

ROSTLANADIGAN ELEKTR YURITMALI NASOS STANSIYASINING MATEMATIK MODEL

Qurvonboyev Botirjon

Namangan Muhandislik Texnologiyalari Instituti

k.botirjon1995@mail.ru

<https://doi.org/10.5281/zenodo.14282181>

Abstract. O'z-o'zini tartibga soluvchi elektr yuritmal nasos stantsiyasi-bu nasoslarni boshqaradigan elektr yuritmal motorlar tizim talablari (masalan, suv oqimi, bosim yoki talab) asosida avtomatik ravishda sozlanishi mumkin bo'lgan tizim. Ushbu tizimlar odatda suv ta'minoti tarmoqlarida, sug'orish tizimlarida va sanoat jarayonlarida qo'llaniladi. Ushbu turdagi nasos stansiyalarining matematik modellarini yaratish va ulardan foydalanishdan ko'zlanadigan asosiy maqsad bu energiya sarfini kamaytirish bilan birga qatorda ularning optimal ishlashni taminlash va uzoq muddat samarali foydalanish imkoniyatini yaratishga qaratiladi.

Kalit so'zlar: rostlanadigan elektr yuritma, nasos stantsiyasi, o'zgaruvchan tezlikli motor, Scilab dasturi.

MATHEMATICAL MODEL OF A SELF-REGULATING ELECTRIC DRIVE PUMP STATION

Kurvonboyev Botirjon

Namangan Engineering Technological Institute

k.botirjon1995@mail.ru

Abstract. A self-regulating electric motor-driven pump station is a system in which pumps are automatically adjusted based on system requirements (such as water flow, pressure, or demand). These systems are typically used in water supply networks, irrigation systems, and industrial processes. The main goal of creating and utilizing mathematical models for such pump stations is to reduce energy consumption while ensuring optimal performance and enabling long-term efficient operation.

Key words: A self-regulating electric drive, pump station, variable speed motor, Scilab software.

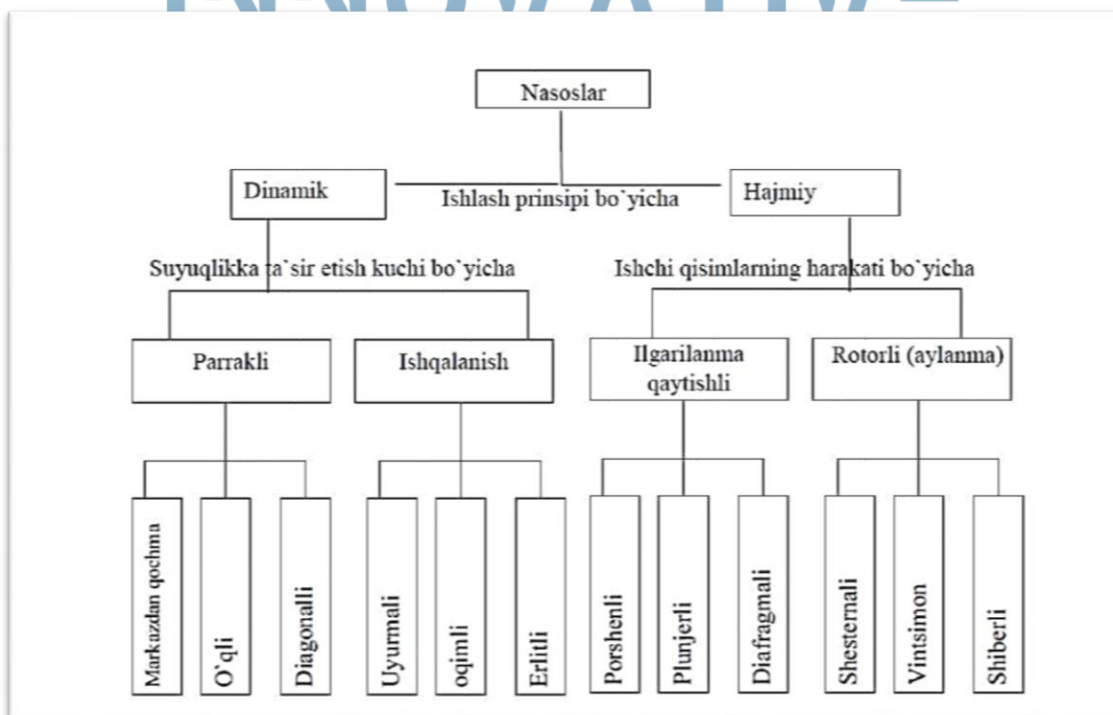
Kirish

Bugungi kundagi ko'plab sarf harajatlarni talab qiluvchi suv taminot tizimidagi samaradorlikni oshirish va optimallashtirish har bir rivojlanishni o'z oldiga maqsad qilib qo'ygan davlatlar uchun eng muhim maqsadlardan biri bo'lib kelmoqda va aynan samarali suv taminot tizimlariga bo'lgan talab tobora oshib bormoqda. Shuningdek, ushbu tizimlardagi elektr yuritmalarni energiya bilan taminlash katta hajmdagi energiya istemoliga sabab bo'luvchi omillardan biri hisoblanadi. Ushbu maqolada nasos stansiyalarida ishlatiluvchi ko'plab elektr yuritmalarning energetik samadorligini oshirishga qaratilgan usullar, shuningdek rostlanadigan elektr yuritmalar, dvigatellar foydali ish koeffitsientini oshirish hamda ularni ishlash jarayoni uchun foydali bo'lishi mumkin bo'lgan strategiyalarni rivojlangan boshqarish tizimlari bilan taminlashni optimallashtirish uchun xizmat qiluvchi matematik modelni siqlab chiqishga etibor qaratilgan.

Uslub va materiallar

Bugungi kungacha bo'lgan davrda barcha o'tkazilgan tajribalar va ularning natijalariga asoslanadigan bo'lsak, suv taminotida muhim o'rinni egallaydigan umumiy nasos stansiyasining samaradorligi va dvigatellar samaradorligini oshirish maqsadida bir necha izlanishlar olib borilganligi o'z tasdig'ini topgan. Misol tariqasida ASME (American Society of Mechanical Engineers) hamda IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) kabilarda ko'plab izlamishlar aynan nasos stansiyasi va dvigatellar samaradorligini oshirish haqida olib borilganligi haqida omma etiboriga havola etilgan. Shuningdek, Zhang va boshqalar [1] tomonidan olib borilgan izlanishlar natijasida stansiyaning umumiy quvvati qariyb 20 % gacha kamaytirish imkoniyati bo'lishini ko'rsatib o'tishgan. Bunga ko'ra o'zgaruvchan tezlikda ishlaydigan tizimlar umumiy boshqaruv strategiyasi asoslangan holda tizimlashtirilishi zarur va ular energiya isrofini oldini oladi. Shu jumladan, O'zbekistondagi ko'plab katta nasos stansiyalarning energiya samaradorligi hisoblash bo'yicha F. Shoazizov [2] tomonidan malumotlarlar keltirib o'tilgan bo'lib, ulardagi malumotlar hisob ishlari uchun salmoqli o'rin egallaydi desak mubolag'a bo'lmaydi.

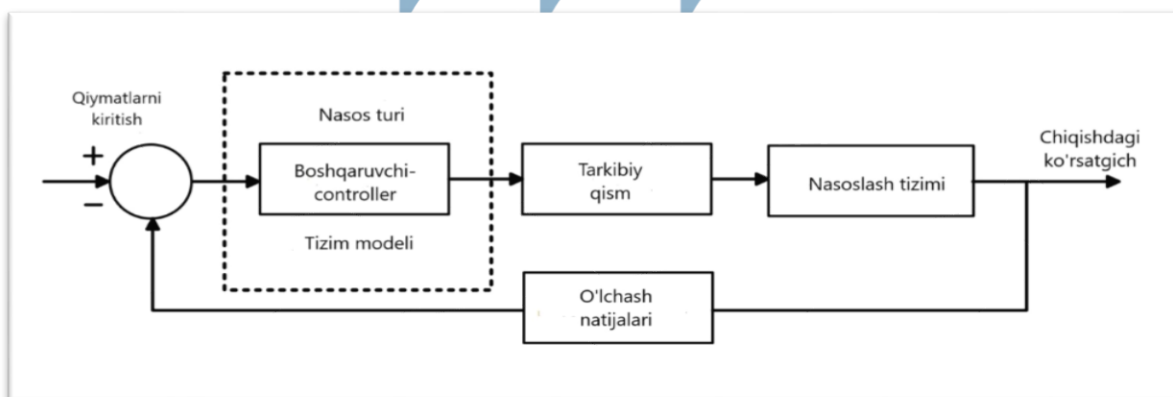
Nasoslarning ishlash prinsipiga ko'ra hajmiy va dinamik nasoslarga bo'linishi [3] mualliflari tomonidan atroflicha yoritib o'tilgan. Dinamik nasoslarda suyuqlik nasosning kirish hamda chiqishlari bilan doimiy bog'langan ish kamerasiga bog'langan bo'ladi. Ular Markazdan qochma, diagonal va o'qli bo'ladi va ishqalanishli - oqimli, suv - havo ko'targichlar, shneykli nasoslarga bo'linadi. Hajmiy nasoslarda suyuqlik, nasosning kirish va chiqishlariga navbati bilan ulanadigan ish kamerasidagi hajmni davriy o'zgartirib turuvchi ish organining ta'sirida siljiydi. Ishchi organlarining harakati bo'yicha hajmiy nasoslar qaytma - ilgarilanma va aylanma (rotorli) nasoslarga ajratiladi. Ishchi qismlarning turi bo'yicha qaytma- ilgarilanma nasoslar porshyenli, plunjerli diafragmali, pnevmatik nasoslarga, aylanma (rotorli) nasoslar esa shvesternyali, vintli va shiberlilarga bo'linadi.



1-rasm. Nasoslar tasnifi

Nasos stansiyalarida rostlanmaydigan elektr yuritmalari ustida Sh.Dadaboyev va E.Grachevalar [4] izlanishlar olib borishadi. Bunda irrigatsiya nasos stantsiyasini ishga tushirishdagi texnologik jarayonlari tahlili hamda sinxron elektr dvigatelining ishga tushirishda salbiy ta'sirlarini hisobga olib ish olib borilgan. Shu bilan birgalikda bloklarni ishga tushirish usulari qiyinchililari va yuqori voltda ishlaydigan sinxron elektr dvigatellarining ishga tushirish rejimlarini ko'rib simulyatsiya natijalari ko'rib chiqilgan. Matematik hisoblashlar va algaritmlarga asoslangan holda Sedla.M va boshqalar [5] tadqiqodlar natijasida energiyani tejash uchun uzoq muddat xizmat qilishini ko'zlanib nasoslarni matematik modelini ishlab chiqishadi. Bunda Lagranj koeffitsiyentlari usuliga asoslangan nazariy yechimni beriladi va tajribalar o'tkazildi. Taklif etilgan model nasoslarning aylanish tezligi va klapan pozitsiyalarining optimal kirish ma'lumotlarini beradi. Natijalar, boshqaruv klapanlari bir nasosning samaradorligi va ishonchliligini yaxshilashda ayniqsa foydali ekanligini ko'rsatadi. Biroq, parallel nasoslar tizimida, klapanlardagi yopishish yo'qotishlari tizim samaradorligining sezilarli darajada pasayishiga olib keldi. Shuning uchun ishlab chiqilgan optimallashtirish modeli samaradorlik va ishonchlilik o'rtasida muvozanatni ta'minlaydi, mos keluvchi ish rejimini taklif etadi.

Shuningdek, J.Viholainen [6] tomonidan Nasos stansiyasini boshqarishni takomillashtirish uchun ko'plab izlanishlar olib borish natijasida nasos tizimlarini algaritmlarini ishlab chiqish va ularni takomillashtirish borasida ko'plab izlanishlar olib boradi va salmoqli natijalarga erishganligini aytish mumkin.



2-rasm. Nasos tizimlarini algaritmlash. Dasturdan foydalanish va natijalar olish

Rostlanuvchan elektr yuritmalari nasos stansiyalari energiya samaradorligini oshirish, tizimni avtomatlashtirish va yaxshilash maqsadida keng qo'llaniladi. Bu tizimlarning ishlashini optimal boshqarish uchun ularning matematik modellari kerak bo'ladi. Buni biz CSILab dasturi (Continuous Systems Simulation Laboratory) yordamida sinab ko'rishimiz mumkin bo'ladi. Quyida CSILab dasturida ishlash jarayoni ko'rsatiladi. Modelning har bir elementining matematik ifodalarni va ular asosida ishlab chiqilgan tenglamalarni misollar orqali ko'rib chiqamiz.

Matematik model quyidagi asosiy tenglamalarga tayanadi:

Nasosning ishlashining matematik modeli: Nasosning ishlashi tezligi va hosil bo'lgan bosim o'rtasidagi bog'lanishni quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

$$H=H(Q)$$

bu yerda: H-nasosning bosimi; Q-oqim tezligi.

Ushbu tenglama batafsil tarzda [7] ning mualliflari tomonidan batafsil yoritib berilgan bo'lib, nasosning samaradorligini va quvvat sarfini baholashda qo'llaniladi. Elektr motorining ishlashining matematik modeli: Elektr motorining momenti va quvvatini Patel va boshqalar tomonidan [8] quyidagi tenglama orqali ifodalash mumkin:

$$P=M \cdot \omega$$

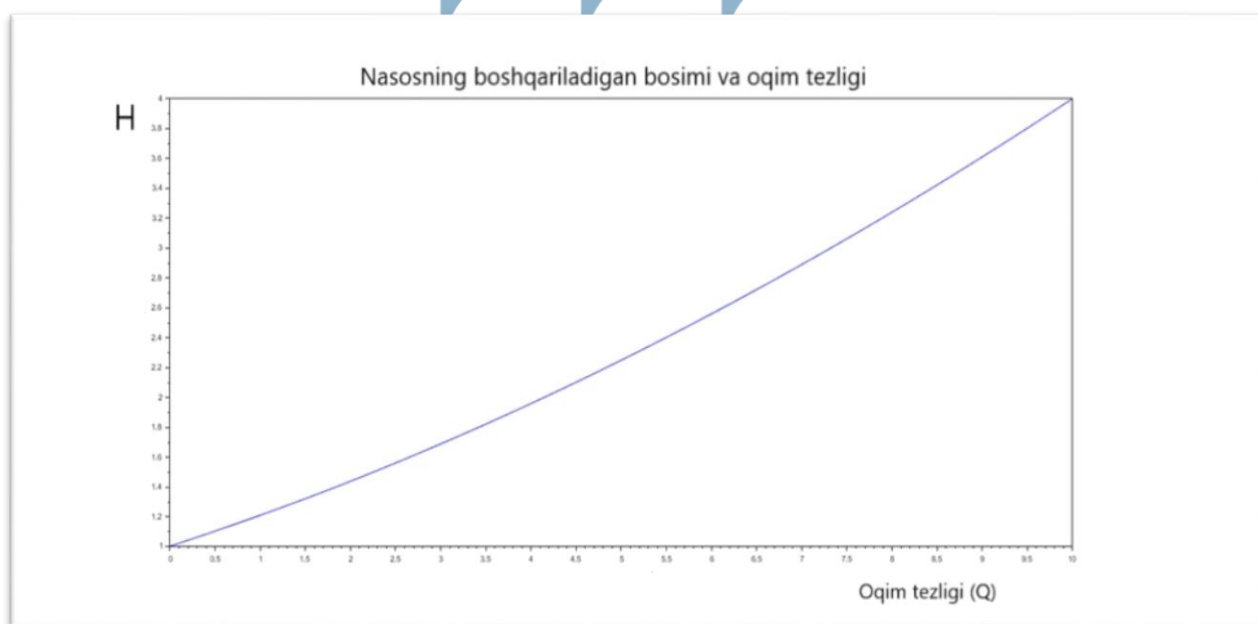
bu yerda: P- quvvat; M- moment; ω - burilish tezligi.

Motorning elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirish samaradorligini hisoblash uchun qo'llaniladi. Elektr energiyasini hisoblash uchun otorning quvvat va samaradorligini inobatga olgan holda quyidagi tenglama qo'llaniladi:

$$E=\eta \cdot P \cdot t$$

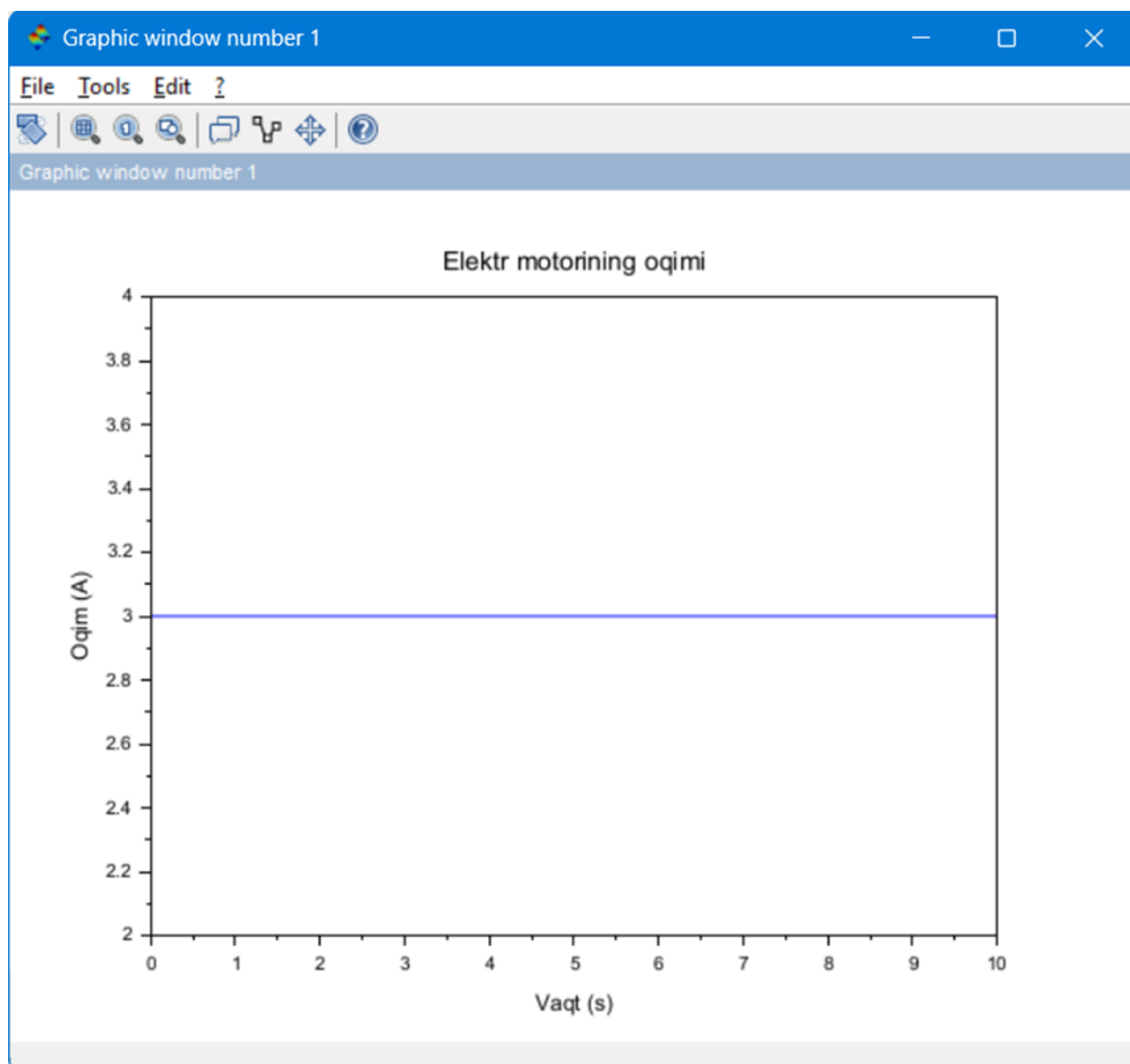
bu yerda: E— energiya, η — samaradorlik, t— vaqt.

CSILab dasturida nasos stansiyasining matematik modelini simulyatsiya qilish: CSILab dasturi yordamida nasos stansiyasining matematik modelini simulyatsiya qilish jarayonini quyidagi bosqichlarga bo'lish mumkin: Modelni yaratish: CSILabda nasos va motorni ajratilgan bloklar sifatida modelga qo'shish. Har bir blokning kirish va chiqish parametrlarini aniq belgilab chiqish kerak bo'ladi. Simulyatsiya uchun parametrlarni tanlash: Nasosning samaradorligini, oqim tezligini, elektr motorining quvvatini va boshqaruv tizimining parametrlarini tanlash. Ushbu parametrlar K.Farid va Ghafouri [9] tomonida ishlab chiqilgan madellash uchun asos sifatida ishlatilgan



3-rasm. Scilab dasturida nasosning oqim tezligi va bosimini ko'rinishi.

Barcha bloklar birlashtirilgandan so'ng, tizimni ishga tushirish va natijalarni kuzatish mumkin bo'ladi va uning ishlash jarayonini mukammal tahlil qilish imkoni yaratiladi.



4-rasm. Motorning oqimi

Natijalar va tahlil

CSILab simulyatsiyasi orqali olingan natijalarni tahlil qilish va tizimning energiya samaradorligini baholash va undagi natijalarni nasosning quvvati, samaradorligi va energiya sarfini optimallashtirishga yordam berishligini ko'rishimiz mumkin bo'ladi. Agar tizimda muammolar aniqlansa, bu parametrlarni o'zgartirish yoki boshqaruv tizimini optimallashtirish orqali tizimni yaxshilash mumkin. Shuningdek ushbu dastur yordamida nasos tizimini va qolgan barcha tizim tarkibidagi uskunalarni ham samaradorligi va optimallashtirish ustida turli tajribalar o'tkazish orqali uning ishlash jarayonini yanada batafsilroq va osonroq tahlil qilish imkoniyati paydo bo'ladi. Qolaversa ularni foydali jihatlarini aniqlash orqali amaliyotda qollash samaradorlikni oshirishga hizmat qiladi.

Xulosa

CSILab dasturida elektr yuritmalı nasos stansiyasining matematik modelini yaratish va simulyatsiya qilish tizimlarni optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega. Shuningdek ushbu

dasturda ishlash birmuncha qulay va oson hisoblanadi. Simulyatsiya natijalari tizimning energiya samaradorligini oshirish, ish rejimlarini yaxshilash va energiya sarfini kamaytirish uchun yordam beradi. Keltirilgan matematik modellarga asoslanib, CSILab orqali tizimni samarali boshqarish mumkin. Ushbu turdagi stansiyalarni to'g'ri ishlashini algaritnlash ularni uzoq yillar davomida samarali hizmat qilishini taminlaydi desak bo'ladi. Ushbu maqolada biz matematik modellashda Scilab dasturidan foydalangan bo'lsakda boshqa Matlab/Simuling, ATAP, Digsilent kabi boshqa ko'plab murakkab dasturlari ushbu amallarni bajarishda bugungi kunda ushbu tarmoqning rivojiga o'zining salmoqli hissasini qo'shib kelmoqda.

References:

1. Zhang, H., Liu, Y., & Yang, Z. (2017). "Energy Efficient Control of Pumping Systems Based on Variable Speed Drive Technology." *Journal of Energy Resources Technology*, 139(6), 061602.
2. Farrukh Shaazizov. Accounting for the energy efficiency of the operation of pumping equipment in the monitoring system of large pumping stations of the Republic of Uzbekistan. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341005010> FORM-2023 © T
3. SH.M. Musayev. Nasoslar va nasos stansiyalari. Darslik.2020
4. Shakhboz Dadaboyev. Computer Modeling of Pumping Station with Unregulated Electric Drive, Khujand 735700, Tajikistan. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202022001039>
5. Sedla.M. Modeling and Optimization of Multiphase Flow in Pump Station
6. To cite this article: M Sedlá *et al* 2020 *J. Phys.: Conf. Ser.* **1584** 012070
7. Juha Viholainen. Energy-Efficient Control Strategies For Variable Speed Driven Parallel Pumping Systems Based On Pump Operation Point Monitoring With Frequency Converters.
8. Zyubin at al. The Use of Variable Frequency Drives of Centrifugal Pumps at the Pumping Station. doi:10.1088/1757-899X/779/1/012008. 2020
9. Patel, A., et al. (2020). "Motor efficiency improvements in pump systems." *Energy Conversion and Management*.
10. Farid Khayatzadeh, Jafar Ghafouri. Dynamical Modeling of Frequency Controlled Variable Speed Parallel Multistage centrifugal pumps