

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау
институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

Жумадилда Арман Оразұлы

«Желдің төмен жылдамдығына арналған жел турбинасын CAD/CAM/CAE
жүйелерінде есептеу»

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B071200 – Машина жасау

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ө. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау
институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, қауым. профессоры

_____Арымбеков Б.С.

«_____» _____ 2020 ж.

Дипломдық жұмысқа

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

Тақырыбы: «Желдің төмен жылдамдығына арналған
желтурбинасын CAD/CAM/CAE жүйелерінде есептеу»

5B071200 – Машина жасау

Орындаған

Жумадилда Арман Оразұлы

Ғылыми жетекші,

_____ Асқар Ш.Е.

«_____» _____ 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау
институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

5B071200 – Машина жасау

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, қауым. профессор

_____ Арымбеков Б.С.

« ____ » _____ 2020 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Жумадилда Арман Оразұлы

Тақырыбы «Желдің төмен жылдамдығына арналған желтурбинасын
CAD/CAM/CAE жүйелерінде есептеу»

Университет ректорының «__» _____ 20__ ж. №_____ бұйрығымен
бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «__» _____ 20__ ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берістері Желдің төмен жылдамдығына
арналған желтурбинасын CAD/CAM/CAE жүйелерінде есептеу

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

- а) Жел генераторын Autodesk CFD жүйесінде жобалау
- б) Ansys CFX бағдарламасы арқылы аэродинамикалық қасиеттерін жобалау
- в) Invertor бағдарламасы арқылы мойынтірек таңдау

Ұсынылған негізгі әдебиет: 17 атау

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе. Жел генераторлары толық анықтама		
Жел генераторын Autodesk CFD жүйесінде жобалау		
Ansys CFX бағдарламасы арқылы аэродинамикалық қасиеттерін жобалау		
Invertor бағдарламасы арқылы мойынтірек таңдау		

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау			

Ғылыми жетекші _____ Асқар Ш.Е.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Жумадилда А.О.

Күні «___» _____ 2020 ж.

Аңдатпа

Жел энергетикасына әлемдік сұраныстың өсуіне қарай 2018 жылғы жағдай бойынша жел генераторларының жиынтық белгіленген қуаты 595 ГВт жетті. Шағын жел турбиналары үлкен жел турбиналарына қарағанда, қалалық аудандарға жақын орнатылады, бұл автономды қалалық жабдық үшін мүмкіндіктерді жақсартады. Үлкен жел турбиналары үшін үш қалағы бар көлденең-осьтік көтергіш конфигурация стандартты түр болып саналады және ең жоғары аэродинамикалық пәк болады. Жел турбиналары аз болған жағдайда оларды тиімді аэродинамикалық күшке байланысты көтеру немесе кедергі конфигурациясы бойынша ажыратуға болады, ол жел турбинының роторын айналдырады. Вертикалды түрдегі жел турбиналары көлденең осі бар аналогтардан біршама тиімдірек екендігі белгілі. Бүкіл әлемде CO₂ концентрациясын ұлғайтудың ең ірі факторы қазбалы отынды жағу және ормандарды кесу болып табылады. Көміртегі шығарындыларын бір уақытта төмендету кезінде энергиямен жабдықтауды қамтамасыз ету үшін тиімді жаңартылатын технологияларды әзірлеу аса маңызды болып келеді. Жел энергиясының жаңартылатын көздерінің арасында коммерцияландыру үшін үлкен мүмкіндіктері бар өте орнықты технология болып табылады. Үлкен әлеуетке және өсіп келе жатқан энергетикалық мәселелерге ие бола отырып, бұл шағын, бірақ маңызды технология Қазақстан қоғамының үй шаруашылықтарына үлкен көмек көрсете алады. Бұл зерттеуде бұрыштық моментті сақтау Заңының негізінде Архимедтің шағын ауқымды жел турбинысын әзірлеудің теориялық тәсілі ұсынылды, ал Архимедтің әзірленген жел қозғалтқышының тиімділігі CFD әдісін қолдану арқылы бағаланды. Жиіліктік велосиметрия Архимедтің спиральді жел турбинысы қалақтарының аэродинамикалық сипаттамаларын зерттеу, Архимедтің жел турбинысын жобалау құралы ретінде CFD әдісін тексеру және жақын іздегі сұйықтық динамикасын түсіну үшін қолданылды. Жаңа концепция болып табылатын Архимед спиральды ветротурбин Архимед спираль қағидаларын қолдану арқылы әзірленді. Жел энергиясынан энергия алу үшін көтеру күшін пайдаланатын дәстүрлі шұңқырларға қарағанда, Архимед спиральды жел турбинысы көтеру күшін де, қарсылық күшін де пайдаланады. Архимед спиральды желтурбин жел энергиясынан кинетикалық энергияны пайдалана алады

АННОТАЦИЯ

По мере роста мирового спроса на ветроэнергетику суммарная установленная мощность ветрогенераторов по состоянию на 2018 год достигла 595 ГВт . Малые ветровые турбины устанавливаются ближе к городским районам, чем большие ветровые турбины, что улучшает возможности для автономного городского оборудования. Для больших ветровых турбин горизонтально-осевая несущая конфигурация с тремя лопастями считается стандартным видом и имеет максимальную аэродинамическую КПД. В случае малых ветровых турбин их можно различать по конфигурации подъема или сопротивления в зависимости от эффективной аэродинамической силы, которая вращает ротор ветровой турбины. На рисунке 2.7 показано, что ветровые турбины вертикального типа значительно эффективны от аналогов с горизонтальной осью. Во всем мире крупнейшим фактором увеличения концентрации CO₂ является сжигание добываемого топлива и рубка лесов. Важным является разработка эффективных возобновляемых технологий для обеспечения энергоснабжения при одновременном снижении выбросов углерода. Среди возобновляемых источников ветровой энергии является очень устойчивая технология с большими возможностями для коммерциализации. Обладая большим потенциалом и растущими энергетическими проблемами, эта небольшая, но важная технология может оказать большую помощь домохозяйствам казахстанского общества. В этом исследовании был представлен теоретический метод разработки малогабаритной ветровой турбины Архимеда на основании Закона о сохранении углового момента, а эффективность разработанного ветрового двигателя Архимеда была оценена с использованием метода CFD. Частотная ездиметрия использовалась для изучения аэродинамических характеристик лопастей спиральной ветровой турбины Архимеда, проверки метода CFD как средства проектирования ветровой турбины Архимеда и понимания динамики жидкости в ближайшем следе. Спиральная ветротурбина Архимеда, которая является новой концепцией , была разработана с использованием принципов спирали Архимеда. В отличие от традиционных ястребов, которые используют подъемную силу для получения энергии от энергии ветра, спиральная ветротурбина Архимеда использует как подъемную силу, так и силу сопротивления. Спиральная ветротурбина Архимеда может использовать кинетическую энергию от энергии ветра

ANNOTATION

As global demand for wind power grows, the total installed capacity of wind turbines as of 2018 has reached 595 GW . Small wind turbines are installed closer to urban areas than large wind turbines, which improves opportunities for Autonomous urban equipment. For large wind turbines, a horizontal-axial load-bearing configuration with three blades is considered standard and has maximum aerodynamic efficiency. In the case of small wind turbines, they can be distinguished by their lift or drag configuration, depending on the effective aerodynamic force that rotates the wind turbine rotor. Figure 2.7 shows that vertical wind turbines are significantly more efficient than their counterparts with a horizontal axis. Around the world, the largest factor in increasing CO₂ concentrations is the burning of extracted fuels and logging. It is important to develop efficient renewable technologies to ensure energy supply while reducing carbon emissions. Among the renewable sources of wind energy is a very sustainable technology with great opportunities for commercialization. With great potential and growing energy challenges, this small but important technology can be of great help to households in Kazakhstan's society. This study presented a theoretical method for developing a small-sized Archimedes wind turbine based on the law of conservation of angular momentum, and the efficiency of the developed Archimedes wind engine was evaluated using the CFD method. Frequency dosimetry was used to study the aerodynamic characteristics of the Archimedean spiral wind turbine blades, test the CFD method as a means of designing an Archimedean wind turbine, and understand fluid dynamics in the near Wake. The Archimedes spiral wind turbine, which is a new concept, was developed using the principles of the Archimedes spiral. Unlike traditional hawks, which use lift to generate power from wind power, the Archimedes ' spiral wind turbine uses both lift and drag. Archimedes spiral wind turbine can use kinetic energy from wind power

МАЗМҰНЫ

Кіріспе

1 Жел генераторлары анықтама.....	7
1.1 Жел генераторлары толық анықтама.....	7
1.2 Қуат көрсеткіші бойынша жел генераторларының түрлері.....	8
1.3 Жел генераторларының түрлері.....	9
2 Жел генераторын Autodesk CFD жүйесінде жобалау.....	12
2.1 Жел генераторын жобалау.....	12
2.2 Жел генераторын Autodesk Invertor программасы арқылы жобалау.....	14
2.3 Autodesk CFD программасы арқылы аэродинамикалық қасиеттерін есептеу.....	25
3 Ansys CFX бағдарламасы арқылы аэродинамикалық қасиеттерін жобалау.....	25
3.1 Ansys CFX бағдарламасы арқылы есептеу.....	25
3.2 CFD талдау нәтижелері.....	27
4 Invertor бағдарламасы арқылы мойынтірек таңдау.....	30
4.1 Invertor арқылы шекералық шарттарды беру.....	30

Қорытынды

Пайдаланылған

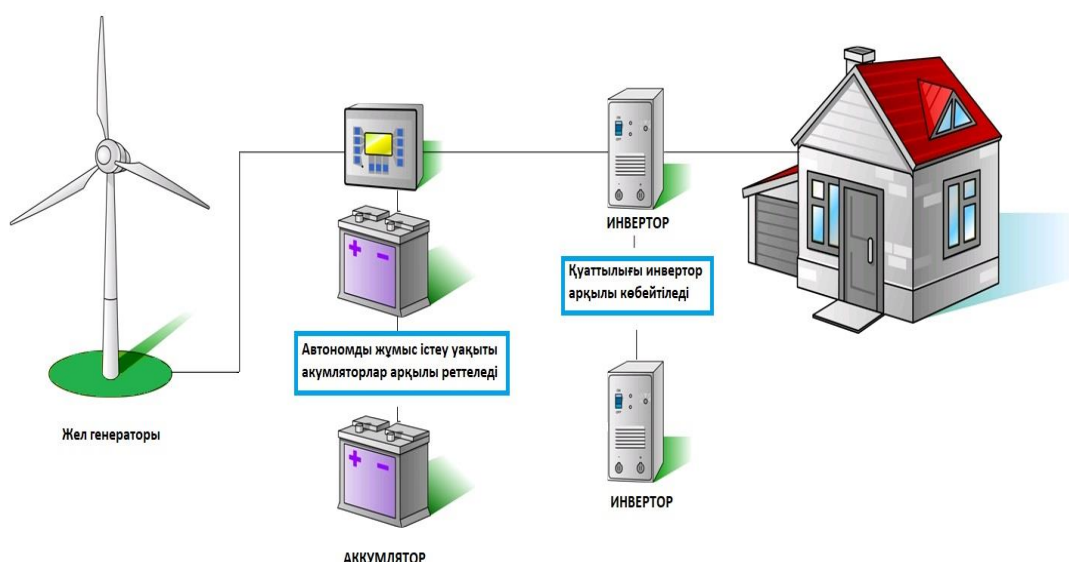
Кіріспе

Қалалық пайдалану үшін Архимедтің спиральді қалағын пайдаланатын көлденең осьтік жел турбинасының жаңа түрі ойлап табылды. Бұрыштық моментті сақтау Заңының негізінде нысанның әр түрлі коэффициенттерін қолдану арқылы қалаққа арналған есептеу формуласы алынды. Аэродинамикалық сипаттамалары және пайдалану сипаттамалары жобаланатын ветротурбины Архимед зерттелді көмегімен есептеу гидродинамикалық модельдеу CFD. Модельдеу CFD көрсеткендей жаңа түрі ветротурбины береді қуат коэффициенті (C_p) шамамен 0,25 болып табылады, салыстырмалы түрде жоғары салыстырғанда басқа түрлерімен ветротурбин қалалық пайдалануға өте ыңғайлы. CFD нәтижелерін растау үшін кішірейтілген модельді пайдалана отырып тәжірибелік зерттеулер жүргізілді. Жылдамдықтың лездік өрістері қалақтың жақын өрісінде бөлшектер бейнелерінің екі өлшемді велосиметриясы CFD әдісі арқылы өлшенген. CFD өлшеулері күпшектен төмен және қалақтың ұшына жақын басым құйынды құрылымдардың болуын көрсетті. Autodesk CFD және Ansys CFX программалары арқылы жүргізілді. Жүргізілген есептеулер бойынша жел генераторынан 5 кВт энергияға дейін алуға болатынын көрсетті. Және де бірнеше анимациялық көріністер алынды. Жүргізілген есептеулер арқылы жел генераторының турбулентті алаңын байқауға болады. Кернеу ең көп шоғырланған аймақтарды көруге болады. Жылдамдықты бірнеше мәнде берілді ең максималды 20 м/с және ең кіші 3 м/с. Моделдеу арқылы статикалық беріктілігін болжауға болады. Жылдамдықтар графигі алынды. Жел генераторының өлшемдері салыстырмалы және қалалық қолдануға ыңғайлы етіп алында диаметрі 1,5 м ені 1,2 м алынды. Болжамды салмағы 100 кг немесе 150 кг аралығында болатынын көрсетті Invertor программасы. Autodesk CFD арқылы ең максималды күш және ең максималды қысым алынды. Бұл жел генератор 10 м/с жылдамдықта 5 кВт энергия алуға болады бұл демек бір отбасы электр энергиямен қамтамасыз ету үшін 2 жел генераторы жеткілікті екенін көрсетті. Жел генераторларын тиімді қолдану арқылы экологиялық бірнеше қиындықтарды шешуге болады.

1 Жел генераторлары анықтама

1.1 Жел генераторлары анықтама

Жел генераторлары жел ағынын электр немесе механикалық энергияға айналдыруға арналған құрылғы. Энергетиктердің бағалауы бойынша, Қазақстандағы жел энергиясының экономикалық әлеуеті жылына шамамен 36 млн кВтсағ құрайды, бұл электр энергиясының жиынтық өндірісінің шамамен 1,5% - ына сәйкес келеді. Қазақстанда 2019 жылдың соңына қарай Қайта өңделетін энергия көздерінің (ҚӨЭК) белгіленген қуаты 1050,1 МВт құрады. Оның ішінде 51,6%, немесе 541,7 МВт күн электр станцияларына (СЭС), 27%, немесе 283,8 МВт, — жел электр станцияларына (ЖЭС), 21,2%, немесе 222,2 МВт, — шағын ГЭС, және 0,2%, немесе 2,4 МВт, — биоэлектр станцияларына келеді. Желқондырғылары желімен бірге де, автономды режимде де жұмыс істей алады. Олар орталықтандырылған энергиямен жабдықтауға болады ("ұялы" станциялар, фермалар, метеостанциялар, аңшылық шаруашылығы және т.б.) немесе алыстатылған жеке үйлер мен объектілерді электрмен жабдықтауға арналған.



Сурет 1.1 – Жел генераторының жұмыс істеу тәртібі

1.2 Қуат көрсеткіші бойынша жел генераторларының түрлері

- Кіші жел қуатын өндіретін генераторлар (тәулігіне 100 кВтсағ дейін) Шағын тұтынушылары (үй шаруашылықтарын, саяжайларды, ұсақ шаруашылық объектілерін) автономды электірмен жабдықтауға арналған Дара қуаты 10-20 кВт дейінгі жеке жел қондырғылары. Жел генераторларында қуат беру үшін жел жылдамдығының орташа диапазоны 5-7 м/с шегінде болады.

- Орташа жел қуатын өндіретін генераторлар (тәулігіне 3000 кВтсағ дейін)Өндіретін қуаты 20-дан 500 кВт-қа дейін. Электр энергиясының орташа және шағын тұтынушылары(қонақ үйлер, шағын өндірістер, әскери базалар, турбазалар) үшін арналған.

-Қуаты 500 кВт жоғары жел генераторлары. Қуаты 100 МВт дейінгі ірі энергетикалық объектілер және тәулігіне 700 МВт дейінгі электр энергиясын орташа өндіретін ірі энергетикалық объектілер.



Сурет 1.2 – Алматы қаласының 12 айдағы желдің жылдамдығы

Қазақстанның бірнеше облыстағы 15 аймақты зерттелген болатын, бұл жел энергетикасында үлкен әлеует бар екенін көрсетті. Орташа есеппен республика бойынша жел климатына байланысты жел электр станцияларын желдің жылдамдығы секундына 5 метрден асатын жерлерде қою орынды. Сонымен қатар, ел аумағының 80-90% - ға желдің жылдамдығы секундына 6 метрден асады. Жел жыл бойы және тәулік бойы: оңтүстік аймақта – Алматы, Жамбыл, Оңтүстік Қазақстан облыстарында; батыста-Атырау және

Маңғыстау желдеріне бай; солтүстік аймақта-Ақмола; орталық - Қарағанды облысында. Сарапшылардың бағалауы бойынша, елдің Жел энергетикалық әлеуеті жылына 1820 млрд.кВт сағ электр энергиясына бағаланады.

1.3 Жел генераторларының түрлері

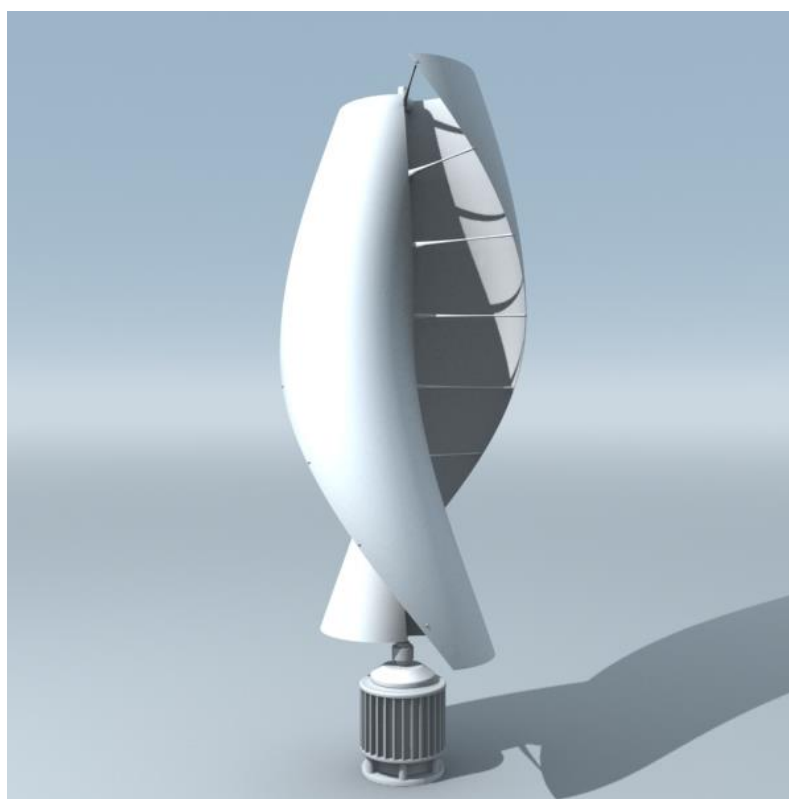
Жел генераторларының түрлері өте көп, олар қуаты бойынша ерекшеленеді. Ротор осінің айналу геометриясы бойынша оларды:

- Вертикалды жел генераторы - турбина жер жазықтығына қатысты тігінен орналасқан. Шағын желмен жұмыс істей бастайды.

- Горизонталды жел генераторы - ротор осі жер бетіне параллель айналады. Жел энергиясын айнымалы және тұрақты токқа түрлендірудің үлкен қуатты көзі бар.

Жел күшінің тік түрлендіргіштері энергияға жиі тұрмыстық қажеттіліктер үшін қолданылады. Жел генераторларының бұл түрлері қызмет көрсету оңай.

Савониус роторы - Екі цилиндрден тұрады.Тұрақты осьтік айналу және



Сурет 1.3 – Савониус роторы

жел ағыны бір-біріне байланысты болмайды. Савониус роторының артықшылығы айналым күші жоғары, салыстырмалы төмен жылдамдықпен жұмыс істеу және оның өндірісінің салыстырмалы жоғары технологиялылығы тән. Кемшіліктері ротордың Савониуса болып табылады: төмен тиімділігі жұмыс қалағын салыстырғанда, көлденең-осьтік ЖЭҚ; салыстырмалы түрде жоғары материал. Қазіргі уақытта Савониус роторы бар жел генераторлары 5 кВт дейін қуаттар диапазонында шығарылады. Ротор Савониус, сондай-ақ Дарье роторының Жоғары іске қосу сәттерін қамтамасыз ету үшін жиі Дарье роторымен біріктіріледі.

Геликоидты ротор - Жел генераторының айналуы бұралған қалақтардың арқасында біркелкі жүреді. Подшипниктер тез тозуға ұшырамайды, бұл пайдалану мерзімін едәуір ұзартады.



Сурет 1.4 – Геликоидты ротор

Электр энергиясын өндіру үшін ғана емес, шөл даладағы ауыз суды өндіру үшін де пайдалануға болады.

Дарье роторы - екі және одан да көп аэродинамикалық қанаттардан тұратын, радиалды арқалықтарда бекітілген конструкция. Дарье роторының

Савониустың роторынан басты айырмашылығы оның жылдамдылығы болып табылады. Егер Савониус роторы қалақтарының жылдамдығы шабуылдау ағынының жылдамдығына жақын болса, онда Дарье роторында ол 3-4 есе жоғары.

- Магнус әсерімен байланысты мачтаға Елеулі жүктеме;
- Перифериядағы айналмалы механизм массасының көп бөлігі көлденең-осьтік жел генераторларына қарағанда;
- Дарье роторын құрастыруды қиындататын барабар математикалық модельдің болмауы;
- Жел генераторларының өтелу мерзімі үлкен, бұл өндірушіге көлденең-осьтік жел генераторларынан Дарье роторын пайдалануға көшуге мүмкіндік бермейді.

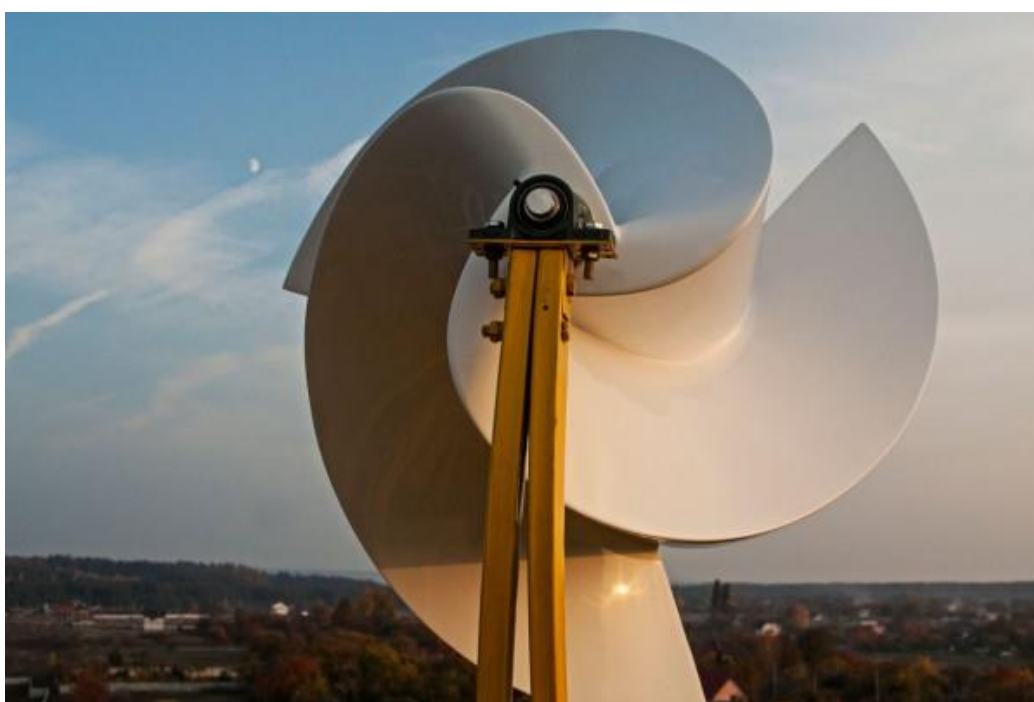


Сурет 1.5 – Дарье роторы

Онипко жел генераторы - Онипко роторының әрекет принципі классикалық аэродинамикалық позицияларға негізделген. Өзгерістер айналмалы қалақтар идеясына қатысты. Нәтижесінде жел ағынымен барынша тиімді байланысатын қанатша алынады.

- ол дыбыссыз жұмыс істейді, қарапайым жел генераторларына қарағанда, олар шығаратын инфрадыбыс, округтегі барлық тірі адамдарға жағымсыз әсер етеді;

- желдің жұмыс жылдамдығының диапазоны 0,3-тен 20 м/с — ге дейін- басқа қондырғылар тек жел жылдамдығы 3-5 м/с болғанда айнала бастайды, ал мәлімделген қуат 10 м / с-тан берілуі мүмкін;
- қалақтардың ерекше түрі олардың барлық бетін тиімді және кедергісіз пайдалануға мүмкіндік береді, аэродинамикалық тежелу әсері алынып тасталды, бұл жел энергиясын пайдалану коэффициентін (КИЭВ) әдеттегі 0,3-0,45 кезінде 0,9 жақын етеді;
- үлкен биіктікке көтерілу қажет емес, температура мен қысымның әртүрлілігінен пайда болатын ағындарды пайдалана отырып, бетке тікелей жақын жерде тиімді жұмыс істей алады.



Сурет 1.6 – Онипко жел генераторы

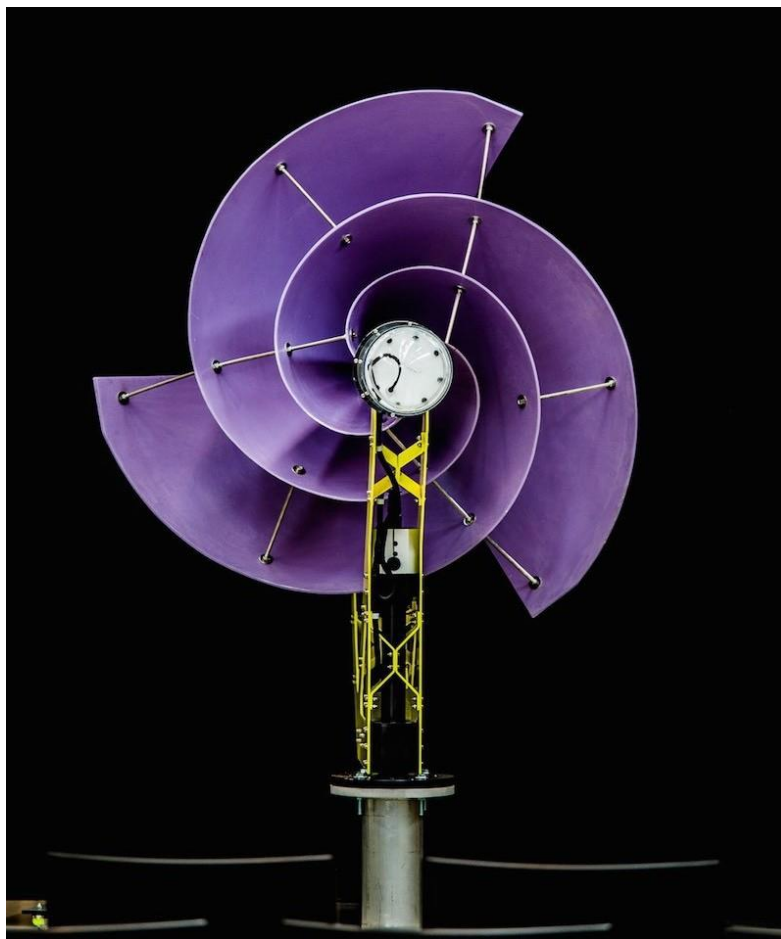
2 Жел генераторын Autodesk CFD жүйесінде жобалау

2.1 Жел генераторын жобалау

Жақында ұсынылған қалалық жел генераторы Liam F1, The Archimedes әзірлеген, оның ірі қала сыртындағы аналогы сияқты қажетті энергияны ала алады, бірақ бұл мүлдем даусыз етеді. Өзінің шусыздығына қарамастан, турбина 80 пайыздық тиімділікті көрсетеді, бұл жел генераторларының көпшілігіне қарағанда 25-50%-ға жоғары.

Lam F1 орташа есеппен 5 м/с жел жылдамдығы кезінде шамамен 1500 киловатт-сағат энергия (жылына) генерациялайды, бұл орташа статистикалық үй шаруашылығының электр қуаты қажеттілігінің шамамен жартысын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Liam F1 ағымдағы жылдың 1 шілдесінде ресми түрде сатылымға түседі, алайда бұл турбиналардың 7000-ға жуығы 14-тен астам елде сатылды. Компанияның ресми сайтының ақпаратына сәйкес, турбиналар 5 450 доллар бағасымен сатылатын болады. Ротордың конструкциясы оны механикалық энергияға түрлендіру үшін желдің кинетикалық энергиясын ұстап қалуға негізделген. Винт формасының арқасында Лиам автоматты түрде вымпел сияқты желдің оңтайлы жағдайын көрсетеді және, демек, максималды өнімділігі бар.



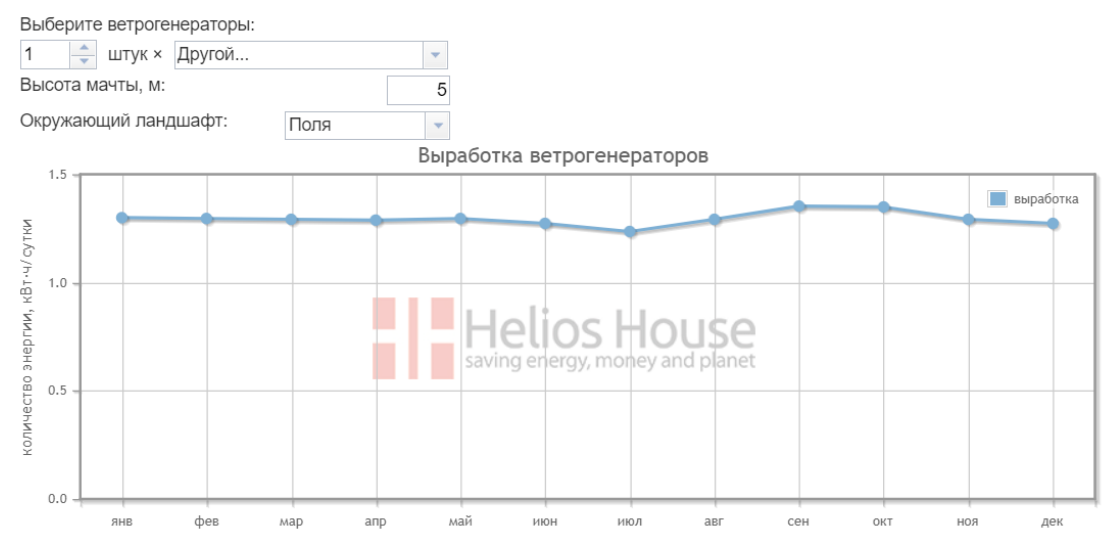
Сурет 2.1 – Liam F1

Өз жобам арқылы жобалау арқылы Invertor программасы CAD жүйесі мен жұмыс жасап істедім. Бұл жоба өте қарапайым көрінген мен өте қиын жоба. Салмағы жоба мен 150 немесе 100 кг аралығында болады деп жобалап отырмын.



Сурет 2.2 – Мен жобалаған ветрогенератордың қуаттылығы

Графикте көрсетілген қуат көзін мотор және жел генераторының айналу уақытымен есептелінген болатын.



Сурет 2.3 – Қуат мөлшері жел генераторының

▼ Среднемесячная выработка электроэнергии, кВт·ч/сутки (нажмите для просмотра)

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
2.01	2.94	4.01	4.66	5.19	5.14	5.09	4.76	3.93	2.91	2.23	1.75

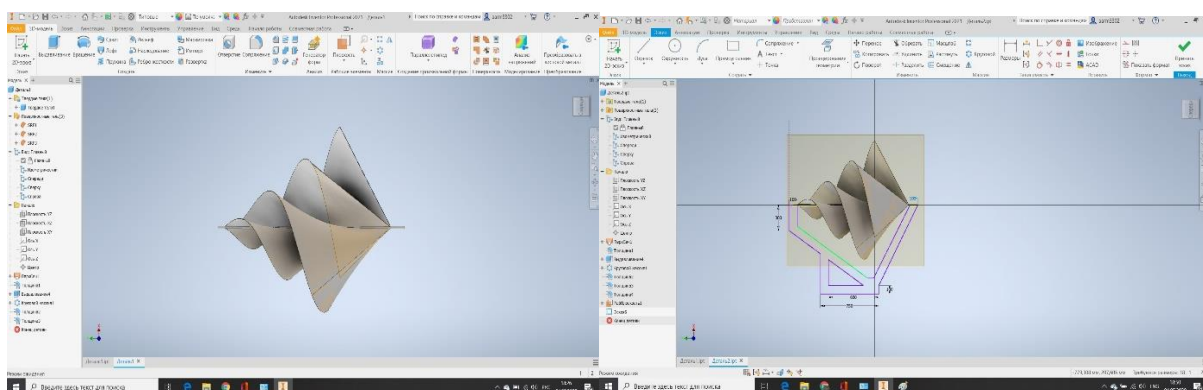
Среднегодовая выработка электроэнергии: **3.72** кВт·ч/сутки. Суммарная выработка электроэнергии за год: **1356.92** кВт·ч.

Сурет 2.4 - Электр энергиясының орташа жылдық өндірілуі

Орташа есеппен алғанда әрбір отбасы 3квт сағ энергия тұтынады .Ал бір жел генераторы орташа есеппен 5 м/с желдің жылдамдығында 1,5 квт сағ энергия өндіреді. Егер олай болса бір күндік норманы 2 жел генераторын орнату арқылы шешуге болады .

2.2 Жел генераторын Autodesk Inventor программасы арқылы жобалау

Турбина 120° бұрышпен білікке бекітілген диаметрі 1500 мм үш қалақты камтиды, ұзындығы 1200 мм. Турбина Inventor арқылы салынған. Әр түрлі параметрлермен турбинаны модельдеу үшін әр түрлі өлшемдегі үшөлшемді геометрия салынды.



Сурет 2.5 – Cad жобалау Inventor

Қалақтың айналуын тудыратын күш, негізінен үш қалаққа әсер ететін кедергі болып табылады. Бұдан басқа, бұрын айтылғандай, бұл жел турбины көшежарықтандыру жүйесі үшін әзірленген болатын.

2.3 Autodesk CFD программасы арқылы аэродинамикалық қасиеттерін есептеу

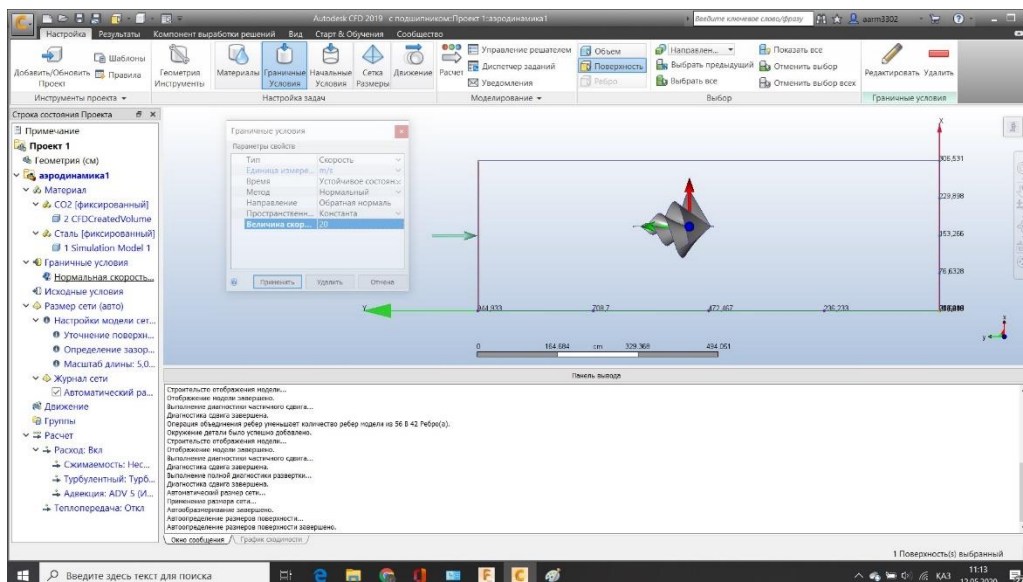
Бірінші болып жел генераторының Cad түрінде жобаланған файлды Fusion 360 программасы арқылы экспорт түрінде Autodesk CFD программасында ашамыз .

Кітапхана жүйесінен Ст20 материалы таңдалып алынды. Одан соң кеңістік береміз .Кеңістікке ауа береміз.Жасанда аэродинамикалық кеңістік жасауға мүмкіндік береді.

Біз келген материал таңдай аламыз. Қосымша кейбір куштерді бере аламыз.Және материалдың беріктік шегін қаттылығын бере аламыз.Материалдың жылу өткізгіштік коэффициентін беру ге мүмкіндік береді.Электр өткізгіштік қасиеттерін білсек оны да енгізуге мүмкіндік береді.Және беттің кедір бұдырлығында бере аламыз.



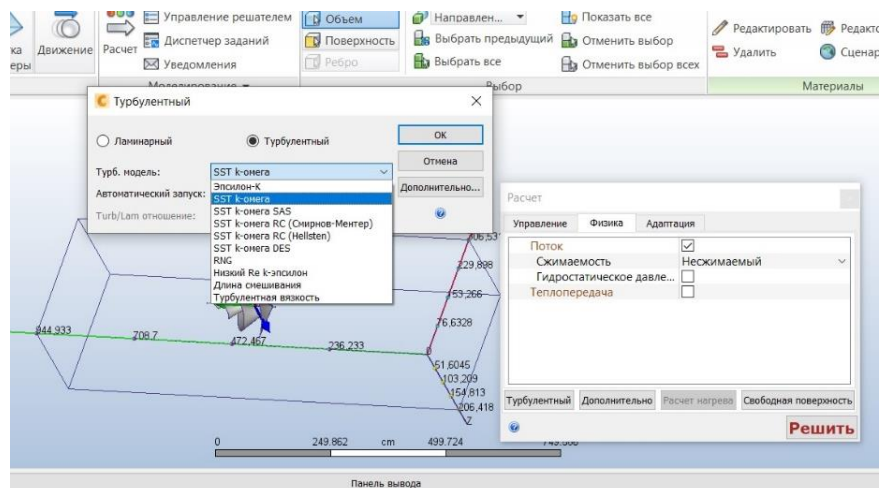
Көлемдік элементерге бөлеміз . Көлем қалыңдығын 5, масштаб 0,5 , градация қалыңдығын 1,25 таңдаймыз. Сосын «уточнить» деп аталатын нүктені басамыз. Бұл кнопка арқылы сетка құрылады. Шекаралық шарттар беруіміз қажет. Ол үшін бізге белгілі м/с арқылы береміз ең максималды 20 м/с бердім, 20 м/с жылдамдық ол 72 км/сағ .Берілген кубтың жел генераторы алға қарап тұрған жағынан сол бетті таңдап алынып жылдамдық берілді. Және де кубтың артқы жағынан жел генераторы теріс қарап тұрған жерінен қысыс күшін береміз.



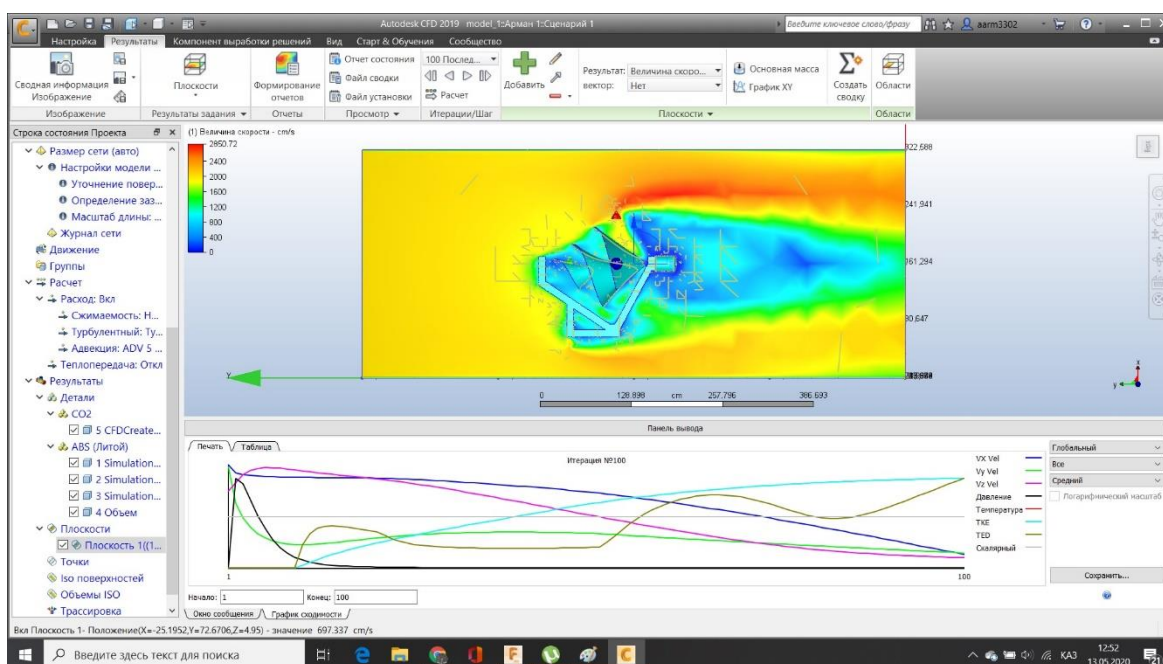
Сурет 2.9 – Шекаралық шарттар берілуі

Пішін өзгергеннен кейін модельдеу үшін қажетті тор құрылды. Тор түрі үшін тетра формасы таңдалды. Жасалған тор шешім сапасын жақсарту және шешім уақытын қысқарту үшін қосқыш компоненттерді, қисық және объектінің күрделілігін ескере отырып, қолмен өзгертілген. Генерацияланған тордың сапасы тордан тәуелсіз тестпен тексерілген, содан кейін тордың ең аз өлшемі-0,5 мм, ол ротордың ең аз қалыңдығының 50% құрайды. Нәтижесінде тордан тұратын алынған сандық модель 8 131 206 элементтер дәптері мен 1 442 438 түйіндері бар.

Модельдеу нәтижелері бойынша ротордың беті мен ротордың осі айналасында пайда болған күшті есептеу үшін өтпелілерді талдау таңдалды. Рейнольдс орташаланған Навье - Стокс тендеулерін жабу кезінде пайдаланылатын турбуленттік модель үшін k-Omega (SST) ауысу моделі қолданылды және модельдеу нәтижелеріндегі мүмкін болатын қателіктерді азайту үшін «екінші ретті дәлдік» таңдалды. Максималды итерация әрбір жағдай үшін 100 рет есептелді, ал модельдеудің кезеңі ротордың максималды жылдамдығының кері мәні болып табылатын 0,01 C ретінде есептелді.



Сурет 2.10 – Есептеуге жіберу

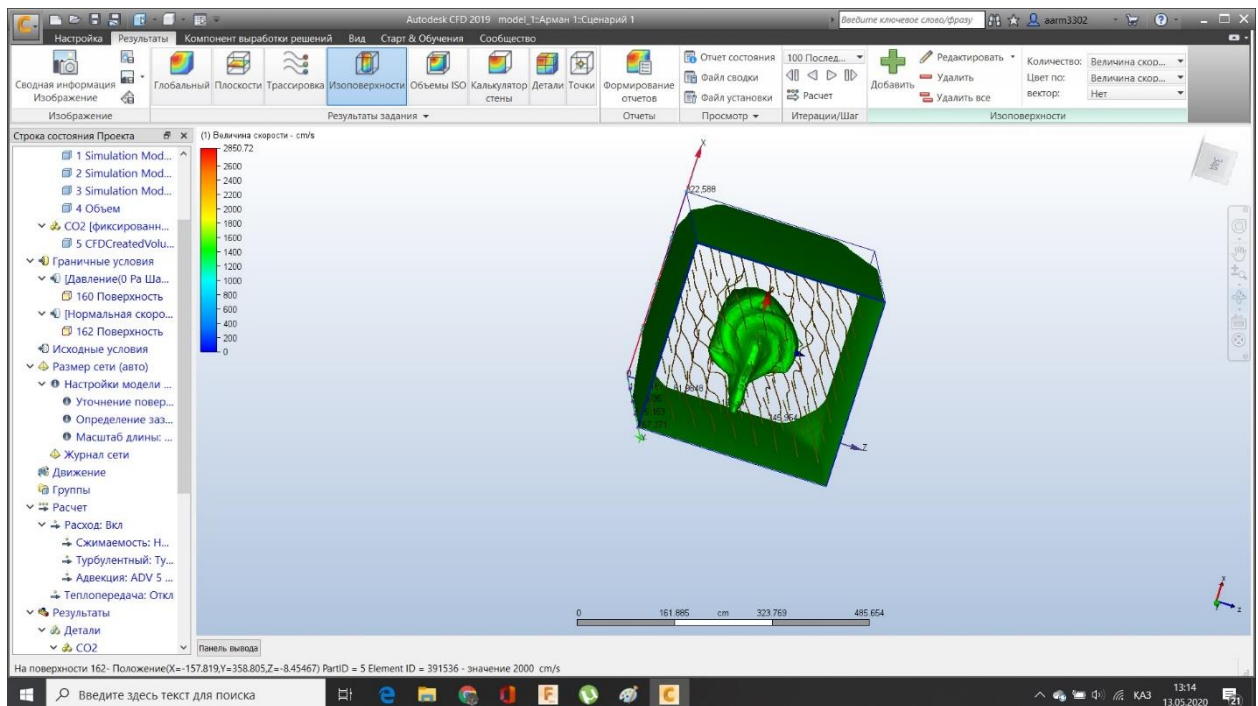


Сурет 2.11 – Есептеу аяқталған кез

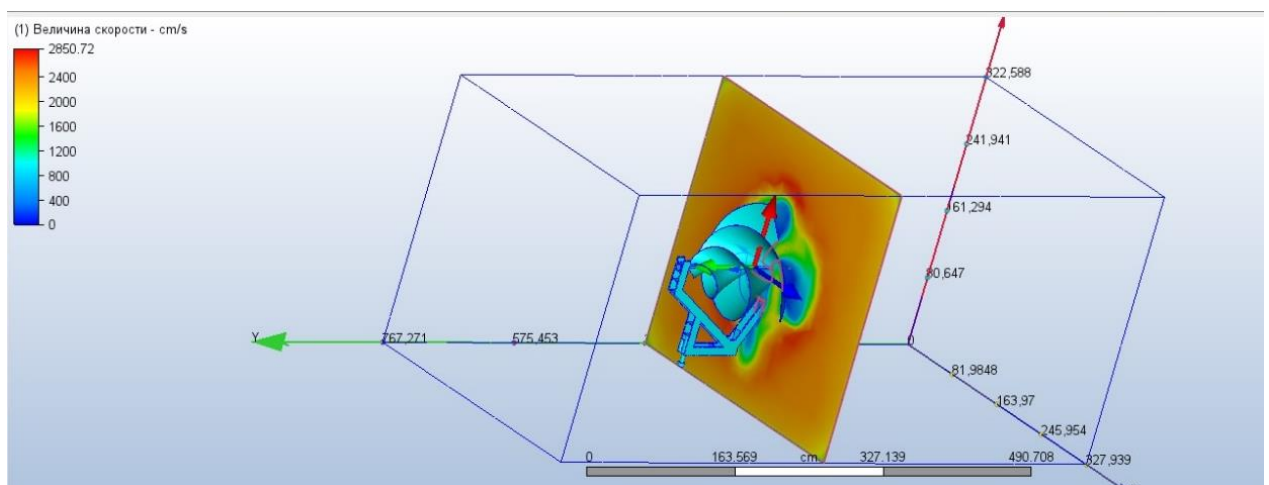
Есептеулер аяқталғаннан кейін керекті өлшемдері алуға болады. Есептеулердің мәні Excel форматында алуға болады. Fx әрекет ететін күш 213,114 Н, Fy әрекет ететін күштің мәні 3759,32 Н, Fz ке толық әрекет ететін күштің мәні 93,5826 Н. Көріп отқандай жел Y өсіне қарама қарсы болып тұрғандықтан ең көп күштің шоғырланған жері болып табылады. Алынған есептеулерді Inventor бағдарламасы арқылы статикалық сынауға болады. Және де біз толық жел әсер ететін көлемді ала аламыз. Толық көлем шамасы $1,40634 \cdot 10^6 \text{ см}^2$ алдық. Толық моментің шамасы 398 Нм.



Сурет 2.14 – Жылдамдықтар графигі



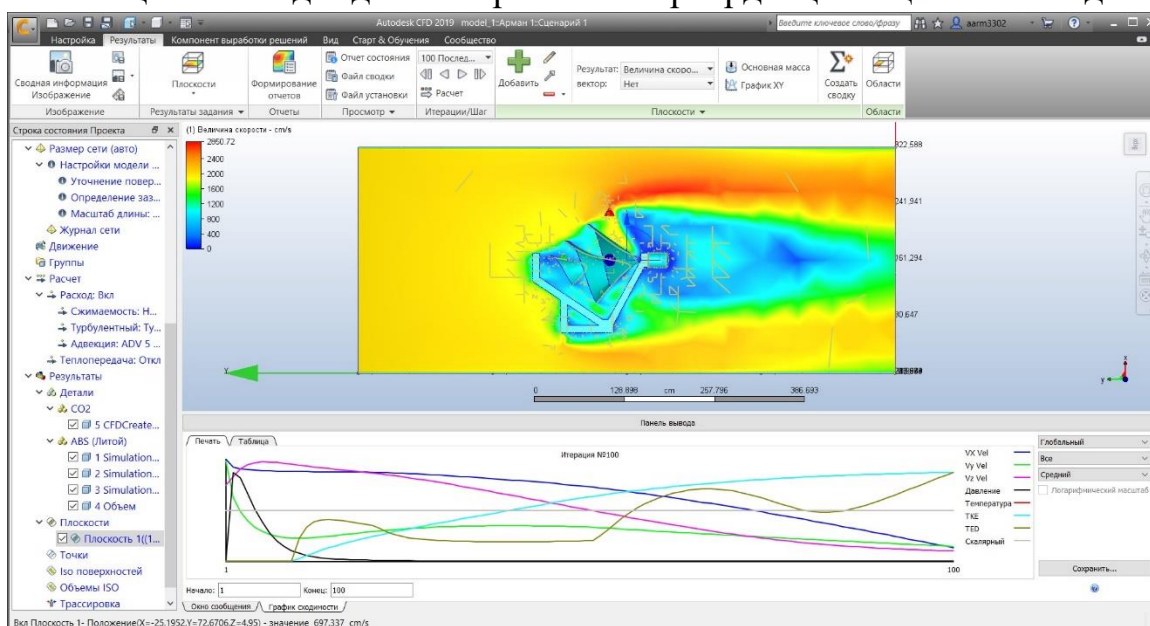
Сурет 2.15 – Изобеттердің көрінісі



Сурет 2.16 – Жылдамдықтардың шоғырлануы

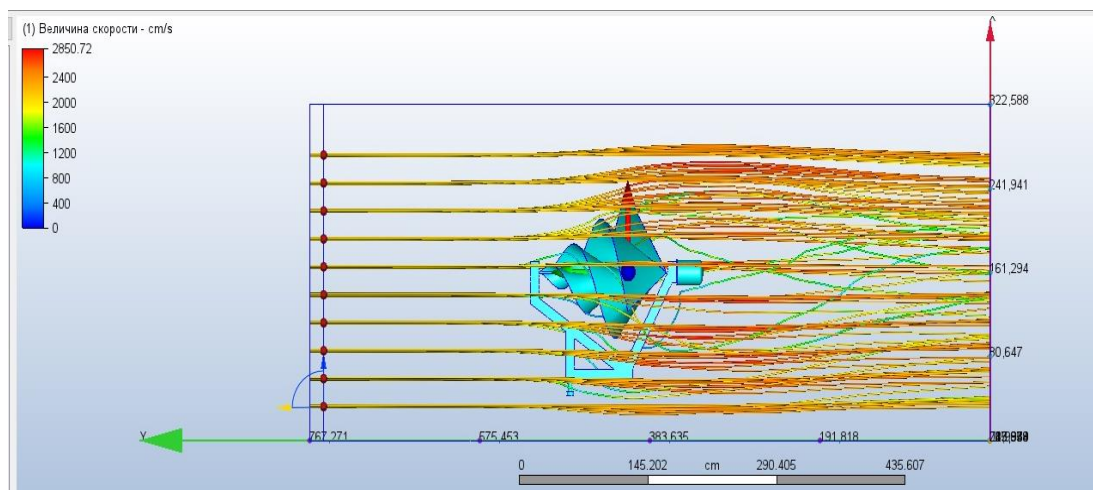
Бұл инженерлерге қанаттар ұшақтары сияқты объектілердің айналасындағы ортаның (газдың немесе сұйықтықтың) ағынының ерекшеліктерін зерттеуге мүмкіндік береді. Изоповерхность дыбыстан тыс ұшудағы жеке соққы толқыны болуы мүмкін немесе Қанаттың айналасында өтетін ауадағы қысым мәндерінің жүйелілігін көрсететін бірнеше изобеттерге бөлінуі мүмкін. «Изоповерхности» бұл көлем жиынтықтарын визуализациялау танымал нысаны болып табылады жобалау кезінде, өйткені олар экранда өте тез салынуы мүмкін қарапайым полигон моделін пайдалана алады.

Жылдамдықтың ең көп шоғырланған жерлері қанаттарының ұшы жағында. Шоғырланған жерлері қызғылт түстермен бейнеленген. Сәйкесінше ең көп жылдамды шоғырланған жерлерді ең көп қысым болады.

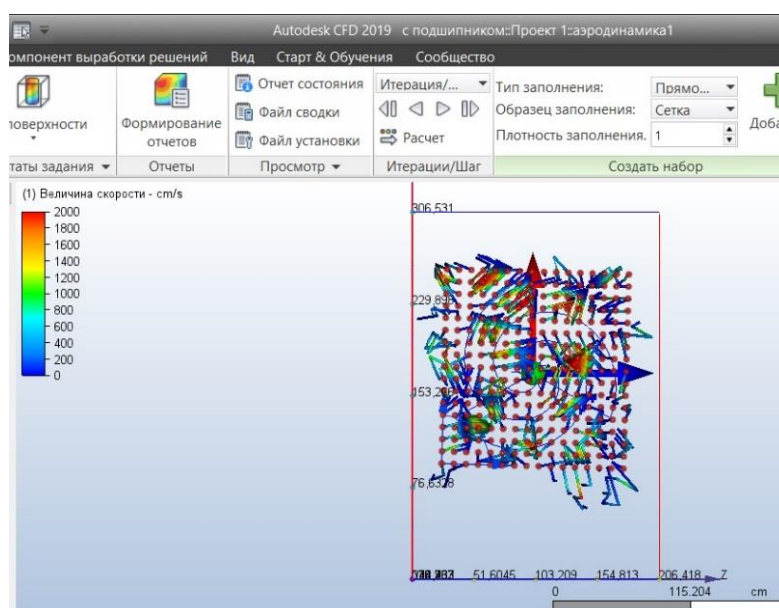


Сурет 2.17 – Жылдамдық мәндерінің көрінісі

Ауа ағындары арқылы біз сұйықтықтар мен газдардағы денелердің қозғалысына кедергі келтіретін күш. Алдыңғы кедергісі екі күш түрінен тұрады: дененің бетіне бағытталған жанасу (тангенциалды) үйкеліс күші және бетке нормаланған қысым күші. Қарсылық күші диссипативті күш болып табылады және әрқашан ортадағы дене жылдамдығы векторына қарсы бағытталған. Көтергіш күшпен қатар толық аэродинамикалық күштің құрамдас бөлігі болып табылады. Алдыңғы кедергінің күші әдетте екі құрамдастың сомасы түрінде ұсынылады: нөлдік көтеру күші кезінде кедергі және индуктивті кедергі. Әрбір құрауыш өзінің кедергісінің өлшемсіз коэффициентімен және қозғалыс жылдамдығына белгілі бір тәуелділігімен сипатталады. Ауа ағыны арқылы тубуленттің пайда болатынын немесе болмайтынын көруге мүмкіндік береді.



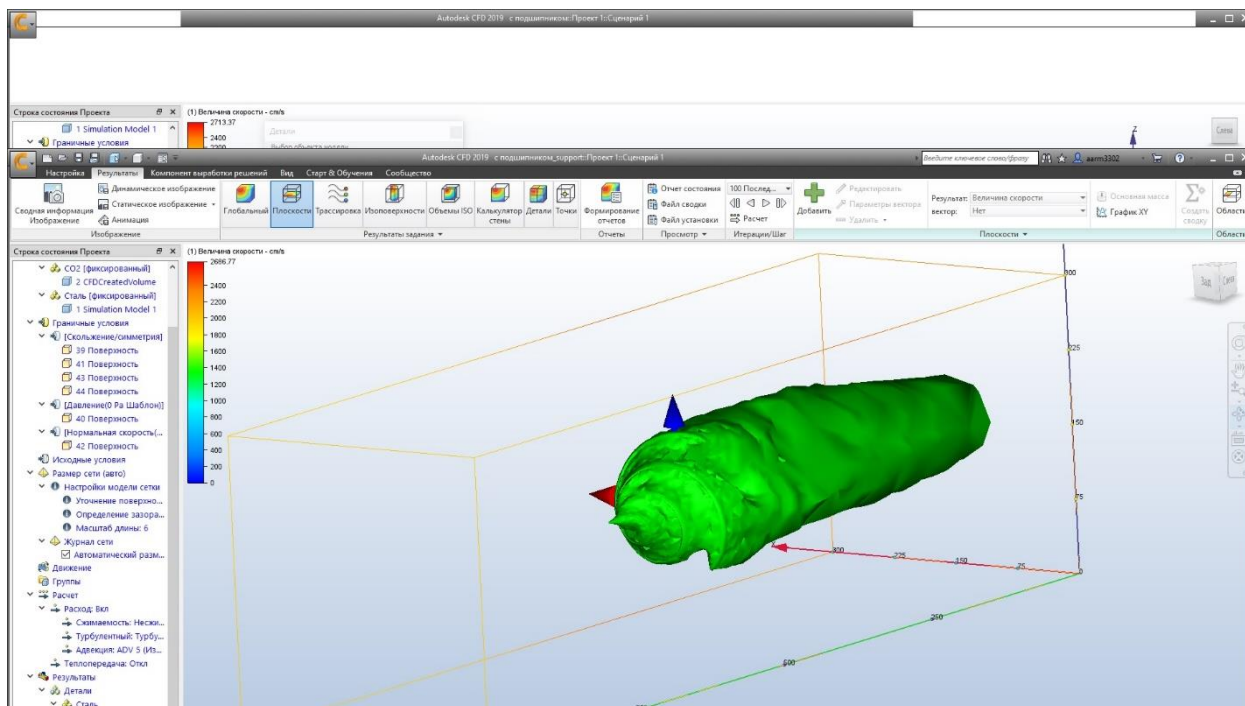
Сурет 2.18 – Ауа ағыны көрінісі



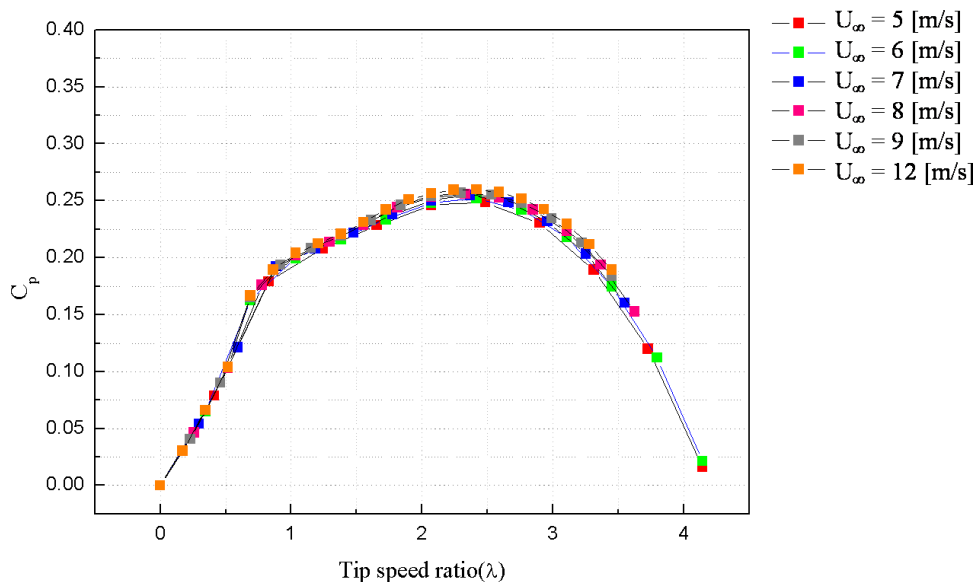
Сурет 2.19 – Алдыңғы көрінісі

Анимациялық көрінісін сақтауға болады бұл ауа ағынын қалай қозғалатын анық көруге мүмкіндік береді. Жел генераторларының жұмысын неғұрлым дәл болжау үшін ротордың аэродинамикалық сипаттамаларын және генератор-инвертор сияқты электр ПӘК ескеру қажет. Ротордың аэродинамикалық сипаттамаларын алу үшін CFD модельдеу жағдайында тесттің торынан тәуелсіз көмегімен генерацияланатын тордың сапасын бағалау маңызды. Бұдан басқа, генератор-инверторды CFD нәтижелеріне сынау нәтижелерін қолдану кезінде желдің жылдамдығына қатысты болжамды айналу жылдамдығына сәйкес келетін электр тиімділігін қолдану қажет. Егер екі жағдайды қарастырса, онда алдыңғы жел генераторының өнімділігін болжау нақты ауқымды сынаққа ұқсас болады және прототип жасалғанға дейін жүйенің өнімділігін тексерудің үнемді тәсілі болады.

Өлшенген қуатты үлгілеумен салыстырғаннан кейін өлшенген қуат пен үлгілеудің арасындағы ең жоғары қателігі 8,5 м / с жел жылдамдығы кезінде 7,80% құрайтыны Autodesk CFD жобалаушы адамдардың айтуы бойынша.



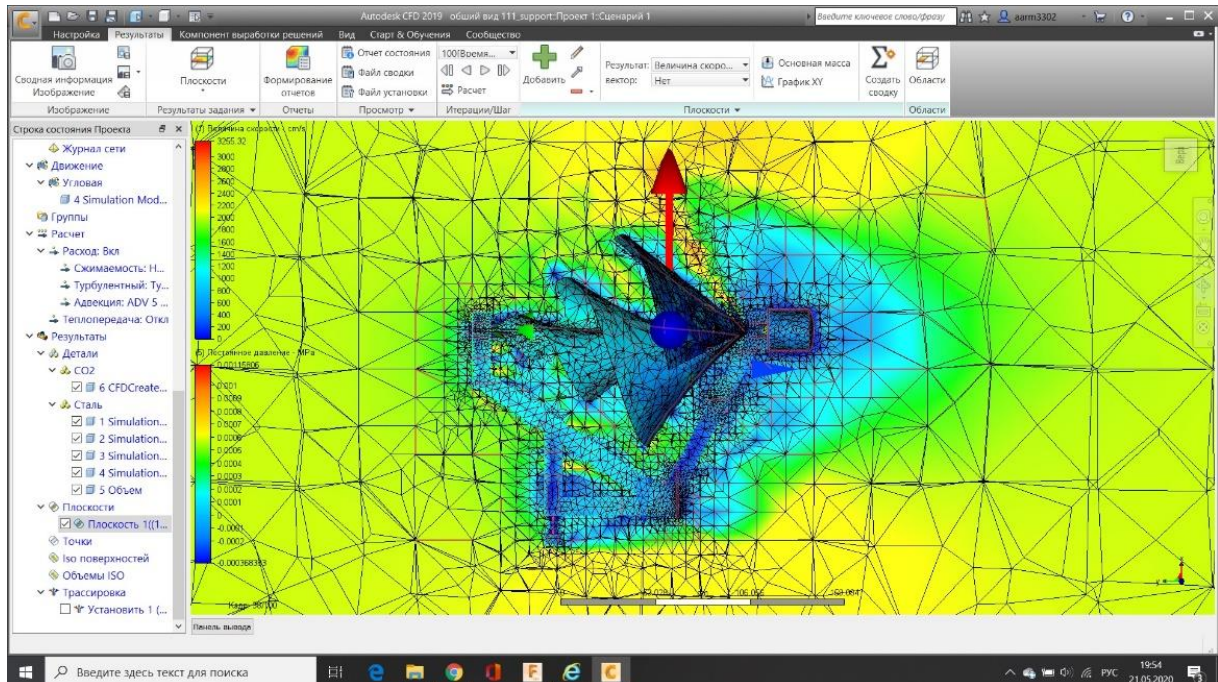
Сурет 2.20 – Турбулентті аймақ көрсетілген



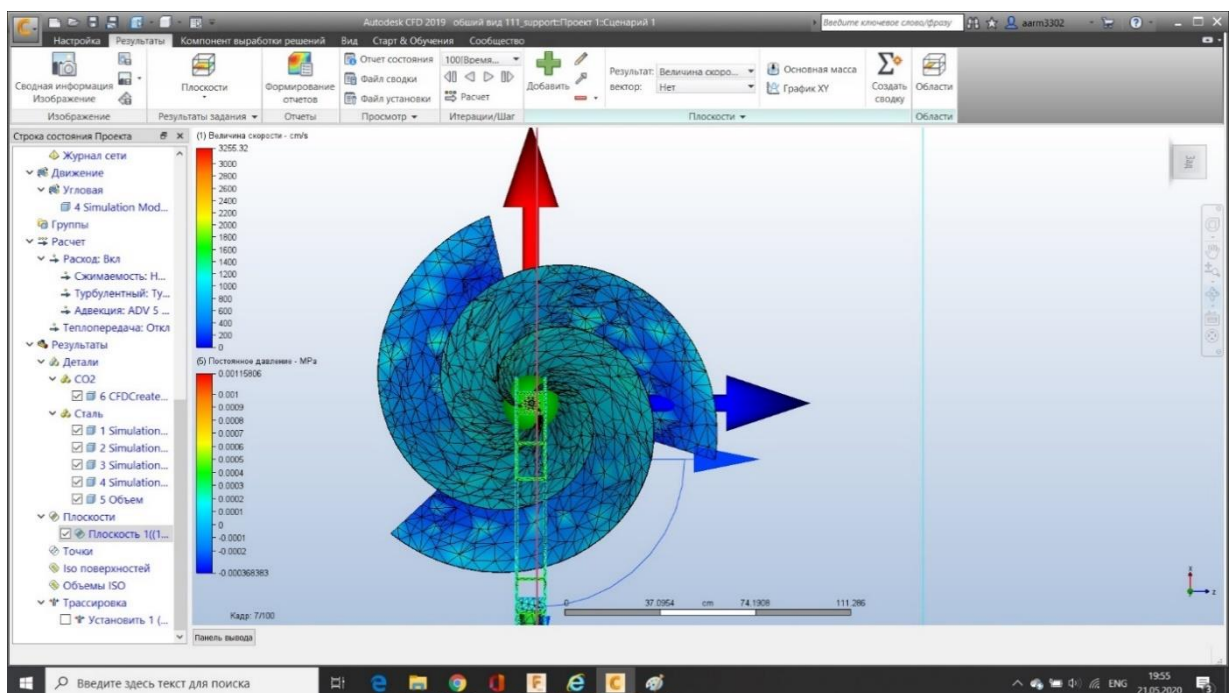
Сурет 2.21 - C_p -жел жылдамдығына қатысты ұштық жылдамдығының коэффициенті

Сандық нәтижелермен теориялық болжамдарды салыстыру үшін айналудың жылдамдығына байланысты айналдыру сәті көрсетілген. Теориялық нәтиже жағдайында айналудың жылдамдығы үшін айналудың сәті $u = 5$ м / с кезінде біртіндеп

төмендеу үрдісі бар. Осы нәтижеге сүйене отырып, сандық талдау, шамасы, айналу жылдамдығының жұмыс салаларында салыстырмалы жақсы келісімді көрсетеді.



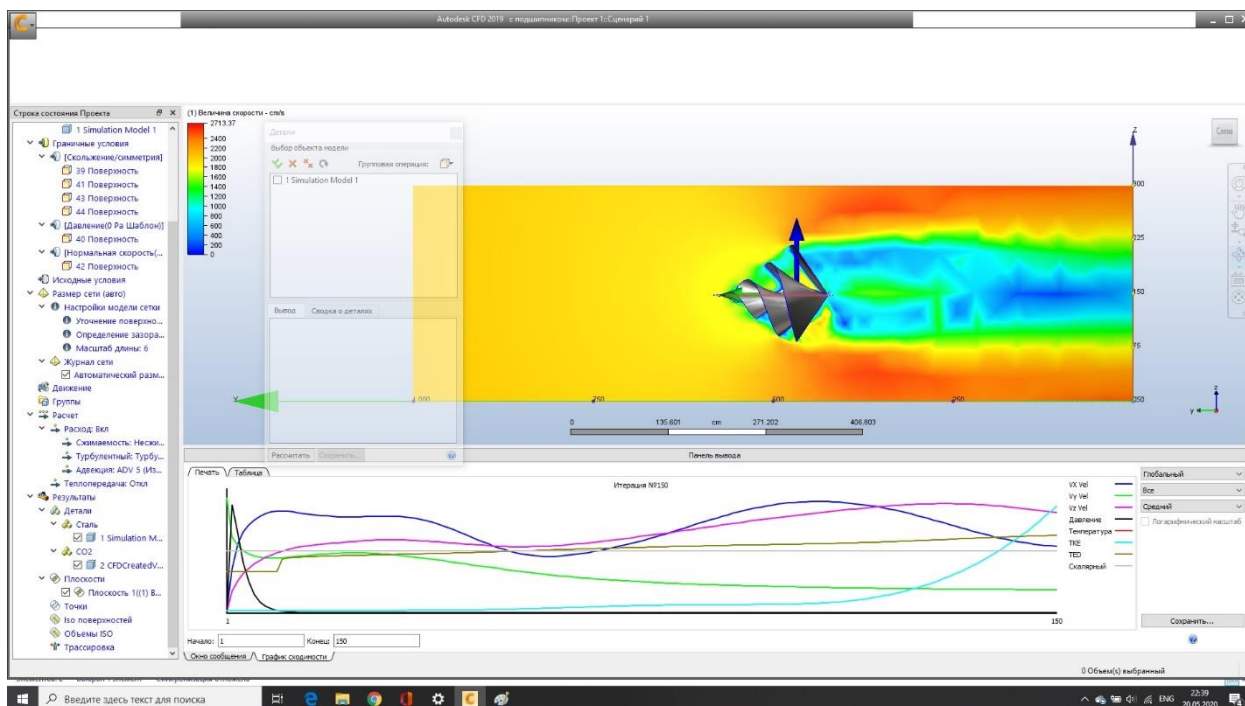
Сурет 2.22 – Тор жүйесіне бөлінген көрінісі



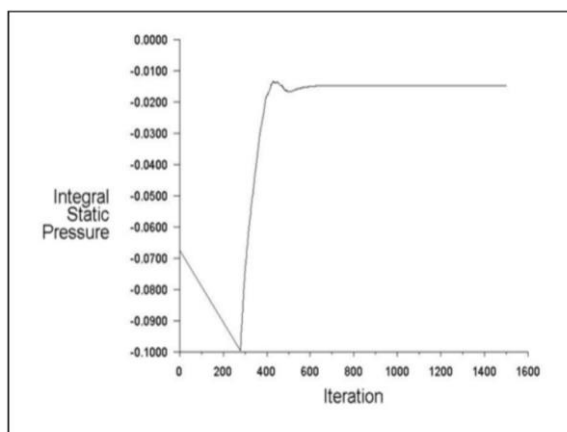
Сурет 2.23 – Тұрақты қысым көрсетілген

Архимед спиральды жел турбинасының орталық жазықтығында үш түрлі жел жылдамдығы кезінде ағымның жалпы өрісінің орташаланған

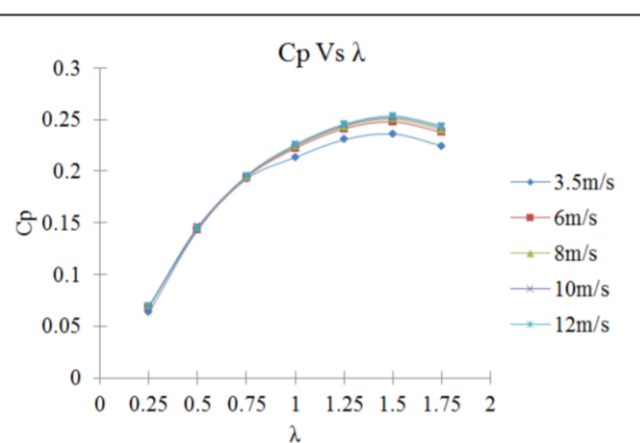
өрістерінің есептік жоба етіп көрсетілген, олар жылдамдықтардың контурлары мен векторларымен сипатталған. Айналу жылдамдығын өлшенген жылдамдық кезінде ағынының 3,5, 4,0 және 5,0 м / с тиісінше 300, 400 және 500 айн / мин құрады. Ұштың айналу жылдамдығының тиісті коэффициенттері тиісінше 0,62, 0,78 және 0,79 болды. Ағынның жүріс-тұрысының бөлшектері жел жылдамдығының диапазонында алынды. Шынында да, осы суреттерде көрсетілген контурлар турбуленттік ізге сәйкес келеді.



Сурет 2.24 – Тек қана қанатшаларының аэродинамикасының көрінісі



(a)



(b)

Сурет 2.25 – (a) қысым графигі, (b) C_p коэффициенті графигі

Модельдеу бірнеше диапазонда , радиус 0,25 есе асып түсті. Қадам өзгергенде 60 градус тұрақты ашу бұрышы қолданылады барлық үлгілер үшін.

Коэффициент C_p мәні артқан сайын ұлғаюы кезінде қуат коэффициентінің мәні арта бастады. Ең үлкен қуат коэффициенті радиустан 1,5 есе асатын адым мәні кезінде алынды. Қадамның одан әрі артуы қуат коэффициентінің төмендеуіне алып келді. Осылайша, ең жақсы модель үшін радиустан 1,5 есе көп қадам таңдалды. Біз ең жоғары қуат коэффициенті жел жылдамдығына қарамастан 1,5 ұштық жылдамдықтарының қатынасында алынады. Бұл әдебиетті ұштық жылдамдығының төмен коэффициентімен тиімді екенін растайды. Қазіргі заманғы қалалық 3-қалақты жел генераторлары ұштың айналу жылдамдығының жоғары диапазонында ротордың жоғары тиімділігі бар. Ұштық жылдамдығының төмен коэффициенттері кезінде жоғары қуат коэффициентінің болу артықшылықтары:

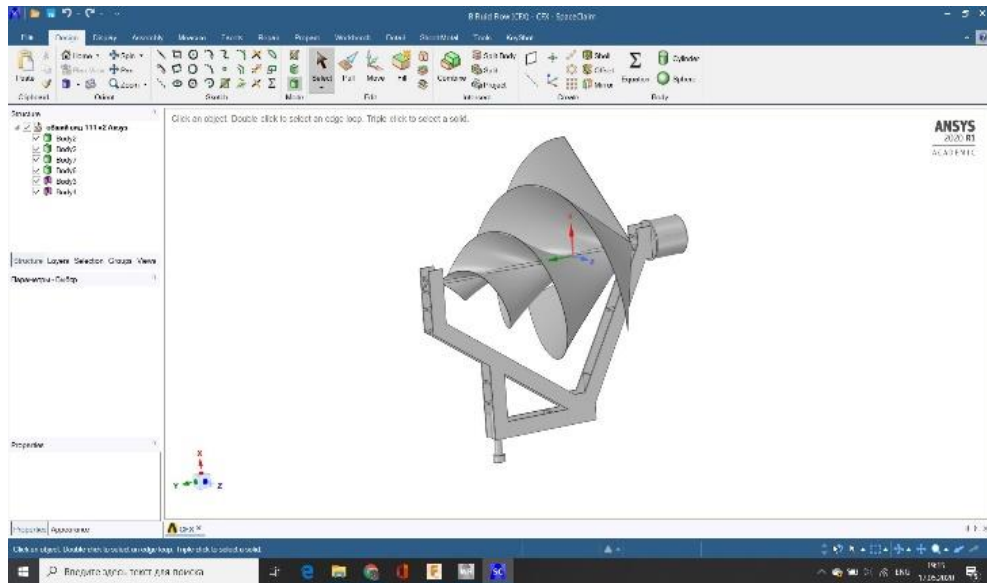
- Турбина желдің төмен жылдамдығында жоғары тиімділікпен жұмыс істей алады.
- Жоғары айналу моменті, себебі айналу моменті және айналу жылдамдығы кері пропорционалды, бұл төмен жылдамдықты үлкейте алады.
- Жүздің ұшындағы шу деңгейі төмен.
- Центірден тепкіш күштің аз болуы.

3 Ansys CFX бағдарламасы арқылы жобалау аэродинамикалық қасиеттерін

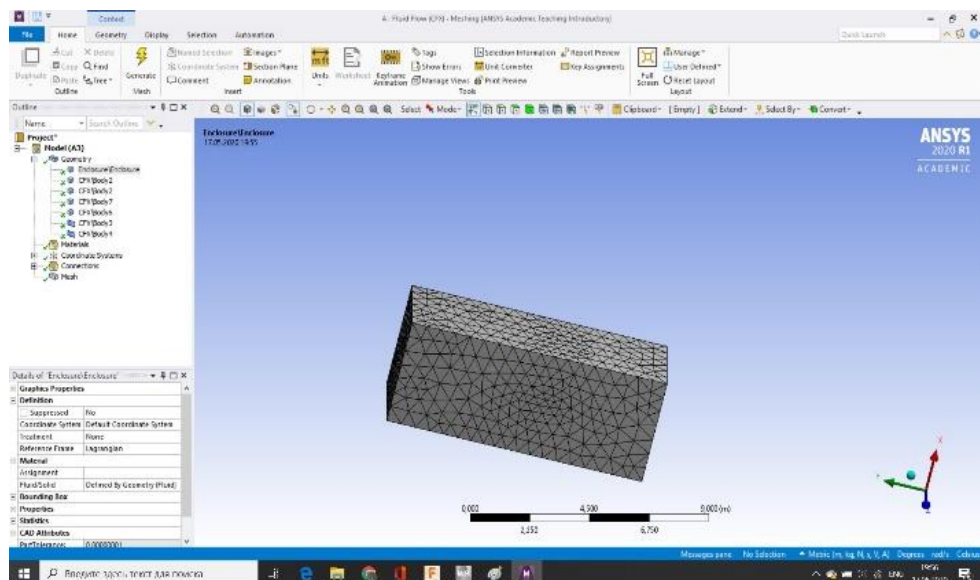
3.1 Ansys CFX бағдарламасы арқылы есептеу

CFD талдауы коммерциялық көп мақсатты CFD solver, ANSYS CFX пайдалану арқылы жүргізілді. Код Навье-Стокс Рейнольдс теңдеуіне және теңдеулерді басқару үшін соңғы көлем әдісімен идеалданған. К- ω -shear кернеулерді тасымалдаудың турбуленттік моделі ағынның бөлінуін дәл болжау үшін қолданылды. Айналым және стационарлық домендерді қоса алғанда, ұяшықтарды генерациялау ұсынылған. CFX торды multiple Frames of Reference әдісін барлық аймағына пайдаландым, спиральді қалақтың айналатын аймағына және аэродинамикалық құбырдың жүзін үлгілеу стационарлық аймағына бөледі. Олардың бірі Archimedes жобаланған 5 кВт спиральді жел турбинасының сипаттамаларын болжауда. 5 кВт қуаты бар жел турбинасына арналған ұяшықтардың жалпы саны стационарлық домен үшін шамамен 2 300 000 және 1 000 000 000 және айналым қалақша үшін 1 300 000 құрады. Өте жұқа торлар зақымдануға жақын құрылымдарды шешу үшін турбина қалағына жақын қолданылды.

Торды көлемді бағалау әдісі үлкен алгебралық теңдеулер түрінде дифференциалдық теңдеулер түрінде бағалау үшін теңдеулер қолданылады. бұл үлкен алгебралық теңдеулер жиынтығы ANSYS Fluent-те итеративтік процесс көмегімен инвертацияланады алгоритм. Инвертирлеу осы Алгебралық теңдеулерді береді u , v , w , k және ω ұяшықтар орталықтарындағы мәндерді береді. Қалғандары ұяшықтың ортасындағы мәндерден көрсетіледі. Қысым негізінде екі ANSYS FLUENT шешім алгоритмі бар –толық алгоритм программада жазылған. Тапсырманы шешу үшін байланысты немесе схема таңдалады.

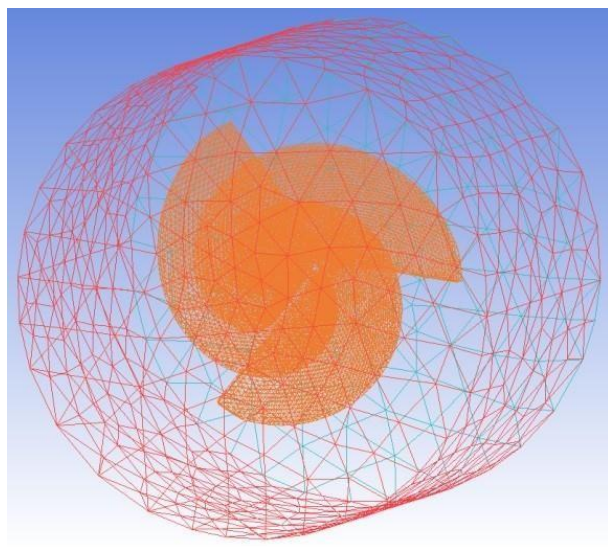


(a)

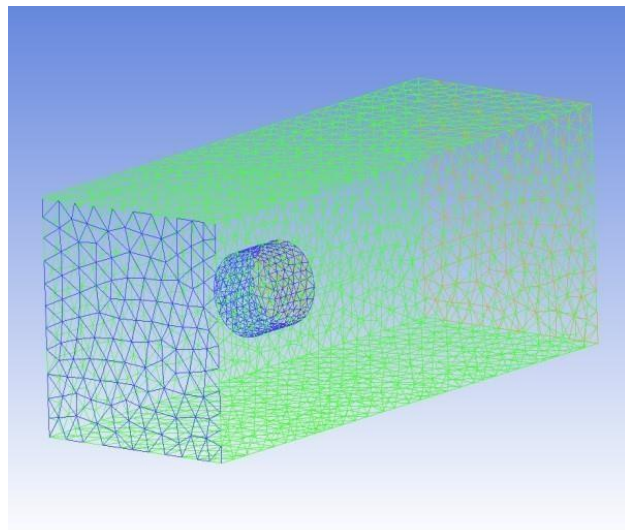


(b)

Сурет 3.1 - (a) Cad жүйесінде Ansys Cfx, (b) көлемдік торларға бөлу



(a)



(b)

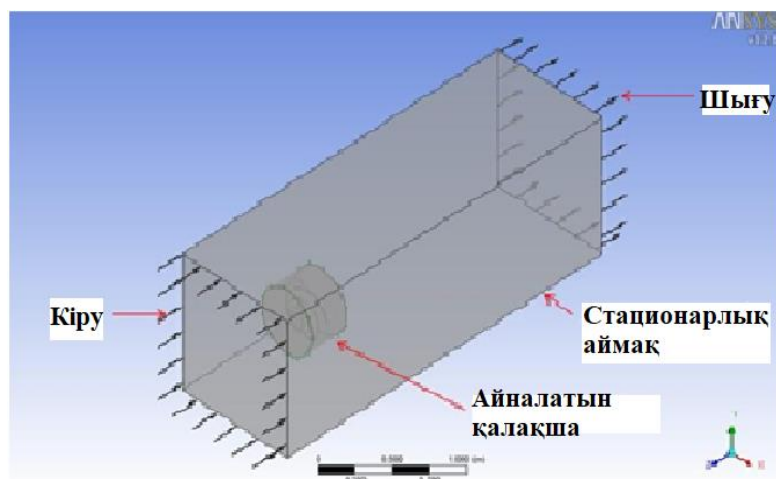
Сурет 3.2 - (a) Wireframe режимінде, (b) Толық көрсетілім

Сурет 3.2 де CFD арқылы салынған және шектік шарттары бар CFX-Pre-де орнатылған тор көрсетілген. CFD есептеу уақытын қысқарту үшін аэродинамикалық құбыр арқылы жүргізілді. Archimedes жел турбины қалағының диаметрі 2,5 м құрады. Екінші жағынан, жел турбинының ауданы қозғалмайтын күйде өте аз. Егер қалақтың қалыңдығы 2 мм болса, онда ластану коэффициенті шамамен 0,8% құрайды.

Әдебиетте жебе тәрізді фронтальды облысқа қайта есептегенде ластану коэффициенті 14% - дан кем, ластану коэффициентінің әсері аз емес деп болжам айтылды. Мен моделдеуді сәйкесінше 3,5, 4 және 4,5 м / с желдің ұшқыр жылдамдығымен және 300, 400 және 500 айн/мин айналу жылдамдығымен аэродинамикалық сипаттамаларын білу үшін бірнеше жылдамдықты таңдадым.

Ауа шығатын жерге 0 Па (манометриялық қысым) ретінде жүйедің таңдап алдым. Еніндегі беттерді жылтыр сырғанайтын беттер етып алдынды, толық төрт бетіне де қолдандым. Бұны істеген себебім, көбінесе жел жылдамдығына ешқандай қарсы әсер етпегендіктен градиенті жоқ және жоғарғы, төрт бетінде ешқандай ағыс болмайды.

Массаға және импульске арналған бөлу шектерінің консервативті ағыны айналмалы дененің үш бөлгіш бетіне қоса берілген. Бізге белгілі аймақ және кіріс және шығыс ауа ағындары шекаралық бет арқылы бағдарлама арқылы оңай есептелді. Grid Interface интерфейсі таңдаймыз ол шекаралық шарттарға жауап береді. Шекаралық шарртар арқылы берген кезде дене өз тұрған жерінен қозғалмайды.

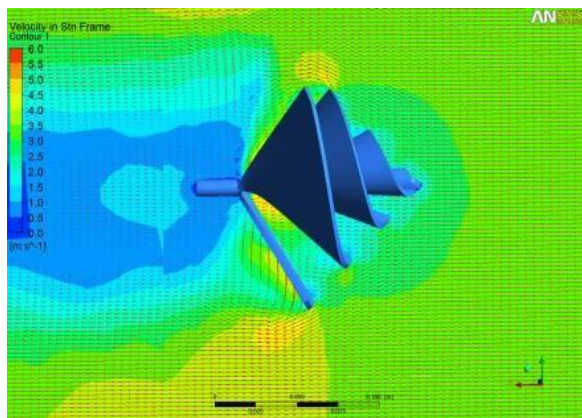


Сурет 3.3 – Шекаралық шарттар берілуі

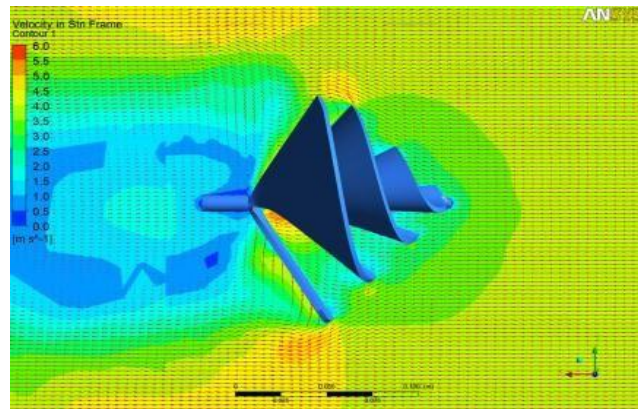
3.2 CFD талдау нәтижелері

Ең үлкен жылдамдық есептеу аймағында ротор ұшына жақын болды. Алдыңғы жиектерден жылдамдықты спиральды әсерге байланысты әрбір қалақтың ішкі жағында өсті. Ауа ағынының кіріс ағыны ең көп шоғырланған жері спиралдың бас жағында. Айналмалы үдеу аймағы ротордың артында болды, бұл айналмалы аймақтың қабырғасына жақын төменгі қысымға әкелді. Төмен жылдамдықты аймақ ротордың қалақшадан кейін қалыптасты. Ал ең үлкен жылдамдықты карта шешімінен көре аламыз, бірақ ең көп жылдамдық қанатшалар ұшында екені көрініп тұр. Сурет 3.6 ны қарасаңыз сол жерде турбулентті аймақ пайда болатынын көрсетіліп тұр жоғары жылдамдықтарда. Спиральды жоғары бетінің айырмашылығы қысымның қуаты (күші) себебі момент жасайды, сол себепті жел генераторы жоғары жылдамдықтар да айнала алады. Бізге беогілі жел генераторының ұзындығы 1200 мм ал диаметрі 1500 мм. Бұл өлшемдер қалалық қолдануға өте ыңғайлы. Себебі диаметрі үлкен болған сайын салмағы арттаны белгілі. Салмағы артқан сайын мойынтірекке түсетін күш өте көп болады. Мойынтіректі әр ай сайын ауыстыру бізге керек емес деп ойлаймын. Өндіруге оңай және арзан өнім шығаруымыз керек деп ойлаймын.

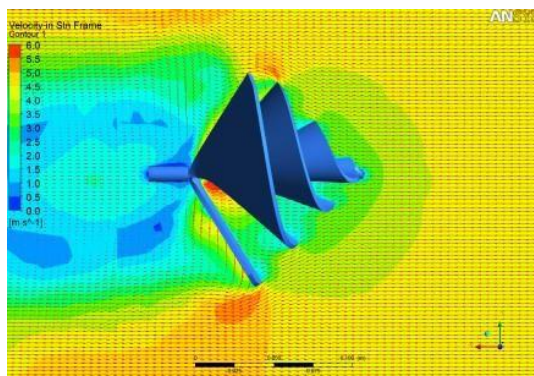
Үлкен ағынның жылдамдығын шешу кезінде, артық қысымның айырмашылығы көп жылдамдықпен болады. Қысымның және желдің айырмашылығы аймағы қалақтың Құйын ұшына сәйкес келеді екені көрініп тұр, жылдамдық көп көрсетілген жерлерде турбулентті аймақ болады. Үлкен жылдамдық қалақшаның кішкіне жылжуына, үш жақты айналымдағы қалақшалар фазалық ретінде ығысуы мүмкін



(a)



(b)

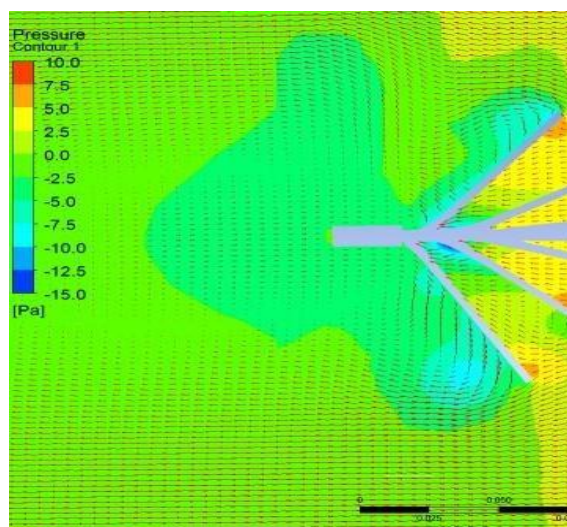


(c)

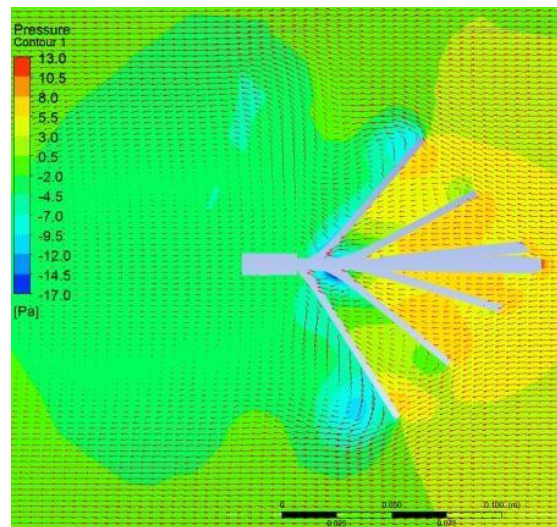
Сурет 3.4 – Жылдамдық алаңдары , (a) 3м/с 300 айн/мин , (b) 4м/с 400 айн/мин , (c) 5м/с 500 айн/мин

Қысымның арасындағы айырмашылық түбір қалақтың арасындағы білдіреді және спиральдің жоғарғы ұшы шамамен 3 па құрады.. Қысымның ауытқуы ағынны қысымның жылдамдығы жақыннан 15 ПА-ға қарағанда спиральдан артық екенін есептеулер көрсетті (тіпті фазалық желден 4 және 5 м/с жылдамдықпен салыстырғанда 20 ПА-ға арту болады екен) жел генераторының басыннан қарағанда ұшында жылдамдық көп. Сондықтан ауа қысымының әр түрлілігі бірнеше бөліктен тұрады, ал артқы жағы ол жерде қалақтың әрбір ағысында турбинаның ұшына қарай төмен бағыт бойынша аймақ ұлғаяды екен. Бұл турбинаның айырмашылығы-құйынды жағдайда артқы аймаққа бүйірлік құйынды қысым теріс болады, сондықтан білікке жылдамдықтар Архимедтің тартқыш ұшының фазалық күші қосылуы мүмкін. Ротордың құйынды ағысы, ротордың векторлық изобеттерінен берілген құйынды күштің көмегімен жел қысымының төмен әр түрлі қадағалаушы жылдамдықтарындағы қуат. Құйын қалпының күші шамамен үш өлшемді қалақтың құйын негізінде қозғалысқа ұқсайды. Ең жоғарғы фазалық күш

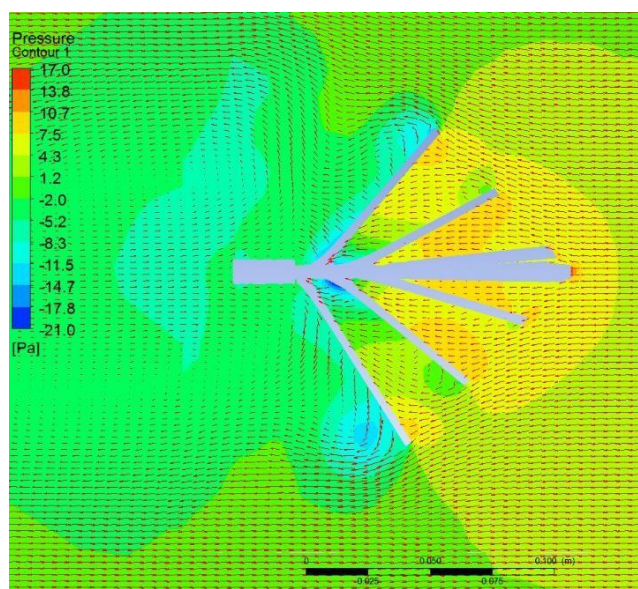
үйкеліс импульсі жоғарғы векторлық құйынды қысымға тура келді, турбинаның изобеттері арасындағы күштер ауа құйын құрайды.



(a)



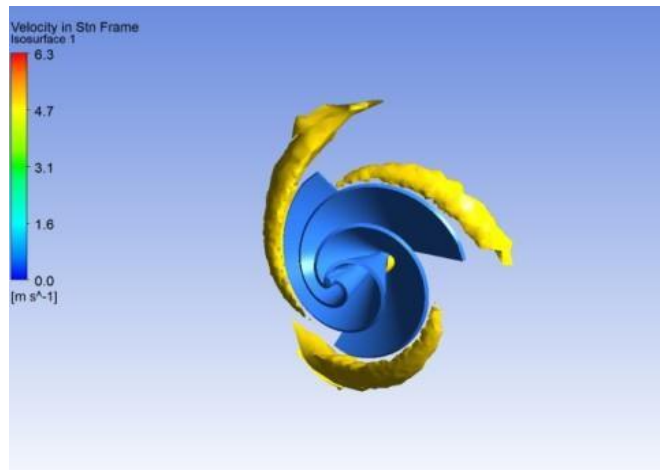
(b)



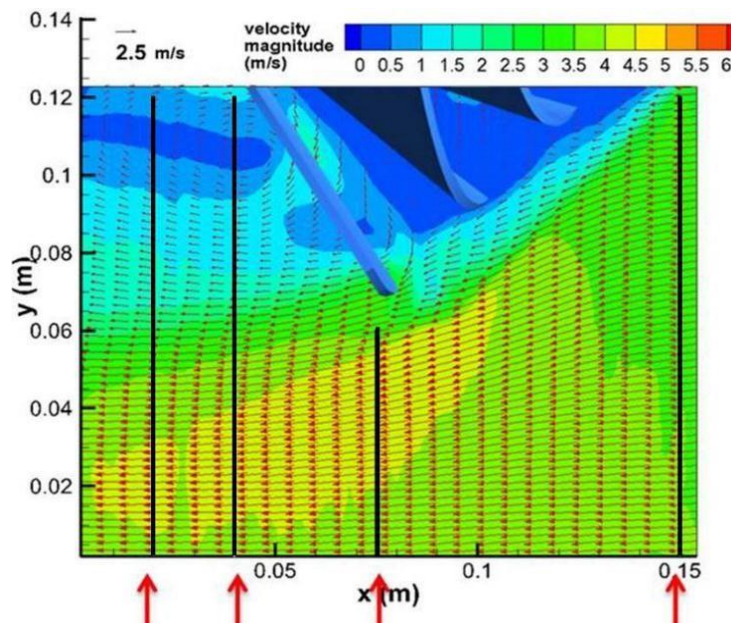
(c)

Сурет 3.5 – Статикалық таралған қысым , (a) 3м/с 300 айн/мин , (b) 4м/с 400 айн/мин , (c) 5м/с 500 айн/мин

Архимед спиральді жел турбинасының жақын ізінің құрылымы горизонталды типті жалпы жел турбинасымен генерацияланатын ұштың құйынды құрылымынан өте ерекшеленді. Қалақтың спиральді формасының арқасында ұштың Құйын эволюциясы спираль бойынша дамыды және ұштың Құйын ядросы қалақтың шетінен ағыс бойымен төмен қарай бағыт алды . Құйынның күші жел жылдамдығының жоғарылауымен артта тусетіні мәләм болды.



Сурет 3.6 – Құйынды структура



Сурет 3.7 – Ауа ағындары көрінісі

4 Invertor бағдарламасы арқылы мойынтірек таңдау

4.1 Invertor арқылы шекералық шарттарды беру

Invertor бағдарламасы арқылы бізге керекті кез келген нәрсені моделдеуге болады. Бұл программа арқылы мен мойынтірек таңдамақшымын. Бізге белгілі желдің әсер ететін қысым күші арқылы мойынтірекке әсер ететін күштерді беріп керекті диаметрін таңдап бізге белгілі ГОСТ жүйесінен таңдап алмақшымын. Бастау үшін генератор мойынтірек бастырмасын басып бізге белгілі күштерді береміз. Мұнда бізге

The screenshot displays the 'Подшипник' (Bearing) dialog box in Autodesk Inventor Professional 2021. The 'Свойства подшипника' (Bearing Properties) tab is active, showing input fields for bearing selection and calculation. The 'Результаты' (Results) tab shows calculated values for bearing dimensions and ratings. The 'Подшипник' (Bearing) tab shows the selected bearing model and its specifications.

Свойства подшипника (Bearing Properties):

- Номинальный контактный угол: $\alpha = 5.7362^\circ$
- Основная динамическая грузоподъемность: $C = 14500 \text{ Н}$
- Основная статическая грузоподъемность: $C_0 = 8350 \text{ Н}$
- Коэффициент динамической радиальной нагрузки: $X = 1.00 \text{ бр} > 0.44 \text{ бр} >$
- Коэффициент динамической осевой нагрузки: $Y = 0.60 \text{ бр} > 1.00 \text{ бр} >$
- Предельное значение f_{dUT} : $e = 0.60 \text{ бр} >$
- Коэффициент статической радиальной нагрузки: $X_0 = 0.50 \text{ бр} >$
- Коэффициент статической осевой нагрузки: $Y_0 = 0.44 \text{ бр} >$
- Показатель для срока службы: $p = 3.00000 \text{ бр} >$
- Скорость для ограничения скорости: $n_{lim1} = 0 \text{ об./мин} >$
- Масло для ограничения скорости: $n_{lim2} = 0 \text{ об./мин} >$
- Расчет срока службы подшипника: **Метод расчета (ANSI/AFRMA 9-1996 (ISO 281-1996))**
- Трибологический срок службы: $L_{10h} = 10000 \text{ ч} >$
- Трибологическая надежность: $R_{10h} = 99.9\%$
- Коэффициент скольжения подшипника: $a_1 = 1.00 \text{ бр} >$
- Коэффициент технического состояния: $a_2 = 1.00 \text{ бр} >$
- Максимальная рабочая температура: $T = 101 \text{ }^\circ\text{C} >$
- Коэффициент дополнительных сдвигов: $f_d = 1.00 \text{ бр} >$

Результаты (Results):

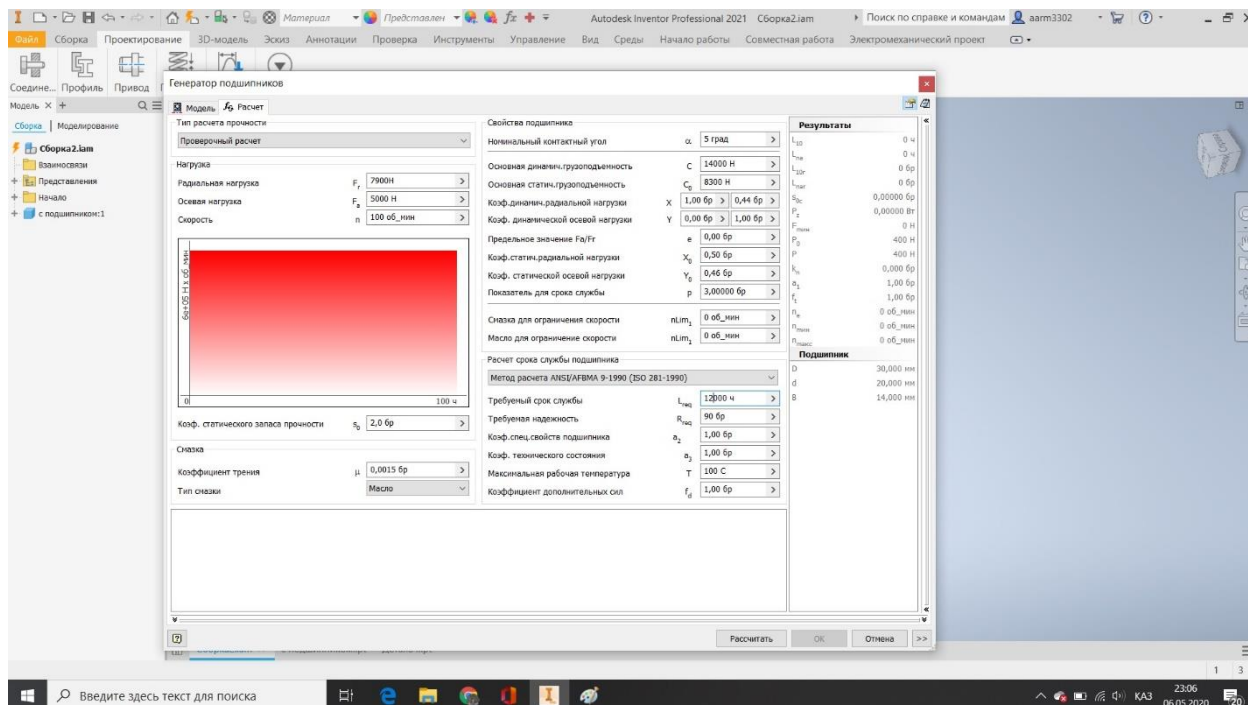
- d : 30 мм
- d_{ext} : 30 мм
- b : 6 мм
- C_{10h} : 6,00000 бр
- C_0 : 6,00000 бр
- f_{dUT} : 0.60
- e : 0.60
- P : 400 Н
- F_d : 0.0000 бр
- F_{d0} : 1.00 бр
- f_0 : 1.00 бр
- f_0 : 0 об./мин
- n_{lim1} : 0 об./мин
- n_{lim2} : 0 об./мин

Подшипник (Bearing):

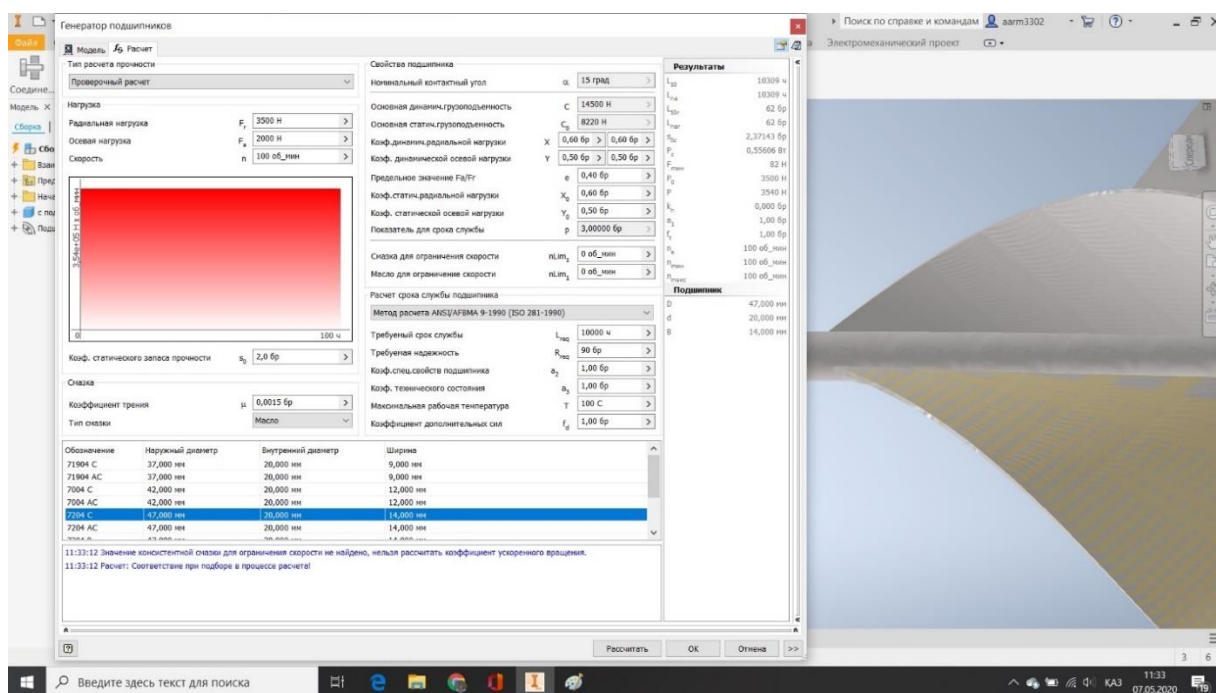
- D : 36,000 мм
- d : 26,000 мм
- b : 14,000 мм

Сурет 4.2 – Мойынтіректің қай жерде орналасуын көрсету

Мойынтірек қай жерде орналасатынын таңдаймыз. Ол үшін керекті білікті таңдадым. Және де қандай мойынтіректің түрі керек екенін таңдаймыз. Түрлері өте көп мен радиалда тірейтін мойынтірек таңдадым. Мойынтіректің бұл түрі өте көп тараған. Сатып алуға өіе ыңғайл. Жел генераторы қалақшалары орнынан шығып кетпес үшін.



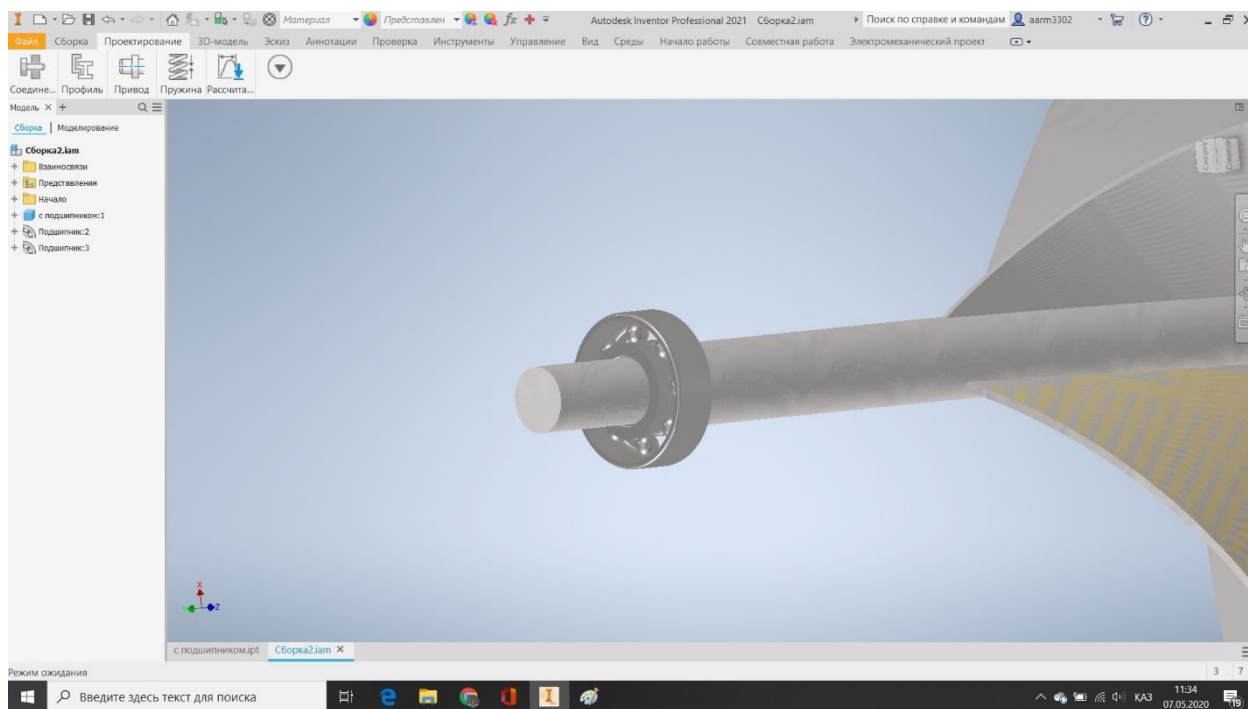
Сурет 4.3 – Мойынтірекке талап етілетін қызмет уақыты



Сурет 4.4 – Мойнтіректі таңдау

Мойынтірекке мен ұзақ қызмет етсін деп 12000 сағ ты таңдадым. Бұл өте көп уақыт деп ойлаймын.

Есептеулер бойынша бірнеше мойынтірект маған ұсынылды .мен 7294С атты мойынтіректің түрін таңдап алдым .Сыртықы диаметрі 47 мм , ені 14 мм. Мен қойған талаптарға жауап береді .Шарикті мойынтіректі кітапханадан таңдап алып орнатуға болады.Кейіннен болашақта істелінетін есептеулерге қолдана аламыз.



Сурет 4.5 – Мойынтірек қойыған кездеі көрінісі

Қорытынды

Мен дипломдық жоба орындау барысында Арихимед типтес жел генераторларын жобаладым. Аналитикалық талдау жүргізілді және басқа да альтернативті электр қуат көздерін өндіретін қарастырылды. Әрбір жел генераторларын анықтама беріп өттім. Қалалық жел генераторларының бірнеше түріне анықтама және кемшіліктері мен артықшылықтарына тоқталып өттім. Қалалық архитектураны көтеретін Архимед типтес қалақшалары бар жел генераторын әрі қарай дамытуға болатын көрсетілді.

Жобалау барысында бірнеше программалар үйрендім. Жобалау Autodesk CFD және Ansys CFX программаларында жүргізілді. Cad және Cam жүйелері кең ауқымда қолданылды. Конструкторлық бірнеше шешімдер қолданылды. Аэродинамикалық қасиеттері толық есептелді. Қалалық жел генераторына лайықты болу үшін бірнеше конструкторлық шешімдер қолданды. Жобаланған жел генераторының дыбыс шығару мөлшері бар болғаны 45дБ құрайды. Салыстырмалы түрде 45дБ алсақ ол жәй ғана екі адамның сөйлесу кезінде шығаратын дыбыс пен бірдей.

Есептеу барысында кейін толық жобалау кезінде керек болатын график түрінде жылдамдықтар графигі, жел генераторына әсер ететін қысым графигі алынды. Жел генераторын жобалау арқылы бірнеше анимациялық видеолар алынды. Аэродинамикалық қасиеттерін көру кезінде ауа ағыны қалай қозғалатыны көрсетілді. Турбулентті аймақтар көрсетілді. Бірнеше жылдамдықтар берілді толық сипаттамаларын анықтап толықтай білу үшін. Басқа жел генераторларының 3 м/с жылдамдықта айнала бастайтын, ал мен жобалаған жел генератора 2м/с жылдамдықта айна бастайтын көрсетілді.

Invertor программасы арқылы мойынтірек таңдалу жолы толық көрсетілді. Шарикт радиалды тіреуіш мойынтірек таңдалды кітапхана жүйесінен. Және өлшемдері алынды. Жұмыс істеу ресурсы 12000 сағ құрайды.

Пайдаланылған әдебиеттер

- 1 2012 Жылғы Шағын Желдер Әлемі Туралы Қысқаша Есеп; Дүниежүзілік Жел Энергетикасы Қауымдастығы: Бонн, Германия, 2012 Жыл.
- 2 2011 жылғы жаңартылатын энергия көздерінің жаһандық жай-күйі туралы баяндама; ХХІ ғасырға жаңартылатын энергия көздері саласындағы саясат желісі (REN21): Париж, Франция, 2011 жылғы шілде.
- 3 Bahaj A.S.; Myers L.; James P. A. B. Urban energy generation: микро-жел турбиналары қуатының ғимараттарда электр энергиясын тұтынуға әсері. Энергия Жинау. 2007, 39, 154–165. Ахмед, н.а. новая маломасштабная эффективная ветротурбина для производства электроэнергии. Возобновлять. Энергия 2013, 57, 79–85.
- 4 Ahmed N.F. электр энергиясын өндіруге арналған жаңа шағын ауқымды тиімді жел турбины. Жаңартамыз. Энергия 2013, 57, 79–85.
- 5 LU, Q.; Li, q.; Kim, y. k.; Kim, K. C. спиральді жел турбины қалақтарының конструкциялық және аэродинамикалық сипаттамаларын зерттеу. J. Корей Soc. ВИС. 2012, 10, 27–33.
- 6 Cao H. 2D және 3D CFD-модельдеуді пайдаланып кіші көлденең осьтік жел турбинаның қалақтарын аэродинамикалық талдау. Магистрлік диссертация, Орталық Ланкашир университеті, Престон, Ұлыбритания, мамыр 2011 ж.
- 7 Van Bussel, G. J. W. The development of Turby, a small VAWT for the built environment. Advanced Small Turbine Technology сессиясында, жел энергетикасы секциясы, Global Wind Energy Conference 2004, Чикаго, Иллинойс, АҚШ, 2004 жылғы 30 наурыз.
- 8 Kim, K.C.; Yoon S.Y.; Kim S. M.; Chun H.H.; Lee I. шекаралық қабаттың турбуленттік ағынында үш өлшемді құйынды құрылымдарды зерттеу үшін PIV ортогональды жазықтықтың әдісі. Тәжірибе. Сұйықтықтар 2006, 40, 876–883.
- 9 Edwards, J. M.; Danao, L. A.; Howell, R.J. PIV-өлшеу және CFD-өнімділігі мен ағын физикасын, сондай-ақ шағын ауқымды тік осьтік турбинаны модельдеу. Жел энергиясы 2013, 1690.
- 10 Hirahara H.; Hossain, M. Z.; Kawahashi M.; Nonomura Y. Жаңартамыз. Энергия 2005, 30, 1279–1297.

- 11 Bortolini M.; Gamberi M.; Graziani A.; Manzini R.; Pilati F. Еуропалық Одақтағы шағын жел турбиналарының өнімділігі мен өміршеңдігін талдау. Жаңартамыз. Энергетика 2014, 62, 629-639.
- 12 Howell R.; Qin N.; Edwards J.; Durrani N. аэродинамикалық құбыр және кіші тік осьтік жел турбинының сандық зерттеу. Жаңартамыз. Энергетика 2010, 35, 412-422.
- 13 <https://tcip.ru/blog/wind/printsip-dejstviya-i-raboty-vetrogeneratora.html>
- 14 https://www.meteoblue.com/ru/%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0/historyclimate/climatemodelled/%d0%90%d0%bb%d0%bc%d0%b0%d1%82%d1%8b_%d0%9a%d0%b0%d0%b7%d0%b0%d1%85%d1%81%d1%82%d0%b0%d0%bd_1526384
- 15 <https://elektrik-a.su/elektrooborudovanie/generatory/vertikalnyj-vetrogenerator-1796>
- 16 <https://www.turbosquid.com/ru/3d-models/3ds-max-helical-savonius-wind-turbine/804711>
- 17 https://www.researchgate.net/publication/337796965_Analysis_of_Archimedes_Spiral_Wind_Turbine_Performance_by_Simulation_and_Field_Test