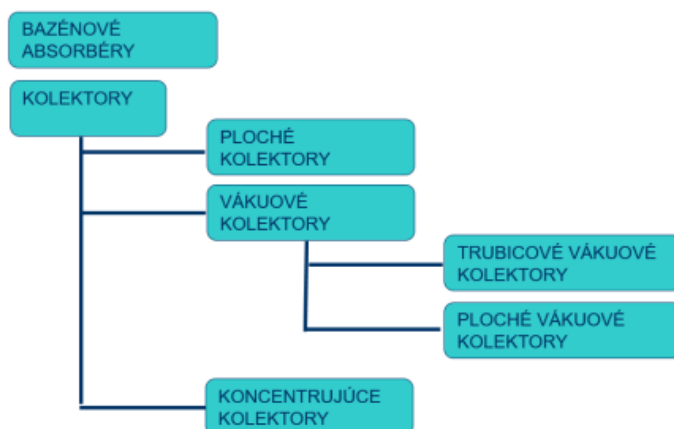
Obr. 6.19 Funkcia a konštrukcia plochého selektívneho kolektora a jeho energetická bilancia



Poznámka: Čierna doska vo vnútri = absorbér (absorbuje, pohlcuje žiarenie) Na povrchu sa žiarenie priame aj difúzne mení na teplo Absorbér odovzdáva teplo do rúriek s kvapalinou (podmienka dobrá tepelná vodivosť = meď, hliník, ...)

Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.20 Klasifikácia solárnych kolektorov

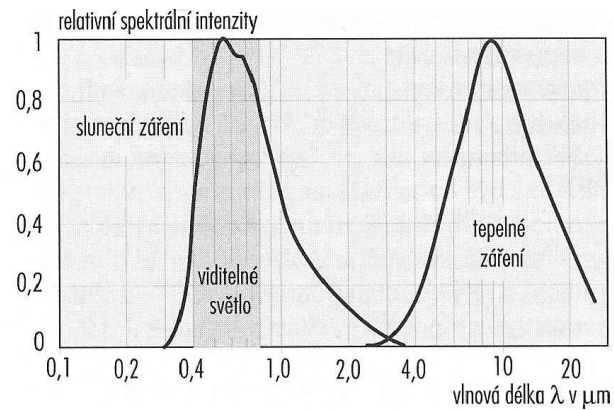


Zdroj: F. Vranay

Veličiny vplývajúce na účinnosť slnečného kolektora

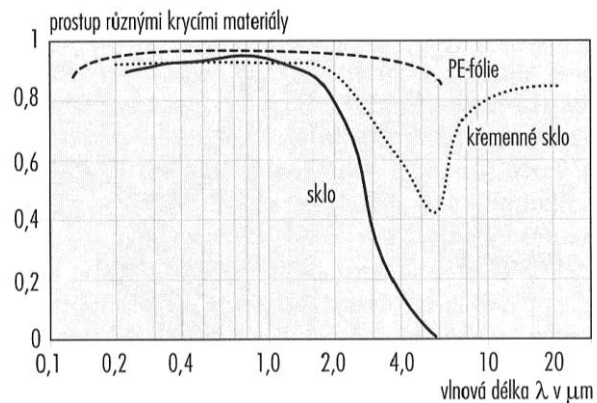
- **Vlastnosti krycieho skla** - Prechod žiarenia podľa vlnovej dĺžky pre rôzne druhy materiálov : slnečné žiarenie do kolektora sklo prepúšťa a tepelné žiarenie z kolektora von neprepúšťa

Obr. 6.21 Relatívne spektrálne rozdelenie solárneho žiarenia (povrchová teplota slnka cca 6000 °C, a teplota absorbéra cca 70 °C)



Zdroj: F. Vranay

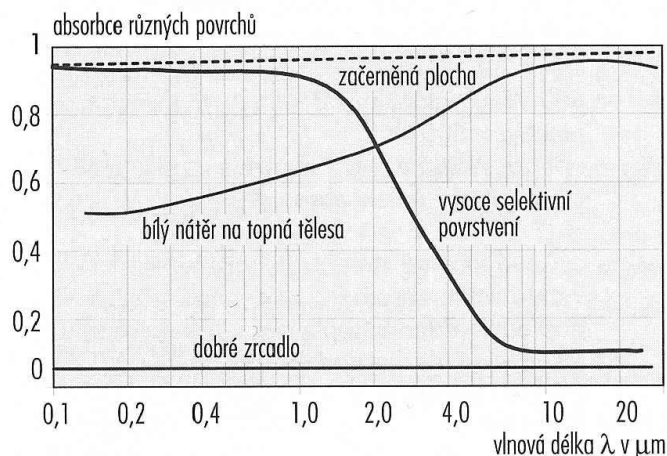
Obr. 6.22 Prechod žiarenia podľa vlnovej dĺžky pre rôzne druhy materiálov: (slnečné žiarenie 0,4 – 1 μm) do kolektora sklo prepúšťa a tepelné žiarenie 4-20 μm y kolektora neprepúšťa.



Zdroj: F. Vranay

- **Vlastnosti absorbéra** - Slnečné žiarenie pohlcuje, tepelné žiarenie emituje minimálne (vysoko selektívny povlak)

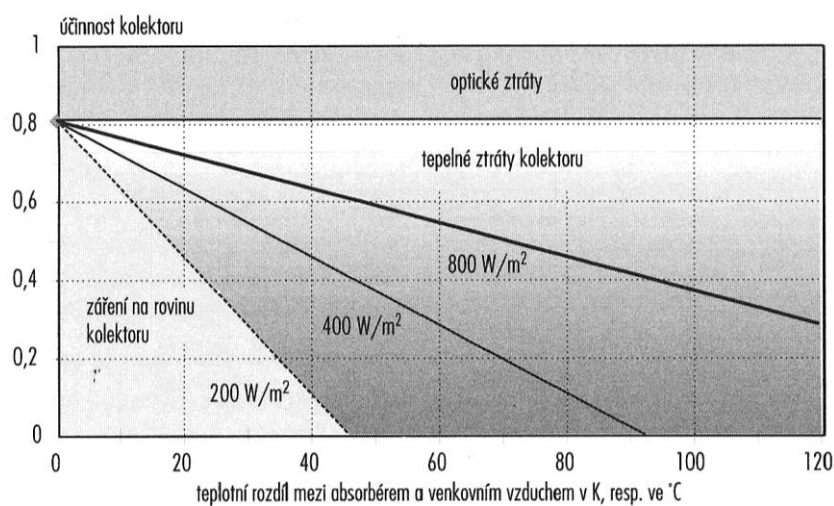
Obr. 6.23 Absorpcia rôznych povlakov absorbéra: Slnčné žiarenie pohlcuje, tepelné žiarenie emituje minimálne (vysoko selektívny povlak)



Zdroj: F. Vranay

- **Tepelnoizolačné vlastnosti kolektora** - vplyv na tepelné straty kolektora,
- **Prevádzková teplota v slnečných kolektoroch** - Účinnosť kolektora ako funkcia rozdielu teplôt medzi absorbérom a okolím pri slnečnom žiarení. Straty nevyužitého žiarenia (optické straty) a tepelné straty spôsobené teplotou sa násobia,
- **Charakteristika kolektora** - plochý kolektor a vákuový kolektor. Vákuový kolektor sa javí výhodnejší hlavne pri vyšších rozdielov teplôt medzi absorbérom a vzduchom,
- **Vplyv uhla dopadu slnečného žiarenia** – sklon kolektora, azimut kolektora.

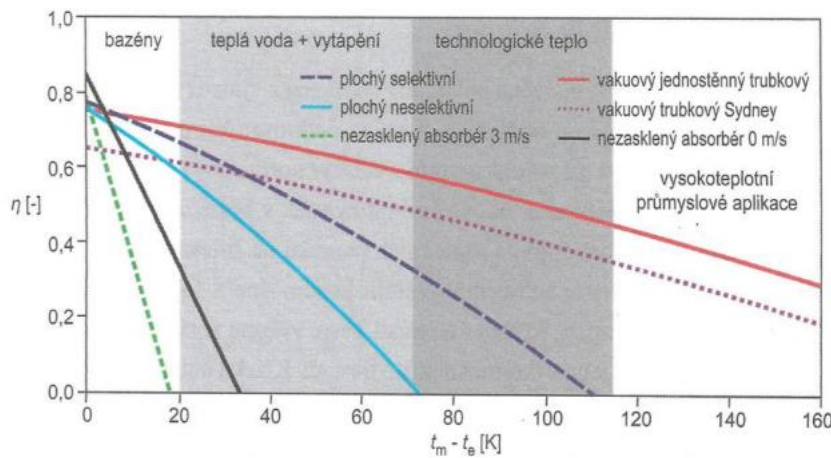
Obr. 6.24 Účinnosť kolektora ako funkcia rozdielu teplôt medzi absorbérom a okolím pri slnečnom žiarení 800, 400 a 200 W/m².



Poznámka: Straty nevyužitého žiarenia (optické straty) a tepelné straty spôsobené teplotou sa násobia

Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.25 Charakteristiky rôznych konštrukcií kolektorov.



ORIENTAČNÉ HODNOTY STAGNAČNEJ TEPLoty SOLÁRNYCH KOLEKTOROV

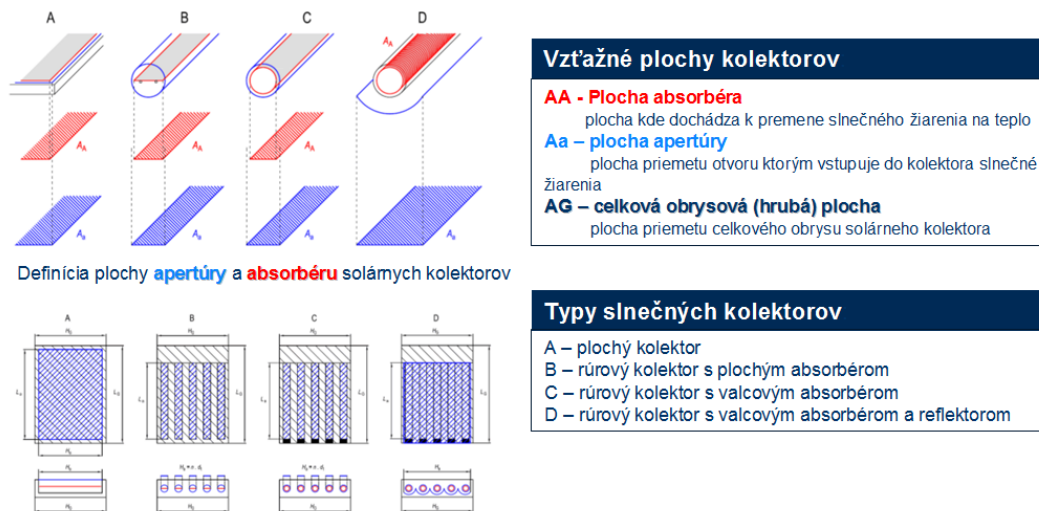
| TYP KOLEKTORA | t_{stg} (°C) |
|-------------------------------------|----------------|
| NEZASKLENÝ KOLEKTOR | 65 |
| ZASKLENÝ NESELEKTÍVNY KOLEKTOR | 100 |
| ZASKLENÝ SELEKTÍVNY KOLEKTOR | 180 |
| RÚROVÝ JODNOSTENNÝ VÁKUOVÝ KOLEKTOR | 300 |
| RÚROVÝ VÁKUOVÝ SYDNEY KOLEKTOR | 250 |

Poznámka: t_{stg} = stagnačná teplota kolektora pri ktorej zisk kolektora = jeho tepelným stratám (pri chode naprázdno, bez odberu)

Zdroj: F. Vranay

Definovanie plochy kolektora

Obr. 6.26 Definícia plochy apertúry a obrysovej plochy solárnych kolektorov



Zdroj: F. Vranay

Slnečné kolektory – PLOCHÉ KVAPALINOVÉ

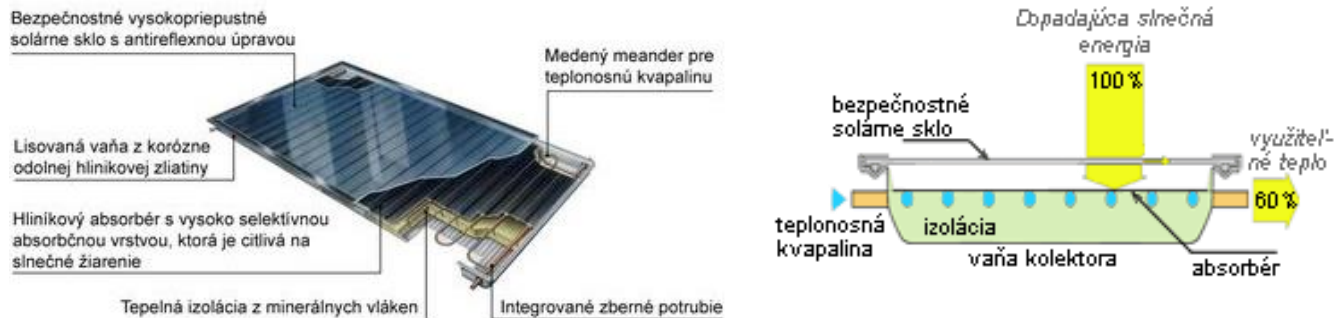
Materiál absorbéra:

- medený, alebo hliníkový plech so solárnym lakom, alebo selektívnou povrchovou vrstvou,
- krycie sklo chudobné na železo, odolné voči krupobitiu.

Použitie:

- ohrev teplej vody,
- ohrev bazénovej vody,
- podpora vykurovania.

Obr. 6.27 Ploché kolektory kvapalinové



Zdroj: F. Vranay

Slné kolektory – PLOCHÉ TEPLOVZDUŠNÉ

Materiál absorbéra:

- medený, alebo hliníkový plech so solárnym lakom, alebo selektívnou povrchovou vrstvou,
- krycie sklo chudobné na železo, odolné voči krupobitiu,

Použitie:

- ohrev vzduchu na vykurovanie,

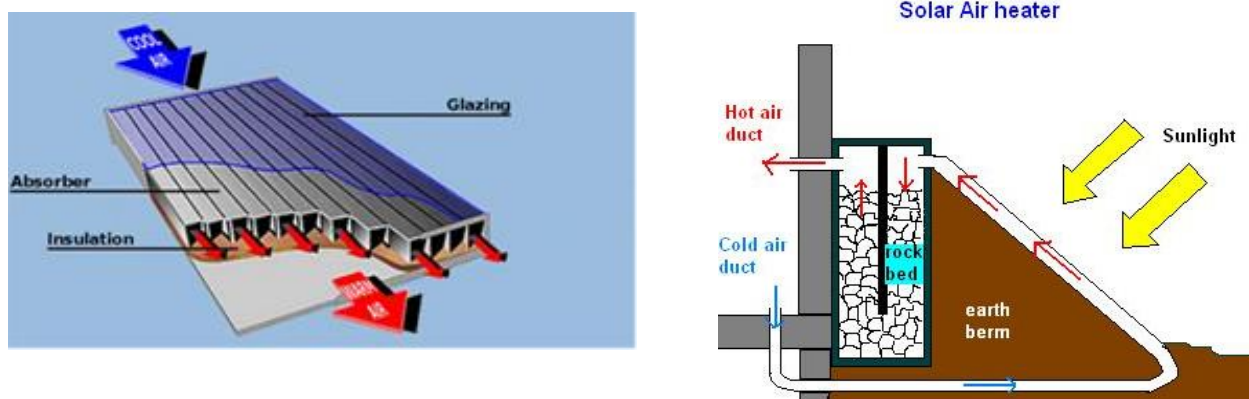
Výhody:

- nezávislosť na nosnom médiu,
- nezamŕza v zimnom období,
- prehriatie systému bez následkov,

Nevýhody:

- veľká potrebná plocha kolektorov,
- vysoké nároky na ventilačný systém,
- ťažkosti so skladovaním získanej energie.

Obr. 6.28 Ploché kolektory vzduchové



Zdroj: F. Vranay

Slné kolektory – VÁKUOVÉ

Prevedenie:

- absorpčná plocha je priamo vo vákuu,
- absorbér umiestnený v trubici v atmosfére, ale trubica je vo vákuu,
- teplo je odvádzané prostredníctvom teplonosnej látky.

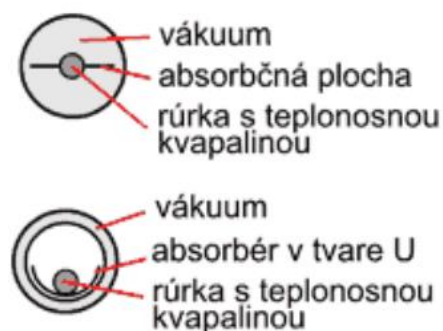
Výhody:

- zamedzenie tepelným stratám medzi absorbércom a vonkajším vzduchom,

Použitie:

- ohrev teplej vody,
- podpora vykurovania.

Obr. 6.29 Slné kolektory vákuové



Zdroj: F. Vranay

Delenie podľa typu teplonosnej látky

Kolektory s priamym prúdením

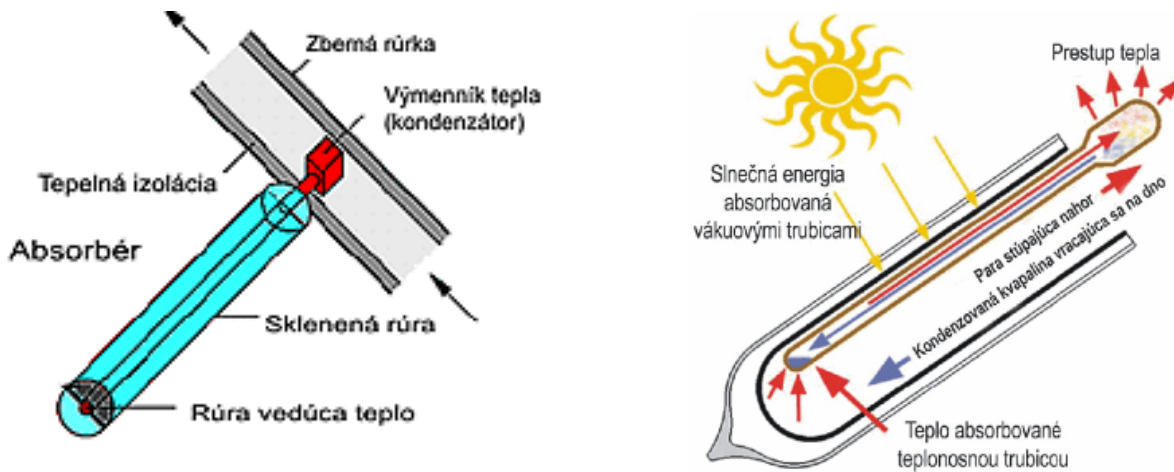
Teplonosné médium preteká od rozdeľovača ku koncu rúry, odoberá teplo absorbéra, ktorý sa nachádza vo vákuu a tečie opäť do zberača. Ich prednosťou je, že nie je potrebný ani minimálny sklon kolektorov. Cirkulácia je nútená čerpadlom.

Kolektory na princípe tepelnej trubice (heat pipe)

V rúre sa nachádza kvapalina, väčšinou alkohol, ktorá sa odparuje pri nízkej teplote. Táto para stúpa v rúre až na horný koniec, na ktorom je umiestnený malý výmenník tepla. Tu para kondenzuje a odovzdáva svoje teplo nepriamo teplonosnému médiu. Odtekajúca kvapalina sa opäť zohrieva, vyparuje a kolobeh začína od začiatku. Aby tento kolobeh fungoval, kolektor musí mať sklon minimálne 30°.

Prednosťou tohto je, že kolektor sa nikdy neprehreje - pretože po úplnom vyparení sa kvapaliny (teda keď sa neuskutočňuje odber tepla) sa kolobeh zastaví.

Obr. 6.30 Slné kolektory vákuové s priamym prúdením a na princípe tepelnej trubice

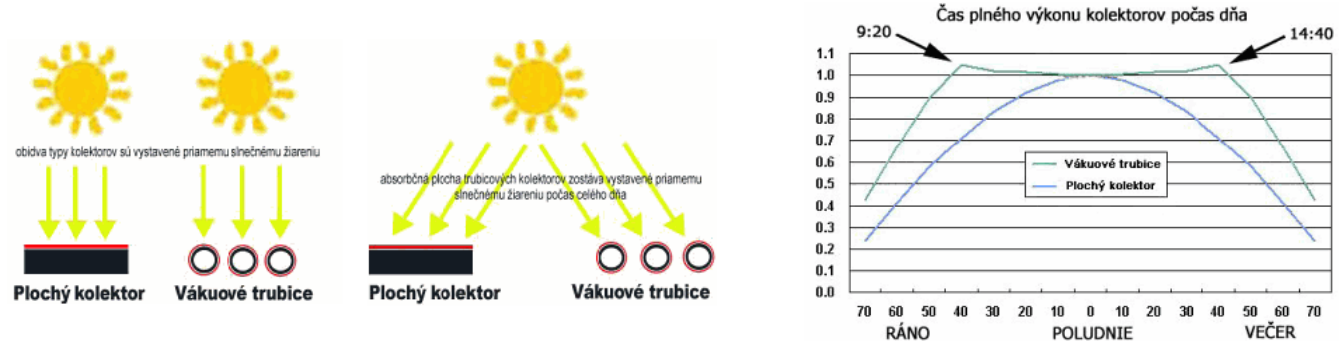


Zdroj: F. Vranay

Vplyv zmeny uhla dopadu na kolektor

Povrch absorbéra kolektora je parabolický. Nedosahuje najvyšší výkon pri 0°, ale okolo 40°. V tomto prípade sa totiž využíva efekt odrazu svetla od jednotlivých trubic vedľa seba. Absorbér trubice pracuje vo vysokom výkone prakticky po celý čas slnečného svitu (aj 8 hodín), kedy naň dopadajú slnečné lúče kolmo.

Obr. 6.31 Vplyv zmeny uhla dopadu na výkon kolektora



Zdroj: F. Vranay

Porovnanie kolektorov plochých a vákuových

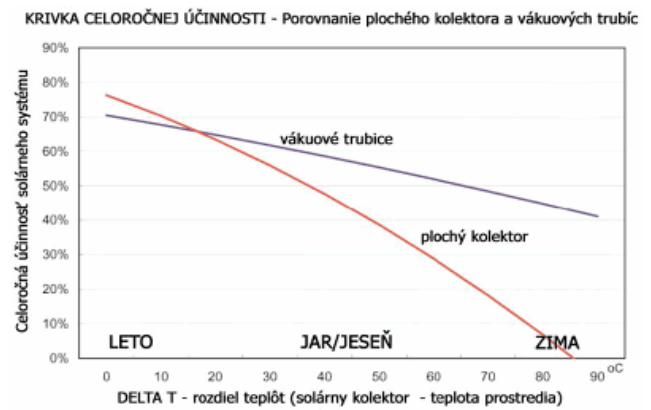
Porovnanie tepelnoizolačných vlastností:

Skutočné vákuum v solárnych vákuových trubicách tepelno-izolačne vysoko prevyšuje tepelno-izolačné vlastnosti bežných plochých kolektorov.

Porovnanie celoročných tepelných ziskov:

Skutočné vákuum v solárnych vákuových trubicách tepelno-izolačne vysoko prevyšuje tepelno-izolačné vlastnosti bežných plochých kolektorov.

Obr. 6.32 Porovnanie kolektorov (plochý a vákuový) - termovízne a grafické



Zdroj: F. Vranay

Aplikácie kolektorov pre administratívne budovy

Obr. 6.33 Porovnanie aplikácie kolektorov: a) na konštrukcii strechy, b) súčasť strešnej krytiny

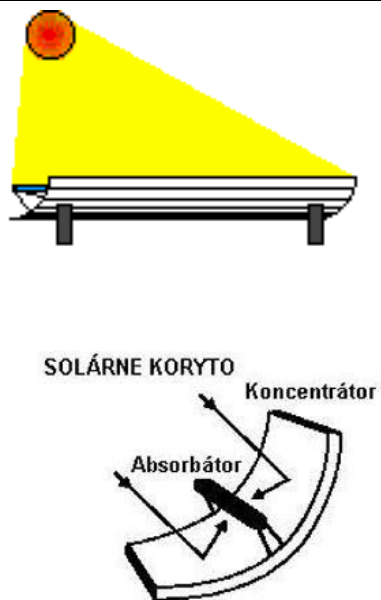


Zdroj: F. Vranay

Kolektory koncentrujúce – solárne parabolické korytá

Systémy využívajú parabolické zrkadlá v tvare korytá, ktoré koncentruje slnečné žiarenie do potrubia umiestneného do ohniska zariadenia. V potrubí prúdi kvapalina, ktorá sa ohrieva na takmer 400 stupňov.

Obr. 6.34 Solárne korytá

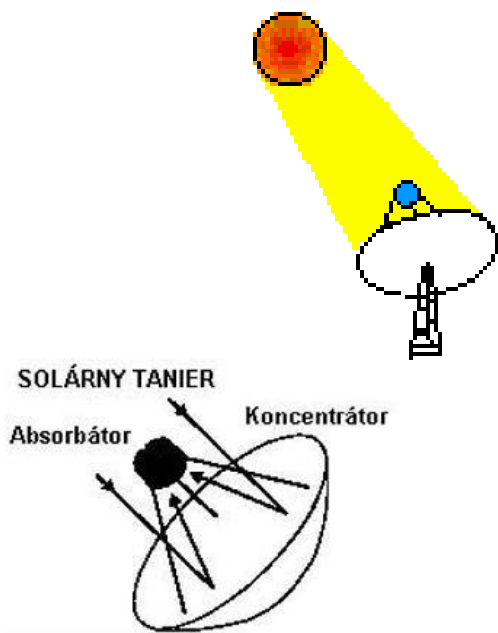


Zdroj: F. Vranay

Kolektory koncentrujúce – solárne taniere

Systémy využívajú sústavu parabolických zrkadiel v tvare tanierov (podobných satelitným anténam), ktoré koncentrujú slnečné žiarenie do absorbátora umiestneného v ohnisku taniera. Kvapalina v absorbátore sa zohrieva až na 1000 stupňov Celzia a je využívaná priamo na výrobu elektriny v malej turbíne (napr. v Stirlingovom motore) pripojenej k absorbátoru.

Obr. 6.35 Solárne parabolické taniere

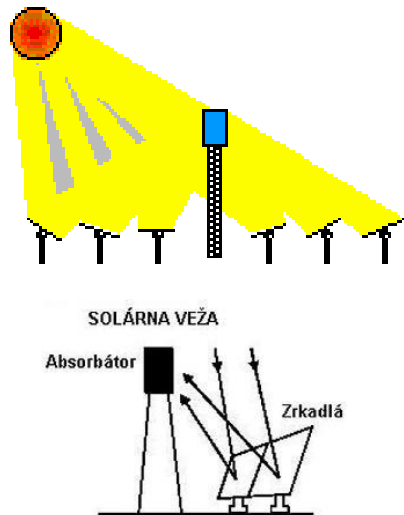


Zdroj: F. Vranay

Kolektory koncentrujúce – solárne veže

Solárne veže využívajú kruhové pole osadené veľkými zrkadlami natáčanými smerom k Slnku a koncentrujúcimi lúče do ohniska centrálnej veže. Absorbované teplo sa odovzdáva kvapaline, z ktorej sa v parogenerátore vyrába para poháňajúca turbínu vyrábajúcu elektrinu. Natáčanie je riadené počítačom. Teploty, ktoré sú dosahované v absorbátore sa pohybujú od 538 do 1482 stupňov Celzia.

Obr. 6.36 Solárne veže



Zdroj: F. Vranay

6.5.2 Systémy so slnečnými kolektormi

Rozdelenie slnečných systémov s kolektormi

Podľa spôsobu odovzdávania energie :

- S priamym odovzďavaním tepla
- Do zásobníka s akumuláciou
- Do kvapaliny
- Do tuhej hmoty (náplň z kameniva u vzduchových kolektorov)
- Do látky so zmenou skupenstva

Podľa teplotnej látky :

- Vodné systémy
- Vzduchové systémy

Podľa časového využitia:

- Sezónny ohrev vody
- Pre celoročný ohrev teplej vody
- Pre podporu vykurovania s krátkodobou akumuláciou tepla
- Pre podporu vykurovania s dlhodobou akumuláciou tepla

Použitie slnečných systémov s kvapalinovými kolektormi

Podľa spôsobu odovzdávania energie do akumuláčnej nádrže:

- Otvorený kolektorový okruh bez výmenníka

V kolektore v rúrkach a zásobníku prúdi kvapalina (voda).

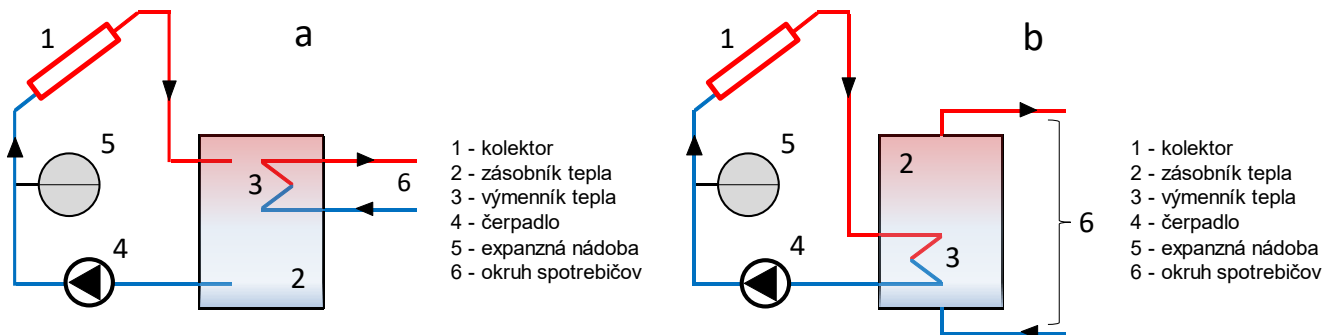
- Výhody
 - nie je potrebná drahá nemrznúca zmes.
- Nevýhody
 - nemožné využívať v zimných mesiacoch, je nutné systém vypustiť, čím sa chráni pred zamrznutím.

- Uzavretý kolektorový okruh (povrchovým výmenníkom)

V kolektore v rúrkach a výmenníku prúdi nemrznúca zmes (solaren, glykol, ...).

- Výhody
 - možná celoročná prevádzka
- Nevýhody
 - dodatočné náklady za nemrznúcu zmes
 - nemrznúca zmes má nižšie merné teplo ako voda, takže nie je schopná transportovať v rovnakom objeme také množstvo tepla
 - hustota nemrznúcej zmesi je vyššia ako u vody, preto je nutná väčšia čerpacia práca
 - postupná degradácia nemrznúcej zmesi, (životnosť kvapaliny cca 5 rokov), kvôli zníženiu nákladov za nemrznúcu zmes je oddelená od ostatnej kvapaliny výmenníkom, čím sa minimalizuje jej objem, nakoľko sa nenachádza v objeme zásobníka.

Obr. 6.37 Otvorený (a) a uzavretý (b) kolektorový okruh



Zdroj: F. Vranay

Podľa spôsobu cirkulácie kvapaliny v okruhu kolektorov:

- Prirodzená cirkulácia (samotiažou)

Kolektor je pod úrovňou akumuláčnej nádrže

- Výhody
 - Na cirkuláciu nie je potrebné čerpadlo
 - Pri oslnení kolektora sa voda v kolektore zahrieva, čím sa znižuje jej objemová hmotnosť. To spôsobuje samotiažový efekt, ktorý teplú vodu vytláča do zásobníka a ťažšiu studenú tlačí do kolektora. Čím je oslnenie intenzívnejšie, nastáva väčší teplotný rozdiel a následne

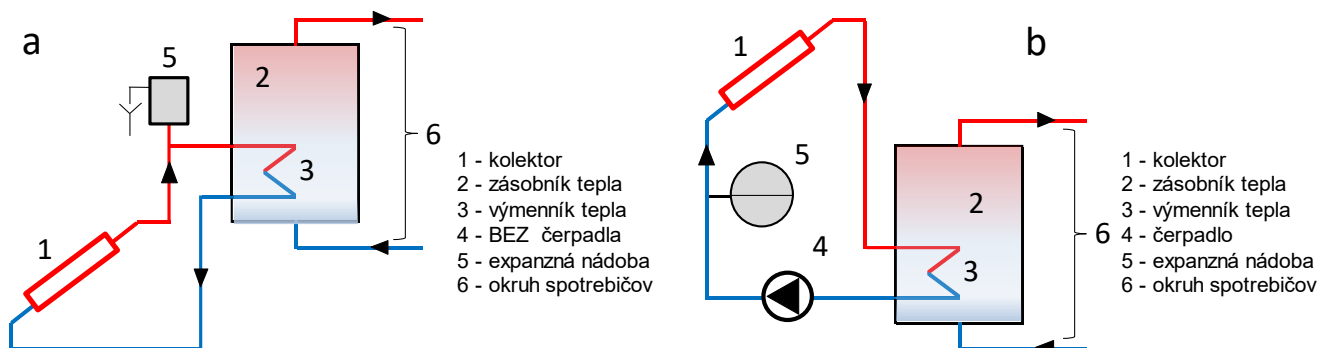
intenzívnejšia cirkulácia. Ak slnko neožaruje kolektor, voda v ňom vychladne a cirkulácia sa automaticky zastaví

- Bezporuchová prevádzka
- Nie je potrebná elektronická regulácia
- Nevýhody
 - Poloha zásobníka musí byť vyššie ako kolektory, čo je niekedy problém zabezpečiť
 - Zásobník s vodným objemom má vysokú hmotnosť, čo spôsobuje problémy so statikou a spôsobom umiestnenia nádrže
 - Pre správnu funkciu samotiaže je nutné použiť potrubia s väčšími dimenziami
- Nútená cirkulácia (čerpádlom)

Poloha kolektorov a nádrží je ľubovoľná, cirkuláciu zabezpečuje obehové čerpadlo

 - Výhody
 - Vzhľadom k použitiu obehového čerpadla je možné použiť potrubia menšej dimenzie (spravidla kvôli agresívnej nemrznúcej zmesi sa používajú drahšie medené potrubia)
 - Nevýhody
 - Potreba obehového čerpadla a elektrickej energie na prevádzku
 - Nutná elektronická regulácia spínania systému
 - Možná poruchovosť systému.

Obr. 6.38 Kolektorový okruh s prirodzenou cirkuláciou (a) a s nútenou cirkuláciou (b)



Zdroj: F. Vranay

Podľa celkovej koncepcie ohrevu je systém:

- Monovalentný (jediný zdroj sú slnečné kolektory)
 - Výhody
 - Jediný zdroj, lacný systém
 - Jednoduchá regulácia
 - Nevýhody
 - Nestabilná dodávka energie v prípade solárneho systému
- Kombinovaný bivalentný (dva zdroje)

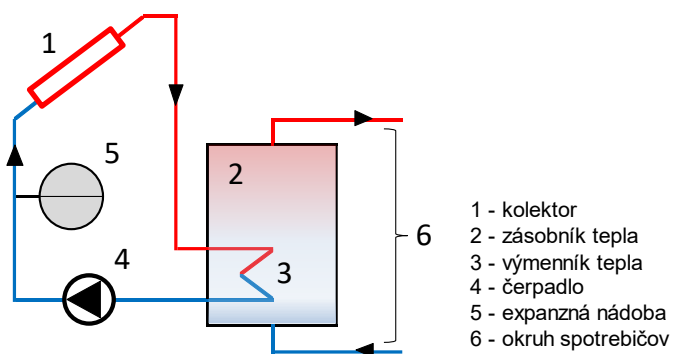
Bez ohľadu na to ktorý je hlavný zdroj (dodáva viac energie do systému) je podstatné umiestnenie pripojenia zdrojov do zásobníka. Odber tepla kvôli vrstveniu teploty vody v zásobníku je z hornej časti kde je voda najteplejšia. Zásada je pripájať prevádzkovo najlacnejší zdroj na spodnú časť (solár), kde je voda najchladnejšia a tým sa zvyšuje účinnosť výroby tepla v solárnom systéme. Ak solár nepostačuje, ohrieva sa len horná časť zásobníka bivalentným zdrojom (tepelné čerpadlo, kotol, elektrická špirála, ...)

- Výhody
 - Maximálne využitie lacného zdroja solárneho systému
 - Chýbajúca energia sa dopĺňa z bivalentného zdroja
- Nevýhody
 - Nároky na reguláciu
- Kombinovaný trivalentný (tri zdroje)

Platia rovnaké zásady pripojenia, podľa prevádzkových nákladov na výrobu tepla. Prevádzkovo najlacnejší je solár pripojený dole, vyššie napr. tepelné čerpadlo, a na najvyššie kotol, alebo elektrická špirála.

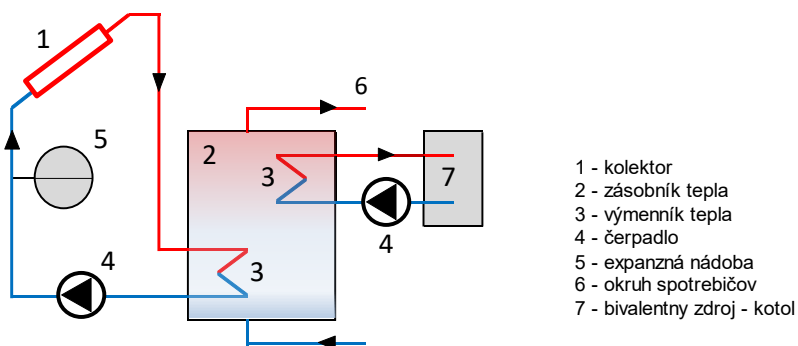
 - Výhody
 - Maximálne využitie lacného zdroja solárneho systému
 - Chýbajúca energia sa dopĺňa z ďalších zdrojov
 - Pripájanie zdrojov podľa aktuálnej výhodnosti
 - Nevýhody
 - Nároky na reguláciu
 - Náklady na realizáciu.

Obr. 6.39 Monovalentný systém



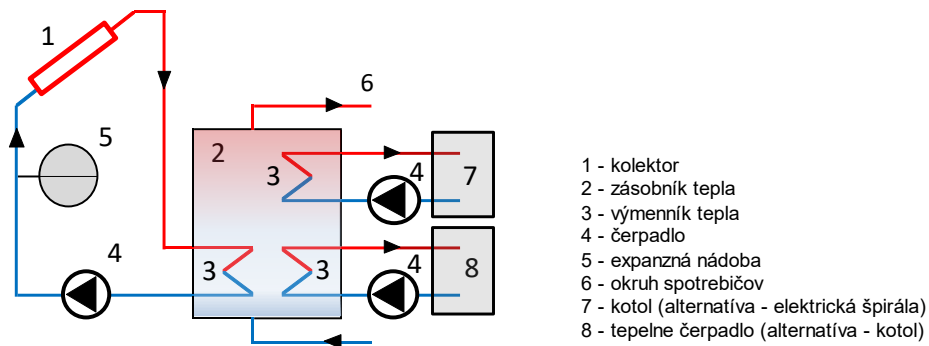
Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.40 Bivalentný systém



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.41 Trivalentný systém



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.42 Hlavné prvky systému solárnych kolektorov



Legenda: a – kolektor, b-výmenník tepla, c-čerpadlo, d-expanzná nádoba, e-zásobník

Zdroj: F. Vranay

Použitie slnečných systémov s kvapalinovými kolektormi

Solárny systém na prípravu teplej vody

Solárny systém je vhodný na prípravu teplej vody hlavne v letných mesiacoch, kedy je vysoký tepelný zisk. Spôsoby ohrevu teplej vody sú schematicky znázornené na obrázkoch 6.31 až 6.35.

- Výhody
 - Využitie lacného tepla zo solárneho systému
 - Dlhá životnosť solárnych systémov
- Nevýhody
 - Nerovnomerný zisk a dodávka tepla
 - Nutnosť doplniť o bivalentný zdroj na výrobu chýbajúcej energie
 - Pri nesprávnom návrhu, alebo výpadku odberu nutnosť likvidácie prebytočnej získanej energie
 - Nároky na reguláciu

Spôsob návrhu solárneho systému na predohrev teplej vody pre administratívnu budovu

- Definovanie odberového diagramu
- Výpočet solárnych ziskov pre parametre ohrevu teplej vody
- Návrh veľkosti kolektorovej plochy
- Návrh akumulácie tepla

Zásady návrhu solárneho systému na ohrev teplej vody, pri zanedbaní kolísania teploty studenej vody počas roka

- Optimálne navrhnutý monovalentný systém zabezpečí pokrytie (úspora) cca 60% tepla za rok na ohrev TV chýbajúce teplo dohrejete bivalentný zdroj
- Plocha kolektorov 1,5 - 2 m² kolektora na osobu
- Spotreba vody 40 - 50 litrov na osobu/deň
- Teplota TV 45 - 50°C
- Objem solárnej akumuláčnej nádrže = (spotreba vody l/osobu,den x 2,5), príklad (45 x 2,5 = 112,5 l/osobu)
- Energetické straty závisia od spôsobu akumulácie a distribúcie (cirkulačné straty) z=0,2–0,5
- Pre potreby výpočtu uvažujeme s 1 osobou. Pri inom počte je potreba súčinom počtu osôb

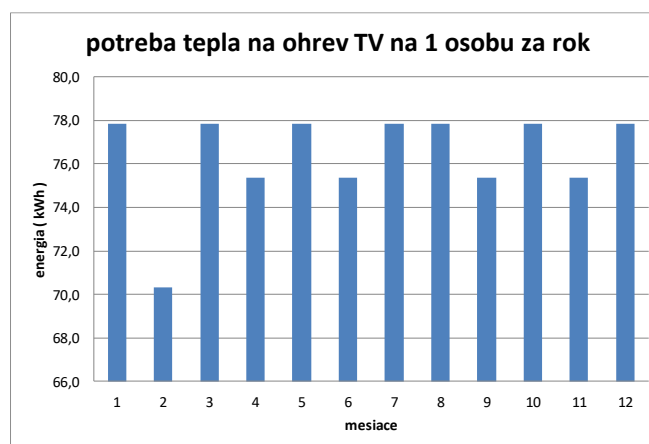
POZOR

- Pri predimenzovanej ploche kolektorov v lete nastáva prebytok tepelnej energie, môže spôsobiť prehriatie (vrenie) vody čo sa považuje za havarijný stav, ak sa vhodne neeliminuje
- Pri malom akumuláčnom zásobníku sa voda prehreje na vysokú teplotu s malým objemom, solár má výrazne nižšiu účinnosť výroby tepla, a dôsledkom je nedostatočné množstvo teplej vody
- Pri predimenzovanom akumuláčnom zásobníku je teplota v zásobníku nízka, čo má za následok potrebu dohrevu pomocou bivalentného zdroja s nákladnejšou prevádzkou

Obr. 6.43 Parametre pre výpočet potreby tepla na ohrev teplej vody

| | | | |
|-------------------------|--------------|--------------|-------------------------|
| pocet osob | PO | 1 | [-] |
| potreba vody na osobu | $V_{TV,os}$ | 45 | [litre/deň] |
| celkova potreba vody | V_{TV} | 0,045 | [m ³ /deň] |
| teplota studenej vody | θ_1 | 10 | [°C] |
| teplota ohriatej vody | θ_2 | 50 | [°C] |
| koeficient energ. strát | z | 0,2 | [-] |
| merna hmotnosť TV | ρ | 1 000 | [kg/m ³] |
| merna tep. Kapacita TV | c | 4,186 | [kJ/(kg.K)] |
| denna spotreba tepla | $Q_{TV,den}$ | 2,512 | [kWh] |

$$Q_{TV,den} = (1+z) \cdot (\rho \cdot c \cdot V_{TV} \cdot (\theta_2 - \theta_1)) / 3600$$



Zdroj: F. Vranay

Solárny systém na podporu vykurovania AB:

Solárny systém na podporu vykurovania je vhodný len v prípadoch, keď letné prebytky je kde využiť.

- Výhody
 - Využitie lacného tepla zo solárneho systému
 - Dlhá životnosť solárnych systémov
 - Využitie v kombinácii s ohrevom teplej vody
- Nevýhody

- V zimných mesiacoch veľmi nízky zisk tepla zo solárnych panelov (nízka úroveň žiarenia, krátke doby slnečného svitu)
- Veľmi nízka účinnosť solárneho systému v zime
- Nutnosť doplniť o bivalentný zdroj na výrobu chýbajúcej energie
- Sneženie a námraza zakrýva solárne panely, problém s odstraňovaním
- Potreba umiestnenia letných prebytkov energie
- Nároky na reguláciu

Spôsob návrhu solárneho systému na podporu vykurovania pre administratívnu budovu

- Definovanie odberového diagramu
- Výpočet solárnych ziskov pre parametre vykurovania
- Návrh veľkosti kolektorovej plochy
- Návrh akumulácie tepla
- Spôsob využitia letných prebytkov energie

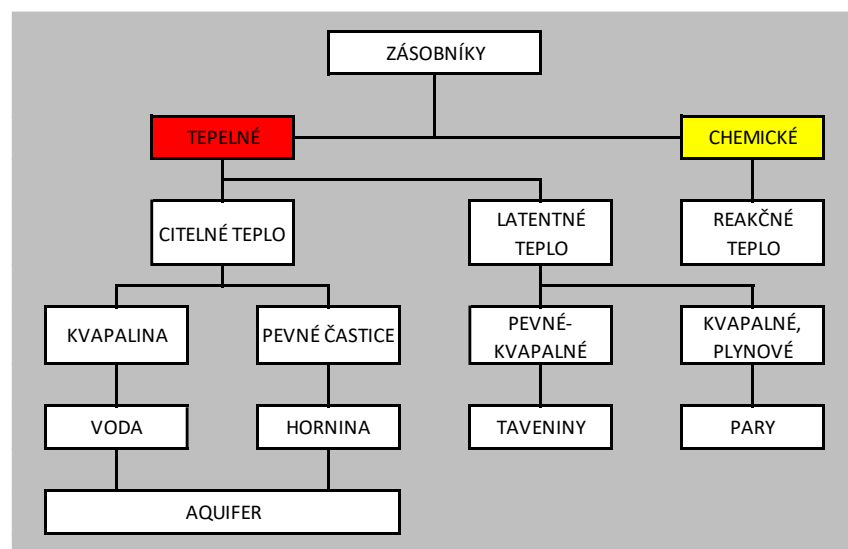
Solárne zásobníky

Solárne zásobníky sú zariadenia na uskladňovanie energie pre odber v inom časovom období ktoré sa líši od obdobia výroby energie.

Základné kritériá pre zásobníky tepla:

- Hustota akumulácie tepla a súvisiaca veľkosť
- Účinnosť (straty, exergia)
- Cena
- Životnosť
- Bezpečnosť
- Ekológia

Obr. 6.44 Rozdelenie zásobníkov podľa spôsobu akumulovanej energie



Zdroj: F. Vranay

Rozdelenie zásobníkov podľa časových parametrov akumulácie:

- Krátkodobé zásobníky (denné, viacdenné) využívajú sa pre akumuláciu zo dňa na noc,
- Dlhodobé zásobníky dlhodobo (rádovo mesiace) uchovávajú solárne zisky pre využitie v inom ročnom období

Podľa typu zásobníkov:

- Akumulačné bez teplovýmennnej plochy
- Monovalentné s 1 teplovýmennou plochou
- Bivalentné s 2 teplovýmennými plochami
- Multivalentné s viacerými teplovýmennými plochami

Podľa tlaku vody:

- Tlakové zásobníky nutný expanzný systém
- Netlakové nutné oddeliť od ostatných systémov cez výmenník tepla

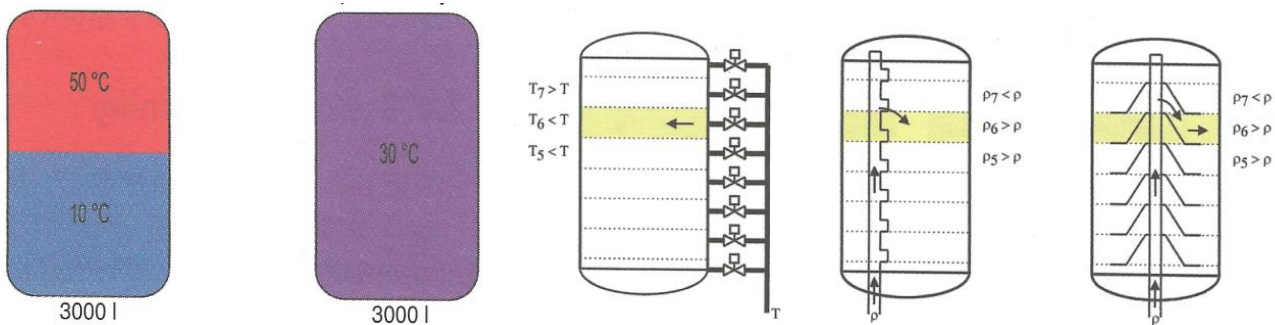
Podľa účelu použitia:

- Zásobník teplej vody podlieha požiadavkám na hygienu teplej vody
- Zásobník vykurovacej vody akumulujú tepelnú energiu
- Kombinované pre ohrev TV aj pre vykurovanie

Podmienky účinnej akumulácie – vrstvenie vody v zásobníku

Akumulácia tepla v zásobníku je za účelom pripravenia energie pre odber. V oboch zásobníkoch je rovnaké množstvo energie. V prvom je teplota vody 50°C postačujúca priamo na odber. V druhom prípade teplota je nízka a pre zabezpečenie požadovanej kvality vody je nutné vodu dohrievať iným zdrojom. Pre optimálne vrstvenie teploty vody v zásobníku je vhodné použiť zásobníky štíhle a vysoké, alebo so špeciálnym systémom ktorý vnútornou konštrukciou systémom rúr a prepážok zabezpečí vrstvenie teploty vody.

Obr. 6.45 Porovnanie rôznych systémov zapojenia zásobníkov tepla



Teplota je rozvrstvená

Dokonale premiešaná voda

Zdroj: F. Vranay



Zdroj: F. Vranay

6.5.3 Fotoelektrická premena

Fotovoltaika

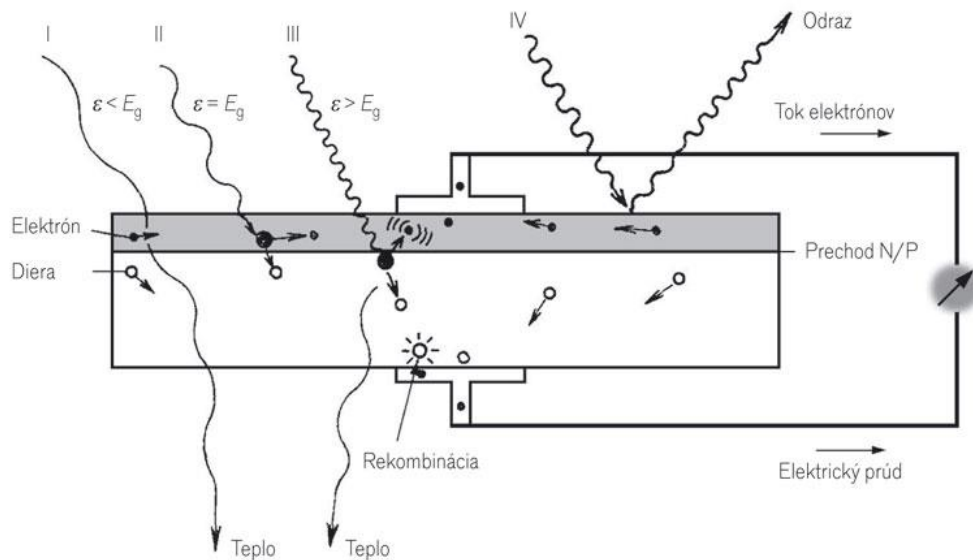
Fotovoltaika znamená priamu premenu slnečnej energie na elektrinu. Slnečné žiarenie nám neposkytuje len teplo, ale je ho možné využiť aj na výrobu elektrickej energie. Fyzikálny proces, ktorý to umožňuje sa nazýva fotovoltický jav a zariadenia využívajúce tento jav sa nazývajú fotovoltické články - tie priamo premieňajú slnečné žiarenie na elektrickú energiu. Z hľadiska ochrany životného prostredia sa jedná o mimoriadne čistý - bezodpadový zdroj energie, pri využívaní ktorého nevznikajú žiadne škodlivé emisie, hluk, a ktorý nesprievádzajú žiadne riziká vyplývajúce z ich prevádzky. A predovšetkým Slnko ako zdroj je z pohľadu ľudských potrieb nevyčerpatelný.

História fotovoltaiky

Fotovoltaika (FV) je výraz odvodený z gréckeho slova "photos" (svetlo) a názvu jednotky napätia – volt podľa talianskeho fyzika Alessandra Volta. Vývoj slnečných článkov má za sebou relatívne dlhú históriu siahajúcu až do roku 1839, kedy mladý francúzsky fyzik Alexander Edmund Becquerel objavil fotovoltický jav pri experimentovaní s kovovými elektródami ponorenými v elektrolyte. Prvý fotovoltický článok, v tuhej fáze bez nutnej potreby elektrolytu, vyvinuli Adams a Day v roku 1887. V roku 1883 americký elektrikár Charles Edgar Fritts skonštruoval selénový solárny článok. Článok mal účinnosť premeny svetla na elektrinu 1% až 2% (takéto selénové články sa používajú ešte aj dnes v senzoch rôznych kamier). V roku 1904 fyzikálne fotovoltaiku popísal Albert Einstein a v roku 1921 mu bola za „prácu pre rozvoj teoretickej fyziky, obzvlášť objav zákona fotoelektrického efektu“ udelená Nobelova cena. V roku 1930 nemecký fyzik Walter Schottky teoreticky objasnil princíp fotovoltického javu. Russell S. Ohl si nechal v roku 1946 patentovať kremíkový fotovoltický článok v USA. S objavením tranzistoru v roku 1947, kde hlavným prvkom bolo použitie kremíka, sa položili skutočné základy pre vývoj solárnych článkov na premenu slnečnej energie na energiu elektrickú. V roku 1950 bol Czochralskim vyvinutý spôsob výroby vysoko čistého – polovodičového kremíka. V roku 1954 Bell Telephone Laboratories vďaka Czochralského metódy vyrobili kryštalický kremíkový fotovoltický článok s účinnosťou 4%, ktorá neskôr vzrástla na 11%. O sedem rokov neskôr od objavenia tranzistoru, skúsenosti a vedomosti o kremíku získané pri výrobe tranzistorov položili pevné základy pre vývoj solárnych článkov, ktoré sa ako prvé začali využívať pre kozmické účely. V tomto období bola cena fotovoltických článkov príliš vysoká, ale v kozmickom programe cena nehrala žiadnu zásadnú úlohu, keďže fotovoltické články boli jediným spôsobom, ako získať elektrickú energiu vo vesmíre. V roku 1958 bol v americkom vesmírnom satelite Vanguard inštalovaný malý rádiový vysielateľ s výkonom 1 Watt napájaný kremíkovým solárnym článkom. Od tohto obdobia vesmírny program zohráva veľkú úlohu vo výskume a samotnom vývoji fotovoltických článkov. V sedemdesiatych rokoch minulého storočia sa začali uplatňovať solárne fotovoltické články aj v bežných prevádzkach, vďaka poklesu cien jednotlivých solárnych zariadení. V období prvej

veľkej ropnej krízy (1973-74) a bezprostredne po nej sa viacero krajín začalo zaoberať otázkou, ako sa zbaviť závislosti na rope. Následne sa do vývoja a výroby fotovoltaických článkov začali investovať nemalé finančné prostriedky, čo malo za následok inštalovanie viac ako 3100 systémov na výrobu elektriny len v USA. Viaceré z týchto systémov pracujú dodnes.

Obr. 6.47 Schéma premeny slnečného žiarenia na elektrickú energiu



Zdroj: F. Vranay

Princíp výroby elektrickej energie pomocou fotovoltaiky

Princíp spočíva v tom, že fotón dopadajúci na polovodičovú štruktúru s PN prechodom excituje elektrón a vytvorí tak dva nositeľa elektrického prúdu: voľný elektrón a diera. Solárne články sa skladajú z dvoch kremíkových vrstiev. Horná vrstva kremíka je polovodič typu N (vodivosť sprostredkujú elektróny), dolná vrstva kremíka je polovodič typu P (vodivosť sprostredkujú tzv. diery). Keď do blízkosti PN prechodu prenikne fotón, dôjde k fotoefektu a uvoľnené elektróny začnú prechádzať do hornej vrstvy. Elektróny v spodnej vrstve začnú preskakovať z jedného atómu na druhý, aby zaplnili prázdne miesta. Voľné elektróny v hornej vrstve sa odvádzajú z článku do elektrického obvodu, do ktorého je solárny článok vsadený. Takto vzniká v obvode elektrický prúd počas doby, kedy na solárny článok dopadá svetlo. Elektrická energia sa týmto spôsobom vyrába nehlučne, bez akýchkoľvek pohyblivých súčastí a bez vedľajších produktov. Fotovoltaický systém pracuje automaticky, bez obsluhy a veľkých nárokov na údržbu.

Fototerálna konverzia je založená na odoberaní tepelnej zložky slnečného žiarenia. Je to najjednoduchší spôsob premeny. Deje sa v zariadeniach:

- Fotoelektrická premena
- Termoelektrická premena
- Termoemisná premena
- Palivové články
- Slnečné elektrárne

Generačný vývoj fotovoltaických článkov

Prvá generácia

Táto generácia sa vyznačuje použitím monokryštalického kremíka na výrobu fotovoltaických článkov. Fotovoltaické články vyrobené na báze kremíka sú v súčasnej dobe najviac používanými a predávanými na trhu, vďaka ich dobrej účinnosti premeny energie (až do 24 %) a stabilného výkonu. Ich veľkou nevýhodou je použitie veľmi čistého, a tým pádom drahého kremíka.

Druhá generácia

Použitie drahého kremíka vo fotovoltaických článkoch prvej generácie bolo impulzom pre zníženie výrobných nákladov použitím tenkovrstvových článkov. Články druhej generácie sa vyznačujú použitím až 1000 krát tenšej aktívnej absorpčnej polovodičovej vrstvy (thin-film). Najbežnejšie články sa vyrábajú z mikrokryštalického, polykryštalického a amorfného kremíka. Hlavnou nevýhodou druhej generácie fotovoltaických článkov je ich nízka účinnosť (pod 10 %) a menšia stabilita výkonu, kedy účinnosť klesá s časom používania. V súčasnej dobe sa používajú flexibilné materiály, ktoré umožňujú širšie použitie fotovoltaických článkov od fotovoltaických fólií až po autonómne nabíjacie zariadenia.

Tretia generácia

Fotovoltaické články sa vyznačujú tým, že k separácii nábojov a na maximalizáciu počtu absorbovaných fotónov sa používajú iné metódy a materiály ako polovodiče. Sú to napríklad fotoelektrochemické (fotogalvanické) články, polymérne články, nanoštruktúry vo forme uhlíkových nanotrubičiek alebo nanotyčínok. Zatiaľ jediným komerčne fungujúcim článkom tretej generácie sú viacvrstvé solárne články (dvojvrstvé alebo trojvrstvé), ktoré využívajú p-i-n prechod na absorbovanie určitej časti spektrálneho slnečného žiarenia a maximálnej možnej miere sa využije energetická využiteľnosť fotónu. Vo všeobecnosti majú tieto články problém s nízkou účinnosťou a stabilitou výkonu.

Materiály fotovoltaických článkov

Najčastejšie použitie polovodičových materiálov je v diódach, tranzistoroch, a tak ďalej. Polovodiče sa stali neoddeliteľnou súčasťou slnečného priemyslu. O ich vhodnosti na výrobu fotovoltaických článkov rozhoduje predovšetkým šírka zakázaného pásma energií, ktorá by sa mala pohybovať v rozmedzí od 1,1 eV do 1,7 eV. Ďalšími dôležitými vlastnosťami sú vysoká pohyblivosť a dlhá životnosť minoritných nosičov náboja.

Kremík (Si) – Najbežnejšie a najdlhšie používaný materiál na výrobu fotovoltaických článkov. Kremík patrí medzi najčastejšie sa vyskytujúce prírodné materiály na zemi. Napriek tomu sa na výrobu fotovoltaických článkov využíva iba jedno percento z dostupného množstva kremíka. Na samotnú výrobu článkov sa kremík používa vo viacerých podobách.

Monokryštalický kremík – Najstarší používaný materiál na výrobu fotovoltaických článkov využívaných v praxi. Na začiatku články dosahovali iba 6% účinnosť. Na dlhšiu dobu sa pokrok vo výskume pozastavil, dôvodom čoho bol vesmírny program. Kremík je aj v súčasnosti drahým materiálom, preto sa vedci snažili o využitie lacnejších materiálov a výskumu zvyšovania účinností sa venovala slabá pozornosť. V dnešnej dobe sa pokrok urýchlil aj v tejto sfére, čoho výsledkom bolo zvýšenie účinnosti na 18% v bežnej prevádzke. Samotný kremíkové monokryštalické články sa vyrábajú z ingotov polykryštalického kremíka vyrábaných pomocou Czochralského metódy. Ingoty sa následne narezú na tenké plátky o hrúbke 0,35 až 0,1 mm. Na povrch sa pridá vrstva fosforu, ktorá zabezpečí polovodičový PN prechod

Polykryštalický kremík – V dnešnej dobe sa tento materiál najčastejšie používa na výrobu fotovoltaických článkov. Samotná výroba je jednoduchšia ako pri monokryštalických článkoch, ale je tu nižšia celková účinnosť a nižší vyrobený prúd. Nižšia účinnosť je v dôsledku vyššieho odporu pri stykoch kryštálových zŕn. Výroba je založená buď na odlievaní článkov do foriem alebo rezaním ingotov.

Multikryštalický kremík – Odroda polykryštalického kremíka, ktorý dosahuje vyššiu účinnosť (do 14%) a je podstatne lacnejší ako monokryštalický kremík. Z dôvodu znižovania odporu pri stykoch jednotlivých kryštálov, je tu snaha o výrobu článkov použitím čo najväčších kryštálov.

Amorfny kremík – Tento materiál nemá kryštalickú štruktúru a po chemickej úprave s vodíkom, sa zlepšujú jeho vodivostné vlastnosti. Jeho výhodou je nízka cena a pri samotnej výrobe sa spotrebuje menšie množstvo tohto materiálu, vďaka vysokej pohltivosti slnečnej energie pri vrstvách tenších ako 1 mm. Nevýhodou amorfného kremíka je jeho nízka účinnosť premeny energie, ktorá sa pohybuje v rozmedzí 5% až 7%. Tenká vrstva fotovoltického článku vyrobeného z amorfného kremíka a jeho nízka cena predurčuje tento materiál na výrobu článkov do kalkulačiek [43]

Arzenid galitý (GaAs) – Fotovoltické články vyrobené na báze arzenu a gália majú výhodu v tom, že pri vyšších teplotách nestrácajú veľmi svoju účinnosť ako je to u kremíkových článkov. Pri koncentrácii slnečného žiarenia sa používa menšie množstvo GaAs bez zníženia jeho účinnosti. Vďaka tejto vlastnosti sa používajú pri koncentrátoroch. Medzi značné nevýhody patrí ich krehkosť, vzácnosť gália a jedovatosť arzenu.

Telurid kademnatý (CdTe) – Vyznačuje sa veľmi dobrou schopnosťou absorbovať slnečné žiarenie. Nie je možné ho však aplikovať na väčšie rozmery, pretože je to veľmi vzácny materiál v zemskej kôre. Uplatnenie tak získa v domácnostiach a drobnej elektrotechnike [16].

Sulfid kademnatý (CdS) – Fotovoltické články vyrobené zo sulfidu kademnatého sa nepovažujú za perspektívne, pretože tieto články majú nízku stabilitu. Pôvodne boli články navrhnuté pre kozmický priemysel, vďaka nízkej hmotnosti a pomerne jednoduchom získaní 10% účinnosti. Jedna z možných aplikácií sa naskytá pri zlúčení s teluridom kademnatým [43].

Pripojenie fotovoltických článkov

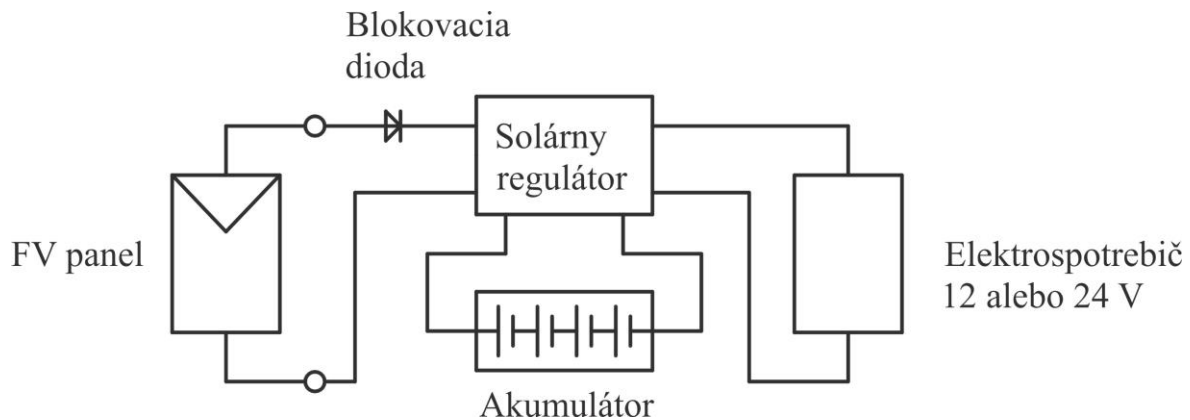
Z hľadiska aplikácie môžeme fotovoltické systémy rozdeliť na autonómne, hybridné a priamo napojené do elektrickej siete.

Autonómny systém (grid-off) – táto aplikácia FV systémov sa používa na miestach, kde nie je možné, alebo nie je vhodné sa priamo napojiť na elektrickú sieť. Autonómny systém môže byť s akumuláciou, alebo bez akumulácie elektrickej energie:

Autonómny systém s priamym napájaním – systém sa používa v menších aplikáciách, ktoré nie sú závislé na neustálom slnečnom žiarení, ako sú napríklad kalkulačky, hodinky, atď. V súčasnej dobe je veľký dopyt po malých prenosných nabíjačkách na mobility a počítače.

Autonómny systém s akumuláciou elektrickej energie – nutnou súčasťou systému je akumulátor, ktorý zabezpečuje naakumulovanie elektrickej energie vyprodukovanej zo slnečného žiarenia pre potreby, kedy nie je dostatok slnečného žiarenia a je vyššia spotreba energie (Obr.6.50).

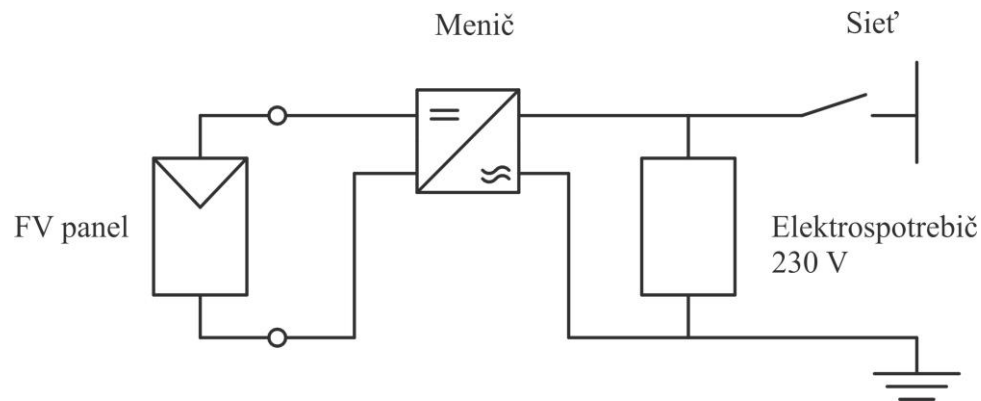
Obr. 6.48 Schéma autonómného fotovoltaického systému



Zdroj: F. Vranay

Priame pripojenie na elektrickú sieť (grid-on) – najviac využívaný systém pripojenia fotovoltaických panelov. Široké uplatnenie tohto FV systému je v oblastiach, kde je dostatočné pokrytie elektrickou rozvodnou sieťou. Systém nepotrebuje žiaden akumulátor, pretože vyrobená elektrina sa buď priamo spotrebuje spotrebičmi v budove, alebo prebytočná vyrobená elektrická energia sa dodáva do elektrickej rozvodnej siete. Pri tomto zapojení sa dá očakávať návratnosť systému (Obr. 6.51).

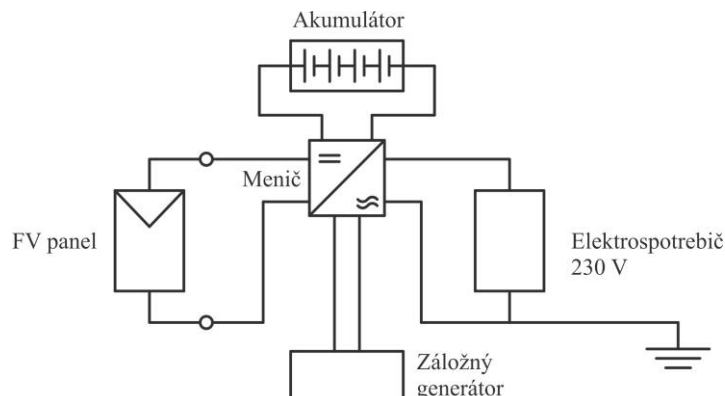
Obr. 6.49 Schéma priameho pripojenia fotovoltaického systému do rozvodnej siete



Zdroj: F. Vranay

Hybridný systém – autonómny systém pripojenia, ktorého súčasťou je aj pomocný generátor. Za takýto generátor považujeme napríklad dieselaagregát, vodnú alebo veternú elektrárňu. Samotný systém sa vyznačuje zložitejšou reguláciou, čo je zapríčinené optimalizáciou všetkých energetických zdrojov (Obr.6.50).

Obr. 6.50 Schéma hybridného fotovoltaického systému [16]

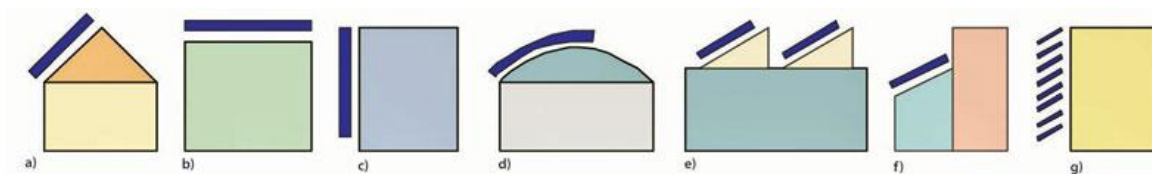


Zdroj: F. Vranay

Možnosti inštalácie fotovoltaických článkov

Inštalácia fotovoltaických modulov môže byť prevedená dvoma spôsobmi. Prvým spôsobom uchytenia panelov, ktorý sa vo väčšine prípadov používa pre strechy a fasády, je pevná inštalácia (nepohovateľná). Na nasledujúcom obrázku sú najčastejšie spôsoby začlenenia FV prvkov do budov (Obr. 6.53).

Obr. 6.51 Spôsoby začlenenia fotovoltaických prvkov do budov



a – šikmá strecha, b – plochá strecha, c – fasáda, d – tenkovrstvové FV systémy na veľké strešné plochy, e – priemyselné aplikácie, f – semitransparentné FV systémy pre átria a výplne otvorov, g – vonkajšie tieniace systémy

Zdroj: F. Vranay

Na základe stavebného, architektonického a funkčného vzťahu fotovoltaika – budova existujú tri hlavné kategórie opisujúce spôsob inštalácie FV panelov:

- FV panely v otvorenej polohe – prevažne FV panely, ktoré nesú rámové konštrukcie na plochých strechách – nízka miera integrácie,
- FV panely v tesnej blízkosti iných konštrukcií – FV panely ako súčasť fasádnych či strešných plášťov alebo fotovoltaické tieniace prvky a systémy – vysoká miera integrácie,
- FV panely na rozhraní vonkajšieho a vnútorného prostredia – najmä semitransparentná fotovoltaika ako súčasť výplne otvorov – maximálna miera integrácie.

Druhým spôsobom uchytenia panelov je tzv. polohovaná inštalácia. Táto inštalácia sa využíva najmä pre otvorené priestranstvá, kde sa zamedzí nežiaducemu tieneniu okolitých objektov. Výhodou polohovateľného systému oproti pevnej inštalácii je zvýšenie produkcie elektrickej energie až o 37 %. Poznáme dva základne druhy takýchto sledovacích fotovoltaických zariadení. Prvou možnosťou sú jednoosové sledovacie systémy, ktoré umožňujú sledovanie slnka po oblohe pomocou naklonenia panelov v jednom smere.

Druhou možnosťou je využitie dvojosových sledovacích systémov, ktoré sledujú polohu slnka na oblohe vo všetkých smeroch.

Obr. 6.52 Jednoosový sledovací systém



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.53 Dvojosový sledovací systém



Zdroj: F. Vranay

Účinnosť premeny fotovoltaických článkov

Účinnosť premeny (potenciálne dopadajúceho) svetla na fotovoltaický článok na elektrickú energiu je najdôležitejším parametrom článku. Na celkovú účinnosť má vplyv niekoľko parametrov:

- čistota na povrchu
- odrazy na povrchu
- uhol dopadu - použitie natáčania zvyšuje cenu, znižuje spoľahlivosť a je potrebné zvážiť, či energetický zisk vyrovná príkon a cenu natáčacej sústavy
- reflektivita povrchu - kvôli veľkému rozdielu indexov lomu na rozhraní vzduch/polovodič je potrebné použiť prispôbovaciú (antireflexnú) vrstvu (resp. sústavu vrstiev)
- úzka oblasť absorpcie - nosiče nábojov generované mimo oblasť priestorového náboja PN prechodu nie sú separované, rekombinujú, a neprispievajú k výslednému prúdu. Preto je dôležité, aby PN prechod bol umiestnený čo najbližšie k povrchu a aby bol čo najširší

- absorpčné spektrum - u polovodičov je pomerne úzke, t.j. časť dopadajúcich fotónov prejde polovodičom a časť je absorbovaná, avšak na generáciu elektrón-dierového páru sa využije len časť ich energie, zvyšok sa mení na teplo, ďalšia časť sa mení len na teplo. Pre zvýšenie účinnosti sa používa sústava vrstiev rôznych kompozitných polovodičov (s rôznou šírkou zakázaného pásma) a teda s viacerými PN prechodmi nad sebou
- rekombinácia fotogenerovaných nosičov - pre zníženie je potrebné použiť čisté monokryštalické polovodiče
- sériový odpor (spôsobuje ohmické straty) :
 - polovodiča - fotogenerované nosiče prechádzajú P a N vrstvou polovodiča ku kontaktom na povrchu, preto je dôležitá vysoká vodivosť najmä substrátu
 - kontaktov - priehľadné horné kontakty (okrem vyššej ceny) majú významný sériový odpor (a aj nezanedbateľnú reflektivitu), preto sa aj napriek strate časti povrchu používajú nepriehľadné hrebeňovité kontakty.

K celkovej účinnosti celej fotovoltaickej sústavy pristupujú ešte straty v prepojeniach medzi článkami, účinnosť výkonovej elektroniky (meniča) prípadne účinnosť ukladania a znovuzískania energie v akumulátoroch.

Výhody fotovoltaických systémov

- používajú sa ako prakticky nevyčerpatel'ný zdroj energie
- pri prevádzke nevznikajú žiadne emisie alebo iné škodlivé látky
- prevádzka je úplne bezhlučná, bez pohyblivých dielov
- jednoduchá inštalácia solárneho systému
- prevádzka zariadenia prakticky nevyžaduje obsluhu, ľahká elektronická regulácia
- zariadenia majú vysokú prevádzkovú spoľahlivosť [47,48].

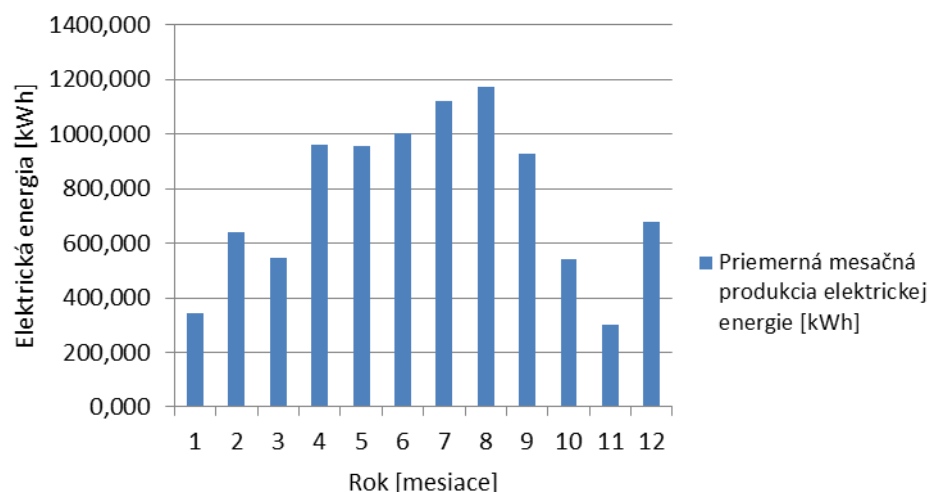
Nevýhody fotovoltaických systémov

- pomerne nízka priemerná ročná intenzita slnečného žiarenia
- krátka priemerná ročná doba slnečného svitu
- veľké kolísanie intenzity žiarenia v priebehu roka
- malá účinnosť premeny, a z toho plynúce nároky na plochu generátora
- vysoké investičné náklady na inštaláciu
- pomerne malá životnosť (20 rokov) v pomere k cene
- potreba záložného zdroja elektriny [47,48].

Výpočet produkcie elektrickej energie pomocou fotovoltaického systému pre administratívnu budovu

V našom prípade sa zameriame na simuláciu fotovoltaického systému, ktorý je už nainštalovaný na administratívnej budove. Tento systém obsahuje 40 fotovoltaických panelov s modulovým sklonom 36° od horizontálnej roviny a 13° odchýlkou od južnej strany smerom na západ. Pri tejto simulácii je možné následne potvrdiť správnosť fungovania výpočtového modelu, keďže tieto výsledky je možné porovnať s už nameranými hodnotami daného systému. Pri aplikácii výpočtového modelu sa zistili odchýlky vo výpočte, kedy sa pri mínusových vonkajších teplotách množstvo vyrobenej elektrickej energie neúmerne zväčšuje oproti hodnotám, ktoré sú v danom období predurčené. Dané odchýlky sú znázornené na nasledujúcom grafe. Po takomto zistení sa uvažovalo, ako upraviť výpočtový model tak, aby fungoval správne. Prišlo sa na jednoduché riešenie daného problému, kedy sa hodnoty vonkajšej teploty posunuli do kladných hodnôt, respektíve na nulovú teplotu. Vybrala sa najnižšia priemerná vonkajšia teplota. O rozdiel tejto vonkajšej teploty a nulovej teploty sa posunú všetky priemerné teploty smerom nahor.

Obr. 6.54 Priemerná mesačná produkcia elektrickej energie – pred úpravou



Zdroj: F. Vranay

Po zvolenej úprave sa hodnoty vypočítané pomocou výpočtového modelu dostali na úroveň, ktorá je predpokladaná na dané ročné obdobie.

V tabuľke sú rozpísané jednotlivé hodnoty, ktoré sú výsledkom simulácie fotovoltaického systému. Hodnota E_D nám udáva priemernú dennú hodnotu vyrobenej elektrickej energie a E_M je hodnota priemernej mesačnej vyrobenej elektrickej energie vďaka fotovoltaickému systému.

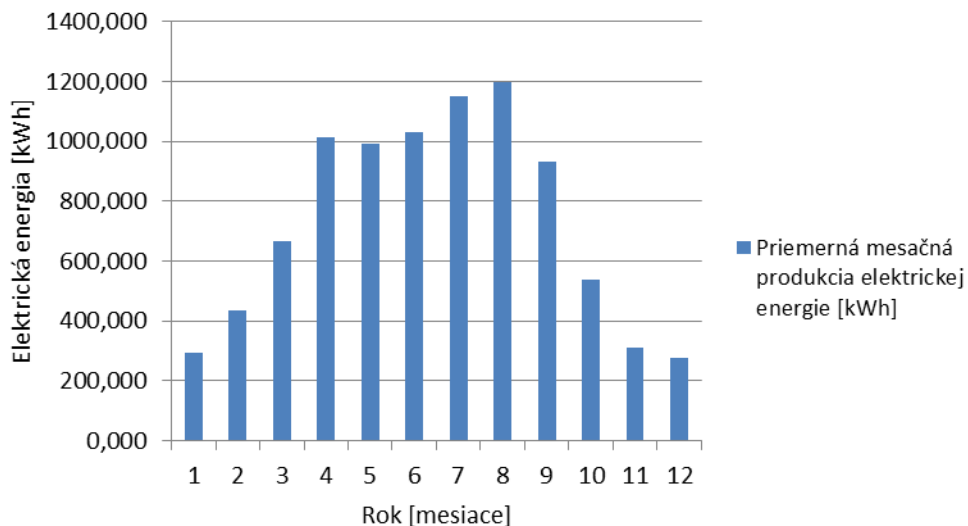
Tab. 6.1 Priemerné vypočítané hodnoty fotovoltaického systému

| mesiac | dni | E_D [kWh] | E_M [kWh] | H_D [kWh/m ²] | H_M [kWh/m ²] |
|----------------|-----|----------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| január | 31 | 9,5247 | 295,265 | 1,1465 | 35,540 |
| február | 28 | 15,4988 | 433,966 | 1,9524 | 54,666 |
| marec | 31 | 21,5105 | 666,825 | 3,2892 | 101,964 |
| apríl | 30 | 33,7266 | 1011,797 | 4,9611 | 148,834 |
| máj | 31 | 32,0030 | 992,094 | 4,6432 | 143,939 |
| jún | 30 | 34,4124 | 1032,372 | 4,9538 | 148,614 |
| júl | 31 | 37,1413 | 1151,382 | 5,3051 | 164,457 |
| august | 31 | 38,6433 | 1197,942 | 5,4747 | 169,716 |
| september | 30 | 31,0887 | 932,662 | 4,3438 | 130,314 |
| október | 31 | 17,3186 | 536,878 | 2,3573 | 73,076 |
| november | 30 | 10,3819 | 311,457 | 1,3664 | 40,993 |
| december | 31 | 8,9786 | 278,336 | 1,0624 | 32,934 |
| Ročný priemer | | 24,1857 | 736,748 | 3,4047 | 103,754 |
| Celkovo za rok | | | 8840,974 | | 1245,048 |

Zdroj: F. Vranay

Grafické vyjadrenie číselných hodnôt z tabuľky je vykreslené v nasledujúcom obrázku. Podľa predpokladov sa najväčšie množstvo elektrickej energie vyrobí v letných mesiacoch júl a august a najmenej v zimných mesiacoch.

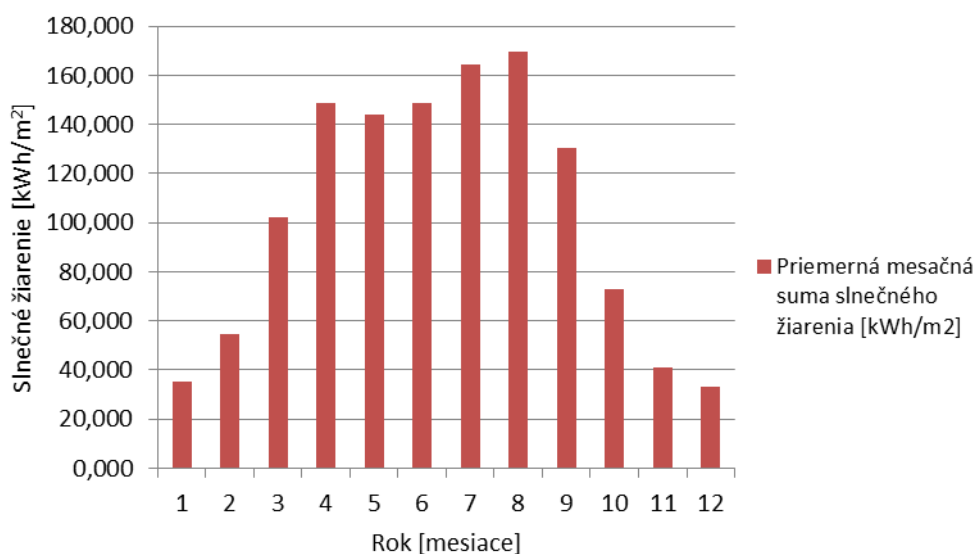
Obr. 6.55 Priemerná mesačná produkcia elektrickej energie



Zdroj: F. Vranay

Na ďalšom obrázku je naznačený priebeh priemerných vypočítaných hodnôt mesačného úhrnu slnečného žiarenia, ktoré dopadne na naklonenú oslnenú plochu 1 m².

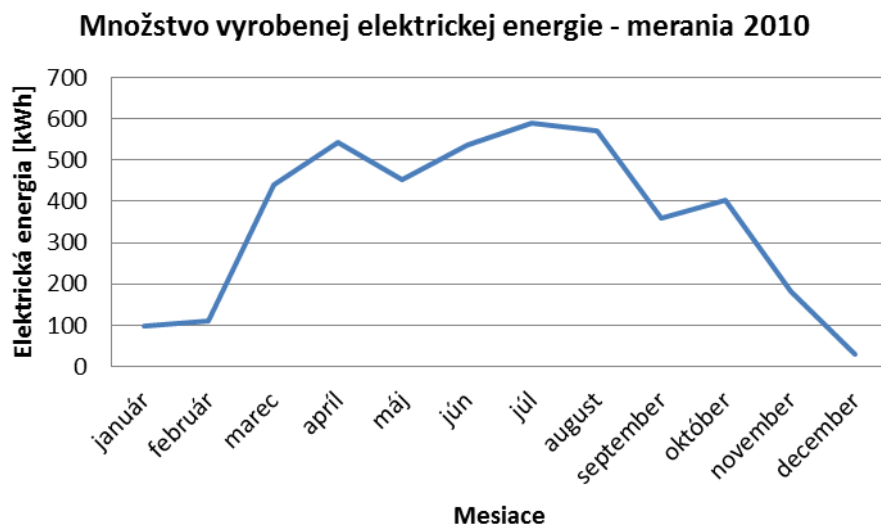
Obr. 6.56 Priemerná mesačná suma slnečného žiarenia



Zdroj: F. Vranay

V nasledujúcom grafe sú spracované namerané výsledky z fotovoltického systému osadeného v širšom centre mesta Košice. Merania prebiehali počas celého roku 2010. Jednotlivé merané údaje boli zaznamenávané v 5 minútovom intervale. V grafe je vyznačený priebeh priemerných mesačných nameraných hodnôt.

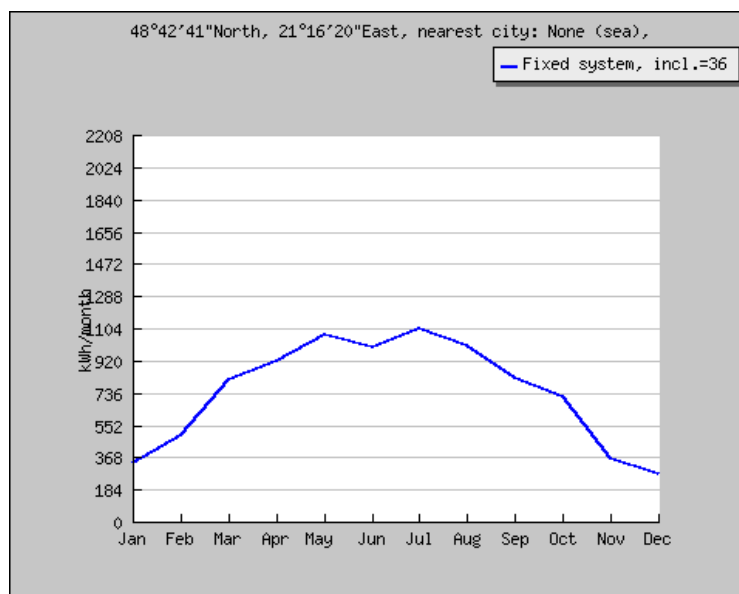
Obr. 6.57 Vyrobená elektrická energia – merania FVS



Zdroj: F. Vranay

V ďalšom grafe je vykreslená krivka množstva vyrobenej elektrickej energie, ktorá je výsledkom simulácie reálneho fotovoltického systému v programe PVGIS. Tento program je voľne dostupný na internete a v praxi je veľmi často používaný na spracovanie simulácií fotovoltických systémov.

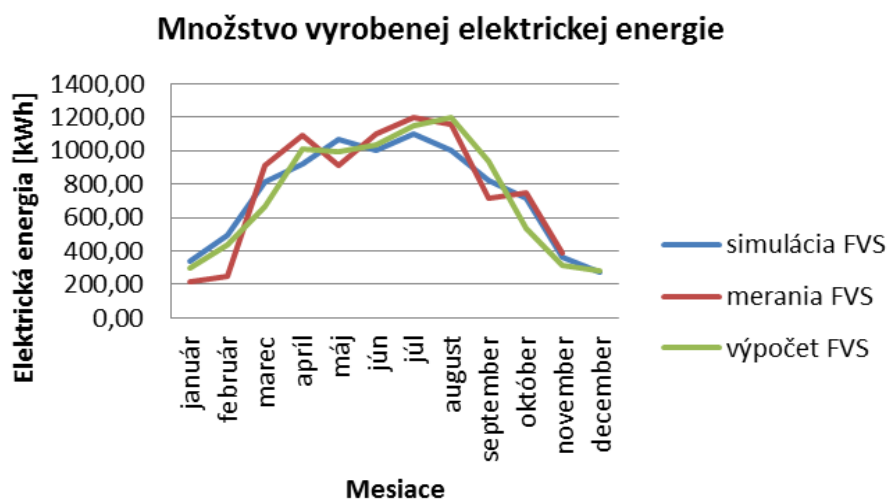
Obr. 6.58 Vyrobená elektrická energia – simulácie FVS



Zdroj: F. Vranay

Pri porovnaní týchto troch ročných grafov nám vychádzajú určité mesačné odchýlky, ale vo všeobecnosti sú tieto odchýlky zanedbateľné. V tomto smere je dôležitým faktorom výsledná ročná hodnota vyrobenej elektrickej energie. Je to z dôvodu nestabilnosti slnečného žiarenia, ktoré dopadáva na oslnenú plochu. Toto množstvo slnečného žiarenia sa môže meniť každú sekundu a preto je pre simuláciu podstatná priemerná mesačná, ako aj celoročná vyrobená elektrická energia.

Obr. 6.59 Porovnanie vyrobenej elektrickej energie



Zdroj: F. Vranay

Pri porovnávaní ročných nameraných údajov z inštalovaného fotovoltického systému s údajmi, ktoré boli nasimulované pomocou programu PVGIS, alebo nášho výpočtového modelu, dostávame potešujúce výsledky. Pri porovnaní nameraných ročných hodnôt a simulovaných pomocou PVGIS programu dostávame odchýlku 1,88 %. Ak porovnáme namerané hodnoty s výpočtovým modelom, dostaneme odchýlku iba 1,00 %. Takže môžeme tvrdiť že výpočtový model je vo svojej simulácii presnejší.

Tab. 6.2 Porovnanie výsledných hodnôt

| | El. energia [kWh/rok] | Odchýlka [%] |
|---------------|-----------------------|--------------|
| Merania FVS | 8752,505 | - |
| Simulácie FVS | 8920,000 | 1,88 |
| Výpočty FVS | 8840,974 | 1,00 |

Zdroj: F. Vranay

6.6 Energia prostredia – tepelné čerpadlá

Základnou koncepciou tepelných čerpadiel (ďalej TČ) je transformácia energie z nízopotenciálneho tepla na vyšší teplotný potenciál s možnosťou priameho využitia. Spravidla sa energia získava z obnoviteľného zdroja, alebo z odpadného tepla inak nevyužiteľného. Na túto transformáciu sa používa energia na pohon zariadenia, ktorá je výrazne nižšia, ako energia v tomto procese získaná. Z tohto dôvodu sa tepelné čerpadlá radia k alternatívnym zdrojom energie.

Typ TČ je určený druhom média, z ktorého sa energia získava a média, do ktorého sa energia transformuje:

- Voda / voda
- Zem / voda
- Vzduch / voda
- Vzduch / vzduch.

Vlastnosť TČ je rozlíšená pohonnou jednotkou a palivom, resp. energiou spotrebovanou v pohonnej jednotke.

- Kompresorové elektrické
- Kompresorové plynové
- Absorpčné
- Adsorpčné.

História tepelných čerpadiel

Základnú myšlienku princípu tepelného čerpadla vyslovil už v roku 1852 Lord Kelvin vo svojej druhej termodynamickej vete. Prvé tepelné čerpadlo zostrojil americký vynálezca Robert C. Webber v roku 1940, išlo však iba o náhodu. Pri experimentovaní s mraziacimi zariadeniami sa nechtiac dotkol výstupného zariadenia, ktoré ho popáľilo.

6.6.1 Princíp činnosti tepelných čerpadiel

Základnými časťami tepelného čerpadla sú výparník, kondenzátor, kompresor, expanzný ventil a vhodné chladivo. Tieto hlavné zariadenia umožňujú vďaka vlozenej energii na pohon prečerpať energiu z primárneho zdroja na sekundárnu stranu. Na primárnej strane sa „vyrába“ chlad, na sekundárnej výstupnej strane teplo. Preto tepelné čerpadlo je možné používať v režime chladenia aj v režime vykurovania. Princíp činnosti je na uplatnení fyzikálnych zákonov.

Prvá veta termodynamická

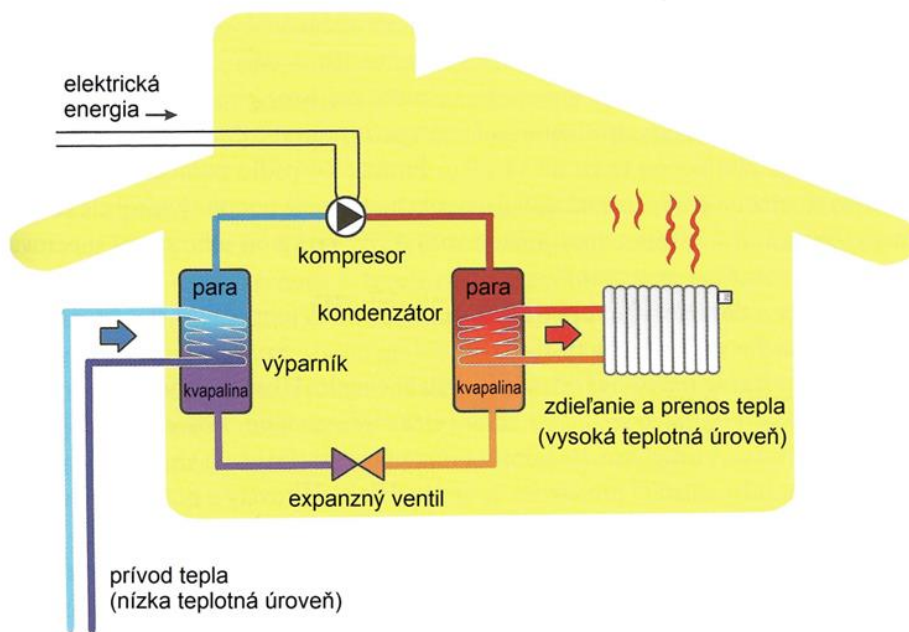
Množstvo energie v uzavretej sústave je konštantné. Energia môže byť premenená len na inú formu energie, ale nemôže dôjsť k jej strate, alebo nárastu.

Druhá veta termodynamická

Teplo sa prenáša len z prostredia s vyššou teplotou do prostredia s nižšou teplotou.

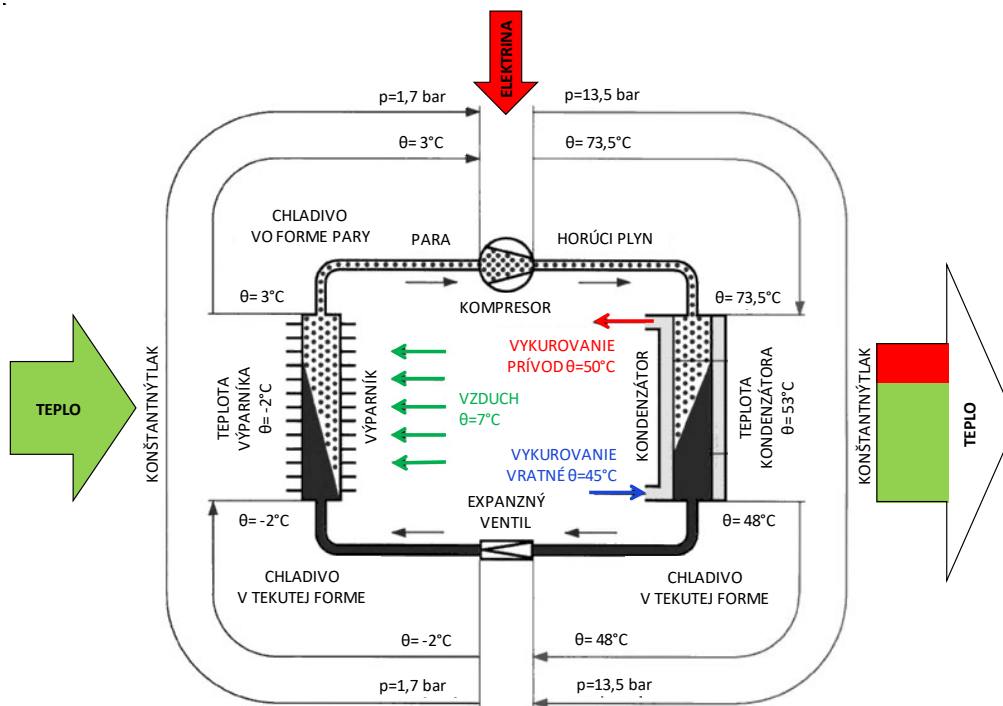
Práve druhá veta termodynamická je dôvodom, prečo na prenos tepla z chladnejšieho do teplejšieho prostredia je potrebné TČ. Na tento prenos je potrebné dodať do TČ energiu na pohon. Princíp všeobecne známy ako pracuje TČ je chladnička v domácnosti. Ochladzované potraviny sú prostredie, z ktorého čerpáme energiu pomocou výparníka. Na pohon chladničky slúži kompresor, ktorý potrebuje energiu na pohon (najčastejšie elektrinu). Zadná strana chladničky obsahuje kondenzátor, ktorý je pri činnosti teplý, pomocou ktorého sa odovzdá celková energia do prostredia v danom prípade miestnosti. Táto tepelná energia sa využíva pri prevádzke TČ na vykurovanie, ohrev médií, alebo iných zariadení.

Obr. 6.60 Princíp kompresorového tepelného čerpadla



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.61 Princíp funkcie tepelného čerpadla s definovaním stavov chladiacej zmesi



Zdroj: <https://scroll.in/latest/818250/european-union-approves-ratification-of-paris>

Na obrázkoch Obr.6.60 a 6.61 je schematicky vyjadrená činnosť TČ a toky energií v rámci pracovného cyklu. Podstatné pre samotnú činnosť je chladivo ktorým je plnený systém a práve ono pri cirkulácii svojimi skupenskými zmenami zabezpečuje možnosť prečerpávať energiu. Vlastnosti chladiva (teplota varu a teplota skvapalnenia pri určitých tlakoch) určujú pracovný rozsah TČ. Bežné prevádzkové teploty ochladzovaného prostredia na primárnej strane sú cca -20 až +25°C.

Chladivo vo výparníku pri odparovaní odoberá teplo z daného prostredia (vzduch $\theta=7\text{ }^{\circ}\text{C}$). Ochladzovaným prostredím môže byť zem, voda, vzduch. Chladivo vo forme pary vstupuje do kompresora ($\theta=3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $p=1,7\text{ bar}$). Po stlačení sa výrazne zvýši tlak plynov a ich teplota ($\theta=73,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $p=13,5\text{ bar}$). V kondenzátore prídu do kontaktu cez steny výmenníka s chladnejšou vykurovacou vodou ($\theta=50/45^{\circ}\text{C}$) čím plyny skondenzujú a odovzdajú svoju tepelnú energiu bez zmeny tlaku ($\theta=48\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $p=13,5\text{ bar}$). Na sekundárnej strane sú teploty ohrievaného prostredia pri bežných TČ v rozsahu cca +25 až +55 °C. Expanzný ventil má za úlohu prepúšťať (vstrekovať) chladivo v kvapalnej forme do potrubia s výparníkom. Po znížení tlaku za expanzným ventilom sa zníži teplota a tlak ($\theta=-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $p=1,7\text{ bar}$). Táto látka opätovne vstupuje do výparníka, kde zmenou na plynné skupenstvo odoberie z okolia teplo. Proces sa takto opakuje.

Najbežnejšie chladivá používané v tepelných čerpadlách sú R407C a R410A.

Tab. 6.3 Teplotné hodnoty bežne používaných chladív v TČ

| označenie | názov | bod varu pri tlaku 1 bar (0,1 MPa) | teplota skvapalnenia pri 26 baroch (2,6 MPa) |
|-----------|-------------------------------|---------------------------------------|---|
| R 12 | Dichlorfluormetan | -30 °C | 86 °C |
| R143a | 1,1,1,2 + Tetrafluoretan | -26 °C | 80 °C |
| R290 | Propan | -42 °C | 70 °C |
| R4040A | zmes fluorovaných uhľovodíkov | -47 °C | 55 °C |
| R407C | zmes fluorovaných uhľovodíkov | -45 °C | 58 °C |
| R410A | zmes fluorovaných uhľovodíkov | -51 °C | 43 °C |
| R600A | Bután | -12 °C | 114 °C |
| R717 | Amoniak | -33 °C | 60 °C |
| R744 | CO ₂ | -57 °C | -11 °C |
| T1070 | Propen | -48 °C | 61 °C |

Zdroj: F. Vranay

6.6.2 Energetická efektívnosť tepelných čerpadiel

Energetická efektívnosť tepelných čerpadiel podľa COP

Pri transformácii tepla je energetická efektívnosť charakterizovaná výkonovým číslom. Označuje sa COP (z anglického „coefficient of performance“ = „výkonové číslo“, alebo tiež používaný „vykurovací faktor“) a vyjadruje pomer

$$COP = \frac{\text{vyrobená tepelná energia}}{\text{dodaná energia na pohon TČ}} = \frac{Q_t}{Q_e} \quad [-] \quad (6.1)$$

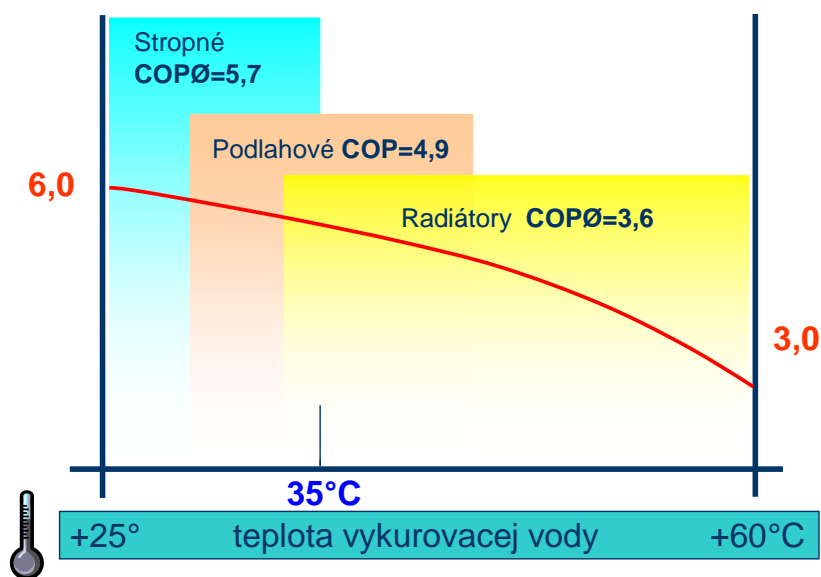
kde: podľa Obr. 6.62

Q_t vyrobená energia je nameraná meračom M2,

Q_e dodaná energia na pohon TČ je nameraná elektromerom E2.

Čím vyššia je hodnota COP, tým sme schopní získať viac užitočnej tepelnej energie na jednotku dodávanej pohonnej energie. TČ je teda energeticky účinnejšie. Táto hodnota sa často používa pre porovnávanie TČ s rovnakým druhom pohonnej energie. Hodnota COP ale nie je konštantnou. Vplýva na ňu teplotné pásmo, v ktorom čerpadlo pracuje (výparná teplota a kondenzačná teplota pracovnej látky v TČ). V zásade platí, že pri nižšom rozdiel teplot medzi ochladzovaným a zohrievaným médium je vyššia hodnota COP. Ochladzované médium sa deklaruje ako primárna strana a ohrievané médium ako sekundárna strana tepelného čerpadla. Preto je výhodné nasadzovať TČ do systémov nízko teplotných. Pri vykurovaní je to podlahové, stenové, resp. stropné vykurovanie, alebo nízko teplotné radiátorové vykurovanie. Na obr.13.6.4. je zobrazený priebeh hodnoty COP počas vykurovania pre rôzne druhy vykurovacích systémov. Najlepší z hľadiska porovnania COP je systém s najvyššou hodnotou.

Obr. 6.62 Celoročný priebeh hodnoty COP pri prevádzke TČ poháňaného elektromotorom (voda/voda) pri rôznych druhoch vykurovania počas vykurovacej sezóny.



Pozn.: Teplota primárnej vody sa uvažuje v danom prípade 10°C.

Zdroj: F. Vranay

Z obrázka je vidieť, že pre aplikáciu TČ je najvýhodnejší systém stropného, resp. stenového vykurovania. Teplota vykurovacej vody sa počas vykurovacej sezóny pohybuje medzi hodnotami 25 – 35 °C s priemernou hodnotou COP cca 5,7. Pri bežnom vykurovaní radiátormi medzi 32 – 60°C s priemerným COP cca 3,6. Využitie TČ je možné aj pri iných aplikáciách, napr. ohrev teplej vody, ale aj v procese výroby chladu.

Energetická efektívnosť tepelných čerpadiel podľa SPF

Pri dodávke tepelnej energie, do procesu vstupujú aj ďalšie zariadenia, hlavne na dopravu média na primárnej, ale aj sekundárnej strane TČ. Sú to hlavne sacie a cirkulačné čerpadlá. Ich podiel na celkovej spotrebovanej energii sa v sezóne výroby tepla mení. Vyjadrením je energetická efektívnosť cez hodnotu SPF (z anglického „seasonal performance faktor“ = „sezónny výkonový faktor“). Do procesu dodávky energie na distribúciu a spotrebu zahrňame aj energiu na prevádzku bivalentného zdroja. V prípade elektrických tepelných čerpadiel chýbajúci výkon je doplnený bivalentným zdrojom (elektrická špirála, elektrokotol, ...). Tento zdroj môže byť súčasťou TČ a preto sa podieľa na jeho celkovej spotrebe. Obeh vody v systéme zabezpečujú obehové čerpadlá ČO.

$$SPF = \frac{\text{vyrobená tepelná energia}}{\text{dodaná energia na pohon (TČ + BZ + ČO)}} = \frac{Q_t}{Q_d} \quad [-] \quad (6.2)$$

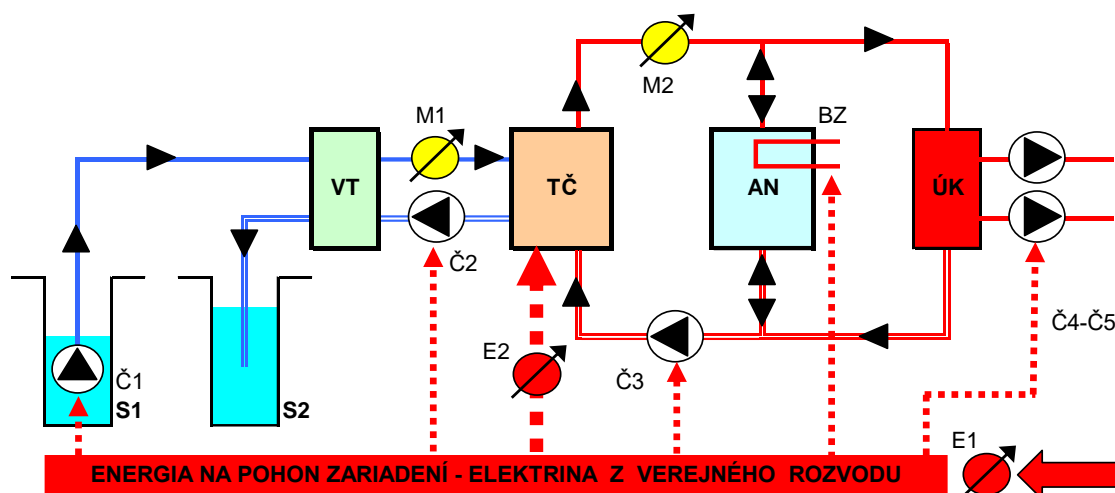
kde: podľa Obr. 6.63

Q_t vyrobená energia je nameraná meračom M2,

Q_d E1 = energia na pohon TČ + pohon BZ + ČO (elektrická energia na čerpadlá obehové Č1 - Č5).

Hodnota SPF je preto vždy nižšia ako hodnota COP. Zníženie ovplyvňuje činnosť podporných systémov, čiže ich účinnosť na celkovej transformácii a doprave tepla. Do ekonomických, ale aj energetických porovnaní je preto nutné používať hodnotu SPF, ktorá vystihuje reálne prevádzkové spotreby energií a náklady za porovnávacie obdobie. Spôsob zapojenia TČ v systéme výroby tepla je veľmi rôznorodý a je ho možné zapojiť samostatne (monovalentný systém), alebo ho kombinovať aj s inými zdrojmi (systém bivalentný, trivalentný,...).

Obr. 6.63 Schéma zapojenia tepelného čerpadla voda/voda v systéme výroby tepla pre vykurovanie v bivalentnom zapojení



LEGENDA :

- | | | | |
|------|------------------------------|------|------------------------------------|
| VT | VÝMENNÍK TEPLA | BZ | BIVALENTNÝ / ZÁLOŽNÝ ZDROJ TEPLA |
| TČ | TEPELNÉ ČERPADLO VODA / VODA | S1-2 | STUDŇA ZDROJOVÁ SACIA / VSAKOVACIA |
| M1-2 | MERAČ TEPLA | VT | VÝMENNÍK TEPLA |
| E1-2 | ELEKTROMER | Č1 | ČERPADLO VÝTLAČNE V STUDNI |
| AN | AKUMULAČNÁ NÁDRŽ TEPLA | Č2-3 | ČERPADLÁ CIRKULAČNÉ STROJOVNÁ |
| ÚK | VYKUROVANÝ OBJEKT | Č4-5 | ČERPADLÁ CIRKULAČNÉ OBJEKTOVÉ |

Zdroj: F. Vranay

Schéma popisuje základné prvky, ktoré slúžia na prenos tepelnej energie z OZE (voda v studni), jej transformáciu na vyšší energetický potenciál (TČ zvyšuje teplotu vody vykurovacej o energiu odobratú zo studne a energiu práce elektrinou poháňaného kompresora premenenú na teplo). Pre účely vyhodnotenia práce systému a energetickej účinnosti sú rozhodujúce namerané veličiny.

Energia elektrická:

Q_{e1} = energia elektrická nameraná elektromerom E1 = (kWh) spotrebovaná na prevádzku celého systému (spotrebiče TČ, čerpadlá Č1-Č5, BZ bivalentný zdroj elektrická špirála),

Q_{e2} = energia elektrická nameraná elektromerom E2 = (kWh) spotrebovaná v TČ na jeho prevádzku.

Energia tepelná:

Q_{t1} = energia tepelná nameraná meračom tepla M1 = (kWh) získaná z vody z OZE (studňa)

Q_{t2} = energia tepelná nameraná meračom tepla M2 = (kWh) vyrobená v TČ a použitá na dodávku do systému (v danom prípade do vykurovania).

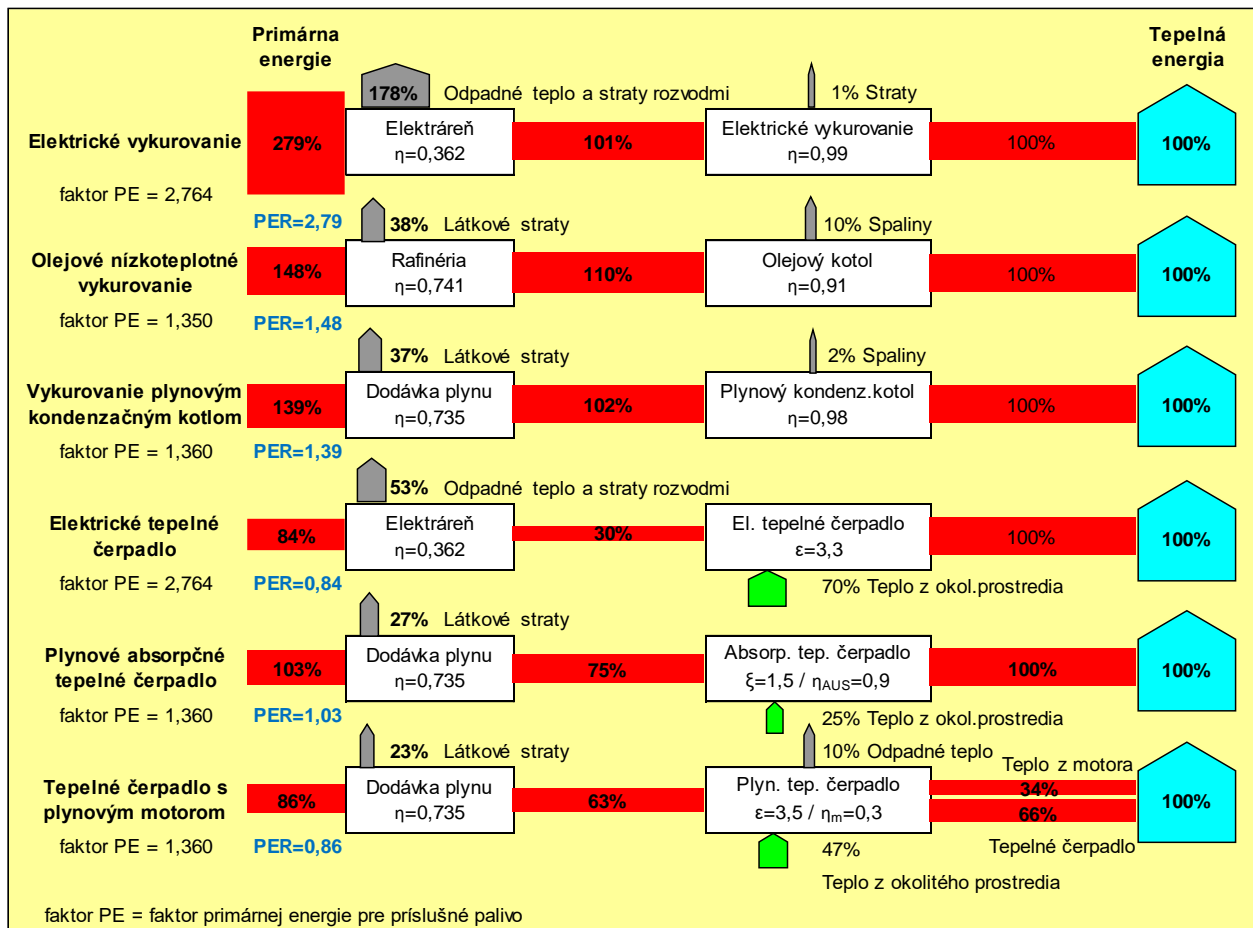
Energetická efektívnosť tepelných čerpadiel podľa PER

Objektívnejšie vyjadrenie energetickej efektívnosti je možné hodnotou stupňa využitia primárnej energie PER (z anglického „primary energy rate“ = „stupeň využitia primárnej energie“)

$$PER = \frac{\text{spotrebovaná primárna energia}}{\text{získaná užitočná energia}} = \frac{Q_t}{Q_d} \quad [-] \quad (6.3)$$

Využívaných palív, alebo energií na pohon TČ je využívaných viac druhov, preto aj metodika všeobecného porovnávania cez hodnotu COP je neobjektívna. Do porovnania cez hodnotu PER takto vstupuje tepelná energia obsiahnutá v primárnom palive, vyjadrená jeho výhrevnosťou na jednotku získanej užitočnej tepelnej energie. Pomocou hodnoty PER je možné porovnávať ľubovoľné energetické systémy na výrobu tepla, chladu, elektrickej energie s rôznymi druhmi pohonnej energie. Najlepší z hľadiska porovnania PER je systém s najnižšou hodnotou.

Obr. 6.64 Spotreba primárnej energie pri rôznych systémoch transformácie tepla



Zdroj: F. Vranay

| | |
|---------------|--|
| kde | |
| η | účinnosť premeny (transformácie) energie [-], |
| ε | sezónny výkonový faktor (SPF) [-], |
| PE | faktor primárnej energie pre príslušné palivo [-], |
| PER | stupeň využitia primárnej energie [-]. |

Poznámka: *Elektrické vykurovanie*: Potreba tepelnej energie pre objekt činí 100%. Účinnosť premeny elektrickej energie na teplo v objekte je s účinnosťou $\eta=99\%$. Straty elektrickej energie = 1%, do objektu musíme dodať 101% energie. Priemerná účinnosť pri jej konverzii a distribúcii elektrárň-odberné miesto $\eta=0,362$. Je vyjadrená obrátenou hodnotou faktoru primárnej energie ($PE=1/0,362=2,764$). Pre získanie 101% elektrickej energie pre objekt energetické straty sú =178%. Potrebná energia dodaná v palivách = 279%. Hodnota ($PER=279\% / 100\% = 2,79$). V tabuľke je to najnepriaznivejšia hodnota v porovnaní s inými systémami. *Elektrické tepelné čerpadlo*: Oproti priamemu elektrickému vykurovaniu je pri zhodnotení elektrickej energie vykurovanie tepelným čerpadlom voda/voda s hodnotou $SPF=3,3$ výrazne priaznivejšie. Dôvodom je že do objektu je potrebné dodať len 30% energie vo forme elektriny. Rozdiel do 100% je tvorený energiou získanou z obnoviteľného zdroja (teplo z vody, zeme, alebo vzduchu,...). Hodnota $PER=0,84$ činí tepelné čerpadlo najvýhodnejšie z pohľadu potreby primárnej energie. Pri porovnaní podľa PER je zohľadnený aj pôvod a miesto vstupujúcej energie použitej na pohon TČ. Je vidieť hlavne pri elektrickej energii kde vstupujú rôzne palivá s rôznou účinnosťou pri transformácii na elektrickú energiu. Do bilancie sa zahrňujú ešte straty energie pri jej distribúcii a využití tepla, pri jeho spotrebe. Na Slovensku je skladba výroby elektrickej energie v pomere 66% jadrová energia, 21% z fosílnych palív, 13% vo vodných elektrárňach. Z pohľadu primárnej energie je množstvo premenenej energie na výsledné teplo definované. Percentuálne vyjadrenia jednotlivých tokov energie a paliva sú pre systémy s obvyklou priemernou účinnosťou. Na obrázku sú odvodené aj produkcie emisií ktoré sú vyprodukované v procese transformácie. Rozhodujúce pre prevádzku sú náklady za energiu pri dodávke tepla podľa jednotlivých systémov transformácie. Sú ovplyvnené rôznymi sadzbami, kde jednotkovú cenu ovplyvňuje veľa činiteľov (veľkoodberateľ, maloodberateľ, príslušný dodávateľ, cena distribúcie, poplatky za trvalé pripojenie,...) Preto je cenotvorbu nutné prehodnotiť na dané špecifické podmienky.

6.6.3 Nasadzovanie tepelných čerpadiel

Úspora primárnych energií

Primárnou nazývame energiu vo forme, v akej sa vyskytuje v prírode (nap: uhlie, ropa, zemný plyn, drevo, vietor, vodná energia, prírodný urán, slnečné žiarenie, ...). Ako vyplýva z princípu TČ množstvo dodanej energie na pohon je závislé od druhu pohonného zariadenia, jeho energetickej účinnosti, ale hlavne od prevádzkových podmienok ktoré ovplyvňujú teploty na primárnej a sekundárnej strane TČ. Druh energie na pohon TČ určuje aj druh primárnej energie (v prípade elektrickej energie je pri jej získavaní primárnou energiou jadrové palivo, uhlie, plyn a energia z mechanického potenciálu vody. V prípade priamej spotreby plynu, je plyn aj primárnou energiou. Vo všetkých prípadoch, ale ostatné podporné zariadenia (cirkulačné a výtlačné čerpadlá) pracujú pomocou elektrickej energie. Účelom primárnej energie (tej ktorú „musíme nakupovať“) je hlavne transformovať teplo z OZE na teplotný potenciál s možnosťou jeho priameho využitia. Pri tejto transformácii (mechanická práca) sa aj primárna energia premieňa na teplo a prispieva do celkovej bilancie tepla získaného pre spotrebu. Jednou z realizácie úspor primárnej energie je snaha vytesniť jej potrebu energiou z OZE (energia ktorú „nemusíme nakupovať“ = teplo z vody, zeme, vzduchu). Môžeme sem zaradiť aj odpadové teplo vhodné na využitie, ktoré však nemá charakter OZE. Najvyšší podiel využitia OZE v systéme je možný voľbou vhodného zdroja TČ a prispôbenie odberného miesta, aby umožňovalo vysoko účinnú prevádzku, čo je možné vyjadriť vysokou hodnotou SPF.

Využitie domácej energie

Slovensko vlastní veľmi malé množstvo energetických zdrojov fosílného pôvodu. V procese výroby tepla sú v súčasnosti fosílné zdroje zastúpené vo vysokej miere. Nákup týchto palív výrazne zaťažuje obchodné saldo Slovenska. Povahou OZE je že sa nachádzajú priamo v mieste spotreby. Druh a množstvo je závislé od prírodných daností a geologických pomerov (jedná sa o zdroje využiteľné pre TČ, t.j. voda, zem, vzduch, nepriamo aj slnko). Využitie týchto zdrojov znamená zníženie potreby fosílnych palív, s priamym dopadom na priaznivejšiu cenu tepla z OZE, a nepriamo aj podporu výroby a zamestnanosti.

Zníženie emisií CO₂ pri výrobe energie

Obnoviteľné zdroje majú aj charakter nízkoemisnej, alebo bezemisnej energie. Pri ich využití produkciu emisií spôsobujú primárne zdroje na transformáciu a pohon zariadení. Základné potreby primárnych energií pri najbežnejších spôsoboch získavania tepla sú v tab. 6.5. Pre určenie emisií je rozhodujúca účinnosť, alebo transformácia dodanej energie na získanú tepelnú energiu. Energia dodaná priamo ku zdroju je meraná fakturačným meradlom a jej prináleží súčiniteľ emisií CO₂. Údaje korekčných faktorov vyjadrujú účinnosť získania tepla, resp. transformáciu paliva na tepelnú energiu. Dodaná energia je súčinom získanej tepelnej energie a korekčného faktora. Vyprodukované emisie sú súčinom dodanej energie a súčiniteľa emisií CO₂, a sú prevedené na transformáciu 1 MWh tepla príslušným spôsobom. Z pohľadu dodanej energie a emisií CO₂ je najvýhodnejšie použiť drevo, alebo tepelné čerpadlá.

Tab. 6.4 Výpočet vyprodukovaného množstva emisií CO₂ pri rôznych systémoch výroby tepla

| URČENIE VYPRODUKOVANÉHO MNOŽSTVA EMISÍ CO ₂ | potreba energie | prepočítavacie faktory | | | dodaná energia | primárna energia | emisie CO ₂ |
|---|--------------------|--------------------------------|------------------------|----------------|-------------------|---------------------|---------------------------|
| | | podľa (vyhláška 324/2016 Z.z.) | | | | | |
| SPOSOB VYKUROVANIA | kW/m ² | transformácie | emisií CO ₂ | primar.energie | kW/m ² | kWh/m ² | tona |
| zemný plyn | 100 | 1,00 | 0,2200 | 1,10 | 100,0 | 110 | 22,0 |
| zemný plyn TČ vduch/voda | 100 | 1,60 | 0,2200 | 1,10 | 62,5 | 69 | 13,8 |
| LPG | 100 | 1,00 | 0,2484 | 1,35 | 100,0 | 135 | 24,8 |
| koks | 100 | 0,73 | 0,3600 | 1,10 | 137,0 | 151 | 49,3 |
| čierne uhlie | 100 | 0,74 | 0,3600 | 1,10 | 135,1 | 149 | 48,6 |
| hnede uhlie | 100 | 0,70 | 0,3600 | 1,10 | 142,9 | 157 | 51,4 |
| olej | 100 | 0,90 | 0,2900 | 1,10 | 111,1 | 122 | 32,2 |
| drevo pelety | 100 | 0,86 | 0,0200 | 0,20 | 116,3 | 23 | 2,3 |
| drevo štiepka | 100 | 0,78 | 0,0200 | 0,15 | 128,2 | 19 | 2,6 |
| drevo kusove | 100 | 0,70 | 0,0200 | 0,10 | 142,9 | 14 | 2,9 |
| drevo splyňovanie | 100 | 0,83 | 0,0200 | 0,10 | 120,5 | 12 | 2,4 |
| elektrina | 100 | 0,99 | 0,1670 | 2,20 | 101,0 | 222 | 16,9 |
| elektro TČ voda/voda | 100 | 3,40 | 0,1670 | 2,20 | 29,4 | 65 | 4,9 |
| elektro TČ vzduch/voda | 100 | 2,60 | 0,1670 | 2,20 | 38,5 | 85 | 6,4 |
| elektro TČ zem/voda | 100 | 2,90 | 0,1670 | 2,20 | 34,5 | 76 | 5,8 |
| CZT plyn/uhlie KOŠICE | 100 | 0,74 | 0,2900 | 0,70 | 136,1 | 95 | 39,5 |

Zdroj: F. Vranay

6.6.4 Kritériá pre výber tepelného čerpadla a jeho návrh

Tepelné čerpadlo kompresorové, najčastejšie používané, je zdroj pracujúci na mechanickom princípe, s premenlivou účinnosťou, obmedzenou životnosťou a nárokmi na údržbu. Tieto vlastnosti ho radia k náročným zariadeniam s vysokou nadobúdacou cenou voči iným zdrojom tepla. Nevýhodou je aj úzky teplotný rozsah jeho využitia, ktorý je ovplyvnený druhom pracovnej látky v TČ. Preto sa kladie vysoký dôraz na jeho správny návrh a priaznivý prevádzkový režim. Špecifiká pre použitie sú podrobnejšie popísané v kapitolách jednotlivých typov tepelných čerpadiel. Spoločným ukazovateľom je spôsob návrhu výkonu (veľkosti TČ) a jeho kombinácia s bivalentným zdrojom. Potrebný výkon každého iného zdroja tepla (okrem TČ) sa dimenzuje tak, aby pokryl tepelné straty objektu. Výpočet tepelných strát objektu sa realizuje pri vonkajšej najnižšej výpočtovej teplote. Na území Slovenska sú od -18 do -11 °C. Lokality sa od seba líšia aj počtom vykurovacích dní, ktoré sú obmedzené vonkajšou priemernou dennou teplotou +13 °C. Výkon tepelného čerpadla je ale hodnota premenlivá. U vzduchových TČ je vonkajší vzduch zároveň zdrojom tepla. Nižšia teplota vzduchu spôsobuje požiadavku na vyššiu teplotu vykurovacej vody. Teda s klesajúcou teplotou vonkajšieho vzduchu klesá výkon, ale aj vykurovací faktor (COP). Tento fakt je zásadný pre návrh výkonu TČ. U klasických TČ s kompresorom scroll, alebo u väčších výkonov cca nad 50 kW s piestovými kompresormi, ktoré nemajú regulovateľný

výkon sa obvykle navrhuje na 75 % - 80 % maximálnych tepelných strát. Dôvodom je aby pri nízkych tepelných stratách okolo +13 °C nedochádzalo v TČ k častému vypínaniu a zapínaniu (taktovaniu), čo má nepriaznivý dopad na jeho životnosť. Čiastočným riešením je zaradenie akumuláčnej nádrže do systému, ktorá predlžuje pracovné cykly TČ a znižuje počet štartov. Naakumulovaná energia z nádrže sa dodáva do systému, a až po vychladení nádrže následne zapína TČ. Pre správnu činnosť je rozhodujúci správny objem nádrže (odporúča sa 20-30 litrov na 1 kW výkonu TČ). Teplotný rozkmit v nádrži sa (teplota vypínacia a zapínacia pre TČ) pohybuje cca $\pm 2,5$ °C okolo požadovanej teploty dodávanej do systému. Možnou alternatívou je použitie invertorových TČ s osadeným frekvenčným meničom, ktorý umožňuje meniť požadovaný výkon TČ v rozpätí cca 30 – 100 %. V tomto prípade je možné TČ navrhovať aj na maximálnu tepelnú stratu objektu aj bez nutnosti používať akumuláčnú nádrž. Do akumulácie sa započítava aj vodný objem systému vykurovania.

Podmienky / požiadavky

- Vhodný nízkoteplotný systém vykurovania, alebo zásobovania teplom,
- Maximálny požadovaný výkon (tepelná strata objektu, ...),
- Pripojovacie parametre pohonnej energie v prípade elektriny vhodnosť rozvodov a ich zaťažiteľnosť,
- Nárok na prisúdenie výhodnej sadzby elektriny pre činnosť systému s TČ,
- Riešenie odstávky TČ pri vysokej zaťaženosti rozvodnej siete, čas a dĺžka odstávky vo vysokej odberovej tarife elektrickej energie,
- Pri väčších aplikáciách potreba samostatného merania strojovne TČ,
- Pri prítomnosti aj iných energetických médií je potrebné ekonomické prehodnotenie vhodnosti použitia daného systému.

6.6.5 Návrh tepelného čerpadla

Návrh TČ na optimálny výkon - BIVALENTNÁ PREVÁDZKA

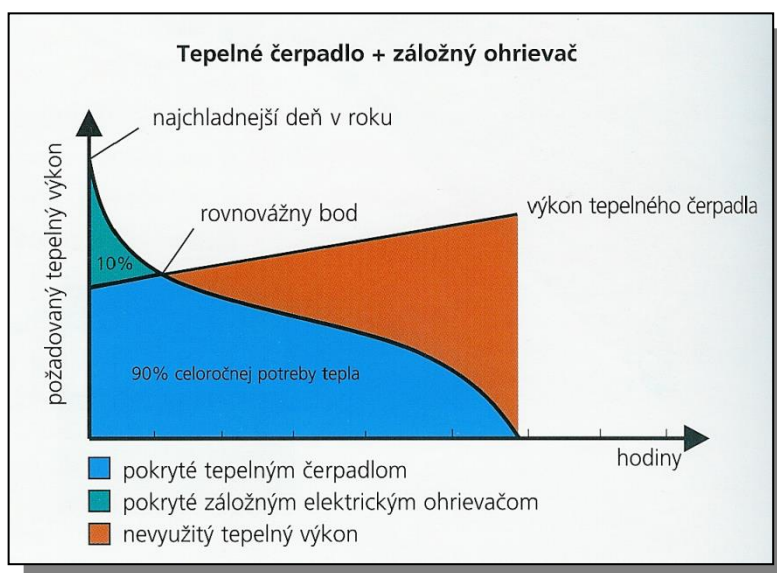
Popisované riešenie je rozumným kompromisom medzi investičnými a prevádzkovými nákladmi systému s TČ.

NÁVRH

- Určenie zaťaženia zdroja tepla (vykurovanie, ohrev teplej vody, ohrev bazéna, vzduchotechnika, chladenie),
- Maximálna potreba výkonu (spravidla maximálna tepelná strata objektu),
- Výkon TČ sa volí v rozpätí 65 – 80% maximálnej potreby výkonu,
- Výkon bivalentného zdroja je doplnkom do 100% maximálnej potreby výkonu.

POPIS

- TČ má premenlivý výkon v závislosti od teploty vykurovacej vody,
- Chýbajúci výkon pri najchladnejších dňoch sa doplní o záložný ohrievač = bivalentný zdroj (pri vhodnom návrhu bivalentný zdroj pokrýva cca 5-10% dodanej energie počas roka),
- Teplota, pri ktorej je tepelná strata objektu rovná výkonu TČ sa nazýva bod bivalencie (rovnovážny bod),
- Pri teplotách vzduchu vyšších ako bod bivalencie TČ dodáva samostatne celý výkon. Jeho reguláciou sa eliminuje prebytočný výkon,
- Pri teplotách vzduchu nižších ako bod bivalencie TČ dodáva výkon spolu s bivalentným zdrojom. TČ pracuje spravidla bez prestávky na plný výkon,
- V prípade poruchy TČ bivalentný zdroj je schopný zabezpečiť aspoň minimálnu dodávku tepla.



Zdroj: F. Vranay

Príklad:

Vstupné údaje:

- Vykurovanie AB radiátormi (teplota vykurovacej vody = 50/40°C)
- Maximálna tepelná strata objektu pri $\theta_e = -13^\circ\text{C}$ rovná $\Phi_i = 9,0 \text{ kW}$
- Počet vykurovacích dní $n_i = 220$ (z metrologických meraní, alebo normových hodnôt pre riešenú oblasť) = počet dní s priemernou dennou teplotou vzduchu nižšou a rovnou $+13^\circ\text{C}$. (pri teplote nad $+13^\circ\text{C}$ sa vykurovanie vypína)
- Výber systému - tepelné čerpadlo voda/voda

Postup – riešenie presné:

- Určenie početnosti dní z nameraných teplôt

Hodnoty sú z meraní pre príslušné miesto inštalácie systému s TČ. Údaje je možné zistiť z metrologických meraní, ktoré sú dostupné pre sieť staníc pre Slovensko.

- Definovanie teploty vykurovacej vody pre príslušnú teplotu vzduchu

Teplota vykurovacej vody je závislá od zvoleného systému vykurovania a projektového návrhu. Pre radiátory v našom prípade 50/40°C. V prípade podlahového vykurovania obvykle 40/30°C.

- Určenie tepelných strát objektu pre príslušnú priemernú vonkajšiu teplotu (interpoláciou pri $\theta_e = -13^\circ\text{C}$ je $\Phi_i = 9,0 \text{ kW}$, pre $\theta_e = +20^\circ\text{C}$ je $\Phi_i = 0 \text{ kW}$)
- Návrh typu – veľkosti tepelného čerpadla

Pre zvolený systém vykurovania s tepelným čerpadlom sa určí konkrétny typ a veľkosť TČ.

- Z vybraného typu TČ zistenie priebehu výkonov pri príslušných teplotách
- Určenie COP pre tepelné čerpadlo (v tomto prípade má táto hodnota len informatívnu hodnotu)
- Určenie bodu bivalencie, počet dní činnosti bivalentného zdroja a dodaná energia z TČ a z bivalentného zdroja tepla)

Pri definovaní činnosti TČ a jeho prevádzkovej účinnosti sa vychádza z priebehu teplôt vzduchu a početnosti ich výskytu. Teplota vonkajšieho vzduchu je na obr. 6.67. cez požadovaný tepelný výkon na zvislej osi. Vodorovná os je časová, vyjadrená v hodinách (dňoch). Na obrázku je vidieť že početnosť dní s nízkou teplotou je malý. Najviac dní je s teplotou vzduchu okolo 0°C. Na obr. 6.67 je tiež vidieť závislosť výkonu TČ. S poklesom teploty vzduchu klesá jeho výkon, ale aj COP. V celoročnej prevádzke TČ má nevyužitý tepelný výkon. Zároveň sa tu prejavujú neduhy tohto riešenia. Časté spínanie a krátka doba chodu TČ s nepriaznivým dopadom na životnosť TČ. Riešením je použitie vhodnej akumuláčnej nádrže, alebo TČ s možnosťou regulácie výkonu. Vysoký výkon TČ má vplyv aj na jeho cenu, čím sa predlžuje návratnosť vložených investícií do TČ.

Výsledky riešenia:

- Počet dní s priemernou dennou teplotou rovnou a menšou ako 0°C je 58. S teplotou menšou a rovnou ako +13°C je 220 dní.
- Bod bivalencie kde $\Phi_i = \Phi_{su}$ je pri teplote vzduchu $\theta_e = -5,4^\circ\text{C}$
- Počet dní keď musí byť v činnosti bivalentný zdroj tepla $N_i = 10$ dní
- Výkon TČ pri $\theta_e = -13^\circ\text{C}$ je $\Phi_{su} = 6,7$ kW čo tvorí $6,7/9,0 = 0,74 = 74\%$
- Potrebný výkon bivalentného zdroja tepla je $(9,0 - 6,7) = 2,3$ kW = 26%
- Porovnaním plôch v obr.13.6.8. TČ kryje potrebu tepla pre objekt 98%, bivalentný zdroj kryje potrebu tepla „len“ 2%.

Tab. 6.7 Určenie základných parametrov návrhu a celoročnej prevádzky tepelného čerpadla v režime vykurovania

| θ_e | n_i | N_i | Φ_i | θ_{uk} | Φ_{su} | COP |
|------------|-------|-------|----------|---------------|-------------|-------|
| [°C] | [-] | [-] | [kW] | [°C] | [kW] | [-] |
| -13 | 0 | 0 | 9,0 | 50,0 | 6,70 | 3,60 |
| -12 | 1 | 1 | 8,7 | 49,1 | 6,73 | 3,71 |
| -11 | 0 | 1 | 8,4 | 48,2 | 6,76 | 3,82 |
| -10 | 1 | 2 | 8,1 | 47,3 | 6,79 | 3,93 |
| -9 | 0 | 2 | 7,9 | 46,3 | 6,82 | 4,04 |
| -8 | 1 | 3 | 7,6 | 45,4 | 6,85 | 4,15 |
| -7 | 2 | 5 | 7,3 | 44,5 | 6,88 | 4,26 |
| -6 | 2 | 7 | 7,1 | 43,6 | 6,91 | 4,37 |
| -5 | 4 | 11 | 6,8 | 42,7 | 6,94 | 4,47 |
| -4 | 6 | 17 | 6,5 | 41,8 | 6,97 | 4,58 |
| -3 | 4 | 21 | 6,2 | 40,9 | 7,00 | 4,69 |
| -2 | 5 | 26 | 6,0 | 40,0 | 7,03 | 4,80 |
| -1 | 15 | 41 | 5,7 | 39,1 | 7,06 | 4,91 |
| 0 | 17 | 58 | 5,4 | 38,2 | 7,09 | 5,02 |
| 1 | 13 | 71 | 5,2 | 37,3 | 7,12 | 5,13 |
| 2 | 14 | 85 | 4,9 | 36,4 | 7,15 | 5,24 |
| 3 | 11 | 96 | 4,6 | 35,4 | 7,19 | 5,35 |
| 4 | 12 | 108 | 4,3 | 34,5 | 7,22 | 5,46 |
| 5 | 19 | 127 | 4,1 | 33,6 | 7,25 | 5,56 |
| 6 | 15 | 142 | 3,8 | 32,7 | 7,28 | 5,67 |
| 7 | 19 | 161 | 3,5 | 31,8 | 7,31 | 5,78 |
| 8 | 15 | 176 | 3,3 | 30,9 | 7,34 | 5,89 |
| 9 | 15 | 191 | 3,0 | 30,0 | 7,37 | 6,00 |
| 10 | 10 | 201 | 2,7 | 29,1 | 7,40 | 6,11 |
| 11 | 10 | 211 | 2,4 | 28,2 | 7,43 | 6,22 |
| 12 | 4 | 215 | 2,2 | 27,3 | 7,46 | 6,33 |
| 13 | 5 | 220 | 1,9 | 26,4 | 7,49 | 6,44 |

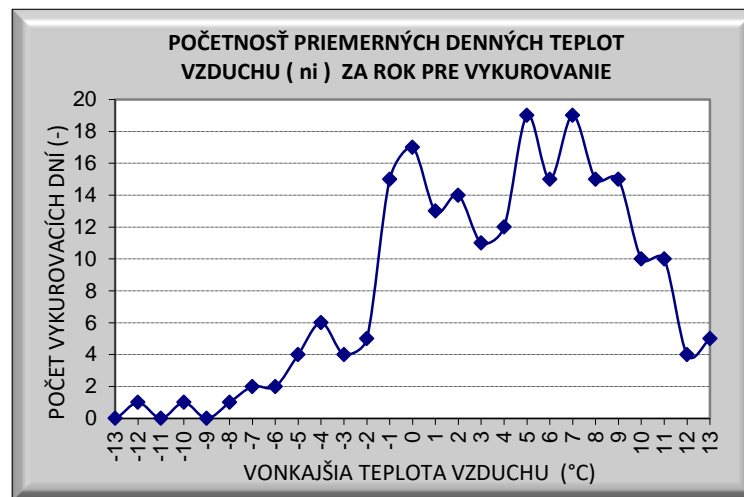
$\sum n_i = 220$

výsledné COP = 5,25

Pozn.: θ_e priemerná denná teplota vonkajšieho vzduchu [°C]
 n_i početnosť výskytu dní za rok, s danou priemernou dennou teplotou za vykurovacie obdobie [-]
 N_i kumulatívna početnosť dní [-]
 Φ_i tepelná strata objektu pri príslušnej priemernej teplote vzduchu [kW]
 Φ_{su} výkon tepelného čerpadla (konkrétneho) pri príslušnej teplote vonkajšieho vzduchu spôsobujúcej inú teplotu vykurovacej vody [kW]
 θ_{uk} priebeh teploty vykurovacej vody pre príslušné denné teploty [°C]
COP vykurovací faktor (konkrétneho) tepelného čerpadla [-]

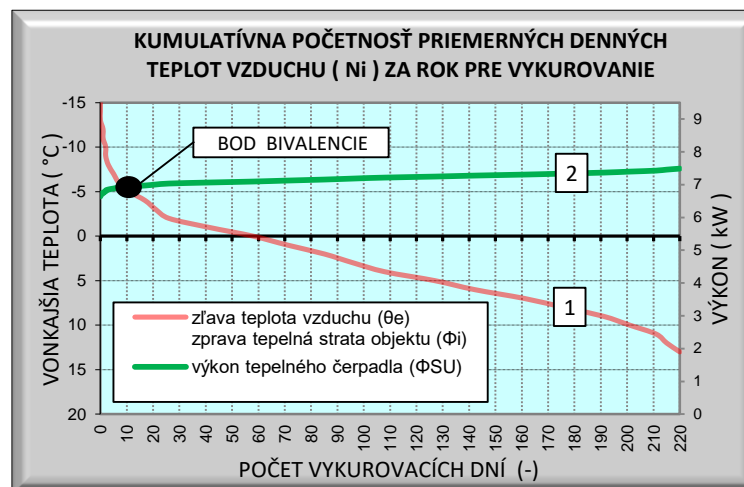
Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.66 Početnosť dní (n_i) s priemernou dennou teplotou za vykurovacie obdobie



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.67 Kumulatívna početnosť dní (N_i) s priemernou dennou teplotou za vykurovacie obdobie (krivka č.1) a priebeh výkonu navrhnutého tepelného čerpadla (krivka č.2)



Zdroj: F. Vranay

Návrh TČ na maximálny výkon - MONOVALENTNÁ PREVÁDZKA

Popisované riešenie využíva ako zdroj tepla len tepelné čerpadlo. Prevádzka je najlacnejšia, avšak investičné náklady na TČ a súvisiace zariadenia sú vyššie.

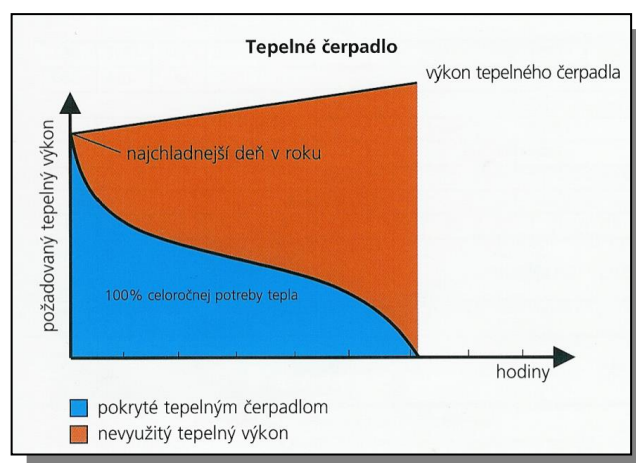
NÁVRH

- Určenie zaťaženia zdroja tepla (vykurovanie, ohrev teplej vody, vzduchotechnika, chladenie)
- Maximálna potreba výkonu (spravidla maximálna tepelná strata objektu)
- Výkon TČ sa volí na 100% maximálnej potreby výkonu
- Bivalentný zdroj nie je

POPIS

- TČ má premenlivý výkon v závislosti od teploty vykurovacej vody
- Celý potrebný výkon zabezpečuje TČ počas celého roka
- Pri vyšších teplotách vzduchu. Jeho reguláciou sa eliminuje prebytočný výkon (vhodné kombinovať TČ s akumulácnou nádržou)
- Vzhľadom k vysokému výkonu TČ sú vyššie investičné náklady
- V prípade poruchy je objekt bez zdroja tepla

Obr. 6.68 Celoročný priebeh energetického pokrytia dodávky tepla tepelným čerpadlom pri monovalentnej prevádzke



Zdroj: F. Vranay

Návrh TČ - BIVALENTNÁ PREVÁDZKA SO ZÁLOŽNÝM ZDROJOM

Popisované riešenie využíva TČ na dodávku tepla len po teplotu bivalentie, kedy je účinnosť TČ vysoká. Pri nižších teplotách vzduchu pod bodom bivalentie celý výkon dodáva záložný zdroj. Systém TČ je lacnejší, účinnosť TČ vysoká. Bivalentný zdroj je nákladnejší na investície. Toto riešenie kombinácie zdrojov je výhodnejšie pri TČ vzduch/voda, kde SPF TČ pri nízkych vonkajších teplotách je výrazne nižšie.

NÁVRH

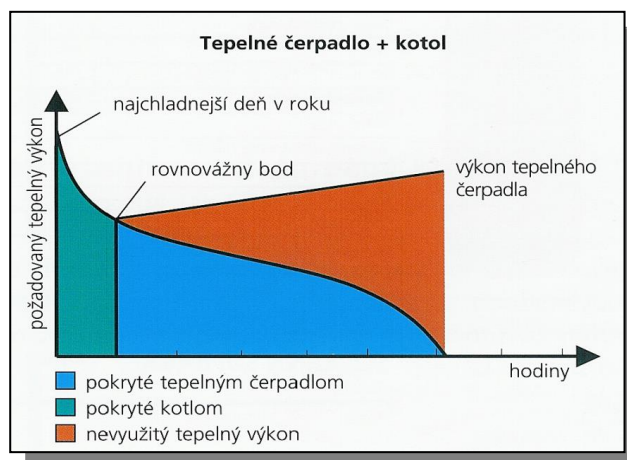
- Určenie zaťaženia zdroja tepla (vykurovanie, ohrev teplej vody, vzduchotechnika, chladenie)
- Maximálna potreba výkonu (spravidla maximálna tepelná strata objektu)
- Výkon TČ sa volí v rozpätí 65 – 80% maximálnej potreby výkonu
- Výkon bivalentného zdroja je 100% maximálnej potreby výkonu

POPIS

- TČ má premenlivý výkon v závislosti od teploty vykurovacej vody
- Chýbajúci výkon pri najchladnejších dňoch sa doplní o záložný ohrievač = bivalentný zdroj (pri vhodnom návrhu bivalentný zdroj pokrýva cca 10-20% dodanej energie počas roka)
- Teplota pri ktorej je tepelná strata objektu rovná výkonu TČ sa nazýva bod bivalentie (rovnovážny bod)
- Pri teplotách vzduchu vyšších ako bod bivalentie TČ dodáva samostatne celý výkon. Jeho reguláciou sa eliminuje prebytočný výkon
- Pri teplotách vzduchu nižších ako bod bivalentie TČ dodáva celý výkon len bivalentný zdroj.

- V prípade poruchy TČ bivalentný zdroj je schopný zabezpečiť celú 100% dodávku tepla

Obr. 6.69 Celoročný priebeh energetického pokrytia dodávky tepla tepelným čerpadlom pri bivalentnej prevádzke so záložným zdrojom



Zdroj: F. Vranay

6.6.6 Tepelné čerpadlo s primárnym zdrojom energie zem

Tepelné čerpadlá využívajú geotermálne teplo obsiahnuté v zemi (v pevnej látke). Na jeho využitie je potrebné realizovať vhodný výmenník tepla (kolektor). Jedná sa o uzavretý okruh tvorený rúrami z plastu ktoré sú naplnené nemrznúcou zmesou (solankou). Zmes je cirkulovaná cez potrubie kolektora (prívodné a vratné potrubie) do TČ kde odovzdá energiu na transformáciu. Základné spôsoby odberu tepla sú:

- Hlbinný kolektor = zemné suché vrty o hĺbke 100-150 m.
- Plošný kolektor, alebo výkopový s potrubiami v hĺbke 1,5-2,0 m
- Energetické pilóty.

Hlbinné vrty

Podliehajú schvaľovaciemu procesu. Nevýhodou sú vysoké náklady na realizáciu. Pri väčších aplikáciách je nutné urobiť test TRT (thermal response test = test teplotnej odozvy), ktorý potvrdí výkon vrtu na 1m hĺbky. Služi na rozhodovanie o počte nutných vrtov pre využitie. V prevádzke vykurovania sa vrt dlhodobo podchladzuje, čím sa znižuje SPF tepelného čerpadla. Preto je výhodné vrty využívať aj v letnej prevádzke v režime chladenia. Pri získavaní chladu sa podlažie opätovne ohrieva odpadným teplom, čo napomáha regenerácii vrtu a jeho príprave na zimné obdobie. Do vrtu vstupuje potrubie prívodné na dne, cez oblúk sa vracia späť cez vratné potrubie do TČ pomocou cirkulačného čerpadla. Jedná sa o uzavretý okruh. Vrt sa po realizácii a osadení potrubí vyplní látkou (bentonit) ktorá zabezpečí prestup tepla medzi rúrkami a okolitou horninou. Pri väčšom počte vrtov sú rúry spájané paralelne, hydraulicky vyvážené a privádzané k TČ.

Zásady návrhu:

- Nerobiť vrty pod objektom - odstup min 2m. (kvôli novej tlakovej vode),
- Od hĺbky 15 m už nepôsobí na vrt povrchová teplota (prvých 10 m sa do výkonu vrtu nezapočítava),
- Odstup vrtov je cca 10% ich hĺbky (problém pri zvislom vrtaní, kde je možnosť prekríženia vrtov a tým ich vzájomnému ovplyvňovaniu),
- Optimálna hĺbka vrtu je cca 120 metrov. Pri väčších hĺbkach narastá čerpacia práca,

- Merný výkon pri odbere 1800 hodín prevádzky
 - 25 W/m pre horšie podložie, suché sedimenty,
 - 60 W/m normálna pevná hornina, alebo vodou nasýtený sediment,
 - 84 W/m pevná hornina s vysokou tepelnou vodivosťou.

Plošné kolektory

Realizujú sa horizontálne pod povrch terénu spravidla na vlastnom pozemku. Systém rúr s nemrznúcou zmesou odoberá teplo z okolia. Teplota zo zemného kolektora nie je stabilná, pretože osadenie je relatívne v malej hĺbke. Dopadom pre rastlinstvo nad zemnými kolektormi je posun vegetačného obdobia kvôli vychladeniu o cca 2 mesiace. Nad kolektormi neporastú a nie sú dovolené hlbokokoreňové rastliny.

Zásady návrhu:

- Pri ich realizácii je požiadavka na veľkú plochu pozemku.
- Plošný výkon pri odbere 1 800 hodín prevádzky do roka je:
 - cca 10 W/m² pri suchej nesúdržnej hornine
 - 20 – 30 W/m² pri štrkoch a pieskoch
 - 40 W/m² pri pretekajúcej spodnej vode cez štrky a piesky
- Kolektory sa nemajú osadzovať pod objekt. Hĺbka uloženia plastového potrubia je cca 1,5-2,0 m. Odstup rúrok je 0,5 až 1,0.
- Osadenie rúr je do tvaru meandra, špirály, alebo do tzv. slinku kde je obmedzenie pre uloženie
- Dĺžka okruhu kvôli optimalizácii čerpacej práce je max 150 m. Pri potrebe väčších výkonov sa okruhy spájajú paralelne a privádzajú do TČ.
- Cirkuláciu nemrznúcej zmesi zabezpečuje obehové čerpadlo.

Energetické pilóty

V zásade ich využite je ako pri zemných vrtoch. Na energetický zisk sú využívané pilóty ktoré slúžia na zakladanie stavieb. Jedná sa o pilóty vŕtané a následne betónované. Pri armovaní pilót sa osadia plastové potrubia, ktoré obaľujú valcový tvar pilóty s krytím betónovou vrstvou. Výkon a prevedenie pilót je závislé od statických požiadaviek (hĺbka, priemer a rozostup).

Obr. 6.70 Spôsob odberu tepla pri zemných kolektoroch



A- hlbinný vrt



B- plošný kolektor



C- plošný kolektor

Zdroj: F. Vranay

6.6.7 Tepelné čerpadlo s primárnym zdrojom energie voda

Charakteristickou vlastnosťou TČ s primárnym zdrojom energie voda je zdroj OZE

Základné spôsoby odberu tepla sú:

- voda podzemná
- voda pôvodom povrchová

Voda podzemná

Najčastejšie sa využíva podzemná voda vzhľadom k jej celoročnej stabilnej teplote (v zimných mesiacoch 8 až 12 °C, v letných mesiacoch 11 až 15 °C.). Podmienkou využitia je jej dostupnosť a výdatnosť počas celého obdobia prevádzky TČ. V procese výroby tepla sa voda nespotrebuje, len sa z nej odoberie energia, voda sa ochladí a následne vráti späť do podzemia vsakovacou studňou. Tento proces vodu nijako neznehodnotí, ani nemení jej kvalitu. Teplota odčerpávanej vody počas roka osciluje okolo priemernej ročnej teploty vzduchu v mieste kde sa nachádza systém s TČ. Vyššie teploty môžu byť spôsobené vplyvom geotermálnych procesov vo vrstve vodonosného podložia. Vyššia teplota je pre TČ výhodnejšia, nakoľko zvyšuje účinnosť výroby tepla. Pri termálne ovplyvnených vodách je ale predpoklad, že budú mať chemické zloženie, ktoré je nepriaznivé pre proces dopravy a odovzdávania tepla vo výmenníkoch. Aj pri vodách s nízkou tvrdosťou sa odporúča pred TČ predradiť oddeľovací výmenník. Na primárnej strane medzi TČ a výmenníkom sa tak vsadí okruh s nemrznúcou zmesou (soľankou). Nemrznúca zmes zabraňuje vytváraniu námrazy v potrubí na strane výparníka.

Zásady návrhu:

- Existencia vhodného zdroja tepla z pohľadu výdatnosti počas celého obdobia prevádzky (studňa, vrty, ...). Požadovaná výdatnosť vody 3-5 m³/hod pre 10-15 kW. Ochladenie vody je cca 4°C. (požaduje sa čerpacia skúška),
- Vhodná teplota a chemické zloženie vody vyjadrené tvrdosťou, obsah a zloženie mechanických častí vo vode (vodný kal, ...),
- Existencia studne, alebo zariadenia na spätné navrátenie ochladenej vody do podložia s dostatočnou hĺbkou (požaduje sa vsakovacia skúška),
- Hĺbka hladiny vody z ktorej bude čerpaná, nakoľko má význam pre čerpaciu prácu,
- Studne podliehajú schvaľovaniu na príslušných úradoch,
- Pri väčších výkonoch zdrojov je nutná hydrodynamická skúška, ktorá potvrdí požadovanú výdatnosť sacej aj vsakovacej studne. Skúška pozostáva z čerpania a rozboru kvality vody a merania jej teploty po dobu 14 dní,
- Je možné v systéme prevádzkovať súčasne aj viac studní ak je to nutné,
- Rozhodujúce je rozloženie vrtov vzhľadom ku smeru toku podzemných vôd. Čerpacia studňa sa navrhuje na strane prívodu toku spodnej vody, vsakovacia po prúde, aby sací vrt nebol ovplyvnený vrátenou vodou,
- Vhodným riešením pre rýchlejšiu ekonomickú návratnosť je využitie použitej vody v TČ (už je vyčerpaná na povrchu) pre prevádzku objektu (úžitková voda, alebo voda na zavlažovanie).

Voda povrchová

Povrchová voda počas roka mení výrazne svoju teplotu, čím sa stáva pre energetické využitie síce vhodná, ale SPF systému s TČ je premenlivé. Počas zimných mesiacov sa môže stať, že teplota vody neumožní jej využitie cez bežné TČ. Podľa vzdialenosti od TČ je možné vodu buď priamo čerpať do strojovne a cez výmenník odoberať energiu a vrátiť, alebo na dno vodného toku, alebo nádrže osadiť systém rúrok plošne ako pri zemných kolektoroch. Pri dimenzovaní a výpočte energetických účinností je potrebné zohľadniť špecifiká dané prostredím. Podľa druhu zdroja je schválenie podmienené príslušnými úradmi, kde je nutné doložiť aj prípadnú dopadovú štúdiu.



A- voda podzemná



B- voda pôvodom povrchová s odberom cez plošný kolektor

Poznámka:

Zdroj: F. Vranay

6.6.8 Tepelné čerpadlo s primárnym zdrojom energie vzduch

Tepelné čerpadlá s primárnym zdrojom vzduch vývojovo najviac získali v dôsledku generačných zmien technológie kompresorov. Dnešné zariadenia sú schopné pracovať s primárnou látkou vzduch až do teploty -20°C pri ešte akceptovateľnej účinnosti. Takéto podmienky sa v našich klimatických pásmach buď nevyskytujú, alebo veľmi zriedka. Pri celoročnej prevádzke kde sa zohrieva aj teplá voda, vykazujú tieto TČ niekedy v letných mesiacoch (teplota vzduchu aj 30°C) aj vyššie účinnosti ako systémy s primárnym zdrojom voda. V celoročnej prevádzke tak môžu účinnosťou konkurovať systémom voda/voda a zem/voda pri neporovnateľne nižších investičných nákladoch. Prípadne extrémne nízke teploty vzduchu sa dopĺňujú v prevádzke chýbajúci výkon bivalentným zdrojom tepla.

Základné spôsoby odberu tepla sú:

Systém vzduch / voda:

- Kompaktné tepelné čerpadlo vo vnútornom prevedení,
- Tepelné čerpadlo pre vonkajšiu inštaláciu.

Systém vzduch / vzduch

- Systém s vnútornou a vonkajšou jednotkou (split).

Kompaktné tepelné čerpadlo vo vnútornom prevedení - vzduch / voda

Podstatné pre konštrukciu je, že TČ je kompaktné. Vzduch sa privádza nasávacou a výfukovou hadicou ktoré sú hlukovo a teplotne izolované. Vzduch po ochladení resp. ohriatí podľa druhu prevádzky (ohrev/chladenie) sa vyfukuje späť do ovzdušia. Systém vyžaduje minimálne stavebné úpravy, ktoré sú otvory na fasáde objektu opatrené žalúziami. Je potrebné zabezpečiť tok nasávaného a odvádzaného vzduchu tak, aby nedochádzalo k jeho opätovnému nasávaniu. Energia získaná vo forme teplej, alebo studenej vody je vedená do systému.

Tepelné čerpadlo pre vonkajšiu inštaláciu - vzduch / voda

Odlišnosťou voči vnútornému prevedeniu je jednotka delená na dve časti. Výparníková časť je v exteriéri, kde cez výparník je ventilátorom preháňaný vzduch. Vnútna časť obsahuje ostatné prvky a je spojená s exteriérovou potrubiami s cirkulujúcim chladivom. Z pohľadu účinnosti a využitia sú systémy zrovnateľné.



Zdroj: F. Vranay

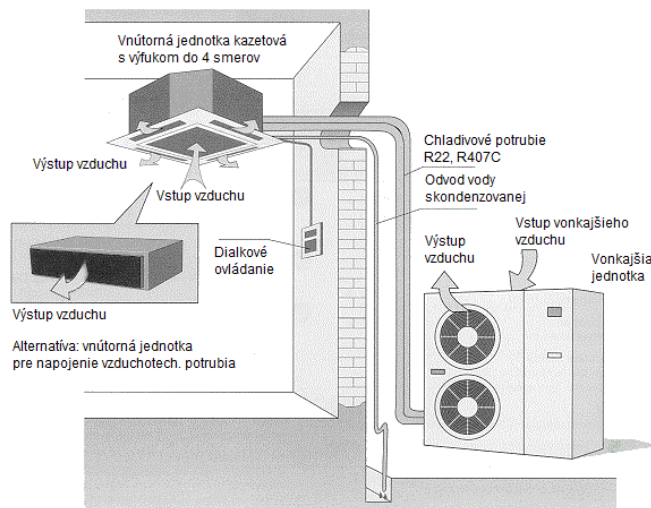
System s vnútornou a vonkajšou jednotkou vzduch / vzduch

Tento systém sa bežne uvádza pod názvom split, multisplit a VRV. Technologicky je to tepelné čerpadlo s jednou vonkajšou jednotkou so vzduchom chladeným kondenzátorom a vnútornými jednotkami. Rozvod je chladivový dvoj, alebo trojrúrovňový podľa prevedenia.

- split 1 vonkajšia + 1 vnútorná jednotka, (chladí, alebo vykuruje).
- split 1 vonkajšia + 2 vnútorné jednotky (s rovnakým chladiacim výkonom pričom jedna jednotka je riadiaca).
- multisplit 1 vonkajšia + 3 až 5 vnútorných jednotiek (pracujúcich na sebe nezávisle chladenie / vykurovane).
- VRV vonkajšia + 6 až 40 vnútorných jednotiek (pracujúcich na sebe nezávisle chladenie / vykurovane)-

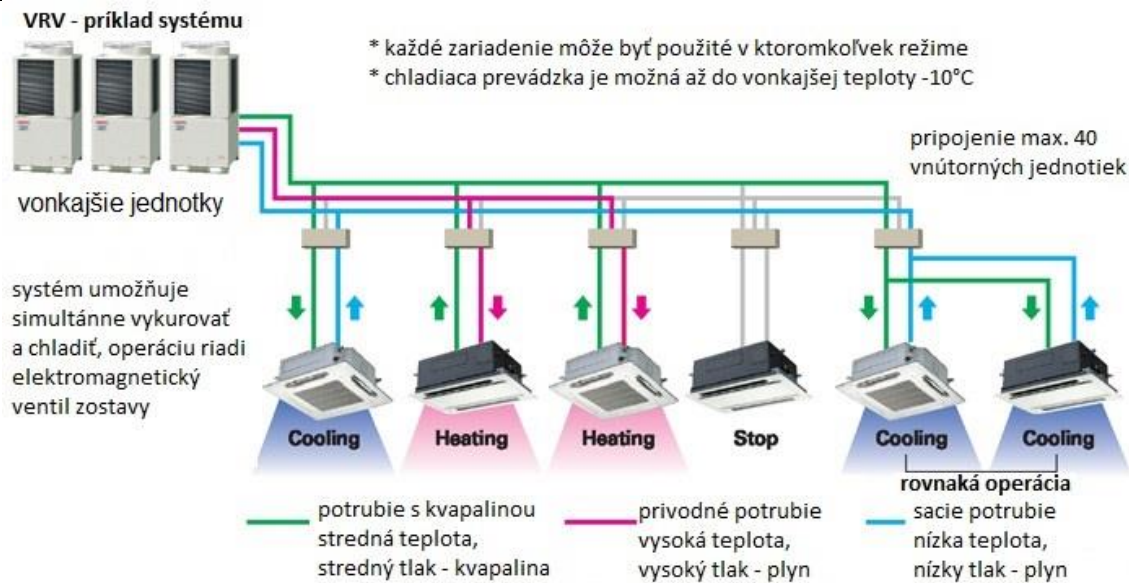
Ovládanie vnútorných jednotiek je cez samostatné ovládače, čo umožňuje nezávislú prevádzku. Pri systémoch multisplit a VRV je umožnené súčasne vykurovať a chladieť, čo znamená že energiu tepelnú získanú v chladenej miestnosti systém pretransformuje do vykurovanej miestnosti a naopak. Celková účinnosť systému sa takto zvyšuje.

Obr. 6.73 Schéma systému Split (tepelné čerpadlo vzduch/vzduch) na vykurovanie / chladenie (1x vonkajšia jednotka a 1x vnútorná jednotka)



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6. 74 Schéma systému VRV (tepelné čerpadlo vzduch/vzduch) na vykurovanie / chladenie

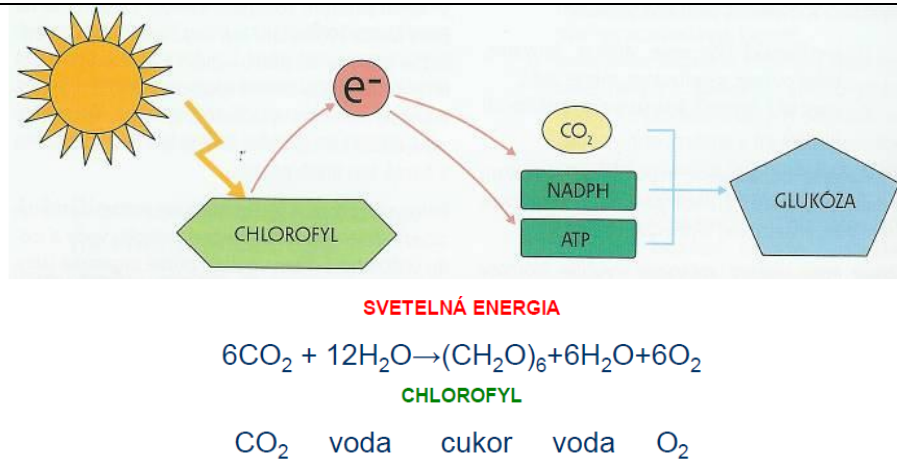


Zdroj: F. Vranay

6.7 Biomasa

Organická hmota či už vo forme dreva, rastlín, alebo zvyškov nám dokáže poskytnúť všetky užitočné formy energie - elektrinu, teplo aj kvapalné palivá pre motorové vozidlá. Biomasa je v podstate zakonzervovaná slnečná energia, ktorú rastliny vďaka fotosyntéze premieňajú na organickú hmotu. Rastliny na svoj rast využívajú oxid uhličitý z atmosféry a vodu zo zeme, ktoré vďaka fotosyntéze pretvárajú na uhľovodíky – stavebné články biomasy. Slnečná energia, ktorá je hybnou silou fotosyntézy je v skutočnosti uskladnená v chemických väzbách tohto organického materiálu. Pri spaľovaní biomasy opätovne získavame energiu uskladnenú v chemických väzbách. Kyslík zo vzduchu sa spája s uhlíkom v rastline, pričom vzniká oxid uhličitý a voda. Tento proces je cyklicky uzatvorený, pretože vznikajúci oxid uhličitý je vstupnou látkou pre novú biomasu.

Obr. 6.75 Model fotosyntézy



Zdroj: F. Vranay

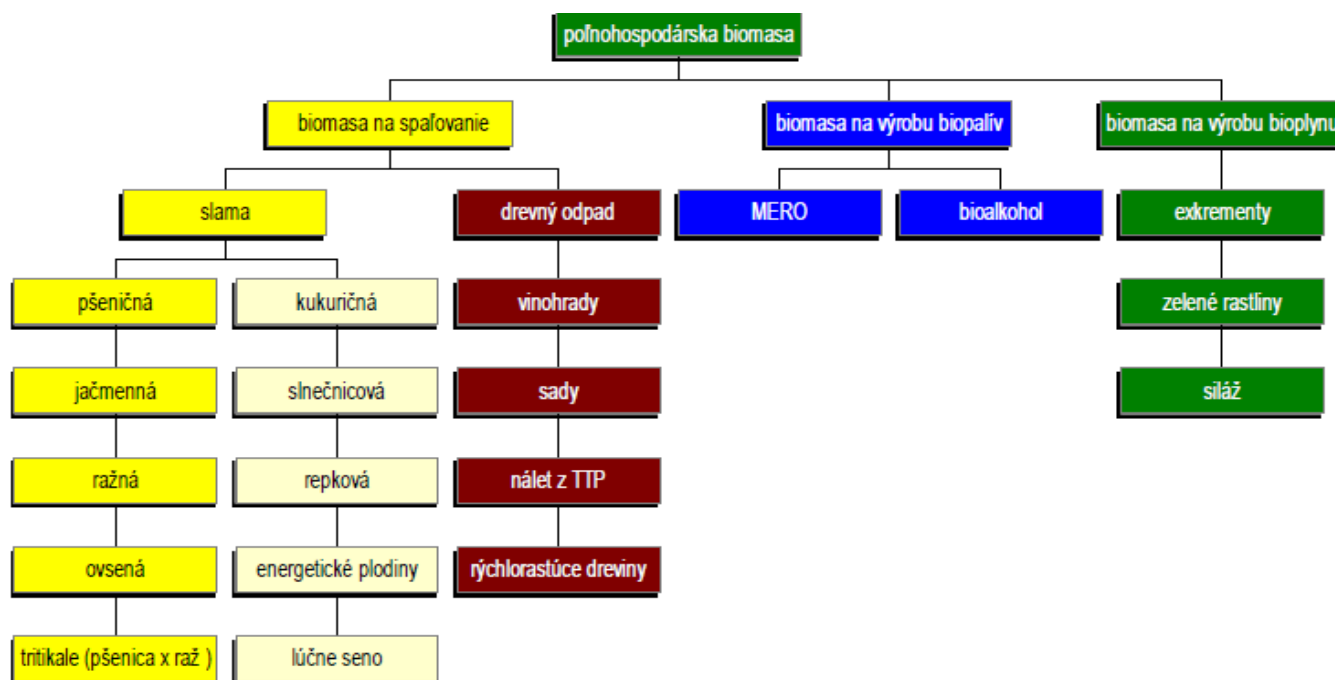
Rozdelenie biomasy podľa produkčného odvetvia

- fytomasa (obilná, repková, kukuričná slama. Konopa, odpady zo sadov a vinogradov, účelovo pestované energetické plodiny - vrba, topol, laskavec, štiavec...)
- zoomasa (živočíšne exkrementy),
 - lesná biomasa (dendromasa) – palivové drevo, konáre, pne, korene, kôra, štiepka, rýchlorastúce dreviny.
 - odpady z drevospracujúceho priemyslu – odrezky, hobliny, piliny
 - komunálny odpad – tuhý spáliteľný odpad, biologicky rozložiteľný odpad, skládkový plyn, kalový plyn

Poľnohospodárska biomasa – fytomasa

Poľnohospodárska biomasa je všetka biomasa, ktorá sa vyprodukuje pri hospodárskej činnosti na poľnohospodárskej pôde, v prvovýrobe a pri spracovaní poľnohospodárskych produktov.

Obr. 6.76 Rozdelenie poľnohospodárskej biomasy



Zdroj: F. Vranay

Celkový energetický potenciál biomasy z rezortu pôdohospodárstva (bez komunálneho odpadu a potravinárskeho priemyslu) predstavuje hodnotu 100 – 160 PJ, čo je 15 až 20 % celkovej spotreby energie SR.

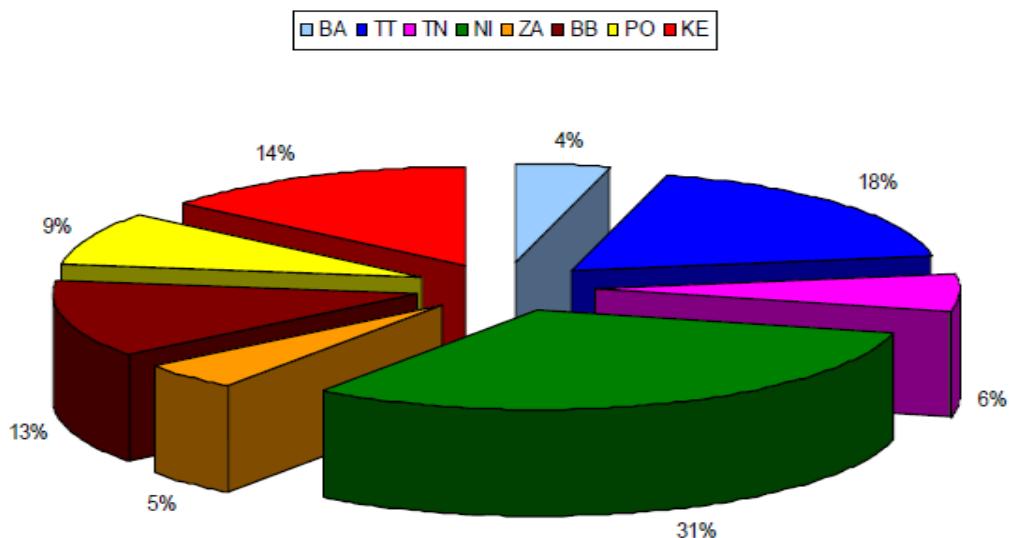
Poľnohospodárska biomasa, ako možný zdroj energie je rovnomerne rozmiestnený po celom území republiky, čo má veľký význam z hľadiska jej regionálneho využitia. Charakteristika zdrojov biomasy vyplýva z geografického charakteru územia Slovenskej republiky, keď z celkovej výmery 4 903 408 ha tvorí poľnohospodárska pôda 2 439 408 ha. Je teda zrejme, že pokiaľ bude v Slovenskej republike existovať poľnohospodárska výrobná činnosť, tak sa bude zabezpečovať aj produkcia biomasy.

Tab. 6.8 Energetický potenciál fytomasy

| Druh biomasy | Možná ročná produkcia na energetické účely v t | Energetický ekvivalent | |
|-----------------------------|--|------------------------|----------------|
| | | GW _h | TJ |
| biomasa na spaľovanie | 4 990 200 | 18 845 | 67 841 |
| exkrementy na bioplyn | 11 357 600 | 2 366 | 8 518 |
| siláž z TTP na bioplyn | 3 200 000 | 2 138 | 7 695 |
| kvapalné biopalivá z výmery | 200 000 ha | 6 100 | 22 000 |
| spolu | | 29 449 | 106 054 |

Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.77 Energetický potenciál fytomasy v % podľa krajov v SR

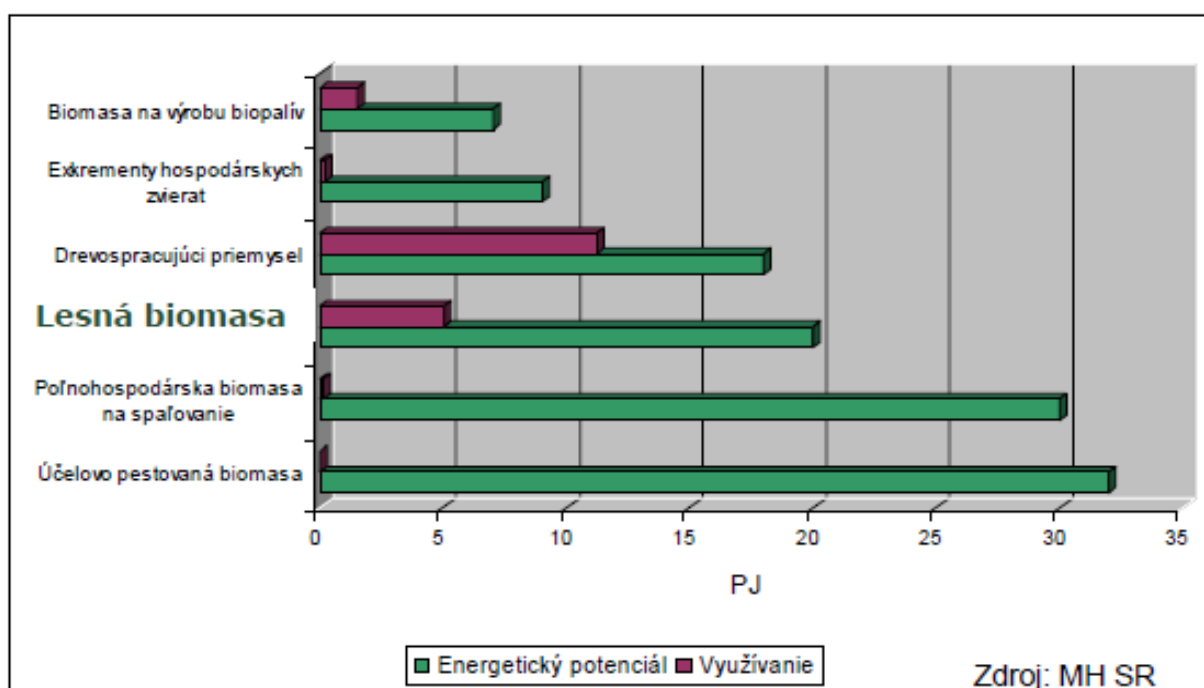


Zdroj: F. Vranay

Lesná biomasa – dendromasa

Významným zdrojom biomasy je biomasa z lesnej pôdy a z drevospracujúceho priemyslu. Najvýznamnejším lesohospodárskym podnikom na Slovensku sú Lesy Slovenskej Republiky, š.p., ktorý disponuje obrovským potenciálom biomasy vhodnej pre energetické účely. Z celkovej výmery pôdy SR 4 903 408 ha tvorí lesná pôda 2 002 129 ha, z toho 48 % obhospodarujú práve Lesy SR s potenciálom až 1 100 000 ton energetickej štiepky ročne.

Obr. 6.78 Energetický potenciál dendromasy a jej využívanie v SR



Zdroj: F. Vranay

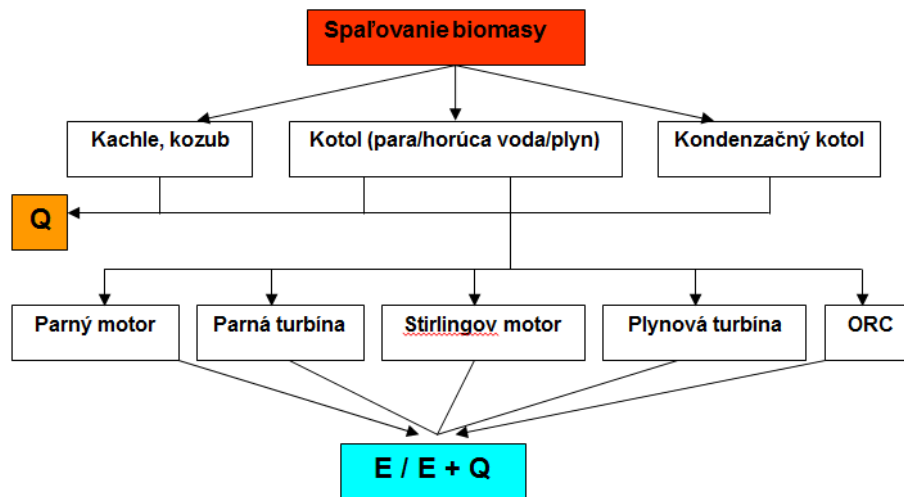
6.7.1 Spôsoby konverzie biomasy na energiu

Biomasu je možné energeticky využiť viacerými spôsobmi (Obr.6.79). V prvom stupni termochemická konverzia sa spaľovaním uvoľní chemicky viazaná solárna energia vo forme tepla, ktoré sa spravidla využije priamo na zásobovanie teplom. V druhom stupni transformuje na hodnotnejšiu konečnú energiu, plyn, kvapalné palivo, elektrinu, a pri kogenerácii odpadové teplo z tejto energetickej premeny sa využije na zásobovanie teplom.

Tab. 6.8 Spôsoby konverzie biomasy na energiu

| Typ konverzie biomasy | Spôsob konverzie biomasy | Energetický výstup | Odpadový materiál alebo druhotná surovina |
|--|--------------------------|------------------------|---|
| termochemická konverzia (suché procesy) | spaľovanie | teplo viazané na nosič | popol |
| | splyňovanie | generátorový plyn | dechtový olej, uhľikáté palivo |
| | pyrolýza | generátorový plyn | dechtový olej, pevné horľavé zbytky |
| biochemická konverzia (mokré procesy) | anaeróbná fermentácia | bioplyn | fermentovaný substrát |
| | aeróbná fermentácia | teplo viazané na nosič | fermentovaný substrát |
| fyzikálno-chemická konverzia | esterifikácia bioolejov | metylester, biooleje | glycerín |

Zdroj: F. Vranay



Zdroj: F. Vranay

Termochemická konverzia biomasy

Z prvotnej biomasy, z ktorej sa energia dá získať efektívne spaľovaním (kusové drevo, slama a iné odpady z poľnohospodárstva, lesného hospodárstva a drevospracujúceho priemyslu, účelne pestované energetické plodiny) alebo po úprave (štiepkovanie, peletovanie, briketovanie) sa zdá byť nerozumné nákladnou technológiou vyrábať bioplyn pre kombinovanú výrobu elektriny a tepla, ktorá je investične tiež dosť náročná. Z hľadiska environmentálnej záťaže je však bioplyn výhodnejšou alternatívou.

Spaľovanie

Technológie spaľovania využíva niekoľko princípov spaľovania:

- spaľovanie na rošte,
- spaľovanie so spodným prívodom paliva,
- špeciálne horáky, horákové prevedenia ohniska a
- spaľovanie vo fluidnej vrstve.

Spaľovacie zariadenia

Za spaľovacie zariadenia považujeme v prípade zdrojov pre vykurovanie lokálne zdroje – krby a pece, kotle pro ústredné vykurovanie rôznych prevedení, teplovodné a horúcovodné kotle pre lokálne centralizované systémy, parné kotle pre kogeneráciu tepla a elektriny.

- Pece, sporáky
- Krby a krbové pece
- Kachľové pece
- Kotle pre ústredné vykurovanie

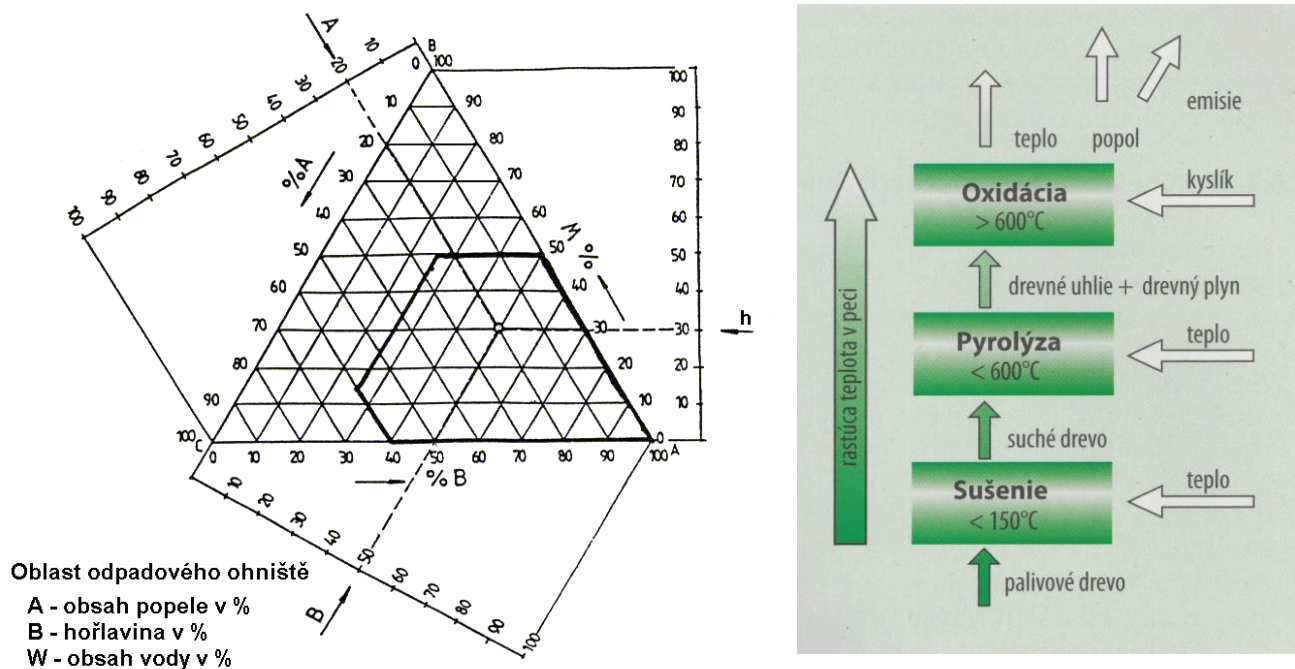
Proces spaľovania

- spaľovaním získavame tepelnú energiu – teplo
- dochádza tu k rozkladu organických látok v odpade najmä CO₂ a voda
- základná výhoda značná redukcia pôvodného objemu
- každé palivo je charakterizované:

- - obsahom horľaviny „B“
- - obsahom popola „A“
- - obsahom vody „W“
- palivo je schopné samostatne horieť iba ak platí:

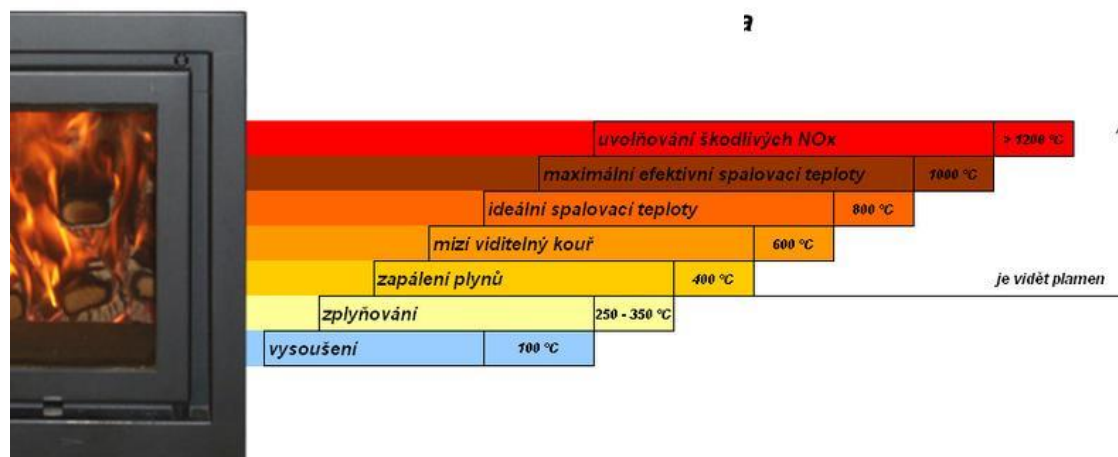
$A < 60\%$ $B < 50\%$ $W > 25\%$
 pričom musí platiť $A + B + W = 100\%$

Obr. 6.80 Proces spaľovania dreva

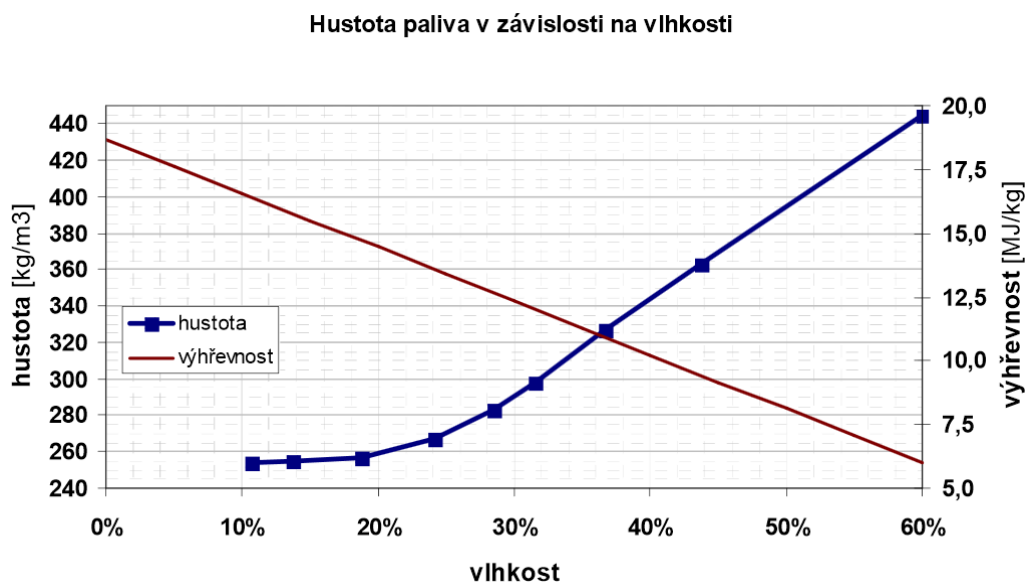


Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.81 Priebeh spaľovania dreva



Zdroj: F. Vranay



Zdroj: F. Vranay

Palivá na báze dreva a biomasy

Pre lepšiu manipuláciu s palivom ktorého pôvod je drevo, alebo rastlinná hmota sa vyrábajú palivá vo forme:

- brikety z dreva, alebo rastlinného pôvodu (valce alebo kvádre s priemerom cca 10 cm s dĺžkou cca 15-30 cm),
- drevené pelety (z rozdrveného dreva sa lisovaním vyrábajú granule – pelety s priemerom cca 0,5 cm a dĺžke cca 1,5 cm),
- drevná štiepka (z rozdrveného dreva štiepka o dĺžke cca 5-10 cm),
- slama vo forme balíkov sa dopravuje do spaľovacieho kotla kde sa slama.

Obr. 6.83 Palivá na báze biomasy – brikety, drevené pelety, drevná štiepka, slama



Zdroj: F. Vranay

Splyňovanie

Spôsob úpravy biomasy na palivo vyššej kvality – horľavé plyny (vodík, oxid uhoľnatý, metán, ...). Proces prebieha pri nedokonalom (čiasočnom) horení. Vznikajúca zmes plynov sa využíva ako iné plynné palivo. Druhy splyňovacích procesov sa líšia podľa stavu splyňovacieho materiálu, prípadne podľa prúdu pevného materiálu a prúdu splyňovacieho média:

- spaľovanie na rošte,
- spaľovanie so spodným prívodom paliva,
- špeciálne horáky, horákové prevedenia ohnišťa a
- spaľovanie vo fluidnej vrstve.

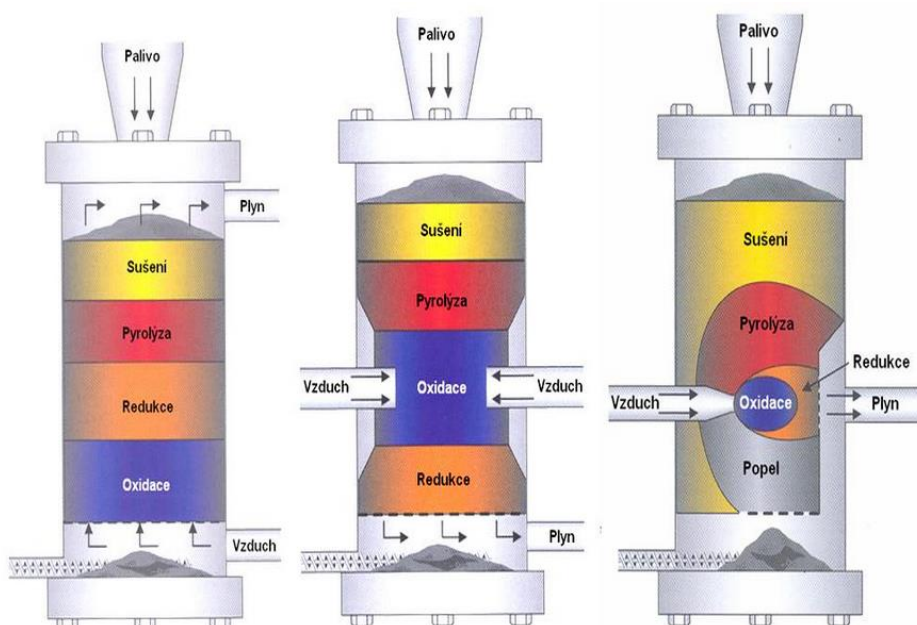
Splyňovače s pevným lôžkom

- protiprúdový splyňovač – najjednoduchší splyňovač
- súprúdy splyňovač + menej dechtu oproti protiprúdovému
- súprúdy splyňovač s otvoreným jadrom – pre jemnú biomasu
- viastupňový súprúdy splyňovač – spaľovanie, splyňovanie a pyrolýzy sú oddelené
- splyňovač s krížovým tokom – je pôvodne navrhnutý na splyňovanie dreveného uhlia

Splyňovače s fluidným lôžkom

- stacionárna fluidná vrstva (BFB – bubbling fluidised bed) – fluidná vrstva je ukončená hladinou, úroveň dechtov je od 1 do 2%.
- cirkulujúca fluidná vrstva (CFB – circulating fluidised bed) – vrstva je obmedzená stropom reaktora, konverzia paliva je tak dokonalejšia a vyhorenie uhlíka je omnoho väčšie ako u BFB

Obr. 6.84 Schéma splyňovačov – zľava protiprúdový, súprúdy a s krížovým tokom



Zdroj: F. Vranay

Pyrolýza

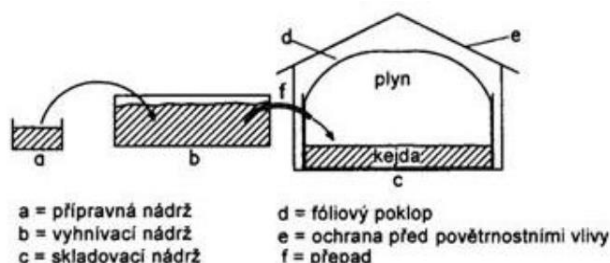
Pyrolýza (tiež odplynenie) predstavuje tepelný rozklad organických materiálov za neprítomnosti splyňovacích médií, ako je kyslík, vzduch, oxid uhličitý, vodná para pri teplote 300 – 500 °C. Produktom je napr. drevné uhlie ktoré má dvojnásobnú energetickú hustotu, lepšie horenie, vyššiu teplotu horenia. Na 1 tonu drevného uhlia je potrebných cca 4 – 10 ton dreva.

Biochemická konverzia biomasy

Anaeróbna fermentácia

Anaeróbna fermentácia „metánová fermentácia“ organických materiálov je proces kde sa mikroorganizmami postupne rozkladá biologická hmota (vo fermentore) bez prístupu vzduchu. Konečným produktom je vyhnitý substrát a plyny (CH₄, CO₂, H₂, N₂, H₂S). Vzniknutý substrát ako odpad je biologicky nezávadná hmota. Proces výroby sa tiež nazýva bioplynová stanica. Vysoká strata tepla pri výrobe je vykompenzovaná kvalitou paliva a jeho transportovateľnosťou.

Obr. 6.85 Schéma prevádzky bioplynovej stanice s prietokovou metódou



Zdroj: F. Vranay

Fyzikálno-chemická konverzia biomasy

Esterifikácia – fyzikálno chemické premeny

Pomocou fyzikálno chemických procesov je možné biomasu upravovať do formy kvapalného paliva. Vhodnou surovinou sú olejniny, z ktorých sa vyrába látka podobná motorovej naftě.

Surovina sa lisuje po predchádzajúcom ohreve na 80 – 90 °C. Lisovaním sa získava asi 50% oleja obsiahnutého v rastline. Oleje sú použiteľné v upravených spaľovacích motoroch

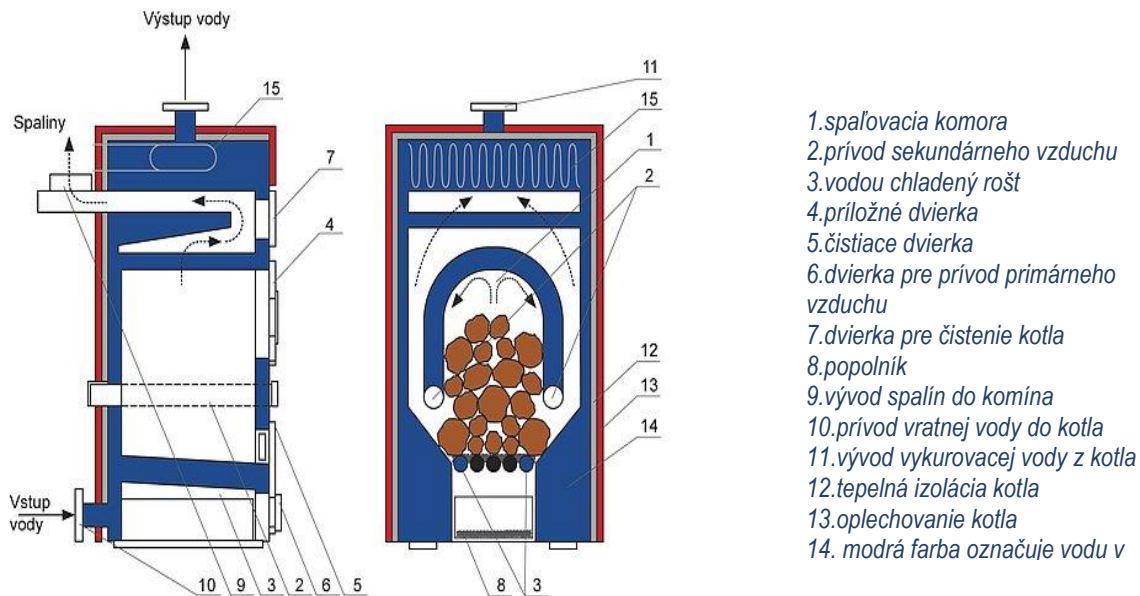
6.7.2 Zariadenia na spaľovanie biomasy pre AB

Kotle na spaľovanie kusového dreva alebo briekiet

Sú najjednoduchšie a najlacnejšie kotle pre budovu. Princíp takéhoto zariadenia je ilustrovaný na Obr. 6.85. Spaľovanie paliva prebieha v jeho celom objeme viac či menej v rovnakom čase ako v kachliach. Kotel je zvyčajne vybavený primárnym prívodom vzduchu pod roštom a sekundárnym prívodom vzduchu nad palivom. Horné dvierka slúžia na dávkovanie dreva a spodné slúžia ako otvor pre vyberanie popola. Tieto kotle využívajú prirodzený ťah. Emisie nespálených uhľovodíkov sú príliš vysoké ak sú kotle prevádzkované pri tlmených režimoch horenia napríklad v jarnom a jesennom vykurovacom období.

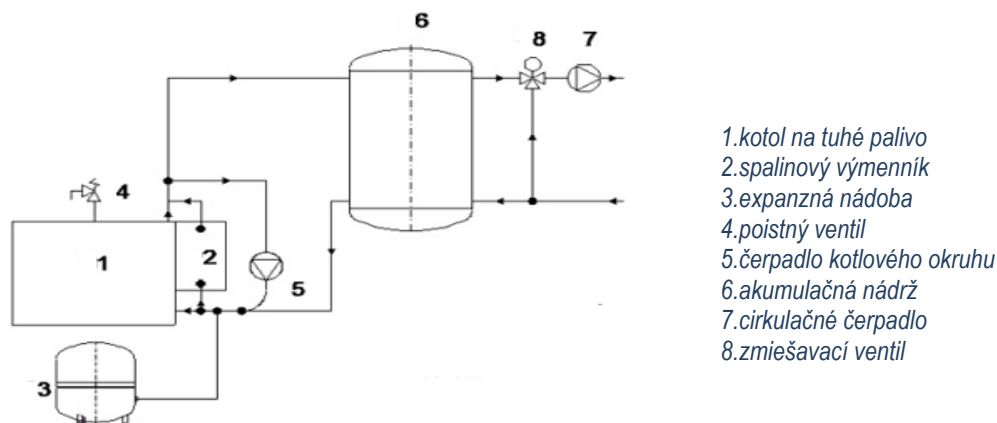
Ekologické a optimálne spaľovanie môžeme dosiahnuť len vtedy, ak kotel bude prevádzkovaný pri menovitom tepelnom výkone. Tieto kotle sú často napojené na zásobníky vody o objeme od 1-5 m³ (Obr.6.86). Teplá voda je vyrábaná tepelným výmenníkom v akumuláčnej nádrži. Toto umožňuje využiť menovitý výkon kotla a znížiť tak emisie zo spalín. V akumuláčnych nádržiach sa tiež často umiestňujú aj elektrické ohrievače. Týmto spôsobom je možné kombinovať spaľovanie dreva s elektrickým vykurovaním. V mnohých krajinách EU je cena elektrickej energie pomerne nízka počas letnej sezóny, cez víkend a v noci, čo zvyšuje ekonomickú efektívnosť systému.

Obr. 6.86 Kotel na spaľovanie kusového dreva a brikiet



Zdroj: F. Vranay

Obr. 6.87 Schéma zapojenia kotla na tuhé palivo s akumulčnou nádržou

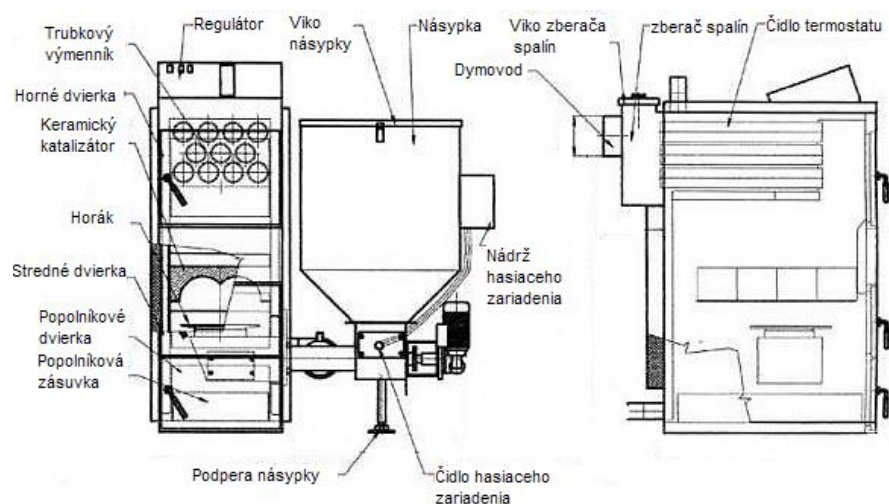


Zdroj: F. Vranay

Kotle na spaľovanie peliet s automatickým dávkovaním

Použitie drevených peliet na vykurovanie budov je pomerne nový fenomén. Zariadenia na spaľovanie peliet boli vyvíjané od roku 1980. Ich spaľovanie v kotloch ústredného kúrenia má významný podiel na trhu s teplom v Rakúsku, Dánsku a Nemecku. Pelety ako palivo sú predmetom záujmu, pretože pri ich spaľovaní produkujú nízke hodnoty emisií. Kotle na pelety umožňujú nepretržité automatické spaľovanie paliva, kontrola rýchlosti horenia a dodávky paliva šnekovým dopravníkom zo zásobníka. Niektoré kotle majú menšie zásobníky, ktoré sa dopĺňajú ručne, iné zase sú dopĺňané šnekom z veľkého skladiska peliet. Spaľovací vzduch je privádzaný elektrickým ventilátorom. Prevádzka kotla je zvyčajne riadená termostatom, alebo aquastatom v kotly.

Obr. 6.88 Schéma zapojenia kotla na pelety so zásobníkom



Zdroj: F. Vranay

6.7.3 Výhody a nevýhody biomasy pri energetickom využití

Výhody biomasy

- Jednou z najväčších výhod biomasy je jej ľahká a lokálna dostupnosť. Odpadávajú náklady na dovoz zo zahraničia, čím sa znižuje aj konečná cena.
- Možnosti využitia odpadových materiálov z drevospracujúceho priemyslu (piliny, kôra, brúsny prach, odrezky, kusový odpad - ročne sa takto vyprodukuje 1,265 milióna ton odpadovej biomasy, lesníctva (odpad zo spracovania dreva preriedovaním lesov a ťažbou, konáre, pne, kôra), poľnohospodárstva (slama, zbytky plodín, odpady z viníc, ovocných sádov, hnojivica...).
- Výroba energeticky koncentrovanejších materiálov z drevnej odpadovej biomasy: brikety (valce 15 - 25 cm), štiepky (2 – 4-cm kúsky), pelety (granule cca do 1 cm), čím sa využije „bezcný“ odpad.
- Väčšina druhov biomasy má vyššiu výhrevnosť ako hnedé uhlie.
- Len spaľovaním v súčasnosti na Slovensku málo využívanej slamy by sme mohli získať 1,6 mld kWh elektriny a 4,8 mld kWh tepelnej energie, čo sa rovná spotrebe v asi 380 000 domácnostiach.
- Veľká perspektíva z pohľadu zamestnanosti, rozvoja vidieka a pri prekonávaní krízy v poľnohospodárstve.

Nevýhody biomasy

- Využitie biopalív sa nepovažuje za ekologické za súčasných legislatívnych a trhových podmienok z dôvodu možnosti zneužitia poľnohospodárskych plôch len na energetické účely namiesto potravinárskej výroby kvôli vyšším ekonomickým ziskom.
- Pestovanie plošne rozsiahlych monokultúr energetických plodín nie je ekologicky prijateľné, ako aj ich mohutné hnojenie priemyselnými hnojivami.
- Holorubná ťažba je na Slovensku síce zakázaná, ale nadmerná ťažba dreva je reálnou hrozbou pre lesy. Preto je nevyhnutné prijať pravidlá udržateľného využívania biomasy pre energetické účely.
- Potreba skladovania z dôvodu sezónnosti produkcie,
- Potreba zabezpečenia dlhodobu spoľahlivej dodávky biomasy,
- Potreba sušenia účelovo pestovanej biomasy pred spracovaním na tuhé palivo,
- Vysoké vstupné náklady technologických zariadení

6.8 Energia vody

Vodná energia má tiež svoj pôvod v energii dopadajúcej na Zem zo Slnka. Slnčná energia spôsobuje vyparovanie vody z oceánov, morí, jazier a vodných tokov. Vodné pary sa presúvajú nad zemským povrchom a ich ochladzovanie vedie ku kondenzácii a zrážkam. Tie zaisťujú vytváranie potenciálnej energie vysoko položených zdrojov vody, ktorá sa mení na kinetickú energiu pohybom v riekach. Kinetická energia vody sa bežne využíva na výrobu elektrickej energie vo vodných elektrárňach. Technológia využívania vodnej energie je najrozvinutejšou medzi obnoviteľnými zdrojmi. Voda tvorí až 71% celkovej plochy Zeme a teda sa jedná o najbežnejšie sa vyskytujúcu látku na našej planéte. Je to obnoviteľný zdroj energie, ktorý sme schopní dlhodobo využívať bez vážnych ekologických škôd. Energia vody je vo svojej podstate premenenou slnečnou energiou. Z celkovej slnečnej energie dodanej Slnkom na Zem tvorí len 0,4%. Energia vody má však v porovnaní s priamou premenou slnečnej energie na elektrickú omnoho vyššiu technicky dosahovanú účinnosť premeny na elektrickú energiu vďaka čomu je tento primárny zdroj energie veľmi zaujímavý pre masové využitie. Vo všeobecnosti je možné povedať že účinnosť malých vodných elektrární je do 90 % a pri veľkých zdrojoch môže byť účinnosť vyššia než 90 %.

Energia vody je obsiahnutá v:

- energii atmosférických zrážok,
- energii ľadovcov,
- energii vodných tokov,
- energii morí.

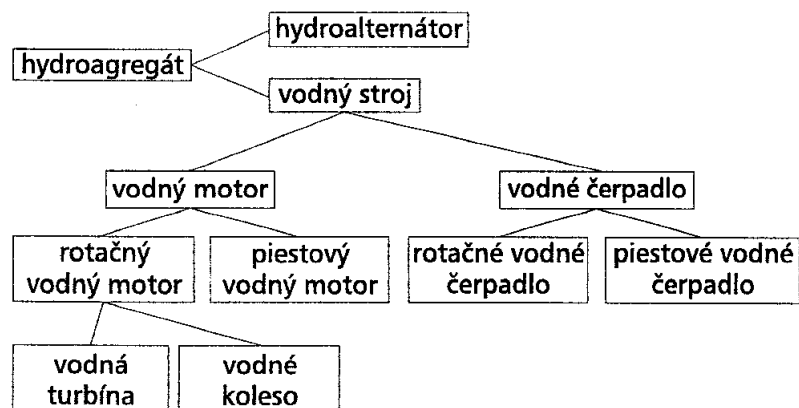
Z týchto zložiek je veľmi málo využívaná mechanická energia morí. Energiu atmosférických zrážok a ľadovcov v súčasnosti nie je možné efektívne použiť na premenu na elektrickú energiu. Vodné elektrárne využívajú na výrobu elektrickej energie hydroenergetický potenciál vodných tokov, čo je súčin priemerných prietokov a spádov daného úseku toku.

6.8.1 Vodné stroje a ich rozdelenie

Vodný stroj je zariadenie, ktoré využíva potenciálnu, kinetickú alebo tlakovú energiu vody a mení ju na mechanickú energiu točiaceho sa hriadeľa. Prehľadné členenie vodných strojov je na obrázku 6.88.

Keďže vo vodných elektrárňach dochádza spravidla k premene mechanickej energie toku na rotačnú energiu hriadeľa, ktorý poháňa generátor, budeme sa podrobnejšie zaoberať rotačnými vodnými motormi.

Obr. 6.89 Schéma členenia časti hydroagregátov



Zdroj: F. Vranay

Vodné kolesá

Vodné koleso je najstarším a najjednoduchším vodným strojom. Využíva hlavne potenciálnu energiu vody. Voda pôsobí na koleso svojou váhou, teda polohová energia sa mení na mechanickú energiu otáčajúceho sa kolesa. Vývojom vodných kolies, ktorý sa zastavil na začiatku 20. storočia, sa ich účinnosť zvýšila až na 80%, pričom bežná účinnosť vodného kolesa je 60 – 70%. V súčasnosti ich nahradili vodné turbíny, ale vodné kolesá majú veľa výhod. Sú to nenáročné, spoľahlivé a lacné motory, ktoré dokážu využiť znečistenú vodu. Dokážu pracovať na spádoch od 0,1m a s prietokmi 0,1m/s a zmena ich výkonu pri zmene plnenia je malá. Veľkou výhodou vodného kolesa je zotrvačnosť a vďaka prevodom stabilita otáčok. Konštrukcia vodného diela s vodným kolesom je oveľa lacnejšia ako vodné dielo s turbínou. Nevýhodou je, že tieto vodné motory majú nízke otáčky preto k svojej činnosti potrebujú prevodovku, teda na pohon generátora je potrebná prevodovka s veľkým prevodom a pri nízkych teplotách pod 0°C zamrzá voda. Ale dá sa tomu zabrániť umiestnením kolesa do drevenej, alebo murovanej strojovne. Priemer vodného kolesa a tvar lopatiek je závislý iba od výšky spádu a šírka kolesa je závislá iba od prietoku.

V súčasnosti je vhodné použiť vodné kolesá pre lokality s nízkym spádom (do 1,5m) a premenlivým prietokom.

Podľa konštrukcie delíme vodné kolesá na:

- korčekové – využívajú potenciálnu energiu vody,
- lopatkové – využívajú kinetickú energiu vody,

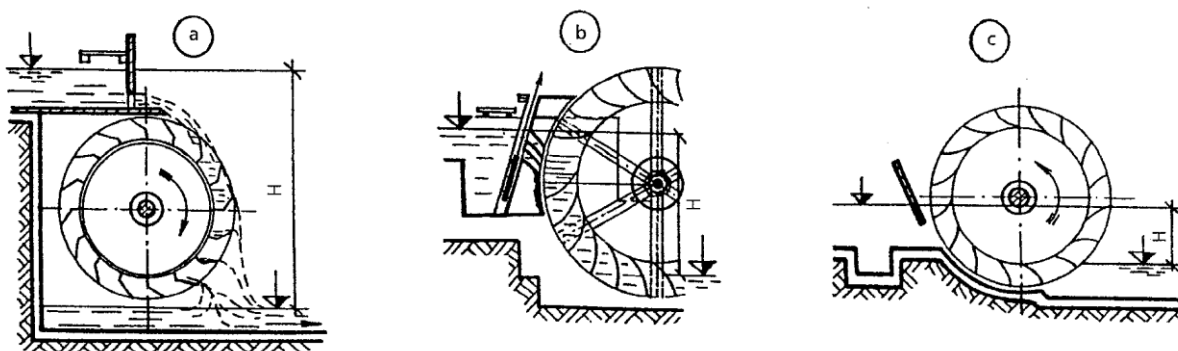
Podľa pôsobenia vodného prúdu:

- s horným náhonom,
- so stredným náhonom,
- s dolným náhonom,

Podľa smeru otáčania

- otáčanie v smere prúdu dolnej vody,
- otáčanie v smere proti prúdu dolnej vody.

Obr. 6.90 Typy vodných kolies



Pozn.: a) s horným náhonom,

b) so stredným náhonom,

c) s dolným náhonom

Zdroj: F. Vranay

Korčkové vodné kolesá

Využívajú potenciálnu energiu vody. Sú to kolesá s horným náhonom. Voda sa na koleso privádza zvrchu pomocou privádzača – náhonu a dopadá do truhličiek – korčkov. Takéto kolesá majú veľký priemer, dosahujú najvyššie otáčky zo všetkých typov vodných kolies väčšinou sa otáčajú v smere prúdu vody. Používajú sa na malé a stredné prietoky a sú schopné spracovať aj najmenšie prietoky. Dosahujú veľmi vysokú účinnosť. Využívajú sa pre spády od 3 do 15m.

Typy korčkových vodných kolies

- s obráteným chodom – účinnosť až do 85%
- s horným náhonom s priamym chodom – účinnosť do 80%
- zo zadným dopadom – účinnosť 65 – 75%

Lopatkové vodné kolesá

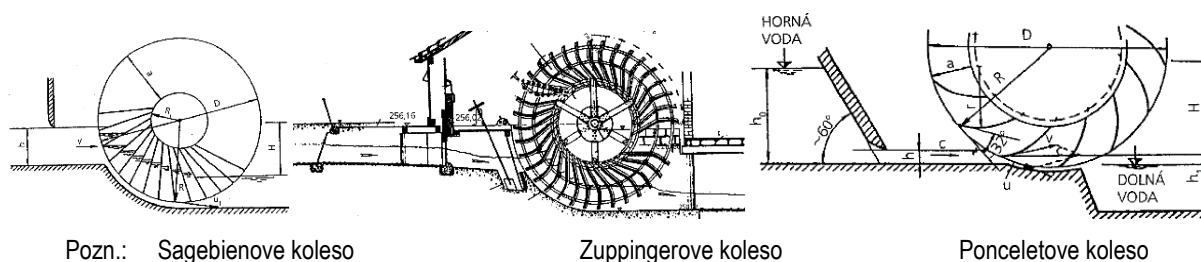
Najstarší typ vodných kolies. Využíva kinetickú energiu vody. Tieto kolesá na dolnú vodu, teda s dolným náhonom majú jednoduchú konštrukciu, ktorá je tvorená z lopatiek. Vyskytovali sa so stredným náhonom. Spodná časť kolesa je ponorená vo vode, prúd vody pôsobí na lopatky a otáča kolesom proti smeru prúdu vody. Okolo kolesa je vytvorený tesný drevený, alebo betónový žľab, tak aby voda neobtekala lopatky.

Používajú sa pre stredné a veľké prietoky a pre veľmi malé spády od 0,1 po 2,5m. Tieto kolesá sú závislé od stabilnej výšky hladiny, pretože pri nízkej hladine koleso nezostane ponorené a teda sa prestane točiť.

Typy lopatkových kolies:

- Sagebienove koleso – účinnosť až do 80%
- Zuppingerove koleso – účinnosť až do 78%
- Ponceletove koleso – účinnosť až do 65%

Obr. 6.91 Typy lopatkových kolies



Zdroj: F. Vranay

Vodné turbíny

Vodná turbína je rotačný vodný motor, ktorý premieňa buď iba kinetickú, alebo kinetickú aj tlakovú časť mechanickej energie na mechanickejšiu energiu rotujúceho hriadeľa obežného kolesa, ktorá je ďalej premieňaná na elektrickú energiu. Podľa týchto dvoch základných parametrov rozdeľujeme turbíny z hľadiska tlakových pomerov do základných skupín:

- Rovnotlakové turbíny – využívajú kinetickú energiu vody (napr. Peltonova, Bánkiho)
- Pretlakové turbíny – využívajú tlakovú energiu vody (napr. Kaplanova, Francisova)

Voda tečúca do turbíny na rozdiel od vodného kolesa vstupuje najskôr do rozvádzacieho kolesa, kde sa usmerní jej prúdenie a prechodom cez lopatky obežného kolesa sa energia vody mení na mechanickú energiu. Voda pri prechode cez lopatky obežného kolesa vyvolá na ne silové pôsobenie a táto sila uvádza do pohybu obežné koleso. Vodné turbíny sa začali používať na začiatku 19. storočia. Vo Francúzsku v roku 1835 uviedli do prevádzky prvú odstredivú (centrifugálnu) turbínu. Vodné turbíny nahradili dovtedy používané vodné kolesá, majú vyššiu účinnosť a využívajú sa aj pre veľké spády. Vodné koleso pre veľké spády je technicky nemožné vyrobiť.

V súčasnosti sú najpoužívanejšie štyri základné druhy vodných turbín – Bánkiho, Peltonova, Francisova a Kaplanova. Turbíny je okrem hľadiska tlakových pomerov možné deliť aj z nasledovných hľadísk:

Z hľadiska smeru prúdenia vody:

- Axiálna turbína – voda tečie rovnobežne s osou turbíny
- Radiálna turbína – voda tečie v smere kolmom na os turbíny
- radiálna turbína s vnútorným vtokom (centripetálna) – voda prúdi od hriadeľa, pričom obežné koleso je na vonkajšej strane rozvádzacieho kolesa
- radiálna turbína s vonkajším vtokom (centrifugálna) – voda prúdi ku hriadeľu, pričom obežné koleso je vo vnútri rozvádzacieho kolesa
- Radiaxiálna turbína – voda mení smer radiálneho na axiálny až v obežnom kolese
- Diagonálna (kuželová) turbína - voda preteká turbínou šikmou vzhľadom na jej hriadeľ (Dériazova turbína)
- Tangenciálna turbína – voda dopadá na obežné koleso ako lúč (Peltonova turbína)

Podľa polohy hriadeľa:

- turbína s vertikálne uloženým hriadeľom
- turbína s horizontálne uloženým hriadeľom
- turbína so šikmo uloženým hriadeľom

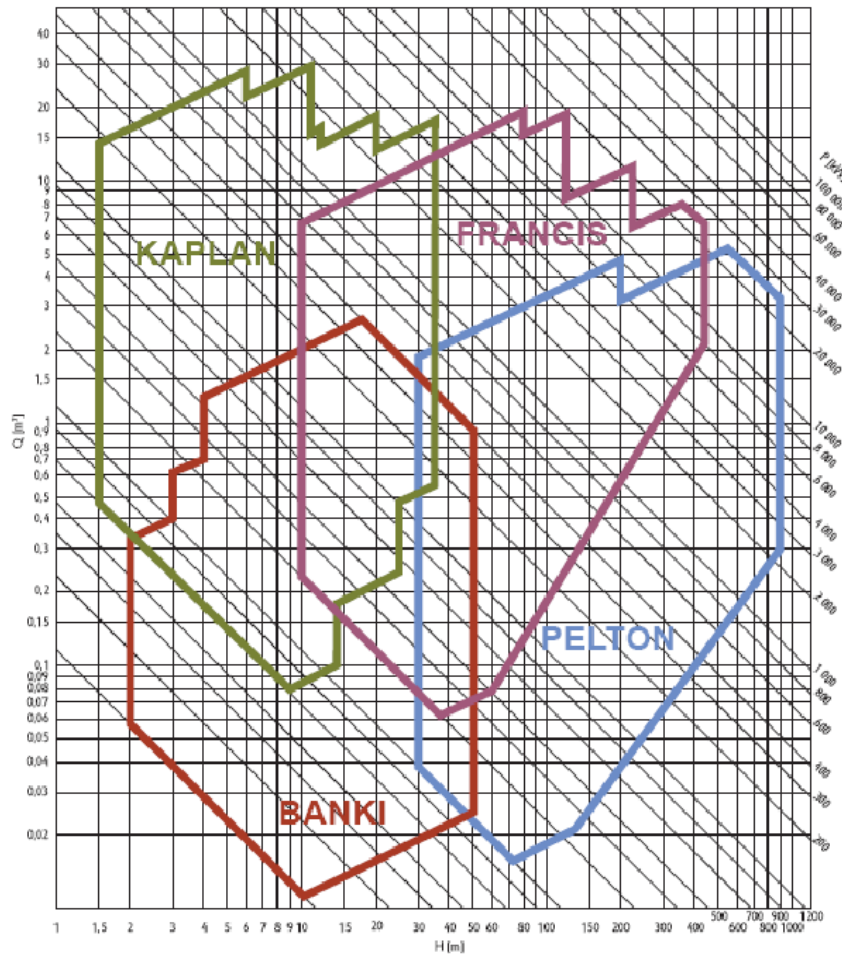
Podľa vtoku do turbíny:

- turbína s plným vtokom
- turbína s parciálnym vtokom

Závislosť výšky spádu H od prietoku vody Q popisuje H - Q diagram. Podľa tohto diagramu sa vyberá vhodný typ turbíny na použitie v elektrárni so známymi parametrami výšky spádu, prietokom vody a požadovaným výkonom. Na to slúži diagram na obrázku 6.91.

- maximálny výkon P – výkon, ktorý je k dispozícii na pohon generátora
- prietok vody turbínou Q – objem, ktorý pretečie turbínou za jednotku času. Maximálny prietok turbínou, pri ktorom vzniká maximálny výkon sa nazýva hltnosť turbíny Q_{max} a je to zároveň prietok, pri ktorom má turbína maximálnu účinnosť
- čistý spád H

Obr. 6.92 H-Q diagram (zdroj OZE) charakteristické údaje turbíny



Zdroj: F. Vranay

Rovnotlakové turbíny

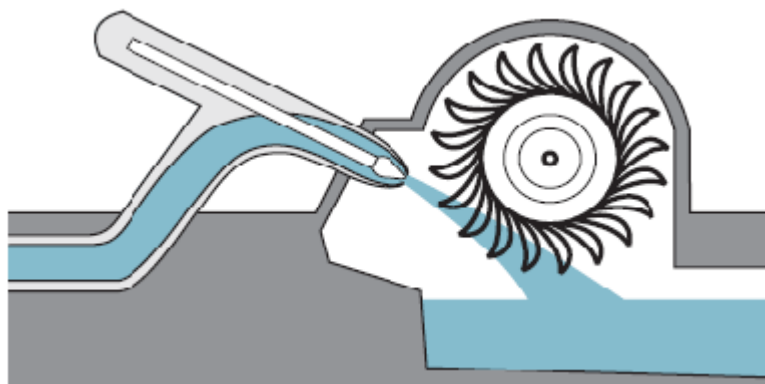
Rovnotlakové turbíny využívajú rýchlosť prúdenia vody, čo je kinetická energia vody. Rýchlosť prúdenia je závislá na spáde vodného toku. Turbíny tohto typu sú pomalobežné vodné motory, pretože obvodová rýchlosť turbíny je polovičná ako rýchlosť prúdenia vody, čo zabezpečuje optimálne využitie kinetickej energie vody. Tlak vody pôsobiaci na lopatky je rovnaký počas celej cesty vody cez turbínu. Tieto turbíny majú čiastočný (parciálny) ostrek, voda vstupuje do turbíny len čiastočne po jej obvode.

Peltonova turbína

Peltonova turbína bola vynájdená v roku 1880 americkým vynálezcom Lesterom Allanom Peltonom. Účinnosť malej turbíny je 80 až 85% a veľkej 85 až 95%. Turbína je zobrazená na. Tento typ turbíny vychádza z konštrukcie vodného kolesa. V Peltonovej turbíne sa voda na obežné koleso privádza tangenciálne cez jednu alebo viacero dýz. Pri konštruovaní Peltonovej turbíny je pre určitý rozsah výkonov možné navrhnuť priemer obežného kolesa tak, aby zodpovedal menovitým obrátkam generátora. V takom prípade nie je potrebná prevodovka a celý agregát je jednoduchší, spoľahlivejší, lacnejší, a zároveň má aj vyššiu účinnosť, pretože odpadajú straty v prevodovke. Toto riešenie sa však nedá použiť pre celý rozsah výkonov. Lopatiek býva obvykle 12 až 40 a hriadeľ turbíny aj s generátorom môže byť uložený horizontálne, keď je dýza jedna alebo sú dve. Agregáty so štyrmi až šiestimi dýzami

mávajú vertikálnu os hriadeľa. Pre zvýšenie účinnosti sú lopatky kolmé na lúč dopadajúcej vody. Výrez na lopatke slúži na lepšie prerozdelenie vody. Výstupok na lopatke rovnomerne rozdeľuje vodu dopadajúcu na lopatky. Obežné koleso je vždy uložené v turbínovej skrini, ktorá zabraňuje rozstrekavaniu vody a usmerňuje ju do odpadu. Regulácia prietoku vody v dýze a tým aj výkonu turbíny sa robí ihlovým uzáverom v osi dýzy. Regulácia musí byť plynulá, bez skokových zmien, aby nedochádzalo k rázom v privodnom potrubí. Peltonova turbína sa používa spravidla pri vysokých spádoch a menších prietokoch.

Obr. 6.93 Peltonova turbína



Zdroj: F. Vranay

Turbína sa väčšinou buduje ako horizontálna, teda aj obežné koleso je umiestnené horizontálne, takéto usporiadanie je vhodné pre menšie prietoky. Pri takomto usporiadaní je obežné koleso zavzdušnené a aj ložiská sa nachádzajú mimo vodu. Vertikálne sa umiestňujú len najväčšie Peltonove turbíny s výkonmi do 200 MW a priemerom obežného kolesa až 5 m. Takéto veľké turbíny majú okrem hlavných dýz aj pomocné dýzy slúžiace na rozbeh a brzdenie obežného kolesa. Hltnosť turbíny sa zvyšuje pridaním ďalších dýz. Pri horizontálnom umiestnení obežného kolesa sa používajú maximálne dve dýzy a pri vertikálnom až 6 dýz.

Peltonova turbína sa používa pre spády od 10 m. Používa sa pre prietoky od 1,5 l/s až do 34000 l/s. Je vhodná na použitie v malých vodných tokoch s veľkým spádom. Dokáže spracovať aj mierne znečistenú vodu a vďaka plochej charakteristike turbíny dosahuje dobrú účinnosť pri zmenách prietoku.

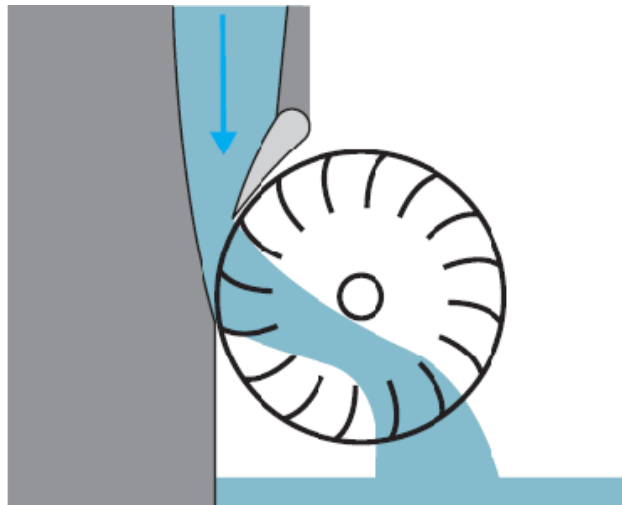
Celé zariadenie je pomerne zložité a drahé, preto sa táto turbína v malých vodných elektrárňach obvykle nepoužíva.

Bánkiho turbína

Bánkiho turbína bola teoreticky vynájdená austrálskym inžinierom A.G.M. Mitchelom v r. 1903, ale pre praktické použitie ju upravil maďarský profesor D. Bánki v r. 1918.

Je to rovnotlaková turbína s veľmi jednoduchou konštrukciou. Horizontálne umiestnené zavzdušnené obežné koleso sa skladá z dlhých zahnutých lopatiek na koncoch uzavretých diskami. Obežné koleso sa môže skladať z viacerých takýchto sekcií. Privod vody do turbíny je uskutočnený cez obdĺžnikové vtokové potrubie. Voda pri prechádzaní cez turbínu dopadne na dlhé lopatky obežného kolesa. Lopatky sa snažia odkloniť vodu smerom k hriadeľu turbíny. Voda zmenou smeru odovzdá väčšinu, asi 79%, svojej energie obežnému kolesu. Ďalej voda prechádza cez voľný zavzdušnený priestor turbíny. Potom dopadá na lopatky na opačnej strane obežného kolesa a je opäť nútená zmenou smeru odovzdať energiu obežnému kolesu. Po opustení lopatiek voľne vyteká pod obežné koleso.

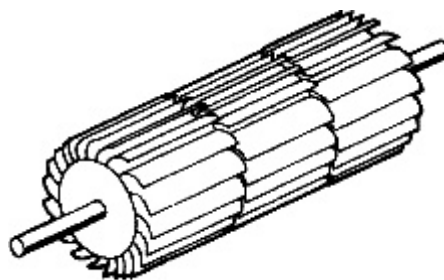
Prietok vody cez turbínu sa reguluje pomocou klapky umiestnenej na vstupe vody do turbíny. Ložiská turbíny sú umiestnené v kryte obežného kolesa a celej turbíny a nie sú v kontakte s vodou. Bánkiho turbína je zobrazená na Obr.6.92.



Zdroj: F. Vranay

Bánkiho turbína má veľmi široké použitie. Je vhodná pre spády od 1m až po 50 m s prietokom od 0,5 l/s až do 20000 l/s. Preto sa používa najmä v malých vodných elektrárňach a je vhodná pre toky s malým a premenlivým prietokom. Použitie na vodných tokoch s premenlivým prietokom je možné vďaka jej plochej charakteristike. V rozsahu plnenia od 30% do 100% pracuje s veľmi dobrou účinnosťou. Bánkiho turbína dosahuje účinnosť až 85%. Jednoduchá konštrukcia a s tým súvisiacia finančná náročnosť turbíny je ďalším dôvodom pre použitie v malých vodných elektrárňach. Obežné koleso Bánkiho turbíny je zobrazené na **Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov.** Šírka obežného kolesa závisí od jeho použitia. Pre veľké spády sa používa úzke obežné koleso a pre malé spády zase široké obežné koleso. Pre premenlivé prietoky sa obežné koleso rozdeľuje na sekcie $3 \times \frac{1}{3}$ šírky. Bánkiho turbína je schopná spracovať znečistené vodné toky a nie je náchylná ku kavitácii.

Obr. 6.95 Obežné koleso Bánkiho turbíny



Zdroj: F. Vranay

Pretlakové turbíny

Pretlakové turbíny využívajú tlakovú energiu vody. Časť tlaku vody sa v privádzači premení na rýchlosť, čo zabezpečí potrebné plnenie turbíny. Zvyšný tlak sa využije na lopatkách turbíny na jej roztočenie. Na výstupe z turbíny je nízky atmosférický tlak alebo aj podtlak. Tento podtlak spôsobuje kavitáciu a tá zvyšuje opotrebovanie turbíny. Preto sa na výrobu pretlakových turbín používajú veľmi kvalitné materiály. Na zamedzenie podtlaku za zavádza protitlak, turbína sa umiestňuje pod spodnú hladinu vody. Pretlakové turbíny sú rýchlobežné vodné motory. Ich otáčky sú omnoho vyššie

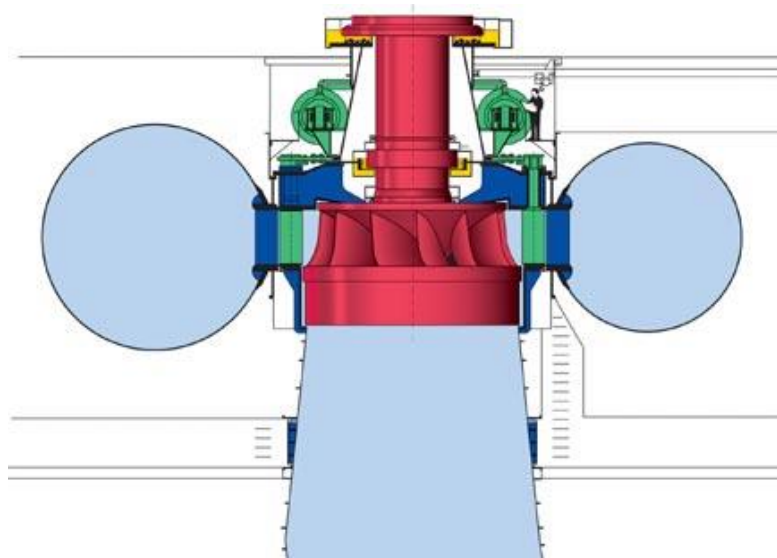
ako je rýchlosť prúdenia vody. Preto majú menšie rozmery ako rovnotlakové turbíny. Tieto turbíny majú úplný ostrek, pretože voda do turbíny vstupuje po celom jej obvode.

Francisova turbína

Francisova turbína bola vyvinutá Jamesom B. Francisom v roku 1848, na základe doposiaľ známych typov vodných turbín. V súčasnosti je to druhá najpoužívanejšia vodná turbína. Používa sa najmä pre veľké vodné elektrárne. Je vhodná pre prietoky od 600 l/s a pre spády od 10 m. Dosahuje veľké výkony, v súčasnosti najväčšia má výkon 800 MW. Účinnosť tejto turbíny býva cez 90 %. Radí sa medzi normálobežné a rýchlobežné vodné motory.

Francisova turbína je pretlaková, to znamená že voda pri prechode turbínou mení svoj tlak. Voda svoju tlakovú energiu odovzdá lopatkám obežného kolesa. Na nasmerovanie toku vody na lopatky obežného kolesa a získanie rýchlosti slúži rozvádzacie koleso s pohyblivými lopatkami. Voda dopadá na obežné koleso po celom obvode, prechádza cez lopatky obežného kolesa a tu odovzdáva svoju energiu. Po prechode obežným kolesom má voda nízky tlak. Francisove turbíny sa osadzujú s horizontálnym aj vertikálnym umiestnením rotora. Turbíny s vertikálnym rotorom sú vhodné pre malé vodné elektrárne, pretože sú schopné využiť spád od 2 m a prietok od 100 l/s. Francisova turbína je zobrazená na (Obr. 6.94)

Obr. 6.96 Francisova turbína



Zdroj: F. Vranay

Kaplanova turbína

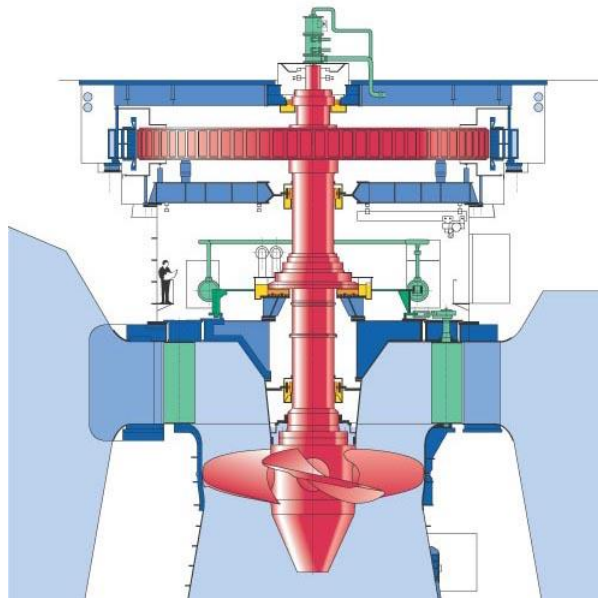
Kaplanova turbína je pretlaková turbína, vynájdená rakúskym inžinierom a profesorom Viktorom Kaplanom v roku 1918 počas svojho pôsobenia v Brne. V súčasnosti je to najpoužívanejší typ vodnej turbíny. Má široký rozsah použitia, používa sa pre malé, stredné a aj veľké vodné elektrárne. Dosahuje najvyššiu účinnosť zo všetkých typov vodných turbín a to viac ako 90%. Používa sa pre spády od 1 m až do 80 m a pre prietoky od 200 l/s, ale hlavne sa používa pre väčšie prietoky a menšie spády. Kaplanova turbína sa radí do kategórie rýchlobežných vodných motorov, pretože rýchlosť otáčania obežného kolesa je dvakrát väčšia ako rýchlosť vody pretekajúcej cez turbínu.

Zakladané časti turbíny sú pevné rozvádzacie koleso s polohovateľnými lopatkami a obežné koleso s polohovateľnými lopatkami. Práve vďaka polohovateľným lopatkám je turbína veľmi dobre regulovateľná, aj pri premenlivom prietoku dosahuje maximálnu účinnosť, čo umožňuje jej použitie na vodných tokoch s premenlivým prietokom. Konštrukcia tohto typu je veľmi zložitá a tým aj drahá. Preto malé Kaplanove turbíny pre malé vodné elektrárne majú pevné lopatky

obežného aj rozvážacieho kolesa, ale dosahujú nižšiu účinnosť. Počet lopatiek obežného kolesa je vždy párný, najčastejšie sa používajú štyri lopatky. Voda je do turbíny privádzaná cez tlakový privádzač k obežnému kolesu. Na lopatkách rozvážacieho kolesa voda získa potrebný smer a rýchlosť a postupuje na lopatky obežného kolesa, kde odovzdá svoju tlakovú a kinetickú energiu. Po opustení turbíny má voda nízky tlak. Turbína je náchylná na kavitáciu, preto musí mať protitlak. To sa rieši umiestnením turbíny pod minimálnu hladinu vody vo vývare.

Kaplanova turbína sa umiestňuje vertikálne v akumulčných a haťových elektrárňach alebo horizontálne v prietokových elektrárňach. Výhodou tejto turbíny je malá stavebná výška a tým nižšie náklady na stavbu elektrárne. V súčasnosti je veľa rôznych modifikácií Kaplanovej turbíny a jej vývoj stále pokračuje. Kaplanova turbína je zobrazená na (Obr.6.95).

Obr. 6.97 Kaplanova turbína



Zdroj: F. Vranay

6.8.2 Vodné elektrárne

Vodná elektráreň využíva energiu vodného toku (potenciálnu a kinetickú) na výrobu elektrickej energie. Vodná elektráreň je obvykle súčasťou vodného diela. Vodné dielo je stavebné a strojné zariadenie, ktoré je potrebné na využitie vodnej energie v určitom úseku vodného toku a jej premenu na mechanickú energiu. Účelom vodného diela je s maximálnou možnou účinnosťou zužitkovať kinetickú, alebo potenciálnu energiu vody na premenu najskôr vo vodnom motore na mechanickú energiu a potom v generátore na elektrickú energiu. Úlohou ostatných častí vodného diela je dopraviť vodu k motoru bez straty energie.

Delenie vodných elektrární podľa:

Inštalovaného výkonu:

- domáce vodné elektrárne s inštalovaným výkonom do 35kW
- mikro vodné elektrárne s inštalovaným výkonom od 35 do 1 MW
- malé vodné elektrárne inštalovaný výkon od 1MW do 10MW
- stredné vodné elektrárne inštalovaný výkon od 10MW do 200MW
- veľké vodné elektrárne inštalovaný výkon nad 200MW

Využívaného spádu:

- nízkotlakové – spád do 20m
- strednotlakové – spád od 20m do 100m
- vysokotlakové – spády nad 100m

Pokryvania denného diagramu zaťaženia:

- základné
- polo špičkové
- špičkové
- samostatné – pracujú v ostrovnej prevádzke

Pracovného režimu:

- akumulčné VE
- derivačné VE
- prietokové VE
- prečerpávacie VE
- prílivové VE

Elektrotechnické zariadenia malých vodných elektrární (MVE)

Už pri návrhu stavebnej časti MVE je potrebné poznať aj druh a rozsah elektrického zariadenia, pretože toto má vplyv na dispozičné riešenie a statické riešenie strojovne elektrárne. Základnými prvkami elektrického systému MVE sú:

- generátor
- vývody z generátora
- rozvodňa generátorových vývodov
- blokový transformátor
- vonkajšia rozvodňa
- transformátor vlastnej spotreby
- elektrické motory pre ovládanie rôznych zariadení (žeriavy, čerpadlá, klapky atď.)
- budiče generátorov
- pomocné zariadenia (odpojovače, ističe, vypínače a pod.)

Vlastnú premenu mechanickej energie, dodávanej vo forme momentu z rotujúceho hriadeľa vodného stroja, zaisťuje elektrický generátor. Tento generátor je pripojený prostredníctvom prenosového a obvykle aj transformačného zariadenia k miestu spotreby. Vyrobenú elektrickú energiu je potrebné okamžite spotrebovať, prakticky sa nedá akumulovať za prijateľnú cenu. Prenosovú cestu tvorí elektrický obvod so spínacími a istiacimi prístrojmi, riadiacimi, meracími a zabezpečovacími obvodmi. Elektrické zariadenie MVE úzko súvisí s usporiadaním hydroagregátu, jeho parametrami a s charakterom spotreby vyrobenej elektrickej energie.

Ekologické kritériá pre malé vodné elektrárne

- MVE by nemali zásadne ovplyvňovať vodný tok a ekosystémy, ktoré sú na toku závislé, preto je lepšie stavať mikroelektrárne, resp. zdroje, ktoré neprehradia tok v celom jeho profile.
- Ak už je nevyhnutné tok prehradiť, tak podobne ako pri veterných elektrárnach treba otvorene komunikovať so všetkými dotknutými stranami a snažiť sa projekt umiestňovať nenásilne, navrhovať ho architektonicky citlivo a aktívne riešiť zhoršené podmienky migrácie rýb (rybovody) a pod.

Výhody VE

- MVE sú úplne bez emisií, nerušia prostredie ani hlukom ani vizuálne a pri vybudovaní kanálov alebo iných priepustí pre vodné živočíchy minimálne narúšajú vodné prostredie.
- Doba ekonomickej návratnosti pri MVE je asi 7-10 rokov.
- MVE majú oproti iným zdrojom dlhú životnosť – aj viac ako 70 rokov. Nakoľko cena elektriny má rastúci trend, pre investorov by mali byť čoraz zaujímavejšie.

Nevýhody VE

- Veľké vodné elektrárne sa nepovažujú za obnoviteľný zdroj, pretože výrazne narúšajú charakter prostredia, majú vplyv na mikroklimatické pomery (zrážky, veternosť), úplne premenia pôvodné vodné prostredie a výrazne menia aj okolité prostredie vzhľadom na ich vplyv na výšku hladiny podzemných vôd a zmenu jej prúdenia.
- V prípade vodných nádrží je potrebné zaplavenie územia, čo je často spojené so záberom poľnohospodárskej alebo lesnej pôdy, vystaňovaním obyvateľov, zničením ich pôvodného majetku, zničením historicky významných častí územia a pod.
- Aj keď ide o obnoviteľný zdroj energie, v dôsledku erózie pôdy nad priehradami dochádza k postupnému zanášaniam nádrží sedimentmi, čo vyžaduje ich neustále odstraňovanie (bagrovanie a odvážanie), ktoré môže byť samo o sebe energeticky veľmi náročné.
- Nevýhody sa teda týkajú len veľkých vodných elektrární. Na druhej strane už vybudované VVE treba využívať na 100%, keďže ešte stále sú ekologicky prijateľnejšie ako uhlie alebo jadro a môžu prispieť k zníženiu emisií CO₂.

6.9 Energia vetra

Energia vetra je formou slnečnej energie, ktorá vzniká pri nerovnomernom ohrievaní zemského povrchu. Slnko vyžaruje smerom k Zemi energiu rovnajúcu sa 100,000,000,000,000 kWh. Z tejto hodnoty sa približne 1 až 2 % mení na energiu vetra. Je to 50 až 100-krát viac ako energia, ktorú premenia všetky rastliny na Zemi na živú biomasu. Vietor, keďže je prítomný všade, bol človekom využívaný od nepamäti. Navyše táto energia je prítlačivá aj dnes, pretože jej využívanie neprodukuje žiadne odpady, neznečisťuje ovzdušie a nemá negatívny vplyv na zdravie ľudí. Vietor ako primárny zdroj energie je zadarmo a je ho možné využiť decentralizovane takmer v každej časti sveta.

6.9.1 Veterné zariadenia

Veterné zariadenia slúžia na premenu energie vetra na mechanickú energiu. Tá je charakterizovaná točivým momentom a otáčkami rotora. V súčasnosti je najčastejšie premieňaná na elektrickú energiu alebo priami pohon mechanického vodného čerpadla.

Najčastejšie delenie veterných zariadení je podľa osí otáčania, a to:

- S vodorovnou osou otáčania
- So zvislou osou otáčania

Podľa inštalovaného výkonu ich môžeme rozdeliť na

- Malé do 20 kW
- Stredné do 50 kW
- Stredne veľké do 250 kW
- Veľké nad 250 kW

Savoniusov rotor

Základný typ je tvorený dvomi polvalcovými plochami, ktoré sú vzájomne presadené s medzerou. Jeho výhodou je jednoduchá a lacná konštrukcia. Rozbeh aj pri malých rýchlostiach vetra. Počiatočný krútiaci moment závisí od presadenia polvalcových plôch ale aj od polohy rotora voči smeru vetra. Jeho účinnosť je približne 20%.

Obr. 6.98 Savoniusov rotor



Zdroj: F. Vranay

Darrieusov rotor

Skladá sa z 2 alebo 3 krídel rotujúcich okolo spoločnej zvislej osi. Ich výhodou je, nezávislosť na smere vetra, pomerne jednoduchá konštrukcia a možnosť umiestniť generátor v zemi. Niekedy sa vyskytuje v kombinácii s savoniusovým rotorom najmä kvôli jeho dobrým rozbehovým vlastnostiam. Problematické je však výkonová regulácia rotora (tú nie je možné riešiť natočením lopatiek), ktorá je realizovaná mechanickou brzdou na hriadeli rotora. Medzi klasické usporiadania lopatiek patrí usporiadanie do H, Δ , alebo najčastejšie ϕ . Najväčšia elektrárňa tohto typu Éole je umiestnená v Kanade, má výšku rotora až 96 m s priemerom 64 m. Inštalovaný výkon je 3,8 MW.

Obr. 6.99 Darrieusov rotor

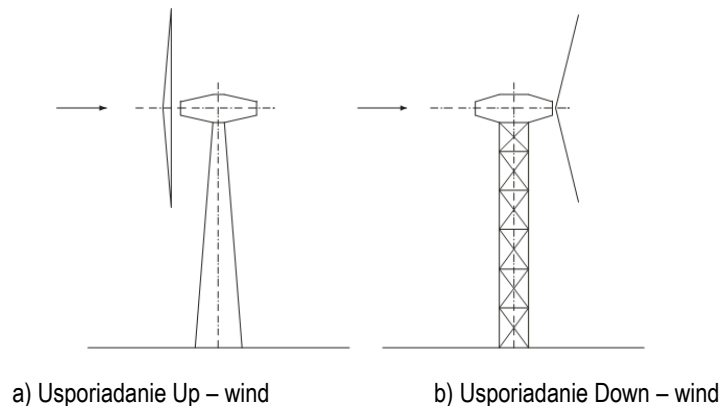


Zdroj: F. Vranay

Veterné elektrárne s horizontálnou osou otáčania

Sú to rýchlobežné zariadenia. Ich účinnosť dosahuje až 40% pri uvažovaní premeny na elektrickú energiu. Lopatky vrtule môžu byť natáčacie. Gondola sa musí natáčať do smeru vetra. Usporiadanie má 2 možné konštrukčné riešenia a to up – wind, alebo down – wind. Pri usporiadaní up – wind je potrebné brať do úvahy priehyb lopatky. Turbína pracuje v menšom aerodynamickom tieni stĺpa, má pokojnejší chod a menší hluk. Usporiadanie down – wind nepotrebuje riadenie natáčania do smeru vetra, pracuje však vo väčšom aerodynamickom tieni stĺpa preto je v tomto prípade požiadavka aby bol stĺp prútovej konštrukcie. Takto bude mať menší aerodynamický tieň.

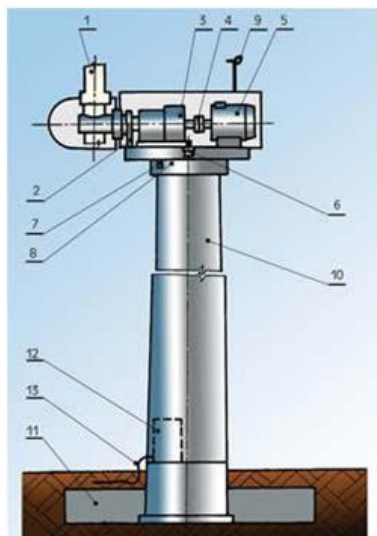
Obr. 6.100 Savoniusov rotor



Zdroj: F. Vranay

Optimálne prevádzkové otáčky stúpajú s klesajúcim počtom listov, čo sa však prejavuje menej pokojným chodom zariadenia. Vo všeobecnosti môžeme povedať, že dvojlistové veterné turbíny sú viac rozšírené v Amerike a trojlistové v Európe.

Obr. 6.101 Konštrukcia veternej elektrárne s horizontálnou osou natáčania



Pozn.: 1 – rotor s rotorovou hlavou a listami; 2 – brzda rotora; 3 – planetová prevodovka; 4 – spojka; 5 – generátor; 6 – natáčanie strojovne; 7 – brzda; 8 – ložisko; 9 – meranie rýchlosti a smeru vetra; 10 – veža elektrárne; 11 – betónový základ; 12 – rozvádzač; 13 – elektrická prípojka

Zdroj: F. Vranay

Ekologické kritériá pre využitie veternej energie

- Najbližšia vrtuľa 600 m od prvých obydľí.
- Výstavba mimo hlavných migračných trás a výskytu vzácných druhov vtáctva.
- Výstavba mimo národných parkov a CHKO a aj ich ochranných pásiem.
- Nestavať veterné elektrárne v územiach so vzácnou historickou a kultúrnou scenériou.

Z toho dôvodu je dobré vykonať v záujmovom území reprezentatívny prieskum verejnej mienky (najlepšie v spolupráci s miestnymi úradmi) a podľa jeho výsledku sa aj riadiť.

Výhody veternej energie

- Pri výrobe elektriny vo veterných elektrárnach nevznikajú emisie ani žiaden škodlivý odpad.
- Nemá negatívny vplyv na zdravie ľudí (s výnimkou možného vzniku hluku pri prevádzke veternej elektrárne).
- Výroba elektriny nie je závislá od ceny vstupnej suroviny (na rozdiel od tepelných, plynových, jadrových elektrární).
- Prevádzkové náklady sú nízke a obsluha je nenáročná.

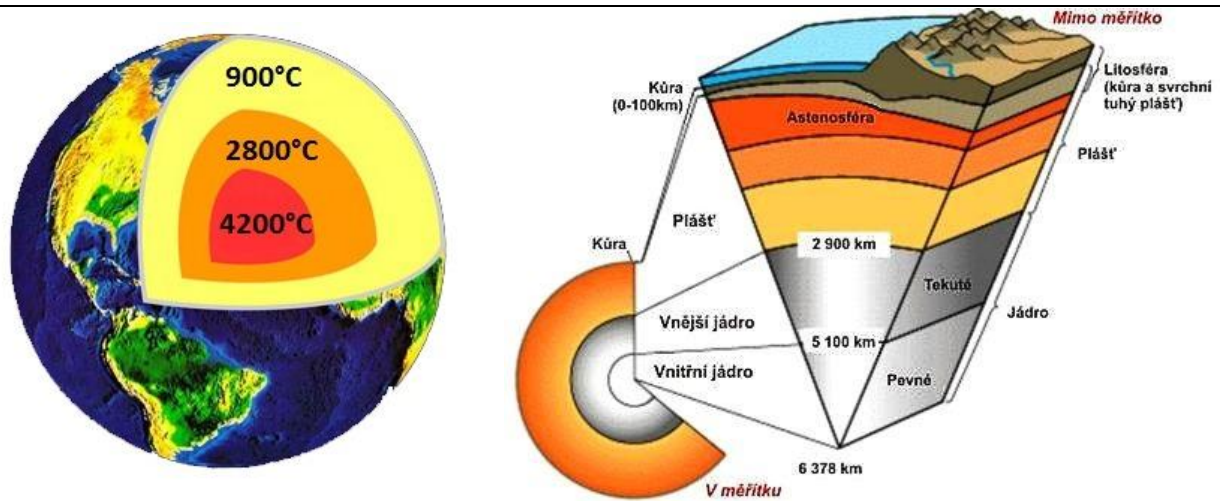
Nevýhody veternej energie

- Závislosť od aktuálnej meteorologickej situácie.
- Malý výkon veterných elektrární (najväčšie veterné elektrárne vo svete majú výkon do 3,2 MW, bežný výkon je od 0,5 do 1 MW).
- Pomerne vysoké výdavky na stavbu.
- Veterné elektrárne môžu spôsobiť rušenie elektromagnetického poľa vo svojom okolí. To je možné kompenzovať tým, že sa na listy rotora používajú materiály ako drevo alebo sklolaminát.
- Pri otáčaní listov rotora vzniká hluk a negatívny vizuálny efekt.

6.10 Energia geotermálna

Geotermálna energia nie je v pravom slova zmysle obnoviteľným zdrojom energie, nakoľko má pôvod v horúcom jadre Zeme, z ktorého uniká teplo cez vulkanické pukliny v horninách. Vzhľadom na obrovské, takmer nevyčerpatelné zásoby tejto energie, však býva medzi tieto zdroje zaraďované. Teplota jadra sa odhaduje na viac ako 4000 st. Celzia a v desaťkilometrovej vrstve zemského obalu, ktorá je dostupná súčasnej vŕtacej technike, sa nachádza dostatok energie na pokrytie našej spotreby na obdobie niekoľko tisíc rokov. Vo vnútri zeme sa hromadí veľké množstvo tejto energie. Pomalým prenikaním na povrch sa tvoria termálne toky, ktoré činia v priemere 0,063 W/m². Termálny spád meria zvýšenie teploty na jednotku dĺžky: blízko povrchu zeme, je termálny spád, ktorý poháňa geotermálny tepelný tok, približne rovný 30°C/km. To znamená, že asi na 3 km dĺžky dosiahne v priemere 100°C. Tieto údaje vedú k záveru, že výsledný výkon je veľmi vysoký, ale je rozložený na takom veľkom území, že jeho hustota je veľmi nízka. Je oveľa nižšia, ako hustota tepelného prúdenia prichádzajúca zo slnka za jasného počasia. To spôsobuje, že využívanie tejto energie je zložitejšie, ale v regiónoch s neobvykle veľkými geotermálnymi prameňmi je geotermálny spád väčší ako priemer. Na takýchto miestach je možné nájsť v hĺbke 1500 a 2500 m teplotu až do 200°C. Geotermálna energia má viacero využití.

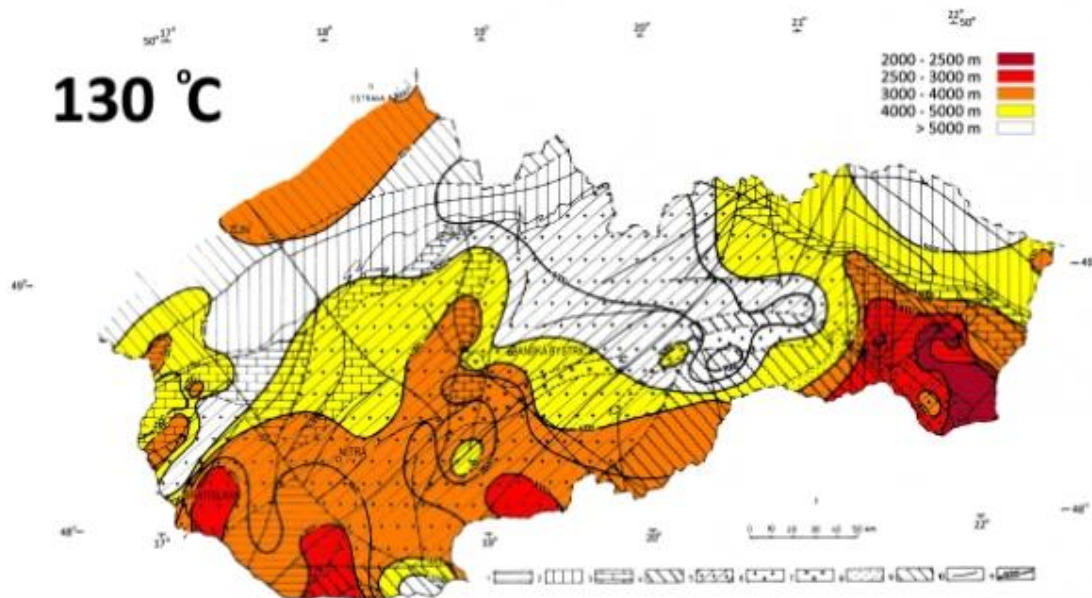
Obr. 6.102 Rozloženie teplôt v zemskom jadre a skladba zemského jadra



Zdroj: F. Vranay

Na území Slovenska sa nachádza 25 perspektívnych oblastí s geotermálnymi zdrojmi s teplotou vody do 150°C v hĺbkach do 5000 m. Tieto pramene sa využívali hlavne v poľnohospodárstve. Dnes sa využívajú na vykurovanie kúpalísk s geotermálnou vodou, vykurovanie nemocnice a sídliska. Dnešné využívanie na území SR je však obmedzené z dôvodu vysokých finančných nákladov. Výhody geotermálnej energie sú vysoký výkon a žiadna produkcia škodlivín a možnosť postavenia všade na pevnine. Nevýhodou je, že využívanie tejto energie zvyšuje množstvo zemetrasení, prepádavanie sa zemskej kôry a riziko úniku jedovatých zlúčenín z vrtnu.

Obr. 6.103 Energetický potenciál geotermálnej energie na Slovensku. Mapa zobrazuje výskyt teploty 130°C v označených hĺbkach pod povrchom. Najdostupnejšia je vo východoslovenskej nížine v hĺbke 2000 až 2500 metrov



Zdroj: F. Vranay

V praxi je však možné využívať aj geotermálnu energiu z nižšími tepelnými hodnotami, ako má prehriata voda, resp. para. Iba na niekoľko stupňový rozdiel oproti vonkajším teplotám je možné zužitkovať v tepelných čerpadlách, ktoré pracujú na princípe termodynamického chladiaceho obehu.

Tepelné čerpadlo alebo chladiace zariadenie je možné využiť pre ohrievacie a chladiace procesy striedavo (najmä teplovzdušné vykurovanie v zime a klimatizácia v lete) alebo aj súčasne, čo je energeticky efektívne. Pomocou tepelného čerpadla z 1 kWh možno získať v priemere cca. 2,5 – 4 kWh tepelnej energie.

6.10.1 Využívanie vysokopotenciálnej geotermálnej energie

Geotermálne elektrárne

Najvýhodnejším využitím geotermálnej energie je jej zhodnotenie v geotermálnej elektrárni využitím termálnych vôd. Predpokladom sú ale vhodné podmienky ako:

- teplota vody požadovaná cca 150°C
- garantovaná dlhodobá výdatnosť, množstvo vody
- chemické zloženie, mineralizácia geotermálnej vody

Vzhľadom k veľkému množstvu odoberanej vody z podložia je riešenie systémom vrtov ťažobných a reinjektážnych. Voda vzhľadom na svoje vlastnosti a množstvo sa nesmie vypúšťať priamo na zemský povrch. Zároveň dlhodobým odčerpávaním geotermálnej vody by nastal nedostatok vody v podloží čo by malo za následok kolaps celého systému. Koncepcia je tvorená dvomi základnými okruhmi.

Primárny okruh (geotermálna voda) tvoria:

- ťažobný vrt
- výparník
- reinjektážny vrt s čerpadlami

Sekundárny okruh (pracovná látka, demineralizovaná voda) tvoria:

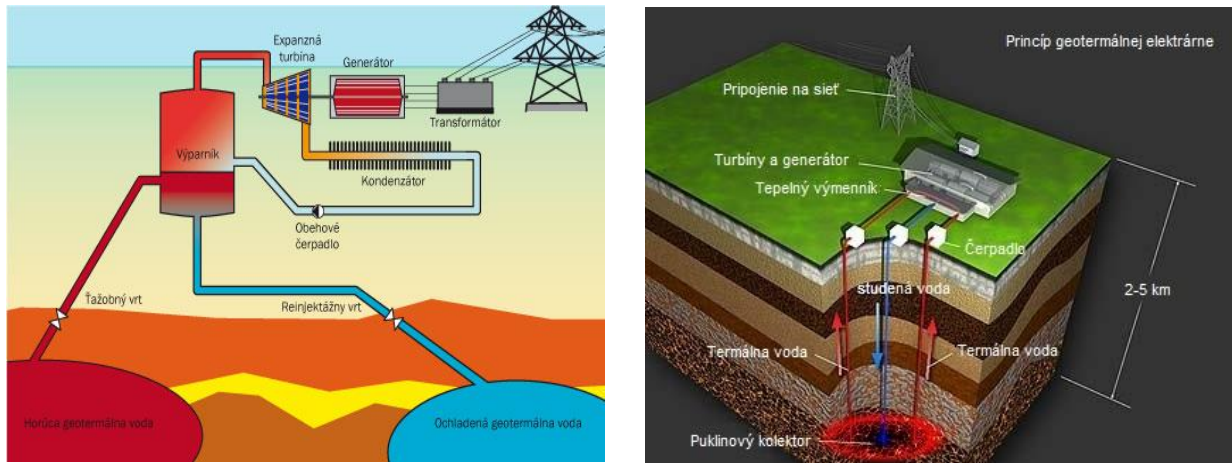
- výparník
- expanzná turbína
- kondenzátor
- obehové čerpadlo

Ťažobným vrtom sa horúca geotermálna voda odčerpáva do výparníka, kde sa v sekundárnom okruhu odparuje látka. Takto vzniknutá para je privádzaná na expanznú turbínu ktoré poháňajú generátor. Generátor premieňa kinetickú energiu z turbíny na elektrickú energiu. Systémom transformátorov a elektrickej rozvodnej siete sa potom dodáva do rozvodnej elektrickej siete.

Vodná para ktorá odovzdala energiu v turbíne sa v kondenzátore mení na horúcu vodu a pomocou obehového čerpadla vracia sa opäť do výparníka.

Geotermálna (primárna voda) po odovzdaní energie vo výparníku sa reinjektuje (vháňa pomocou čerpadiel) naspäť do podložia. Dôležité sú pre správnu účinnosť systému polohy vrtov ťažobného a reinjektážneho, aby navrátená voda nevychladzovala priamo vodu v ťažobnom vrte.

Obr. 6.104 Schéma využitia geotermálnej energie v elektrárni, princíp geotermálnej elektrárne



Obr. 6.105 Geotermálnej elektrárneň



Viacstupňové využitie geotermálnej energie

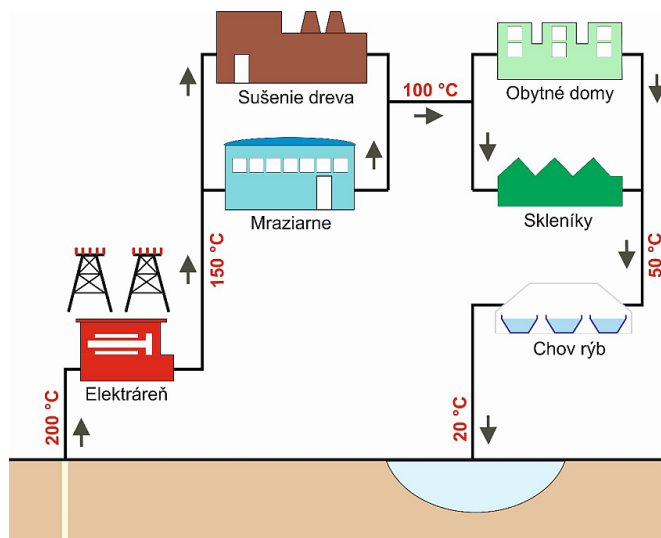
Zmyslom tohto riešenia je maximalizovať efektivitu investovaných prostriedkov do výstavby systému geotermálnych zdrojov tepla. Z tohto dôvodu je požiadavka získanú vodu z podložia do maximálnej miery vychladiť (využiť jej energetický potenciál) a navrátiť späť do podložia, alebo pri vhodných podmienkach ju vypustiť do povrchových vôd. Odborné miesta musia byť radené postupne podľa požadovanej teploty:

- Geotermálna elektrárneň 200 – 150 °C
- Technologické využitie tepla 150 – 100 °C
- Vykurovanie objektov a skleníkov 100 - 50 °C
- Chov rýb, bazény, kúpaliská 50 - 20 °C

Systém je náročný napriestorové rozloženie jednotlivých odberných miest. Snaha je o minimalizáciu rozvodov medzi jednotlivými odbernými miestami a znižovaní čerpacej práce pri transporte horúcej vody. Odborné miesta musia byť

riešené systémom vlastných okruhov s upravenou vodou kde cez výmenníky sa odoberá energia. Problémom sa stáva aj sezónnosť odberu tepla pri niektorých spotrebičoch, čo celoročnú účinnosť využitia znižuje.

Obr. 6.106 Schéma viacstupňového využitia geotermálnej vody



Výhody geotermálnej energie

- Cenovo stabilné vykurovanie.
- Vykurovanie nezávislé od počasia (závislé je napr. v prípade slnečnej energie).
- Možnosť kombinovanej výroby elektriny a tepla pri geotermálnych zdrojoch s teplotou nad 100°C.
- Ďalšie širokospektrálne možnosti využitia - okrem výroby elektriny alebo kúrenia napr. na ohrev skleníkov, potravinársku výrobu – sušenie plodín, termálne a liečivé kúpele a kúpaliská...
- Perspektívne využitie vo viacerých obciach na Slovensku, najmä však na východnom Slovensku v Košickej kotline.

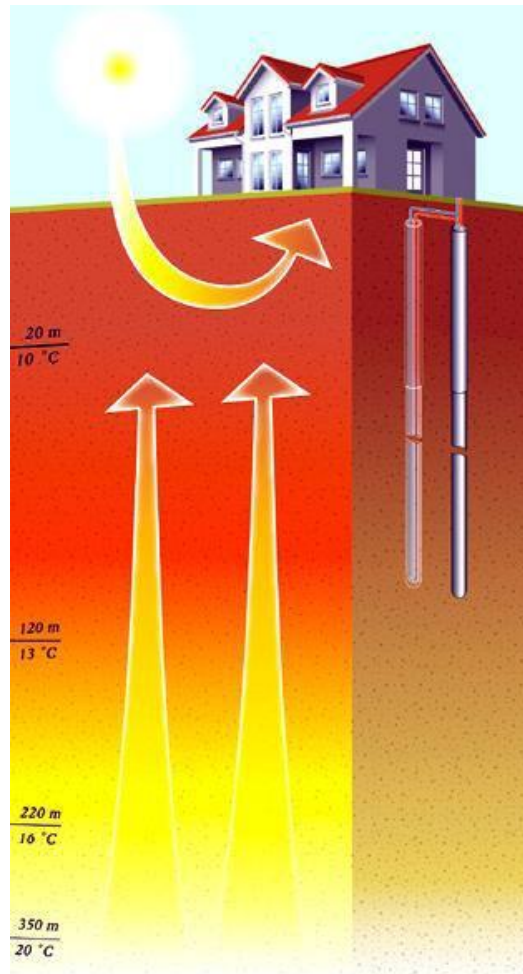
Nevýhody geotermálnej energie

- Vysoké vstupné investičné náklady vzhľadom na potrebný geologický prieskum, ale aj samotné vykonanie vrtov.
- Potreba používania výmenníkov pri využívaní horúcich prameňov z dôvodu vysokej mineralizácie našich geotermálnych vôd (odpadá pri využívaní tepla z horniny).
- Vysoká mineralizácia vody vyžaduje jej ďalšie spracovanie, pretože ju nie je možné vypúšťať do povrchových vôd. Reinjektáž do podzemia môže stabilizovať tlak v horninovom prostredí, čo je výhodou, avšak môže znížiť životnosť zdroja jeho postupným ochladzovaním kontaktom s ochladenou využitou vodou.

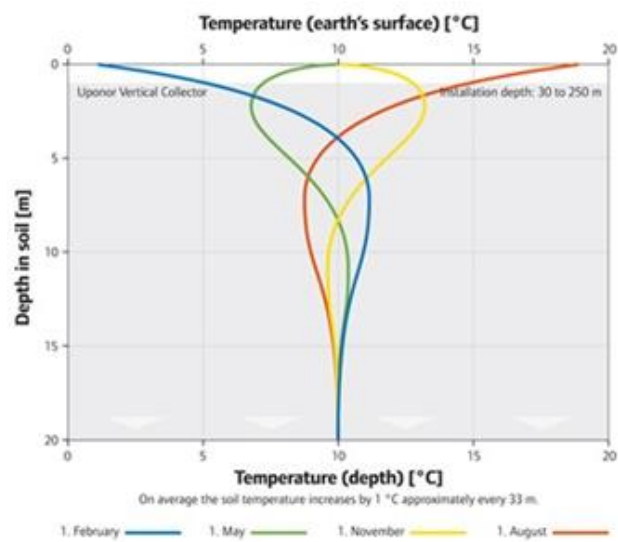
Nízkopotenciálna geotermálna energia

V malých hĺbkach do cca 120 metrov je teplota podlažia v bežných podmienkach stabilná s možnosťou energetického využitia. Na obr. 6.104 a 6.105 je vidieť priebeh teploty. Zemina do hĺbky 20 metrov je ovplyvňovaná výkyvmi teploty vzduchu počas roka. Pod touto hĺbkou je už stabilná s postupným nárastom. V hĺbke 20 metrov je teplota cca 10°C, v hĺbke 350 metrov na úrovni cca 20°C. Pre vykurovanie je to potenciál pre využitie tepelných čerpadiel v zimných mesiacoch pre odber tepla. V mesiacoch letných v čase potreby chladiť je možné potenciál využiť na pasívne chladenie, alebo pri potrebe väčšieho výkonu na aktívne chladenia opäť systémom tepelného čerpadla formou zemných suchých vrtov.

Obr. 6.107 Rozloženie teplôt geotermálnej energie v malých hĺbkach do 350 metrov



Obr. 6.108 Kolísanie teplôt geotermálnej energie počas roka v hĺbke do 20 metrov



Zoznam tabuliek

- Tab. 6.1 Priemerné vypočítané hodnoty fotovoltického systému
- Tab. 6.2 Porovnanie výsledných hodnôt
- Tab. 6.3 Teplotné hodnoty bežne používaných chladív v TČ
- Tab. 6.4 Výpočet vyprodukovaného množstva emisií CO₂ pri rôznych systémoch výroby tepla
- Tab. 6.5 Určenie základných parametrov návrhu a celoročnej prevádzky tepelného čerpadla v režime vykurovania
- Tab. 6.6 Energetický potenciál fytohmoty
- Tab. 6.7 Spôsoby konverzie biomasy na energiu

Zoznam obrázkov

- Obr. 6.1 Prínosy Európskej zelenej dohody
- Obr. 6.2 Opatrenia Európskej zelenej dohody
- Obr. 6.3 Budúci rámec bude založený na šiestich environmentálnych cieľoch EÚ
- Obr. 6.4 Taxonómia EÚ – vývoj
- Obr. 6.5 Spotreba energie a globálne ročné emisie skleníkových plynov podľa IEA (2020)
- Obr. 6.6 Podiel obnoviteľných zdrojov energie (OZE) na hrubej konečnej spotrebe energie, EÚ
- Obr. 6.7 Podiel obnoviteľných zdrojov energie (OZE) na hrubej konečnej spotrebe energie podľa krajín
- Obr. 6.8 Toky energie zo slnka na zem
- Obr. 6.9 Porovnanie energie dopadajúcej na zemský povrch zo Slnka s celosvetovou potrebou energie za rok a zásobami fosílnych palív
- Obr. 6.10 Slnčné žiarenie dopadajúce na zemský povrch a prienik zemskou atmosférou
- Obr. 6.11 Podiel žiarenia priameho a globálneho počas roka v našich zemepisných šírkach
- Obr. 6.12 Spôsoby využívania slnečnej energie v administratívnych budovách
- Obr. 6.13 Uhol naklonenia slnečného modulu
- Obr. 6.14 Dopadajúce slnečné lúče na naklonenú plochu
- Obr. 6.15 Ročné úhrny energie slnečného žiarenia v závislosti na sklone a orientácii kolektora
- Obr. 6.16 Detail výpočtu v Exceli - Kolektor plochý selektívny orientovaný na JUH so sklonom 45°
- Obr. 6.17 Detail výpočtu v Exceli - Kolektor trubícový vákuový orientovaný na JUH so sklonom 45°
- Obr. 6.18 Schéma štruktúry premeny slnečnej energie na iné formy energie.
- Obr. 6.19 Funkcia a konštrukcia plochého selektívneho kolektora a jeho energetická bilancia
- Obr. 6.20 Klasifikácia solárnych kolektorov
- Obr. 6.21 Relatívne spektrálne rozdelenie solárneho žiarenia (povrchová teplota slnka cca 6000 °C, a teplota absorbéra cca 70 °C)
- Obr. 6.22 Prechod žiarenia podľa vlnovej dĺžky pre rôzne druhy materiálov: (slnečné žiarenie 0,4 – 1 μm) do kolektora sklo prepúšťa a tepelné žiarenie 4-20 μm y kolektora neprepúšťa.
- Obr. 6.23 Absorpcia rôznych povlakov absorbéra: Slnečné žiarenie pohlcuje, tepelné žiarenie emituje minimálne (vysoko selektívny povlak)
- Obr. 6.24 Účinnosť kolektora ako funkcia rozdielu teplôt medzi absorbérom a okolím pri slnečnom žiarení 800, 400 a 200 W/m².
- Obr. 6.25 Charakteristiky rôznych konštrukcií kolektorov.
- Obr. 6.26 Definícia plochy apertúry a obrysovej plochy solárnych kolektorov
- Obr. 6.27 Ploché kolektory kvapalinové
- Obr. 6.28 Ploché kolektory vzduchové
- Obr. 6.29 Slnečné kolektory vákuové
- Obr. 6.30 Slnečné kolektory vákuové s priamym prúdením a na princípe tepelnej trubice
- Obr. 6.31 Vplyv zmeny uhla dopadu na výkon kolektora
- Obr. 6.32 Porovnanie kolektorov (plochý a vákuový) - termovízne a grafické
- Obr. 6.33 Porovnanie aplikácie kolektorov: a) na konštrukcii strechy, b) súčasť strešnej krytiny

- Obr. 6.34 Solárne korytá
- Obr. 6.35 Solárne parabolické taniere
- Obr. 6.36 Solárne veže
- Obr. 6.37 Otvorený (a) a uzatvorený (b) kolektorový okruh
- Obr. 6.38 Kolektorový okruh s prirodzenou cirkuláciou (a) a s nútenou cirkuláciou (b)
- Obr. 6.39 Monovalentný systém
- Obr. 6.40 Bivalentný systém
- Obr. 6.41 Trivalentný systém
- Obr. 6.42 Hlavné prvky systému solárnych kolektorov
- Obr. 6.43 Parametre pre výpočet potreby tepla na ohrev teplej vody
- Obr. 6.44 Rozdelenie zásobníkov podľa spôsobu akumulovanej energie
- Obr. 6.45 Porovnanie rôznych systémov zapojenia zásobníkov tepla
- Obr. 6.46 Porovnanie rôznych typov zásobníkov tepla
- Obr. 6.47 Schéma premeny slnečného žiarenia na elektrickú energiu
- Obr. 6.48 Schéma autonómneho fotovoltického systému
- Obr. 6.49 Schéma priameho pripojenia fotovoltického systému do rozvodnej siete
- Obr. 6.50 Schéma hybridného fotovoltického systému [16]
- Obr. 6.51 Spôsoby začlenenia fotovoltických prvkov do budov
- Obr. 6.52 Jednoosový sledovací systém
- Obr. 6.53 Dvojosový sledovací systém
- Obr. 6.54 Priemerná mesačná produkcia elektrickej energie – pred úpravou
- Obr. 6.55 Priemerná mesačná produkcia elektrickej energie
- Obr. 6.56 Priemerná mesačná suma slnečného žiarenia
- Obr. 6.57 Vyrobená elektrická energia – merania FVS
- Obr. 6.58 Vyrobená elektrická energia – simulácie FVS
- Obr. 6.59 Porovnanie vyrobenej elektrickej energie
- Obr. 6.60 Princíp kompresorového tepelného čerpadla
- Obr. 6.61 Princíp funkcie tepelného čerpadla s definovaním stavov chladiacej zmesi
- Obr. 6.62 Celoročný priebeh hodnoty COP pri prevádzke TČ poháňaného elektromotorom (voda/voda) pri rôznych druhoch vykurovania počas vykurovacej sezóny.
- Obr. 6.63 Schéma zapojenia tepelného čerpadla voda/voda v systéme výroby tepla pre vykurovanie v bivalentnom zapojení
- Obr. 6.64 Spotreba primárnej energie pri rôznych systémoch transformácie tepla
- Obr. 6.65 Celoročný priebeh energetického pokrytia dodávky tepla tepelným čerpadlom a záložným zdrojom v bivalentnej prevádzke
- Obr. 6.66 Početnosť dní (ni) s priemernou dennou teplotou za vykurovacie obdobie
- Obr. 6.67 Kumulatívna početnosť dní (Ni) s priemernou dennou teplotou za vykurovacie obdobie (krivka č.1) a priebeh výkonu navrhnutého tepelného čerpadla (krivka č.2)
- Obr. 6.68 Celoročný priebeh energetického pokrytia dodávky tepla tepelným čerpadlom pri monovalentnej prevádzke
- Obr. 6.69 Celoročný priebeh energetického pokrytia dodávky tepla tepelným čerpadlom pri bivalentnej prevádzke so záložným zdrojom
- Obr. 6.70 Spôsob odberu tepla pri zemných kolektoroch
- Obr. 6.71 Spôsob odberu tepla pri primárnom zdroji voda
- Obr. 6.72 Spôsob odberu tepla pri vonkajšom prevedení vzduch / voda
- Obr. 6.73 Schéma systému Split (tepelné čerpadlo vzduch/vzduch) na vykurovanie / chladenie (1x vonkajšia jednotka a 1x vnútorná jednotka)
- Obr. 6.74 Schéma systému VRV (tepelné čerpadlo vzduch/vzduch) na vykurovanie / chladenie
- Obr. 6.75 Model fotosyntézy
- Obr. 6.76 Rozdelenie poľnohospodárskej biomasy

- Obr. 6.77 Energetický potenciál fytomasy v % podľa krajov v SR
- Obr. 6.78 Energetický potenciál dendromasy a jej využívanie v SR
- Obr. 6.79 Prehľad energetického využívania biomasy spaľovaním
- Obr. 6.80 Proces spaľovania dreva
- Obr. 6.81 Priebeh spaľovania dreva
- Obr. 6.82 Výhrevnosť paliva závislá od vlhkosti
- Obr. 6.83 Palivá na báze biomasy – brikety, drevné pelety, drevná štiepka, slama
- Obr. 6.84 Schéma splyňovačov – zľava protiprúdový, súprúdy a s krížovým tokom
- Obr. 6.85 Schéma prevádzky bioplynovej stanice s prietokovou metódou
- Obr. 6.86 Kotol na spaľovanie kusového dreva a brikiet
- Obr. 6.87 Schéma zapojenia kotla na tuhé palivo s akumulácnou nádržou
- Obr. 6.88 Schéma zapojenia kotla na pelety so zásobníkom
- Obr. 6.89 Schéma členenia časti hygroagregátov
- Obr. 6.90 Typy vodných kolies
- Obr. 6.91 Typy lopatkových kolies
- Obr. 6.92 H-Q diagram (zdroj OZE) charakteristické údaje turbíny
- Obr. 6.93 Peltonova turbína
- Obr. 6.94 Bánkiho turbína
- Obr. 6.95 Obežné koleso Bánkiho turbíny
- Obr. 6.96 Francisova turbína
- Obr. 6.97 Kaplanova turbína
- Obr. 6.98 Savoniusov rotor
- Obr. 6.99 Darrieusov rotor
- Obr. 6.100 Savoniusov rotor
- Obr. 6.101 Konštrukcia veternej elektrárne s horizontálnou osou natáčania
- Obr. 6.102 Rozloženie teplôt v zemskom jadre a skladba zemského jadra
- Obr. 6.103 Energetický potenciál geotermálnej energie na Slovensku. Mapa zobrazuje výskyt teploty 130°C v označených hĺbkach pod povrchom. Najdostupnejšia je vo východoslovenskej nížine v hĺbke 2000 až 2500 metrov
- Obr. 6.104 Schéma využitia geotermálnej energie v elektrárni, princíp geotermálnej elektrárne
- Obr. 6.105 Geotermálnej elektrárne
- Obr. 6.106 Schéma viacstupňového využitia geotermálnej vody
- Obr. 6.107 Rozloženie teplôt geotermálnej energie v malých hĺbkach do 350 metrov
- Obr. 6.108 Kolísanie teplôt geotermálnej energie počas roka v hĺbke do 20 metrov

Zoznam literatúry

- BRESTOVIČ, T.: Možnosti využitia fotovoltaických článkov na výrobu elektrickej energie. In. ASB: Architektúra, Stavebníctvo, Biznis. (2008). Dostupné na internete: <<http://www.asb.sk/tzb/energie/moznosti-vyuzitia-fotovoltickych-clankov-na-vyrobu-elektrickej-energie-1669.html>>
- CENKA, M. a kol.: Obnoviteľné zdroje energie, 2001. 208 s. ISBN 80-901985-8-9
- MASTERS, G. M.: Renewable and Efficient Electric Power Systems. Stanford University, A John Wiley & Sons, Inc., publication, s. 676
- BRESTOVIČ, T.: Možnosti využitia fotovoltaických článkov na výrobu elektrickej energie. In. ASB: Architektúra, Stavebníctvo, Biznis. (2008). Dostupné na internete: <http://www.asb.sk/tzb/energie/moznosti-vyuzitia-fotovoltickych-clankov-na-vyrobu-elektrickej-energie-1669.html>
- HULD, T. et al.: Mapping the performance of PV modules, effects of module type and data averaging. In: Solar Energy 84, 2010, s. 324–338
- HULD, T. et al.: Estimating average day time and daily temperature profiles within Europe. In: Environmental Modelling & Software 21, 2006, s. 1650-1661
- MURTINGER, K., BERANOVSKÝ, J., TOMEŠ, M.: Fotovoltaika – elektrina ze slunce, 2007. 81 s. ISBN 987-80-7366-100-7

MURTINGER, K., TRUXA, J.: Solární energie pro váš dům, 2006. 92 s. ISBN 80-7366-076-8

Planning & Installing Photovoltaic Systems. A guide for installers, architects and engineers. 2008. s. 402. ISBN-13: 978-1-84407-442-6

RADOSAVLJEVIĆ, J., ĐORĐEVIĆ, A.: Defining of the intensity of solar radiation on horizontal and oblique surfaces on earth. Facta universitatis, Series: Working and Living Environmental Protection Vol. 2, No 1, 2001, s. 77 – 86

RADOSAVLJEVIĆ, J., PAVLOVIĆ, T., PETROVIĆ, D.: The influence of direct capture of solar radiation on the heat gain in rooms. In: Factauniversitatis, Series: Physics, Chemistry and Technology Vol. 2, No 3, 2001, s. 131 – 139

SHENCK, N.: PV Power Systems. In: PV Theory II, s. 5

SRDEČNÝ, K.: Energeticky soběstačný dům – realita či fikce? Era group, Brno, 2007. s 104. ISBN 80-7366-052-0

SZOKOLAY, S. V.: Solar Geometry. Passive and Low Energy Architecture International. DesignTool and Techniques. 2007, s. 47, ISBN 0 86766 634 4

Yasi rKhana, Hana Oubaiha, Fatima ZahraElgourramib, The effect of renewable energy sources on carbon dioxide emissions: Evaluating the role of governance, and ICT in Morocco, Renewable Energy, Volume 190, Máj 2022, p. 752-763.

Daud Abdul , Jiang Wenqi * , Arsalan Tanveer, Prioritization of renewable energy source for electricity generation through AHP-VIKOR integrated methodology, Renewable Energy, Volume 184, január 2022, p. 1018-1032.

For some of these countries (in particular Croatia and Hungary), the achievement of the target is a direct consequence of solid biomass data revisions.

EC, 2014, Guidelines on State aid for environmental protection and energy 2014–2020 (2014/C 200/01).

EC, 2015a, Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions 'Renewable energy progress report' (COM(2015) 293 final), p. 3.

EC, 2015b, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee, the Committee of the Regions and the European Investment Bank 'A Framework Strategy for a Resilient Energy Union with a Forward-Looking Climate Change Policy' (COM(2015) 080 final).

EC, 2016, Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the internal market for electricity (COM(2016) 861 final).

EEA, 2017a, 'Share of renewable energy in gross final energy consumption (CSI 048/ENER 028)', European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/renewable-gross-final-energy-consumption-4/assessment-2>)

EEA, 2017b, Renewable energy in Europe 2017 — Recent growth and knock-on effects, European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/publications/renewable-energy-in-europe>)

EEA, 2018, Trends and projections in Europe 2018 — Tracking progress towards Europe's climate and energy targets, European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-2018>)

EU, 2009, Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources (OJ L 140, 5.6.2009, p. 16-62).

EU, 2013, Decision No 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 'Living well, within the limits of our planet' (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013D1386&from=EN>)

EU, 2018a, forthcoming, Directive of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast), Brussels.

EU, 2018b, forthcoming, Regulation of the European Parliament and of the Council on the Governance of the Energy Union, Brussels.

EU, 2018c, forthcoming, Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2012/27/EU on energy efficiency, Brussels.

EU Council, 2014, Conclusions on 2030 Climate and Energy Policy Framework, European Council (23-24 October 2014), SN 79/14, Brussels, 23 October 2014

Dostupné na internete:
https://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/145356.pdf

Eurostat, 2015, Sustainable development in the European Union — Key messages, 2015 edition, p. 77, Eurostat, Luxembourg.

Frankfurt School of Finance and Management, UNEP Collaborating Centre and Bloomberg New Energy Finance, 2014, Global trends in renewable energy investment 2014

Dostupné na internete:
<http://fs-unep-centre.org/system/files/globaltrendsreport2014.pdf>

Frankfurt School of Finance and Management, UNEP Collaborating Centre and Bloomberg New Energy Finance, 2017. Global trends in renewable energy investment 2017

Dostupné na internete:

<http://fs-unep-centre.org/publications/global-trends-renewable-energy-investment-2017>

IRENA, 2016a, 'The power to change: Solar and wind cost reduction potential to 2025', International Renewable Energy Agency

Dostupné na internete:

http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_Power_to_Change_2016.pdf

IRENA, 2016b, 'Renewable energy and jobs – Annual review 2016', International Renewable Energy Agency

Dostupné na internete:

http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Jobs_Annual_Review_2016.pdf

IRENA, 2018, 'Renewable Power Generation Costs in 2017', International Renewable Energy Agency

Dostupné na internete:

https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2018/Jan/IRENA_2017_Power_Costs_2018_summary.pdf?la=en&hash=6A74B8D3F7931DEF00AB88BD3B339CAE180D11C3

Smernica 2018/2001 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov.

Dostupné na internete:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>

Zelenšie Slovensko. Stratégia environmentálnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030.

https://www.minzp.sk/files/iep/03_vlastny_material_envirostrategia2030_def.pdf

<http://www.seps.sk/zp/fond/2002/slnko/slnko.html>

<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika#fv>

<http://www.ezos.sk/fotovoltaika.html>

<http://www.solartec.cz/cs/fv-systemy/o-fotovoltaice/fotovoltaika.html>

<http://www.solar-tracking.it/>

http://sk.wikipedia.org/wiki/Fotovoltaický_článok

<http://www.solarne-panely.sk/slnko.html>

<http://www.skrea.sk/>

http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/PVcalchelp_en.html

https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_sk

<https://www.minzp.sk/klima/europska-zelena-dohoda/>

<https://www.minzp.sk/ezd/>

<https://www.consilium.europa.eu/sk/press/press-releases/2020/04/15/sustainable-finance-council-adopts-a-unified-eu-classification-system/>

<https://globalabc.org/resources/publications/2020-global-status-report-buildings-and-construction>

<https://www.eea.europa.eu/airs/2018/resource-efficiency-and-low-carbon-economy/renewable-energy-sources>

