

SHAMOL TURBINASI

Nosirov Asadbek Ulug'bek ógli¹

Annotatsiya: Shamol turbinalari zamonaviy elektr energiyasi olishning ekologik usulidir. Bugungi maqolamizda shamol trubinasi va uning ishlash mexanizmi hamda O'zbekistondagi o'rni haqida so'z yuritamiz.

Kalit so'zlar: energiya, generator, yo'naltiruvchi vosita, anemometr

Shamol energiyasi qayta tiklanadigan energiya dunyosida eng muhimlaridan biridir. Shuning uchun biz uning nima ekanligini yaxshi bilishimiz kerak. The **shamol turbinasi** Bu energiya turining asosiy elementlaridan biridir. U juda to'liq ishlaydi va biz turgan shamol stansiyasiga qarab turbinalarning har xil turlari mavjud.

Birinchi elektr energiyasi ishlab chiqaruvchi shamol turbinasi 1883 yilda Vena xalqaro elektr ko'rgazmasida avstriyalik Yozef Fridlender tomonidan o'rnatildi. Bu dinamo haydash uchun Halladay shamol tegirmoni edi. Fridlenderning diametri 22 fut (6,6 metr) bo'lgan Halladay "shamol motori" AQShning Illinoys shtatidagi Batavia shahridagi Wind Engine & Pump Co. tomonidan yetkazib berilgan. Besh ot kuchiga ega shamol tegirmoni bir qator batareyalarga elektr energiyasini etkazib beradigan dinamoni yer darajasida haydab chiqardi. Batareyalar turli xil elektr asboblari va lampalarni, shuningdek, xirmon mashinasini quvvatlantirdi. Fridlenderning shamol tegirmoni va uning aksessuarlari Vena Prateridagi asosiy ko'rgazma zalining ("Rotunde") shimoliy kiraverishida ko'zga ko'rinadigan joyga o'rnatilgan.

Shamol turbinasi - shamol energiyasini elektr energiyasiga aylantiradigan mexanik qurilma. Shamol turbinalari ishlab chiqilgan **shamolning kinetik energiyasini mexanik energiyaga aylantirish**, bu o'qning harakati. Keyin turbin generatorida bu mexanik energiya elektr energiyasiga aylanadi. Ishlab chiqarilgan elektr energiyasi batareyada saqlanishi yoki to'g'ridan -to'g'ri ishlatilishi mumkin. Shamolning mavjud energiyasini boshqaradigan uchta asosiy fizika qonuni mavjud. Birinchi qonun turbina ishlab chiqaradigan energiya shamol tezligining kvadratiga mutanosib ekanligini bildiradi. Ikkinchi qonun, mavjud energiya pichoqning supurilgan maydoniga mutanosib ekanligini bildiradi. Energiya pichoq uzunligining kvadratiga mutanosib. **Uchinchi qonun shamol turbinasining maksimal nazariy samaradorligi 59%ni tashkil qiladi.**

Turbina pichoqlarining dizayni samolyot qanotiga juda o'xshaydi va shamolli sharoitda o'zini ikkinchisidek tutadi. Samolyot qanotida bir yuzasi juda yumaloq, ikkinchisi nisbatan tekis. Havo tegirmon pichoqlari orqali aylanayotganda, silliq yuzadagi havo oqimi dumaloq sirtga qaraganda sekinroq bo'ladi. Bu tezlik farqi, o'z navbatida, bosim farqini keltirib chiqaradi, bu esa yumaloq yuzaga qaraganda silliq yuzada yaxshiroqdir.

¹ Kimyo international University in Tashkent Email: nosirova183@gmail.com Tell: 994768771



Shamol turbinasining pichoqlari ham bu mexanizmlar yordamida o'z o'qi atrofida aylanish harakatini keltirib chiqaradi. Pichoq qismining dizayni aylanishni eng samarali tarzda engillashtiradi. Generator ichida pichoqning aylanish energiyasini elektr energiyasiga aylantirish jarayoni sodir bo'ladi **Faradey qonuniga binoan**. U shamol ta'sirida aylanadigan, alternatorga ulangan va aylanadigan mexanik energiyani elektr energiyasiga aylantiradigan rotorni o'z ichiga olishi kerak.

Har bir element tomonidan bajariladigan vazifalar quyidagilar:

Rotor: U shamol energiyasini yig'adi va uni aylanadigan mexanik energiyaga aylantiradi. Shamol tezligi juda past bo'lgan sharoitda ham uning dizayni burilish uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Oldingi nuqtadan ko'rinib turibdiki, pichoq qismining dizayni rotorning aylanishini ta'minlashning kalitidir.

Turbinli ulash yoki qo'llab -quvvatlash tizimi: pichoqning aylanish harakatini u bog'langan generator rotorining aylanish harakatiga moslashtiring.

Ko'paytirgich yoki vites qutisi: Shamolning odatiy tezligida (soatiga 20-100 km gacha) rotor tezligi past, daqiqada 10-40 aylanish atrofida (rpm); Elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun generatorning rotori 1.500 aylanish tezligida ishlashi kerak, shuning uchun nassel tezlikni dastlabki qiymatdan yakuniy qiymatga o'tkazadigan tizimni o'z ichiga olishi kerak. Bu avtomobil dvigatelining vites qutisiga o'xshash mexanizm yordamida amalga oshiriladi, u generatorning harakatlanuvchi qismini elektr energiyasini ishlab chiqarishga mos keladigan tezlikda aylantirish uchun bir nechta viteslar to'plamidan foydalanadi. Bundan tashqari, shamol juda kuchli (soatiga 80-90 km dan yuqori) rotorning aylanishini to'xtatish uchun tormoz mavjud, bu generatorning har qanday komponentiga zarar etkazishi mumkin.

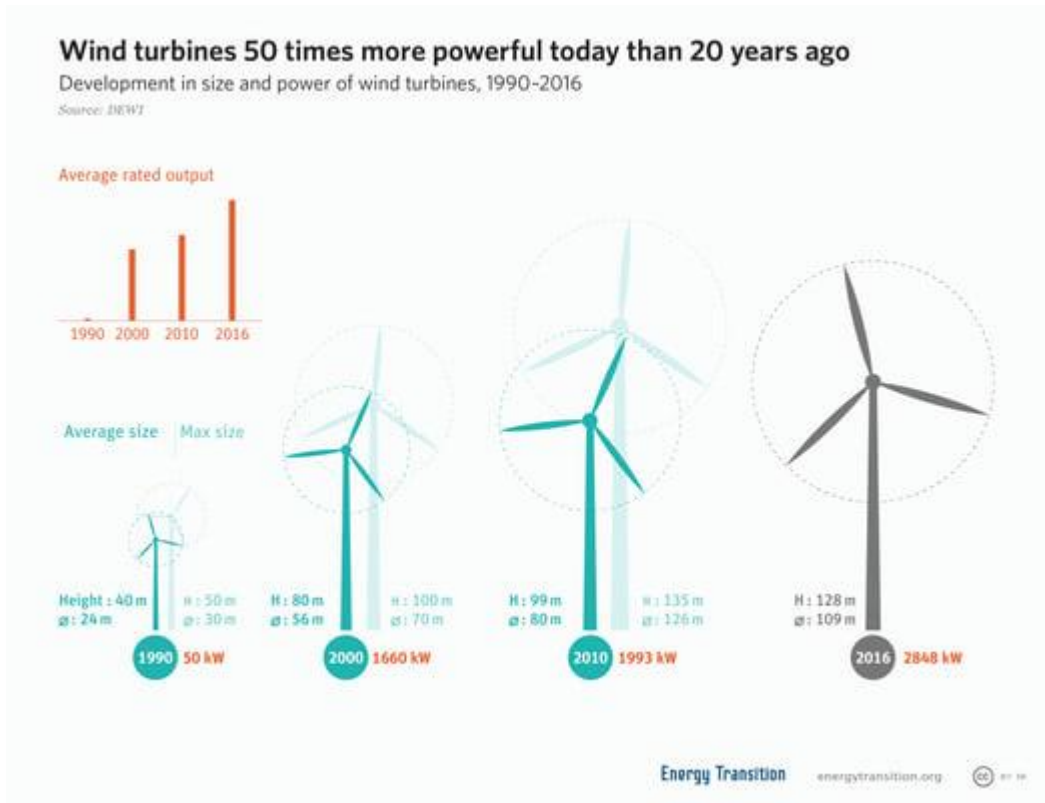
Generator: Bu elektr energiyasini ishlab chiqaradigan rotor-statorli yig'ilish bo'lib, u nasosni qo'llab-quvvatlaydigan minoraga o'rnatilgan kabellar orqali podstantsiyaga uzatiladi va keyin tarmoqqa uzatiladi. Jeneratör quvvati o'rta turbina uchun 5 kVt va eng katta turbina uchun 5 MVt orasida o'zgarib turadi, garchi allaqachon 10 MVtli turbinalar mavjud.

Yo'naltiruvchi vosita: Noselni shamolning yo'nalishi bo'yicha joylashtirish uchun komponentlarning aylanishiga imkon beradi.

Qo'llab -quvvatlash ustuni: Bu generatorning strukturaviy tayanchidir. Turbinaning kuchi qanchalik katta bo'lsa, pichoqlarning uzunligi shunchalik katta bo'ladi va shuning uchun nasselning balandligi qanchalik baland bo'ladi. Bu minora dizayniga qo'shimcha murakkablik qo'shadi, bu generator majmuasining og'irligini qo'llab -quvvatlashi kerak. Pichoq, shuningdek, kuchli shamollarga sindirilmasdan bardosh berish uchun yuqori konstruktiv qattiqlikka ega bo'lishi kerak.

Yelkanlar va anemometrilar: generatorlari bo'lgan gondollarning orqa qismida joylashgan qurilmalar; ular shamol yo'nalishini aniqlaydilar va shamol tezligini o'lchaydilar va shamol tezligi ostonadan oshganda ularni tormozlash uchun pichoqlar bilan harakat qiladilar. Bu chegaradan yuqori turbinaning strukturaviy xavfi mavjud. Bu odatda Savonious turbina tipidagi dizayndir. Umid qilamanki, bu ma'lumot bilan siz shamol turbinasi va uning xususiyatlari haqida ko'proq bilib olasiz.





Buxoro viloyatida shamol elektr stansiyasi qurilishi doirasida balandligi 100 metr, parraklari 84 metr bo'lgan ilk turbina o'rnatildi. Bu qurilmadan yana 157 ta o'rnatilishi kerak. Stansiyalarning ilk quvvatlari 2024-yilda ishga tushiriladi

Samaradorlik Massani saqlash turbinaga kiruvchi va chiquvchi havo miqdori teng bo'lishini talab qiladi. Shunga ko'ra, Betz qonuni shamol energiyasini shamol turbinasi tomonidan maksimal erishish mumkin bo'lgan havoning kinetik energiyasining turbinaga kelishi tezligining 16/27 (59,3%) miqdorida beradi. Shunday qilib, shamol mashinasining maksimal nazariy quvvati havoning kinetik energiyasi mashinaning samarali disk maydoniga etib borish tezligidan 16/27 marta ko'pdir. Agar diskning samarali maydoni A va shamol tezligi v bo'lsa, maksimal nazariy quvvat chiqishi P bo'ladi.

$$P = \frac{16}{27} \frac{1}{2} \rho v^3 A = \frac{8}{27} \rho v^3 A,$$

Shamoldan rotorga samaradorlik (shu jumladan rotor pichoqlari ishqalanishi va tortishish) shamol energiyasining yakuniy narxiga ta'sir qiluvchi omillardan biridir. Vites qutisi yo'qotishlari, generator va konvertor yo'qotishlari kabi keyingi samarasizliklar shamol turbinasi tomonidan etkazib beriladigan quvvatni kamaytiradi. Komponentlarni haddan tashqari aşınmadan himoya qilish uchun olingan quvvat nominal ish tezligidan yuqori bo'ladi, chunki nazariy quvvat shamol tezligi kubiga ko'payadi, bu esa nazariy samaradorlikni yanada pasaytiradi. 2001 yilda tijorat xizmatlariga ulangan turbinalar nominal ish tezligida shamoldan olinadigan quvvatning Betz chegarasining 75% dan 80% gacha yetkazib berdi. Vaqt o'tishi bilan samaradorlik biroz pasayishi mumkin, buning asosiy sabablaridan biri pichoqlardagi chang va hasharotlar tana go'shti bo'lib, ular aerodinamik profilni o'zgartiradi va havo plyonkasining



ko'tarilish va tortish nisbatini sezilarli darajada kamaytiradi. Daniyada 10 yildan oshgan 3128 ta shamol turbinalarining tahlili shuni ko'rsatdiki, turbinalarning yarmida hech qanday pasayish kuzatilmagan, qolgan yarmida esa yiliga 1,2% ga ishlab chiqarish pasaygan. Umuman olganda, barqarorroq va doimiy ob-havo sharoiti (asosan, shamol tezligi) beqaror ob-havo sharoitida shamol turbinasiga qaraganda o'rtacha 15% ga yuqori samaradorlikka olib keladi, bu esa barqaror sharoitda shamol tezligini 7% gacha oshirish imkonini beradi. Bu yuqori atmosfera barqarorligi sharoitida yuzaga keladigan tezroq tiklanish uyg'onishi va ko'proq oqim bilan bog'liq. Biroq, shamol turbina uyg'onishlari barqaror muhitdan farqli o'laroq, beqaror atmosfera sharoitida tezroq tiklanishi aniqlandi. Turli materiallar shamol turbinalarining samaradorligiga har xil ta'sir ko'rsatadi. Ege universiteti tajribasida har biri bir metr diametrli uchta qanotli uchta shamol turbina turli xil materiallardan tayyorlangan pichoqlar bilan qurilgan: shisha va shisha / uglerod epoksi, shisha / uglerod va shisha / polyester. Natijalar sinovdan o'tkazilganda, umumiy massasi yuqori bo'lgan materiallar katta ishqalanish momentiga ega ekanligini va shuning uchun kamroq quvvat koeffitsientiga ega ekanligini ko'rsatdi. Havoning tezligi turbinaning samaradorligiga asosiy hissa qo'shadi. Bu to'g'ri joyni tanlash muhimligining sababi. Shamol tezligi qirg'oq yaqinida yuqori bo'ladi, chunki quruqlik va okean o'rtasidagi harorat farqi. Yana bir variant - turbinalarni tog' tizmalariga joylashtirish. Shamol turbina qanchalik baland bo'lsa, o'rtacha shamol tezligi shunchalik yuqori bo'ladi. Shamoldan himoya qilish turbina yaqinidagi shamol tezligini ham oshirishi mumkin. Buxoroda balandligi 100 metr bo'lgan ilk yirik quvvatli shamol turbina o'rnatildi Buxoro viloyatida shamol elektr stansiyasi qurilishi doirasida balandligi 100 metr, parraklari 84 metr bo'lgan ilk turbina o'rnatildi. Bu qurilmadan yana 157 ta o'rnatilishi kerak. Stansiyalarning ilk quvvatlari 2024-yilda ishga tushiriladi. Energetika vazirligi 25-iyul kuni Buxoro viloyatida Envision kompaniyasining (Xitoy) birinchi 6,5 MVt quvvatli shamol turbina o'rnatildi, deya [xabar bermoqda](#) Energetika vazirligi matbuot xizmati. Bu Peshku va G'ijduvon tumanlarida har birining quvvati 500 MVtdan bo'lgan 2 ta shamol elektr stansiyasi qurilishi loyihasi doirasida amalga oshirildi. 3 oy avval Osiyo taraqqiyot banki va Saudiyaning ACWA Power kompaniyasi Buxoro viloyatidagi Bosh va Jonkeldi shamol elektr stansiyalarini rivojlantirish uchun 174 mln dollarlik kreditlarni [imzolagandi](#).

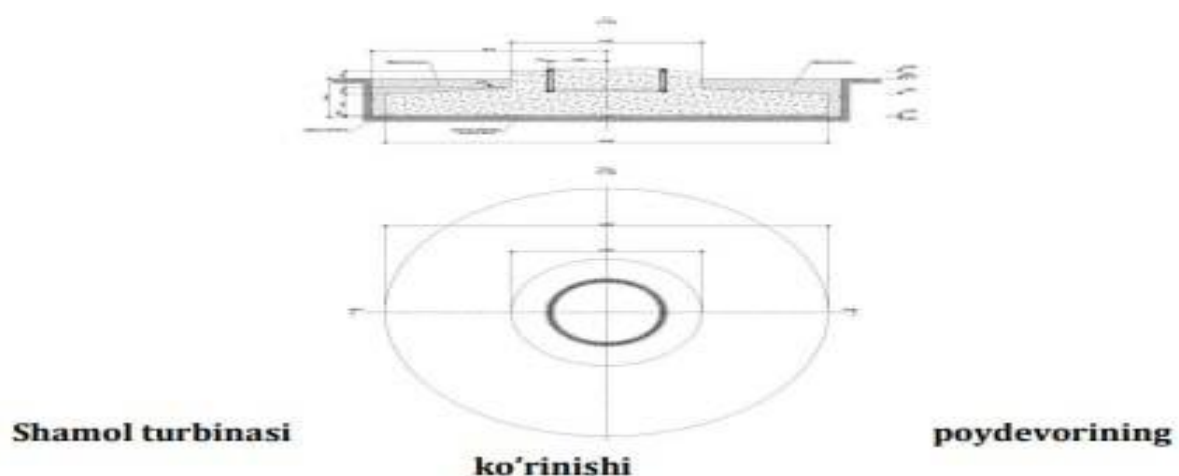
Qurilgan turbina minorasining balandligi 100 metr, shamol parraklarining har biri esa 84 metr. Loyiha doirasida jami 158 ta shunday shamol turbinalari o'rnatiladi. Mazkur elektr stansiyalarining ilk quvvatlari 2024-yilda ishga tushiriladi. Ma'lumot uchun, Navoiy viloyatining Tomdi tumanida qurilayotgan 500 MVt quvvatli shamol elektr stansiyasi qurilishida shu vaqtgacha 3 ta turbina o'rnatib bo'lindi. Uning balandligi 97 metr, shamol parraklarining o'lchami esa 77 metrdan. shamol turbina shamolning kinetik energiyasini elektr energiyasiga aylantirishga qodir bo'lgan moslama. Bu aylanadigan pichoqlar yordamida amalga oshiriladi **daqiqada 13 dan 20 gacha aylanish**. Pichoqlarning aylanishi mumkin bo'lgan inqiloblar, ularning qurilishida ishlatiladigan texnologiya turiga va shu vaqtning o'zida shamol ko'taradigan kuchga bog'liq. Odatda, engil materiallardan yasalgan pichoqlar daqiqada ko'proq marta burilishga qodir.

Pichoqlar ko'proq tezlikka ega bo'lganda, **ko'proq elektr energiyasi ishlab chiqarishga qodir** va shuning uchun uning samaradorligi yuqori. Shamol turbina ishga tushishi uchun uning harakatini boshlash uchun beriladigan yordamchi energiya zarur. Keyin, boshlangandan so'ng, pichoqlarni siljitish uchun javobgar bo'lgan shamoldir.

Shamol elektr stantsiyasi, uning poydevori va tuproq bazasi yagona tizimni tashkil qiladi "shamol turbina-poydevor-asosi", uning elementlari ularga har qanday statik yoki



dinamik ta'sir ostida bir-biri bilan o'zaro ta'sir qiladi. Ushbu tizim elementlarining rivojlanishi uning elementlari uchun turli talablarni bajarish zarurati bilan bog'liq, jumladan: statik kuch va barqarorlik, chidamlilik, qattqlik. Ushbu talablarga javob beradigan tizimni yaratish uchun bir qator statik va dinamik hisobkitoblarni amalga oshirish kerak bo'ladi. Berilgan shamol turbinalari uchun poydevorlarning mavjud analoglari asosida birinchi navbatda poydevor dizaynini tanlanadi - tuproq poydevorida o'zgaruvchan balandlikdagi kesma bilan dumaloq plita ko'rinishidagi shamol turbinasining monolitik temir-beton poydevori qo'yiladi. Shamol turbinasi ostidagi gravitatsiyaviy turdagi poydevor qalinligi ikki metrgacha bo'lgan monolit temir-beton plita shaklida bo'ladi, uning yuqori tekisligi yerga 1,0 - 1,5 m ga ko'miladi. Poydevorni o'rnatgandan so'ng, qolgan joy 0,3-0,5 m balandlikda tuproq bilan qoplanadi. Shunday qilib, minora qismlari o'rnatilgan shamol turbinasi minorasining (tayanch) o'rnatilgan po'lat halqasi bundan mustasno bo'ladi. Hisob-kitoblar uchun oldindan qabul qilingan shamol turbinasi poydevorining tipik ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:



Katta uch qanotli gorizonttal o'qli shamol turbinalari (HAWT) qanotlari minoradan shamolga qarshi bo'lib, bugungi kunda dunyodagi shamol energiyasining katta qismini ishlab chiqaradi. Ushbu turbinalar minoraning tepasida asosiy rotor mili va elektr generatoriga ega va ular shamolga yo'naltirilishi kerak. Kichik turbinalar oddiy shamol pardasi bilan ishora qiladi, katta turbinalar esa odatda shamol sensori bilan birlashtirilgan shamol tizimidan foydalanadi. Ko'pchilikda vites qutisi mavjud bo'lib, u pichoqlarning sekin aylanishini elektr generatorini boshqarish uchun qulayroq bo'lgan tezroq aylanishga aylantiradi. Ba'zi turbinalar sekinroq aylanish tezligini kiritish uchun mos keladigan boshqa turdagi generatordan foydalanadi. Ularga vites qutisi kerak emas va ular to'g'ridan-to'g'ri qo'zg'aluvchan deb ataladi, ya'ni ular rotorni to'g'ridan-to'g'ri generatorga ulanadi, ular orasida vites qutisi yo'q. Doimiy magnitlangan to'g'ridan-to'g'ri qo'zg'aluvchan generatorlar talab qilinadigan noyob tuproq materiallari tufayli qimmatroq bo'lishi mumkin bo'lsa-da, bu tishlisiz turbinalar ba'zan vites qutisi generatorlariga qaraganda afzalroqdir, chunki ular "muhim to'plangan charchoq momentini yuklashga moyil bo'lgan tishli tezlikni oshiruvchini yo'q qiladi, tegishli ishonchlilik" muammolar va texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari." Shuningdek, psevdoto'g'ridan-to'g'ri qo'zg'alish mexanizmi ham mavjud bo'lib, u doimiy magnitli to'g'ridan-to'g'ri qo'zg'alish mexanizmiga nisbatan ba'zi afzalliklarga ega. Ko'pgina gorizonttal o'q turbinalarining rotorlari qo'llab-quvvatlovchi minoradan shamol qarshisida joylashgan. Shamolga qarshi mashinalar qurilgan, chunki ularni shamolga mos ravishda ushlab turish uchun qo'shimcha mexanizm kerak emas. Kuchli shamollarda shamolning pastga yo'nalishidagi pichoqlar shamol qarshisiga qaraganda ko'proq egilish uchun mo'ljallangan bo'lishi



mumkin, bu ularning supurish maydonini va shuning uchun shamol qarshiligini kamaytiradi, shamol paytida xavfni kamaytiradi. Ushbu afzalliklarga qaramay, shamolga qarshi dizaynlar afzal ko'riladi, chunki har bir pichoq tayanch minora orqasidan o'tganda shamoldan yuklanishning impulsi o'zgarishi turbinaga zarar etkazishi mumkin. Shamol fermalarida elektr energiyasini tijorat ishlab chiqarish uchun ishlatiladigan turbinalar odatda uch qanotli bo'ladi. Ular past torkli dalgalanmaga ega, bu yaxshi ishonchlikka hissa qo'shadi. Pichoqlar odatda samolyotda kunduzi ko'rish uchun oq rangga bo'yalgan va uzunligi 20 dan 80 metrgacha (66 dan 262 futgacha) o'zgarib turadi. Turbinalar hajmi va balandligi yildan-yilga oshib bormoqda. Dengizdagi shamol turbinalari bugungi kunda 8 MVtgacha qurilgan va pichoq uzunligi 80 metr (260 fut) gacha. 10 dan 12 MVt gacha bo'lgan loyihalar 2018 yilda tayyorlanayotgan edi va 2022 yilda uchta 118 metr (387 fut) pichoqli "15 MVt+" prototipi qurilishi rejalashtirilgan. Gorizontali o'qli shamol turbinalarining o'rtacha balandligi 90 metrni tashkil qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. <https://www.renovablesverdes.com/uz/Noyob-erlar-qanday/>
2. <https://www.gazeta.uz/oz/2023/07/25/buxoro/>
3. <https://www.renovablesverdes.com/uz/turbina-eolica/>
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_turbine

