



**TIQXMMI  
MTU**  
"TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ  
XO'JALIGINI MEKANIZATSIYALASH  
MUXANDISLARI INSTITUTI"  
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA  
INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**



**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI  
MEXANIZATSIYALASH MUXANDISLARI INSTITUTI”  
MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

**MANNABOV LATIFJON JASUR O‘G‘LI**

**O‘ZBEKISTON ENERGETIKA TIZIMIGA YIRIK FOTOELEKTR STANSIYALAR TA’SIRINI BAHOLASH**

(Karmana FES misolida)

70711001 -“Muqobil energiya manbalari”

Magistr akademik darajasini olish uchun yozilgan

**DISSERTATSIYA**

Ilmiy rahbar:

Mirzabayev Akram Maxkamovich, t. f. d.,

professor

Toshkent 2023-yil

Hozirgi davrda rivojlangan mamlakatlarda qayta tiklanadigan energiya texnologiyalari jadal ravishda rivojlanib kelmoqda. Butun dunyoda qayta tiklanadigan energiyaning rivojlanishi notekis taqsimlangan. Qayta tiklanadigan energiyaning eng tez rivojlanishi energiya importiga qaram boʻlgan va energiya tariflari yuqori boʻlgan mamlakatlarda sodir boʻlmoqda.

Shu bilan birga, qayta tiklanadigan energetika yaqin kelajakda barcha mamlakatlarning, shu jumladan qazib olinadigan yoqilgʻi zahiralari hali ham boy boʻlgan mamlakatlarning energetika sohasida muhim oʻrin egallashi haqiqatdir.

Oʻzbekiston quyosh energiyasidan foydalanish uchun iqlimiy jihatdan qulay boʻlgan mintaqada joylashgan. Shuning uchun u milliy elektr energiya balansida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish darajasini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi.

Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son “2022-2026-yillarga moʻljallangan “Yangi Oʻzbekistonning taraqqiyot strategiyasi toʻgʻrisida”gi, «Iqtisodiyotni elektr energiyasi bilan uzluksiz taʼminlash hamda «Yashil iqtisodiyot» texnologiyalarini barcha sohalarga faol joriy etish, iqtisodiyotning energiya samaradorligini 20 foizga oshirish...» boʻyicha vazifalari belgilangan hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa meʼyoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

# Tadqiqotning maqsad va vazifalari:

## **Tadqiqotning maqsadi:**

Yirik fotoelektr stansiyalarni O‘zbekiston energetika tizimiga ulanish imkoniyatini baholash, elektr energetika tizimi rejimlarini tadqiq etish va uning elektr energetika tizimi samaradorligiga ta’sirini texnik-iqtisodiy asoslash.

## **Tadqiqotning vazifalari:**

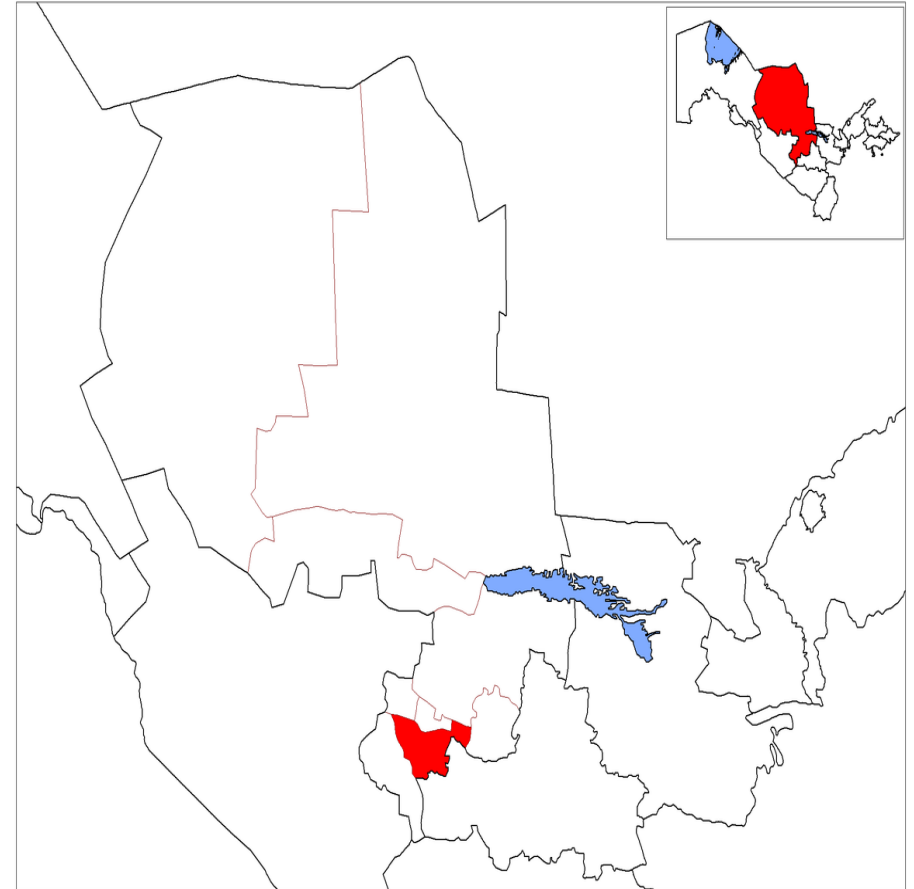
- O‘zbekistonda fotoelektr stansiya (FES) lar rivojlanish istiqbollari va imkoniyatlarini tahlil qilish;
- Yirik FES larning energetika tizimiga integratsiyalash asoslari bo‘yicha ma’lumotlarni to‘plash;
- Markaziy EUT integratsiyalashgan yirik FES ni POWER FACTORY hamda PVsyst dasturida ish rejimlarini tahlil qilish.

Matchanov Nuraddin Azadovichning “Fotoenergetik tizimlar va ularning elektr tarmog’iga integratsiyasini kompleks tadqiq qilish” dissertatsiya ishida elektr tarmog’iga integratsiyalangan fotoenergetik tizimlarni tashqi iqlimiy omillar hamda O‘zbekiston energiya tizimining xususiyatlarini inobatga olgan holda kompleks tadqiq etish atroflicha o‘rganilgan.

To‘rayev Akramjon Ikromjonovichning "Qishloq elektr ta‘minoti tizimi taqsimlash tarmoqlariga quyosh fotoelektrik stansiyasi ulanishini asoslash" texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini olish uchun yozilgan dissertatsiya qishloq elektr ta‘minoti tizimi taqsimlash tarmoqlariga ulangan quyosh fotoelektrik stansiyalarida quvvat nazoratini va maksimal quvvat olish nuqtasi algoritmini qo‘llash hamda taqsimlash, elektr tarmoq parametrlari asosida ulash orqali samaradorlikka erishish va uning energetik samaradorligiga ta‘sirini texnik-iqtisodiy asoslash to‘liq bayon etilgan.

Nematov Shuxrat Nasrillo o‘g‘lining “Muqobil energiya manbalaridan foydalanib kichik quvvatli iste‘molchilarning elektr ta‘minoti ishonchliligini oshirish” nomli tadqiqot ishida muqobil energiya manbalaridan foydalanib kichik quvvatli iste‘molchilarni elektr ta‘minoti ishonchliligini oshirish o‘rganilgan.

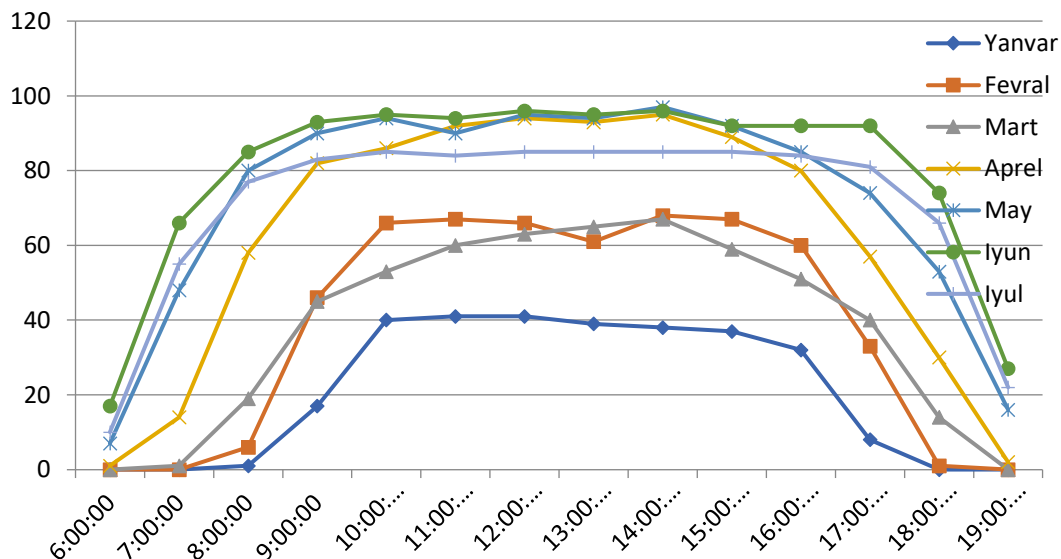
# Navoiy viloyati Karmana tumani



# Karmana FES ning xususiyatlari

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasining 2019-yil 22-iyuldagi №610-sonli “Elektr energiyasi, shu jumladan, energiyaning qayta tiklanadigan manbalaridan elektr energiya ishlab chiqaradigan tadbirkorlik subyektlarini yagona energetika tizimiga ulash reglamentini tasdiqlash to‘g‘risida”gi qaroriga asosan, QTEM quvvati 20 000 kVt va undan yuqori bo‘lganda 220 kVli kuchlanishga ulanishi lozim.

Karmana FES ham Navoiy IES va Quyimazar podstansiyalarni bog‘lovchi, 220 kV kuchlanishli L-17-km-1 liniyasiga qo‘shilgan.

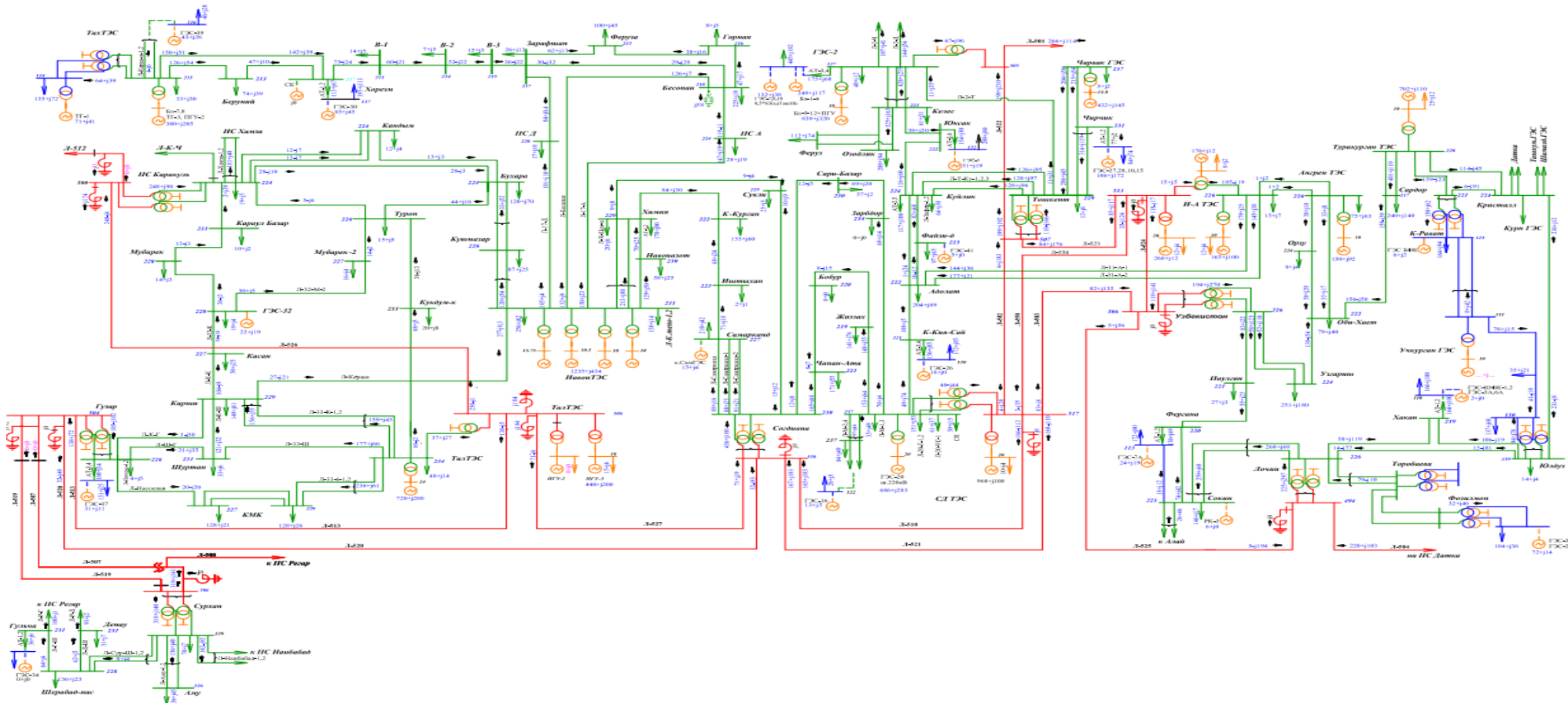


Yorqin quyosh yoki havoda bulut qatlami yo‘q	11:00	12:00	13:00	14:00
11.09.2021y.	48	52	53	49
21.09.2021y.	52	56	73	68
01.10.2021y.	72	79	79	71
11.10.2021y.	74	78	77	69
01.11.2021y.	61	60	60	57
11.11.2021y.	65	62	63	63
21.11.2021y.	64	61	61	65
01.12.2021y.	63	58	57	61
11.12.2021y.	40	30	34	31
21.12.2021y.	60	22	48	16
11.01.2022y.	75	66	60	64
01.02.2022y.	78	74	71	74
11.02.2022y.	27	44	37	84
21.02.2022y.	92	89	86	87
Bulutlilik (60-90%) 21.10.2021y.	14	32	37	51 (y. q)
Bulutlilik (60-90%) 01.01.2022y.	18	12	8	13
Bulutlilik (100%) 21.01.2022y. (ë.κ)	72	11	10	6
Bulutlilik (100%) 17.11.2021y.	34	25	24	16

Quyosh panellari to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nuri bo‘lmagan taqdirda ham, xatto bulutli ob-havo sharoitida ham elektr energiyasini ishlab chiqaradi. Biroq, elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun eng yaxshi sharoitlar yorqin quyoshda va quyosh nuriga perpendikulyar yo‘naltirilgan panellar bilan bo‘ladi.

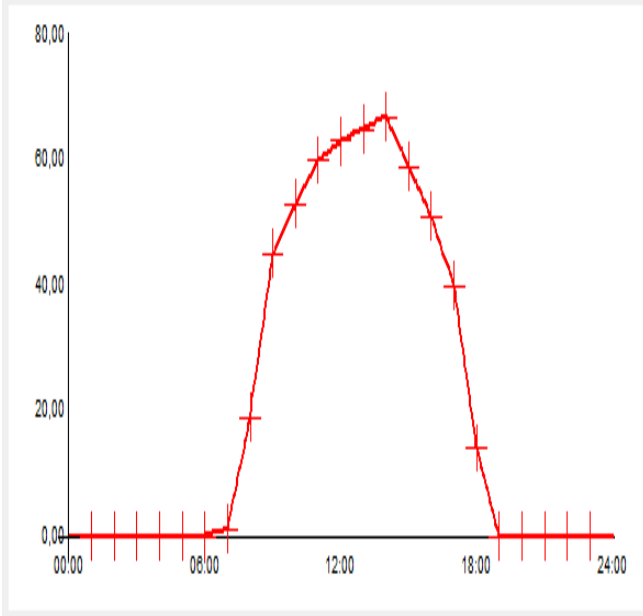
# O‘zbekiston elektroenergetika tizimi

Power Factory DigSILENT dasturida elektr energetika tizimlarining holatini modellashtirish uchun quyidagi sxemani olamiz.

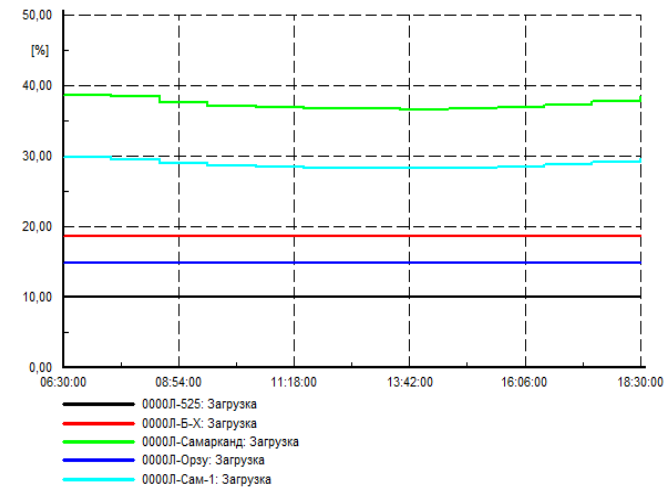
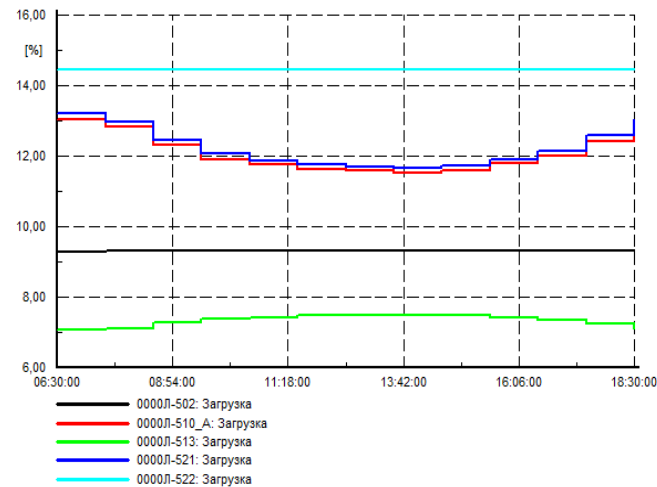
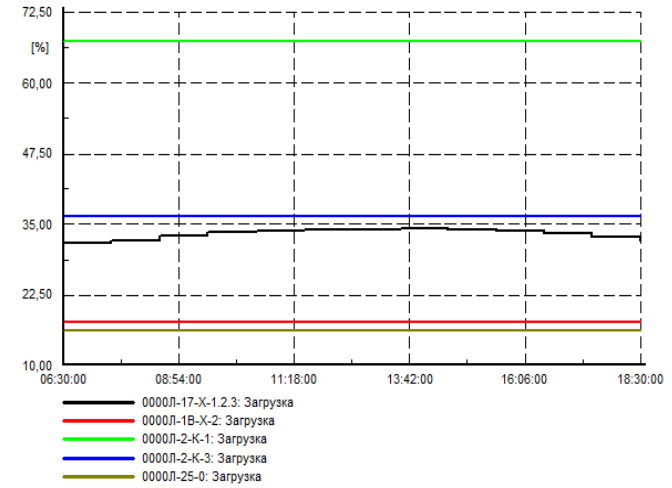
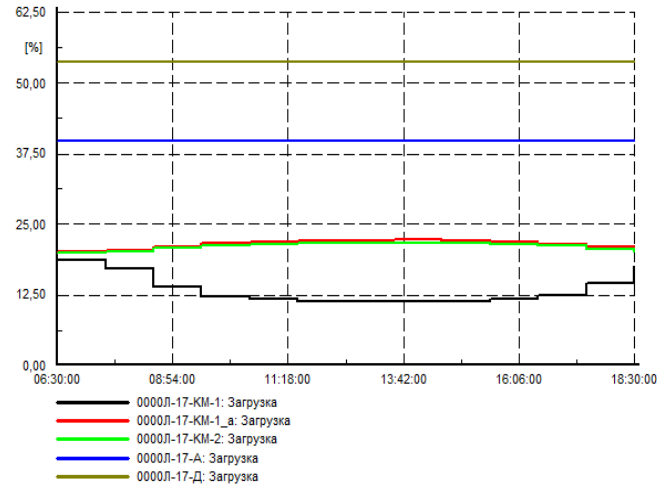


O‘zbekiston energetika tizimining quvvat oqimi taqsimotining haqiqiy rejimi (17.06.2020 12:00)





Karmana FES ni mart oyidagi o‘rtacha quvvat bo‘yicha Power Factory DigSELIENT programmasidagi keltirilgan diagrammasi



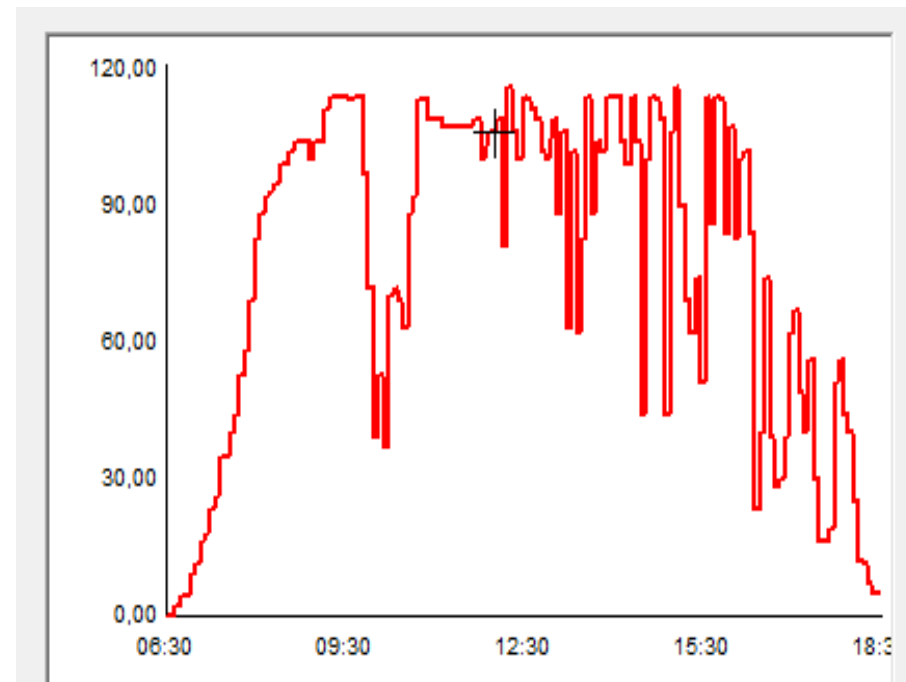
100 MW li FES ni O‘zbekiston elektr energetika tizimidagi liniyalar yuklanishiga ta’siri



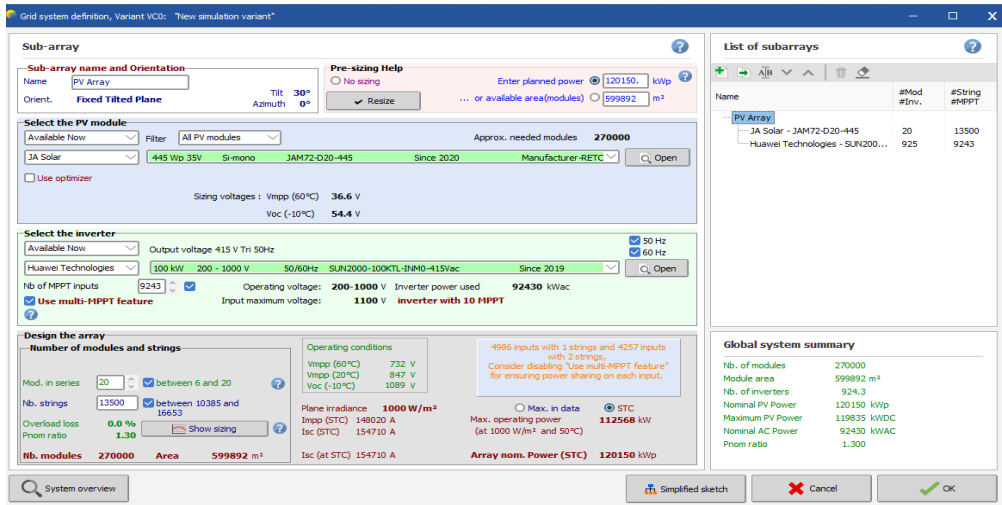
# “O‘zbekiston milliy elektr tarmoqlari” AJ dan 2022 yil 1-aprel holati uchun quvvati 100 MW li FES da ishlab chiqarilayotgan aktiv quvvat oqimlari bo‘yicha olingan ma’lumotlar tahlili

Mavjud FESda ishlab chiqarilayotgan aktiv quvvat o‘zgarishi (15 daq, MW/h).

06:00	06:15	06:30	06:45	07:00	07:15	07:30	07:45
0	0	0	4	11	23	35	53
08:00	08:15	08:30	08:45	09:00	09:15	09:30	09:45
83	93	99	104	104	114	114	114
10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	12:30	12:45
39	70	63	113	109	107	107	109
13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45
106	116	114	109	109	63	83	104
15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45
114	99	44	113	106	69	51	114
16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15	17:30	17:45
107	102	40	28	62	40	16	51
18:00	18:15	18:30	18:45	19:00			
40	11	4	0	0			



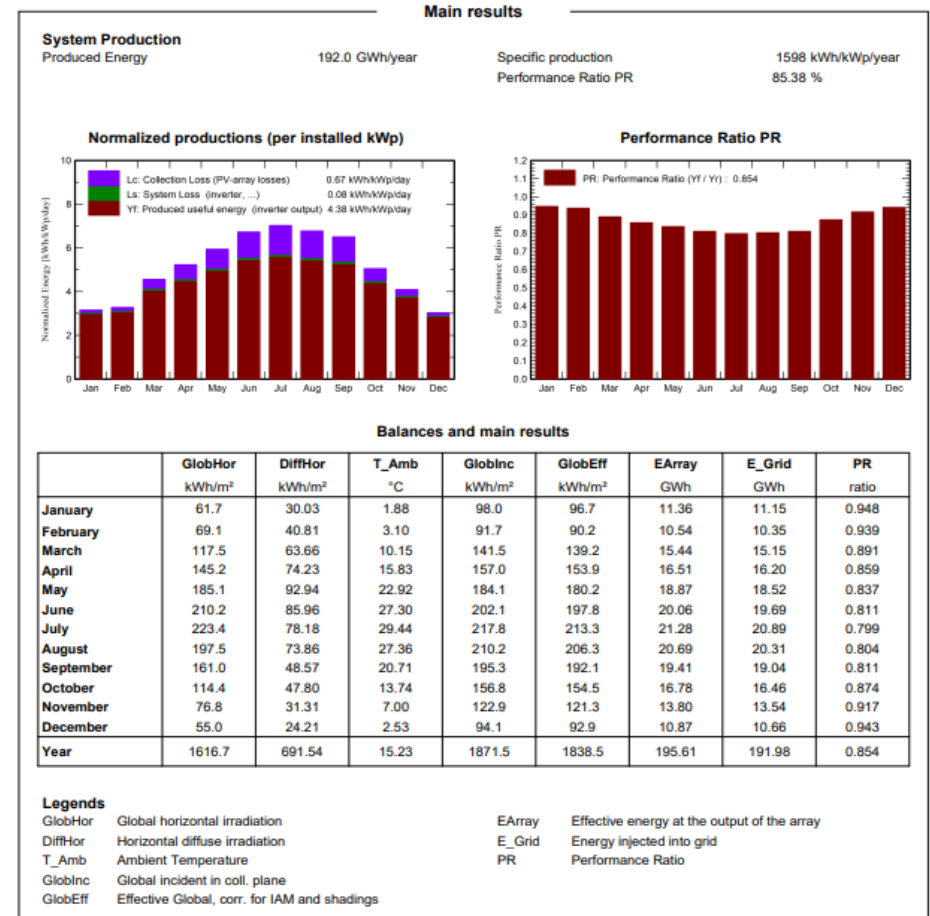
Karmana FES ni aktiv quvvat bo‘yicha Power Factory DigSILENT dasturida olingan diagrammasi.



## PVsyst 7.21. dasturida FES modellashtirish

PV Array Characteristics			
<b>PV module</b>	Manufacturer: JA Solar	<b>Inverter</b>	Manufacturer: Huawei Technologies
Model: (Custom parameters definition)	JAM72-D20-445	Model: (Original PVsyst database)	SUN2000-100KTL-INM0-415Vac
Unit Nom. Power	445 Wp	Unit Nom. Power	100 kWac
Number of PV modules	270000 units	Number of inverters	9243 * MPPT 10% 924.3 units
Nominal (STC)	120.2 MWp	Total power	92430 kWac
Modules	13500 Strings x 20 In series	Operating voltage	200-1000 V
<b>At operating cond. (50°C)</b>		Max. power (=>35°C)	110 kWac
Pmpp	112.6 MWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.30
U mpp	760 V		
I mpp	148020 A		
<b>Total PV power</b>		<b>Total inverter power</b>	
Nominal (STC)	120150 kWp	Total power	92430 kWac
Total	2700000 modules	Nb. of inverters	925 units
Module area	599892 m²	Pnom ratio	0.7 unused 1.30

FES ning asosiy parametrlari

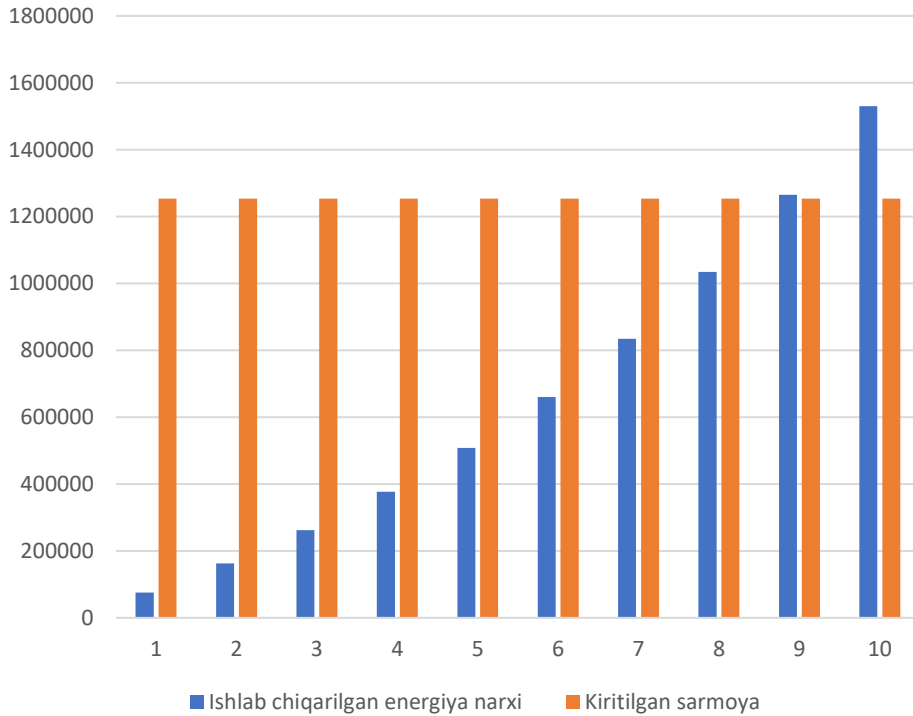


Tizimning asosiy parametrlari bo'yicha ma'lumotlar

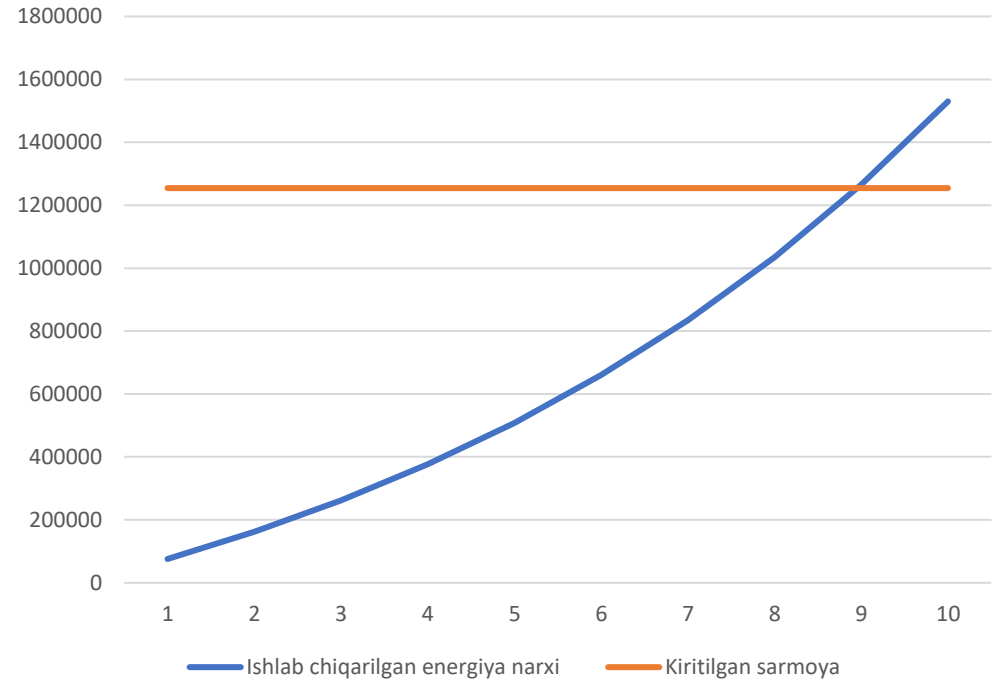
**PVsyst dan olingan natijalar bilan FES dagi haqiqiy quvvat solishtirilgan.**

Vaqt, (soat)	Quyosh, (W/M <sup>2</sup> )	t, Harorat (°C)	U, Namlik (%)	Ff, Shamol tezligi (m/s)	Farqi (%)	PVsyst yordamidagi quvvat, MW	FES haqiqiy quvvati, MW
18:00	185	26	11	5	0,75	16,12	16
17:00	325	27	9	7	4,68	46,06	44
16:00	461	27	10	6	3,02	67,99	66
15:00	559	26	10	8	0,45	88,04	84
14:00	645	26	10	8	2,6	94,39	92
13:00	682	25	11	8	2,18	95,86	98
12:00	682	24	13	8	0,78	96,24	97
11:00	645	22	15	8	3,9	66,48	64
10:00	559	21	16	8	3,56	46,29	48
9:00	461	19	18	6	3,59	44,35	46
8:00	325	18	19	7	0,52	20,89	21
7:00	185	17	22	5	1,9	11,21	11

Sarmoya va ishlab chiqarilgan energiya narxi orasidagi bog'liqlik



Sarmoya va ishlab chiqarilgan energiya narxi orasidagi bog'liqlik



Yuqoridagi diagramma va grafikdan kelib chiqqan holda, Navoiy viloyati Karmana tumanida joylashgan quvvati 100 MW li Karmana FES o'ziga kiritilgan investitsiyani 9 yilda to'liq qoplaydi. Panellar sifatli bo'lganligi, xizmat muddati kamida 25 yil ekanligini inobatga olgan holda, fotoelektr stansiyamiz yana kamida 16 yil mamlakatimizga beminnat xizmat qiladi.

An'anaviy ravishda FES integratsiyasining to'rt bosqichini va ular bilan bog'liq asosiy masalalarni ajratib ko'rsatish mumkin:

- yillik ishlab chiqarishdagi FES ulushi 3% dan oshmasa, uni integratsiya qilish bo'yicha maxsus choralar odatda talab qilinmaydi;
- FES ulushi 3-15% bo'lganda energiya tizimini boshqarish uchun mavjud me'yoriy resurslar, texnologiyalar va usullarni moslashtirish kerak;
- FES ulushi yillik ishlab chiqarishning 15 foizidan oshganda, energiya tizimini qayta qurish va energiya tizimining ishlashini ta'minlash uchun yangi vositalarni joriy etish talab qilinadi;
- FES ning katta miqdori bo'lgan energiya tizimlarining ishonchli ishlashi uchun, FES ishlab chiqarishni prognozlash tizimlarini ishlab chiqish kerak, chunki ularning ishlashi uchun ishonchli va aniq prognozlar mavjud emas.

Energiya tizimida doimiy ravishda FES miqdorida to'liq zaxirani saqlab turish kerak, bu aslida issiqlik ishlab chiqarishni qo'shimcha kiritish va uning iqtisodiy bo'lmagan rejimlarda ishlashi zarurligini anglatadi.

1. FES larda ishlab chiqarilayotgan aktiv quvvatga, turli xil yorug'lik sharoitlarining ta'sirini Karmana tumanidagi 100 MVtli FES misolida ko'rdik. FESlarda ishlab chiqarilayotgan aktiv quvvat ob-havo sharoitiga ya'ni ob-havoning bulutlilik darajasiga bog'liq ekan. Yorqin quyosh kunida samaradorlik yuqori, qisman bulutli va bulutli kunlarda samaradorlik pastroq bo'ladi.

2. Power Factory DigSELIENT programmasida 2020-yil 17-iyun 12:00 holati uchun O'zbekiston elektr energetika tizimining sxemasi yig'ildi. Sxemaga quvvati 100 MVtli Karmana FESSini O'zbekiston elektr energetika tizimiga kiruvchi PS\_Quyimazar va TES\_Navoiiy orasida joylashgan L-17-KM-1 liniyasiga ulandi. Bu stansiya va podstansiya shinalaridagi kuchlanishni mos ravishda  $\Delta UPS\_Q-M=0,6$  kV va  $\Delta UTES\_N=0,2$  kV dan ortmaganligi, FES ulangan L-17-KM-1\_a va L-17-KM-1 liniyalar tok bo'yicha yuklanishi 25% dan kamligi aniqlandi.

3. Karmana FES ulushi O‘zbekiston elektr energetika tizimining 3-15% oralig‘ida bo‘lganligi sababli, O‘zbekiston elektr energetika tizimini boshqarish uchun mavjud me‘yoriy resurslar, texnologiyalar va usullarni moslashtirishning o‘zi yetarlidir. O‘zbekiston elektr energetika tizimiga quvvati 100 MW li FES ni integrallashtirish mumkin.

4. Karmana FES ga kiritilgan investitsiya 9 yil ichida o‘zini to‘liq qoplaydi va panellarning ishlash vaqti 25 yil bo‘lganligi sababli kamida 16 yil sezilarsiz degradatsiya bilan O‘zbekiston uchun katta foydaga ishlaydi.



**E'TIBORINGIZ UCHUN RAHMAT!**