

ՎԵՐԱԿԱՆԳՆՎՈՂ ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ  
ԱՇԽԱՐՀՈՒՄ ԵՎ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ.

ՆՈՐԱՐԱՐՈՒԹՅԱՄԲ ԴԵՊԻ ՄԱՔՈՒՐ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ

**RENEWABLE ENERGY USE IN THE WORLD AND  
IN ARMENIA:  
INNOVATIONS TOWARDS CLEAN TECHNOLOGIES**

ԵՐԵՎԱՆ – 2009

YEREVAN - 2009

Երաշխավորված է ԵՊՀ-ի ռադիոֆիզիկայի ֆակուլտետի «Կիսահաղորդիչների ֆիզիկայի և միկրոէլեկտրոնիկայի» ամբիոնի և ՀՊԵՀ-ի Էներգետիկայի ֆակուլտետի «Արդյունաբերական ձեռնարկությունների էկոնոմիկայի, կազմակերպման, պլանավորման և էներգետիկայի» ամբիոնի կողմից «Այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրներ» դասընթացում օգտագործելու համար:

**«Վերականգնվող էներգիայի օգտագործումը աշխարհում և Հայաստանում: Նորարարությամբ դեպի մաքուր տեխնոլոգիաներ»: Եր.: «Լուսաբաց հրատարակչառուն», 2009թ.- 82 էջ:**

Մշակվել և տպագրվել է «Կլիմայի փոփոխության մասին ՄԱԿ-ի շրջանակային կոնվենցիայի ներքո Հայաստանի երկրորդ ազգային գեկույցի պատրաստման համար նպաստավոր պայմանների ստեղծում» ՄԱԶԾ/ԳԵՖ/00035196 ծրագրի շրջանակներում:

### Տեղինակ՝

Խմբագրում՝

Հանակարգչային ձևավորում՝

### Արտաշես Սարգսյան

Զուլիետա Առուստանյան

Վարդան Վարդանյան

Դիտարկվում են վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների՝ արևային, հողմային, կենսազանգվածի և երկրածերմային էներգիայի, մատչելի ռեսուրսների, արդի տեխնոլոգիաների հեռանկարների և դրանց օգտագործման, շուկայի զարգացման, կարգավորող մեխանիզմների հարցերը՝ կլիմայի փոփոխության մեղմնան համատեքստում: Հաշվի առնելով այն, որ վերջին տարիներին Հայաստանում նշանակալի առաջընթաց կա փոքր հիդրոէլեկտրակայանների զարգացման ուղղությամբ, նպատակահարմար է համարվել այդ հարցերը ներկայացնել առանձին գրքույկով:

Գրքույկը նախատեսվում է վերականգնվող և այլընտրանքային էներգիայի տեխնոլոգիաների և Հայաստանում այդ տեխնոլոգիաների կիրառման առաջընթացով հետաքրքրվող ուսանողների, դասախոսների, ճարտարագետների, ինչպես նաև ընթեցողների լայն շրջանակի համար:

Տեղինակն իր խորին երախտագիտությունն է հայտնում ՄԱԶԾ-ի և Շոագրի անձնակազմին. մասնավորապես Արմեն Սարտիրոսյանին, Ղիանա Հարությունյանին, Արամ Տեր-Զաքարյանին, Նահրա Ասլանյանին՝ մասնագիտական և հրատարակման աշխատանքներում աջակցություն ցուցաբերելու համար, ինչպես նաև ԵՊՀ պրոֆեսոր, ֆիզ-մաթ. գիտ. դոկտոր Ֆերդինանդ Գասպարյանին՝ գրախոսման և «ԻՆՖՈՐՄ Եվրոպա» ցանցի համակարգող Գունար Օլսենին՝ տրամադրված նյութերի համար:

ISBN 978-9939-808-44-4

This brochure is recommended by the Chair of “Semiconductor Physics and Microelectronics” of Radiophysics Faculty of the Yerevan State University (YSU) and the Chair of “Industrial Enterprise Economy, Organization, Planning and Energy” of the Energy Faculty of the Armenian State Engineering University as supplementary literature for the “Alternative Energy Sources” Subject.

**“Renewable energy use in the world and in Armenia. Innovations towards clean technologies.” Yerevan. “Lusabats publishing house”, 2009 – 82 pages.**

The brochure is developed in the framework of the “Enabling Activities for the Preparation of Armenia’s Second National Communication to the UNFCCC” UNDP/GEF Project.

**Author:** **Artashes Sargsyan**

**Editor:** Julieta Arustamyan  
**Computer design:** Vardan Vardanyan

The brochure discusses issues on renewable energy: solar, wind, biomass and geothermal energy, their available resources, the most modern technologies and their application, market development perspectives, regulatory mechanisms, in the context of climate change mitigation. Since there has been significant progress in development of small hydropower plants in Armenia recently, it was considered reasonable to present these issues in a special brochure.

The brochure can be used by students, lecturers, engineers as well as by a large group of readers interested in the advancement of renewable and alternative energy technologies and their possible application in Armenia.

The author expresses his gratitude to UNDP and Project staff, in particular, to Armen Martirosyan, Diana Harutyunyan, Aram Ter-Zakaryan and Naira Aslanyan for their advice and assistance, as well as Ferdinand Gasparyan, Doctor of Physico-Mathematical Sciences, YSU professor, for the review, and Gunar Olsen, “INFORSE-Europe” Network Coordinator, for the resources provided.

## Բովանդակություն

Յապավումների ցանկ	5
Տարբեր միավորների համակարգերում էներգիայի միավորների փոխակերպման գործակիցներ	6
Գլուխ 1. Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների (ՎԵԱ) նկատմամբ հետաքրքրության աճի պատճառները	7
Գլուխ 2. Արևային էներգիայի պասիվ օգտագործում	12
Գլուխ 3. Արևային ջրատաքացուցիչներ	18
Գլուխ 4. Արևային ջերմաէլեկտրակայաններ	27
Գլուխ 5. Արևային ֆոտոէլեմենտներ և ֆոտոէլեկտրակայաններ	31
Գլուխ 6. Արևային էներգիայի օգտագործումը Յայաստանում	36
Գլուխ 7. Էներգիա կենսազանգվածից	46
Գլուխ 8. Յողնաէներգետիկա/Քամու էներգիա	56
Գլուխ 9. Երկրաշերմային էներգիա	66
Գլուխ 10. ՎԵԱ-ների օգտագործումը խթանող մեխանիզմներ	72
Օգտագործված գրականության և աղբյուրների ցանկ	75
ՎԵԱ-ների վերաբերյալ համացանցային կայքեր Յայաստանում	77
ՎԵԱ-ների վերաբերյալ միջազգային համացանցային կայքեր	77
Յավելված 1. Արևային կոլլեկտորների ՕԳԳ-ն	78
Յավելված 2. Արևային ֆոտոէլեկտրական բջջի բնութագրերը և դրանց չափերը	80

## Հապավումների ցանկ

<b>Ա</b>	Ամպեր
<b>ԱՎԾ</b>	Ազգային վիճակագրական ծառայություն
<b>ԲԶՄ</b>	Բրիտանական ջերմային միավոր
<b>ԳԵՖ</b>	Գլոբալ էկոլոգիական ֆոնդ
<b>ԳԿԱԼ</b>	Գիգակալորիա
<b>ԳՎԻԺ</b>	Գիգավատ ժամ
<b>ԵՄ</b>	Եվրամիություն
<b>ԷԱ</b>	Էներգաարդյունավետություն
<b>Լ</b>	Լիտր
<b>ԿԶ</b>	Կայուն զարգացում
<b>ԿՎԻԺ</b>	Կիլովատ ժամ
<b>ՀԱԵԿ</b>	Հայկական ասոմային էլեկտրակայան
<b>ՀԲ</b>	Համաշխարհային բանկ
<b>ՀԵԿ</b>	Հիդրոէլեկտրակայան
<b>ՀԾԿՅ</b>	ՀՀ հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողով
<b>ՀՀ</b>	Հայաստանի Հանրապետություն
<b>ՀՌԵԿ</b>	Հողմաէլեկտրակայան
<b>ՀՎԵԷ</b>	Հայաստանի վերականգնվող էներգետիկայի և էներգախնայողության հիմնադրամ
<b>մԱ</b>	միլիամպեր
<b>ՄՍԳԱՏԵ</b>	Ասոմային էներգիայի միջազգային գործակալություն
<b>ՄԱԿ-ի ԵՏՀ</b>	ՄԱԿ-ի Եվրոպական տնտեսական հանձնաժողով
<b>ՄԱԿԿՈԾԿ</b>	ՄԱԿ-ի կլիմայի փոփոխության շրջանակային կոնվենցիա
<b>ՄԱՏՄՅԴ</b>	ՄԱԿ-ի Տնտեսական և սոցիալական հարցերի դեպարտամենտ
<b>ՄԶՄ</b>	Մաքուր զարգացման մեխանիզմ
<b>մկմ</b>	Միկրոմետր
<b>ՄԶ</b>	Մեզա Զոուլ
<b>նԽՄ</b>	Նորմալ խորանարդ մետր
<b>ԶԳ</b>	Զերմոցային զազեր
<b>ԶԵԿ</b>	Զերմաէլեկտրակայան
<b>ԶՊ</b>	Զերմային պոմպեր

<b>ՍՊԸ</b>	Սահմանափակ պատասխանատվությամբ ընկերություն
<b>Վտ</b>	Վատու
<b>ՎԵԱ</b>	Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներ
<b>ՏԶ</b>	Տոննա Զոռու
<b>Մ ն.հ.</b>	Տոննա նավթային համարժեք
<b>Մ պ.վ.</b>	Տոննա պայմանական վառելիք
<b>ՓՀԵԿ</b>	Փոքր հիդրոէլեկտրակայան
<b>ՕԳԳ</b>	Օգտակար գործողության գործակից
<b>Ֆէ</b>	Ֆուտոէլեկտրական

**Տարբեր միավորների համակարգերում էներգիայի միավորների փոխակերպման գործակիցներ**

	<b>ՏԶ</b>	<b>ԳԿԱԼ</b>	<b>Մ Մ. Մ ն.հ.</b>	<b>Մ Մ. ԲԶՄ</b>	<b>ԳՎԻՇ</b>
<b>ՏԶ</b>	1	238,8	0,00002388	947,8	0,2778
<b>Մ Մ. Մ ն.հ.</b>	41868	10000000	1,00E+00	39680000	11630
<b>Մ Մ. ԲԶՄ</b>	0,001055	0,252	2,52E-08	1	0,0002931
<b>ԳՎԻՇ</b>	3,6	860	0,000086	3,412	1

Աղբյուրը՝ [www.iea.org/stat.htm](http://www.iea.org/stat.htm)

1 Մ պ.վ. = 0,7 Մ ն.հ. = 8141 կվտժ = 7 Գկալ = 0,2931 ՏԶ

Յայաստան ներկրվող բնական գազի ջերմատվությունը 2006թ.

1000 մ<sup>3</sup> բնական գազ = 1,144 Մ պ.վ.

1 Մ պ.վ. = 874,1 նիսմ բնական գազ

# Գլուխ 1.

Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների նկատմամբ  
հետաքրքրության ածի պատճառները

Էներգետիկայի զարգացման ներկայիս ուղին անհամատելելի է կայուն զարգացման (ԿԶ) սկզբունքների հետ: 2 մլրդ. մարդ չի օգտվում էլեկտրական էներգիայից կամ կոմերցիոն վառելիքից (գազակերպ, հեղուկ կամ պինդ) և սնունդ պատրաստելու ու բնակարանի ջեռուցման նպատակով օգտագործում է ավանդական վառելիք (վառելափայտ): Մյուս կողմից աճում է էներգիայի սպառունք, աճում է նաև էներգիայի արտադրության պրոցեսի և տրանսպորտային վառելիքի այրման հետ կապված բացասական ազգդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա՝ պատճառ դառնալով ջերմոցային գազերի (ԶԳ) արտանետումների աճին և գլոբալ տաքացմանը, ինչպես նաև թթվային անձրևների, օդի, ջրի, հողի ալտունմանը և այլն [1, 2]: Ըստ կանխատեսումների, մթնոլորտում եղած  $\text{CO}_2$ -ի կոնցենտրացիան ներկայիս 367 մաս/մլն. արժեքից 2100թ. կհասնի 490-1260 մաս/մլն.: Սա նշանակում է, որ 1850թ. համեմատությամբ մթնոլորտում եղած  $\text{CO}_2$ -ի կոնցենտրացիան կաճի 75-350%-ով: 21-րդ դարում ԶԳ-երի կոնցենտրացիայի ածի հետևանքով կանխատեսվում է երկրագնդի մթնոլորտի ջերմաստիճանի բարձրացում  $1,4\text{-}5,8^{\circ}\text{C}$  [2]:

Ներկայումս սպառվող էներգիայի մեծ մասը ստացվում է հանածո վառելիքից: Հանածո վառելիքը՝ ածուխը, նավը և բնական գազը, առաջացել են մի քանի միջինու տարի առաջ կենդանիների և բույսերի քայլայման արդյունքում: Դրանք սպառվում են ավելի արագ, քան գոյանում են, և որոշ ժամանակից հետո ամրողությամբ կսպառվեն: Այդ պատճառով դրանց անվանում են «չվերականգնվող էներգիայի աղբյուրներ»:

Չվերականգնվող էներգիայի աղբյուրների շարքում հատուկ տեղ ունի միջուկային վառելիքը՝ ուրանը, որը կարող է սպառվել հարյուր տարուց, սակայն, այսպես կոչված, բազմացնող ռեակտորներում (breeder reactors) այն կարող է բազմապատկել և գործել զգալիորեն ավելի երկար: Չնայած ատոմակայանների ԶԳ-երի արտանետումները մոտ են զրոյի, ատոմային կայանների բարձր ռիսկայնությունը սահմանափակում է դրանց զարգացումը: Մարդկության կողմից էներգիայի աճող պահանջարկը բավարարելու համար պետք է զարգացնել վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների (ՎԵԱ)՝ արևային, հողմային, ջրային հիսքերի, կենսազանգվածի էներգիայի և երկրի ընդերքի ջերմության օգտագործումը: ՎԵԱ-ները զգալիորեն ավելի փոքր ազդեցություն են գործում շրջակա միջավայրի վրա, քան հանածո վառելիքները այրման ընթացքում: Այսուսակ 1-ում բերված են տվյալներ 2004-2008թթ. ամբողջ աշխարհում վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների դրվագային հզորության վերաբերյալ [6]:

**Աղյուսակ 1. Աշխարհում ՎԵՍ դրվագների հզորության վերաբերյալ տվյալներ,  
տարեվերջի դրությամբ [6]**

Ցուցանիշ	Տարի				
	2004	2005	2006	2007	2008
<b>ԵԼԵԿՏՐՈՎԵՆԵՐԳԻԱ, ԳՎԱՏԵԼ</b>					
Խոշոր ՀԷԿ-եր	720	750	763	770	860
Փոքր ՀԷԿ-եր	61		73		85
Հողմաէներգետիկա	48	59	74	95	121
ԵԼԵԿՏՐՈՎԵՆԵՐԳԻԱ ԿԵՆՍԱԳԱՆԳՎԱԾԻՑ	39		45		52
ԵՐԿՐՈՎԵՐՄԱՅԻՆ ԿԱՐԱՄԱՆԵՐ	8,9		9,5		10
Արևային ֆոտոէլեմենտներ, աշխատանքի ավտոմոն ռեժիմ	2,2		2,7		
Արևային ցանցային ֆոտոէլերգետիկա	1,8	3,5	5,1	7,8	13
Արևային ջերմային ԵԼԵԿՏՐՈՎԵՆԵՐԵՐ	0,4		0,4		0.5
Օվկիանոսների մակընթացությունների ԵՆԵՐԳԻԱՆ	0,3		0,3		0.3
ՎԵՍ-ՆԵՐԻ ԾԱՌԻԱՆՈՒՐ ԴՐՎԱՋՐԱՅԻՆ ՀԶՈՐՈՒԹՅՈՒՆ (առանց խոշոր ՀԷԿ-երի)	160	182	207	240	280
<b>ԶՐԻ ՏԱՐՁԱԳՈՒՄ, ՏԱՐԻԱԾՔՆԵՐԻ ՉԵՆՉՈՒԵՐՈՒՄ, ԳՎԱՏԵԼ</b>					
ԿԵՆՍԱԳԱՆԳՎԱԾ	220		235		250
ԶՐԻ ՏԱՐՁԱԳՈՒՄ և ՏԱՐԻԱԾՔ- ՆԵՐԻ ՉԵՆՉՈՒԵՐՈՒՄ արևային ԿՈՒՏԱԿԻՉՆԵՐ	77	88	105	128	145
Տարացման երկրաչերմային ԵՆԵՐԳԻԱ	13		33		50
ԵՐԿՐՈՎԵՐՄԱՅԻՆ ԱՊՈՄՎԵՐ	15				
ՏՆԱՅԻՆ ՏՆՏԵՍՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ (տ/տ) ջրատարացուցիչ արև- ային կուտակիչներ, մլն.*	40				
ԶԵՐՄԱՅԻՆ ԱՊՈՄՎԵՐՈՎ ՉԵՆՉՈՒԵՐՈՂ շԵՆՐԵՐ, մլն.	2				
<b>ՏՐԱՆՍՊՈՐՏՈՎԱՅԻՆ ՎԱՐԵԼԻՔ, L</b>					
Եթանոլի արտադրություն, մլրդ.**	31	33	39	46	67
ԿԵՆՍԱԴԻՎԵԼԱՅԻՆ ՎԱՐԵԼԻՔԻ ԱՐՏԱԴՐՈՒԹՅՈՒՆ, մլրդ.	2,2	3,9	6	8	12
<b>Գյուղական շրջաններում էներգիայի արտադրություն (հնքնավար ռեժիմ)</b>					
Փոքր կենսագագային կա- յանքներ տ/տ համար, մլն.	16				

S/տ համար փոքր ֆոտո- էլեկտրական կայանքներ, մլն.	2				
Արևային խոհանոցներ, մլն.	1				

\* Տնային տնտեսությունների (տ/տ) քանակը՝ 1600 մլն.:

\*\* Բենզինի արտադրությունն ամբողջ աշխարհում՝ 1200 մլրդ. լ:

\*\*\* Ցանցին չմիացած տ/տ քանակը՝ 360 մլն.:

### *Էներգիայի օգտագործումը և կայուն գարգացումը*

Անեն տարի աշխարհում սպառվում է մոտ 10000 մլն. տոննա ածուխին համարժեք էներգիա, որի մոտ 40%-ը կազմում է նավթը, իսկ 50%-ը՝ ածուխն ու գազը:

Շրջակա միջավայրի վրա էներգիայի օգտագործման ամենամեծ ազդեցությունը գործում են գլոբալ տաքացումը և թթվային անձրևները, որոնք հանածո վառելիքի այրման արդյունք են և ունեն գլոբալ կամ անդրսահմանային ազդեցություն:

Կլիմայի փոփոխությունը կամ գլոբալ տաքացումը Երկրի մակերևույթի օդի գլոբալ միջին ջերմաստիճանի աստիճանական բարձրացումն է: Ջերմոցային գազերից առավել կարևոր ածխաթթու գազն է ( $\text{CO}_2$ ), որի արտանետումների հիմնական աղբյուրը հանածո վառելիքի այրումն է, որը կազմում է այդ գազի մարդածին արտանետումների մոտ 80%-ը: Ըստ կարևորության աստիճանի մեթանը ( $\text{CH}_4$ ) Երկրորդ ջերմոցային գազն է, իսկ ազոտի ենթօքսիդը ( $\text{N}_2\text{O}$ )՝ Երկրորդ: Ջերմոցային գազերի գլոբալ տաքացման պոտենցիալը (ԳՏՊ) հաշվարկվում է ըստ  $\text{CO}_2$  համարժեքի և երեք առավել տարածված ԶԳ-երի համար այն հավասար է.  $\text{CO}_2$ ՝ 1,  $\text{CH}_4$ ՝ 21,  $\text{N}_2\text{O}$ ՝ 310 (Կլիմայի փոփոխության փորձագետների միջկառավարական խմբի (ԿՓՓՄԽ-IPCC) Երկրորդ գնահատման գեկույց, 1995թ.) [2]: Սյսինքն՝ այս երեք ԶԳ-երից ջերմոցային էֆեկտի ամենամեծ տեսակարար ազդեցությունն ունի  $\text{N}_2\text{O}$  գազը: Դամաձայն 2007թ. ԿՓՓՄԽ-ի Չորրորդ գնահատման գեկույցի (AR4), այս ջերմոցային գազերի ԳՏՊ-ն հավասար է.  $\text{CO}_2$ ՝ 1,  $\text{CH}_4$ ՝ 25,  $\text{N}_2\text{O}$ ՝ 298, սակայն ազգային գեկույցները պատրաստելիս շարունակում են օգտվել 1995թ. ընդունված ԳՏՊ-ի տվյալներից [2]:

Միավոր էներգիա ստանալու ընթացքում տարբեր տեսակի հանածո վառելիքների այրումից առաջանում են  $\text{CO}_2$  գազի արտանետումների տարբեր քանակներ: Ածխից, նավթից և գազից միավոր էներգիայի արտադրության ընթացքում արտանետվող  $\text{CO}_2$  գազի քանակությունները արտահայտվում են 2:1, 5:1 հարաբերությամբ: Սա է այն հիմնական պատճառը, որ չնայած աշխարհում ածուխի զգալիորեն ավելի մեծ պաշարների առկայությանը, էլեկտրակայաններում խրախուսվում է անցումը ածուխից գազի:

Բացի նրանից, որ անտառների զանգվածային հատումների և այրման հետևանքով մթնոլորտ է արտանետվում մեծ քանակությամբ  $\text{CO}_2$  գազ, միաժամանակ նվազում է նաև անտառների  $\text{CO}_2$  գազի կլանման ունակությունը:

Թթվային անձրևերը առաջանում են հանածո վառելիքի այրումից արտանետվող ծծմբի երկօքսիդի ( $\text{SO}_2$ ) և ազոտի օքսիդների ( $\text{NO}_x$ ) մթնոլորտում քիմիական ռեակցիաների արդյունքում համապատասխան թթուների ձևափոխվելու հետևանքով: Դրան հաջորդող անձրևերը դաշտում են փոքր-ինչ թթվային: Սովորական անձրևի  $\text{pH}$ -ը 5.6 է, դրանից ցածր արժեքը ունեցող տեղումները բնութագրվում են որպես թթվային:

Թթվային անձրևերի ձևափորմանը մասնակցում են նաև հրաբուխներից, ճահիճներից, փտող բույսերից ծծմբի երկօքսիդի արտանետումները: Նշենք, որ ծծմբի արտանետումների ավելի քան 90%-ը և ազոտի արտանետումների ավելի քան 95%-ը մարդու գործունեության հետևանք են:

Թթվային անձրևերը կարող են սպառնալ բուսական աշխարհին, իսկ որոշ դեպքերում՝ լրջորեն ազդել անտառների վրա, առաջացնել շինությունների և մետաղական կառուցվածքների էրոզիա: Ըստ գնահատականների, միայն մետաղական շինություններին հասցող վնասը հասնում է տարեկան 2 մլրդ. դրամի:

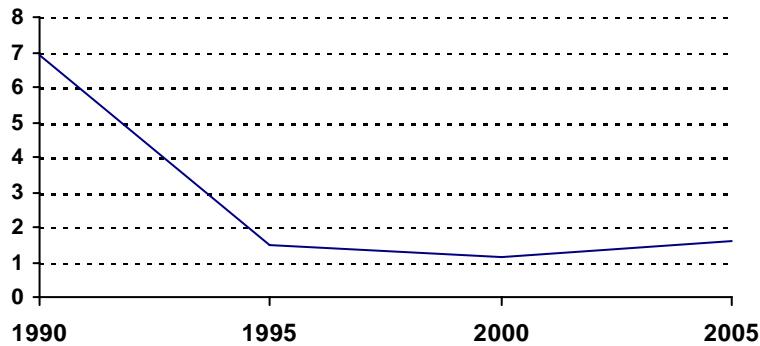
Թթվային անձրևերը վնաս են հասցնում հողին, աղտոտում են լճերը, ծովերը և օդը: Թթվային տեղումներից աղտոտված խմելու ջուրը, սնունդը և օդը սպառնալիք են մարդու առողջության համար:

#### **Կլիմայի փոփոխության հիմնախնդիրները Հայաստանում**

Կլիմայի փոփոխության մասին ՄԱԿ-ի շրջանակային կոնվենցիան Հայաստանը վավերացրել է 1993թ., Կիոտոյի արձանագրությունը՝ 2003թ. [18]: Որպես զարգացող երկիր, Հայաստանն ընդգրկված չէ Կլիմայի փոփոխության մասին ՄԱԿ-ի շրջանակային կոնվենցիայի (ՄԱԿ ԿՓԾԿ) Հավելված I-ում, ուստի և չունի ցերմոցային գազերի արտանետումների կրծատման պարտավորություններ: Այնուհանդերձ, կոնվենցիայի իրականացման համապատասխան մեխանիզմների շրջանակներում Հայաստանը, զարգացած երկրների աջակցությամբ, կամավոր ստանձնել է ԶԳ-երի արտանետումների սահմանափակման պարտավորություններ:

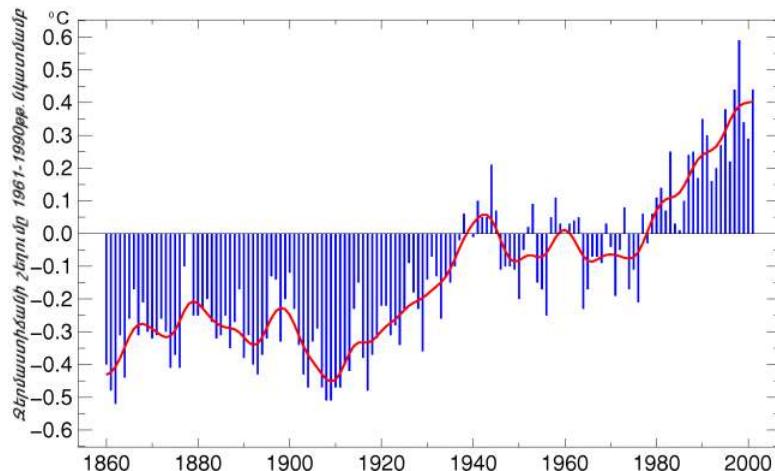
1998թ. Հայաստանը ներկայացրել է Կլիմայի փոփոխության մասին առաջին ազգային գեկույցը, որտեղ ներառված էին ցերմոցային գազերի ազգային կադաստրը և արտանետումների կանխատեսումները մինչև 2010թ., ինչպես նաև կլիմայի գլոբալ փոփոխության ազդեցությունը Հայաստանի բնական էկոհամակարգերի, բնակչության առողջության և տնտեսության վրա:

Հայաստանի անկախության հոչակումից ի վեր երկրում ցերմոցային գազերի տարեկան արտանետումների մակարդակն էապես նվազել է արդյունաբերության կտրուկ անկման հետևանքով (տես՝ Նկ. 1) [3]: Ներկայումս մեկ շնչի հաշվով Հայաստանը տարեկան արտանետում է մոտ 0.0015 գգ  $\text{CO}_2$ , որը կազմում է մեկ շնչին ընկնող միջին համաշխարհային ցուցանիշի՝ 0.0043 գգ-ի մոտ մեկ երրորդ մասը:



Նկ. 1. CO<sub>2</sub>-ի արտանետումները Հայաստանի Հանրապետությունում, գգ/մեկ շնչի հաշվով

Համաձայն Կլիմայի փոփոխության նասին Հայաստանի առաջին ազգային գեկույցի (1998թ.) [18], որի շերմաստիճանի մոտ 2°C-ով բարձրանալու և մթնոլորտային տեղումների 10%-ով կրճատվելու դեպքում, 2100թ. երկիր էկոհամակարգերի և կլիմայից կախում ունեցող տնտեսության ճյուղերի վրա կանխատեսվում են հետևյալ բացասական աղդեցությունները՝ լանդշաֆտային գոտիների սահմանների տեղափոխություն լեռնային պրոֆիլով դեպի վեր, կլիմայի չորացման ած և անապատացման պրոցեսների արագացում, գետերի տարեկան հոսքի նվազում 15%-ով, Սևանա լճի մակերեսից գոլորշիացման ավելացում 13-14%-ով, գյուղատնտեսական մշակաբույսերի բերքատվության նվազում 8-14%-ով և արոտավայրերի ընդհանուր մակերեսի ու դրանց բերքատվության կրճատում 4-10%-ով:



Նկ. 2. 1860-2001թթ. Երկրի մակերևույթի մոտ օրի շերմաստիճանի տարեկան գլոբալ միջին շեղումները 1961-1990թթ. միջինի նկատմամբ  
[Արյուրը՝ Hadley Centre for Climate Predictions and Research]

## Գլուխ 2.

### Արևային էներգիայի պասիվ օգտագործում

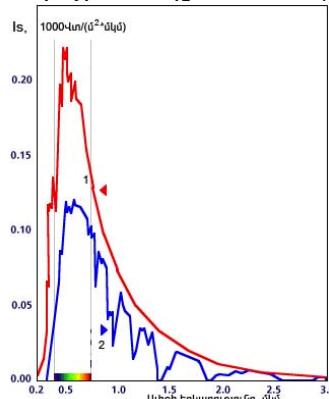
Գործնականում մարդկության կողմից սպառվող գույքե ամբողջ էներգիան ստացվում է արևից: Արևային ճառագայթման էներգիան կուտակված է նաև հանքային վառելիքներում՝ ածուխ, նավք և բնական գազ: Երկրի մթնոլորտի վերին սահմանին տարեկան հասնող արևային ճառագայթման էներգիայի քանակը  $5,6 \times 10^{24}$  Ջ: Երկրի մթնոլորտը անդրադարձում է այդ էներգիայի 35%-ը՝  $1,9 \times 10^{24}$  Ջ, իսկ էներգիայի մնացած մասը ծախսվում է Երկրագնդի մակերևույթի տաքացման (մոտ  $2,4 \times 10^{24}$  Ջ), գոլորշիացում-տեղումներ շրջապտույտի (մոտ  $1,3 \times 10^{24}$  Ջ) և ծովերի ու օվկիանոսների ալիքների, օդային և օվկիանոսային հոսանքների գոյացման վրա (մոտ  $1,22 \times 10^{22}$  Ջ):

Արևային էներգիայի օգտագործման համակարգերի նկատմամբ պահանջները գտնվում են այսպես կոչված, միջանկյալ տեխնոլոգիաների մակարդակի վրա: Դրա համար պարտադիր չէ, որ դրանք հիմնված լինեն բարձր տեխնոլոգիաների վրա, սակայն դա չի նշանակում, որ արևային համակարգերի նախագծումը և օպտիմալացումը հեշտ խնդիր է, այն պահանջում է ճարտարագիտական վերլուծության բարձր մակարդակ [25]:

#### Արևային ճառագայթման ցուցանիշները

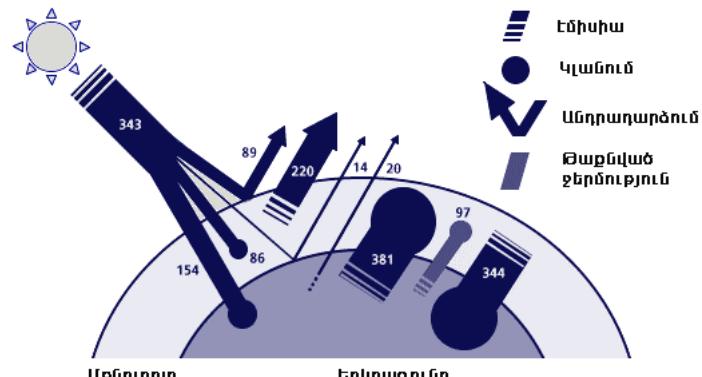
Արևային ճառագայթումը  $0,28\text{-}3,0$  մկմ ալիքների երկարության տիրութում ընկած է եւկտրամագնիսական ճառագայթում է: Այդ ճառագայթման սպեկտրը ներառում է մարդու աչքի համար անտեսանելի  $0,28\text{-}0,38$  մկմ տիրույթի ուլտրամանուշակագույն ճառագայթման փոքր մասնաբաժնը (մոտ 2%),  $0,38\text{-}0,78$  մկմ տիրույթի տեսանելի լուսային ճառագայթումը (արևային սպեկտրի 49%) և  $0,78\text{-}3,0$  մկմ տիրույթի ինֆրակարմիր անտեսանելի ճառագայթումը (արևային սպեկտրի մնացած 49%-ը):

Երկրագնդի մակերևույթի մոտ արևային ճառագայթման կորի վրա հայտնվող հակադարձ եւլուստների պատճառը մթնոլորտային գագերի՝  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_3$  կողմից ճառագայթման կլանումն է (Սկ. 3):



Սկ. 3. Արևային ճառագայթման սպեկտրը

1-ը Արևային ճառագայթման սպեկտրալ ինտենսիվությունն է մթնոլորտի վերին սահմանին,  
2-ը՝ արևային ճառագայթման սպեկտրալ ինտենսիվությունը Երկրի մակերևույթի մոտ [1]:

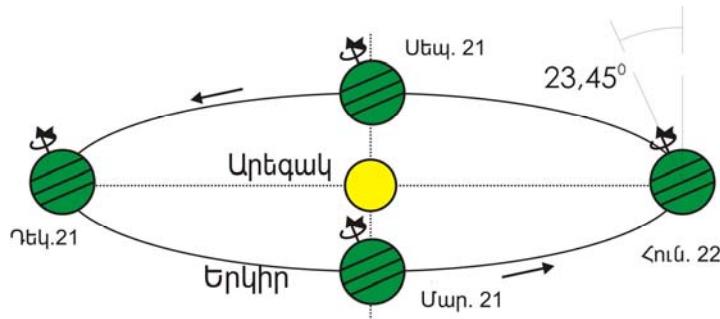


Նկ. 4. Եներգիայի հոսքը Երկրագնդի ամբողջ մակերեսով

Եներգիայի հոսքը ցանկացած ժամանակի համար միջինացված է Երկրագնդի ամբողջ մակերեսով և չափվում է Վտ/ $\text{m}^2$  միավորներով:

### Երկրագնդին հասնող արևային եներգիայի քանակությունը

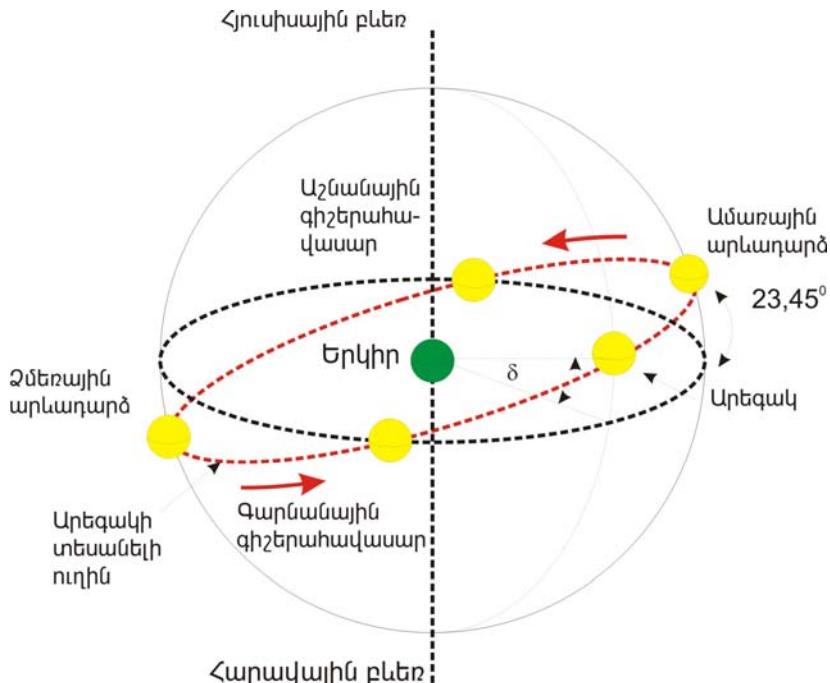
Արեգակի ճառագայթման հոսքի հզորությունը կազմում է  $4 \times 10^{26}$  Վտ, իսկ Երկրագնդի մթնոլորտի վերին սահմանին մոտ՝  $1,78 \times 10^{17}$  Վտ: Մթնոլորտային գագերի և աերոզոլների վրա կլաննան և ցրման հետևանքով Երկրագնդի մակերևույթի մոտ այն կազմում է  $1,2 \times 10^{17}$  Վտ: Երկրագնդի մթնոլորտի վերին սահմանին հասնող արևային ճառագայթման ինտենսիվության արժեքը  $1,353 \text{ Վտ}/\text{m}^2$  է, այն կոչում է արտերկրային կամ արևային հաստատում: Արևի շարժման ուղեծրի էլիպսային լինելու պատճառով (Նկ. 5) Արեգակի և Երկրագնդի միջև ընկած տարածությունը (միջինը մոտ  $149,6 \text{ մլն. կմ}$ ) տատանվում է տարեկան  $\pm 1,7\%$ , արտերկրային արևային ճառագայթման հոսքի արժեքը հեռավորությունից ունի հակադարձ քառակուսային կախում:



Նկ. 5. Արեգակի շուրջ էլիպսային ուղեծրով Երկրագնդի շարժումը

Երկրագնդի մթնոլորտն անցնելուց հետո ցանկացած մակերեսի վրա ընկնող արևային ճառագայթման մի մասը կազմում է ուղղակի ճա-

ռազմայթունը, որը մթնոլորտով անցնում է առանց իր ուղղությունը փոխելու և ցրվելու, իսկ նյուს նասը՝ ցրված կամ անուղղակի ճառագայթումն է, որն առաջանում է մթնոլորտում պարունակվող գագերի, ջրային գոլորշիների, փոշու, աերոզոլների վրա ցրվելուց: Այս երկու բաղադրիչ ճառագայթումների գումարային ճառագայթումն անվանում են գլոբալ ճառագայթում: Հետագայում արևային կուտակիչ համակարգեր և ֆուտուրիստական սարքեր հաշվարկելիս պարզ կդառնա նման բաժանման գործնական նշանակությունը:



Նկ. 6. Արևի շարժումը Երևակայական երկնոլորտով

Գարնանային գիշերահավասար՝ մարտի 21, աշնանային գիշերահավասար՝ սեպտեմբերի 23,  $\delta$  – հակում՝ արեգակի անկյունային դիրքը Երկնային հասարակածի հարթության նկատմամբ արևային կեսօրին:  $\delta_0 = 23^{\circ}27' = 23,45^{\circ}$

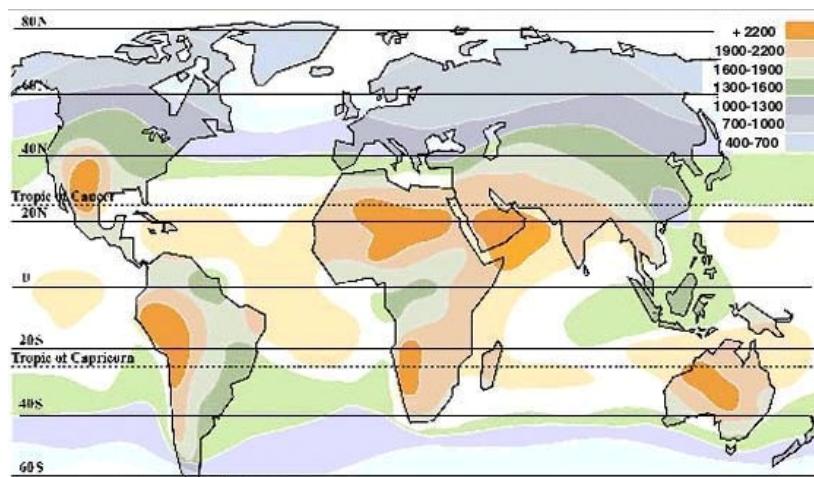
Միավոր մակերեսին մեկ օրվա ընթացքում ընկնող արևի ճառագայթման էներգիայի արժեքը կախված է աշխարհագրական լայնությունից, տեղական կլիմայից, տարվա եղանակից և արևի նկատմամբ կուտակիչ մակերեսի թեքման անկյունից:

Արևի և Երկրագնդի հարաբերական շարժման պատճառով դիտարկվող տեղանքին հասնող արևային էներգիայի քանակը տատանվում է (Նկ. 5, 6): Կեսօրին մթնոլորտով անցնող արևի ճառագայթի ուղին ամենակարճն է, ճառագայթման կլանումը կամ ցրումը

հասնում է նվազագույնի և երկրագնդի մակերևույթին հասնում է ճառագայթման առավելագույն քանակը:

Երկրագնդի մակերևույթին հասնող արևային էներգիայի քանակը փոփոխվում է կախված տարվա եղանակից, Հյուսիսային Եվրոպայում՝ կազմելով ձմռանը օրական միջինը  $0.8\text{կՎտժ}/\text{մ}^2$ -ից պակաս, ամռանը՝ ավելի քան  $4\text{ կՎտժ}/\text{մ}^2$ :

Երկրագնդին հասնող Արեգակի ճառագայթման էներգիան տատանվում է ըստ դիտարկվող տեղանքի աշխարհագրական դիրքի՝ ամենաբարձր՝ արժեքին հասնելով հասարակածին մոտ տարածաշրջաններում: Այսպես, հորիզոնական մակերեսին ընկնող գլոբալ ճառագայթման միջին տարեկան հոսքը Կենտրոնական Եվրոպայում, Կենտրոնական Ասիայում և Կանադայում կազմում է  $1000\text{ կՎտժ}/\text{մ}^2$ , միջերկրածովյան երկրներում՝  $1700\text{կՎտժ}/\text{մ}^2$ , հասարակածին մոտ, Աֆրիկայի, Ավստրալիայի անապատներում՝  $2200\text{ կՎտժ}/\text{մ}^2$ : Այսպիսով, սեզոնային և աշխարհագրական դիրքի հետ կապված արևային ճառագայթման հոսքի մեծությունները էականորեն տարբերվում են, և այս հանգամանքը պետք է հաշվի առնել արևային համակարգերի հաշվարկները կատարելիս (Նկ. 7):



Նկ. 7. Արևային ճառագայթման տարեկան հոսքերը, կՎտժ/ $\text{մ}^2$

1 – Խեցգետնի կամ հյուսիսային արևադարձ (հս. լայն.  $23^{\circ}27'$ ), 2 – Այժեղջյուրի կամ հարավային արևադարձ (հր. լայն.  $23^{\circ}27'$ )

### Արևային էներգիայի օգտագործումը

Արևային էներգիան կարելի է վերածել օգտակար էներգիայի, կիրառելով ակտիվ համակարգեր և պասիվ արևային կառուցվածք: Ակտիվ համակարգերի շարքին են պատկանում արևային կուտակիչները և ֆոտոէլեկտրական բջիջները: Պասիվ համակարգերը սահմանվում են որպես համակարգեր, որտեղ ջերմության փոխանցումը կատարվում է բնական եղանակով՝ տան կամ շինության նախագծման միջոցով, որը

կանխորոշում է արևային էներգիայի առավելագույն օգտագործումը: Պասիվ արևային համակարգերում շենքի կառուցվածքը օգտագործվում է ջերմության կուտակման, պահեստավորման/պահպանման և փոխանցման համար: Այս սահմանումը լավագույն ձևով համապատասխանում է բավականին պարզ համակարգերին, երբ ջերմությունը պահպանվում է հիմնական կառուցվածքներում՝ պատերում, առաստաղում, հատակում: Նման համակարգ առաջարկել է ֆրանսիացի ինժեներ Տրոմբեն: Նման տները կոչվում են Տրոմբեի տներ:

### **Պասիվ արևային ջեռուցման սկզբունքները և եղանակները**

Արևի պասիվ օգտագործման համար կան մի շարք ճարտարապետական հանգուցային տարրեր, որոնց շնորհիվ կարելի է տնտեսել տնային տնտեսությունում տարագնելու և հովացնելու նպատակով օգտագործվող էներգիայի մինչև 15-25%-ը: Դրանք են՝

- շինության տեղանքի ճիշտ ընտրությունը,
- մեծ թվով հարավահայաց պատուհաններ (հյուսիսային կիսագնդում) ձնոանը արևային ճառագայթումը պատուհաններից ներթափանցելու համար, և հակառակը՝ թիզ թվով արևելահայաց և արևմտահայաց պատուհաններ, անառաջին արևի ճառագայթումը սահմանափակելու համար,
- բավականին ինտերիերային զանգված՝ ջերմաստիճանի անցանկալի տատանումները հարթելու նպատակով,
- շինությունների լիարժեք ջերմամեկուսացումը:

Նշված տարրերը ցանկալի է կիրառել միաժամանակ:

### **Պատուհաններ**

Բոլոր պասիվ համակարգերում պատուհանները մեծ նշանակություն ունեն: Ապակին կամ օգտագործվող այլ թափանցիկ նյութեն անց է կացնում կարճալիք արևային ճառագայթումը, սակայն չի թողնում, որ երկարալիք ջերմային ճառագայթումը հետ դառնա դրա միջով, այսինքն, թակարդե են ընկնում ճառագայթները, նպաստելով ջերմոցային էֆեկտի առաջացմանը: Ապակե պատուհանները անց են կացնում 0,4-2,5 մկմ տիրույթի արևային ճառագայթումը: Երբ արևային ճառագայթումն ընկնում է պատուհանի հակառակ կողմում գտնվող ոչ թափանցիկ իրերի վրա, այն վերաճառագայթվում է, որպես ավելի տաք մարմնի ճառագայթում, և ալիքի երկարությունը աճում է մինչև 11 մկմ: Ապակին ալիքների այս երկարության համար դառնում է անթափանց խոչընդոտ, այդպիսով որսվում է արևային էներգիան: Որակյալ պատուհանները ներառում են՝

ա. երկապակե կամ եռապակե ջերմամեկուսացում,

բ. ապակիներ հատուկ ծածկույթով, որը թափանցիկ է արևային ճառագայթման ներհոսքի համար, սակայն արգելափակում է ջերմային ճառագայթման արտահոսքը,

գ. ապակե փաթեթներ, որտեղ շերտերի միջև վակուում է կամ արգոն գազ,

դ. ֆազափոխիչով տեխնոլոգիաներ, երբ լարման միացման ժամանակ ապակին (կամ ննանատիպ մակերեսը) դադարում է թափանցիկ լինելուց, դառնում է ոչ թափանցիկ:



Նկ. 8. Պասիվ արևային ջեռուցում

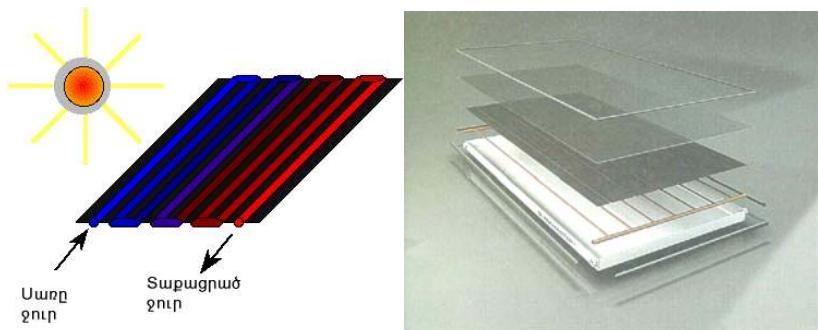
Կոմերցիոն գրասենյակներում հաճախ օգտագործում են անդրադարձնող թաղանթներ, որոնք սոսնձվում են պատուհանի ապակուն: Այս եղանակով հնարավոր է արգելափակել ներթափանցող արևի լույսի մինչև 85%-ը:

Կարևոր է շենքը նախագծելիս նախատեսել նաև ակտիվ արևային հանակարգերի (արևային կուտակիչներ, ֆոտոէլեկտրական պանելներ) ներկառուցման հնարավորությունը: Հյուսիսային կիսագնդում տեղադրված այս սարքերը պետք է ուղղված լինեն դեպի հարավ, իսկ հարավային կիսագնդում տեղադրվածները՝ դեպի հյուսիս:

## Գլուխ 3.

Արևային ջրատաքացուցիչներ. հարթ, խողովակային վակուումային

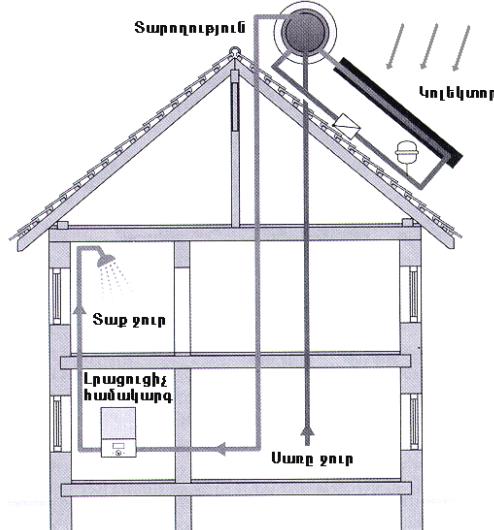
Արևային տաքացման սկզբունքը հայտնի է վաղ ժամանակներից: Սև մակերևույթը տաքանում է, իսկ բաց գույնի մակերևույթը մնում է ավելի սառը: Արևային ջրացեռուցիչներուն օգտագործվում է հենց այս հանգամանքը: 1908թ. ԱՄՆ-ում Վ. Բեյլի կողմից կառուցվել է արևային կոլեկտոր (Carnegy Steel Company), որտեղ առաջին անգամ օգտագործվել է ջերմամեկուսացված արկղ և պղնձե կոճ:



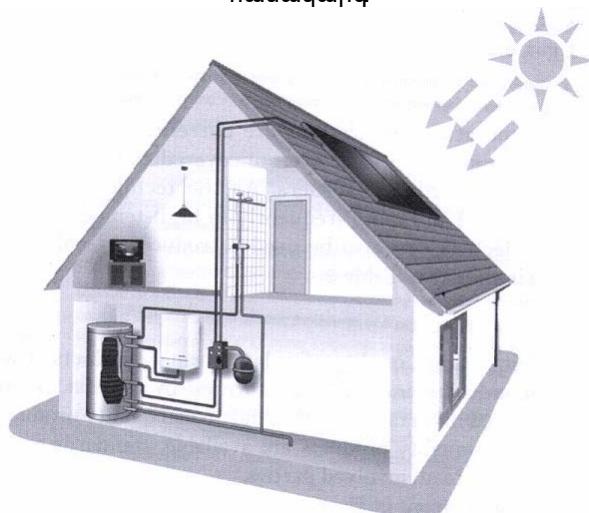
Նկ. 9. Ջարթ արևային կոլեկտոր. ա. (ձախից) - կոլեկտորի աշխատանքի սկզբունքը [1], բ. (աջից) - ժամանակակից արևային կոլեկտորի հիմնական տարրերը [21]:

Այս տեխնոլոգիան շատ մոտ է ժամանակակից արևային կուտակիչներին (ջերմասիֆոնային համակարգ): Արևային տաքացուցիչ համակարգերի արդյունավետությունն աճեց 1970-ական թվականներից սկսած, ինչը պայմանավորված էր մետաղի փոքր քանակությունն պարունակող կոփածո ապակիների, նոր ջերմամեկուսիչ նյութերի և կատարելագործված դիմացկուն սելեկտիվ ծածկույթների օգտագործմամբ: Նկ. 9/ա-ում պարզեցված ձևով ներկայացված է, թե ինչպես է սառը ջուրը տաքանում, անցնելով արևային ճառագայթումը կլանող սև մակերեսին ամրացրած խողովակներով: Կենտրոնական Եվրոպայում և Հյուսիսային Ամերիկայում արևային կուտակիչները տեղադրելիս թեքության անկյունը ընտրվում է 500–ից ավել անկյան տակ՝ ձմռանն առավելագույն ջերմություն ստանալու համար: Այդ սարքերն անհրաժեշտ են տեղադրել էներգիա սպառող հիմնական սարքերին՝ օրինակ խոհանոցին և լողասենյակին հնարավորինս մոտ՝ կորուստները նվազեցնելու նպատակով: Արևի շարժմանը չհետևող ֆոտոէլեկտրական պանելները հյուսիսային կիսագնդի երկրներում տեղադրվում են դեպի հարավ ուղղվածությամբ՝ հորիզոնականից հաշված շենքի աշխարհագրական լայնությանը հավասար անկյան տակ:

Արևային կոլեկտորներն, ըստ պահանջի, կարող են տարբերվել չափերով և կոնստրուկցիայով: Նկ. 9/բ-ում բերված հարթ կոլեկտորն ունի ամենամեծ կիրառությունը: Ձերմությունը կոլեկտորից հեռացվում է դրա միջով շրջանառվող բանող հեղուկի օգնությամբ: Այն իրականացվում է կամ ջերմասիֆոնային մեխանիզմով՝ բնական շրջանառություն (Նկ. 10), կամ հարկադրական շրջանառությամբ (Նկ. 11): տեղադրված պոմպի օգնությամբ [5]:



Նկ. 10. Ձերմասիֆոնային շրջանառությամբ արևային ջրատաքացման համակարգ



Նկ. 11. Ստիպողական շրջանառությամբ արևային ջրատաքացման համակարգ

Արևային կուտակիչներում ջերմությունը փոխանցելու համար բացի ջրից կարող է օգտագործվել նաև անտիֆրիզ (էթիլենօլիկոլ), ձմռանը

Նվազագույնի է հասցնում ջրի սառեցման ռիսկը հավաքիչներում և վերացնում գիշերային ժամերին կուտակիչները ջրից դատարկելու անհրաժեշտությունը:

## Զրատաքացուցիչների պատրաստման ավանդական և ինովացիոն եղանակները

Հավաքիչի կլանող սև մետաղյա մակերեսի և խողովակների հեղուկի միջև բարձր ջերմահաղորդականություն ապահովելու համար օգտագործվում է բարձրորակ անդրձայնային կամ լազերային եռակցում, զոդում, մեխանիկական հպում և այլն: Ընդ որում Եվրոպայում անդրձայնային եռակցումն օգտագործում են արտադրողների մոտ 55%-ը, լազերային եռակցումը, որն իրենից ներկայացնում է բավականին բարդ սարքավորում՝ 19%-ը, մեխանիկական շրջասեղմում՝ 17%, զոդում՝ 1%, այլ՝ 8%-ը [ 21]: Հավաքիչի կլանող սև մետաղյա մակերեսը և խողովակները պատրաստվում են սև պղնձից, ալյումինից, չժանգոտվող պողպատից: Կլանման ցուցանիշը բարձրացնելու համար այն պատվում է սև քրոնով, քրոն-նիկելով, հատուկ ընտրովի ծածկույթով (PVD կամ այլ տեխնոլոգիաներ) կամ էլ ներկվում է սև ներկով: Վերջին տարբերակի դեպքում ցածր որակը համապատասխանում է հավաքիչի ցածր արժեքին:

## Տնային տնտեսությունների արևային ջրատաքացուցիչների արժեքը

Ժամանակակից բարձրորակ արևային ջրատաքացուցիչները նախատեսված են 20-25 տարվա օգտագործման համար: Արտադրած ջերմության մեկ կՎտժ<sub>շեր</sub> կազմում է 3-9 Եվրոցենտ:

Ստորև ներկայացված են մի քանի տիպային արևային ջրատաքացուցիչ համակարգերի առանձնահատկությունները և գները: Կենտրոնական և Յուլիսային Եվրոպայում օգտագործելու համար նախատեսված գերմանական տարբերակը ներառում է 5 մ<sup>2</sup> մակերեսով արևային հարթ հավաքիչներ, ջրի ստիպողական շրջանառության համակարգ, 300 լ ծավալով ջրի բաք և արժե 4500 Եվրո: Այն տարեկան ապահովում է 3300 կՎտժ էներգիայի տնտեսում: Հարավային Եվրոպայում օգտագործելու համար նախատեսված տիպային արևային ջրատաքացուցիչ համակարգը (հունական տարբերակ) ներառում է 2,4 մ<sup>2</sup> մակերեսով արևային հարթ հավաքիչներ, օգտագործում է ջերմասիֆոնային սկզբունքը, ունի 150 լ ծավալով ջրի բաք և արժե մոտ 700 Եվրո: Այն ապահովում է տարեկան 1200 կՎտժ էներգիայի տնտեսում [5]:

Նշենք, որ իսրայելում 2,5 մ<sup>2</sup> մակերեսով տիպային արևային ջրատաքացուցիչ ջերմասիֆոնային համակարգը 150 լ ջրի բաքով կարելի է գնել 360 Եվրոյով: Այդ էժանագին համակարգում մետաղական խողովակները ներնդված են մետաղական կլանիչի մեջ և միասին

Աերկված են արևադիմացկում ներկով, նաև օգտագործվում է պատուհանի սովորական ապակին: Իսկ որակյալ արևային ջրատաքացուցիչին համակարգերում օգտագործվում է անդրձայնային եռակցում, հատուկ ապակի և կլանող մասերն ունեն ընտրովի ծածկույթ: Այդ համակարգն արժե 625 եվրո:

### Արևային օդային կուտակիչներ

Մեծ տարածում են գտել նաև արևային օդային կուտակիչները, որոնք օգտագործվում են շենքերի ջեռուցման և պտուղների չորացման համար: Կոմերցիոն կայաններն աշխատում են, օդինակ, օդը ներբաշելով ծակոտեն մակերևույթով կուտակիչների միջով, որոնք միաժամանակ կատարում են դրսի պատի դեր (Սկ. 12): Դրանց մեջ չկա հեղուկի եռնան և սառեցման խնդիր, ինչը ջրաջեռուցիչների դեպքում բարդացնում է համակարգը:



Սկ. 12. Արևային օդային կուտակիչ

### Տիպային կիրառումներ

Ցածր ջերմաստիճանի կուտակիչները ( $50^{\circ}\text{C}$ -ից ցածր)` մետաղական կամ պլաստիկ կլանիչ մակերեսով, և միջին ջերմաստիճանի կուտակիչները (ավելին քան  $50^{\circ}\text{C}$ , սովորաբար  $60\text{-}80^{\circ}\text{C}$ ) ներկայումս ամենատարածվածն են և ունեն ծախս/օգուտ (cost/benefit) լավագույն ցուցանիշը:

Բարձր ջերմաստիճանի կուտակիչներն են՝ պարաբոլա-գլանային կուտակիչները և պարաբոլա-ափսեատեսակ կուտակիչները, որոնք օգտագործվում են էլեկտրականություն ստանալու համար:

## Սպասվող տեխնոլոգիական առաջխաղացումը

Համապատասխան ներդրումներ ապահովելու դեպքում տեխնոլոգիական առաջխաղացում կարող է տեղի ունենալ հետևյալ կարևոր ոլորտներում.

**ա. Արևային օդակարգավորման և հովացման համակարգեր:** Այս ուղղությունը համարվում է շատ հեռանկարային, քանի որ հովացման պիկային պահանջը (ամառային ամիսներին) համընկնում է արևային ճառագայթման առավելագույն արժեքների հետ:

**բ. Ձերմության պահպանում:** Ծախս/օգուտ (cost/ benefit) բավարար ցուցանիշով ջերմության սեզոնային պահպանումը թույլ կտա ամառային ամիսներին կուտակված ավելորդ ջերմությունն օգտագործել ձմռան ամիսներին՝ ջերմության մեջ պահպանարկը բավարարելու համար:

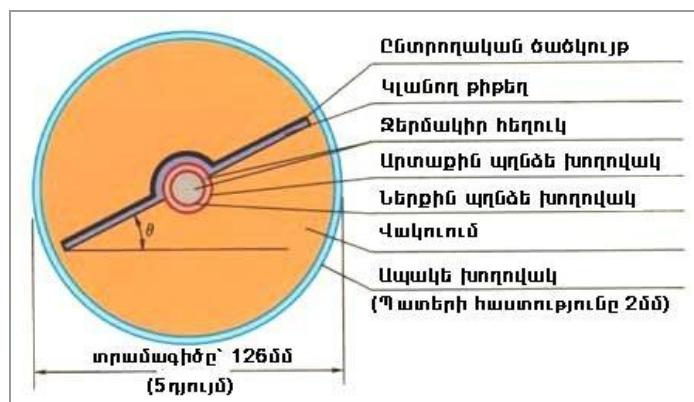
**գ. Արևային աղացերծում:** Չնայած այս ոլորտում իրականացվել են կոմերցիոն նախագծեր, այդ համակարգերը դեռ շատ թանկ են պահպանարկի մեջ մասի ապահովման համար: Այս կայանքներն անչափ մեջ կիրառություն կունենան դրանց գների իջևման դեպքում՝ համապատասխան տեխնոլոգիաների մշակման արդյունքում:

### Վակուումային խողովակներով արևային կոլեկտորներ

Վակուումային խողովակներով արևային կոլեկտորները հնարավորություն են տալիս արդյունավետ աշխատել անբարենպաստ ամպուտ եղանակի ժամանակ [1]: Դրանք ունեն ավելի բարդ կառուցվածք և, համապատասխանաբար, ավելի բարձր գին: Այդ կուտակիչներն օգտագործվում են ավելի բարձր ջերմաստիճան ապահովելու պահպանարկի դեպքում: Թափանցելով արտաքին ապակե խողովակով՝ արևային ճառագայթումը կլանվում է ընտրովի ծածկույթով կլանող խողովակի կողմից և փոխվում ջերմության: Այնուհետև, ջերմությունը փոխանցվում է կլանող խողովակի մեջ գտնվող հեղուկին: Տաք հեղուկը շրջանառում է ջերմափոխանակիչի միջով և ջերմությունը փոխանցում ջրին, որը պահպում է հատուկ տարրողության մեջ: Այս կուտակիչներն արտադրելիս օդը հեռացվում է երկու ապակե խողովակների միջև ընկած ծավալից՝ զրոյի հասցնելով կոնվեկցիոն և ջերմահաղորդականության կորուստները: Տեխնիկական այս համակարգերը բավականին բարդ են: Դրանց աշխատանքը հիմնված է «ջերմային խողովակի» սկզբունքի վրա, որի տեսության նկարագրությունն այս աշխատանքի շրջանակներից դուրս է:



Նկ. 13. Վակուումային խողովակներով արևային կոլեկտորներ



Նկ. 14. Վակուումային կոլեկտորի լայնական հատվածը [1]

### Արևային խոհանոցներ

Արկդի տիպի արևային խոհանոցները բաղկացած են լավ ջերմամեկուսացված արկդից՝ սևացրած ներսի մասով, որտեղ տեղավորում են ուտելիքով լցված ամանեղենը: Արկդի կափարիչը սովորաբար իրենից ներկայացնում է երկփեղկ պատուհան, որի միջով արևի ճառագայթումը ներթափանցում է արկդ և որսվում:



Նկ. 15. Արկղի տիպի արևային խոհանոց

Արկղի տիպի արևային խոհանոցների առավելությունները. օգտագործվում է ուղղակի և անուղղակի ճառագայթումը, թերև են և տեղափոխելի, անհրաժեշտություն չկա հետևելու արևին, արկղերը հեշտությամբ են պատրաստվում՝ օգտագործելով տեղական նյութեր, էժան են: Թերությունները. սննդի պատրաստումը սահմանափակվում է ցերեկվա լուսային ժամերով, չափաՎոր ջերմաստիճանը երկարացնում է սննդի պատրաստումը, ապակե կափարիչը առաջացնում է զգալի ջերմային կորուստներ:



Նկ. 16. Պարաբոլային ափսեաձև արևային վառարան

Ուղղակի արևային ճառագայթումն օգտագործվում է պարաբոլային ափսեածև արևային վառարաններում: Հատուկ նշակված մակերևույթի բարձրորակ առանձին ճկուն մետաղյա թիթեղներից հավաքվում է պարաբոլային ափսեածև հայելի, որը սննդով ափսեների վրա է կենտրոնացնում Արեգակի անդրադարձող ճառագայթները:

### Արևային աղազերծող սարքեր

Մաքուր խմելու ջուրը զարգացող երկրների 2,4 միլիարդ բնակիչներից մատչելի է միայն 500 միլիոնի համար:

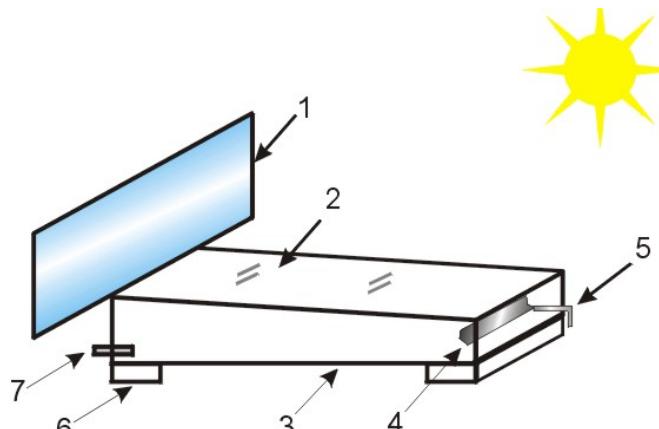
Արևային աղազերծման (թորման) սկզբունքը հայտնի է շատ վաղ ժամանակներից: Դեռևս մ.թ.ա. 4-րդ դարում խմելու ջուր ստանալու նպատակով Արիստոտելը առաջարկել էր գոլորշիացնել ծովից Վերցուած ջուրը: Սակայն առաջին մեծածավալ արևային թորակայանքը գործարկվեց միայն 1874թ.: Չիլիում: Այդ թորակայանքն ուներ 4700 մ<sup>2</sup> մակերես և արտադրում էր 24000լ խմելու ջուր՝ ապահովելով տեղացի հանքաֆորների համայնքի պահանջները: Ներկայումս խոշոր թորակայանքներ գործում են Ավստրալիայում, Հունաստանում, Իսպանիայում, Թունիսում և Կարիբյան կղզիներում: Փոքրածավալ թորման սարքերը տարածում են գտել նաև այլ երկրներում:

Լայն տարածում է ստացել մեկ տարողությունից բաղկացած արևային թորիչը: Այն իրենից ներկայացնում է աղտոտված կամ աղի ջուր պարունակող անօդանցիկ տարողություն, որը փակված է թեք ապակե կամ պլաստիկ կուտակիչով:

Տարողության հատակը սևացրած է՝ արևային ճառագայթումն ավելի լավ կլանելու նպատակով: Կափարիչի միջով ճառագայթումը տարողության մեջ է թափանցում և գոլորշիացնում ջուրը: Այնուհետև, գոլորշին կոնդենսացվում է կափարիչի ներսի թեք մակերեսի վրա և թեքության շնորհիվ հոսում ներքև՝ դեպի ջրահավաք գլանը կամ խողովակը: Խողովակը նույնպես թեքված է այնպես, որ ջուրը տարողությունից դուրս է հոսում և հավաքվում թորած ջրի կուտակիչում: Սարքի արտադրողականությունը կախված է նրանից, թե ինչպիսի կիմիայական պայմաններում է այն օգտագործվում՝ տաք, թե սառը: Ընդհանուր առնամբ, արևային թորասարքը 1 մ<sup>2</sup> մակերեսից օրական արտադրում է միջինը 1 լ թորած ջուր: Թորասարքի արժեքը խիստ տատանվում է և կախված է սարքի չափերից և ընտրված տեղանքից: ԱՄՆ-ում արտադրվող փոքր նմուշները վաճառվում են 25 ԱՄՆ դոլարով (ապակե կափարիչով) և 18 ԱՄՆ դոլարով (պլաստիկ կափարիչով): Մեկ տարվա ընթացքում թորասարքից ստացված ջրի արժեքը կազմում է 10 ԱՄՆ ցենտ/լ:

Այս եղանակով ստացված թորած ջուրը բարձրորակ է, սովորաբար ավելի բարձր, քան վաճառքում եղած շշերով թորած ջուրը: Թորասարքում ոչնչացվում են բոլոր բակտերիաները, իսկ պեստիցիդների, պարարտանյութերի և լուծիչների քանակությունը

Նվազում է 75-99,5%-ով: Նկ. 17-ում արտացոլված է թորասարքի աշխատանքի սկզբունքը:



Նկ. 17. Արևային թորիչ

1 - անդրադարձիչ, 2 - ապակե կափարիչ, 3 - սևացրած հատակով կուտակիչ, 4 - թորած ջուր հավաքող գլան, 5 - խմելու ջրի արտահոսման խողովակ, 6 - հեմարան, 7 - աղտոտված ջրի ներհոսման խողովակ

### Արևային օդակարգավորման և հովացման համակարգեր

Ինչպես արդեն նշել ենք, այս ուղղությունը հեռանկարային ուղղություններից է: 2007թ. աշխարհում օգտագործվում էր մոտ 250-300 արևային հովացման սարք, որից մոտ 200-ը՝ Եվրոպայում, ընդ որում՝ մեծ մասը Գերմանիայում և Իսպանիայում: Այս համակարգերի արժեքը կազմում է 1300-7000 Եվրո/կՎտ<sub>սառ</sub>, որի մեջ արևային կուտակիչների մասնաբաժինը կազմում է միջինը 35%, սառեցման սարքինը՝ 20%, իսկ կարգավորման և վերահսկման սարքավորումներինը՝ 19%, այլ՝ 26%: Օգտագործվում են 4 տեխնոլոգիաներ՝ աբսորբման (կլանման), աղտորբման (մակակլանման), պինդ և հեղուկ նյութերով գոլորշային հովացման արևային համակարգեր: Եվրոպայում արևային հովացման համակարգերի մեծ մասն օգտագործում են աբսորբցիոն տեխնոլոգիաներ: Այս տեսակի համակարգերի արժեքը 2600-6000 Եվրո/կՎտ<sub>սառ</sub> է: Գները մեծ կախում ունեն տեղանքից: Օրինակ՝ աբսորբման տեխնոլոգիայով աշխատող Իսպանիայում տեղադրված համակարգը արժե 3500 Եվրո/կՎտ<sub>սառ</sub>, իսկ նմանատիպ համակարգը Գերմանիայում՝ 5000 Եվրո/կՎտ<sub>սառ</sub>:

Ամենաէժան տեխնոլոգիան պինդ նյութերով գոլորշային հովացման արևային համակարգերն են, որոնք վաճառվում են սկսած 1300 Եվրո/կՎտ<sub>սառ</sub> մինչև 5600 Եվրո/կՎտ<sub>սառ</sub>: Ներկայումս Գերմանիայում գործում է 35 արևային հովացման կայանք, Իսպանիայում՝ 31, Ֆրանսիայում՝ 8, Հունաստանում՝ 4, Պորտուգալիայում՝ 3, Ավստրիայում՝ 3, Հոլանդիայում՝ 2, Իսրայելում՝ 2, ինչպես նաև Կոստանդնուպոլիս, Թուրքիայում ու Հայաստանում՝ մեկական կայանք [17]:

## Գլուխ 4.

Արևային ջերմաէլեկտրակայաններ, արևային լճակներ

Արևային ջերմային էլեկտրական տեխնոլոգիաները, որոնք օգտագործում են կիզակետում տեղադրված սարքերը, գտնվում են զարգացման տարբեր փուլերում:

**Պարաբոլա-գլանային կուտակիչներով արևային  
ջերմաէլեկտրակայաններ**

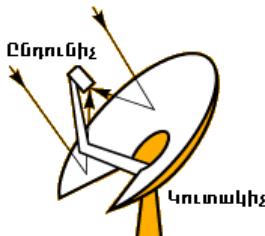


Նկ. 18/ա. Պարաբոլա-գլանային կուտակիչներով արևային ՋԷԿ (ձախից՝  
աշխատանքի սկզբունքը)

Այս համակարգերն օգտագործում են պարաբոլա-գլանային հայելիներ՝ արևային ճառագայթումը ջերմափոխանցող հեղուկ պարունակող ջերմաէֆեկտիվ ընդունիչ խողովակների վրա կուտակելու համար: Հեղուկը տաքանում է մինչև  $400^{\circ}\text{C}$ : Դրա օգնությամբ ստացվում է գերտաքացած գոլորշի, որն աշխատեցնում է ավանդական տուրբինային գեներատորը: Ջերմային կորուստները նվազեցնելու համար հեղուկով մետայա խողովակների վրա տեղադրում են թափանցիկ ապակե խողովակներ: Համակարգերը սովորաբար ունեն արևին հետևող մեկ առանցքային կամ երկառանցքային սարք: Նախորդ դարի 80-ական թվականների կեսերին «Luz International» ընկերությունը Հարավային Կալիֆորնիայի անապատում էլեկտրականություն արտադրելու նպատակով տեղադրեց 354 ՄՎտ ընդհանուր հզորությամբ 9 պարաբոլա-գլանային համակարգ:

## Պարաբոլա-ափսեատեսակ կուտակիչներով արևային ջերմաէլեկտրակայաններ

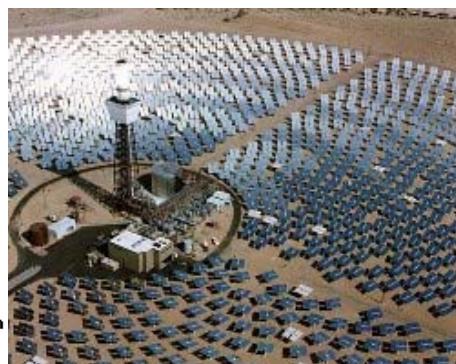
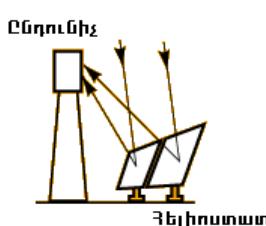
Այս համակարգերում օգտագործվում են պարաբոլա-ափսեատեսակ հայելիներ՝ արևային ճառագայթումն ափսեի կիզակետում տեղադրված ընդունիչի վրա կենտրոնացնելու համար: Բանող հեղուկը կիզակետում տաքանում է մինչև  $1000^{\circ}\text{C}$  և ուղակիորեն օգտագործվում ընդունիչին ամրացված Ստեղլինգի կամ Բրայթըն շիկլով աշխատող շարժիչն՝ էլեկտրականություն արտադրելու համար: 7-25 կՎտ հզորությամբ մի քանի նախատիպեր տեղադրված են ԱՄՆ-ի տարբեր վայրերում: Այս համակարգերի առավելագույն ՕԳԳ-ն կազմել է 29% (1984թ.):



Նկ. 18/բ. Պարաբոլա-ափսեատեսակ կուտակիչներով արևային ՋԷԿ (ձախից՝ աշխատանքի սկզբունքը)

## Աշտարակածև արևային ջերմաէլեկտրակայաններ

Այս համակարգերում արևային ճառագայթումը համակենտրոնածև տեղադրված հելիոստատների (արևին հետևող սարքերի) օգնությամբ կենտրոնացվում է կենտրոնական ընդունիչի վրա, որը տեղադրված է աշտարակի վերևի մասում: Կլանված ջերմային էներգիան օգտագործվում է տուրբինային էլեկտրական գեներատորն աշխատեցնելու համար: Ընդունիչում ջերմաստիճանը հասնում է  $540 - 1500^{\circ}\text{C}$ :



Նկ. 18/զ. Աշտարակածև արևային ՋԷԿ (ձախից՝ աշխատանքի սկզբունքը)

10 ՄՎտ հզրությամբ արևային աշտարակաձև ջերմաէլեկտրակայանը «Solar Two» գործարկվել է 1996թ. Կալիֆորնիայում (Նկ. 18/գ): Կայանն օգտագործում է արևային էներգիայից  $550^{\circ}\text{C}$  տակ «ձուլված» աղի տեխնոլոգիան, ինչը հնարավորություն է տալիս այն աշխատեցնել շուրջօրյա: Նախատեսվում է կառուցել նմանատիպ կայաններ 30-200 ՄՎտ տիրույթում:

### Արևային լճակներ

Աղի ջրով արևային լճակներում աղի խտությունը փոփոխվում է ըստ լի խորության, ընդ որում, հատակին մոտ ջրի շերտն ունի աղի ամենամեծ խտությունը: Քետո գալիս է միջին խտությամբ ջրի շերտը, որում ջերմափոխանցում (կոնվեկցիա) տեղի չի ունենում և, վերջապես, աղի ցածր խտությամբ վերին մակերեսային շերտը, որում առկա է ջերմափոխանցում: Արևային լույսով տաքացված հատակին գտնվող ջրաշերտը իր մեջ խտության պատճառով վերև չի կարող բարձրանալ: Այդ շերտում ջերմաստիճանը կարող է բարձրանալ ընդհուպ մինչև եռման աստիճան: Ջրի վերին շերտը մնում է համեմատաբար սառը: Միջանկյալ ջրի շերտը, որն ունի աղի խտության գրադիենտ, կատարում է ջերմամեկուսացնող մարմնի դեր՝ ջերմության կոնվեկցիոն կորուստները արգելափակելով ներքին շերտից: Ջերմաստիճանի տարբերությունը մակերեսային և հատակի շերտերի միջև օգտագործվում է տարբեր եղանակներով, նեառյալ նաև գիշերային ժամերին:

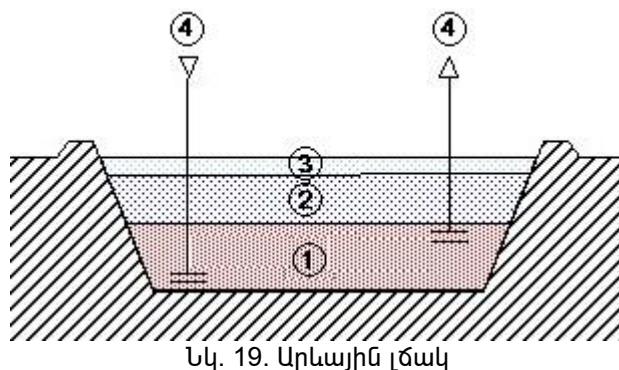


Նկ. 20. Արևային լճակ

Խողովակը տեղադրելով լճակի հատակին և նրա միջով անցկացնելով ջերմափոխանցող հեղուկ, ստացվող ջերմությունը հնարավոր է փոխանցել վերջնական սպառողին և օգտագործել, օրինակ,

փակ հաղորդաշղթայով ՈԵՆԿԻՆԻ ցիկլով աշխատող տուրբինում էլեկտրական էներգիա ստանալու նպատակով: Իսրայելում գործարկվել են մի քանի էլեկտրակայաններ, որոնք աշխատում են այս սխեմայով: Ամենահզոր՝ 5 ՄՎտ, էլեկտրակայանի համար լճակն ունի 20 հա տարածք: Էլեկտրակայանի ՕԳԳ-ն կազմում է 1%:

ԱՄՍ-ում ամենախոշոր արևային լճակը գործարկվել է 1986թ. Էլ Պասոյում (Թեքսասի նահանգ): Այն զբաղեցնում է 0,3 հա, նրան կից էլեկտրակայանն ունի 70 կվտ էլեկտրական հզորություն, իսկ ներքեւի շերտում ջերմությունը հասնում է  $900^{\circ}\text{C}$ : Օգտագործվում է ՈԵՆԿԻՆԻ ցիկլով աշխատող տուրբին: Միաժամանակ, աշխատեցվում է օրական 20000Լ թորած ջուր արտադրողականությամբ կայանք, արտադրական պրոցեսների համար նաև ջերմություն է մատակարարվում նիրգ վերամշակող կից ընկերությանը:



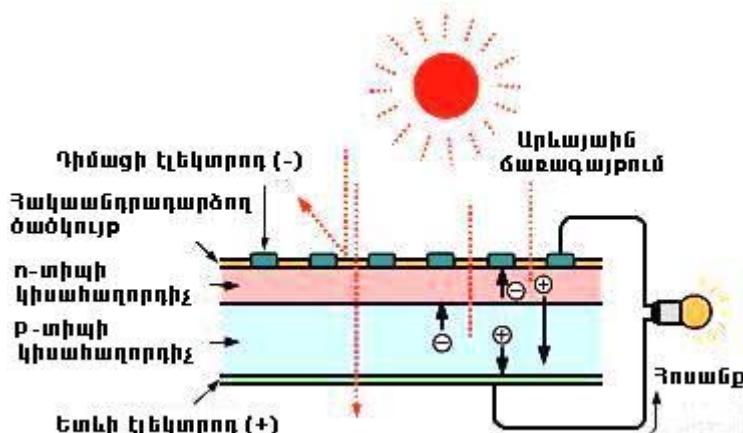
Նկ. 19. Արևային լճակ

1 - աղի բարձր խտությամբ ջրի շերտ, 2 - աղի միջանկյալ խտությամբ ջրի շերտ, 3 - աղի ցածր խտությամբ ջրի շերտ, 4 - սառը ջրի մուտք և տաք ջրի արտահոսք:

## Գլուխ 5.

### Արևային ֆոտոէլեմենտներ և ֆոտոէլեկտրակայաններ

Ֆոտոէլեկտրական բջիջներում արևի ճառագայթումը վերածվում է հաստատուն հոսանքի, որի մեջությունը կախված է արևի ճառագայթման հոսքից (Նկ. 21):



Նկ. 21. Արևային բջիջ

Ստանդարտ թեստավորման պայմաններում (արևային ճառագայթման ինտենսիվությունը՝  $1 \text{ կՎտ}/\text{մ}^2$  (AM1) և բջիջի ջերմաստիճանը՝  $25^\circ\text{C}$ ) արևային սիլիցիումային առանձին բջիջներում առաջացող հոսանքի պարապ ընթացքի լարումը կազմում է մոտ  $0,5\text{-}0,7\text{Կ}$ , իսկ կարծ միացման հոսանքի ուժը՝ տասնյակ մԱ-ից մինչև  $1\text{-}2 \text{ Ա}$ , ընդ որում, հոսանքի ուժի վերին սահմանը ստացվում է  $10\text{-}15 \text{ սմ}$  տրամագիծ ունեցող կլոր կամ  $10\text{-}15 \text{ սմ}$  քառակողմ բարձրորակ սիլիցիումային բջիջներում (Նկ. 22): Նշված պայմաններում տարբեր բջիջների օպտիմալ ելքային հզորությունը գտնվում է տասնյակ մՎտ-ից մինչև  $1\text{-}1,5 \text{ Վտ}$  տիրույթում:

Ֆոտոէլեկտրական մոդուլները կազմվում են առանձին ֆոտոէլեկտրական բջիջներից: Անհրաժեշտ հոսանք ու լարում ստանալու համար դրանք միացվում են հաջորդաբար և զուգահեռ: Մոդուլներն արտաքին միջավայրից մեկուսացվում են, օրինակ, լամինացման եղանակով, այդպիսով նվազեցնելով խոնավության բացասական ազդեցությունն արևային բջիջների վրա: Առանձին մոդուլների հզորությունը կարող է կազմել  $20\text{-}150 \text{ Վտ}$  (Նկ. 23):



Նկ. 22. Արևային  
ֆոտոէլեկտրական բջիջ



Նկ. 23. Արևային ֆոտոէլեկ-  
տրական մոդուլ/պանել

Մոդուլներից կարելի է արագ կերպով հավաքել ցանկացած հզորության արևային ֆոտոէլեկտրական համակարգ (մարտկոց): Փոփոխական հոսանք ստանալու համար անհրաժեշտ է օգտագործել ինվերտոր:

Գիշերը կամ արևի լույսի ցածր ինտենսիվության դեպքում օգտագործվում է պահեստային էլեկտրական մարտկոց: Կարգավորիչ սարքն ապահովում է միացված էլեկտրական բոլոր սարքերի անխափան աշխատանքը:

Կոմերցիոն արևային բջիջների և մոդուլների O44-ն կազմում է.

- միաբյուրեղ սիլիցիումային բջիջներ՝ 16-22,5%, իսկ դրանցից հավաքված մոդուլներ՝ առավելագույնը՝ 19% (լաբորատոր պայմաններում բջիջների O44-ն հասնում է 25%-ի),
- բազմաբյուրեղ սիլիցիումային բջիջներ՝ 14-17%, իսկ դրանցից հավաքված մոդուլներ՝ առավելագույնը՝ 15,6% (2009թ.),
- նրբարաղանք ամորֆ սիլիցիումային բջիջներ՝ 8-9%:

Նրբարաղանք ամորֆ սիլիցիումային բջիջներն ավելի էժան են, քանի որ քիչ սիլիցիում են պարունակում, սակայն միաբյուրեղ և բազմաբյուրեղ սիլիցիումային բջիջների համեմատությամբ դրանք ունեն ցածր O44 և դիմացկուն չեն:

Արևային բջիջներ պատրաստելու համար սիլիցիումից բացի օգտագործում են նաև հետևյալ նյութերը. գալիումի արսենիդ (GaAs), կադմիումի թելուրիդ (CdTe), պղինձ-ինդիում-դիսելենիդ (Cu-In-Se<sub>2</sub> կամ CIS):

Լաբորատոր պայմաններում CIS նրբարաղանք բջիջների O44-ն կազմել է 19,2%, իսկ այդ տեսակի բջիջների լավագույն կոմերցիոն նմուշների O44-ն՝ 11%-ից բարձր է: CdTe նրբարաղանք բջիջների O44-ն լաբորատոր պայմաններում կազմել է 16,5% (NREL), իսկ կոմերցիոն մոդուլների O44-ն՝ 10,4% («First Solar» ընկերություն):

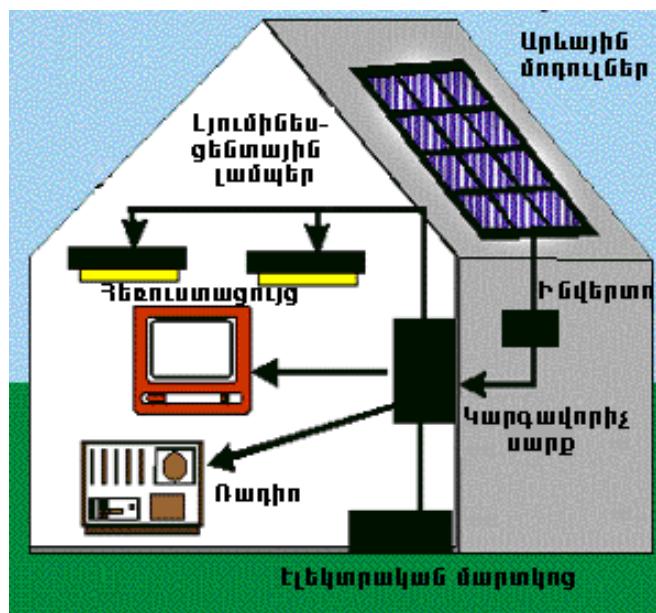
Մեծ ապագա է ակնկալվում, այսպես կոչված, տանդեմային էլեմենտների համար, որոնցում մի քանի նյութեր այնպես են համակցված, որ արևային ճառագայթման էներգիան առավելագույն

չափով փոխակերպվի հոսանքի: Ներկայիս դրույթամբ լաբորատոր պայմաններում այդ տեսակի բջիջների O&O-ն 30% է (NREL):

Ֆոտոէլեկտրական համակարգերն ընդունված է դասակարգել:

- ինքնավար (ավտոնոմ) ռեժիմում աշխատող արևային ֆոտոէլեկտրական համակարգերի (Նկ. 24),
- հիբրիդային համակարգերի, որոնք արևային մարտկոցների և լուսացուցիչ էլեկտրականության աղբյուրի՝ հողմակայանքի, դիզելային սարքի կամ էլեկտրաէներգիայի այլ աղբյուրի համակցություն են,
- ցանցին միացված արևային ֆոտոէլեկտրական համակարգերի, որոնք ցանցին փոխանցում կամ ցանցից ստանում են էլեկտրական էներգիա:

Նկ. 24-ում բերված է ինքնավար ռեժիմում աշխատող արևային ֆոտոէլեկտրական համակարգի սխեման:



Նկ. 24. Ինքնավար ռեժիմում աշխատող արևային ֆոտոէլեկտրական համակարգ

Կենտրոնական Եվրոպայում բյուրեղային սիլիցիումով տիպային ֆոտոէլեկտրական համակարգում էլեկտրական ցանցին միացրած տարրերակով 1 կՎտ դրվագային հզորությունից ստանում են 1150 կՎտժ/տարի էլեկտրական էներգիա, իսկ ավտոնոմ ռեժիմում աշխատող տարրերակով՝ 300 կՎտժ/տարի:

Ներկայում արևային բջիջների արժեքը 5 ԱՄՆ դոլար/կտ կամ 4 Եվրո/կտ է, արտադրած էլեկտրաէներգիայի արժեքը՝ 0,25-1 Եվրո/կՎտժ: Ակնկալվում է այդ արժեքների շարունակական նվազում, ինչը կհանգեցնի արևային մարտկոցների լայն կիրառությանը:

Արևային ֆուտուրիստական համակարգերը շրջակա միջավայրի վրա բացասական ազդեցություն չեն գործում: Շրջակա միջավայրի վրա բացասական ազդեցության որոշակի ռիսկեր գոյություն ունեն արևային բջիջների արտադրության, ինչպես նաև էլեկտրական մարտկոցների արտադրության և օգտագործված էլեկտրական մարտկոցների պահեստավորման ընթացքում:



Նկ. 25. Արևային մարտկոցների օգտագործումը բենզալցակայանում



Նկ. 26. Ժամանակակից արևային բջիջների արտադրության գիծ Թայվանում [22]

Իսպանական Acciona Energy ընկերությունը վերջերս Պորտուգալիայի հարավ-արևմուտքում գործարկել է 46 ՄՎտ հզորությամբ Եվրոպայում ամենախոշոր արևային ֆուտուրիստակայանը [23]: Այն զբաղեցնում է 250 հա, բաղկացած է արևին հետևող, 2520 սարքերի վրա տեղակայված 170-180 Վտ հզորությամբ ավելի քան

262000 բազմաթյուրեղ սիլիցիումային մոդուլներից: Էլեկտրաէներգիայի տարեկան արտադրությունը՝ 93 միլիոն կվտժ: Նախագծի արժեքը կազմել է 261 մլն. եվրո:



Նկ. 27. Արևային ֆուտոէլեկտրակայան [23]

## Գլուխ 6.

### Արեգակնային էներգիայի օգտագործումը Հայաստանում

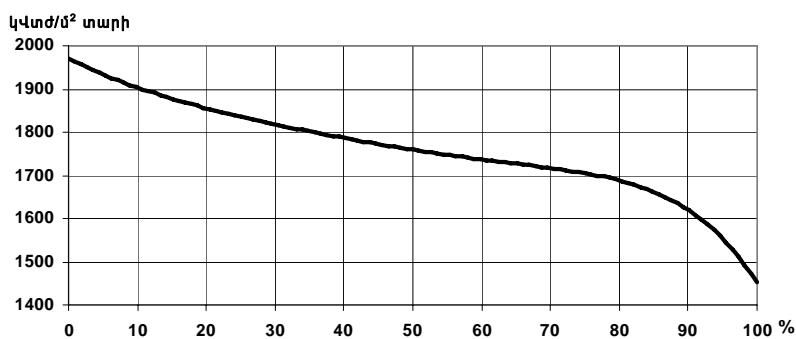
#### Ուսուրսների գնահատում

Արեգակնային էներգիայի օգտագործման համար Հայաստանի բնակլիմայական պայմանները բարենպաստ են. արևափայլի տարեկան միջին տևողությունը 2500 ժամ է, իսկ հորիզոնական միավոր մակերեսին ( $1\text{m}^2$ ) ընկնող արևային գումարային ճառագայթման միջին բազմանյա տարեկան էներգիան՝ 1720 կՎտժ/ $\text{m}^2$ : Ի դեպ, Կենտրոնական Եվրոպայում միջինը 1000 կՎտժ/ $\text{m}^2$  է. օրինակ՝ Լեհաստանում, Չեխիայում, Սլովակիայում՝ 950-1050 կՎտժ/ $\text{m}^2$ , Հունգարիայում՝ 1200 կՎտժ/ $\text{m}^2$ , իսկ Բուլղարիայում՝ 2000 կՎտժ/ $\text{m}^2$  [24]:

Արևային անմիջական (ուղղակի) ճառագայթման էներգիայի ներհոսքի տվյալները ստացվում են ակտինոմետրական չափումներից, որոնք Հայաստանի տարածքում, համաձայն Հայաբնիդրոմետի տվյալների [32], կատարվում են միայն 6 օդերևութաբանական կայաններում՝ Երևան-ագրո (ծովի մակերևույթից 942 մ բարձրության վրա), Գյումրի (1500 մ), Տաշիր (1300 մ), Սևան (1918 մ), Մարտունի (1940 մ), Ջոշբեկ (2400 մ): Հայաստանի տարածքի համար ակտինոմետրական և արևափայլի դիտարկումների տվյալների մշակումներ և վերլուծություններ կատարվել են մինչև 1980թ.: Համեմատաբար թույլ է ուսումնասիրված արեգակնային ռադիացիայի ռեժիմը լեռնային ռելիեֆի պայմաններում [31]:

Հայաստանի տարածքում արևափայլի իրական տևողության միջին տարեկան արժեքները, այսինքն արևափայլի հնարավոր տևողությունից հանած այն ժամանակամիջոցը, որի ընթացքում Արեգակը ծածկված է լինում ամպերով, տեղանքից կախված փոփոխվում են 2000-ից մինչև 2800 ժ/տարի [31] և կազմում է արևափայլի հնարավոր տևողության ավելի քան 50%: Երևանում արևափայլի իրական տևողությունը կազմում է 2700, Մարտունիում՝ 2750, Աշտարակում՝ 2837, Վանաձորում՝ 2019, Եջևանում՝ 1827 ժ: Հայաստանի տարածքում արևափայլի իրական տևողության միջին արժեքը հավասար է 2500 ժ [26]:

Հայաստանի տարածքում եղանակի տարբեր պայմաններում արեգակնային գումարային ճառագայթային էներգիան միջինը տարեկան մոտ 140-ից մինչև 155 կվալ/սմ $^2$  է: Ակ. 28-ում բերված է արևային գումարային ճառագայթման էներգիայի խտության բաշխման կորը համրապետության տարածքի հորիզոնական մակերևույթի  $1\text{m}^2$  վրա, որից երևում է, որ տարածքի մեկ քառորդի համար գումարային ճառագայթման էներգիան առնվազն կազմում է 1850 կՎտժ/ $\text{m}^2$ տարի [26]:



Նկ. 28. Հայաստանի տարածքում արևային գումարային ճառագայթման  
էներգիայի ներհոսքի բաշխման կորը

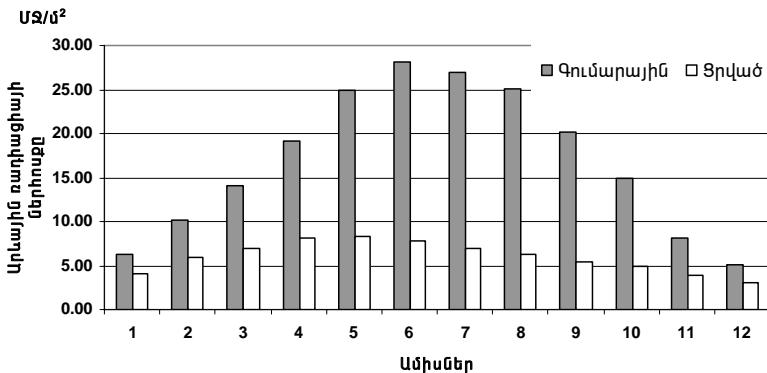
Գումարային ճառագայթման էներգիայի 11-15 տոկոսը ընկնում է ձմռան ամիսներին [31]: Միաժամանակ տեղանքի բարձրության աճի հետ միասին այդ տոկոսային հարաբերությունն աճում է: Հորիզոնական մակերևույթի վրա ընկնող գումարային ճառագայթման 60-65% կազմում է անմիջական (ուղղակի) ճառագայթային էներգիան:

Ստորև Աղյուսակ 2-ում բերված են Երևանի համար գումարային ( $E_{\text{գում}}$ ) և ցրված ( $E_{\text{ցր}}$ ) արևային ռադիացիայի ներհոսքի ( $\text{ՄԶ/մ}^2$ ) և  $T_{\text{օդ}}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) դրսի օդի ջերմաստիճանի տվյալները ըստ ամիսների [24]: Գումարային արևային ռադիացիայի ներհոսքի ( $E_{\text{գում}}$ ) առավելագույն արժեքներն ընկնում են տարվա 6-7-րդ ամիսներին, իսկ ցրված արևային ռադիացիայի ներհոսքի առավելագույն արժեքները՝ տարվա 5-6-րդ ամիսներին (Նկ. 29):

**Աղյուսակ 2.** Օրական գումարային՝  $E_{\text{գում}}$  և ցրված՝  $E_{\text{ցր}}$  արևային ռադիացիայի ներհոսքը ( $\text{ՄԶ/մ}^2$ ) և  $T_{\text{օդ}}$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) դրսի օդի ջերմաստիճանն ըստ ամիսների հորիզոնական մակերևույթի  $1\text{m}^2$  վրա, Երևան,  $40,1^{\circ}\text{hu}$ . լայն. [24]

Ամիսներ	$E_{\text{գում}}$	$E_{\text{ցր}}$	$T_{\text{օդ}}$
1	6.34	4.05	-3.70
2	10.13	5.96	-2.30
3	14.04	7.02	4.00
4	19.18	8.20	11.10
5	24.97	8.23	15.90
6	28.22	7.78	20.10
7	27.00	6.88	24.00
8	25.11	6.34	24.20
9	20.15	5.38	20.00
10	14.85	4.86	13.90
11	8.06	3.89	6.20
12	5.13	3.10	-1.20

Գումարային ճառագայթման էներգիայի ներհոսքի միջին տարեկան գումարը  $203,18 \text{ՄՋ}/\text{մ}^2$  ( $1693,2$  կՎտժ) է: Ընդգծենք, որ Երևան-ագրո օդերևութաբանական կայանը գտնվում է Փարաքարում՝ Երևանից  $10$  կմ հեռավորության վրա բաց տեղանքում:



Նկ. 29. Միջին օրական գումարային (E1) և ցրված (E2) արևային ռադիացիայի ներհոսքը ( $\text{ՄՋ}/\text{մ}^2$ ) ըստ ամիսների հորիզոնական մակերևույթի  $1\text{մ}^2$  վրա, Երևան,  $40,1^{\circ}\text{հս}$ . [24]

Ներկայումս մի քանի կազմակերպություն, այդ թվում «ՍոլարԵն» ՍՊԸ-ն և Հայաստանի ամերիկյան համալսարանը, նույափես ձեռք են բերել համապատասխան սարքավորում՝ արևային անմիջական (ուղղակի) և գումարային ճառագայթման էներգիայի ներհոսքը չափելու համար:

- 1981թ. ԻՎՏԱՆ (Ռուսաստան) և Հայգիպրոյուլտնեսություն (այժմ՝ «Հայգյուղշիննախագիծ» ՍՊԸ) կազմակերպությունների նախագծով Մերձավան ավանում կառուցվել է ջերմանատակարարման ակտիվ արևային համակարգով փորձարարական միաբնակարան տուն: Արևային համակարգը ներառում է  $32 \text{ մ}^2$  մակերեսով հարթ արևային ջրատաքացուցիչներ, ջերմային կուտակիչ և դեկավարման ու չափման սարքավորում: Արևային համակարգը ծածկում էր տան տարեկան ջերմային սպառման կարիքների մինչև  $55\%-ը$  և ապահովում է մինչև  $3$  տ պ.վ. տնտեսում: Արևային համակարգի նախագծային արժեքը ( $5,5$  հազար ռուբլի Խորհրդային արժույթով) կազմում էր տան արժեքի  $15,5\%-ը$ :

Ստորև, նախ, համառոտ բերվում է 1992-2003թթ. արևային էներգիայի օգտագործման իրականացված ծրագրերի (նաև [14]), ապա՝ Հայաստանում վերջին տարիներին արևային էներգիայի օգտագործմանը իրականացված նախագծերի նկարագրությունը:

- BP ընկերությունը (Միացյալ Թագավորություն) 1992թ. Գյումրի քաղաքի Բայրունի անվան դպրոցում տեղադրել է  $7,5$  կվտ

առավելագույն հզորությամբ արևային ֆոտոէլեկտրական կայան:

- «Կոնտակտ Ա» ՍՊԸ-ն Հայ օգնության ֆոնդի միջոցներով Հայաստանի տարածքի 35 հեռաչափական դիտարկման սեյսմակայաններում, մասնավորապես Հայկական ատոմակայանի շուրջը և Սպիտակի երկրաշարժի գոտում, 1994-1996թթ. արտադրել և տեղադրել է 30 կտ առավելագույն հզորությամբ 108 արևային ֆոտոէլեկտրական մարտկոց:
- ՀՊԵ-ի էներգիական փոքր համակարգերի կենտրոնի (ԷՓՀԿ) կողմից տարբեր տարիներին իրականացվել են հետևյալ աշխատանքները.
  - Երևանի Սբ. Սարգիս եկեղեցու տաճիքին 1995թ. տեղադրվել է 2,4 կՎտ հզորությամբ ֆոտոէլեկտրական մարտկոց:
  - Երևանում, «Արմեն-Հակոբ» մշակութային կենտրոնի ձայնագրման ստուդիայի տաճիքին 1995թ. տեղադրվել են 2,4 կՎտ հզորությամբ ֆոտոէլեկտրական մարտկոցներ:
  - Համակարգչային սերվերի սնուցման նպատակով ՀՊԵ-ի 17-րդ մասնաշենքի տաճիքին 1997թ. տեղադրվեցին 320 կտ հզորությամբ ֆոտոէլեկտրական մարտկոցներ:
  - 2000-2001թթ. Նիդեռլանդների կառավարության տրամադրած դրամաշնորհի միջոցով ArmNedSun երկամյա ծրագրի շրջանակներում տեղադրվել է 15 ցուցադրական արևային ջրատաքացուցիչ: Ստեղծվել է ZEN կազմակերպության (Նիդեռլանդների թագավորություն) և «Տեխնոլոգի» ՍՊԸ-ի (Հայաստան) ջրատաքացուցիչների արտադրության «Սանեներջի» ՍՊԸ համատեղ ձեռնարկությունը: Ներկայումս «Սանեներջի» ՍՊԸ համատեղ ձեռնարկությունը Հայաստանում տեղադրել է ավելի քան 300 մ<sup>2</sup> մակերեսով հոլանդական դիզայնի ջրատաքացուցիչներ, այդ թվում Վահագնի թաղամասում, «Թերջան» հյուրանոցային համալիրում (22 մ<sup>2</sup>) և Սևանա լճի մոտակայքում:
  - Եվրամիության հանձնաժողովի դրամաշնորհի շրջանակներում 2002թ. փետրվարին շահագործման է հանձնվել գոլորշիացումով հովացմանբ արևային ցուցադրական համակարգը, որի 40 կՎտ հզորությամբ և 64 մ<sup>2</sup> մակերեսով արևային ջրատաքացուցիչը տեղադրվել է Հայաստանի ամերիկյան համալսարանի (ՐԱՅ) տաճիքին:
  - 2003թ. ՀԱՅ-ի տաճիքին տեղադրվել և գործարկվել է 5 կՎտ առավելագույն հզորությամբ արևային ֆոտոէլեկտրական կայանքը, որը ներառում է մոտ 50 մ<sup>2</sup> գումարային մակերեսով 72 արևային ֆոտոէլեկտրական պանել և 10 կՎտ հզորությամբ հաստատունից փոփոխական եռաֆազ հոսանքի փոխակերպիչ (ինվերտոր):

- 2006թ. «Վիասֆեր տեխնոպարկ» ՓԲԸ-ի (Հայաստան) կողմից կատարվել է 5 կՎտ առավելագույն հզորությամբ արևային ֆուտուրակայանի նախագծում, տեղակայում և գործարկում (Նկ. 30): Առավելագույն էլեկտրական հզորություն ստանալու նպատակով այս համակարգում օրվա ընթացքում արևին հետևելու համար կիրառվել է մեկ առանցքի շուրջը պյուտվող էլեկտրամեխանիկական համակարգ: Ընդհանուր թվով, 30 արևային մոդուլ պյատրաստվել են «Վիասֆեր տեխնոպարկում»՝ օգտագործելով Ռուսաստանի արտադրության 18% ODF-ով քարձորորակ միաբյուրեղային սիլիցիումային ֆուտուրական բջիջներ: Համակարգում օգտագործվել է «Վիասֆեր տեխնոպարկի» արտադրության 5 կՎտ հզորությամբ հաստատումից փոփոխական եռափուլ հոսանքի (380 Վ) փոխակերպիչ: Այդ փոփոխական հոսանքից սնվող էլեկտրական պոմպի օգնությամբ 30 մ խորության վրա գտնվող ջուրը մղվում է դեպի ջրավագան՝ հետագա օգտագործման համար:

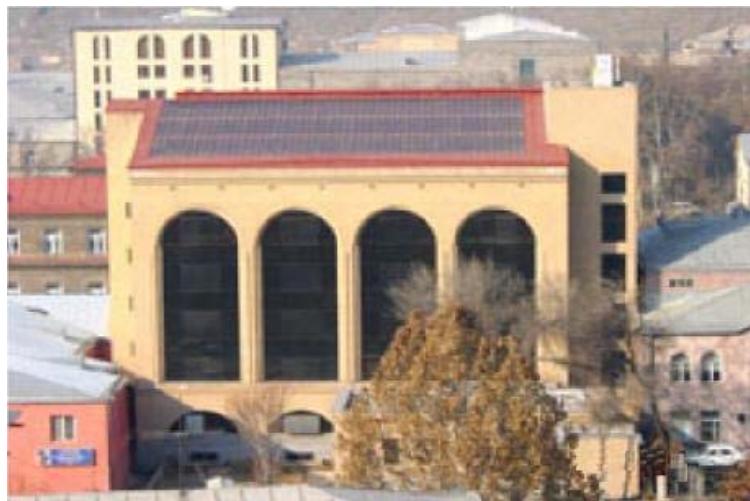


Նկ. 30. 5 կՎտ առավելագույն հզորությամբ Արեգակին հետևող արևային ֆուտուրակայան (լուսանկարը՝ «Վիասֆեր տեխնոպարկ»)

- ՅՎԵԷ-ի պատվերով իրականացվող «Արդի արեգակնային ֆուտուրական արդյունաբերության զարգացումը Հայաստանում» ծրագրի շրջանակներում [9] DEM (Դաճիա) և «Սոլարէն» ՍՊԸ (Հայաստան) ընկերությունների կոնսորցիումի կողմից 2008թ. առաջարկվել է «Միմենս» պրոցեսով ստացվող բազմաբյուղային սիլիցիումային բջիջների և

բազմաբյուրեղային սիլիցիումային խառնուրդի հիման վրա կազմակերպել երկու տեխնոլոգիաներով ֆոտոէլեկտրական (ՖԷ) մոդուլների արտադրություն, ինչպես նաև, որպես ցուցադրական նախագիծ, «Ամոնիքս» (ԱՄՆ) ընկերության առաջարկած տեխնոլոգիայի հիման վրա իրականացնել 3 կՎտ համակենտրոնացմանը ՖԷ կայանի արտադրություն և փորձարկում: Բարձր մաքրության մետաղագործական սիլիցիում՝ որպես առանձին արտադրատեսակի ստացման տեխնոլոգիայի ներդրման առնչությամբ առաջարկվել է իրականացնել լրացուցիչ հետազոտություններ:

- Հայաստանում ՎԵԱ-ների ոլորտում առաջատար «ՍոլարԵն» ՍՊԸ-ն Հայաստանի տարբեր շրջաններում տեղադրել է 20 կՎտ գումարային հզորությամբ արևային ֆոտոէլեկտրական կայաններ և համակարգեր և 660 մ<sup>2</sup> գումարային մակերեսով արևային ջրատաքացուցիչներ:
- Ստորև բերվում է Հայաստանում վերջին տարիներին արևային էներգիայի օգտագործմանը իրականացված նախագծերի նկարագրությունը:



Նկ. 31. 10 կՎտ հզորությամբ արևային ֆոտոէլեկտրական Հայ-ամերիկյան առողջության կենտրոնում

ԱՊՐ երկրներում էլեկտրական ցանցին միացված և շենքին ներկառուցված 10 կՎտ հզորությամբ առաջին ֆոտոէլեկտրական կայանը տեղադրվել է «ՍոլարԵն» ՍՊԸ-ի կողմից Հայ-ամերիկյան առողջության կենտրոնում (Երևան) 2007թ. (Նկ. 31): Տեղադրվել է 144 արևային մոդուլ, որոնցից յուրաքանչյուրը 0.7 մմ հաստությամբ և 330սմx45սմ մակերեսով չժանգոտվող պողպատի թիթեղի վրա ամրացված ամորֆ սիլիցիումի լամինատ է: Մեկ արևային մոդուլի անվանական հզորությունը 68 Վտ է:

Օգտագործվել է 144 արևային մոդուլ: Յանակարգը եռաֆազ էլեկտրական ցանցին միանում է 3 եռաֆազ ինվերտորների միջոցով [17]:

Կարմիր խաչի վերականգնողական կենտրոնում տեղադրվել է ջեռուցման և տաք ջրամատակարարման  $150 \text{ м}^2$  մակերեսով արևային ջրաջեռուցիչ համակարգ՝ ներկառուցված կենտրոնի տաք ջրամատակարարման և ջեռուցման կաթսայատանը (Սկ. 32) [17]:



Նկ. 32. Արևային ջրատաքացուցիչներ Կարմիր խաչի վերականգնողական կենտրոնում

Երևանի նարկոլոգիական հիվանդանոցում (Նկ. 33) տեղադրվել է  $140\text{м}^2$  մակերեսով ներկառուցված պահուստային գազակաթսային արևային ջրաջեռուցիչ տաք ջրամատակարարման համակարգ [17]:

Նշված երկու նախագծերն իրականացվել են Հունաստանի «Hellenic Aid» ծրագրի շրջանակներում 2007-2008թթ.: Նշված երկու տեղանքներում տեղադրված է  $290\text{м}^2$  ընդհանուր մակերեսով և 210 կՎտ հզրությամբ 140 ջրատաքացուցիչ:

Բազմաբնակարան շենքերին տաք ջրամատակարարում ապահովելու համար երևանի Ավետիսյան փ. 23 հասցեի կաթսայատանը տեղադրվել են 54 կՎտ ընդհանուր հզրությամբ  $70 \text{ м}^2$  ջրատաքացուցիչ պանելներ (2008թ.) (Նկ. 34): Ծրագրին իրականացվել է ՄԱԿ-ի Զարգացման ծրագրի և «Երֆրեզ» ընկերության համաֆինանսավորմանը [17]:



Նկ. 33. Արևային ջրատաքացուցիչներ Նարկոլոգիական հիվանդանոցում, Երևան



Նկ. 34. 70 մ<sup>2</sup> մակերեսով արևային ջրաջեռուցման համակարգ՝ տեղադրված Երևանի Ավետիսյան փողոցի վրա գտնվող կաթսայատան տանիքում, 2008թ.

9 կՎտ ընհանուր հզորությամբ և 13 մ2 մակերեսով 6 արևային ջրատաքացուցիչ համակարգ (Նկ. 35) տեղադրվել է Նորք-Մարաշի մասնավոր տան տաք ջրամատակարարման և լողավազանների և ցնցուղների համար: Ներկառուցված է տեղական կաթսայատանը: Կոմերցիոն նախագիծ:

«Հայաստան. քաղաքային ջեռուցման և տաք ջերմամատակարարման էներգաարդյունավետության բարձրացում» ՍԱԶԾ/ԳԷՖ ծրագրի և «Եկեղեցիների հանաշխարհային խորհրդի հայաստանյան միջեկեղեցական բարեգործական կլոր սեղան» հիմնադրամի համատեղ

ջանքերով Սևանի Վազգենյան դպրանոցում 2009թ. գործարկվել է արևային ջրատաքացուցիչներով տաք ջրամատակարարման համակարգ (Նկ. 36):



Նկ. 35. 13 մ<sup>2</sup> մակերեսով արևային ջրաջեռուցման համակարգ, 2006թ.

Ծրագրի նպատակն է արևային ջրատաքացուցիչների համակարգի ներդրման միջոցով ապահովել Սևանի Վազգենյան դպրանոցի 90 աշակերտների և աշխատակիցների տաք ջրամատակարարման կարիքները: Նախագիծն իրականացրել է «Սոլարէն» ՍՊԸ-ն: Դպրանոցի հարթ տարածքում տեղադրվել է 60 մ<sup>2</sup> ընդհանուր մակերեսով արևային ջրատաքացուցիչների համակարգ, որը նիացվել է բնական գազով աշխատող կաթսայատանբ:



Նկ. 36. Սևանի Վազգենյան դպրանոցում տեղադրված արևային ջրատաքացուցիչներով տաք ջրամատակարարման համակարգ [18]

## Գլուխ 7.

### Կենսազանգված

Կենսազանգվածը չմշակված (հում) կամ մշակված օրգանական նյութ է, որն օժտված է քիմիական էներգիայով: «Կենսազանգված» տերմինի տակ հասկանում ենք կենսաբանական ծագում ունեցող ցանկացած նյութ, կենսագործունեության արգասիքներ և դրանց վերամշակման արդյունքում գոյացող օրգանական թափոններ: Կենսազանգվածը գոյանում է բույսերում ֆոտոսինթեզի միջոցով՝ արևի լույսի կլանճան ընթացքում: Կենսազանգվածից էներգիա կամ վառելիք ստանալու համար մշակվել են ջերմաքիմիական կամ կենսատեխնոլոգիական բազմաթիվ եղանակներ: Կենսազանգվածի տարեկան աճն ամբողջ աշխարհում կազմում է  $200 \text{ մլրդ. տ}$ , ինչը համարժեք է  $3 \times 10^{21} \text{ Ջ}$  էներգիայի: Դա գերազանցում է տարեկան աշխարհում սպառվող էներգիայի քանակի տասնապատիկը:

Կենսազանգվածը կարելի է օգտագործել հետևյալ եղանակներով [5]:

ա. ջերմային կամ էլեկտրական էներգիայի արտադրություն,

բ. բույր տեսակի վառելիքի արտադրություն, այդ թվում՝

**ախոն՝** վառելափայտ, բրիկետներ/աղյուսներ (հատիկ-ներ/գրանուլներ, պելետներ),

**հեղուկ՝** կենսաէթանոլ, կենսադիզելային վառելիք (մեթիլային բարդ եթերներ), կենսանավթ,

**գազակերպ վառելիք՝** կենսագազ, ջրածին և այլ գազեր:

Կայուն տեխնոլոգիաներով վերամշակված կենսազանգվածը վերականգնվող էներգիայի աղբուլ: Կենսազանգվածից արտադրվող էներգիայի վերաբերյալ գլոբալ տվյալները ներկայացված են Այլուսակ 1-ում:

Ավանդական կենսազանգվածի՝ վառելափայտի, օգտագործումը 2001թ. կազմում էր աշխարհի առաջնային էներգիայի սպառնան 9,3%-ը, իսկ ժամանակակից տեխնոլոգիաներով կենսազանգվածի օգտագործումը՝ 1,4%-ը:



Նկ. 37. Փայտե պելետներ



Նկ. 38. Արագ աճող բույսեր

## Պինդ վառելիք

Անտառներից և փայտամշակման արդյունաբերությունից ստացվող փայտանյութը կենսազանգվածի ամենախոշոր աղբյուրն է: Փայտանյութը՝ ծառերի կեղևը, փայտն բրիկետները/աղյուսները, պելետները (հատիկները/գրանուլները) ունեն տարրեր բնութագրեր, որոնք ներկայացված են Աղյուսակ 3-ում, ընդ որում, պելետները դիտարկվում են որպես շատ հեռանկարային:

Բացի ավանդական այրումից, ներկայում գարգացման փուլում են գտնվում պիրուլիզի և գազիֆիկացման տեխնոլոգիաները, ինչպես նաև համատեղ այրման տեխնոլոգիաները (կենսագազի տարրեր տեսակների համատեղ այրումը կամ որևէ տեսակի կենսազանգվածի այրումը ածուխի հետ):

### Աղյուսակ 3. Վառելիքի բնութագրերն ըստ տեսակի

Վառելիք	Խոնավության պարունակությունը, %	Զերմատվության գործակը (սոսորին), կվատժ/կգ	Մոխրի պարունակությունը (% չոր նյութից)
Առանց կեղևի փայտանյութ	50-60	5,1-5,6	0,4-0,5
Կեղև	45-65	5,1-6,4	2-3
Անտառային մնացորդներ (փշատրուսավորներ)	50-60	5,1-5,6	1-3
Ծղրտ	10-25	4-4,2	3-5
Պելետներ/հատիկներ	<10	<4,7	<0,7
Ածուխ	6-10	7,2-7,9	8,5-10,9

## Հեղուկ կենսավառելիք

Հեղուկ կենսավառելիք են կենսաէթանոլը, կենսադիզելային վառելիքը (մեթիլային բարդ եթերները) և կենսանավթը:

Կենսաէթանոլը (եթիլային սպիրտը, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) արտադրվում է շաքար և օվլա պարունակող բույսերից՝ շաքարեղեգից և ճակնդեղից, եգիպտացրենից, հացահատիկից, քաղցր սորգոյից, խաղողից և այլ բույսերից, հիդրոլիզի եղանակով: Բրազիլիան 1903թ. առաջինն է օգտագործել էթանոլը որպես շարժիչային վառելիք և ունի կենսաէթանոլի արտադրության աշխարհում ամենախոշոր ծրագիրը: Կենսաէթանոլը կարելի է նաև որոշակի տոկոսային հարաբերությամբ՝ 5-25%, ավելացնել բենզինին (օրինակ՝ E10 մակնիշի խառնուրդում 10% էթանոլ է, 90%՝ բենզին), այդպիսով մեղմել շրջակա միջավայրի վրա ազդեցությունը: Արդյունքում նվազում են CO-ի, SO<sub>2</sub>-ի և CO<sub>2</sub>-ի արտանետումները:

Կենսաէթանոլի արտադրության համար որպես հումք ծառայող նյութերը կարելի է դասակարգել երեք խմբով՝

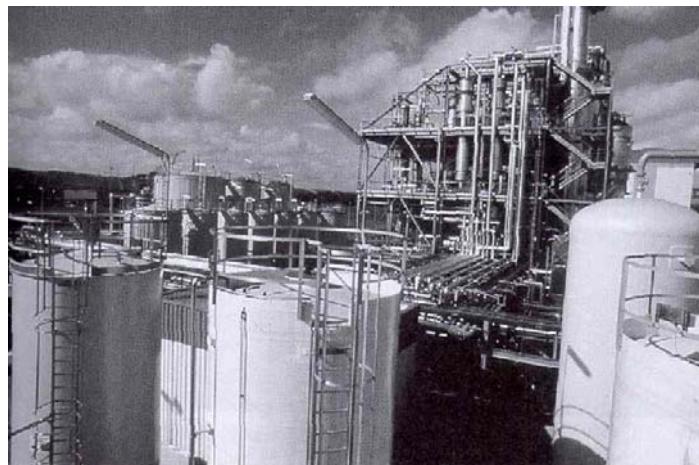
ա) շաքար պարունակող մշակաբույսեր. շաքարեղեգ, շաքարի ճակնդեղ և այլն,

բ) օսլա պարունակող մշակաբույսեր. հացահատիկայիններ և արնատապտուղներ (ֆերմենտացիայի ենթակա շաքարներ ստանալու համար դրանք նախ պետք է ենթարկվեն հիդրոլիզի),

գ) փայտամյութ, գյուղատնտեսական թափոններ, ցելյուլոզ: Վերջինս վերածվում է շաքարների՝ օգտագործելով թթվային կամ էնզիմային հիդրոլիզի ռեակցիան: Չնայած ձեռք բերված հաջողություններին, ցելյուլոզային եթանոլի արտադրությունը դեռևս գտնվում է փորձնական փուլում: Այնուամենայնիվ, 2004թ. հաղորդվել է, որ «logen Inc.» ընկերությունը (Կանադա) սկսել է արտադրել կոմերցիոն ցելյուլոզային եթանոլ: Յետազոտությունների և մշակումների համար այս ընկերությանը և իր գործընկերներին պահանջվել է 25 տարի և 110 մլն. կանադական դոլարի ներդրումներ:

2008թ. վերջին աշխարհում արտադրվել է 67 միլիարդ լիտր կենսաէթանոլ: Շաքարից կենսաէթանոլի արտադրության ծախսերը կազմում են 25-30 ցենտ/լ, եգիպտացորենից՝ 40-50 ցենտ/լ:

Կենսադիզելային վառելիք: Ուուդոլֆ Դիգելի առաջին շարժիչը, որ ներկայացվեց 1900թ. Փարիզում, աշխատում էր գետնանուշի ձեթով:



Նկ. 39. Կենսադիզելային վառելիքի արտադրության գործարան [5]

Կենսադիզելային վառելիքի արտադրության համար ելակետային հումքը կենսաէթանոլի համեմատությամբ ավելի տարատեսակ է: Այն հիմնականում արտադրվում է յուրատու մշակաբույսերից՝ ռապսի, արևածաղկի, սոյայի և արմավենու ձեթից, ինչպես նաև կենդանական յուղերից և բուսանթերքի թափոններից:

Կենսադիզելային վառելիք Եվրամիության երկրներից արտադրվում է հիմնականում Գերմանիայում, Ֆրանսիայում և Իտալիայում: ԵՄ-ում կենսադիզելային վառելիքի մոտ 80%-ը արտադրվում է ռապսի ձեթից: ԱՄՆ-ում, որը ներկայումս կենսադիզելային վառելիք արտադրողների

ցուցակում զբաղեցնում է Երկրորդ տեղը, կենսադիզելային վառելիքը, հիմնականում, արտադրվում է սոյայից: Մեծ առաջընթաց է սպասվում Բրազիլիայում, որտեղ այս տիպի վառելիք առայժմ քիչ քանակությամբ է արտադրվում: Նշենք, որ ամբողջ աշխարհում արտադրվող արմավենու ձերի մեկ քառորդն օգտագործվում է, հիմնականում, կենսադիզելային վառելիքի արտադրության համար:

#### **Գազակերպ կենսավառելիք. կենսագազ**

Կենսագազի արտադրությունը Հայաստանի համար կենսագանգվածի օգտագործման կարևոր տեխնոլոգիաներից է: Կենսագազի կայանների օգտագործումը հնարավորություն է տալիս միաժամանակ լուծել մի քանի խնդիր՝ գազի և էլեկտրաէներգիայի արտադրություն, անասնապահության թափոնների վերամշակում, բարձրորակ և մատչելի պարարտանյութերի ապահովում: Այս տեսակի պարարտանյութերն օգտագործվում են նաև որպես անասնակերի արժեքավոր սննդարար հավելանյութ: Կենսագազի արտադրության հիմնական աղբյուրներն են՝ քաղաքային կոչտ թափոնները, քաղաքային կեղտաջրերը, գյուղատնտեսական կենդանիների գոմադրը, բուսական աշխարհի և անտառային տնտեսություններում գոյացած մնացորդները: Կենսագազը ստանում են կենսառեալկոտորներում (մեթանտենկում) անաերոբային (առանց թթվածնի) խմորնան եղանակով:

#### **Կենսագազի արտադրության սարքերի տեխնոլոգիական սինթաներ**

Կենսագազն արտադրվում է հատուկ հերմետիկ անորներում՝ կենսառեալկոտորներում (մեթանտենկ, ավտոկլավ) գյուղատնտեսական կենդանիների գոմադրի և թռչնադրի անաերոբային խմորումից: Խմորնան պրոցեսն ընթանում է երեք փուլով՝ մանրէների երկու տարբեր խմբերի մասնակցությամբ: Առաջին փուլում ֆերմենտացիոն հիդրոլիզի արդյունքում բարդ օրգանական միացությունները (ճարպաթթուները, պրոտեինները, ածխաջրերը) վեր են ածվում ավելի պարզ միացությունների: Երկրորդ փուլում պարզ օրգանական միացությունները ենթարկվում են ֆակուլտատիվ անաերոբային (կամ թթու ձևավորող) մանրէների խմբի ազդեցությանը, որի արդյունքում գոյանում են, գլխավորապես, ցնդող ճարպաթթուներ: Երրորդ փուլում օրգանական թթուները անաերոբային (կամ մեթան ձևավորող) մանրէների ազդեցության տակ վեր են ածվում ածխածնի երկօքսիդի և մեթանի ( $\text{CH}_4$ ): Ըստ որոշ տվյալների՝ այս պրոցեսներին մասնակցում են շուրջ 1000 տեսակի տարբեր միկրօրգանիզմներ: Ստացված կենսագազի այրման ջերմությունը 5340-6230 կլալ/ $m^3$  է:

Գոնադրի և կենսագազի ելքի տվյալները, կախված անասունի և թռչունի տեսակից և կենդանի զանգվածից, բերված են Աղյուսակ 4-ում իսկ կենսագազի հատկությունները բերված են Աղյուսակ 5-ում [15]:

**Աղյուսակ 4.** Գոմաղբի և կենսագազի ելքն ըստ անասունի կամ թռչունի տեսակի և կենդանի զանգվածի [15]

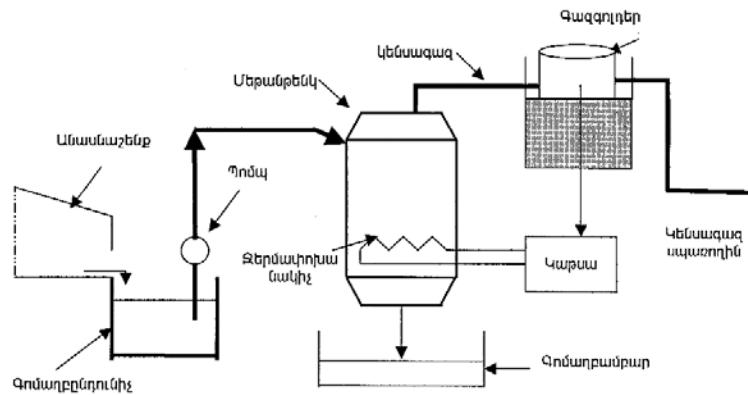
Ցուցանիշը	Կարմատու կով (454 կգ)	Թռչուն (2,3 կգ)	Խոզ (45,5 կգ)
Գոմաղբի ելքը, կգ/գլուխօր	55,0	0,3	3,5
Կենսագազի ելքը, մ <sup>3</sup> /գլուխօր	1,62	0,02	0,32

**Աղյուսակ 5.** Կենսագազի ֆիզիկական հատկությունները [15]

Ցուցանիշը	Բաղադրիչը				Խառնուրդը 60% CH <sub>4</sub> + 40% CO <sub>2</sub>
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	
Ծավալային մասնաբաժինը, %	55-70	27-44	1	3	100
Այրման ծավա- լային ջերմու- թյունը, ՄՋ/մ <sup>3</sup>	35,8	-	10,8	22,8	21,5
Ջերմաստի- ճանը, C° - բոցավորման - կրիտիկական	650- 750 82,5	- 31,0	585 -	100	650- 750 2,5
Խսությունը, գ/Լ - նորմալ - կրիտիկական	0,72 102	1,98 408	0,09 31	1,54 349	1,20 320

Կենսագազի արտադրության տեխնոլոգիական սխեման բերված է Նկ. 40-ում: Գոմաղբի խմորման համար կիրառվում են հետևյալ գործողությունները: Անասնաբուծական շինությունից գոմաղբը մուտք է գործում գոմաղբաընդունիչ: Կեղտաջրերի պոմափի օգնությամբ այն բեռնվում է մեթանտենկի մեջ, որտեղ տեղի է ունենում անաերոբային խմորում և կենսագազի արտադրություն: Ստացված կենսագազը կուտակվում է գազամբարում և օգտագործվում սպառողների կողմից ըստ պահանջարկի:

Մեթանտենկում ջերմային ռեժիմը պահպանվում է ջեր-  
մափոխանակիչի օգնությամբ, որի միջով հոսում է կաթսայում  
տաքացրած ջուրը: Կաթսայի աշխատանքի համար օգտագործվում է  
արտադրված կենսագազի մի մասը: Խմորված գոմաղբը մուտք է գործում  
գոմաղբի պահեստարան:



Նկ. 40. Կենսագազի արտադրության տեխնոլոգիական սխեման

#### *Աղբեցությունը շրջակա միջավայրի վրա*

Գոնադբը բացօթյա պահելու համեմատությամբ կենսագազի կայանքի կիրառումը նվազեցնում է ջերմոցային գազերի արտանետումները, իսկ բափոններում վնասակար հիվանդածին միկրօրգանիզմների ոչնչացման արդյունքում բարելավվում է համաձարակաբանական միջավայրը: Միաժամանակ, անհրաժեշտ է ճշգրտորեն պահպանել կենսագազի արտադրության աշխատանքային ռեժիմները: Գոնադբից վերամշակված պարարտանյութը մեծ պահանջարկ ունի գյուղատնտեսության մեջ՝ նվազեցնելով կախումը ավանդական հանքային պարարտանյութերից, որոնք հաճախ ներկրվում են արտասահմանից:

#### *Կենսագազի և հեղուկ կենսավառելիքի օգտագործման հեռանկարները ՝այսատանում*

Ըստ գնահատականների, մոտակա 15 տարիների ընթացքում ներգրավելով արտասահմանյան ինվեստիցիաներ հնարավոր է կառուցել օրական  $100000 \text{ м}^3$  գումարային արտադրողականությամբ կենսագազային սարքեր: 2006 թ. իրականացված «Վերականգնվող էներգետիկայի և էներգախնայողության ծրագրի» շրջանակում գնահատվել են մինչև 2020թ. գյուղատնտեսական կենդանիների գոնադբից և թռչնադբից, քաղաքային աղբանոցներից, հոսքաջրերից կենսագազի տեխնիկատնտեսական տեսանկյունից առավել արդյունավետ ստացման հնարավորությունները [16]: Անփոփ տեսքով ստացված տվյալները բերված են Աղյուսակ 6-ում:

**Աղյուսակ 6.** Հայաստանի կենսագազի արտադրության կայանքների (ԿԱԿ) տեխնիկատնտեսական հիմնական ցուցանիշները և ներկայիս վիճակը

Կայանքի անվանումը	Մեթան- տենկի ծավալը, մ³	Կենսա- գազի արտա- դրու- թյուն, մ³/օր	Մեկնար- կային ներդրում- ներ, ԱՄ դոլար	Մեկնարկ- ման տարե- թիվը	Ներկայիս վիճակը
ԿԱԿ (ԽԵԱ-Ների գոմաղբ) և արևա- յին կոլեկտորներ	6	8-10	3000	1988	Աշխա- տում է
Լուսակերտի թռչնաֆարիկայի փոքր ԿԱԿ	50	90-135	30 000	2002	Աշխա- տում է
ԿԱԿ (ԽԵԱ-Ների գոմաղբ), Ագրո- սերվիսն ՍՊԸ, Երևան	25	50	12500	2003	Չի աշ- խատում
Գեղարքունիքի մարզի Շովակ գյուղի ԿԱԿ	25	15	15 000	2005	Չի աշ- խատում
Գյուղատնտե- սության համար փոքր ԿԱԿ-Ներ	3-4,5	6-9	1250	2005	Աշխա- տում է ԿԱԿ-Ների մի մասը

2008թ. Հայաստանում հաջողությամբ իրականացվեց Լուսակերտի կենսագազի գործարանում թռչնաղբի մշակումից մեթանի որսման և այրման ՄԶՄ ծրագիրը, որը տարեկան նվազեցնում է 62832 տ CO<sub>2</sub>-ի համարժեք արտանետում (Նկ. 41): Կայանի դրվածքային հզորությունը և էլեկտրաէներգիայի տարեկան արտադրանքը համապատասխանաբար՝ 0,85 ՄՎտ և 7 մլն կՎտժ է [12, 18]:



Նկ. 41. Լուսակերտի կենսագազի գործարանը



Նկ. 42. Լուսակերտի կենսագազի գործարանի գազային շարժիչով  
էլեկտրակայանը

Հայաստանում կենսագազի արտադրության մյուս կայանքներից ցուցանիշները և ներկայիս վիճակը տե՛ս Աղյուսակ 7-ում:

**Աղյուսակ 7. Կենսագագի ստացումը 2006-2020թթ. ժամանակահատվածում**

Կենսագագի աղյուրը	Ներուունի ծավալը, մ³. Առավելագույն դիմումը	Տարեկան կենսագագի ստուգումների քանակը	Օգանական վարչովի տարեկան տնտեսության հարաբեկությունը	Ետգնան ժամկետ, տարի	Ձերնոցային գոտին ստուգում, ման մակարդակուն, հազ. տ CO <sub>2</sub> /տարի	Վագենիկի տարեկան տնտեսական և ներդրումների հարաբեկությունը, մթվածքը
ԽԵԱ գոմաղբ ֆերմաներից	0,73	1,06	0,83	8	15,57	1,15
Խոզի գոմաղբ ֆերմաներից	0,21	0,3	0,24	8	4,41	1,15
Ծերտ թռչնարու- ծական ֆերմա- ներից	16,55	9,79	7,69	8	206,84	0,46
Նուբարաշենի քաղաքային աղբանոց	6,83	9,72	7,62	8	135,0	1,12
Դայաստանի այլ քաղաքների աղբանոցներ	3,85	5,47	4,29	8	76,08	1,12
Կեղտաջրերի մաքրում	6,01	12	9,43	8	106,7	1,57
Ընդամենը	34,17	38,34	30,10		544,6	

**Կենսաէթանոլի արտադրության հեռանկարները Դայաստանում**  
Առանձնացվել են Դայաստանի կլիմայական պայմաններում  
սննդամբերքի արտադրության համար չտրամադրված մատչելի  
հողատարածքներում մշակման համար հարմար այլընտրանքային  
հումքատեսակներ:

Դայաստանի տարածքում հավելուրդային և/կամ սահմանային  
հողերում աճեցնելու պիտանելիության, ինչպես նաև մատչելի կոմերցիոն  
վերամշակման տեխնոլոգիաների տեսակետից որպես լավագույն  
հումքատեսակներ առանձնացվել են գետնախնձորը, կերային  
եղիպտացորենը, քաղցր սորգոն, եղերդը (ճարճատուկ): «Աջակցություն  
Դայաստանում կենսաէթանոլի արտադրության զարգացմանը» GEF-CS-  
16/2007 ծրագրի շղանակներում [10] Energetech International, Inc (ԱՄՆ) և  
BBI International (ԱՄՆ) կողմից 2008թ. Վերականգնվող էներգետիկայի և  
էներգախնայողության հիմնադրամին ներկայացվել է «Դայաստանում

կարճա- և միջնաժամկետ հեռանկարում կոներցիոն մասշտաբով կենսաէթանոլի ծրագրի ներդրման համար նախընտրելի տարբերակի նախնական տեխնիկատնտեսական գնահատում» փաստաթուղթը: Այն նախատեսում է տարեկան 7000 տոննա կենսաէթանոլի արտադրողականությամբ գետնախնձորի վերամշակման գործարանի և տարեկան 7000 տոննա չոր աղացմամբ ֆրակցիաների բաժանումով եզիպտացորենի վերամշակման գործարանի կառուցման գնահատումներ:

Տեխնիկատնտեսական իիմնավորման մեջ դիտարկվել է կենսաէթանոլի արտադրության երկու տարբերակ: Առաջին տարբերակում որպես հումք ընտրվել է գետնախնձորը: Այս դեպքում նկատի է առնվել նաև ինուլինի անջատման հնարավորությունը: Գործարանը գտնվում է Սյունիքի մարզում՝ Սիսիանի և Գորիսի մոտակայքում: Երկրորդ տարբերակում որպես հումք ընտրվել է կերային եզիպտացորենը, իսկ գործարանի գտնվելու վայրն է Տավուշի մարզը:

Առաջին տարբերակի դեպքում գործարանի կառուցման ծրագրի ընդհանուր պահանջվող ֆինանսական միջոցները կազմել են 17 մլն. դոլար, իսկ երկրորդ տարբերակի դեպքում՝ 19 մլն. դոլար: Կենսաէթանոլի վարելիքի մանրածախ գինը գնահատվել է 1.34 ԱՄՆ դոլար/լ:

Միջնաժամկետ/Երկարաժամկետ հեռանկարում ցելյուլոզից եթանոլի արտադրության համար նախապատվությունը տրվել է հացահատիկային բույսերի ծղոտին և արագած հիբրիդ ծառերին (բարդի, ուռենի, թթենի):

## Գլուխ 8.

### Օդային հոսքերի էներգիան

Երկրագնդի մակերևույթին հասնող արեգակի ճառագայթման էներգիայի 1-2%-ը փոխակերպվում է հողմային էներգիայի: Անհիշելի ժամանակներից հողմային էներգիան օգտագործվում է հողմաղացներում, ջրային պոմպերում, առագաստային նավատորմում և այլն:

Անցյալ դարի 70-ական թվականների նավթային ճգնաժամը հողմաէներգետիկայի համար տնտեսապես արդարացված տեխնոլոգիաների ինտենսիվ հետազոտությունների պատճառ դարձավ: Հողմատուրբինների ժամանակակից սերունդը տասնյակ տարիների ընթացքում գործնականում ապացուցել է իր արդյունավետությունը և լայնածավալ ներդրման անհրաժեշտությունը: Հողմաէլեկտրակայանների (ՀոԷԿ) արդյունաբերական ննուշների հզորությունները տասնյակ Վտ-ից մինչև 5 ՄՎտ տիրույթում են: 2008թ. վերջին ամբողջ աշխարհում ՀոԷԿների դրվագների գումարային հզորությունը կազմել է 121 ԳՎտ՝ 2007թ. համեմատությամբ (95 ԳՎտ) արձանագրելով մոտ 27% աճ [6]:



Նկ. 43. Պտտման հորիզոնական առանցքով ՀոԷԿ-ներ

#### Հիմնական հասկացությունները

ρ խտությամբ և V ծավալով օդային հոսքը, որն ունի A լայնական հատույթ ու  $\delta x$  երկարություն և տեղափոխվում է  $v$  արագությամբ, օժտված է E կինետիկ էներգիայով, որը հավասար է

$$E = \frac{\rho A(\delta x)v^2}{2}:$$

Յանապատասխանաբար՝ օդային հոսքերի հզորության խտությունը

$$P_w = \frac{dE}{dt} \times \frac{1}{A} = \frac{\rho}{2} \left( \frac{\delta x}{\delta t} \right) v^2 = \frac{\rho v^3}{2} [\text{Վտ}/\text{մ}^2],$$

այսինքն՝ եթե օդային հոսքի արագությունը մեծանում է երկու անգամ, ապա հզորության խտությունը մեծանում է 8 անգամ:  $P_w = 450$  Վտ/ $\text{մ}^2$  արժեքը տուրբինի առանցքի բարձրության վրա հղղմականությանքի աշխատանքի համար դիտվում է որպես լավ ցուցանիշ:

Ինչպես հայտնի է, օդի խտությունն է՝

$$\rho = \frac{P}{RT},$$

որտեղ  $R$ -ը գազային հաստատունն է,  $P$ -ը՝ օդի ճնշումը,  $T$ -ը՝ օդի ջերմաստիճանը: ճնշման և ջերմաստիճանի փոփոխությունները կախված՝ օդի խտության սեղոնային փոփոխությունները կարող են կազմել 10-15%, ինչը հանգեցնում է նաև ՅուԿ-երում արտադրվող էլեկտրականության սեղոնային փոփոխմանը:

Յողնականությանքի օգնությամբ հնարավոր է կորզել օդային հոսքի էներգիայի միայն մի մասը: Օդային հոսքի կորզվող հզորության խտության առավելագույն արժեքը որոշվում է

$$\left( \frac{16}{27} \right) \times P_w = 0.593 \times P_w$$

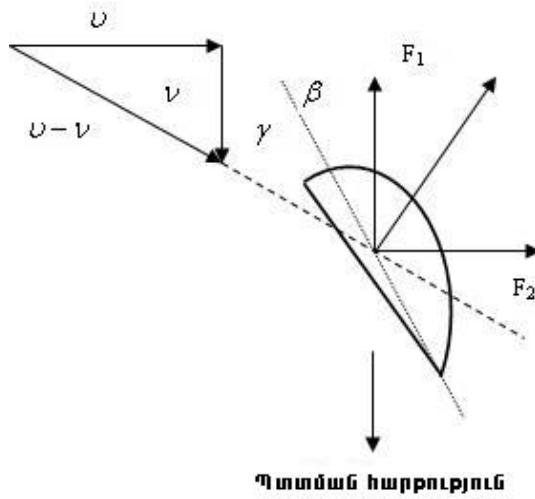
բանաձևով (0.593 արժեքը կոչվում է Բետցի սահման (1919թ.) [20]):

### **Քամու արագության փոփոխությունն ըստ բարձրության**

Կարելի է ընդունել, որ մինչև 10 մ բարձրությունը արագությունը չի փոփոխվում: Ավելի մեծ բարձրությունների համար արագությունները շատ դեպքերում մոտարկում են հետևյալ բանաձևով.

$$v(h_2) = v(h_1) \times \left( \frac{h_2}{h_1} \right)^{1/7} :$$

Այստեղ  $v(h_1)$ -ը քամու արագությունն է  $h_1$  բարձրության վրա, իսկ  $h_1$ -ն ու  $h_2$ -ը դիտարկվող բարձրություններ են: Քամու արագության հավանականությունների Ռելեյան բաշխման դեպքում սա նշանակում է, որ 50մ բարձրության վրա օդային հոսքի հզորության խտությունը երկու անգամ ավելի մեծ է, քան 10մ բարձրության վրա: Նշենք, որ քամու արագության բաշխումն ավելի ճշգրիտ մոտարկվում է Վեյբուլի բաշխումով, որի մասին տեղեկատվություն հնարավոր է գտնել նեղ մասնագիտական գրականության մեջ:



Նկ. 44. Օդային հոսքի ազդեցությունը թիակի վրա

Թիակի վրա (Նկ. 44) օդային հոսքի ազդեցության ուժն է՝

$$F = C_v \frac{A\rho}{2} (v - \nu)^2,$$

որտեղ  $C_v$ -ն անվանում են գրոհի անկյունից կախված աերոդինամիկ գործակից: Յանապատասխանաբար հողմաշարժիչի հզորությունը կազմում է

$$P_{out} = F \times v = C_v \times \frac{A\rho}{2} (v - \nu)^2 \times v,$$

որտեղ  $v$ -ն քամու արագությունն է,  $\nu$ -ն՝ հողմանիվի թիակի պտտման արագությունը,  $v - \nu$ -ն՝ քամու հարաբերական արագությունը,  $\gamma$ -ն՝ գրոհի անկյունը,  $\beta$ -ն՝ թեքության անկյունը,  $F_1$ -ն՝ ամբարձիչ ուժի օգտակար բաղադրիչը,  $F_2$ -ն՝ հենարանի վրա սեղմնան ուժի բաղադրիչը:

Արագընթացության գործակիցը սահմանվում է որպես հողմանիվի թիակի ծայրամասի շարժման արագության և քամու արագության հարաբերություն՝  $R\omega/v$ , որտեղ  $\omega$ -ն հողմանիվի պտտման անկյունային արագությունն է:

Արագընթացության գործակիցի արժեքները գտնվում են 4-12-ի սահմաններում, իսկ օպտիմալ արժեքը մոտ է 8-ին:

Օդային հոսքից հողմատուրիֆինով կորզվող ելքային հզորությունը որոշվում է  $C_p$  օգնությամբ.

$$P_{out} = c_p(v, \omega, \beta) \times \frac{A\rho v^3}{2},$$

որտեղ  $C_p$  (coefficient of performance) արտադրողականության գործակիցն է:  $C_p$ -ն և  $C_v$ -ն իրար հետ կապված են հետևյալ հարաբերությամբ.

$$C_p = C_v \times \left(1 - \frac{v}{\bar{v}}\right)^2 \times \frac{\bar{v}}{v}:$$

$P_{avg}$  միջին հզորության և  $P_r$  անվանական հզորության արժեքների հարաբերությունն անվանում են դրվածքային հզորության օգտագործման գործակից (Capacity Factor):

$$P_{avg} / P_r = CF$$

### Հողմաէներգակայանքների տեխնոլոգիաներ



Նկ. 45. Պտտման ուղղաձիգ առանցքով ՀոԵԿ



Նկ. 46. Առափնյա ցանցային ՀոԵԿ-ներ

ՀոԵԿ-ները դասակարգվում են ըստ աշխատանքի սկզբունքի, կառուցվածքի, հողմանիվի պտտման արագընթացության, հզորության և նպատակային օգտագործման: Օդային հոսքի ուղղության նկատմամբ հողմանիվի պտտման առանցքի դասավորությամբ ՀոԵԿ-ները դասակարգվում են ըստ պտտման հորիզոնական առանցքի (Նկ. 43) և պտտման ուղղաձիգ առանցքի (Նկ. 44): Ըստ հողմանիվի պտտման արագընթացության հողմանէներգակայանները դասակարգվում են ցածր արագընթացության (բազմաթիակ) ՀոԵԿ-ների (Նկ. 47), որոնք օգտագործվում են մեխանիկական սարքերի համադրությամբ (պոմապեր, աղացներ), և բարձր արագընթացության ՀոԵԿ-ներ, որոնք օգտագործվում են էլեկտրաէներգիայի արտադրության համար: Տարիների ընթացքում մշակվել են ռոտորի կառուցվածքի զանազան տարրերակներ՝ Սավոնիուսի, Դարիեի, Մասգրուվեի, Էվանսի և այլ ռոտորներ: Ըստ տուրբինի հզորության ՀոԵԿ-ները դասակարգվում են չորս կարգի (Աղյուսակ 8):

**Այսուսակ 8.** Հողմաէներգակայանների դասակարգումն ըստ տուրբինի հզորության

Կարգ	Կիրառման ձևը	Դրվածքային հզորություն
A	Ցանքաքային ցանցային ՀոԵԿ-ներ	>1,5 ՄՎտ
B	Առափնյա ցանցային ՀոԵԿ-ներ	>1,5 ՄՎտ
C	Ցանքաքային ցանցային ՀոԵԿ-ներ	0,5-1,5 ՄՎտ
D	Ցանքաքային ապակենտրոնացված ՀոԵԿ-եր հիբրիդային կամ հնքնավար ռեժիմում աշխատելու համար	0,1-500 կՎտ



Նկ. 47. Ցանքաքային ՀոԵԿ

Ոչ մեծ հզորության հողմաէնեկտրակայաններն օգտագործվում են ջրամբարձման, ռոռոգման, հեռահաղորդակցության ոլորտում, մարտկոցների լիցքավորման համար և այլն: Մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում նաև հողմարևային և հողմադիզելային հիբրիդային հանակարգերը, որոնք թույլ են տալիս ամբողջ տարվա կտրվածքով էլեկտրաէներգիայի արտադրության առավել հավասարաչափ բաշխում:

#### *Էներգիայի արտադրության ինքնարժեքը և գները*

50 Վտ հզորության հողմատուրբինի 1 Վտ-ն արժե 8 ԱՄՆ դոլար, այն դեպքում, եթե ֆոտոէլեկտրական մոդուլինը արժե 5 ԱՄՆ դոլար/Վտ: Այդ պատճառով շատ փոքր բեռնվածքների դեպքում ֆոտոէլեկտրական կայանի տարբերակն առավել նախընտրելի է: 300 Վտ հողմատուրբինի 1 Վտ-ն արժե 2,5 ԱՄՆ դոլար, այն դեպքում եթե ֆոտոէլեկտրական մոդուլի համար գինը մնում է 5 ԱՄՆ դոլար/Վտ: 1500 Վտ և 10000 Վտ հողմատուրբինների համար գները կազմում են 2 ԱՄՆ դոլար/Վտ և 1,5 ԱՄՆ դոլար/Վտ: Ընդ որում կարգավորիչի և դեկավարման սարքերի գինը

քամու և ֆոտոէլեկտրական կայանի համար փաստորեն նույնն է: Նույնն են նաև աշտարակի և ֆոտոէլեկտրական մոդուլների հենարանի գները: Մեծ հզորության հողմակէլեկտրակայանների համար գները հաշվարկվում են 700-800 ԱՄՆ դոլար/կՎտ: Հոէկ-ից արտադրվող էլեկտրաէներգիայի 1 կՎտժ-ը գնահատվում է 5-12 եվրոցենտի տիրություն:

**Հոէկ-ների արդյունաբերությունը և այդ ոլորտում աշխատուժի գրաղվածությունը**

Հողմատուրբիններ արտադրողների առաջին տասնյակի վերաբերյալ տեղեկատվությունը տե՛ս Աղյուսակ 9-ում:

Հողմատուրբինների արդյունաբերության մեջ ներգրավված աշխատուժի մոտ 90%-ը բաժին է ընկնում Իսպանիային, Գերմանիային և Դանիային, իսկ մնացած 10%-ը՝ Միացյալ Թագավորությանը, Ֆրանսիային, Պորտուգալիային, Ավստրիային, Իտալիային և Նիդեռլանդներին: 2001թ. այդ ոլորտում ընդգրկված էր 70 000 մարդ (EWEA): Տարբեր փորձագիտական գնահատակամներով, 2020թ. ԵՄ-ում այդ թիվը կկազմի 1,25-ից մինչև 1,8 մլն. մարդ:

**Աղյուսակ 9. Տեղեկատվություն հողմատուրբինների արտադրողների մասին**

Ընկերության անվանումը	Երկիրը	Վաճառքը, 2001թ., ՄՎտ	Աշխա- տողների քանակը	Եվրոպական շուկայում մասնաբա- ժինը, %
Vestas	Դանիա	1630	5500	23,3
Enercon	Գերմանիա	989	4100	14,1
NEG Micon	Դանիա	875	1805	12,5
GE Wind	ԱՄՆ	861	1500	12,3
Gamessa	Իսպանիա	649	1114	9,3
Bonus	Դանիա	593	500	8,5
Nordex	Գերմանիա	461	725	6,6
MADE	Իսպանիա	191	2/տ	2,7
Mitsubishi	Ճապոնիա	178	2/տ	2,5
Repower	Գերմանիա	133	300	1,9

Հողմաէներգետիկայի ազդեցությունը շրջակա միջավայրի վրա Ազդեցության գործոններից են՝ ձայնային ալիքները և աղմուկը, Հոէկ-ի համար հողատարածքների առանձնացումը, ազդեցությունը տեսարանի վրա, բախումները թռչունների հետ և էլեկտրամագնիսական ալիքների ինտերֆերենցը:

Աղմուկը, սովորաբար, առաջանում է պտտվող թիակների ծայրամասերից (բարձր հաճախականության աղմուկ), աշտարակի մոտով թիակների անցնելու պահին (ցածր հաճախականության աղմուկ) և նեխանիկական սարքավորումից, հատկապես փոխանցման տուփից:

Աղմուկի կրիտիկական ինտենսիվությունը համարվում է 40 դեցիբել մեծությունները ստացվում են հողմաներգակայանքից 250 մ-ից փոքր տարածությունների վրա:

Ընդհանուր առմամբ, ժամանակակից օգտագործվող տեխնոլոգիաներից շրջակա միջավայրի վրա բացասական ազդեցությունը նվազագույնն է և գտնվում է թույլատրելի սահմաններում:

#### *Օդային հոսքերի էներգիայի օգտագործումը Հայաստանում*

Հայաստանում օդային հոսքերի էներգիայի ներուժը տեսականորեն գնահատվում է տարեկան մոտ 10,7 միլիարդ կՎտժ, իսկ տեխնիկապես մատչելի ներուժը՝ 1,6 մլրդ. կՎտժ (քանու օգտագործման 15% գործակցի դեպքում): Մասնագիտական գնահատականներով՝ տնտեսապես արդարացված ներուժը կազմում է 500-600 մլն. կՎտժ, իսկ դրվագքային հզրությունը՝ 500-1000 Մվտ:

1991թ. Արագածոտնի փորձադաշտում գործում էր 4 փոքր (մինչև 4 կՎտ հզրությամբ) հողմակելեկտրական սարք և տեղակայված էր ճապոնական արտադրության 150 կՎտ հզրությամբ ցանցային հողմակելեկտրակայան, որը ներկայում չի աշխատում: 1991թ. Դերեկ ավանում տեղադրվեց 3-4 լ/վրկ. արտադրողականության հողմանեխանիկական ջրամբարձիչ [14]:

Հայաստանի որոշ տարածքներում հողմաներգետիկական ներուժը ուսումնասիրելու նպատակով՝ 1999-2002թթ. Նիդեռլանդների կառավարության դրամաշնորհի միջոցներով իրականացվել է ArmNedWind ծրագիրը: Տեղակայվել են քանու մոնիթորինգ իրականացնող 5 կայան՝ Պուշկինի, Սելիմի, Քառախաչի լեռնանցքներում, Արտանիշ ավանում և Արփի լճի վրա:

#### *Հայաստանի հողմաներգետիկական քարտեզագիրը*

2003թ.-ին Վերականգնվող էներգիայի ազգային լարորատորիայի (ԱՄՆ) կողմից «Սոլարէն» ՍՊԸ-ի աջակցությամբ և ԱՄՆ ՄԶԳ-ի ֆինանսավորմամբ մշակվել է «Հայաստանի հողմաներգետիկական ռեսուրսների քարտեզագիրը» (Wind Energy Resource Atlas of Armenia): Այն հրատարակվել է ինչպես գրքի ձևաչափով, այնպես էլ պատրաստվել CD-ի տեսքով, նաև մատչելի է համացանցում [8]: Քարտեզագիրը մշակելու ընթացքում օգտագործվել են ինչպես «Հայպետիկորմետ» ՊՈԱԿ-ի հիդրոօդերևութաբանական կայամների բազմամյա տվյալները (10 մ բարձրության վրա), այնպես էլ «Սոլարէն» ՍՊԸ-ի կողմից տեղադրված՝ քամիների պարամետրերը գրանցող կայամների տվյալները: Օգտագործվել են GIS տեխնոլոգիաներով մինչև 1կմ ճշտությամբ ստացված տվյալները և այլն:

Այսուսակ 10-ում ներկայացված է քանու հզրության դասակարգման սանդղակը: Քանու միջին արագությունը գնահատվում է տեղանքի 2000մ բարձրության և քանու արագության Վեյբուլի բաշխման ենթադրյալ  $k=2$  գործակցի դեպքում: Հնարավոր է, որ իրական միջին

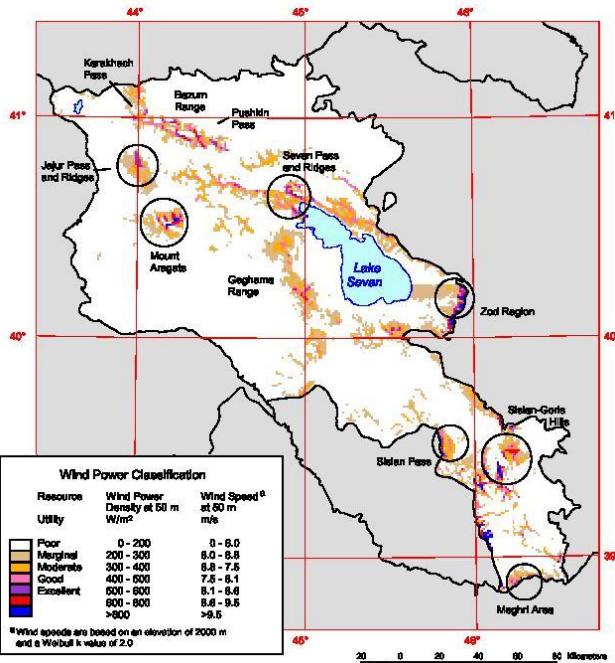
արագությունը տարբերվի այդ արժեքից մինչև 20%-ի տիրույթում, ինչը կապված է քանու արագության իրական բաշխման և տեղանքի իրական բարձրության հետ [8]:

Աղյուսակ 10. Քանու հզորության դասակարգման սանդղակ

Քանու դասը	Ուսուլսների ներուժը (ցանցային էներգետիկայի տեսակետից)	Քանու հզորությունը (Վտ/մ <sup>2</sup> )	Քանու արագությունը, մ/վ, 50 մ բարձրության վրա
1	Վատ	0-200	0,0-6,0
2	Սահմանային	200-300	6,0-6,8
3	Չափավոր	300-400	6,8-7,5
4	Լավ	400-500	7,5-8,1
5	Գերազանց	500-600	8,1-8,6
6	Գերազանց	600-800	8,6-9,5
7	Գերազանց	>800	>9,5

Քարտեզի վրա (Նկ. 48) [8] ներկայացված է հողմային ռեսուլսների բաշխումը Հայաստանում՝ դասակարգված ըստ վերոհիշյալ դասակարգման սանդղակի: Ցանցային հողմաէներգետիկայի տեսանկյունից ամենահեռանկարային տարածքներն առանձնացված են շրջանագծով: Աղյուսակ 10-ում ներկայացված է քանու ռեսուլսների գնահատումը լավից մինչև գերազանց՝ 50 մ բարձրության վրա:

Ըստ Աղյուսակ 11-ի, 7-րդ դասին համապատասխանող քանու միջին արագությունների դեպքում հնարավոր է տեղադրել մինչև 500 ՄՎտ գումարային հզորությամբ Հուկ-ներ, իսկ 4-ից 7-րդ դասին համապատասխանող քանիների արագությունների միջին արժեքների դեպքում՝ մինչև 4900 ՄՎտ Հուկ-ներ:



Նկ 48. Քայաստանի հողմային էներգիայի հիմնական ռեսուրսները

Իրանի Խոլամական Յանրապետության կողմից տրամադրված դրամաշնորհի միջոցներով Պուշկինի լեռնանցքուն 2006թ. տեղադրվել է VESTAS ընկերության (Դանիա) արտադրության 650 կՎտ հզորության 4 հողմաէլեկտրակայանը (Նկ. 49): Յողմաէլեկտրակայանները միացած են էլեկտրական ցանցին և աշխատում են համատեղ ռեժիմում: Լոռի-1 հողմաէլեկտրակայանի գումարային հզորությունը հավասար է 2,6 ՄՎտ: 2008թ. Լոռի-1 Հուկ-ում արտադրվել է 1,8 մԼն. կՎտժ էլեկտրաէներգիա:

**Աղյուսակ 11.** Քամու ռեսուրսների գնահատումը լավից մինչև գերազանց՝ 50 մ բարձրության վրա [8]

Հողմառեսուրսների Ցանցային օգտագործման գնահատման սանդղակ	Քամու գնահատման դասակարգում	Քամու հզորությունը 50մ բարձրության վրա, Վտ/մ <sup>2</sup>	Քամու արագությունը 50մ բարձրության վրա, մ/վ	Ընդհանուր մակերեսը, կմ <sup>2</sup>	Քամով օժտված մակերեսի մասնաբաժինը, %	Գումարային հզորությունը, ՄՎՏ
Լավ	4	400-500	7,5-8,1	503	1,8	2500
Գերազանց	5	500-600	8,1-8,6	208	0,7	1050
Գերազանց	6	600-800	8,6-9,5	165	0,6	850
Գերազանց	7	>800	>9,5	103	0,4	500
Ընդհանուր				979	3,5	4900

**Աղյուսակ 12.** Չափավորից մինչև գերազանց քամու էներգիայի ռեսուրսների գնահատումը 50 մ բարձրության վրա [8]

Նողմառեսուրսների Ցանցային օգտագործման գնահատման սանդղակ	Քամու գնահատման դասակարգում	Քամու հզորությունը 50մ բարձրության վրա, Վտ/մ <sup>2</sup>	Քամու արագությունը 50մ բարձրության վրա, մ/վ	Ընդհանուր մակերեսը, կմ <sup>2</sup>	Քամով օժտված մակերեսի մասնաբաժնը, %	Գումարային հզորությունը, ՄՎՏ
Չափավոր	3	300-400	6,8-7,5	1,226	4,3	6150
Լավ	4	400-500	7,5-8,1	503	1,8	2500
Գերազանց	5	500-600	8,1-8,6	208	0,7	1050
Գերազանց	6	600-800	8,6-9,5	165	0,6	850
Գերազանց	7	>800	>9,5	103	0,4	500
Ընդամենը				2205	7,5	11050



Նկ. 49. Լոռի-1 Հոեկ

## Գլուխ 9.

### Երկրաջերմային էներգիա

Երկրագունդը գոյացել է 4,7 մլրդ. տարի առաջ: Այն կազմված է կեղևից, որի հաստությունը մայրցամաքների տակ 20-65 կմ է, իսկ օվկիանոսների տակ՝ մոտ 5-10 կմ, միջնապատյանից (մանտիա), որի հաստությունը 2900 կմ է, և միջուկից՝ շառավիղը մոտ 3470 կմ:



Նկ. 50. Չոր շոգու հանքավայր

Երկրագնդի կեղևում երկրաջերմային միջին գրադիենտը կազմում է  $2,5\text{-}30^{\circ}\text{C}/100$  մ: Այստեղից կարելի եզրակացնել, որ 2000 մ խորության վրա ջերմաստիճանը կլինի  $65\text{-}75^{\circ}\text{C}$ , 3000 մ խորության վրա՝  $90\text{-}105^{\circ}\text{C}$ : Սակայն գոյություն ունեն մեծ տարածքներ, որոնց համար գրադիենտի արժեքները կարող են լինել  $1^{\circ}\text{C}/100$  մ-ից փոքր, ինչպես նաև տասնյակ անգամ գերազանցել երկրաջերմային գրադիենտի միջին արժեքը:

Երկրագնդի գումարային ջերմային էներգիան գնահատվում է մոտ  $12,6 \times 10^{24}$  ՄԶ, իսկ կեղևինը՝  $5,4 \times 10^{21}$  ՄԶ: Ուրանի, թորիումի և այլ երկարակյաց ռադիոակտիվ իզոտոպների տրոհման արդյունքում երկրագնդի միջուկում անընդհատ ջերմություն է արտադրվում: Միջուկի առավելագույն ջերմաստիճանը գտնվում է  $5000\text{-}6000^{\circ}\text{C}$  տիրություն: Տեսականորեն նոլորակն աստիճանաբար սառչում է, սակայն այդ պրոցեսը շատ դանդաղ է ընթանում: 3 մլրդ. տարում երկրագնդի միջնապատյանի ջերմաստիճանը նվազել է  $300\text{-}350^{\circ}\text{C}$ -ով և մոտ է  $4000^{\circ}\text{C}$ -ի:

Երկրաջերմային ռեսուրսները դասակարգվում են պետրուկրաջերմային (չոր տաք ապարների ջերմություն) և հիդրոերկրաջերմային ռեսուրսների: Վերջիններս ներկայացված են բնական ջերմակիրներով՝ շոգու, շոգեջրային խառնուրդի և տաք ջրի տեսքով: Ըստ ջերմային էներգիայի ներուժի՝ երկրաջերմային

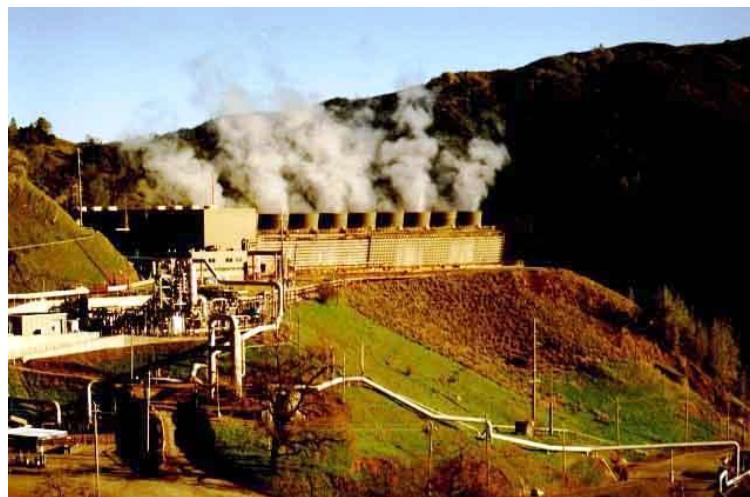
ռեսուրսները դասակարգվում են ցածր ( $մինչև 75^{\circ}C$ ), միջին ( $75-150^{\circ}C$ ) և բարձր (ավելի քան  $150^{\circ}C$ ) ներուժ ունեցող երկրաջերմային ռեսուրսների:

Առ այսօր երկրաջերմային էներգիան օգտագործվում է ջերմակիր նյութի (շոգու կամ տաք ջրի) առկայության դեպքում, որի օգնությամբ խորության վրա գտնվող տաք գոտիներից ջերմությունը փոխանցվում է երկրագնդի մակերևույթին կամ մակերևույթին մոտ գտնվող գոտիներին: Ինովացիոն տեխնոլոգիաների զարգացման հետ մեկտեղ մոտ ապագայում այս ոլորտում, հատկապես չոր տաք ապարների ջերմության օգտագործման առումով, նոր հեռանկարներ կրացվեն:

**Երկրաջերմային էներգիայի օգտագործման ներկա վիճակը.** 2004թ. դրությամբ երկրաջերմային էլեկտրակայանների ընդհանուր հզորությունը կազմել է 8,9 ԳՎտ<sub>էլ</sub>, 2006թ.՝ 9,5 ԳՎտ<sub>էլ</sub>, 2008թ.՝ 10 ԳՎտ<sub>էլ</sub> [6]:

Էլեկտրաէներգիայի արտադրության համար օգտագործվում են հետևյալ տեխնոլոգիաները.

**Երկրաջերմային բռնկվող (flash) շոգեկոմդենսացիոն էլեկտրակայաններ** (5-100 ՄՎտ<sub>էլ</sub>). այս տեսակի կայաններն ամենատարածվածն են: Զրից անջատված գոլորշին խողովակներով նղվում է Ձեկ-ի շենքը և աշխատեցնում շոգետուրբինը:



Նկ. 51. Խոշոր երկրաջերմային էլեկտրակայան, 665 ՄՎտ (1980թ.)  
(Գեյզեր, ԱՄՍ) [1,28]

Դուրս գալով տուրբինից, գոլորշին կոնդենսացվում է՝ ստեղծելով մասնակի վակուում և դրանով առավելագույնին հասցնելով տուրբինի հզորությունը:

- **Երկրաջերմային կրկնակի շրջապտույտով (binary) էլեկտրակայաններ** (500ԿՎտ<sub>էլ</sub>-10ՄՎտ<sub>էլ</sub>). այս տեսակի կայանները կիրառվում են, եթե օգտագործվող տարողության ջերմաստիճանը գտնվում է  $100-220^{\circ}C$  տիրություն: Առաջնային

գոլորշին, տաք ջուրը, կամ երկուսը միասին, անցնելով ջերմափոխանակչի միջով, տաքացնում են բանող օրգանական հեղուկը՝ սովորաբար իզոպենթանը կամ իզոբութանը, որի եռանան ջերմաստիճանը  $100^{\circ}\text{C}$ -ից ցածր է, գոլորշիացնում են այն և աշխատեցնում շոգետուրբինը:

- **Դամակցված շրջապտույտով երկրածերմային էլեկտրակայաններ.** այս տեսակի կայաններն իրենցից ներկայացնում են էլեկտրակայաններում կիրառվող ավանդական շոգետուրբինային և կոկնակի շրջապտույտով տեխնոլոգիաների համակցություն:

Երկրածերմային էլեկտրակայանների միավոր դրվածքային հզորության գները կախված են դրվածքային հզորությունից: Ստորև բերվում են դրանց գնահատականները [4,5]:

Հզորություն, ՄՎտ	Տեսակարար արժեքը, ԵՎրո/կՎտ
10-15	1200-1300
25-30	875-1050
55	600-850

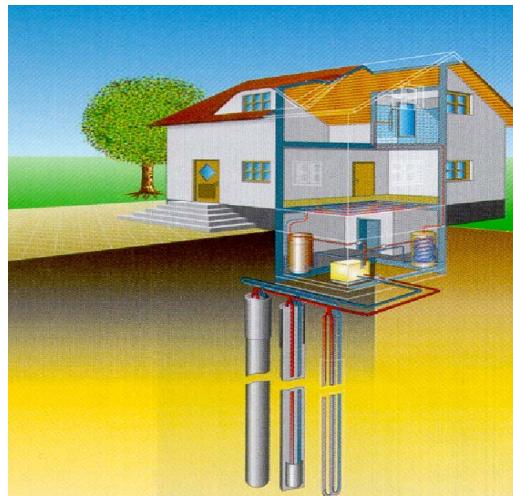
Էլեկտրական արտադրության ինքնարժեքը 7-15 ԵՎրոցենտ/կՎտ է:

### Ջերմային պոմպեր

Ջերմային պոմպերի գյուտը պատկանում է անգլիացի ֆիզիկոս Ուիլյամ Թոնսենին: 1,5 դար առաջ ստեղծած իր սարքը նա անվանել է «ջերմության բազմապատկիչ»: Ջերմային պոմպերի միջոցով ջերմությունն ավելի ցածր ջերմաստիճան ունեցող աղբյուրից փոխանցվում է ավելի բարձր ջերմաստիճան ունեցող աղբյուրին: Ջերմային պոմպերը ապահովում են ջեռուցում, հովացում կամ երկուսն էլ միասին: Ջերմային պոմպերը լինում են երկու տեսակի՝ փակ շղթայով, որի դեպքում ջերմությունը կորզվում է գետնի մակերևություն որոշ խորության վրա անցկացված խողովակաշղթայի միջոցով, և բաց շղթայով, որն օգտագործում է ստորգետնյա ջրերը: Դրանց աշխատանքի ընթացքում կոմպրեսորի կողմից սպառվող էլեկտրական էրգիայի յուրաքանչյուր կՎտ•ժ-ի դիմաց արտադրվում է 2,5-5 կՎտժ ջերմային էներգիա: Արտադրվող ջերմային էներգիայի և սպառվող էլեկտրական էրգիայի հարաբերությունն անվանում են փոխակերպման (տրանսֆորմացիայի) գործակից և այն ջերմային պոմպերի արդյունավետության ցուցանիշն է:

2004թ. վերջի դրությամբ ջերմային պոմպերի գումարային դրվածքային հզորությունը կազմել է 15 ԳՎտ: 2002թ. դրությամբ ԵՄ-ում տեղադրված էին 355837 ջերմային պոմպեր, ընդ որում Շվեյցարիա՝ 170000, Գերմանիայում՝ 73455, Ֆրանսիայում՝ 36500:

Զերմային պոնդերն արտադրվում են 1 կՎտ-1 ՄՎտ տիրույթում, իսկ արտադրված ջերմության ծախսը 15-20 ցենտ/կՎտժ է:



Նկ. 52. Զերմային պոնդ. օգտագործում է փոքր խորության վրա գտնվող հողաշերտի ջերմությունը [4]

**Երկրաշերմային ռեսուրսները Դայաստանում**, փորձագիտական գնահատականներով, բավականին մեծ ներուժ ունեցող շրջաններից ուսումնասիրվել են Սևանա լճի հարավ-արևմտյան հատվածը և Սյունիքի բարձրավանդակի հյուսիս-արևելյան մասը (Զերմադրյուրի և Անգեղակորի հատվածները): Ըստ Զերմադրյուրի հորատանցքի տվյալների 920մ խորության վրա ապարների ջերմաստիճանը կազմել է  $99^{\circ}\text{C}$ : 2-2,5կմ խորութան վրա ապարների ջերմությունը կարող է կազմել  $250\text{-}300^{\circ}\text{C}$ :

1998թ. «Աջակցություն Դայաստանին» ծրագրի շրջանակներում GeotherEx ընկերության կողմից երկրաշերմային ռեսուրսների վերաբերյալ ներկայացված հաշվետվության համաձայն, Դայաստանի 18 ուսումնասիրված գոտիներից առավել հետաքրքիր են հետևյալ գոտիները՝ Մարտունի ( $T_{\text{մաք}}=40^{\circ}\text{C}$ )<sup>1</sup>, Զերմուկ ( $T_{\text{մաք}}=63^{\circ}\text{C}$ ), Որոտան գետի հովիտ ( $T_{\text{մաք}}=43^{\circ}\text{C}$ ), Դանքավան ( $T_{\text{մաք}}=42^{\circ}\text{C}$ ), Արգական ( $T_{\text{մաք}}=45^{\circ}\text{C}$ ):

Ներկա դրությամբ հիդրոերկրաշերմային ռեսուրսները (հանքային թերմալ ջրերը) աննշան քանակությամբ օգտագործվում են միայն բուժիչ նպատակներով:

Ստորև առյուսակում բերվում են Դայաստանի երկրաշերմային էներգիայի ներուժի մասին տվյալները ըստ ՀՀ Էներգախնայողության և վերականգնվող էներգետիկայի ազգային ծրագրի 2006թ. հաշվետվության [16]:

<sup>1</sup> Փակագծերում բերվում են առավելագույն ջերմաստիճանները:

**Աղյուսակ 13. Երկրաշերմային էներգիայի ներուժը Հայաստանի տարածքում**  
[16]

Տարածք	Ցածրներ-ուժային $t < 100^{\circ}\text{C}$	Բարձրներ-ուժային $t > 100^{\circ}\text{C}$	Խորությունը, մ	Զերմային ներուժը, 1000 Գկալ/ տարի
Զերմուկ	64		>300	12,7
Զերմուկ	47,5			
Հանքավան	42		>400	20
Հանքավան	36 <sup>2</sup>			
Արզական	54	-	>800	5,5
Մարտունի	52	-	>800	22
Սիսիան*	45		1100	101
Սիսիան	37 <sup>2</sup>			
Սևաբերդ	83	-	3100	25,2**
Ազատավան	42		2600	**
Միջյան	-	-		0,6
Կեչուտ	31,6			
Արտաշատ	41			**
Պտղնի	60			
Մերձերևանյան	79		2500	0,49 մԼն. գՁ
Մերձերևանյան	70 <sup>2</sup>		2400	
Մերձերևանյան		110-125 <sup>2</sup>	4000	
Զերմաղբյուր		115-310	1000-2500	>

\* Յետազոտման աշխատանքներն ավարտված չեն:

\*\* Բարձր հաճայնացմանք:

«Զերմաղբյուրի Երկրաշերմային էլեկտրակայանի կառուցման իրագործելիության ուսումնասիրության» (կատարվել է ԳԵՖ/ՀԲ ՏF 053910 ծրագրի շրջանակներում, 2006թ.) արդյունքների համաձայն («Աներիա» ՍՊԸ) Երկրաշերմային Flash տեսակի կայանի 25 ՄՎտ դրվածքային հզորության դեպքում պահանջվող ներդրումները կկազմեն 17,6 մլրդ. դրամ, 1 կՎտ դրվածքային հզորության վրա ներդրումային ծախսը կկազմի 1564 ԱՄՆ դոլար [9]: Էլեկտրական էներգիայի տարեկան արտադրությունը կկազմի 199,4 մլն. կՎտժ, կպահանջվեն 3կմ խորության 6 արտադրական հորեր և 1,5 կմ խորությամբ հետադարձ հոսքի 2 հորատանցքեր: Երկրաշերմային ռեսուրսների նվազագույն ջերմաստիճանը 2500-3000մ խորության վրա գնահատվել է  $250^{\circ}\text{C}$ : Այս արդյունքները հիմնված են նախորդ տարիների ընթացքում տարբեր խմբերի կողմից իրականացված հետազոտությունների արդյունքների և ծեռք բերված փաստացի տվյալների վրա: Այս տեղանքի ուսումնասիրությունը մինչ այդ կատարվել է ԳԵՖ/ՀԲ ծրագրի շրջանակներում: Ներկայումս այս նախագծի իրականացման իրավունքը պատկանում է մասնավոր ներդրողի:

Հայաստանի ՎԵԷԽՀ-ի պատվերով կատարված «ՀՀ տարածքում բարձր պոտենցիալ ունեցող երկրաշերմային հեռանկարային տեղամասերի որոշում» հաշվետվության մեջ (2007թ.) որպես ջերմակիրների բարձր ներուժ ( $100^{\circ}\text{C}$ -ից ավելի) և հեռանկարային տարածք առաջարկվել է ՀՀ կենտրոնական մասում՝ Գեղամա հրաբխային լեռնավահանի հյուսիս-արևելյան ծայրամասում գտնվող Եռաթմբերի երիտասարդ (հոլոցենի հասակի) հրաբուխների խմբի շրջանը: Որպես բարձր ներուժ ունեցող երկրաշերմային հեռանկարային տեղամաս 2009թ. ընտրվել են Գոհանուր և Կարկառ տեղանքները:

Հայաստանում ջերմային պոմպերի օգտագործման հեռանկարի վերաբերյալ հետազոտություններն ամփոփվել են 2002թ. ԱՄՆ ՄՁԳ ֆինանսավորմամբ AEAI, Inc. կողմից «Հայաստանի վերականգնվող էներգետիկ պաշարների գնահատում» հաշվետվությունում, որում մանրամասն նկարագրվում են հեռանկարային տարածքները: Հայաստանում ջերմային պոմպերի սկզբունքով աշխատող սարքն առ այսօր, հիմնականում, արտասահմանից ներմուծվող օդորակիչներն են, որոնց համար ջերմության աղբյուր է արտաքին օդային միջավայրը, և որոնց արդյունավետությունը կտրուկ նվազում է ձմռանը՝ արտաքին օդի ցածր ջերմաստիճանների պայմաններում:

#### **Աղեցությունը շրջակա միջավայրի վրա**

Երկրաշերմային էներգիայի օգտագործումը շրջակա միջավայրի վրա ունի որոշակի ազդեցություն: Այն կայանքների համար, որտեղ ջերմակիր երկրաշերմային հեղուկները հանվում են երկրագնդի խորքից և վերադարձվում երկրագնդի խորքերը, աղտոտող արտանետումները շատ փոքր են: Տիպային երկրաշերմային կայանքի համար պահանջվում է մի քանի հոր: ճիշտ է, հորատման աշխատանքներն ազդում են հողատարածքների վրա, սակայն թեք հորատման դեպքում ազդեցությունը հնարավոր է հասցնել նվազագույնի: Դա հնարավորություն է ընձեռում մեկ հորատման հարթակից ստանալ մի քանի հոր, նվազեցնելով օգտագործվող հողատարածքների մակերեսը, դեպի հորատման հարթակները տանող ճանապարհների թիվը և երկրաշերմային ջրերի խողովակների քանակը:

Բնապահպանական խնդիրներ կարող են առաջանալ նաև կայանի շահագործման ժամանակ: Օգտագործվող ջերմակիրը՝ գոլորշին կամ ջուրը, սովորաբար, պարունակում է  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  և այլ գազերի անմշան քանակներ, ինչպես նաև լուծված նյութեր, որոնց կոնցենտրացիան աճում է ջերմաստիճանի աճի հետ միասին: Օրինակ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{B}$ ,  $\text{As}$  և  $\text{Hg}$ -ն աղտոտման աղբյուր են, եթե արտանետվում են շրջակա միջավայր: Ջերմային աղտոտումը վտանգավոր է նաև էկոհամակարգերի համար: Դրա նվազեցման նպատակով օգտագործված տաք ջուրը մինչև բնական ռեսուրսների մեջ թափվելը պետք է սառեցվի հատուկ կառուցված տարողություններում: Այնուամենայնիվ, ժամանակակից տեխնոլոգիաների հնարավորությունները թույլ են տալիս շրջակա միջավայրի վրա ազդեցությունը հասցնել նվազագույնի:

## Գլուխ 10.

### ՎԵԱ-ՆԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ԽԹԱՆՈՂ ՄԵԽԱՆԻՋՄՆԵՐ

ՎԵԱ-ՆԵՐԻ գարգացման հիմնական մեխանիզմներն են՝ արտադրվող էներգիայի գնման խթանող (խրախուսող) սակագների (feed-in tariffs), էներգիայի ընդհանուր արտադրության ծավալում ՎԵԱ-ՆԵՐԻ նվազագույն մասնաբաժնի (այսուհետ՝ ՎԵԱ-ՆԵՐԻ փաթեթի ստանդարտի) սահմանումները (Renewable portfolio standard - RPS): 2008թ. ՎԵԱ-ՆԵՐԻ փաթեթի ստանդարտը գործում է 49 երկրում/նահանգում, իսկ խթանող սակագները կիրառվում են 45 երկրում և 18 նահանգում: 2009թ. սկզբին 64 երկրում ՎԵԱ-ՆԵՐԻ օգտագործումը խթանելու համար կիրառվում է երկրի պահանջներին առավել համապատասխանող այս կամ այն տեսակի խթանող քաղաքականություն:

Ըստ գնահատականների [6], 2008թ. ՎԵԱ-ՆԵՐԻ գարգացման ոլորտում ներդրվել է 120 մլրդ. ԱՄՆ դոլար, ինչը երկու անգամ գերազանցում է 2006թ. այդ ցուցանիշը: Ներդրումների աճը հիմնականում բաշխված է հետևյալ կերպ՝ հողմական էներգետիկայի ոլորտում՝ 42%, արևային էներգետիկայի ֆոտոէլեկտրականության հատվածում՝ 32% և կենսավառելիքի արտադրության ոլորտում՝ 13%: Լրացուցիչ 40-45 մլրդ. դոլար ներդրվել է խոշոր ՀԵԿ-երի գարգացման գծով: Մեծ թվով բանկեր շարունակել են 2008թ. վարկեր տրամադրել ՎԵԱ-ՆԵՐԻ ծրագրերին, օրինակ՝ Եվրոպական ներդրումային բանկը (EIFB) տրամադրել է 2 մլրդ. եվրո (2,6 մլրդ. ԱՄՆ դոլար): 2008թ. վերջին մի շաբթ պետությունների կառավարություններ հայտարարել են ՎԵԱ-ՆԵՐԻ և ածխածնի ցածր արտանետումներով (low carbon) կամ մաքուր տեխնոլոգիաների ոլորտի ծրագրերի պետական ֆինանսավորման կտրուկ ածի մասին: Այսպես, ԱՄՆ առաջիկա 10 տարում տրամադրելու է 150 մլրդ. դոլար, ճապոնիան՝ 12,2 մլրդ. դոլար առաջիկա 5 տարում, Չունգարիան՝ 330 մլն. դոլար 7 տարում, Չարավային Կորեան՝ 36 մլրդ. դոլար 4 տարում:

### ՎԵԱ-ՆԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ԽԹԱՆՈՂ ՄԵԽԱՆԻՋՄՆԵՐԸ ԵՄ-ՈՒՄ

2009թ. Եվրախորհուրդը ընդունել է ՎԵԱ-ՆԵՐԻ մասին որոշում, ըստ որի 2020թ. ՎԵԱ-ՆԵՐԻ մասնաբաժննը ԵՄ-ում սպառվող էներգիայի հաշվեկշռում կկազմի 20%: Մեկ այլ որոշմանը նշվում է մինչև 2020թ. տրամապորտային վառելիքից առաջացող ԶԳ-երի արտանետումների մինչև 10% կրծատման նպատակային ցուցանիշի մասին, ընդ որում 6%-ը՝ պարտադիր: 2006թ.-ից սկսած ԵՄ-ի երկրներում ազգային մակարդակով խրախուսվող սակագնային քաղաքականության մեջ էական փոփոխություններ են կատարվում հատկապես ՖԷ տեղակայանքներում արտադրված էլեկտրաէներգիայի առնչությամբ: Իտալիայում ՖԷ տեղակայանքներում արտադրված էլեկտրաէներգիայի

սակագինը 36-49 Եվրոցենտ/կՎտժ է, ընդ որում շենքերին ներկառուցված ֆետեղակայանքների դեպքում այն 5 Եվրոցենտ/կՎտժ-ով ավելի բարձր է ավանդական եղանակով տաճիքի վրա տեղակայված ֆետեղակայանքների համեմատ: Ֆրանսիայում սակագինը բարձրացել է մինչև 30 Եվրոցենտ/կՎտժ, ընդ որում շենքերին ներկառուցված ֆետեղակայանքների դեպքում հավելավճարը 25 Եվրոցենտ/կՎտժ է: Պայմանավորված ֆետեղակայանքի չափով ու/կամ տեղակայվելու տեղով, արտադրվող էլեկտրաէներգիայի սակագինը Հունաստանում 40-55 Եվրոցենտ/կՎտժ է, Ավստրիայում՝ 32-49 Եվրոցենտ/կՎտժ, Պորտուգալիայում՝ 31-45 Եվրոցենտ/կՎտժ, Գերմանիայում՝ 32-43 Եվրոցենտ/կՎտժ (ըստ նոր օրենքի՝ EEG 2009):

### **ՎԵԱ-ների օգտագործումը խթանող մեխանիզմներ Հայաստանում**

Վերջին տարիներին Հայաստանի Հանրապետության հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողովն (ՀԾԿՀ) իրականացնում է ՎԵԱ-ների զարգացմանն ուղղված խթանող սակագնային քաղաքականություն, որն ամրագրված է ՀԾԿՀ-ի հետևյալ որոշումներում՝ «Կենսաբանական զանգվածից արտադրվող էլեկտրական էներգիայի առավելագույն սակագինը սահմանելու մասին», 2001թ. սեպտեմբերի 2-ի թիվ 52N որոշում, ըստ որի սահմանվել է սակագին առաջին 7 տարիներին 7 ԱՄՆ ցենտին համարժեք դրամ կՎտժ-ի համար, առանց ավելացված արժեքի հարկի (ԱԱՀ-ի): Մեկ այլ որոշմամբ (2004 թ. փետրվարի 9-ի թիվ 21Ն որոշում) նախատեսված է նաև հողմային էլեկտրակայանների (ՀոԵԿ) արտադրած էլեկտրական էներգիայի սակագինը հաշվարկել 7 ԱՄՆ ցենտին համարժեք դրամ կՎտժ-ի համար, առանց ԱԱՀ-ի:

Փոքր հիդրոէլեկտրակայանների համար ՀԾԿՀ-ն սահմանել է հետևյալ սակագները՝

- ա) բնական ջրահոսի վրա կառուցված փոքր ՀԵԿ-երի էլեկտրական էներգիայի սակագինը՝ 4,5 ԱՄՆ ցենտին համարժեք դրամ կՎտժ-ի համար առանց ԱԱՀ-ի (09.02.2004թ. թիվ 20Ն որոշում),
- բ) խմելու ջրատարների վրա կառուցված փոքր ՀԵԿ-երի էլեկտրական էներգիայի սակագինը՝ 2,0 ԱՄՆ ցենտին համարժեք դրամ կՎտժ-ի համար, առանց ԱԱՀ-ի (08.11.2005թ. թիվ 166Ն որոշում),
- գ) ռոտոզման համակարգերի վրա կառուցված փոքր ՀԵԿ-երի էլեկտրական էներգիայի սակագինը՝ 3,0 ԱՄՆ ցենտին համարժեք դրամ կՎտժ-ի համար, առանց ԱԱՀ-ի (08.11.2005թ. թիվ 166Ն որոշում):

Նշված սակագները գործում են 15 տարի՝ էլեկտրական էներգիայի արտադրության լիցենզիան ուժի մեջ մտնելու պահից սկսած (08.11.2005թ. թիվ 166Ն և 167Ն որոշումներ):

Բացի այդ, «Էներգետիկայի մասին» ՀՀ օրենքով համապատասխան փոփոխությունից հետո սահմանվել է, որ արտադրության լիցենզիա

ստանալու պահից 15 տարվա ընթացքում փոքր ՀԵԿ-երից արտադրվող անբողջ էլեկտրական էներգիան սահմանված կարգով ենթակա է գննան շուկայական կանոններով:

2005թ. ՀԾԿՀ-ն ընդունել է որոշում և սահմանել աշխատանքի պայմաններ էլեկտրական ցանցի հետ գուգահեռ աշխատող մինչև 100կՎտ գեներատորներ օգտագործող ՎԵԱ-ների համար: Ըստ այդ որոշման արտադրվող էներգիան օգտագործվում է արտադրողի սեփական կարիքների համար, իսկ հավելյալ էներգիան անվճար փոխանցվում է ցանցին և նույն քանակությամբ վերցվում է ցանցից: Տարին մեկ անգամ հաշվեկշիռը զրոյացվում է: 2006թ. փոփոխված որոշման համաձայն, հզորության շենք բարձրացվել է մինչև 150 կՎտ, ՎԵԱ-ներին ավելացել են նաև կոգեներացիոն էներգակայանքները:

Ինչպես արդեն նշել ենք, Հայաստանը 1993թ. վավերացրել է Կլիմայի փոփոխության նախին ՄԱԿ-ի շրջանակային կոնվենցիան (ՄԱԿ ԿՓՇԿ), իսկ 2003թ.՝ Կիոտոյի արձանագրությունը: Որպես զարգացող երկիր, Հայաստանը ընդորլված չէ Կլիմայի փոփոխության նախին ՄԱԿ-ի շրջանակային կոնվենցիայի Հավելված I-ի մեջ, ուստի և չունի ջերմոցային գագերի (ՁԳ) արտանետումների կրծատման պարտավորությունները: Այդուհանդերձ, Կոնվենցիայի իրականացման համապատասխան մեխանիզմների շրջանակներում Հայաստանը, զարգացած երկրների աջակցությամբ, կանավոր ստանձնել է ՁԳ-ների արտանետումների սահմանափակման պարտավորությունները:

Մասնավորապես, Կիոտոյի արձանագրության Սաքուր զարգացման մեխանիզմի (ՄԶՄ) շրջանակներում մշակման տարբեր փուլերում գտնվող 12 նախագծերից 6-ը նախատեսում են 58,8 ՄՎտ ընդհանուր դրվագներին հզորությամբ 15 փոքր ՀԵԿ-երի և 1 ՀոՒԿ-ի կառուցում և շահագործում, 2-ը՝ ջերմային և էլեկտրական էներգիայի արտադրություն անասնապահության թափոններից և քաղաքային աղբանոցի կողմ թափոններից [18]:

Նկատի ունենալով Հայաստանում ՎԵԱ-ների զարգացման կարևորությունը, վերջին տարիներին ընդունվել են նի քանի կարևոր փաստաթղթեր, ուղղված հանրապետությունում ՎԵԱ-ների զարգացմանը.

- «Էներգախնայողության և վերականգնվող էներգետիկայի մասին» ՀՀ օրենք, 09.11.2004թ.:
- «ՀՀ տնտեսության զարգացման համատեքստում էներգետիկայի բնագավառի զարգացման ռազմավարությունը», ՀՀ Կառավարության 23.06.2005թ. արձանագրային որոշում:
- «Էներգախնայողության և վերականգնվող էներգետիկայի ազգային ծրագիր», ՀՀ Կառավարության 18.01.2007թ. թիվ 2 արձանագրային որոշում:

## **Օգտագործված գրականության և աղբյուրների ցանկ**

1. DIERET - Distance Internet Education on Renewable Energy Technologies. INFORSE. 2005. CD version.
2. United Nations Framework Convention on Climate Change: <http://unfccc.int>.
3. ՄԱԶԾ/ԳԵՖ «Կլիմայի փոփոխության մասին ՄԱԿ-ի շրջանակային կոնվենցիայի ներքո Հայաստանի երկրորդ ազգային գեկույցի պատրաստման համար նպաստավոր պայմանների ստեղծում» ծրագիր (2006-2009թ.) (հաշվետվություններ):
4. Renewable energies. Innovations for the future. Publisher: Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU), Germany, April 2004.
5. Renewable energy in Europe. Building markets and capacity /European Renewable Energy Council/ Published by James and James (Science Publishers) Ltd, London, UK, 2004.
6. REN21 Renewable Energy Policy Network. "Renewables 2005-2008 Global Status Reports". Washington, DC: Worldwatch Institute. [www.ren21.net](http://www.ren21.net).
7. Արյունյան Վ.Մ., Պути преобразования солнечной энергии. – Ереван: АрмНИИНТИ, 1992. – 44с.:
7. D. Elliott et all. Wind Energy Resource Atlas of Armenia. Prepared under task No. WF7C0202, NREL/TP, July 2003.
8. «Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների ռեվոլվերային հիմնադրամի նախապատրաստման ծրագիր» ԳԵՖ/ՐԲ ՏՓ 053910 դրամաշնորհային ծրագրի իրականացման արդյունքները, խնդիրները և ձեռքբերումները. ՀՀ էներգետիկայի նախարարության «Էներգահմվեստ ԾԻԳ» պետական հիմնադրամ, Երևան, 2006թ.:
9. Աջակցություն Հայաստանում կենսաէթանոլի արտադրության զարգացմանը, GEF-CS-16/2007 ծրագիր: «Հայաստանում կարճա- և միջնաժամկետ հեռանկարում կոմերցիոն մասշտաբով կենսաէթանոլի ծրագրի ներդրման համար նախընտրելի տարրերակի նախնական տեխնիկատեսական գնահատում»: Enertech International, Inc (ԱՄՆ), BBI International (ԱՄՆ):
10. «Արդի արեգակնային ֆունդեկտրական արդյունաբերության զարգացումը Հայաստանում» DEM (Դանիա) և «Սոլարէն ՍՊԸ» (Հայաստան) կոնսորցիոն, ԳԵՖ-8Ս-Լ/2006 ծրագիր: ՀՎԷԷՌ/ՐԲ/GEF –TF 056211.
11. Lusakert Biogas Plant (LBP), methane capture and combustion from poultry manure treatment. Clean Development Mechanism. Project Design Document Form Version: 06, Date: 21.03.2006.
12. Clean Development Mechanism Handbook for Armenia. The European Union's TACIS programme for Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia. Brussels. 2006.
13. Sargsyan A. A. Utilization of Renewable Energy Resources in Armenia. Review of last 5-year practical activity. UNDP/GEF "Armenia-Climate Change Problems". Yerevan: Lusabatst Publishing House, 2002.
14. Ковалев А.А., Использование отходов животноводства для получения биогаза // Возобновляемая энергия, №4, 2001, с.1-3. Издательство Российского центра солнечной энергии «Интерсоларцентр».
15. «Էներգահմայողության և վերականգնվող էներգետիկայի ազգային ծրագիր», ՀՀ Կառավարության 18.01.2007թ. արձանագրային որոշում համար 2:

16. «Սոլարեն» ՍՊԸ. <http://www.solaren.com>:
17. ՀՀ Կլիմայի փոփոխության տեղեկատվական կենտրոն. <http://www.nature-ic.am>:
18. Ջայաստանի Վերականգնվող Էներգետիկայի և Էներգախնայողության հիմնադրամ. <http://www.r2e2.am>:
19. Renewable energy: sources for fuel and electricity/edited by Thomas B. Johanson et al., Island Press, Washington, D.C, 1993.
20. Thermosiphons systems: quality standards are rising //Sun and Wind Energy, N1, 2008, pp.52-65.
21. Completely new challenges for the module manufacturers // Sun and Wind Energy, N6, 2008, pp.154-155.
22. Following its own path // Sun and Wind Energy, N 4, 2009, pp. 38-42.
23. Харченко Н.В., Индивидуальные солнечные установки. – М., Энергоатомиздат, 1991. –208с., ил.
24. Kreith F., Kreider J. Principles of solar engineering.– Hemisphere Publishing Corporation, 1978. –778р.
25. Capacity building in the Republic of Armenia for technology needs assessment and technology transfer for addressing climate change problems. “Armenia-country study on climate change” project, phase II. Collection of papers. Edited by A.G. Gabrielyan. Yerevan, “Lusabats” Publishing house, 2003:
26. Վերականգնվող և մաքուր էներգիայի երրորդ միջազգային համաժողովի աշխատություններ, Ա. Շատվորյանի ընդհանուր խմբ. – Եր., Լեզաւ Պյուսե հրատարակչություն, 2008, 220էջ:
27. Денк С.О., Энергетические источники и ресурсы будущего. – Пермь. Издательский дом «Пресстайм», 2007, - 324с.
28. Амерханов Р.А., Тепловые насосы. – М., Энергоатомиздат, 2005. – 160 с., ил.
29. Карташян Р.А., Мхитарян А.М., Радиационный режим территории Армянской ССР. Л., Гидрометеоиздат, 1970.
- 30.Մելքոնյան Յ., Զորյան Զ., Խաչատրյան Լ., Նիկողոսյան Յ., Վերականգնվող էներգետիկ ռեսուրսների մոնիթորինգ ՀՀ տարածքում // «Վերականգնվող էներգետիկան Ջայաստանում» գիտաժողովի նյութեր, Երևան, 2003թ., էջ 80-84:
31. Ջայաստանի էներգետիկայի 100 տարին, Լ. Եղիազարյանի և այլոց խմբ., Երևան, «Մեղիա-մոդել» ՍՊԸ-ի հրատ., 2003, էջ 61-64:
32. Ղուլյան L.S., Ջայաստանի էներգետիկայի զարգացման հիմնական փուլերը և հեռանկարները, Երևան, ՐՊԵՐ, 2003թ., 180 էջ:
33. The Second National Environmental Action Programme of the Republic of Armenia (2007), Yerevan: Lusabats Publishing House, 2008, 68р).
34. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3, части 1-7, вып. 16, Армянская ССР. Л., Гидрометеоиздат, 1989.
35. Т. Байерс. 20 конструкций с солнечными элементами: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 197 с., ил.

## **ՎԵԱ-ների վերաբերյալ համացանցային կայքեր Հայաստանում**

<http://www.renewableenergyarmenia.am> (ԵՍ-Հայաստան վերականգնվող էներգետիկայի ինտերնետային կայք)

<http://www.solaren.com>

<http://www.technokom.am>

<http://www.delarm.ec.europa.eu>

<http://www.minenergy.am> (ՀՀ էներգետիկայի և բնական պաշարների նախարարություն)

<http://www.psrc.am> (ՀՀ հանրային ծառայությունները կարգավորող հանձնաժողով)

<http://www.mnp.am> (ՀՀ բնապահպանության նախարարություն)

<http://www.nature-ic.am> (Կլիմայի փոփոխության տեղեկատվական կենտրոն)

<http://www.r2e2.am> (Հայաստանի վերականգնվող էներգետիկայի և էներգախնայողության հիմնադրամ)

<http://www.cch.am/index.cfm> (Կասկադ կապիտալ հոլդինգ)

## **ՎԵԱ-ների վերաբերյալ միջազգային համացանցային կայքեր**

<http://www.nrel.gov>

<http://www.eere.energy.gov>

<http://www.ren21.net>

<http://www.eufores.org>

<http://www.erec-renewables.org>

[http://www.eurec.be/projects/RE\\_barometer.htm](http://www.eurec.be/projects/RE_barometer.htm)

<http://www.managenergy.net>

<http://www.re-focus.net>

<http://www.retscreen.net>

<http://www.inforse.org>

<http://cordis.europa.eu>

[http://europa.eu.int/comm/europeaid/projects/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/europeaid/projects/index_en.htm)

## Արևային կոլեկտորների ՕԳԳ-ն

Արևային կոլեկտորի ՕԳԳ-ն հավասար է կոլեկտորի ջերմարտադրողականության և կոլեկտորի վրա ընկնող արևային ճառագայթման էներգիայի հարաբերությանը [24]:

$$\eta_k = Q_k / (E_k \cdot A),$$

որտեղ  $Q_k$ -ն կոլեկտորի ջերմակրին հաղորդած ջերմաքանակն է [Վտժ],  $E_k$ -ը՝  $1\text{մ}^2$  մակերևույթի վրա ընկնող արևային էներգիայի քանակը [Վտժ/  $\text{մ}^2$ ],  $A$ -ն՝ կլանող մակերևույթի մակերեսը [ $\text{մ}^2$ ]:  $Q_k$ -ն հաշվարկվում է հետևյալ ձևով՝

$$Q_k = mC_p(T_1 - T_2),$$

որտեղ  $m$ -ը ջերմակրի ծախսն է, արտահայտված [կգ/վ] միավորներով,  $C_p$  -ը՝ ջերմակրի տեսակարար ջերմունակությունը [ $\text{Ջ}/(\text{կգ}^0\text{C})$ ],  $T_1$  -ը,  $T_2$  -ը՝ կոլեկտորի մուտքին և ելքին ջերմակրի ջերմաստիճանը ( $^0\text{C}$ ):

Արևային կոլեկտորի  $\eta_k$  ՕԳԳ-ի ակնթարթային արժեքը որոշվում է հետևյալ բանաձևից՝

$$\eta_k = \eta_o - K_k(T_1 - T_{o\eta})/I_k,$$

որտեղ  $\eta_o$ -ն՝ էֆեկտիվ օպտիկական ՕԳԳ-ն է,  $K_k$ -ը՝ ջերմակորուստների էֆեկտիվ գործակիցը,  $T_1$ -ն՝ ջերմակրի ջերմաստիճանը կոլեկտորի մուտքին,  $T_{o\eta}$ -ն դրսի օդի ջերմաստիճանը,  $I_k$ -ը՝ կոլեկտորի վրա ընկնող արևային ճառագայթման ինտենսիվությունը (ուժգնությունը):

Արևային ճառագայթման  $I_k$  ինտենսիվության փոփոխման հետ միասին փոփոխվում է նաև  $\eta_k$  արևային կոլեկտորի ՕԳԳ-ն, այսինքն՝ արևային կոլեկտորի միջին ՕԳԳ-ն զգալիորեն ավելի ցածր է կեսօրին գոանցվող կոլեկտորի ՕԳԳ-ի առավելագույն արժեքից: Արևային ճառագայթման  $300\text{-ից } 1000 \text{Վտ/}\text{մ}^2$  ինտենսիվության փոփոխման դեպքում կոլեկտորի ՕԳԳ-ն մեծանում է  $32\%-ից$   $59\%-ը$ , իսկ արտաքին օդի  $10^0\text{-ից } 30^0\text{C}$  ջերմաստիճանի բարձրացման դեպքում ՕԳԳ-ն մեծանում է  $41\%-ից$   $55\%$ :

Կոլեկտորի  $\eta_o$  օպտիկական ՕԳԳ-ն որոշվում է մեկուսիչ նյութի բականցիկության գործակցի և կլանող մակերևույթի ակտիվության մեջ կախում  $I_o$  ինտենսիվությունից կամ  $(T_1 - T_{o\eta})$  ջերմաստիճանների տարբերությունից:

Այն դեպքում, երբ կլանող մակերևույթը պատված է ընտրովի ծածկույթով, որը բնութագրվում է  $\alpha_c$  կլանման և  $\varepsilon_c$  ճառագայթման գործակիցների հարաբերության  $\alpha_c/\varepsilon_c$  բարձր արժեքով, կոլեկտորի O&O-ն կտրուկ աճում է: Կլանող մակերևույթի  $\alpha_c/\varepsilon_c$  արժեքների 1-ից մինչև 12 փոփոխման դեպքում միաշերտ ապակեպատումով կոլեկտորի O&O-ն մեծանում է 45%-ից մինչև 60%:

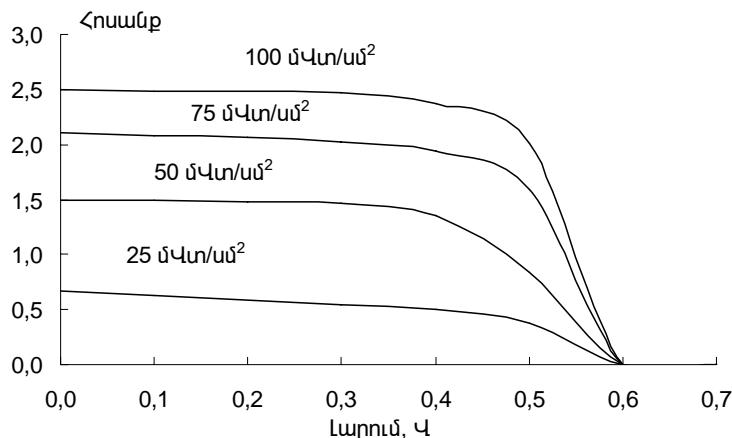
Ստորև այսուսակում բերված են տարբեր տեսակի արևային կոլեկտորների համար  $\eta_o$ -ի և  $K_k$ -ի տիպիկ արժեքները [24]:

Աղյուսակ 31. Արևային կոլեկտորների  $\eta_o$ -ի և  $K_k$ -ի տիպիկ արժեքները [24]:

Արևային կոլեկտորի տեսակը	$\eta_o$	$K_k$
Առանց ապակեպատման և առանց ընտրովի ծածկույթի հարթ կոլեկտոր	0,95	15
Նույն է միաշերտ ապակեպատումով	0,85	7
Նույն է երկշերտ ապակեպատումով	0,75	5
Միաշերտ ապակեպատումով և ընտրովի ծածկույթով հարթ կոլեկտոր	0,8	3,5
Վակուումային ապակե խողովակային կոլեկտոր	0,75	2

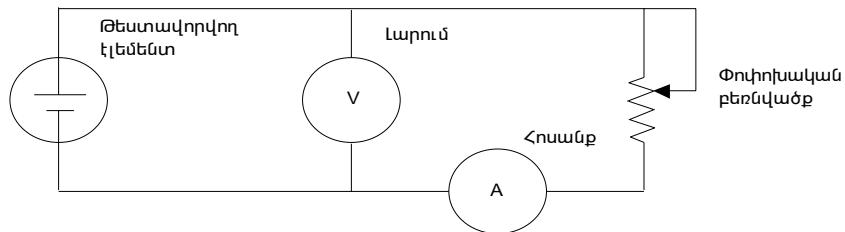
### Արևային ֆոտոէլեկտրական բջջի բնութագրերը և դրանց չափումը

Արևային ֆոտոէլեկտրական բջջները կարելի է օգտագործել ցանկացած այլ հաստատուն հոսանքի սնման աղբյուրի պես: Դրանք ապահովում են տրված լարման համար որոշակի հոսանքի ուժ, բայց ի տարբերություն սովորական սնման աղբյուրների, արևային ֆոտոէլեկտրական բջջների ելքային բնութագրերը կախում ունեն ընկնող լուսի ինտենսիվությունից: Արևային ֆոտոէլեկտրական բջջները ոչ գծային սարքեր են: Դրանք չեն բնութագրվուն պարզ բանաձևով:



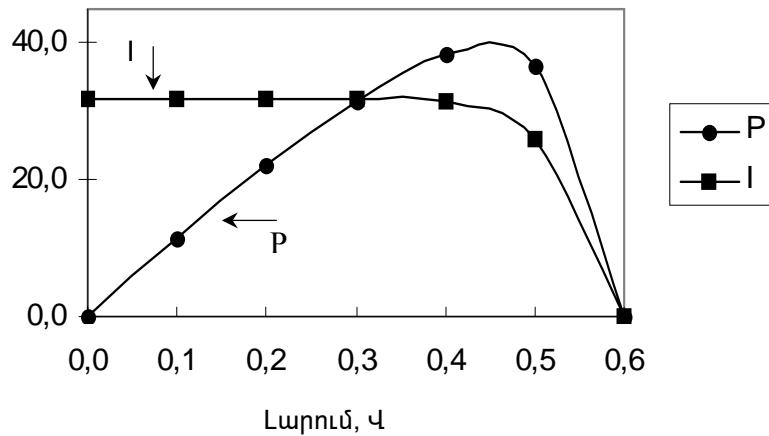
Նկ. 31. Արևային ֆոտոէլեկտրական բջջի հոսանքի ուժի և լարման միջև կախման կորերը արևային ճառագայթման ինտենսիվության տարբեր արժեքների համար

Նկ. 31-ում պարզեցված ձևով [37] ներկայացված է բյուրեղային սիլիցիումային բջջների համար լարման և հոսանքի միջև կապը և դրանց կախումը բեռնվածքից լուսի ինտենսիվության տարբեր արժեքների համար՝ կորերի շարքի տեսքով:  $100 \text{ mW}/\text{m}^2$  ( $1000 \text{ \mu W}/\text{m}^2$ ) ինտենսիվությունը համապատասխանում է կեսօրին բաց երկնքի պայմաններում ծովի մակերևույթի մակարդակին հորիզոնական մակերևույթի վրա ընկնող արևային ճառագայթման ինտենսիվությանը: Արևային բջջների վոլտ-անպեր բնութագրերը ուսումնասիրվում են ըստ Նկ. 32-ում պատկերված չափումների սխեմայի:



Նկ. Հ-2. Արևային ֆոտոէլեկտրական բջջի հոսանքի ուժի և լարման չափման էլեկտրական սխեման

Փուշութեալ ռեզիստիվ բեռնվածքի (ռեստատի) դիմադրությունը, չափում են արևային բջջի ելքային լարումն ու բեռնվածքով անցնող հոսանքի ուժը: Նկ. Հ2.-ում պատկերված է արևային ֆոտոէլեկտրական բջջի հոսանքի ուժի և լարման չափման էլեկտրական սխեման: Չափումների ընթացքում լուսի ինտենսիվությունը ենթադրվում է անփոփոխ: Նախ պոտենցիոների օգնությամբ բեռնվածքի դիմադրությունը հասցվում է առավելագույն արժեքի: Ծղբայում գործնականում հոսանք չկա, իսկ ելքային լարումը հավասար է պարապ ընթացքի լարմանը, որն իրենից ներկայացնում է բեռնվածքի բացակայության դեպքում արևային բջջների վրա առաջացող լարում (նոտ 0,64): Դիմադրությունն աստիճանաբար փոքրացնելով՝ շղթայում առաջանում է հոսանք, որը մեծանում է մինչև որոշակի արժեքը, միաժամանակ նվազում է լարումը: Դիմադրության հետագա նվազումն, ընդհուած մինչև կարճ միակցումը, գործնականում չի առաջացնում ելքային հոսանքի ուժի աճ: Դուսանքի այդ առավելագույն արժեքն անվանում են կարճ միակցման հոսանք (Նկ. Հ1, Հ3): Նկ. Հ1-ում ֆոտոէլեկտրական բջջի հոսանքի ուժի և լարման միջև կախման կորերն ունեն պարզեցված տեսք: Իրականում արևային ճառագայթման ինտենսիվության նվազման հետ մեկտեղ փոքր սահմաներում նվազում է նաև պարապ ընթացքի լարումը: Բազմապատկելով չափված լարումը և հոսանքի ուժը, կարող ենք ստանալ արևային բջջի  $P$  հզորությունը: Կառուցելով  $P$  ելքային հզորության կախումը լարումից, ստանում ենք Նկ. Հ3-ում պատկերված կորը: Գծանկարում ( $V$ ) կորի ձախ ծայրում ստացվում է հոսանքի առավելագույն ուժը գրոյական լարման դեպքում և, համապատասխանաբար, գրոյական հզորություն, իսկ աջ ծայրում՝ առավելագույն լարումը և գրոյական հոսանք, որի դեպքում հզորությունը նույնականացնելու հավասար է զրոյի: Առավելագույն հզորությունը համապատասխանում է լարման մոտ 0,45 Վ արժեքին: Անկախ լուսի ինտենսիվության արժեքից, արևային բջջի առավելագույն հզորությունը ստացվում է լարման միևնույն արժեքի համար (մոտ 0,45 Վ):



Նկ. 33. Արևային բջիջի լարումից հոսանքի ուժի և հզորության կախման կորերը

Նկարագրված չափման եղանակը թույլ է տալիս ինչպես համեմատել բջիջներն իրար հետ հավասար պայմաններում, այնպես էլ գնահատել առանձին բջիջների որակը: Ուսուտատի փոխարեն օգտագործելով ոչ բարդ էլեկտրոնային կառավարմանք սարք, որում օգտագործվում է գործույթային (օպերատիվ) ուժեղարարով սխեման, էապես բարձրանում է չափումների ճշտությունը և արագանում է դրանց իրականացումը: Ընդ որում, նման սարքերը կարելի են հավաքել տնային պայմաններում [37]: Տարբեր արևային բջիջների պարամետրերը համեմատելու համար չափումներ կատարվում են ստանդարտ պայմաններում: Արևային բջիջների ջերմաստիճանը  $25^{\circ}\text{C}$  է: Արևային ճառագայթման ներքո գտնվելու որոշ ժամանակ անց արևային բջիջների ջերմաստիճանը կարող է բարձրանալ մինչև  $50^{\circ}\text{C}$ : Այդ դեպքում նկատվում է արևային բջիջների պարապ ընթացքի լարման ու հզորության որոշակի նվազում և կարձ միակցման հոսանքի շատ փոքր աճ:



ՄԱԿ-ի Զարգացման Ծրագիր



Գլոբալ Էկոլոգիական Ֆոնդ



«ՄԱԿ-ի Կլիմայի փոփոխության շրջանակային  
կոնվենցիայի ներքո Հայաստանի երկրորդ  
ազգային գեկույցի պատրաստման հաճար  
նպաստավոր այլմանների ստեղծում»  
ՄԱԶ/ԳԵՖ/00035196 ծրագիր

**Հասցեն՝** Կառավարության շենք #3, Հանրապետության հրապարակ,  
Երևան, Հայաստան, 0010

**Հեռ՝** (37410) 583932  
**Ֆաքս՝** (37410) 583933  
**Էլ. փոստ՝** climate@nature.am  
**Կայք՝** www.nature-ic.am



Պուշկինի 46  
Հեռ.՝ + 374(10) 53 96 47, + 374(91) 42 51 63  
www.lusabats.info.am  
e-mail; lusabats@netsys.am  
lusabatc@mail.ru