MLINI NA VETER

Na Nizozemskem so uporabljali mline na veter za poganjanje obrtnih in industrijskih obratov in kot zračne zavore pri spuščanju težkih bremen. Včasih so imeli okoli 10 000 mlinov na veter, 60 let nazaj samo še 2500, danes pa jih je komaj 1000. V 12. stoletju so razvili evropske mline, zgledali so kot rimski vodni mlini. Imeli so vodoravno gred in prenos preko pravokotne zobniške povezave.

Samodejno obračanje so okoli leta 1745 dosegli s pahljačastim repom. Propelerjeva krila so bila pravokotna na jadra in so imela prenos na kolesa v krožni kolesnici.

Tudi Američani so uspevali z mlini na veter. Z njimi so zagotavljali četrtino svojih energetskih potreb, saj je odkritje elektromagnetne indukcije omogočilo hiter razvoj naprav za pridobivanje elektrike. Z njimi so mleli žito in premikali večje količine vode. Naslednikom mlinov na veter pravimo veterne turbine. Prvo so zgradili leta 1888. So veliko bolj izpopolnjeni in so namenjeni za pogon električnih generatorjev. Največji imajo veternice in spominjajo na letalske propelerje. Merijo do 60 m v premeru in lahko oddajajo 3 MW električne moči. Mline so postavili na območjih oziroma poljih s stalinm vetrom. Ta polja so velika in spremenijo izgled pokrajine. Zemlja na poljih pa je kljub temu uporabna. Obstajajo pa tudi drugačne veterne turbine in sicer veternice so v obliki velike črke H. Njihova prednost pa je da jih ni potrebno usmerjati po vetru. Najbolj ugodne vetrove ponavadi najdemo na vrhovih hribov, na odprtem morju in na izpostavljenih odprtih obalah. Moč veterne turbine je enaka razliki moči vetra za in pred veternico. Najmodernejše turbine imajo 42% izkoristek vetra. Veterne turbine delimo glede na način delovanja sile vetra na lopatice rotorja (to so naprave, ki delujejo na principu aerodinamične sile dviga – efekt letalskega krila in pa naprave, ki delujejo na principu aerodinamične sile zračnega upora), glede na postavitev glavne osi vrtenja (vertikalne – imajo prednost: njihovo delovanje je neodvisno od smeri vetra in strojni del z generatorjem se nahaja na tleh. In tudi slabost: ne morejo se zagnati same. In horizontalne – so najbolj pogosto uporabljene. Imajo dvo ali tro-krake rotorje, ki delujejo na principu aerodinamičnega dviga, vse je postavljeno na velik steber(tudi genarator) in regulacija ves čas meri smer in jakost vetra in kompozicijo obrača proti vetru.) in glede na vsrto obratovanja (uporaba veternih turbin z spremenljivo hitrostjo vrtenja – za manj zahtevne aplikacije, npr. črpanje vode ali polnjenje akomulatorskih baterij. Če pa jih uporabljamo za generiranje električne energije za omrežje, pa moramo uporabiti konverter s širokopasovnim vhodom. Najbolj pogost pa je sistem vetrne elektrarne z konstantno hitrostjo vrtenja zaradi dovoljenja uporabe preprostih generatorjev. Njihova hitrost vrtenja je določena z omrežno frekvenco.)



**Rotor**:

Običajne vetrne turbine imajo dvo ali tri-krake veternice. Obratujejo pri hitrosti 50 do 70 m/s. Pri tej vrednosti dajejo trikraki propelerji najboljše izkoristke. Dvokraki imajo le 2-3% slabši izkoristek. Še vedno pa raje uporabljajo trikrake saj se sile, ki delujejo na rotor bolj enakomerno razporedijo. Lopatice propelerja so lahko narejene iz aluminija, lesa, lesenega laminata, karbonskih vlaken, steklenih vlaken ali poliestra. Rotor je lahko montiran proti vetru ali obratno. Začne se vrteti pri neki hitrosti vetra, nato pa njeno število obratov narašča(bolj veter piha, hitreje se vrti). Ko pa hitrost vetra preseže normalno vrednost obratovanja moramo veterno turbino zaustaviti, saj lahko pride do uničenja in nepravilnega delovanja.

**Moč:**

Moč veternih turbin lahko reguliramo na več načinov.

* Spreminjanje s faktrojem izkoristka (lopaticam med obratovanjem spremenijo vpadni kot vetra in tako zmanjšajo aerodinamično silo dviga, ter povečajo silo upora lopatic.)
* Reguliranje z navorom generatorja (največje število veternih turbin, ki se uporabljajo za generiranje električne energije za omrežje uporablja ta tip regulacije. Elektrarne tega tipa so opremljene z asinhronskim generatorjem. Okoli lopatic(nastavljene so na najbolj optimalen vpadni kot vetra) je zagotovljeno laminarno gibanje zraka. Tako je izkoristek veternice kar se da velik. Ko pa nastopi prevelika hitrost vetra pa nadaljnje naraščanje na rotor preprečijo.)
* Obračanje vetrne turbine iz smeri vetra (le redki primeri imajo tak tip regulacije. Preobremenjeno vetrno turbino enostavno z čeljustnim mehanizmom obrnejo iz smeri vetra.).

Mehansko moč generira propeler in se preko mehanskega prenosa prenese na os generatorja. Mehanski prenos je sestavljen iz menjalnika, zavornega sistema in sklopke.

Menjalnik: namenjen je zvišanju obratov rotorske gredi na nivo, ki ustreza dotičnemu generatorju. Mehanski prenos mora biti dimenzioniran tako, da vzdrži visoke dinamične sile, ki nastopajo med obratovanjem naprave. Ponekod vključijo še vzrtrajnik(na take sile deluje kot dušilni člen).

**Generator:**

Pretvarja mehansko energijo v električno. Pri veternih elektrarnah uporabljajo asinhronske generatorje. Asinhronski generator odpravlja problem nezaželenih resonanc, ki jih lahko povzroči s svojo frekvenco, ter turbina s pulzirajočim navorom na gredi generatorja. Problem odpravi z absorbiranjem s svojim sipom. Takšne elektrarne imajo napetost 690V. Slabe lastnosti asinhroskega generatorja kot je naprimer velik zagonski tok, rešujejo z mehkim zagonom s pomočjo tiristrojev.

Za turbine s spremenljivo hitrostjo vrtenja se uporabljata sinhronski in asinhronski generator. Nadaljnji razvoj gre v smeri generatorjev, ki ne potrebujejo manjalnika med propelerjem in generatsko osjo.

#### Zavorni sistem: Moč vetra je sorazmerna tretji potenci hitrosti vetra, zato se ob visokih hitrostih vetra pojavljajo sile znatnih veličin. V vsaki elektrarni sta najmanj dva medsebojno neodvisna zavorna sistema in imata sposobnost zaustavitve propelerja ali pa zmanjšanje njegove hitrosti. Zavorni sistem je potreben pri močnih vetrovih. Takrat je potrebno zmanjšati obrate. Regulacija z uravnavanjem – tam spreminjamo naklonski kot lopatic in če zasukamo vpadni kot vetra na 0° ali manj povzroči upočasnitev propelerja. Če pa uporabljajo drugačno regulacijo nimajo možnosti rotiranja lopatic. Zato so na koncu lopatic vgrajene zavorne lopute. Te se ob aktivaciji postavijo v položaj največjega zračnega upora. Mehanske zavore uporabljajo za popolno zaustavitev rotorja. Nahajajo se za menjalnikom, čeprav ga taka postavitev močno obremenjuje. Pri projektiranju je pomembno, da je sistem kljub vsemu varen.

#### Čeljustni sistem – imajo horizontalno-osne turbine. Omogoča jim obračanje propelerja proti vetru. Anemometer(merilec hitrosti) – nahaja se na okrovu turbine. Svoje podatke posreduje regulacijskemu sistemu. Ta pa z motornim pogonom obrača čeljustni sistem tako, da je smer vetra pravokotna na propelersko ploščino.

#### Stolp: Njegova naloga je držanje vetrne turbine z generatorjem na neki višini in zagotavljanje stabilnosti, ter s tem nemoteno delovanje. Lahko so betonski ali železni. Večji betonski stolpi so votli in v njih se lahko povzpnemo do turbine in generatorja. Postavljeni morajo biti na masivne temelje, ki dosežejo globino do 50m.

