

ՑԱԾՐ ԱԾԽԱԾՆԱՅԻՆ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏ- ԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԵՎ ՀԵՌԱՆԿԱՐՆԵՐԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ

ԱՐՄԵՆ ԴԱՆԻԵԼՅԱՆ

HEINRICH BÖLL STIFTUNG
ԵՐԵՎԱՆ
Հարավային Կովկասի տարածաշրջան

Համառոտ նկարագիր

Հոդվածում ուսումնասիրվում են ցածր ածխածնային էներգիայի անցման տնտեսական մարտահրավերները հայաստանյան համատեքստում: Ընդգծվում է, որ ցածր ածխածնային էներգիայի աղբյուրների առավելությունները և թերությունները կարող են տարբեր լինել՝ կախված համատեքստից, էներգահամակարգից և տվյալ աղբյուրի օգտագործման ծավալներից: Անդրադարձ է կատարվում նաև բնապահպանական, սոցիալական, ինչպես նաև էներգահամակարգի ծախսերին: Առաջարկվում է էներգիայի աղբյուրները (արևային, հողմային, հիդրո) միանշանակ «լավ» կամ «վատ» համարելու փոխարեն դրանք ուսումնասիրել փուլ առ փուլ: Առանձնահատուկ ուշադրություն է դարձվում միջուկային էներգիային: Թեև հոդվածում ներկայացված են վերականգնվող էներգիայի քանակական գնահատականներ, որոնք ստացվել են այլ հետազոտությունների արդյունքում, առաջնային նպատակը խնդրի տնտեսական բաղադրիչի վերլուծությունն է:

Այս հոդվածում արտահայտված մտքերը հեղինակինն են և չեն արտահայտում Հայնրիխ Բյոլ հիմնադրամի Հարավային Կովկասի տարածաշրջանի երևանյան գրասենյակի տեսակետը:

Շապիկի լուսանկարը՝ freepik

Հեղինակի մասին

Արմեն Դանիելյանը էներգետիկ ոլորտի տնտեսագիտության և կառավարման հետազոտող է, Հայաստանի ամերիկյան համալսարանի Յակոբեան բնապահպանական կենտրոնի դասախոս: Ավարտել է Լոզանի բիզնես դպրոցի կառավարման բակալավրը և Օքսֆորդի համալսարանի էներգետիկ համակարգերի մագիստրատուրան: Հայաստանի գիտության և տեխնոլոգիաների նախաձեռնությամբ իրականացված «Հայաստանի էներգետիկ անկախության ճանապարհային քարտեզ» հետազոտության համահեղինակներից է:

Հեղինակը շնորհակալություն է հայտնում **Դավիթ Դավիդյանին** և **Ռուդոլֆ Եզանյանին** օգտակար մեկնաբանությունների և դիտողությունների համար: Հնարավոր անճշտությունների և սխալների պատասխանատուն բացառապես հեղինակն է:

Բովանդակություն

1 |

2 |

3 |

4 |

5 |

1

Ներածություն

Ինչպես ազգային անվտանգությանը և միջազգային հարաբերություններին առնչվող և մեծ ծախսեր ենթադրող բազմաթիվ բնագավառներ, էներգետիկան խիստ քաղաքականացված ոլորտ է: Եվ ինչպես մյուս քաղաքականացված ոլորտներում, այստեղ ևս խնդիրները հաճախ քննվում են կտրուկ կերպով՝ առանց հաշվի առնելու դրանց նրբությունները: Օրինակ՝ էներգիայի աղբյուրները հաճախ դասակարգվում են «մաքուր» և «ոչ մաքուր» կամ «անվտանգ» և «վտանգավոր» խմբերի, թեև գործնականում այդ բնութագրերը հարաբերական են թե՛ էներգետիկ տեխնոլոգիաների հարաբերական վերլուծության, թե՛ տվյալ աղբյուրի օգտագործման ծավալի առումով: Անշուշտ, դասակարգումն անհրաժեշտ է խնդիրը հստակ և հակիրճ ներկայացնելու համար: Այսուամենայնիվ, չպետք է մոռանալ, որ հազվադեպ են լինում միանշանակ «վատ» կամ «լավ» լուծումներ. դրանց մեծ մասը փոխզիջումների արդյունք է:

Տնտեսագիտության հիմնադրույթներից մեկը ռեսուրսների սակավության սկզբունքն է. չկան բավարար ռեսուրսներ բոլորի պահանջմունքները բավարարելու համար, ինչը ստիպում է ընտրություն կատարել: Ինչպես նշում է տնտեսագետ Թոմաս Սոուելը, քաղաքականության սկզբունքը տնտեսագիտության ելակետային դրույթն անտեսելն է: Քաղաքական ռազմավարություններում հաճախ ակնառու է գրեթե բոլոր նպատակներին հասնելու ձգտումը, մինչդեռ փոխզիջման մասին առանձնապես խոսք չկա: Օրինակ՝ ըստ ՀՀ էներգետիկայի բնագավառի զարգացման ռազմավարական ծրագրի (մինչև 2040 թվականը)¹ տեսլականի՝ ոլորտը պետք է լինի «ներառական և դիվերսիֆիկացված, էներգետիկ անկախության բարձր մակարդակով», «մաքուր և էներգախնայող, կայուն զարգացող», «հուսալի և անվտանգ», միևնույն ժամանակ՝ «հասանելի և արդարացի բոլորի, բավարար չափով մատչելի խոցելի խավի, ինչպես նաև ներդրողների համար»: Թեև թվարկված նպատակներից յուրաքանչյուրը ողջունելի է, բոլոր խնդիրներին լուծում տալու տեսլականում բացակայում է ծախսերի, այսինքն՝ առաջնահերթությունների հարցը: Այս վերլուծության նպատակը ոչ թե կոնկրետ ծրագրի քննադատությունն է (նման մոտեցումը բնորոշ է քաղաքականության փաստաթղթերին), այլ տեսական հարցադրումների և իրականության տարբերակումը: Որոշումների կայացման գործընթացում որոշ նպատակներ աստիճանաբար զոհաբերվում են հանուն այլ նպատակների:

¹ | https://api.mtad.am//storage/pages/files/2023/11/pdf/22_12-30-sc546-655dbc226f18b.pdf

Հոդվածի նպատակն է իրազեկել այն ընթերցողներին, որոնք չունեն խորքային գիտելիք էներգետիկ բնագավառի վերաբերյալ, սակայն հետաքրքրված են ոլորտի խնդիրներով (այդ թվում՝ հայաստանյան համատեքստում) և ցանկանում են տեղեկացված քաղաքացիներ լինել: Մասնավորապես, դիտարկվելու են ցածր ածխածնային էներգիայի այն աղբյուրները, որոնք չունեն մթնոլորտային օդն աղտոտող արտանետումներ և առանցքային տեղ են զբաղեցնում կլիմայական փոփոխություններին և էներգետիկ անվտանգությանը առնչվող քննարկումներում (հատկապես ներմուծումից կախված Հայաստանի համար): Հոդվածում օգտագործվում է ոչ թե «մաքուր», այլ «ցածր ածխածնային» եզրույթը, քանի որ ցածր ածխածնային տեխնոլոգիաները ենթադրում են այլ բնապահպանական ծախսեր, որոնք որոշակի պայմաններում և օգտագործման եղանակների դեպքում կարող են գերազանցել ածխածնային արտանետումների ծախսերը:

Հարկ է նշել, որ հոդվածում ներկայացված բազմաթիվ տվյալներ և դրույթներ կարող են կորցնել արդիականությունը առաջիկա հինգից տասը տարում՝ հաշվի առնելով էներգետիկ ոլորտի զարգացման դինամիկ բնույթը: Այսուամենայնիվ, եթե ընթերցողն ընդհանուր պատկերացում կազմի էներգիայի տարբեր աղբյուրների և դրանց հարցում խելամիտ ընտրություն կատարելու Հայաստանի հանձնառության մասին, ապա հոդվածը ծառայել է իր նպատակին:

Հոդվածում շոշափվում են ցածր ածխածնային էներգիայի զարգացմանն առնչվող մի շարք հարցեր: Առանձին խնդիրների (մասնավորապես՝ Հայաստանի էներգետիկ անվտանգության և անկախության գործում միջուկային և վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների նշանակության մասին) համապարփակ վերլուծությանը ծանոթանալու համար խորհուրդ է տրվում կարդալ Հայաստանի էներգետիկ քաղաքականության մասին Միջազգային էներգետիկ գործակալության (ՄԷԳ) [2022 թվականի զեկույցում](#), ինչպես նաև Հայաստանի գիտության և տեխնոլոգիաների հիմնադրամի պատրաստած [Հայաստանի էներգետիկ անկախության ճանապարհային քարտեզում](#):

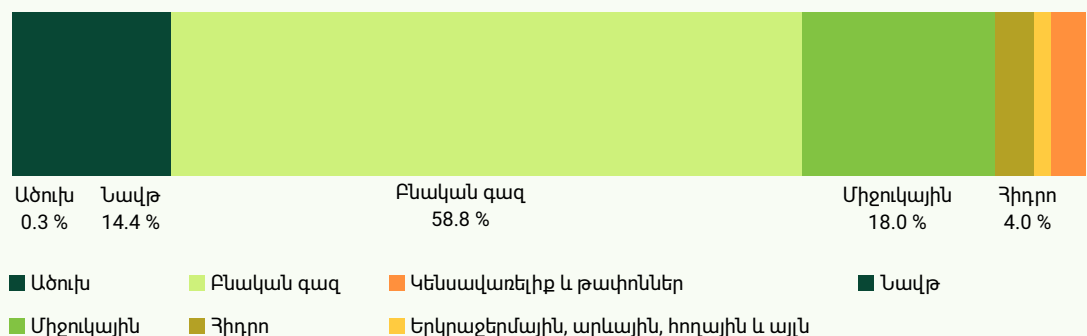
2

Ցածր ածխածնային էներգիան և անվտանգությունը

2.1 Էներգիայի աղբյուրները Հայաստանում

Հայաստանը մեծապես կախված է էներգակիրների ներմուծումից: Առաջնային էներգիայի աղբյուրների մատակարարման զգալի մասը (գրեթե 90 տոկոսը) ապահովել են ներկրվող բնական գազը, նավթը և միջուկային վառելիքը (Գծապատկեր 1): Չնայած այս հանգամանքին՝ միջուկային էներգիան հաճախ համարվում է էներգիայի ներքին աղբյուր: Այս մոտեցման պատճառներին անդրադարձ կլինի հոդվածի վերջին մասում: Հայաստանի էներգետիկ համակարգի խոցելիությունը պայմանավորված է ոչ միայն ներմուծումից կախվածությամբ, այլև մատակարարների բազմազանության պակասով: Միջուկային վառելիքը, նավթի մոտ 70 տոկոսը² և բնական գազի մոտ 83 տոկոսը³ ներկրվում են Ռուսաստանից, իսկ մնացած գազը՝ Իրանից: Անկախությունից ի վեր Թուրքիայի և Ադրբեջանի հետ թշնամական հարաբերությունները լրջորեն խոչընդոտել են Հայաստանի ինտեգրումը տարածաշրջանային էներգահամակարգերին, ինչը սահմանափակել է երկրի էներգամատակարարման այլընտրանքային հնարավորությունները:

Էներգիայի ընդհանուր առաջարկը Հայաստանում (2022 թ.)



Առաջնային էներգիայի մատակարարման մասին խոսելիս հարկ է հիշել, որ այդ էներգիայի զգալի մասը կորչում է փոխակերպման արդյունքում, և միայն մի մասն է հասանելի վերջնական սպառման համար: Օրինակ՝ միջուկային վառելիքում պարու-

2| <https://evnreport.com/economy/armenias-economic-dependence-on-russia-how-deep-does-it-go/>

3| <https://psrc.am>

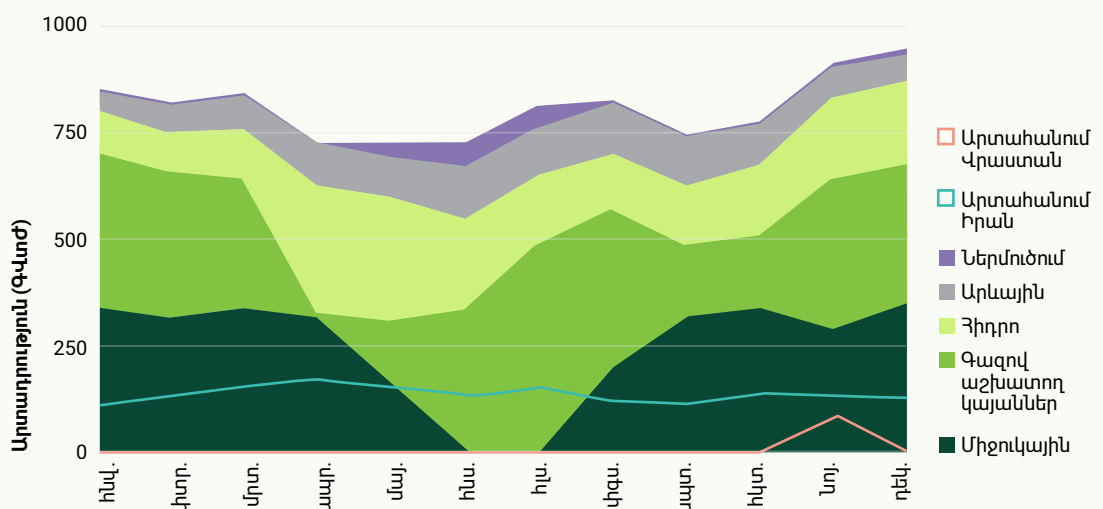
Նակվող էներգիայի միայն մեկ երրորդն է փոխակերպվում ատոմային էլեկտրակայանում: Նախքան շենքերին հասնելը, այդ էներգիայի մի մասն էլ կորչում է տրանսֆորմատորներում, ենթակայաններում և էլեկտրահաղորդման գծերում: Թեև Գծապատկեր 1-ը չի արտացոլում վերջնական սպառման կառուցվածքը, արտաքին աղբյուրներից կախվածության բարձր մակարդակն ակնառու է:

Տրանսպորտի համար հիմնականում օգտագործվում է հանածո վառելիք: Այդպես է նաև ջեռուցման դեպքում, թեև վերջին տարիներին արևային ջրատաքացուցիչները լայն կիրառություն են գտել: Էլեկտրաէներգիայի մոտավորապես 40 տոկոսն արտադրվում է ջերմային էլեկտրակայաններում, որոնք որպես շարժիչային վառելիք օգտագործում են բնական գազ: Էլեկտրաէներգիայի մյուս հիմնական աղբյուրներն են ատոմային էլեկտրակայանը, հիդրոէլեկտրակայանները, ինչպես նաև վերջին շրջանում տարածում գտած արևային ֆոտովոլտային (ՖՎ) կայանները: Ստորև (Գծապատկեր 2) պատկերված է էլեկտրաէներգիայի արտադրության կառուցվածքը 2024 թվականին: Կանաչով ներկայացված է միջուկային էներգիան, նարնջագույնով՝ գազով աշխատող կայանների, կապույտով՝ հիդրոէլեկտրակայանների և դեղինով՝ արևային ֆոտովոլտային կայանների արտադրած էներգիան: Ներառված են նաև ներմուծման և արտահանման տվյալները:

Գծապատկեր 2:

Էլեկտրաէներգիայի տարեկան սպառումը Հայաստանում (կազմվել է հեղինակի կողմից): Տվյալների աղբյուրը՝ <https://www.psrc.am>

Էլեկտրաէներգիայի տարեկան սպառումը Հայաստանում (2024 թ.)



Ցածր ածխածնային էներգիայի արտադրության և էներգետիկ անվտանգության համատեքստում հարկ է առանձնացնել մի քանի կարևոր կետեր: Նախ, Հայաստանում էլեկտրաէներգիայի արտադրության մոտ 60 տոկոսը ապահովում են ցածր ածխածնային էներգիայի աղբյուրները: Արտադրության ծավալների տեսանկյունից ամենահուսալին միջուկային էներգիան է՝ չնայած էլեկտրաէներգիայի ամենամյա անջատումներին, որոնք արվում են Մեծամորի կայանի լիցքավորման և շահագործման ժամկետը երկարացնելու նպատակով (այս դեպքում՝ ամառային ամիսներին): Այս ընթացքում պահուստային հզորությունը, որպես կանոն, ապահովում է բնական գազը:

Անջատումներն ուշ գարնանը կամ վաղ ամռանը պլանավորելը թույլ է տալիս լրաց-
նել հզորության բացը հիդրոէներգիայի արտադրության աճի հաշվին, ինչը պայմա-
նավորված է տեղումների բարձր մակարդակով: Ընդհանուր առմամբ, հիդրոէներգիան
ունի սեզոնային բնույթ՝ փոքրածավալ արտադրություն աշնան և ձմռան ամիսներին
և մեծածավալ՝ գարնան և ամռան ամիսներին: Տարվա ընթացքում հնարավոր են
նաև էական տատանումներ: Արևային էներգիան ևս փոփոխական է. ամռանն ար-
տադրությունը բարձր է, ձմռանը՝ ցածր (ընդ որում, արձանագրվում են օրական կտրուկ
տատանումներ): Հայաստանում ցածր ածխածնային էներգիայի այլ նշանակալի
աղբյուրներ չկան, թեև դիտարկվում են հողմային և երկրաջերմային էներգիայի զար-
գացման հնարավորությունները:

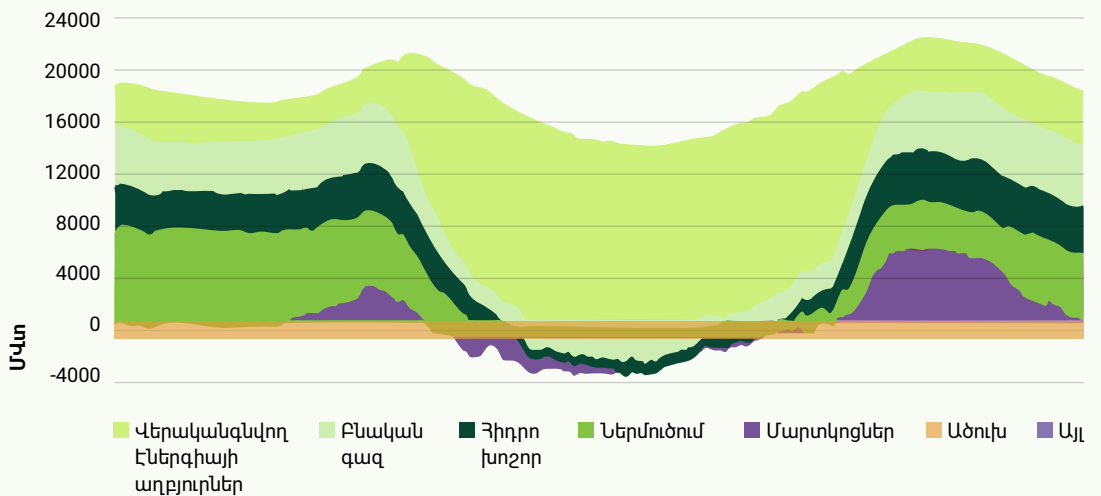
Վերոնշյալից կարելի է եզրակացնել, որ ցածր ածխածնային էներգիայի աղբյուրների
նշանակությունը Հայաստանի էներգետիկ անկախության հարցում փոփոխվում է ժա-
մանակի ընթացքում: Ամսական կտրվածքով անկախության ամենաբարձր մակար-
դակն արձանագրվում է ապրիլին (պայմանով, որ միջուկային էներգիան դիտարկվի
որպես ներքին աղբյուր, ինչը կհիմնավորվի հոդվածի վերջին մասում): Այդուհանդերձ,
էներգետիկ համակարգի համար ամենախոցելի շրջանը ձմեռային ամիսներն են՝
պայմանավորված էլեկտրաէներգիայի պահանջարկի աճով, ինչպես նաև արևային
և հիդրոէներգիայի սակավությամբ: Հայաստանում էներգետիկ անկախության ամե-
նացածոր մակարդակը գրանցվում է ձմեռային երեկոներին: Ջեռուցմամբ պայմա-
նավորված՝ ձմռանն աճում է նաև բնական գազի պահանջարկը, ինչն իր հերթին մե-
ծացնում է ներմուծումից կախվածությունը:

2.2 Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների նշանակությունը էներգետիկ անվտանգության ամրապնդման գործում

Ներկայիս իրավիճակի համառոտ նկարագրությունը թույլ է տալիս հասկանալ, թե
ինչպես են ցածր ածխածնային տեխնոլոգիաները նպաստում Հայաստանի էներգե-
տիկ անվտանգության ամրապնդմանը: Սկսենք էլեկտրաէներգիայի արտադրությու-
նից: Երկրում էլեկտրաէներգիայի ամենաարագ զարգացող աղբյուրներից մեկը
արևային էներգիան է, որի մասնաբաժինը էներգահամակարգում 2020 թվականին
կազմում էր 0.3 տոկոս, մինչդեռ 2024 թվականին հասել է արդեն 8.3 տոկոսի⁴: Զանի
որՀայաստանը համեմատաբար արևոտ երկիր է, էներգետիկ անվտանգության և կլի-
մայական փոփոխությունների մասին քննարկումներում հաճախ է շեշտվում արևային
էներգիայի ներուժը: Այսուամենայնիվ, արևային արտադրության մեծ մասնաբաժնի
դեպքում առաջանում են էներգիայի հավասարակշռման խնդիրներ (այս մասին՝ հա-
ջորդ բաժնում), իսկ արևային էներգիայի դերը էներգետիկ անվտանգության հարցում
խիստ սահմանափակ է «ավտոկոռելյացիա» կոչվող երևույթի պատճառով: Տվյալ
դեպքում այս եզրույթը վերաբերում է այն պարզ իրողությանը, որ բոլոր արևային վա-
հանակները էլեկտրաէներգիա են արտադրում մոտավորապես օրվա նույն ժամերին:

4 | Ըստ ՀՀ հանրային
ծառայությունները կարգավորող
հանձնաժողովի տվյալների՝
արևային էլեկտրաէներգիայի
գրեթե կեսն արտադրվում
է առանձին սպառողների
ինքնավար արևային
համակարգերի միջոցով:

Եթե մի վահանակ տեղադրվի Սյունիքում, իսկ մյուսը՝ Շիրակում, լավագույն դեպքում երկուսն էլ կսկսեն էներգիա արտադրել առավոտյան, կեսօրին արտադրությունը կհասնի առավելագույնին, իսկ երեկոյան՝ կնվազի: Վատ եղանակային պայմանների (օրինակ՝ ամպամածության) դեպքում սահմանափակվում է վահանակների արդյունավետությունը մեկ կամ միաժամանակ երկու տեղակայանքներում էլ: Վահանակների ավելացումն ի վերջո ցերեկային ժամերին առաջացնում է էլեկտրաէներգիայի ավելցուկ, որի պահանջարկը չկա: Այս ավելցուկը վերջիվերջո կրճատվում է, այսինքն՝ վատնվում: Այս երևույթը ներկայացված է ստորև (Գծապատկեր 3) Կալիֆոռնիայի էլեկտրաէներգիայի արտադրության օրինակով (ապրիլ 16, 2024 թվական):



5 | Բնական գազով աշխատող էլեկտրակայանները հոծարակա՛մ կրճատում են արտադրության ծավալները, քանի որ արևային էներգիան շուկայում վաճառվում է ավելի էժան գնով առանց վառելիքի արտադրվելու շնորհիվ: Սակայն Նույնիսկ գազով կամ ածխով աշխատող կայանների, էլ չասած ատոմակայանների լրիվ կանգնեցումը և ժամեր անց վերագործարկումը չափազանց ծախսատար և տեխնիկապես բարդ գործընթաց է:

6 | Կալիֆոռնիայի էներգետիկ համակարգի անկախ օպերատորի պատրաստած «Վերականգնվող էներգիայի արտադրողականության մասին հաշվետվության» (ապրիլի 24, 2024) համաձայն՝ արևային էլեկտրաէներգիայի կրճատման մեկ այլ պատճառ է էլեկտրահաղորդման գծերի ոչ բավարար թողունակությունը, ինչն ընդգծում է մյուս խնդիրը՝ էներգիայի պահեստավորման ծախսատարությունը:

Ինչպես երևում է Գծապատկեր 3-ից, ցերեկային ժամերին վերականգնվող էներգիայի արտադրության աճը պայմանավորված է արևային էներգիայով: Եթե որոշ էլեկտրակայաններ (օրինակ՝ բնական գազով աշխատող) հարմարվում են փոփոխություններին՝ կրճատելով արտադրանքը, ապա մյուսները (օրինակ՝ ատոմակայանները) այդքան էլ ճկուն չեն: Նույնիսկ գազով կամ ածխով աշխատող ջերմաէլեկտրակայանների կանգնեցումը և վերագործարկումը զգալի ծախսեր են պահանջում: Բացի այդ, վերականգնվող էներգիայի մյուս աղբյուրները (օրինակ՝ հողմային, հիդրո) չեն կարող հեշտությամբ իրենց տեղը զիջել արևային համակարգերին և զրկվել եկամտից⁵: Արդյունքում ցերեկային ժամերին առաջանում է էլեկտրաէներգիայի ավելցուկ, որի զգալի մասը հաճախ կորչում է: Այս փուլում լրացուցիչ արևային վահանակների տեղադրումը կարող է բարձրացնել էներգետիկ անկախության մակարդակն ամպամած օրերին, բայց այն աստիճանաբար ավելի թանկ կարժենա՝ հաշվի առնելով արևոտ օրերին կորսված էլեկտրաէներգիայի ծավալները: Ապրիլը վերը նկարագրվածի տիպիկ օրինակ է. տարվա հենց այս ժամանակահատվածում է Կալիֆոռնիան կրճատել իր արտադրած արևային և հողմային էներգիայի 12.7 տոկոսը: Պատճառներից մեկը այդ ամսին էլեկտրաէներգիայի ցածր պահանջարկն է (առանձնապես ջեռուցման կամ հովացման կարիք չկա)⁶:

Ավտոկոռեյացիայի խնդրի լուծման մի քանի տարբերակ կա: Ամենաակնառուն ավելցուկային էներգիան հարևան երկրներին վաճառելն է, ինչը թույլ է տալիս որոշ չափով մեծացնել արևային էներգիայի մասնաբաժինը էներգահամակարգում: Սակայն խնդիրը բարդանում է, երբ հարևան երկրները նույնպես զբաղվում են արևային համակարգերի զարգացմամբ: Քանի դեռ առևտուրը չի իրականացվում ժամային տարբեր գոտիներում գտնվող երկրների միջև, երբ արեգակնային ակտիվության մակարդակը տարբերվում է, այն չի կարող խնդրի լիարժեք լուծում հանդիսանալ: Հարկ է նշել, որ Հայաստանը ներկայումս չունի ժամային գոտիներով տարանջատված էլեկտրաէներգիայի առևտրային հարաբերություններ և սահմանափակված է միայն Վրաստանի և Իրանի հետ համագործակցությամբ:

Երկրորդ տարբերակը ցերեկային ժամերին ավելցուկային էլեկտրաէներգիան կուտակելը և երեկոյան վաճառելն է: Սակայն էլեկտրաէներգիայի պահեստավորման տեխնոլոգիաները չափազանց թանկ են՝ չնայած այն հանգամանքին, որ վերջին տարիներին քիմիական մարտկոցների արժեքը զգալիորեն նվազել է⁷:

Երրորդ տարբերակը էլեկտրաէներգիայի սակագնի իջեցումն է ցերեկային ժամերին, երբ առկա է դրա ավելցուկ, ինչը կարող է խրախուսել սպառողներին էլեկտրաէներգիա օգտագործել այդ ժամերին: Նորարարական սակագնային մեխանիզմները և թվայնացման գործընթացը (օրինակ՝ «խելացի» սարքեր, որոնք ավտոմատ արձագանքում են գների փոփոխությանը) կարող են նպաստել այս լուծմանը, թեև սպառողների մեծամասնությունը պատկերացում չունի տվյալ պահին էլեկտրաէներգիայի արտադրության իրական ծախսերի մասին: Այսպիսով, չնայած երեք լուծումների մասնակի կիրառմանը՝ հիմնական մարտահրավերները պահպանվում են: Թեև տարեկան կտրվածքով Հայաստանում արտադրվում է ավելի շատ արևային էներգիա, քան էլեկտրաէներգիայի սպառման ծավալը, միայն այն հանգամանքը, որ այդ էներգիան արտադրվում է հիմնականում ցերեկային ժամերին, էականորեն նվազեցնում է արևային էներգիայի դերակատարությունը էներգետիկ անվտանգության ապահովման գործում:

Հողմային էներգիան Հայաստանում զարգացած չէ, սակայն արևայինի համեմատ ունի մի շարք առավելություններ: Նախ, քամոտ տարածքներում քամի կա թե՛ ցերեկը և թե՛ գիշերը: Երկրորդ, քամին ուժգնանում է ձմռանը, երբ էլեկտրաէներգիայի պահանջարկը բարձր է⁸, ինչպես նաև գիշերային ժամերին, երբ անհրաժեշտ է լրացնել արևային էներգիայի արտադրությունը: Երրորդ՝ ավտոկոռեյացիայի աստիճանը զգալիորեն ցածր է: Եթե մեկ հողմակ տեղադրվի Շիրակում, իսկ մյուսը՝ Սյունիքում, դրանց բարձր արտադրողականության ժամերը կարող են հապես տարբերվել: Վերը թվարկվածը հաշվի առնելով՝ բազմաթիվ երկրներ արևայինի փոխարեն մեծացրել են հողմային էներգիայի արտադրության մասնաբաժինն էլեկտրական ցանցերում: Արևային էներգիայի արտադրության գծով առաջատար երկրներում այդ մասնաբաժինը դեռևս չի անցել 15-20 տոկոսի շեմը: Այն երկրները, որոնք արձանագրել են ավելի բարձր ցուցանիշ, հանդիսանում են նաև էլեկտրաէներգիայի զուտ ներմուծողներ: Միևնույն ժամանակ, հողմային էներգիայի արտադրության ոլորտում արձանագրվել են նշանակալի հաջողություններ, հատկապես՝ Դանիայում, որտեղ էլեկտրաէներգիայի գրեթե 60 տոկոսը ստացվում է քամու միջոցով⁹: Հողմակների

7 | Տե՛ս Միջազգային էներգետիկ գործակալության պատրաստած «Մարտկոցները և անվտանգ անցումային գործընթացները էներգետիկ ոլորտում» վերտառությամբ զեկույցը (Գծապատկեր 1.2):

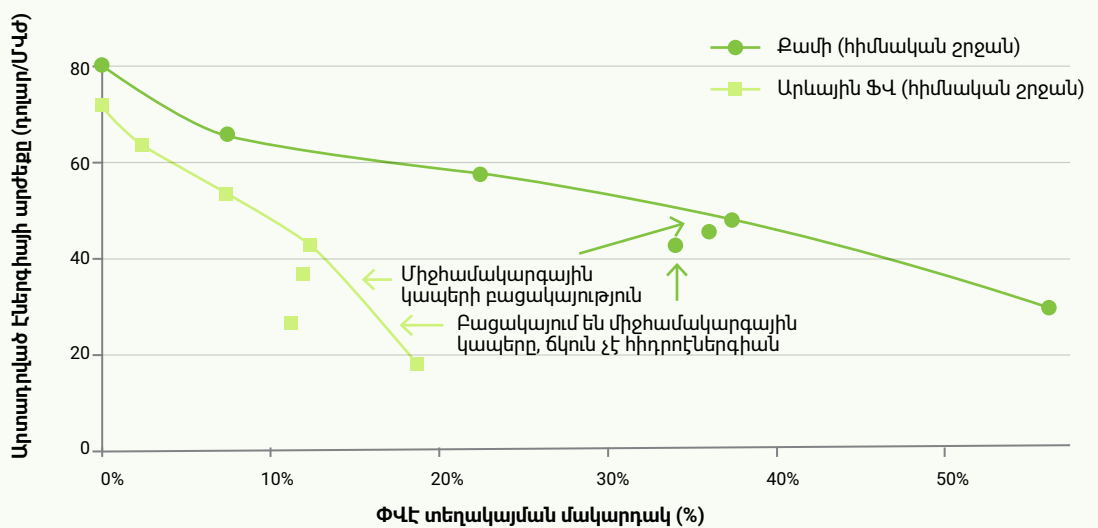
8 | Վերջին շրջանում ամառային սեզոնին էլեկտրաէներգիայի սպառումը Հայաստանում մոտենում է ձմռան ցուցանիշներին, ինչը պայմանավորված է օդորակիչների օգտագործմամբ:

9 | «Վաթսունչորս երկիր, որոնք 2024 թվականին էլեկտրաէներգիայի արտադրության 50-100 տոկոսը ստացել են քամու, ջրի և արևի միջոցով» վերտառությամբ ուսումնասիրության համաձայն՝ Նամիբիան ունի արևային էներգիայի արտադրության ամենամեծ մասնաբաժինը (38 տոկոս), սակայն ներմուծում է էլեկտրաէներգիայի սպառման գրեթե 70 տոկոսը (ՄԷԳ 2024), ինչի արդյունքում արևային էներգիայի փաստացի մասնաբաժինը էներգիայի աղբյուրների մատակարարման մեջ կազմում է մոտ 12 տոկոս:

10 | Տարբեր գնահատականների համաձայն՝ Հայաստանում հողմային էներգիայի ներուժը ցածր է արևայինի համեմատությամբ: ՀՀ էներգետիկայի բնագավառի զարգացման ռազմավարական ծրագիրը (մինչև 2040 թվականը) նախատեսում է մինչև 2030 թվականը արևային էներգիայի արտադրության մասնաբաժինը հասցնել 1000 ՄՎտ, մինչդեռ հողմային էներգիային՝ մինչև 2040 թվականը առավելագույնը 500 ՄՎտ (ուղղակի համեմատությունը կարող է մոլորեցնող լինել): Հայաստանի էներգետիկ անկախության ճանապարհային քարտեզի արագացված սցենարով ենթադրվում է 2605 ԳՎտ՝ արևային և 1340 ԳՎտ՝ հողմային էներգիայի արտադրություն:

Գծապատկեր 4: Հողմային և արևային ֆոտովոլտային կայանների արտադրած էներգիայի շուկայական արժեքը որպես ֆունկցիա՝ կախված էլեկտրաէներգիայի արտադրության մեջ դրանց մասնաբաժնից: Աղբյուրը՝ Տնտեսական համագործակցության և զարգացման կազմակերպություն (ՏՀԶԿ)/Ատոմային էներգիայի գործակալություն (ԱԷԳ), 2019 թվական:

տեղադրման համար հատկապես գրավիչ են բաց ջրատարածքները: Սակայն հողմային էներգիայի արտադրությանը ևս բնորոշ են և՛ ավելցուկային էներգիայի, և՛ թերմատակարարման խնդիրները (որոշ առանձնահատկություններով հանդերձ): Թեև քամի կարող է լինել թե՛ գիշերը, թե՛ ցերեկը, երբեմն տևական ժամանակ (օրերով) քամի չի արձանագրվում, մինչդեռ արևը ծագում է ամեն առավոտ, նույնիսկ եթե պատված է ամպերով: Բացի այդ, Հայաստանի շատ քամոտ տարածքներ դժվարամատչելի են, ինչը մեծացնում է հողմակների և հարակից ենթակառուցվածքների տեղադրման արժեքը: Այսպիսով, չնայած աշխարհում հողմային էներգիայի սպառման աճին՝ Հայաստանում այն ավելի սահմանափակ նշանակություն կունենա արևայինի համեմատ: Այսուամենայնիվ, հարկ է ընդգծել հողմային էներգիայի կարևորությունը երեկոյան ժամերին և ձմռան ամիսներին¹⁰:



Վերոնշյալը վկայում է, որ չնայած տարվա մեջ որոշակի ժամերի Հայաստանի պահանջարկը լիովին բավարարելու համար անհրաժեշտ արևային և հողմային էներգիայի առկայությանը՝ փոփոխականության և ավտոկոռնեյացիայի խնդիրները գործնականում սահմանափակում են դրանց զարգացման հնարավորությունները: Ինչպես նշվեց ներածության մեջ, հարցը ոչ թե արևային և հողմային էներգիաների «լավ» լինելն է, այլ թե որքան օգուտ է ստացվում այդ էներգիաների արտադրության աստիճանական ավելացումից: Տնտեսական համագործակցության (ՏՀԶԿ)/Ատոմային էներգիայի գործակալության (ԱԷԳ) իրականացրած մոդելավորումները ցույց են տալիս (Գծապատկեր 4), թե որքան արագ է նվազում արևային և հողմային էներգիայի արժեքը, երբ մեծանում է էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր արտադրության մեջ դրանց մասնաբաժինը: Այս գործոնը պայմանավորված է նաև միջցանցային կապերով և պահեստավորման տեխնոլոգիաներով (հիդրոկուտակիչ էլեկտրակայաններ, ամբարտակներ): Եթե այս տեխնոլոգիաները բավականին մատչելի դառնան, արևային և հողմային էներգիայի նշանակությունը Հայաստանի էներգետիկ անվտանգության ապահովման գործում կարող է զգալիորեն բարձրանալ: Մասնավորապես՝ միջնաժամկետ հեռանկարում քիմիական մարտկոցների, իսկ երկարաժամկետ հեռանկարում՝ ջրածնի պահեստավորման տեխնոլոգիաների ծախսերի նվազումը կա-

րող են նպաստել էներգահամակարգում վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների կշռի մեծացմանը: Սակայն մոտ ապագայում անհրաժեշտ են ցածր ածխածնային էներգիայի առավել հուսալի աղբյուրներ՝ ապահովելու էլեկտրաէներգիայի կայուն մատակարարում հատկապես արևային և հողմային էներգիայի ցածր արտադրության ժամանակահատվածում: Դրանց թվում է միջուկային էներգիան, որին անդրադարձ կլինի հոդվածի վերջին մասում: Այդպիսի աղբյուրներ են հանդիսանում նաև հիդրոէներգիան, երկրաջերմային էներգիան և կենսագազը¹¹:

Ինչպես նշվեց, թվարկված տեխնոլոգիաներից յուրաքանչյուրը որոշակի դեր ունի էներգետիկ անվտանգության ամրապնդման գործում, սակայն դրանցից ոչ մեկը չի կարող համարվել լիարժեք լուծում: Թեև Հայաստանի հիդրոէներգետիկ ներուժը զգալիորեն մեծացել է, այսուամենայնիվ այն մեծապես կախված է տվյալ ամսվա մթնոլորտային տեղումների քանակից: Ի տարբերություն այնպիսի երկրների, ինչպիսիք են Շվեյցարիան, Նորվեգիան կամ Վրաստանը, Հայաստանը չունի խոշոր բնական ջրամբարներ: Հիդրոէներգիայի ամսական արտադրությունը կարող է տատանվել երեքից չորս անգամ: Վերջին տարիներին հիդրոէլեկտրակայաններն ապահովել են Հայաստանի էլեկտրաէներգիայի արտադրության մոտ 20 տոկոսը: Թեև հետագա զարգացման որոշակի հնարավորություններ դեռևս կան, քիչ հավանական է, որ հիդրոէներգիայի մասնաբաժինն էապես փոխվի: Տեսականորեն կարելի է օգտագործել Սևանա լճի ջուրը, սակայն միայն ջրի մակարդակի իջեցման հաշվին:

Երկրաջերմային էներգիան դեռևս զարգացած չէ Հայաստանում, սակայն վերջինիս հզորությունը գնահատվում է 150 ՄՎտ¹², որը կարող է ամբողջ տարին կանոնավոր ապահովել ընթացիկ տարվա էլեկտրաէներգիայի սպառման 17 տոկոսը: Սա կարևոր առավելություն է արևային, հողմային և նույնիսկ հիդրոէներգիայի համեմատ: Չնայած Հայաստանում զգալի քանակությամբ գյուղատնտեսական թափոնների առկայությանը՝ կենսագազի արտադրության հեռանկարը մնում է անորոշ թափոնների հավաքման և վերամշակման բարձր լոգիստիկ ծախսերի պատճառով: Կենսագազի տեսական ներուժը գնահատվում է 412 միլիոն խորանարդ մետր¹³, որը համարժեք է բնական գազի ներկայիս սպառման մոտ 15 տոկոսին, սակայն ավելի ճշգրիտ գնահատական ակնկալվում է Յակոբեան բնապահպանական կենտրոնի կողմից իրականացնող հետազոտության արդյունքում:

11| Թեև կենսագազի այրման ժամանակ ածխածին է արտազատվում, վերջինս ի սկզբանե կլանված է մթնոլորտից և ի տարբերություն հանածո վառելիքի, մթնոլորտում ածխաթթու գազի կոնցենտրացիայի զուտ աճի պատճառ չի դառնում:

12. Համաշխարհային բանկ, 2015 թվական:

13. Յակոբեան բնապահպանական կենտրոն, 2020 թվական:

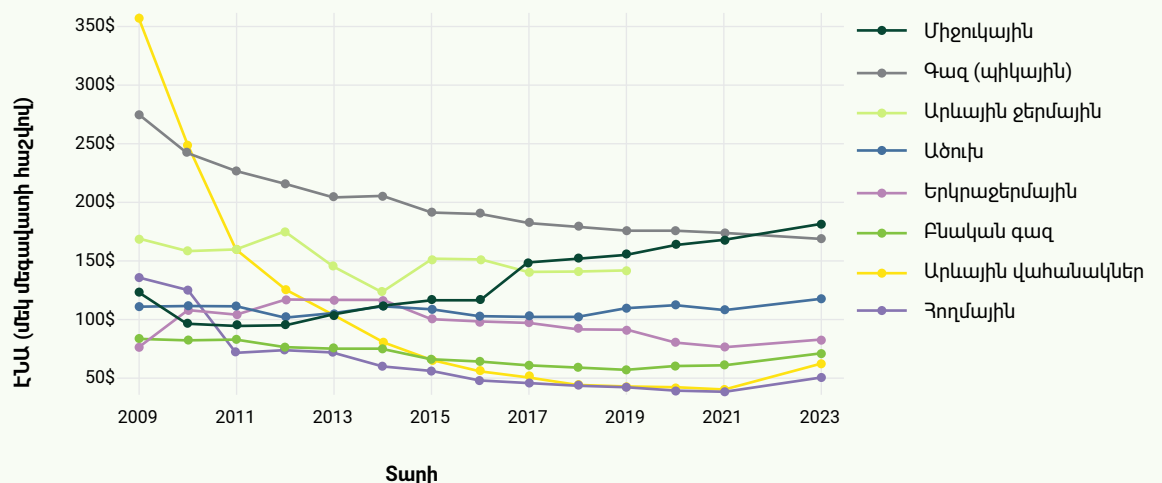
3

Ցածր ածխածնային էներգիայի ծախսերը

3.1 Նորմավորված արժեք

Ցածր ածխածնային էներգիայի աղբյուրների ֆինանսական մոդելը բնութագրվում է բարձր կապիտալ ծախսերով և գրեթե զրոյական փոփոխական ծախսերով¹⁴: Հողմակների, արևային ֆոտովոլտային կայանների, հիդրոէլեկտրակայանների և երկրաջերմային կայանների ծախսերի ամենամեծ մասը բաժին է ընկնում շինարարական աշխատանքներին: Կայանի և անհրաժեշտ ենթակառուցվածքների (օրինակ՝ էլեկտրահաղորդման գծեր) կառուցումից հետո էլեկտրաէներգիայի արտադրությունն իրականացվում է շատ ցածր լրացուցիչ ծախսերով, մինչդեռ բնական գազով կամ ածխով աշխատող էլեկտրակայաններում վառելիքի շարունակական այրման պայմաններում արտադրության ծախսերը համարժեք են կայանի կառուցման ծախսերին¹⁵:

Այս տարբերություններից ելնելով՝ էներգետիկ ոլորտի տնտեսագետներն օգտագործում են «**էլեկտրաէներգիայի նորմավորված արժեք (ԷՆԱ)**» եզրույթը: Այս ցուցանիշը հաշվարկվում է արտադրողի բոլոր ծախսերի (կառուցում, շահագործում, վառելիք և այլն) և կայանի շահագործման ամբողջ ընթացքում արտադրված էլեկտրաէներգիայի ծավալի հարաբերակցությամբ:



¹⁴ | Բացառություն է կենսագազի արտադրությունը, որի բարձր փոփոխական ծախսերը պայմանավորված են վառելիքի մատակարարմամբ:

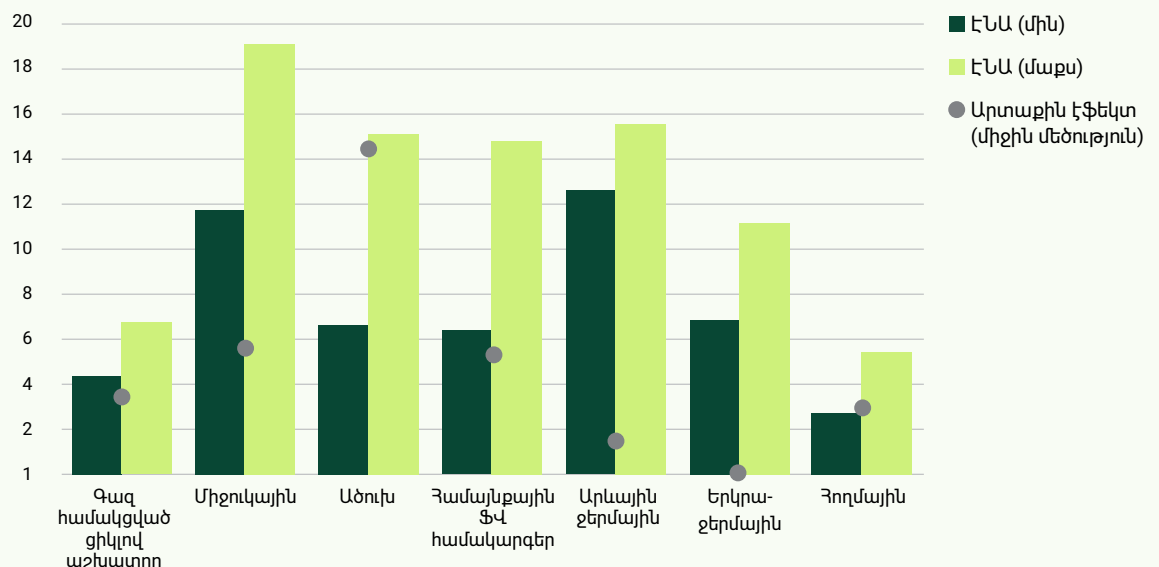
¹⁵ | «Էներգիայի նորմավորված արժեք» («Լազարո» խորհրդատվական ընկերություն, հունիս 2024):

Գծապատկեր 5.
Էլեկտրաէներգիայի նորմավորված արժեքների դինամիկան ըստ էներգիայի աղբյուրների: Աղբյուրը՝ «Լազարո» խորհրդատվական ընկերություն, Վիքիպեդիա:

Նորմավորված արժեքի ցուցանիշներով էլեկտրակայանների համեմատությունը թույլ է տալիս պատկերացում կազմել էլեկտրաէներգիայի արտադրության ընդհանուր ծախսերի և դրանց փոփոխությունների մասին: Ինչպես երևում է Գծապատկեր 5-ից, հողմային էներգիայի և հատկապես արևային ֆոտովոլտային վահանակների ծախսերը էապես նվազել են վերջին երկու տասնամյակում՝ դառնալով էլեկտրաէներգիայի ամենաէժան աղբյուրները (նույնիսկ կապիտալ ծախսերը հաշվի առնելու դեպքում): Խոսքն, իհարկե, վերաբերում է համեմատաբար քամոտ և արևոտ տարածքներին: Ոչ այնքան բարենպաստ վայրերում նորմավորված արժեքն ավելի բարձր է, քանի որ ընդհանուր ծախսերը բաժանվում են կայանի շահագործման ընթացքում արտադրված էներգիայի ավելի փոքր ծավալի վրա: Սա ևս վկայում է այն մասին, որ էներգիայի աղբյուրները պետք է քննել ոչ թե կտրուկ կերպով, այլ դրանց նրբությունները հաշվի առնելով:

Պատկերացնենք, որ Հայաստանում քամու մեծ ներուժ ունեցող մի քանի շրջաններում հողմակներ են տեղադրվել: Չնայած հողմակների տեղադրումը էժան չի արժենա (ռոտորային թիակների տեղափոխումը Հայաստանի ճանապարհներով ինքնին խնդիր է)՝ դրանք կարտադրեն մեծ քանակությամբ էլեկտրաէներգիա՝ մեկ կիլովատ ժամի ծախսը (կամ նորմավորված արժեքը) հասցնելով ընդունելի մակարդակի: Սակայն եթե բարենպաստ վայրերում այլևս տեղ չիկնի, նորերը պիտի տեղադրվեն ոչ այնքան շահավետ տեղանքներում: Այս պայմաններում հողմակների արդյունավետությունն ավելի ցածր կլինի, իսկ էլեկտրաէներգիայի արժեքը՝ ավելի բարձր: Եթե այդ վայրերում էլ այլևս տեղ չիկնի, առավել անբարենպաստ տեղանքները կօգտագործվեն՝ էլ ավելի բարձր ծախսերով, և այսպես շարունակ: Այսպիսով, հողմային էներգիան ավելի մատչելի չէ, քան, օրինակ, բնական գազի միջոցով արտադրվող էներգիան: Այն դառնում է ավելի ձեռնտու միայն որոշակի ծավալների և բարենպաստ պայմանների դեպքում: Այս օրինաչափությունը բնորոշ է բոլոր աղբյուրներին առհասարակ. էներգիայի տեղական աղբյուրների օգտագործման հետ մեկտեղ աճում է նաև էլեկտրաէներգիայի գինը, քանի որ ավելի անհարմար վայրեր են հասանելի նոր էլեկտրակայանների կառուցման համար:

Գծապատկեր 6:
Էներգիայի աղբյուրների
նորմավորված
արժեքների և
արտաքին էֆեկտների
համեմատությունը
(կիլովատ ժամի ծախսը
ԱՄՆ ցենտով): Աղբյուրը՝
Սովաքուլ և ուրիշներ, 2021
թվական:



3.2 Բնապահպանական ծախսեր

Էներգահամակարգում էներգիայի որոշակի աղբյուրի մասնաբաժնի մեծացմանը զուգընթաց փոփոխվում է ոչ միայն նորմավորված արժեքը, այլև ի հայտ են գալիս նոր գործոններ: Այլ ծախսերը նույնպես հաստատուն չեն մնում: Ուստի անհրաժեշտ է նկատի ունենալ էներգիայի արտադրության և ծախսերի դինամիկ փոփոխվող մոդել, այլ ոչ թե որդեգրել ստատիկ մի մոտեցում, երբ էներգիայի աղբյուրները պարզապես համեմատվում են միմյանց հետ: Էներգիայի գրեթե բոլոր աղբյուրներն ունեն նաև բնապահպանական և առողջապահական ծախսեր. ածխով աշխատող էլեկտրակայաններն աղտոտում են օդը, հողմակների թիակները թռչունների անկման պատճառ են դառնում, հիդրոէլեկտրակայանները բացասական ազդեցություն ունեն տեղական էկոհամակարգերի վրա և այլն: Որոշ աղբյուրներ ունեն ավելի ցածր բնապահպանական ծախսեր (երբեմն կոչվում են նաև արտաքին էֆեկտներ, քանի որ չեն ազդում արտադրողի ծախսերի վրա, քանի դեռ պետությունը չի պարտադրում փոխհատուցում վճարել): Ինչպես երևում է Գծապատկեր 6-ից, ցածր ածխածնային էներգիայի որոշ աղբյուրներ կարող են զգալի արտաքին էֆեկտներ ունենալ, հատկապես եթե հաշվի առնենք ամբողջ ցիկլը (արտադրությունից մինչև թափոնների օգտահանում): Այս արտաքին էֆեկտները կարող են հավասարվել կամ երբեմն գերազանցել էլեկտրաէներգիայի մեկ կիլովատ ժամի ծախսը, այսինքն՝ նորմավորված արժեքը: Ահա, թե ինչու ցածր ածխածնային էներգիայի աղբյուրները «մաքուր» անվանելը կարող է մոլորեցնող լինել: Զուտ զրոյական արտանետումներով էներգետիկ անցումը ենթադրում է, որ հանածո վառելիքին փոխարինող էներգիայի աղբյուրները նվազագույն ազդեցություն կունենան շրջակա միջավայրի վրա: Այս ընդհանուր կանոնը կոնկրետ դեպքերում կարող է չգործել: Ինչպես նորմավորված արժեքը, այնպես էլ բնապահպանական ծախսերը փոփոխվում են ըստ իրավիճակի:

Պատկերացնենք, թե ինչպես է աստիճանաբար մեծանում հիդրոէներգետիկ ռեսուրսների օգտագործումը Հայաստանում: Սկզբնական փուլում նոր հիդրոէլեկտրակայանների կառուցումը չի ուղեկցվի էական բնապահպանական ծախսերով: Այլ հավասար պայմանների դեպքում առաջնահերթությունը պետք է տրվի այն նախագծերին, որոնք նվազագույն ազդեցություն են ունենում շրջակա միջավայրի վրա: Սակայն երբ երկրում բազմաթիվ հիդրոէլեկտրակայաններ կառուցված լինեն, նորերի շինարարության արտաքին էֆեկտները կմեծանան. գետերի բնական հոսքերը կխաթարվեն, ամբարտակներում ավելի մեծ քանակությամբ բարձրարժեք ջրային պաշարներ կկուտակվեն, իսկ Սևանա լճից ջրի բացթողումը կհանգեցնի լճի մակարդակի իջեցմանը: Այսպիսով, ինչպես մյուս ռեսուրսների դեպքում, մեկ միավորի հաշվով հիդրոէներգիայի բնապահպանական ծախսերը հաստատուն չեն և կախված են տվյալ ռեսուրսի օգտագործման ծավալից: Այդ պատճառով ՀՀ Կառավարության որոշմամբ արգելվում է նոր կառուցված հիդրոէլեկտրակայանների ջրօգտագործումն այն գետերում, որոնք հանդիսանում են էնդեմիկ ձկնատեսակների ձվադրավայրեր կամ ծանրաբեռնված են դերիվացիոն խողովակներով¹⁶: Թեև հիդրոէլեկտրակայանները կարող են համարվել ավելի «մաքուր», քան հանածո վառելիքով աշխատող ջերմային էլեկտրակայանները, այս համեմատությունը միշտ չէ, որ տեղին է: Խիտ բնակեցված կենտրոնից հեռու, մաքուր օդ ունեցող վայրում ածխով աշխատող ժամանակակից ջեր-

16 | <https://www.arlis.am/documentview.aspx?docID=151502>

մալեկտրակայանի կառուցումն ավելի քիչ բնապահպանական և սոցիալական ծախսեր է առաջացնում, քան վերջին ջրային պաշարներն օգտագործող հիդրոէլեկտրակայանի կամ արժեքավոր գյուղատնտեսական հողատարածքներ զբաղեցնող ֆոտովոլտային կայանի կառուցումը:

3.3 Համակարգի ծախսեր

Էներգիայի նորմավորված արժեքի (ներառում է շինարարությունը, շահագործումը և սպասարկումը) և բնապահպանական ծախսերի հետ մեկտեղ պետք է դիտարկել նաև էներգիայի տարբեր աղբյուրների առաջացրած լրացուցիչ ծախսերն էներգահամակարգի համար, որոնք նույնպես հաստատուն չեն: Սա հատկապես վերաբերում է ցանցերին, որտեղ արտադրությունը և սպառումը պետք է հավասարակշռված լինեն: Փոփոխական էներգիայի աղբյուրները, ինչպիսիք են արևայինը և հողմայինը (որոշ չափով նաև այլ էլեկտրակայաններ), կարող են թանկացնել ցանցի շահագործումը, նույնիսկ եթե նորմավորված արժեքները հարաբերականորեն ցածր են: Որոշ հետազոտողներ առաջ են քաշել «համակարգի նորմավորված արժեք» հասկացությունը, որը թույլ է տալիս էներգիայի տարբեր աղբյուրները համեմատելիս հաշվի առնել նաև համակարգի ծախսերը¹⁷: Ստորև ներկայացված համառոտ վերլուծությունը ցույց է տալիս, թե ինչու են դրանք աճում (մեկ միավորի հաշվով) էներգահամակարգում վերականգնվող էներգիայի որոշ աղբյուրների մասնաբաժնի մեծացմանը զուգընթաց:

Նախ, էլեկտրակայանից էլեկտրաէներգիայի մատակարարման ծախսերը կարող են փոփոխվել՝ կախված կայանի գտնվելու վայրից: Դրանք ներառում են ոչ միայն բավարար հզորությամբ հաղորդման գծերի կառուցումը, այլև ցանցի միացման կետերով էլեկտրաէներգիայի տարանցման ապահովումը: Իհարկե, սա վերաբերում է ցանկացած էլեկտրակայանի. խոշոր քաղաքներից հեռու գտնվող ատոմակայանն արտադրած էներգիան մատակարարելու համար պետք է ունենա հաղորդման ցանցի բավարար հզորություն: Այսուամենայնիվ, վերականգնվող էներգիայի, այդ թվում՝ արևային և հողմային էներգիայի արտադրությունը հաճախ տեղաբաշխված է միայն որոշակի վայրերում: Օրինակ՝ Հայաստանում բնական գազով աշխատող էլեկտրակայանները գտնվում են Երևանում և Հրազդանում, մինչդեռ հողմակների պոտենցիալ վայրերը հեռու են քաղաքներից (ասենք՝ Սիսիանի բարձունքում): Սկզբում, օպտիմալության սկզբունքից ելնելով, կարելի է ընտրել այնպիսի վայրեր, որոնք մոտ կլինեն քաղաքներին և արդյունաբերական գոտիներին, որտեղ էլ սպառվում է էլեկտրաէներգիան: Բայց քանի որ այս տեղանքներն արդեն զբաղեցված են, նոր կայաններ կարելի է կառուցել ավելի հեռավոր վայրերում, ինչը հանգեցնում է միացման ծախսերի (կայանի միացումը ցանցին) և ցանցերի շահագործման ծախսերի (էլեկտրաէներգիայի բաշխումը և մատակարարումը) ավելացմանը:

Երկրորդ, վերականգնվող էներգիայի աղբյուրները, այդ թվում՝ արևային և հողմային էներգիան, ընդհատվող և անկանխատեսելի բնույթ ունեն: Դրանց արտադրությունը կարող է տատանվել հաշված թույլների ընթացքում, մինչդեռ համակարգի օպե-

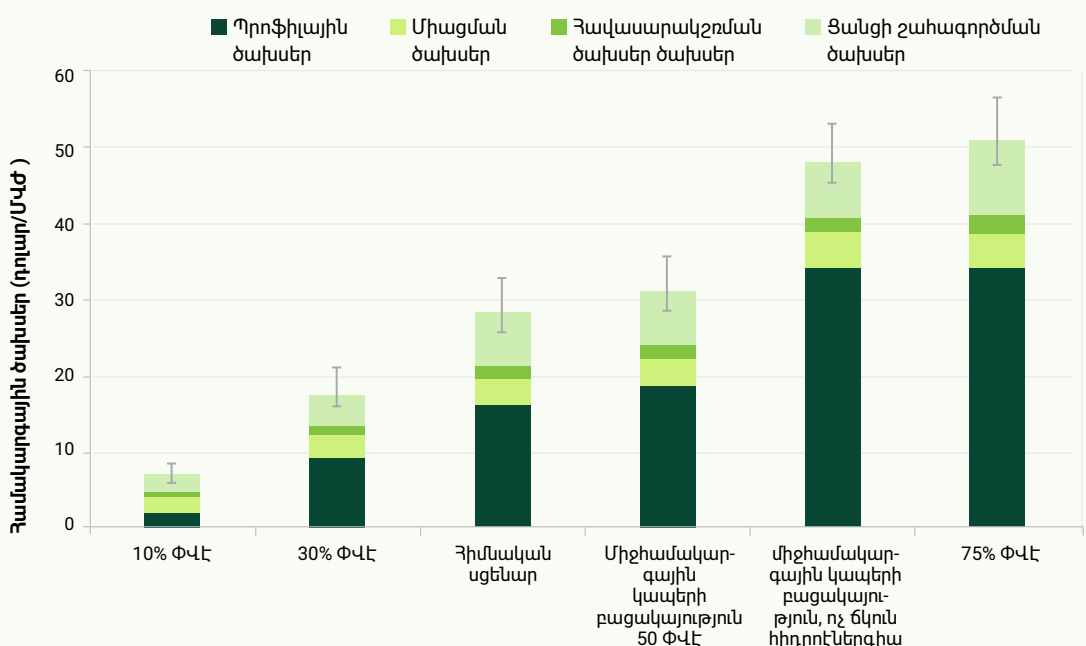
17 | Տես՝ «Համակարգի նորմավորված արժեք: Ի՞նչ ծախսեր են ենթադրում փոփոխական վերականգնվող էներգիայի աղբյուրները» (Ֆալկո Ուկերդ և ուրիշներ, 2017), «Էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր ծախսերի նորմավորված արժեք» (Այդել, 2022):

րատորը պարտավոր է ապահովել էներգիայի արտադրության և սպառման հավասարակշռությունը: Սա նշանակում է, որ պետք է հաշվի առնվեն նաև էներգիայի հավասարակշռման ծախսերը: Սրանք հաճախ պահեստավորման տեխնոլոգիաների կամ ներմուծման վրա կատարված ծախսերն են, որոնց միջոցով փոխհատուցվում են հողմային և արևային էներգիայի արտադրության տատանումները: Հայաստանի պարագայում Իրանի հետ միջցանցային կապն ինքնին հավասարակշռող գործոն է. ավելի մեծ հզորություն ունեցող իրանական ցանցը ծառայում է որպես պահուստային ռեսուրս, որը թույլ է տալիս կառավարել հայկական ցանցում առաջացող տատանումները: Հետևապես Իրանի հետ միջհամակարգային կապի խորացումը Հայաստանում արևային և հողմային էներգիայի արտադրության մեծացման նախադրյալներից մեկն է:

Երրորդ, համակարգի ծախսերի ամենախոշոր ենթատեսակը «պրոֆիլային» ծախսերն են: Դրանք առաջանում են էներգիայի աղբյուրների փոփոխականության և պահեստավորման անհրաժեշտության արդյունքում: Պարզ օրինակ բերենք: Պատկերացնենք, որ Հայաստանում կառուցվում են ավելի և ավելի շատ հողմակներ: Վերջիններս կարտադրեն ավելի շատ էլեկտրաէներգիա, ինչի արդյունքում կնվազի, օրինակ, բնական գազով աշխատող էլեկտրակայանների շահույթը: Սակայն հնարավոր չէ փակել նման կայանները, քանի որ դրանք անհրաժեշտ են այն ժամանակ, երբ քամի չկա: Հետևապես, պետք է ապահովել կրկնակի արտադրական հզորություն, թեև սպառումը մնում է նույնը: Արդյունքում մեծանում է էլեկտրաէներգիայի ինքնարժեքը: Այս ծախսերը հաճախ ծածկվում են էլեկտրաէներգիայի հարկերի հաշվին, որոնք նախատեսված են հզորության վճարների համար՝ պրոֆիլային ծախսերը փոխհատուցելու տարածված եղանակ, երբ որոշ կայաններ վճարվում են ոչ միայն արտադրած էլեկտրաէներգիայի, այլև դրվածքային հզորության համար¹⁸: Վերջին հաշվով՝ համակարգի օպերատորը պարտավոր է երաշխավորել գազով աշխատող էլեկտրա-

18 | Էլեկտրաէներգիայի որոշ շուկաներում (օրինակ՝ Թեքսասում) հզորության վճարներ չեն տրամադրվում, փոխարենը ներդրումները խթանում են էլեկտրաէներգիայի բարձր գները:

Գծապատկեր 7: Փոփոխական վերականգնվող էներգիայի (ՓՎԷ) աղբյուրներից ստացվող էլեկտրաէներգիայի համար համակարգի ծախսերը՝ կախված էլեկտրաէներգիայի ընդհանուր արտադրության մեջ դրանց մասնաբաժնից: Աղբյուրը՝ Տնտեսական համագործակցության և զարգացման կազմակերպություն (ՏՀԶԿ)/Ատոմային էներգիայի գործակալություն (ԱԷԳ), 2019 թվական:



կայանների շահագործումը (և նորերի կառուցումը ապագայում), նույնիսկ եթե հողմային և արևային էլեկտրակայանները զգալիորեն կրճատում են դրանց շահույթը:

Համակարգի ծախսերի թվարկված ենթատեսակները կարելի է որոշ չափով կրճատել՝ սպառումը կարգավորելու նպատակով կիրառվող ճկուն սակագների միջոցով: Սակայն ընդհանուր առմամբ, այդ ծախսերն աճելու միտում ունեն, քանի որ մեծանում է փոփոխական վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների (հողմային և արևային) մասնաբաժինը (այլ էլեկտրակայաններ նույնպես կարող են առաջացնել նման ծախսեր: Ինչպես երևում է Գծապատկեր 7-ից, այդ ծախսերը կարող են արագ աճել հատկապես միջցանցային կապերի և ճկուն հիդրոէներգիայի բացակայության դեպքում, ինչը ենթադրում է ավելի ծախսատար լուծումներ, ինչպիսիք են պահեստավորման համակարգերը և հզորության վճարները: Այսպիսով, համակարգի ծախսերը նույնպես ենթակա են փոփոխության՝ կախված ոչ միայն փոփոխական և ընդհատվող բնույթ ունեցող, ինչպես նաև տեղանքով սահմանափակված էներգիայի աղբյուրների օգտագործման ծավալից, այլև էներգահամակարգի պայմաններից՝ առևտրային հնարավորություններից, պահեստավորման ձևերից և պահանջարկի ճկունությունից: Ինչպես մյուս ծախսերի դեպքում, այստեղ ևս հիմնական հետևությունն այն է, որ պետք է որդեգրել հարցերի լուծման ոչ թե կտրուկ, այլ փուլային ճանապարհը: Երբ Հայաստանում կառուցվում են արևային վահանակներ, էլեկտրաէներգիայի արժեքը նվազում է, քանի որ արևային էներգիան շատ էժան է: Սակայն արևային վահանակների ավելացման հետ մեկտեղ մեծանում են հավասարակշռման, պահեստավորման և ցանցերի արդիականացման ծախսերը, և ինչ-որ պահից սկսած լրացուցիչ արևային վահանակները էլեկտրաէներգիայի թանկացման, այլ ոչ թե էժանացման պատճառ են դառնում:

3.4 Արդյո՞ք վերականգնվող էներգիայի ոլորտում աշխատատեղերի ավելացումը դրական փոփոխություն է

Ծախսերի առումով դեպի վերականգնվող էներգիայի ավելի մեծ մասնաբաժին ունեցող համակարգի անցումը սերտորեն կապված է նաև զբաղվածության խնդրի հետ: Աշխատատեղերի ստեղծումը կամ կրճատումը այս թեմայի առանցքային հարցերից մեկն է և ունի թե՛ սոցիալական, թե՛ քաղաքական ենթատեքստ: Այս բնագավառում արվել են բազմաթիվ հետազոտություններ¹⁹: Հայաստանի համար վերջերս կատարված ուսումնասիրության շրջանակում գնահատվել է զուտ գրոյական ածխածնային արտադրության անցնելու ազդեցությունը տնտեսության որոշ ճյուղերում զբաղվածության վրա (Համաշխարհային Բանկ, 2024, էջ 72): Ըստ ուսումնասիրության՝ վերականգնվող էներգիայի շնորհիվ մի շարք ճյուղերում աշխատատեղերի աճ կգրանցվի, ինչը միևնույն ժամանակ կուղեկցվի էներգետիկ ոլորտին առնչվող մի շարք ոլորտներում (օրինակ՝ տրանսպորտային համակարգ) կրճատումներով: Ընդհանուր առմամբ, ուսումնասիրված ոլորտներում կանխատեսվում է մոտ 240 000 աշխատատեղերի զուտ կորուստ: Ավելի խորը վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ որոշ

¹⁹ | Օրինակ՝ «Աշխատատեղերի ստեղծումը մինչև 2050 թվականը հարյուր տոկոս վերականգնվող էներգիայի վրա հիմնված համաշխարհային էներգետիկ անցման գործընթացում» (Ռամ և ուրիշներ, 2020)

ուղորտներ շահում են, մյուսները՝ կորցնում, ինչը վերոնշյալ զուտ կորստի հիմնական պատճառն է: Այս դեպքում հարց է ծագում՝ արդյո՞ք սա դրական, թե բացասական փոփոխություն է:

Աշխատատեղերի հարցն ինքնին շեղող է. գլխավորը ոչ թե ստեղծված աշխատատեղերի քանակն է, այլ դրանց նշանակությունը մյուսների համար: Հնարավոր է, որ էներգետիկ ոլորտում վերակազմվող էներգիայի անցման շնորհիվ ավելի շատ աշխատատեղեր ստեղծվեն, ինչն անկասկած դրական փոփոխություն է ոլորտում ընդգրկված մարդկանց համար: Սակայն սա նաև սպառողների համար լրացուցիչ ծախսեր է ենթադրում. եթե մեկն ավելի բարձր է վարձատրվում, ապա մյուսը պիտի վճարի դրա դիմաց: Կարևոր է հասկանալ, թե արդյոք ստացված օգուտը համադրելի է լրացուցիչ ծախսերի հետ: Եթե վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների շնորհիվ մաքուր օդը էապես նվազեցնում է առողջապահական ծախսերը, իսկ էներգետիկ անվտանգության բարձր մակարդակը՝ խթանում ներդրումային հոսքը, ապա հավելյալ ծախսերն արդարացված են:

Նույնը վերաբերում է մյուս ոլորտներում նոր աշխատատեղերի ստեղծմանը: Ճիշտ է՝ պարզապես կենտրոնանալ աշխատատեղերի ստեղծման կամ կրճատման վրա. տեխնոլոգիական առաջընթացը հաճախ ուղեկցվում է մի ոլորտում աշխատատեղերի կրճատմամբ, իսկ մյուսներում՝ ավելացմամբ (այդ թվում՝ նոր ոլորտների ծնավորմամբ): Օրինակ՝ գյուղատնտեսական տեխնոլոգիաների զարգացման արդյունքում կտրուկ նվազել է սեփական կարիքները հոգալու համար սննդի արտադրությամբ զբաղվող մարդկանց թիվը, ինչը սակայն իջեցրել է սննամթերքի գինը, ստեղծել լրացուցիչ հարստություն, ժամանակ և ռեսուրսներ, որոնք կարող են օգտագործվել այլ նպատակներով (այդ թվում՝ էներգետիկ ոլորտի մասին հոդվածներ գրելու): Թեև Համաշխարհային բանկի ուսումնասիրած ոլորտներում կարող է արձանագրվել 245 000 աշխատատեղերի զուտ կորուստ, հավելյալ օգուտները (օրինակ՝ առողջապահական ծախսերի նվազում) նոր տնտեսական հեռանկարներ կարող են բացել (չնայած չափազանց բարդ է դրանք անմիջապես գնահատել):

4

Միջուկային Էներգիա

4.1 Միջուկային Էներգիայի դերը Հայաստանի Էներգետիկ անվտանգության գործում

Արդեն նշվեց, որ էներգիայի աղբյուրները, դրանց ծախսերը և օգուտները պետք է քննվեն՝ ոչ թե միանշանակ գնահատական տալով, այլ նրբությունները հաշվի առնելով: Պատմականորեն միջուկային էներգետիկան այն ոլորտներից է, որտեղ հզորությունների աստիճանական զարգացման հնարավորությունն ավելի սահմանափակ է: Սա պայմանավորված է այն հանգամանքով, որ շուկայում գերակշռել են խոշոր ատոմակայանների նախագծերը: Խոշոր ներդրումները պահանջում էին էլեկտրաէներգիայի լայնածավալ արտադրություն՝ մասշտաբից տնտեսում ապահովելու և ներդրումային ծախսերը փոխհատուցելու համար: Կայանի չափերի հետ կապված տեխնիկական և տնտեսական սահմանափակումները, ներդրումների հսկայական ծավալները, ինչպես նաև այն, որ միայն որոշ երկրներ ունեն ատոմակայան կառուցելու անհրաժեշտ տեխնոլոգիաներ և փորձ, միջուկային էներգիայի արտադրությանը ոչ միայն տնտեսական, այլև քաղաքական բնույթ են հաղորդում:

20 | «Դեպի միջուկային էներգիայի նոր դարաշրջան» (ՄԷԳ, 2025):

Հայաստանի դեպքում մինչև 2036 թվականը Մեծամորի գործող ատոմակայանը փոխարինող նոր էներգաբլոկի կառուցումը (ինչպես նշված է կառավարության ծրագրում) ունի թե՛ տնտեսական, թե՛ քաղաքական բաղադրիչ: Տնտեսական առումով այն միլիարդավոր դոլարների ներդրումային ծրագիր է՝ երկու կամ երեք տասնամյակ վերադարձի ժամկետով²⁰: Մեծամորի ատոմակայանի հզորության նոր էներգաբլոկի կառուցումը կարժենա մոտ 3-5 միլիարդ դոլար²¹, ինչը կազմում է Հայաստանի տարեկան պետական բյուջեի գրեթե կեսը: Քաղաքական առումով այսպիսի ներդրումը և միջուկային վառելիքի մատարարարումը ենթադրում են գործընկերային հարաբերություն կայանի կառուցումը ստանձնած երկրի հետ:

21 | Մեկ կիլովատի դիմաց 7500-ից 12 500-ի սահմաններում ընկած սակագնի դեպքում (ըստ «Լազարո» խորհրդատվական ընկերության՝ «Էներգիայի նորմավորված արժեքի վերլուծություն» վերտարությամբ ուսումնասիրության)

Նոր ատոմակայանի կառուցման շարժառիթը հասկանալու համար անհրաժեշտ է ընդգծել միջուկային էներգիայի դերը Հայաստանի էներգետիկ անվտանգության ապահովման գործում: Էլեկտրաէներգիայի նվազագույն պահանջարկը բավարարելու համար հարկավոր է բազիսային էներգիայի հուսալի աղբյուր, որն ամբողջ տարվա ընթացքում կապահովի կայուն արտադրություն: Որոշ երկրներ ունեն հիդրոէներ-

գիայի և երկրաչեղմային ռեսուրսների մեծ պաշարներ բազիսային հզորությունը երաշխավորելու համար, սակայն Հայաստանը բավարար քանակով չունի դրանցից ոչ մեկը: Ատոմակայանի բացակայության դեպքում էլեկտրաէներգիայի բազիսային արտադրություն պետք է ապահովելին բնական գազով աշխատող էլեկտրակայանները: Թեև վառելիքը (ուրան, բնական գազ) երկու դեպքում էլ ներմուծվում է, միջուկային էներգիան հաճախ համարվում է ներքին աղբյուր և էներգետիկ անվտանգության կարևոր բաղադրիչ:

Պատճառներից մեկն այն է, որ ուրանը որպես միջուկային վառելիք չափազանց բարձր խտություն ունի և երկար է ծառայում ատոմակայանում: Վառելիքի մեկ երրորդը փոխարինվում է 12-18 ամիսը մեկ²²: Սրա շնորհիվ նվազում է ներմուծումից կախվածությունը, մինչդեռ բնական գազով աշխատող էլեկտրակայաններում վառելիքի մատակարարումը պետք է շարունակական լինի²³:

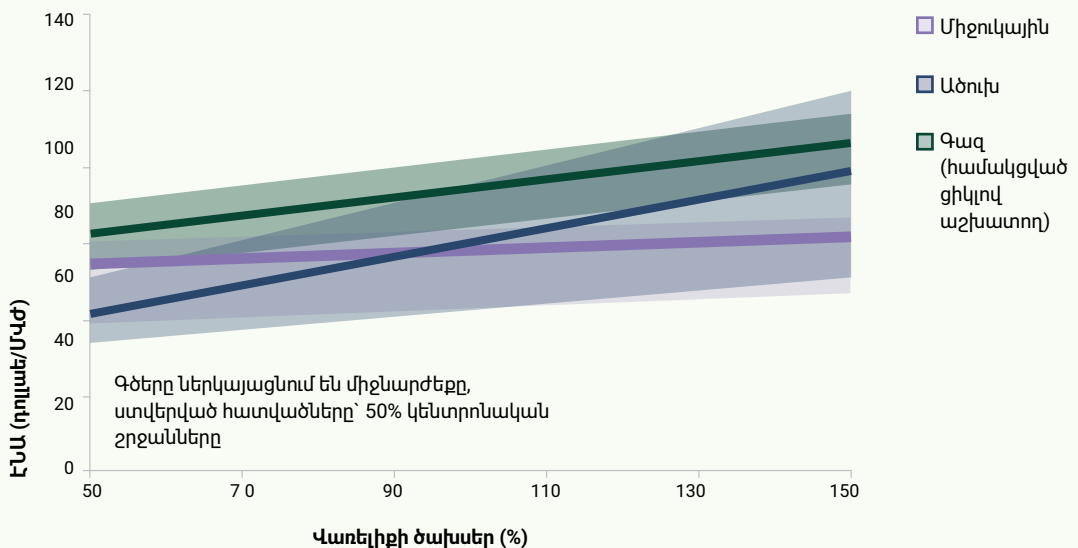
Մյուս առավելությունն այն է, որ միջուկային էներգիան ավելի քիչ է կախված վառելիքի գների տատանումներից: Ինչպես երևում է Գծապատկեր 8-ից, վառելիքի գների 50 տոկոս փոփոխությունը կարող է էական ազդեցություն ունենալ բնական գազի նորմավորված արժեքի վրա, քանի որ վառելիքի ծախսերը բնական գազի արտադրության ընդհանուր ծախսերի գերակշիռ մասն են կազմում: Միջուկային էներգիայի դեպքում ծախսերի մեծ մասն առնչվում է շինարարությանը, և վառելիքի գների տատանումները գրեթե չեն ազդում ընդհանուր ծախսերի վրա: Բացի այդ, լոգիստիկ առումով միջուկային էներգիայի մատակարարումն ավելի ճկուն է, քանի որ կախված չէ խողովակաշարերից և կոմպրեսորային կայաններից, ինչը հատկապես կարևոր է դեպի ծով ելք չունեցող երկրի համար, ինչպիսին Հայաստանն է: Այսուամենայնիվ, միջուկային վառելիքը կարող է տարբերվել՝ կախված միջուկային ռեակտորի տեսակից, հետևապես՝ մատակարարից (օրինակ՝ Բուլղարիան և Ուկրաինան ռուսական մատակարարին փոխարինել են ամերիկյանով²⁴): Միջուկային էներգիայի ճկունությունն իր հերթին պայմանավորված է տեխնոլոգիական պահանջներով: Տնտեսական և տեխնիկական գործոնների պատճառով օրվա ընթացքում հնարավոր չէ հեշտությամբ փոփոխել ար-

22 | «Միջուկային վառելիքի ցիկլի ընդհանուր նկարագիր» (Համաշխարհային միջուկային ասոցիացիա, 2025)

23 | Թեև Հայաստանն ունի բնական գազի պահեստակայան, որի միջոցով ապահովվում է էներգիայի մատակարարումը ներմուծման խափանումների դեպքում, այն կազմում է Հայաստանի գազի տարեկան սպառման մոտ յոթ տոկոսը: Պլանավորվում է, որ պահեստավորման ծավալը կկրկնապատկվի մինչև 2025 թվականը (Հայաստանի էներգետիկ քաղաքականության մասին ՄԷԳ զեկույց):

24 | Վեստինգհաուզ, 2024; Ռոյթերս, 2022

Գծապատկեր 8: Վառելիքի գների տատանումների ազդեցությունը միջուկային, բնական գազի և ածուխի էներգիայի նորմավորված արժեքի վրա: Աղբյուրը՝ S324/ՄԷԳ, 2020



25 | Իհարկե, ատոմակայանի ավելցուկային էլեկտրաէներգիան, որը չի սպառվում երկրի ներսում, կարող է արտահանվել, սակայն այս առավելությունը կապված չէ էներգետիկ անվտանգության հետ և էական տնտեսական ռիսկեր է պարունակում, քանի որ մի քանի միլիարդ դոլարի ներդրումային ծրագիրը կախում ունի միայն արտաքին պահանջարկի բավարար մակարդակից:

26 | <https://ourworldindata.org/grapher/death-rates-from-energy-production-per-twh>

27 | «Ճառագայթային հիվանդությունները և առողջական այլ խնդիրները միջուկային վթարների հետևանքով (Ֆուկուսիմայի օրինակով)» (Հասցեգրված և ուրիշներ, 2015):

28 | «Ատոմակայանների հարևանությամբ բնակվելու և վահանձև գեղձի քաղցկեղի առաջացման միջև կապը: Համակարգված ամփոփ տեսություն և մետավերլուծություն» (Կիմ և ուրիշներ, 2016):

29 | «Ատոմակայանների ազդեցությունը շրջակա միջավայրի և դրանց հարևանությամբ բնակվող մարդկանց առողջության վրա: Մետավերլուծություն և մետաբերքային» (Լին և ուրիշներ, 2024):

30 | Միխայելիդես, Է. (2018). Էներգետիկան, շրջակա միջավայրը և կայուն զարգացումը: «Թեյլոր ընդ Ֆրենսիս» հրատարակչություն:

31 | Հայաստան. մտահոգություններ ռադիոակտիվ թափոնների վերաբերյալ (Պատերազմի և խաղաղության լուսաբանման ինստիտուտ, 2020):

32 | «Ռադիոակտիվ թափոնների կառավարման առանձնահատկությունները Հայկական ատոմային էլեկտրակայանի երկրորդ էներգաբլոկում» (Հակոբյան և ուրիշներ, 2024):

տադրության ծավալը, ուստի միջուկային էներգիան ծառայում է հիմնականում որպես վստահելի բազիսային աղբյուր: Այսպիսով, միջուկային էներգիայի դրական ազդեցությունը էներգետիկ անվտանգության վրա մշտական չէ և էապես նվազում է, երբ արդեն ապահովված է բազիսային հզորությունը²⁵:

Ներդրումային բարձր ծախսերից բացի միջուկային էներգիային հաճախ վերագրվող մյուս խնդիրը առողջությանը սպառնացող վտանգն է, հատկապես միջուկային վթարների և Հայաստանում բարձր սեյսմիկ ակտիվության առումով: Քանի որ սա խրթին և խիստ մասնագիտական հարց է, ինչպես նաև ուղղակի չի առնչվում հոդվածի բուն թեմային և հեղինակի բնագավառին, ստորև միայն կարճ դիտարկումներ կարվեն:

Նախ, միջուկային էներգիան իսկապես լիովին «անվտանգ» չէ: Եթե այդպես լիներ, այն կդառնար մոլորակի միակ անվտանգ էներգիայի աղբյուրը: Հարցն այն է, թե որքան անվտանգ է միջուկային էներգիան այլ աղբյուրների համեմատ: Չնայած հանրային պատկերացումներին և տեղի ունեցած քչաթիվ միջուկային վթարների ծավալին՝ միջուկային էներգիան մնում է ամենաանվտանգ աղբյուրներից մեկը էլեկտրաէներգիայի արտադրության միավորի հաշվով մահացության ցուցանիշի տեսանկյունից²⁶: Միևնույն ժամանակ, միջուկային վթարները²⁷, ինչպես նաև ատոմակայանի մերձակայքում բնակվելը և աշխատելը²⁸ կարող են մեծացնել քաղցկեղային հիվանդությունների առաջացման վտանգը, թեև ռիսկի չափը միանշանակ գնահատել հնարավոր չէ²⁹: Կենսական Նշանակություն ունի այն, որ ժամանակի ընթացքում միջուկային տեխնոլոգիաները դարձել են ավելի անվտանգ թե՛ վթարների կանխարգելման, թե՛ առողջության վրա բացասական ազդեցության նվազման առումով: Յուրաքանչյուր խոշոր վթարից հետո ինժեներական և անվտանգային լրացուցիչ մեխանիզմներ են ներդրվել ռիսկերը նվազեցնելու նպատակով: Նոր սերնդի ռեակտորներն ավելի անվտանգ են, քան հին կայանները, ինչպիսին է Մեծամորի ատոմակայանը: Հենց անվտանգության կանոնների խստացումն է հանդիսացել վերջին հինգ տասնամյակում միջուկային էներգիայի թանկացման հիմնական պատճառներից մեկը³⁰:

Նմանատիպ մտահոգություններ կան նաև միջուկային թափոնների վերաբերյալ, որոնք ներկայումս պահվում են Հայաստանում, մինչդեռ նախկինում արտահանվում էին Ռուսաստան³¹: Ի տարբերություն արդեն վերոհիշյալ բնապահպանական ծախսերի, երբ թույլատրելի էր աղտոտման որոշակի մակարդակ, նույնիսկ չնչին քանակությամբ ռադիոակտիվ թափոնների արտանետումը շրջակա միջավայր կարող է խիստ վտանգավոր լինել: Ռադիոակտիվ աղտոտման ծախսն ի սկզբանե բարձր է: Նոր պահեստարանների կառուցումը և թափոնների մշակման մեթոդների կատարելագործումը Հայաստանում այդ ռիսկերի կառավարման ուղղություններից են³²: Հետևապես, փորձագետները հանրությանը պետք է հստակ ներկայացնեն նոր ատոմակայանի կառուցման ծախսերը և օգուտները:

4.2 Փոքր մոդուլային ռեակտորները

Այս բաժնում համառոտ անդրադարձ կարվի միջուկային էներգիայի բնագավառում նորագույն տեխնոլոգիաների՝ փոքր մոդուլային ռեակտորների մասին: Հաշվի առնելով Հայաստանի վարչապետի այն հայտարարությունը, որ ռազմավարական որոշում է կայացվել Մեծամորի ատոմակայանը փոխարինելու համար օգտագործել փոքր մոդուլային ռեակտորներ³³ տեղին է առանձնացնել դրանց առավելությունները և թերությունները:

Ինչպես արդեն նշվեց ավելի վաղ, մասշտաբից տնտեսում ապահովելու շնորհիվ երկար ժամանակ շուկայում գերակշռում էին մեծ ռեակտորները (մոտ 1000 ՄՎտ և ավելի հզորությամբ): Սակայն միջուկային էներգիայի նկատմամբ փոքր երկրների (և տարածաշրջանների) ցուցաբերած հետաքրքրությունը զարկ տվեց 300 ՄՎտ-ից ցածր հզորությամբ ռեակտորների զարգացմանը: Թեև փոքր չափերի պատճառով էլեկտրաէներգիայի միավոր արտադրության արժեքն ավելի բարձր է, ակնկալվում է, որ այն կկրճատվի «սովորելու» էֆեկտի շնորհիվ, ըստ որի ռեակտորի հիմնական մասերը կարողադրվեն մասնագիտացված գործարաններում և կհավաքվեն տեղում: Այսուամենայնիվ, այս տեխնոլոգիան դեռևս գտնվում է կոմերցիոն զարգացման փուլում, թեև այն հետաքրքրություն է առաջացրել շուկայում մի քանի խոշոր տեխնոլոգիական ընկերությունների՝ այս ոլորտում կատարած ներդրումների շնորհիվ³⁴: Եվ այսպես, ի տարբերություն մեծերի, փոքր մոդուլային ռեակտորները դեռևս մշակման փուլում են, և դեռ հայտնի չէ՝ որքան հուսալի տեխնոլոգիաներ կդառնան: Այս անորոշությունը դրանց գլխավոր թերությունն է:

Մոտ ժամանակներում պատրաստ լինելու դեպքում այս տեխնոլոգիան կարող է նպաստել Հայաստանի էներգետիկ անվտանգությանը: Թերևս ամենակարևոր առավելությունը մեկ մեծի փոխարեն մի քանի փոքր ռեակտորներ տեղադրելու հնարավորությունն է, ինչը թույլ կտա յուրաքանչյուր ռեակտոր լիցքավորել հերթափոխով՝ պակասեցնելով պահուստային հզորություն ունենալու կարիքը: Տնտեսական առումով փոքր ռեակտորների կառուցումը կրճատում է ներդրումային ծախսերը՝ հնարավորություն տալով աստիճանաբար մեծացնել արտադրական հզորությունները՝ կախված պահանջարկի աճից: Այսուամենայնիվ, քանի որ ակնկալվում է՝ սահմանափակ թվով երկրներ կգործարկեն փոքր մոդուլային ռեակտորներ, այս տեխնոլոգիայի ընտրությունը մնում է քաղաքական նշանակության խնդիր:

33 | <https://armenpress.am/en/article/1200141>

34 | «Էներգիայի ծարավ. «Ամազոնը», «Գուգլը» և «Մայքրոսոֆթը» մուտք են գործում միջուկային էներգիայի բնագավառ» («Նյու Յորք Թայմս», 2024):

5 Ամփոփում

Ցածր ածխածնային էներգիայի աղբյուրները նշանակալի հնարավորություններ են ընձեռում Հայաստանին էներգետիկ անվտանգությունն ամրապնդելու համար: Միևնույն ժամանակ, դրանց ծախսերը և օգուտները պետք է գնահատվեն փուլ առ փուլ, քանի որ դրանք փոփոխվում են՝ կախված տվյալ էներգիայի աղբյուրի օգտագործման կամ չափագործման մակարդակից: Ցածր ածխածնային էներգիայի որոշ աղբյուրների (օրինակ՝ արևային և հողմային) ընդլայնման հավելյալ արժեքը նվազում է դրանց արտադրության և պահանջարկի անհամապատասխանության պատճառով, մինչդեռ ծախսերը շարունակում են աճել, քանի որ համակարգը ստիպված է հարմարվել դրանց փոփոխականությանը և անկանխատեսելիությանը: Ցածր ածխածնային էներգիայի այլ աղբյուրներ (օրինակ՝ միջուկային և երկրաջերմային) ապահովում են կայուն արտադրություն, սակայն այդքան էլ ճկուն չեն, ինչի արդյունքում դրանց արդյունավետությունը իջնում է պահանջարկի նվազագույն մակարդակը բավարարվելուն պես: Ավելի ճկուն և կառավարելի աղբյուրները, ինչպիսիք են կենսագազը և հիդրոէներգիան, ունեն աճող փոփոխական ծախսեր, քանի որ «վառելիքի» կենսաթափոնների և ջրի ծավալները մեծանում են: Ցածր ածխածնային էներգիայի բոլոր աղբյուրները, կախված դրանց օգտագործման չափից, կարող են առաջացնել նաև բնապահպանական և սոցիալական ծախսեր, որոնք ինչ-որ պահից սկսած կարող են գերազանցել հանածո վառելիքի ծախսերը:

Սա չի նշանակում, որ պետք է ձգտել աղբյուրների բազմազանության, քանի որ անհրաժեշտ է հաշվի առնել շրջակա միջավայրը, բնական ռեսուրսները և այլ գործոններ: Համեմատաբար փոքր բնակչություն ունեցող երկրում, ինչպիսին Իսլանդիան է, էներգիայի գրեթե ամբողջ ներքին պահանջարկը (բացի տրանսպորտից և ծանր արդյունաբերությունից) բավարարվում է բացառապես երկրաջերմային և հիդրոէներգիայի միջոցով³⁵: Հայաստանի պարագայում հանածո վառելիքներից հրաժարվելու պարագայում ավելի դժվար է պատկերացնել երկու կամ երեք աղբյուրների պարզ համադրմամբ մի մոդել, թեև ապագայում էներգիայի պահեստավորման արժեքի նվազումը կարող է ի վերջո փոխել իրավիճակը հոգուտ վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների: Օպտիմալ համադրության ընտրությունը դժվարին խնդիր է անգամ այնպիսի կենտրոնացված համակարգերի համար, ինչպիսիք են էլեկտրական ցանցերը և գազային ենթակառուցվածքները: Այս համատեքստում կարևոր է ոչ այնքան հոգուտ այս կամ այն աղբյուրի կտրուկ քաղաքական որոշում կայացնելը, որքան այնպիսի համակարգի ձևավորումը, որը թույլ կտա հեշտությամբ հարմարվել տեխնոլոգիական, էկոլոգիական և տնտեսական փոփոխություններին:

³⁵ | Երկրաջերմային կայանների արտադրած էներգիան կենտրոնացված բաշխման համակարգերի միջոցով օգտագործվում է նաև ջերմության նպատակով:

