

## Аеродинамичен анализ на въздушни турбини, работещи с ефект на Магнус

**Ръководител на проекта: доц.д-р инж. Анастас Янгъзов, кат. "Т", КФ**

доц.д-р инж. Илия Хаджидимов-кат. "Т", КФ  
доц.д-р инж. Даниела Чакърлова-кат. "Т", КФ  
доц.д-р инж. Ангел Маринов-кат. "ЕТМ", ФИТА  
доц.д-р инж. Юлиан Рангелов-кат. "ЕЕ", ЕФ  
доц.д-р инж. Николай Николаев-кат. "ЕЕ", ЕФ  
доц.д-р инж. Кръстин Йорданов-кат. "Т", КФ  
гл.ас.д-р инж. Надежда Досева-кат. "Т", КФ

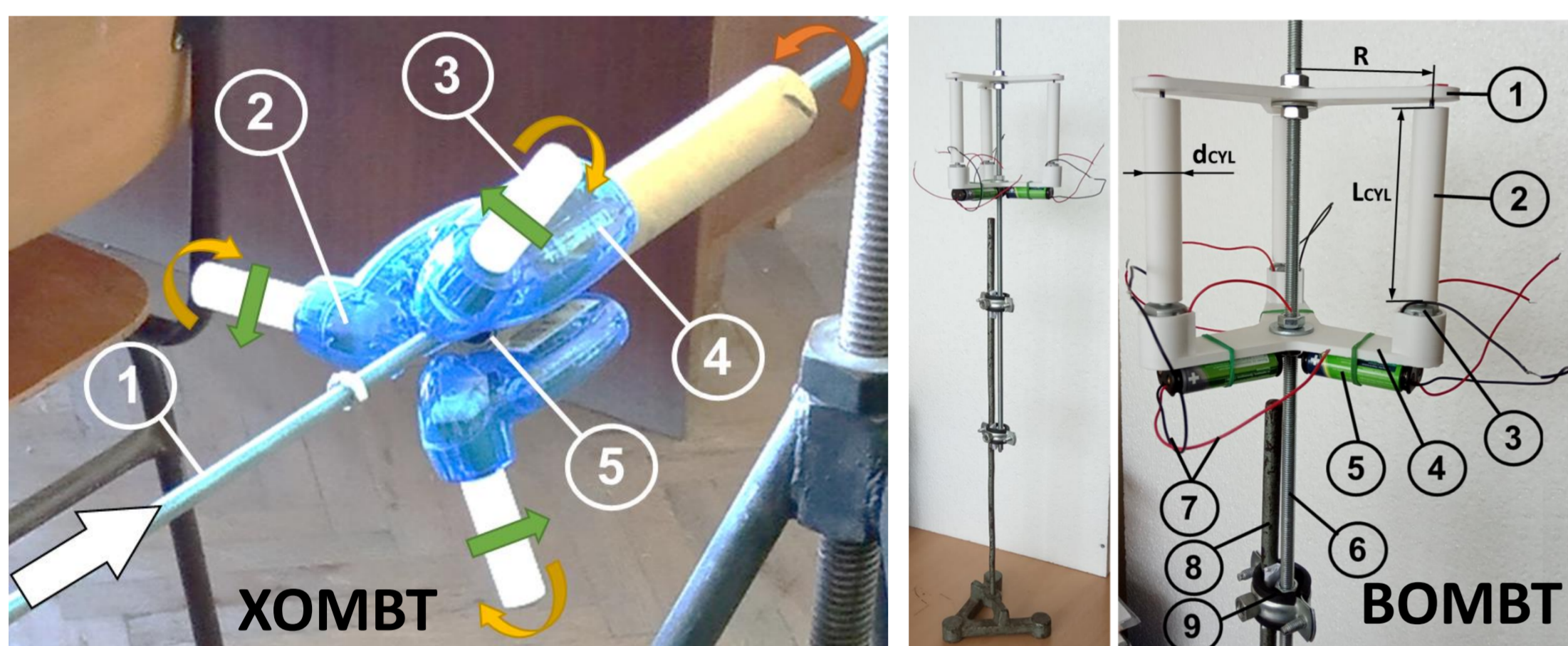
гл.ас.д-р инж. Стефан Тенев-кат. "ММЕ", МФ  
гл.ас.д-р инж. Живко Жеков-кат. "АП", ФИТА  
ас.инж. Аспарух Атансов-ДТК-Добрич  
инж. Хюсю Хюсю-докторант, кат. "Т", КФ  
инж. Георги Георгиев-докторант -кат. "Т", КФ  
инж. Иван Славов-докторант-кат. "Т", КФ  
Златин Георгиев-студент, спец.ВЕИ, ЕФ

Момчил Савов-студент, спец.ВЕИ, ЕФ  
Александър Бъчваров-студент, спец.ВЕИ, ЕФ  
Георги Тодоров-студент, спец.ВЕИ, ЕФ  
Стоян Донев-студент, спец.ВЕИ, ЕФ  
Петко Петков-студент, спец.ЕТЕТ, ЕФ  
Петър Хаджиатанасов-студент, спец.ЕТЕТ, ЕФ  
Веселин Тодоров-студент, спец.ЕТЕТ, ЕФ  
Диян Илиев-студент, спец.ЕТЕТ, ЕФ

### Въведение

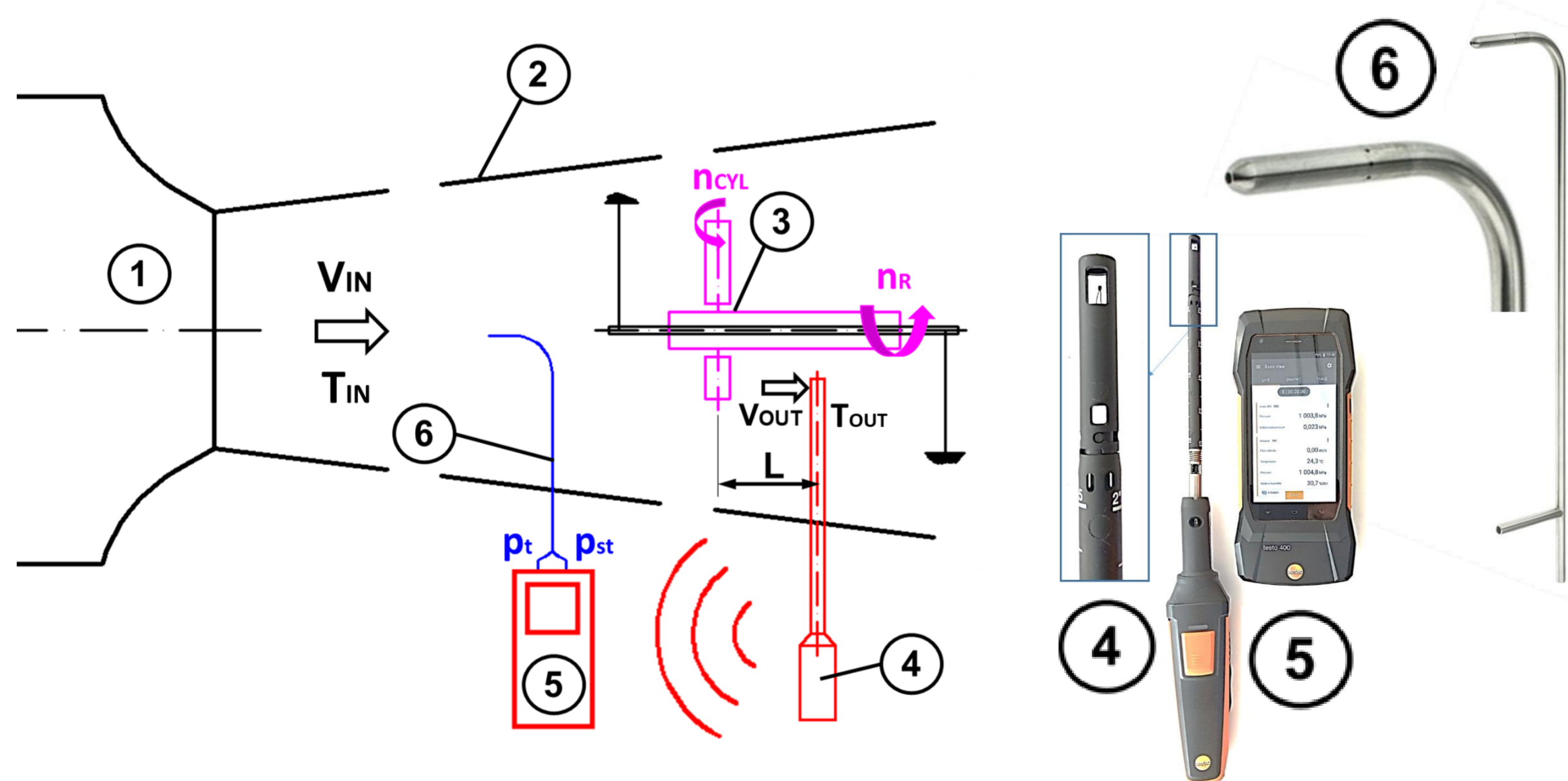
Ефектът на Магнус е нетрадиционен и сравнително нов метод за извличане на енергията на движещ се флуид.

В проекта са разработени и изпитани модели на въздушни турбини, работещи с ефекта на Магнус с хоризонтална и с вертикална ос на въртене (ХОМВТ и ВОМВТ). Измерени са налягане и скорост с апаратура за безжично предаване на данни. Описано е устройството на въздушните турбини и са представени основните им геометрични размери.



Основни елементи на турбините: ХОМВТ: 1-вал, 2-ел. двигател, 3-въртящ се цилиндър, 4-източник на ел. енергия, 5-лагер; ВОМВТ: 1-горна носеща рамка, 2-въртящ се цилиндър, 3-ел. двигател, 4-долна носеща рамка, 5-източник на ел. енергия, 6-вал, 7-ел. проводници, 8-стойка, 9-лагер.

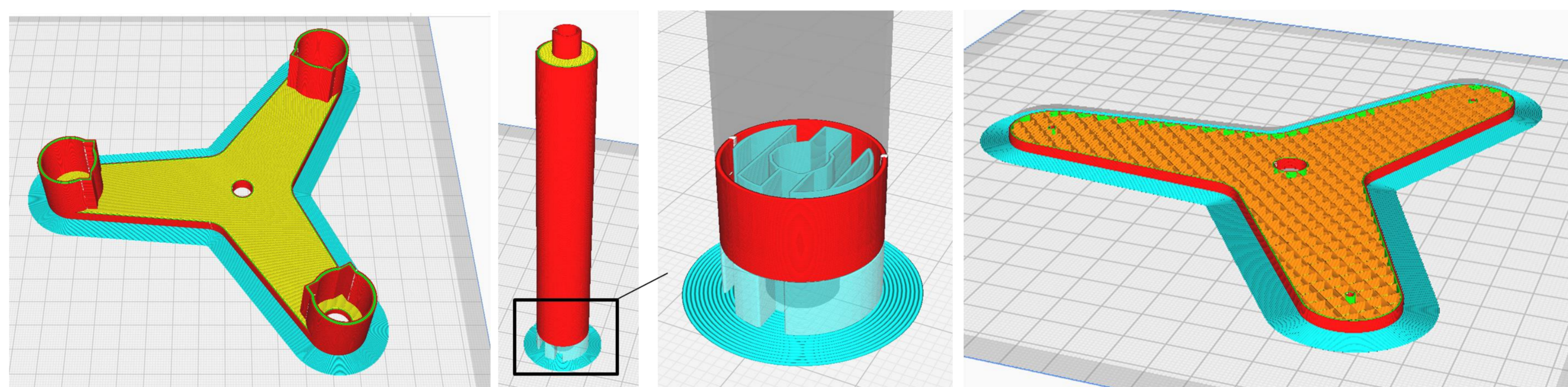
Експериментите са направени в аеродинамичен канал с модели на ХОМВТ и ВОМВТ. Моделите са функционални и доказват, че ефектът на Магнус се проявява и може да се използва във вятърните турбини.



Основните елементи на опитната уредба:  
1-аеродинамичен канал,  
2-въздушна струя,  
3-ХОМВТ въздушна турбина,  
4-термоанемометър,  
5-Testo400 приемащо устройство,  
6-тръба на Пито.

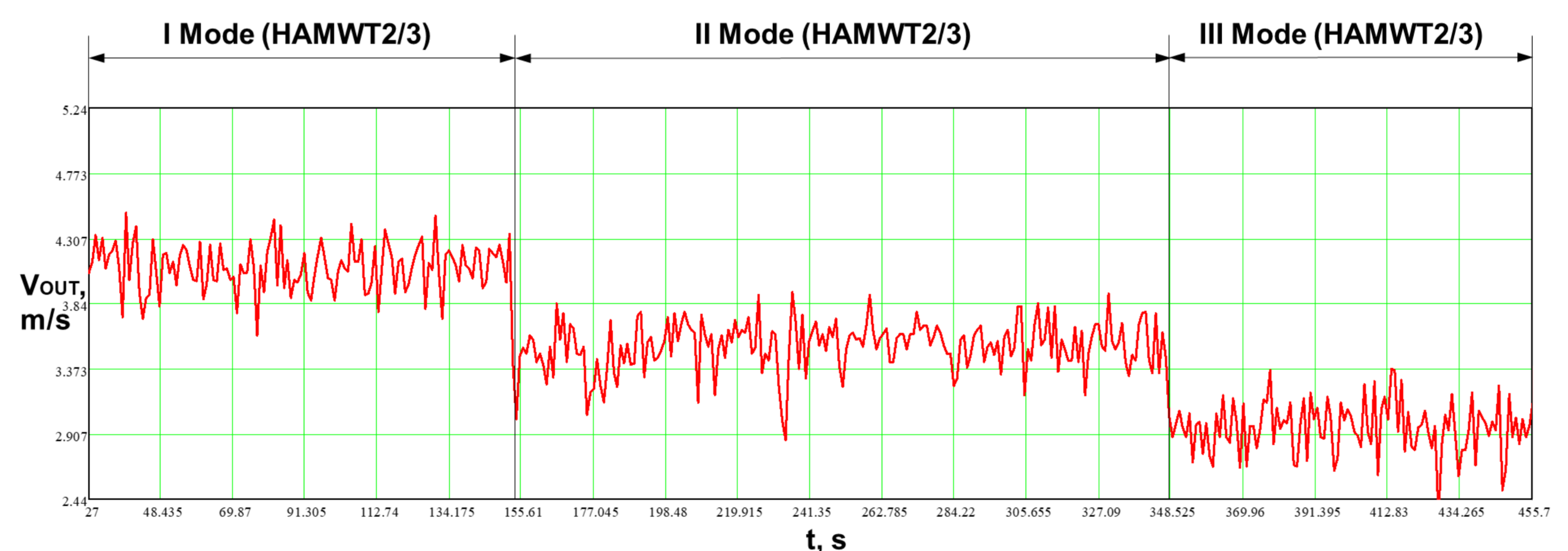
Апаратура на ф. "Testo", използвана за измерване на аеродинамичните параметри на въздуха

При работата на моделите се записват стойности за налягане и скорост в паметта на Testo400. Данните се предават безжично. Генерира се таблица с информация за теста и той се изпраща на ел. поща на ползвателя или на смартфон.



Подготовка на елементите на турбините за разпечатване

Първата стъпка е създаване на виртуални триизмерни геометрични модели в модул Design Modeler на ANSYS Workbench. Втората стъпка е реализирана с помощта на софтуер Cura за подготовка за триизмерно разпечатване. Разработването на турбините, включва следните основни етапи: създаване на триизмерни модели; подготовка на моделите за триизмерен печат; отпечатване; почистване и допълнителна обработка; сглобяване; настройка; тестване. Времето за разпечатване варира от един до шест часа в зависимост от сложността на триизмерната форма на елементите на турбината и настройките, заложи в Cura.



Изпитания на ХОМВТ с работещи два от три цилиндъра и различни режими

### Резултати и заключение

- В проекта са разработени шест функциониращи модела на турбини ХОМВТ и пет на ВОМВТ. Проведени са експериментални изследвания и са измерени данни на аеродинамични параметри в околност на работещите модели;
- Минималната стойност на скоростта на въздуха на входа при която се изпитват моделите е 1.1m/s, а максималната 8m/s, измерен диапазон на изменение на честота на въртене на ротора на ХОМВТ  $n_R=70-290\text{min}^{-1}$ , а на ВОМВТ  $n_R=70-340\text{min}^{-1}$ ;
- ХОМВТ старират плавно и работят безпроблемно. Ефектът на Магнус се проявява и прилага лесно. Конструкцията ХОМВТ е с по-просто устройство и с по-малко на брой компоненти от конструкцията на ВОМВТ. Последното има отношение към цената и надеждността на агрегата;
- Прилагането на ефекта на Магнус във ВОМВТ е затруднено, но не е невъзможно. Причината е сложното разпределение на вихрите в областта между въртящите се цилиндри, т.е. в сърцевината на въртящата се рамка.

### Публикация по проекта

- An.Yangyozov, J.Jekov, D.Chakarova, N.Doseva, K.Jordanov, A.Atanason Analysis of some flow parameters around a Magnus wind turbines models, 2024, Годишник ТУ-Варна (под печат)

### Благодарности

доц.Живко Жеков, доц.Даниела Чакърлова, д-р Надежда Досева, доц.Кръстин Йорданов, които отделиха от времето както и енергията си, за да се закупи необходимото оборудване и да се разработят функционалните модели.