

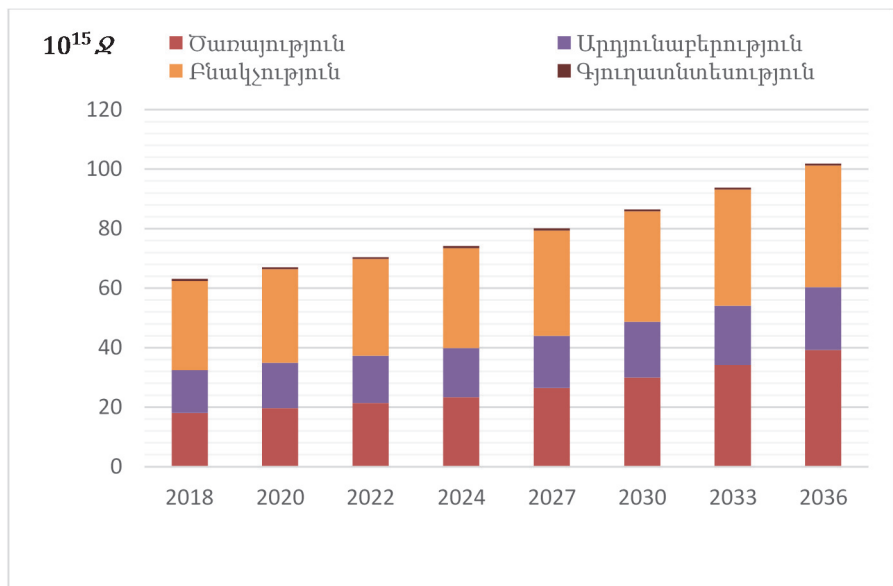
Մ.Վ. ՄԱՐՏԻՐՈՍՅԱՆ, Ժ.Ռ. ՓԱՆՈՍՅԱՆ

**ՀՀ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿ ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԿԱՅԱՆՆԵՐԻ ԻՆՏԵԳՐՄԱՆ
ԱՌԱՎԵԼԱԳՈՒՅՆ ՀՋՈՐՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ**

Ուսումնասիրվել են արևային ֆոտովոլտային էներգիա արտադրող կայանների մեծածավալ ինտեգրման խնդիրներն ու հետևանքները էլեկտրական ցանցում: Գնահատվել են տարվա տարբեր եղանակներին ցանցին միացվող բեռնվածքների գրաֆիկները, ինչպես նաև արևային ֆոտովոլտային կայանների հզորությունների ինտեգրման առավելագույն ծավալները:

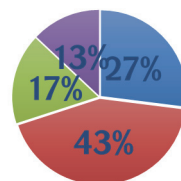
Առանցքային բաներ. ֆոտովոլտային կայան, առավելագույն հզորություն, էլեկտրական ցանցեր:

Ներածություն: Ինչպես հայտնի է, էներգետիկ համակարգի զարգացումը ցանկացած երկրում մեծապես պայմանավորված է երկրի տնտեսական զարգացածությամբ: Էներգետիկ համակարգերի զարգացումը և արդիականացումը երկրի էներգետիկ անկախության հիմնական գրավականներն են: Վերջին տարիներին, փոքր ֆինանսական ծախսերով երկրի ընդերքից հանվող վառելիքի պաշարների նվազմանը և շրջակա միջավայրի աղտոտման խնդիրների մեծացմանը զուգընթաց, շարունակաբար ավելանում է վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների պահանջարկը: Համաձայն վերջին վիճակագրության՝ ֆոտովոլտային կայանների գումարային հզորությունը ամբողջ աշխարհում կազմում է ավելի քան 401 ԳՎտ: Այս ցուցանիշը մոտավորապես չորս անգամ ավելին է 2012 թ-ի ցուցանիշից [1]: Ֆոտովոլտային համակարգերի այդպիսի կտրուկ աճը պայմանավորված է ոչ միայն փոքր ՎԷԱ կայանների համատարած կիրառմամբ, այլև հզոր, ինդուստրիալ նշանակությամբ արևային ֆոտովոլտային կայանների կառուցմամբ և ինտեգրմամբ: Այս ամենը վերաբերում է նաև ՀՀ էլեկրաէներգետիկային: Մասնավորապես՝ ՀՀ էներգահամակարգում հիմնական էներգիայի գեներացման կայանների մեծ մասի շահագործման ժամկետներն ավարտվում են մինչև 2040 թ, իսկ որոշ կայաններինը՝ էլ ավելի շուտ [2]: Մինչ այդ ՀՀ-ում էներգակիրների նկատմամբ պահանջարկն աճում է (նկ.1): Հաշվի առնելով Հայաստանի Հանրապետության էներգետիկ համակարգի երկարաժամկետ (մինչև 2036թ.) զարգացման ծրագիրում արևային էներգետիկայի զարգացման տեմպերը և ակնկալվող հզորությունները՝ անհրաժեշտություն է առաջանում՝ գնահատելու մեծածավալ հզորությամբ արևային կայանների ազդեցությունը ՀՀ-ում գործող էներգահամակարգի վրա:



Նկ. 1. ՀՀ-ում էներգակիրների նկատմամբ պահանջարկի աճի տեմպերը

ՀՀ էներգետիկ համակարգը: Հայաստանի էներգետիկ համակարգի ընդամենը տեղակայված էլեկտրաէներգիա արտադրող հզորությունը 4,200 ՄՎտ է, որի 55%-ը (2,300 ՄՎտ)՝ գործող: Մեծամորի ատոմային էլեկտրակայանի (ԱԷԿ), ջերմային էլեկտրակայանների և հիդրոէլեկտրակայանների կազմում են տեղակայված արտադրող հզորությունների գերակշիռ մասը: ԱԷԿ-ն ու հիդրոէլեկտրակայաններն ապահովում են բազային կարողությունները, մինչդեռ ջերմային էլեկտրակայաններն օգտագործվում են ձմեռային պիկերի պահանջարկը բավարարելու և բազային կարիքների ապահովման համար, երբ ԱԷԿ-ն անջատվում է ցանցից՝ վերագինման համար (2): Նկ. 2-ում բերված են ՀՀ-ում ընդհանուր արտադրող էլեկտրաէներգիայի տեսակները 2018 թ-ի դրությամբ [3]:

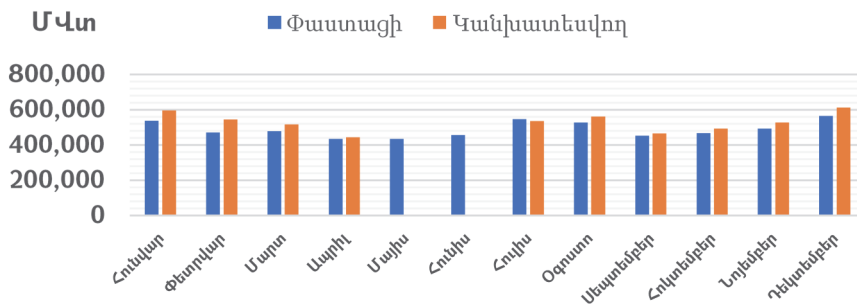


■ Ատոմային ■ Բնական գազ ■ Հիդրո ■ Հողմ, ՓՀԷԿ, Արև

Նկ.2. 2018 թ. ՀՀ-ում էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր արտադրանքը՝ ըստ տեղակայված հզորությունների տեսակների

Ինչպես տեսնում ենք, հողմակայանների փոքր ՀԷԿ-երի և Արևային կայանների հզորությունները միասին կազմում են ամբողջ հզորության 13%-ը:

Նկ. 3-ում բերված տվյալների հիման վրա կառուցվել է Հայաստանի էլեկտրական ցանցի բեռնվածքը ներքին սպառման համար տարվա ամիսների ընթացքում [4]: Գրաֆիկը բաղկացած է 2 տեսակ սյուներից: Նարնջագույն սյուներով ցույց է տրված, թե որքան էլեկտրաէներգիայի արտադրություն է պլանավորված եղել, իսկ կապույտ սյուներով՝ 2020 թ. արդյունքում փաստացի արտադրված էլեկտրաէներգիայի ծավալները: Գրաֆիկում երևում են երեք պիկային արժեքներ: Ըստ այդ պիկային արժեքները՝ Հայաստանում առավելագույն բեռնվածքը ցանցում լինում է տարվա սկզբին (հունվար ամսին), տարվա կեսին (հուլիս,օգոստոս ամիսներին) և տարվա վերջին (դեկտեմբեր ամսին):

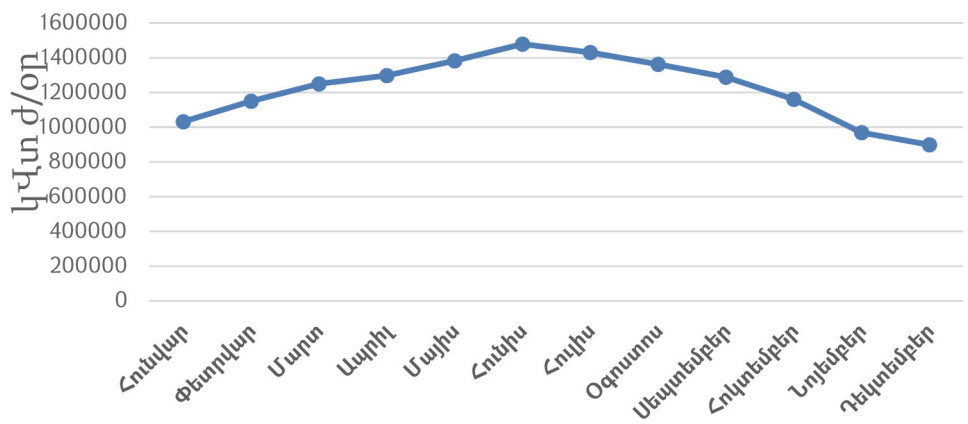


Նկ. 3. Հայաստանի էլեկտրական ցանցի բեռնվածքը ներքին սպառման համար՝ ըստ 2020 թ.-ի ամիսների

Այդ երեք առավելագույն արժեքները պայմանավորված են տարվա ցուրտ ամիսներին ջեռուցման, իսկ ամռան ամիսներին հովացման էլեկտրաէներգիայի մեծ պահանջով:

Հայաստանի էներգետիկ համակարգի մինչև 2040թ. զարգացման ռազմավարությունից երևում է, որ առանձնահատուկ շեշտադրում է արված արևային էներգետիկայի զարգացմանը: Մինչև 2040 թ. նախատեսված է 47 ՄՎտ հզորությունը դարձնել 1000 ՄՎտ, որ կկազմի 2040 թ. ամբողջ հզորության գրեթե 15 տոկոսը [3]: 2021 թ. հոկտեմբերի 1-ի դրությամբ Հայաստանի էներգետիկ համակարգում գործող արևային կայանների գումարային հզորությունը կազմում էր 47 ՄՎտ: 2021 թվականի հոկտեմբերի 1-ի դրությամբ ՀՀ հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովի կողմից տրված լիցենզիաների համաձայն՝ մինչև 2023 թ. վերջը արևային էներգետիկայի դրվածքային հզորությունը կավելանա 224 ՄՎտ-ով: Համադրելով արևային էներգետիկ կայանների դրվածքային հզորությունները՝ 2023 թ-ին դրանք կկազմեն 271 ՄՎտ:

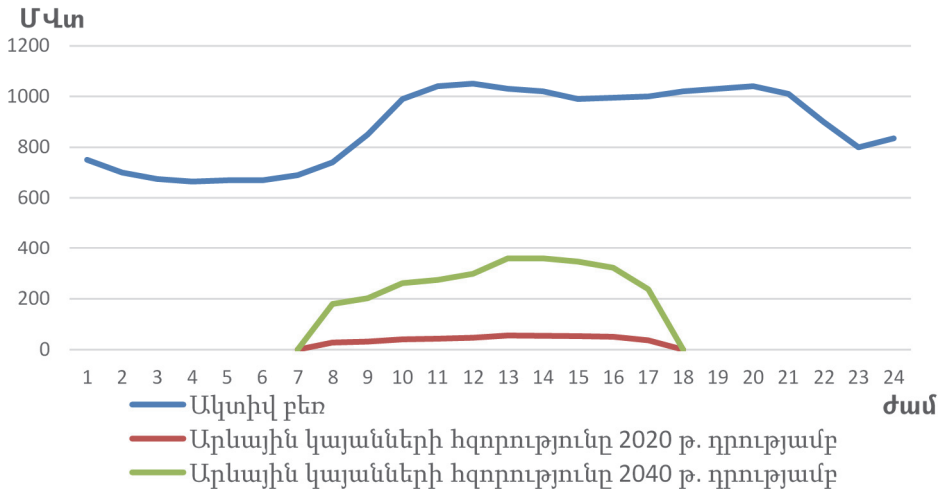
Հետազոտության արդյունքները: Հաշվի առնելով արևային էներգետիկայի զարգացման տեմպերը և նախատեսվող հզորությունները՝ իրականացվել է ուսումնասիրություն արևային կայանների գումարային հզորությունների փոփոխության վերաբերյալ՝ կախված տարվա ամիսներից: Առցանց մոդելավորվել է Հայաստանում արևային կայանների բեռնվածքի փոփոխությունն ըստ ամիսների: Որպես օրինակ ընտրվել է 271 ՄՎտ հզորությամբ արևային կայանների գումարային հզորությունը՝ հաշվի առնելով «Հայաստանի Հանրապետության էներգետիկ համակարգի երկարաժամկետ (մինչև 2040թ.) զարգացման ուղիները» ծրագրի 2040 թ. արևային կայանների ակնկալվող գումարային հզորությունը: Մոդելավորման արդյունքում ստացել ենք բեռնվածքի փոփոխության գրաֆիկը՝ ըստ տարվա ամիսների (նկ. 4): Մոդելավորումը հաշվի է առնում եղանակային փոփոխությունը՝ հիմք ընդունելով Հայաստանի համար Yandex-ի եղանակային պայմաններին համապատասխան նախորդ տարիների բազային տվյալները:



Նկ.4. Ֆոտովոլտային արևային կայանի բեռնվածքի փոփոխության գրաֆիկը տարվա ամիսներին՝ մոդելավորված ըստ helios-house առցանց համակարգի միջոցով

Հաշվի առնելով ֆոտովոլտային արևային էլեկտրակայանների աշխատանքային յուրահատկությունները՝ հաշվարկվել է 271 և 47 ՄՎտ գումարային հզորությամբ կայանների հզորությունների փոփոխությունը օրվա ընթացքում: 271 ՄՎտ հզորությունը վերցվել է Հայաստանի Հանրապետության էներգետիկ համակարգի երկարաժամկետ (մինչև 2040թ.) զարգացման ծրագրից, իսկ 56 ՄՎտ հզորությունը՝ վերականգնվող էներգետիկ ռեսուրսների օգտագործմամբ կառուցվող և արտադրող կայանների մանրամասն տեղեկանքից [5]: Ըստ այդմ՝ 2021 թ.-ի հոկտեմբեր ամսին ցանցին միացված լիցենզիա ստացած և արդեն շահագործվող կայանների գումարային հզորությունը կազմում է 47 ՄՎտ: Նկ.5-ում այդ տվյալների հիման վրա կառուցվել է ՀՀ էլեկտրական կայանների ակտիվ բեռի

գրաֆիկը 20.02.2020 թ.-ի դրությամբ: Գրաֆիկից երևում է, որ արևային կայանների պիկային հզորությունների ժամանակ՝ ժամը 13:00 ից մինչև 14:00-ը, համակարգի բեռը ցերեկային մինիմումի սահմանում է, իսկ երեկոյան պիկի ժամանակ՝ ժ.19:00, ֆոտովոլտային արտադրությունն ընդհանրապես բացակայում է [6,7]:



Նկ.5. ՀՀ էներգետիկ համակարգի ակտիվ բեռի, առկա և պլանավորվող արևային կայանների հզորությունների փոփոխությունը՝ ըստ օրվա ժամերի

Ըստ վերականգնվող էներգետիկ ռեսուրսների օգտագործմամբ կառուցվող և արտադրող կայանների մանրամասն տեղեկանքի՝ 2023 թ. ՀՀ ուն պետք է լինի 271 ՄՎտ տեղակայված հզորություն: Այս ցուցանիշը ամբողջ տեղակայված հզորության 11,7%-ն է:

Հաշվի առնելով արևային կայանների առանձնահատկությունները, ավանդական էներգահամակարգերին խոշոր արևային էլեկտրակայանների ինտեգրմանը զուգընթաց առաջանում են խնդիրներ՝ կապված համակարգի պլանավորման, էլեկտրաէներգիայի որակի, համակարգի պաշպանության հետ:

Որպես մոդել ուսումնասիրվել է աշխարհում ՎԷԱ առաջատար երկրներից մեկի՝ Գերմանիայի էլեկտրաէներգետիկական համակարգը: Գերմանիայում, ըստ 2020 թ. հրապարակած տվյալների, վերականգնվող էներգետիկական կազմում է էլեկտրաէներգիայի տարեկան սպառման 35% -ը, հողմային և արևային կայանների միջոցով, որից 19%-ը՝ արևային [8-11]: Սակայն նույնիսկ հաշվի առնելով լավագույն պայմանները արևային և հողմային էներգետիկայի համար, արտադրված հզորությունը կազմում է տեղադրված հզորության 17%, որից 9%-ը՝ արևային կայանները: Գերմանիայի փորձը ցույց է տալիս որ կայուն և անվտանգ էներգետիկ

համակարգ ունենալու համար անհարաժեշտ են փոխարինող բազային հզորություններ: Այդ հզորությունները պետք է լինեն արագ գործածվող, որպեսզի կարողանան արագ կերպով փոխհատուցել արևային և հողմային կայանների պատճառով առաջացող էլեկտրաէներգիայի բացը: Վատ եղանակային պայմաններում այդ կայանները պետք է 100%-ով փոխհատուցեն առաջացող էլեկտրաէներգիայի բացը:

Եզրակացություն: Հաշվի առնելով Հայաստանում արևային էներգետիկայի զարգացման տեմպերը և շահագործման հանձնվող կայանների հզորությունները՝ պետք է զուգահեռ ստեղծել արևային կայաններին փոխարինող հզորություններ: Նույնսիկ առաջատար երկրում, ինչպիսին է Գերմանիան, արևային էլեկտրակայանների գումարային հզորության 19%-ի դեպքում, ունենալով էներգետիկ համագործակցության մեծ եվրոպական ցանց, առաջանում են մեծ խնդիրներ կայունության ուղղությամբ: Ուստի մինչև 2024 թ., ունենալով 271 ՄՎտ դրվածքային հզորություն և հաշվի առնելով արևային էներգետիկայի եղանակային պայմաններից կախվածությունը, պետք է ստեղծվեն զուգահեռ արագ գործարկվող հզորություններ, որպեսզի հարկ եղած դեպքում դրանք կարողանան լրացնել արևային կայանների կողմից առաջացրած բացերը: Այդպիսի կայանների վառ օրինակներ են ՀԷԿ-երը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. “Snap shot of Global PV markets” IEA-PVPS. –October 2017. –P.4-16.
2. **Արակеляն Ա.Տ., Գեւորջյան Ա.Ա., Մարուխյան Վ.Յ.** Законодательство РА в сфере внедрения энергоэффективных технологий// Вестник НПА: Электротехника, Энергетика. -2020. -№1.-С.9-26.
3. «Հայաստանի Հանրապետության էներգետիկ բնագավառի զարգացման ռազմավարական ծրագիր» (մինչև 2040թ.)- էջ 1-32 <https://www.energyagency.am>
4. ՀՀ էլեկտրաէներգետիկ հաշվեկշիռ 2018թ. (ըստ ամիսների) https://energyagency.am/page_pdf/balansner
5. Վերականգնվող էներգետիկ ռեսուրսների օգտագործմամբ կառուցվող և արտադրող կայանների մանրամասն տեղեկանք: <http://www.psrc.am/public/am/Pages/topic/103>
6. Հայկական էլեկտրական կայանի ակտիվ բեռի ցուցանիշները 20.02.2021 թ-ի դրությամբ <http://www.energyoperator.am/DayGraph/aktiv.pdf>
7. **Փանոսյան Ժ.Ռ., Մոսոյան Ա.Ն.** Էներգահամակարգի վրա մեծածավալ ֆոտովոլտային համակարգերի ազդեցության վերլուծություն // ՀԱՊՀ Լրաբեր.- 2019.-մաս 2.- էջ 389-394:

8. **Փանոսյան ժ.Ռ., Մարության Ռ.Ջ.** Արդյունավետ և մրցունակ արեգակնային էլեկտրակայանների արտադրության նոր տեխնոլոգիական մշակումներ// Վերականգնվող էներգետիկան Հայաստանում. - Երևան, 2003. - էջ 96-101.
9. **Schaber K.** Integration of Variable Renewable Energies in the European power system: a model-based analysis of transmission grid extensions and energy sector coupling. - Published 2014 Engineering. Corpus ID: 106485568.
10. Գերմանիայի վերականգնվող էներգետիկայի խնդիրները Եվրոմիությունում: <https://eenergy.media>
11. Գերմանիայի էլեկտրական կայանները: <http://www.eeseaec.org/>

M.V. MARTIROSYAN, J.R. PANOSYAN

ОЦЕНКА МАКСИМАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИНТЕГРАЦИИ СОЛНЕЧНЫХ СТАНЦИЙ В ЭНЕРГОСИСТЕМУ РА

Изучены проблемы масштабной интеграции солнечных фотоэлектрических станций в электросети и их последствия. Оценены графики подключенной нагрузки к сети в разное время года, а также максимальная интеграция мощности солнечных фотоэлектрических станций.

Ключевые слова: фотоэлектрическая станция, максимальная мощность, электрические сети.

M.V. MARTIROSYAN, J.R. PANOSYAN

ASSESSING THE MAXIMUM CAPACITIES OF INTEGRATION OF SOLAR PLANTS IN THE RA ENERGY SYSTEM

The problems of a large-scale integration of solar photovoltaic power plants and the consequences in the of power network have been studied. The load schedules connected to the network at different times of the year, as well as the highest possible capacity integration of solar photovoltaic plants are estimated.

Keywords: photovoltaic plant, maximum power, power plants.