



Organization for Security and  
Co-operation in Europe  
Office in Yerevan



## ԿԱՅՈՒՆ ԷՆԵՐԳԵՏԻԿԱՅԻ՝

**«ՕԴ-ԶՈՒՐ» ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՍՊՈՎ ԳՈՐԾՈՂ ԶԵՌՈՒՅՄԱՆ  
ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ՓՈՐՁԻ ՏԱՐԱԾՈՒՄ ԶԵՐՄՈՑԱՅԻՆ  
ՏՆՏԵՍՈՒԹՅԱՆ ԿՐԱ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ  
ՇԻՐԱԿԻ ՄԱՐԶԻ ԲԱՍԵՆ ՀԱՄԱՅՆՔՈՒՄ**



**«ԵՐՐՈՐԴ ԲՆՈՒԹՅՈՒՆ» ՀԱՍԱՐԱԿԱԿԱՆ  
ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅՈՒՆ**

ԳՅՈՒՄՐԻ  
2014

«Կայուն Էներգետիկայի՝ օդ-ջուր ջերմային պոմպով գործող ջեռուցման համակարգի կիրառման փորձի տարածում ջերմոցային տնտեսության վրա Հայաստանի Հանրապետության Շիրակի մարզի Բասեն համայնքում» ծրագրի շրջանակներում իրականացվող սույն հրատարակությունը օգտակար կարող է լինել ջերմոցային տնտեսությունների Էներգաարդյունավետությանը և վերականգնվող Էներգիա օգտագործող տեխնոլոգիական համակարգերին առնչվող ծրագրերի իրականացման գործընթացներում:

Սույն հրատարակությունը հնարավոր է դարձել իրականացնել Եվրոպայում անվտանգության և համագործակցության կազմակերպության (ԵԱՀԿ) Զաղաքացիական գործողություններ հանուն անվտանգության և շրջակա միջավայրի (ԶԳԱՇՄ) ծրագրի շրջանակներում:

*Կազմողներ.*

Գևորգ Պետրոսյան  
Ռաֆայել Մխիթարյան  
Խաչիկ Սահակյան

## ԲՈՎԱՆՂԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

1. Նախաբան.....	4
2. Ներածություն.....	6
3. Ինչ է ջերմային պոմպը.....	8
4. Ջերմային պոմպերի աշխատանքի սկզբունքը.....	11
4.1 Ցածր պոտենցիալային ջերմության աղբյուրները.....	14
5. Ջերմային պոմպերի համակարգերի կառուցման տեխնիկական պարամետրերի հաշվարկներ.....	16
5.1. Ջերմային պոմպի հորիզոնական կոլեկտորի հաշվարկ.....	16
5.2. Ջերմային պոմպի ուղղահայաց կոլեկտորի հաշվարկ.....	16
5.3 Ջերմային պոմպի համակարգի պարամետրերի հաշվարկ... 17	
5.3.1 Ջերմային պոմպի հզորության հաշվարկ.....	17
5.3.2 Ջերմակլանիչ կոլեկտորի հզորության հաշվարկ.....	17
5.3.3 Ուղղահայաց կոլեկտորի հաշվարկ.....	19
6. Ջերմային պոմպի աշխատանքը «հող-ջուր» սխեմայով.....	20
7. Եզրակացություններ և առաջարկություններ.....	21
8. Ջերմային պոմպերի օգտագործման առավելությունները.....	22
9. Ջերմային պոմպերի համակցումը ջեռուցման այլ սարքավորումների հետ ջեռուցման համակարգերում.....	23
9.1 Համակցված սխեմայի աշխատանքի սկզբունքը.....	26
10. Բասեն գյուղի ջերմոցի «օդ-ջուր» ջերմային պոմպի համակարգը.....	28
11. Հավելված. Բասեն գյուղի արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի աշխատանքի նկարագրությունը և սկզբունքային սխեման.....	30
11.1 Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի աշխատանքի նկարագրությունը.....	30
11.2 Բասեն գյուղում գործող արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի սկզբունքային սխեման.....	31
12. Գրականության ցանկ.....	34

## 1. ՆԱԽԱԲԱՆ

«Կայուն էներգետիկայի՝ օդ-ջուր ջերմային պոմպով գործող ջեռուցման համակարգի կիրառման փորձի տարածում ջերմոցային տնտեսության վրա Հայաստանի Հանրապետության Շիրակի մարզի Բասեն համայնքում» ծրագիրը իրականացվել է Եվրոպայում անվտանգության և համագործակցության կազմակերպության (ԵԱՀԿ) Զաղաքացիական գործողություններ հատուն անվտանգության և շրջակա միջավայրի (ԶԳԱՇՄ) ծրագրի շրջանակներում, սեպտեմբեր 2013թ. – մարտ 2014թ. ժամանակահատվածում:

Ծրագրին զուգահեռ, Հայաստանի Շիրակի մարզի Բասեն գյուղում Գլոբալ Էկոլոգիական հիմնադրամի Փոքր դրամաշնորհների ծրագրի (ԳԷՀ/ՓԴԾ) աջակցությամբ իրականացվել է մեկ այլ ծրագիր՝ «ՀՀ Շիրակի մարզի Բասեն համայնքում ցածր ածխածնային տեխնոլոգիաների գործնական կիրառման փորձի տարածում» ծրագիրը: Նշված երկու ծրագրերը փոխլրացրել են միմյանց և միասին կազմել մեկ ամբողջական նախագիծ վերականգնվող էներգետիկայի երկու տարբեր ուղղությունների համադրման և համակցման միջոցով:

ԳԷՀ/ՓԴԾ ծրագրի շրջանակներում իրականացվել է արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի և ուսումնացուցադրական ջերմոցի կառուցում ու շահագործում, որոնք նախատեսված են համայնքի, հատկապես, համայնքային մանկապարտեզի կարիքների համար: Չուգահեռ ծրագիրն իրականացվել է «Բիոսոֆիա» հասարակական կազմակերպության կողմից, Բասեն համայնքի գործուն մասնակցությամբ:

Բասեն համայնքը գտնվում է Հայաստանի Շիրակի մարզի Ախուրյանի տարածաշրջանում, մարզկենտրոնից 14կմ հեռավորության վրա: Գյուղը տեղադրված է Փամբակի լեռնաշղթայի հարավային փեշերին գտնվող սարալանջին՝ ծովի մակարդակից 1650մ բարձրության վրա: Կլիման բարեխառն լեռնային է, ձմեռը տևական, ցուրտ, հաստատուն ձնածածկույթով: Լինում են ուժեղ քամիներ, հաճախակի են ձնաբքերը և սառնամանիքները: Ամառը զով է, համեմատաբար խոնավ: Տարեկան տեղումների քանակը՝ 500-600մմ: Արևային ճառագայթման էներգիայի ռեսուրսներով գյուղի տարածքը բավականին հարուստ է: Միջին հաշվով հորիզոնական մակերևույթի վրա ընկնող զումարային (ուղիղ և

ցրված ճառագայթման) հոսքի տարեկան մեծությունը կազմում է 1780կՎտժ/մ<sup>2</sup>:

Գյուղը գազաֆիկացված չէ և էլեկտրաէներգիայի բարձր գնի պայմաններում փորձացուցադրական ջերմատան ջեռուցման նպատակով սպառվող էլեկտրաէներգիայի համար վճարները զգալի բեռ կլինեին համայնքի համար:

Չաշվի առնելով այդ հանգամանքը, «Երրորդ բնություն» հասարակական կազմակերպությունը նախաձեռնեց ջերմատան ջեռուցման նպատակով կիրառել վերականգնվող էներգիայի օգտագործման համակարգ՝ «օդ-ջուր» տիպի ջերմային պոմպ, որը ցածր-ածխածնային տեխնոլոգիա է: Այդ տեխնոլոգիան Չայաստանում դեռևս չի գտել լայն կիրառություն և դրա վերաբերյալ հասարակական իրազեկությունը խիստ ցածր է:

## 2. ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Ծրագիրն իրականացվել է Բասեն գյուղի մի համայնքապատկան շենքի բակային տարածքում: Այդ շենքում, բացի գյուղապետարանից, տեղակայված են նաև համայնքային մանկապարտեզն ու սպորտդպրոցը:

Շիրակի մարզի գյուղական համայնքների բնակչությունը, այդ թվում նաև Բասեն համայնքում, հիմնականում զբաղված են գյուղատնտեսությամբ՝ անասնապահությամբ և բուսաբուծությամբ: Սակայն բուսաբուծության վարումը բավականին ռիսկային գործ է, քանի որ տարածաշրջանում հաճախակի երևույթներ են ցրտահարությունը, կարկտահարությունը և երաշտը: Շատ արժեքավոր մշակաբույսեր, կլիմայական պայմաններից ելնելով, մարզում չեն աճեցվում: Գյուղական բնակչության զգալի մասը ձմեռային ամիսներին չունի եկամտի աղբյուր և ստիպված շատերը մեկնում են արտագնա աշխատանքի: Այս պայմաններում անհրաժեշտություն կա մարզում խթանել եկամտի այլընտրանքային աղբյուրների զարգացումը, մասնավորապես բուսաբուծության կազմակերպումը փակ գրունտի պայմաններում՝ ջերմատնային բուսաբուծության մշակույթի ներմուծում և ջերմոցային տնտեսությունների զարգացում: Մարզում ջերմատնային բուսաբուծության մշակույթը ներդրված չէ, մասնավորապես այն պատճառով, որ ցուրտ գոտում ջերմոցի ջեռուցումը պահանջում է մեծ դրամական ներդրումներ:

Ծրագրի նպատակը վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների օգտագործման, հատկապես ջերմային պոմպերի վերաբերյալ գիտելիքների և փորձի տարածումն է, մասնավորապես ջերմատնային տնտեսությունների վրա դրանց կիրառման վերաբերյալ: Ծրագիրը կարող է նաև օրինակ ծառայել օգտագործելու ջերմային պոմպի կիրառման փորձը այլ տիպի՝ բնակելի, հասարակական և արտադրական շինություններում, Բասեն գյուղում և Հայաստանի այլ համայնքներում:

Ծրագիրը միաժամանակ անդրադառնում է գլոբալ բնապահպանական հիմնախնդիրների լուծմանը, նպաստում է կլիմայի փոփոխության մեղմմանը և ցածր-ածխածնային տեխնոլոգիաների վերաբերյալ տեղական հզորությունների զարգացմանը, համայնքի սոցիալական հիմնախնդիրների լուծմանը, փորձի և գիտելիքի հարստացմանն ու տարածմանը:



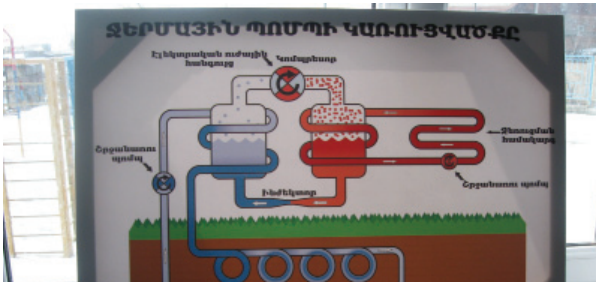
*Ուսումնացուցադրական ջերմոցի ընդհանուր տեսքը*



*Ուսումնացուցադրական ջերմոցի ջեռուցման համակարգը*



*Ճրագրի ուսումնական դասընթացի ընթացքը*



*Դասընթացի ուսուցողական դիդակտիկ նյութերից մեկը*

### 3. ԻՆՉ Ե ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՍՊԸ

Ջերմային պոմպը շրջակա միջավայրից «վերցնում է» ջերմությունը և տալիս է ջեռուցման կամ տաք ջրամատակարարման համակարգին: Այդպիսով, օգտագործելով շրջակա միջավայրի ցածր պոտենցիալային ջերմությունը, այն վերափոխում է և դարձնում սպառողի համար կիրառելի բարձր պոտենցիալային ջերմություն: Ջերմային պոմպը նույնպես էներգիայի սպառող է՝ իր աշխատանքի համար օգտագործում է էլեկտրաէներգիա, սակայն ճիշտ նախագծման պայմաններում 1կՎտժ ծախսած էլեկտրաէներգիայի դիմաց ջերմային պոմպը արտադրում է 2-4,5կՎտժ ջերմային էներգիա: Ժամանակակից ջերմային պոմպերի աշխատանքի համար ցածր պոտենցիալային ջերմության աղբյուրներ են հանդիսանում բնահողի, մակերևույթային և գրունտային ջրերի, օդի ջերմությունը: Ջերմային պոմպում գործում է նույն ֆիզիկական սկզբունքը, ինչը որ կենցաղային սառնարանում (այն կոչվում է Կառնոյի ցիկլ): Ջերմային պոմպը մի սարքավորում է, որը ջերմություն է «դուրս մղում» սառնարանի խցիկից և այն հաղորդում է սառնարանի մարտկոցին, որը գտնվում է սառնարանի խցիկից դուրս: Օդորակիչը սենյակից «դուրս է մղում» ջերմությունը և հաղորդում այն մարտկոցին, որը գտնվում է շենքից դուրս: Ընդ որում, այն ջերմությամբ, որը դուրս է մղվում սենյակից ավելանում է նաև այն ջերմությունը, որին փոխակերպվել է օդորակիչի էլեկտրաշարժիչի օգտագործած էլեկտրաէներգիան:

Ջերմային պոմպի (ինչպես նաև օդորակիչի կամ սառնարանի) արտադրած ջերմային էներգիայի և իր ծախսած էլեկտրաէներգիայի հարաբերությունը արտահայտող թիվը կոչվում է էներգաարդյունավետության գործակից, փոխակերպման գործակից կամ «ջեռուցման գործակից»: Լավագույն ջերմային պոմպերում «ջեռուցման գործակիցը» հասնում է 3-4,5-ի: Այսինքն յուրաքանչյուր ծախսված 1կՎտժ էլեկտրաէներգիայի հաշվով արտադրվում է 3-4,5կՎտժ ջերմային էներգիա (1կՎտժ-ը համապատասխանում է 860կկալ-ի): Փոխակերպման այդ գործակիցը ուղղակիորեն կախված է ջերմության աղբյուրի ջերմաստիճանից, որքան բարձր է աղբյուրի ջերմաստիճանը, այնքան մեծ է փոխակերպման գործակիցը:



Օդային ջերմային պոմպերը այդ ջերմային էներգիան վերցնում են դրսի օդից, իսկ առավել հզոր ջերմային պոմպերը, ավելի հաճախ, այդ լրացուցիչ ջերմությունը «դուրս են մղում» ջրամբարներից, ստորերկրյա ջրերից կամ բնահողի շերտերից:

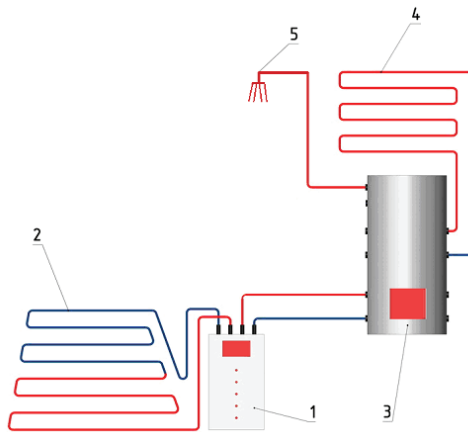
*Այդպիսով, ջերմային պոմպերի հիմնական առավելությունը ջերմության աղբյուր հանդիսացող այլ սարքավորումների նկատմամբ այն է, որ այն օգտագործում է շրջակա միջավայրի անվճար և վերականգնվող էներգիան:*

Չնայած շրջակա միջավայրի ջերմության աղբյուրների ջերմաստիճանը անհամեմատ փոքր է, քան օդի ջերմաստիճանը ջեռուցվող տներում, սակայն ջերմային պոմպը հողի, մթնոլորտային օդի կամ ջրի հենց այդ ցածր պոտենցիալային ջերմությունը փոխակերպում է բարձր ջերմաստիճանային ջերմության, որն անհրաժեշտ է տների ջեռուցման համար: Այդ իսկ պատճառով ջերմային պոմպերին անվանում են նաև «ջերմության փոխակերպիչներ» (փոխակերպման պրոցեսը բերված է ներքևում):

Ջեռուցման համակարգի կառուցումը ջերմային պոմպերի միջոցով դեռևս բավականաչափ թանկ է, քանի որ պահանջում է, օրինակ, մեծ քանակի հողային աշխատանքներ, գումարած ծախսվող նյութերը և սարքավորումները: Նաև պետք է հիշել, որ ջերմային պոմպերում, ինչպես և սառնարաններում օգտագործվում է կոմպրեսոր, որը խտացնում է աշխատանքային նյութը՝ որոշ դեպքերում դա կարող է լինել ֆրոն: Այն ներկայումս արգելված է օգտագործել այն պատճառով, որ թափանցելով մթնոլորտ, դրա վերին շերտերում քայքայում է օզոնը, որը պաշտպանում է Երկիրը արեգակի ուլտրամանուշակագույն ճառագայթներից:

Սակայն ջերմային պոմպերի տեխնոլոգիաները շատ արագ կատարելագործվում են, դրանք դառնում են ավելի էներգաարդյունավետ, աստիճանաբար դրանք դառնում են ավելի մատչելի և դրանցում որպես աշխատանքային նյութ սկսել են կիրառել էկոլոգիապես անվտանգ նյութեր: Այդպիսով, ջերմային պոմպերը ունեն մեծ հեռանկար առավել լայնորեն կիրառվելու համար:

**Նկար 1. Ջերմային պոմպի միջոցով տան ջեռուցման և տաք ջրամատակարարման սկզբունքային սխեմա**



1. *Ջերմային պոմպ*
2. *Խողովակաշար, տեղադրված հողում*
3. *Լրացուցիչ (կողմնակի) ջեռուցման կաթսա*
4. *«Տաք հատակով» կամ ջեռուցման մարտկոցներով ջեռուցման համակարգ*
5. *Տաք ջրամատակարարման կոնտուր*

#### 4. ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՍՊԵՐԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՍԿԶՐՈՒՆԵԸ

Այլընտրանքային և Էկոլոգիապես մաքուր Էներգիայի օգտագործումը կարող է կանխարգելել Էկոլոգիական ճգնաժամը: Ածխածնային Էներգակիրների (բնական գազ, նավթ, ածուխ) օգտագործման հետ զուգընթաց, անհրաժեշտ է ավելի ու ավելի մեծ տեղ հատկացնել այն Էներգիայի կիրառմանը, որը բնական պրոցեսների արդյունքում կուտակվում է ջրամբարներում, օդում, հողում, երկրաթերմալ աղբյուրներում, տեխնոլոգիական թափոններում (որոնք թափվում են դեպի մթնոլորտային օդ, հոսքաջրեր և այլն): Որպես ցածր պոտենցիալային ջերմության աղբյուր կարող են հանդես գալ.

- մթնոլորտային օդը  $-15^{\circ}\text{C}$  -ից (հնարավոր է նաև  $-25$  և ավելի ցածր) մինչև  $+45^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանով,
- տարբեր նշանակության շինություններից դուրս մղվող օդը՝  $+7$ -ից  $+35^{\circ}\text{C}$ ,
- գրունտային ջրերը՝  $+10^{\circ}\text{C}$  և ավելի,
- լճերի և գետերի ջրերը՝  $0-20^{\circ}\text{C}$ ,
- մակերեսային գրունտը՝  $0-20^{\circ}\text{C}$ ,
- խորքային գրունտը (ավելի քան 20մ)՝  $+10^{\circ}\text{C}$  և ավելի:

Նիդերլանդների Թագավորության Յեյլեն քաղաքում այդ նպատակներով օգտագործում են հին լքված հանքահորը 700մ խորությամբ, որում լցված ջուրը մշտապես ունի  $32^{\circ}\text{C}$  ջերմություն:

Սակայն, առավելապես, այս թվարկված Էներգիայի աղբյուրների ջերմաստիճանը բավականին ցածր է՝ սովորաբար  $+15$ -ից  $-25^{\circ}\text{C}$ , և դրանց արդյունավետ օգտագործման համար անհրաժեշտ է իրականացնել այդ Էներգիայի փոխանցումը ավելի բարձր ջերմաստիճանային մակարդակի ( $50-80^{\circ}\text{C}$ ): Այդպիսի փոխակերպումը իրականացվում է ջերմային պոմպերի միջոցով, որոնք ըստ էության հանդիսանում են գազախտացման սառնարանային մեքենաներ (*Նկար 2*): Ցածր ջերմաստիճանային Էներգիայի աղբյուրը (ՑՁԱ) տաքացնում է գոլորշեցուցիչին (3), որում աշխատանքային նյութը (ցածր ջերմաստիճաններում եռացող նյութ) եռում է: Այնուհետև աշխատանքային նյութին փոխանցված ջերմությունը դասական շոգեխտացման ցիկլով փոխանցվում է կոնդենսատորին (4), որտեղից

անցնում է սպառողին բարձր ջերմաստիճանային մակարդակով (ԲՋՍ):

Ջերմային պոմպերը օգտագործում են արդյունաբերության տարբեր ոլորտներում, բնակելի և հասարակական շենքերում: Ներկայումս աշխարհում շահագործվում է տասնյակ միլիոնավոր ջերմային պոմպեր, որոնք ունեն տարբեր հզորություններ՝ մի քանի կՎտ-ից մինչև մի քանի ՄՎտ: Ստոկհոլմ քաղաքում 320ՄՎտ հզորությամբ ջերմային պոմպակայանը օգտագործելով ծովի ջրի ջերմությունը  $+4^{\circ}\text{C}$ , ապահովում է ջերմությամբ գրեթե ամբողջ քաղաքը:

Ջերմային պոմպերը տարբեր տեսակի են՝ ըստ իրենց աշխատանքի սկզբունքի (խտացման և կլանման), ինչպես նաև ըստ «աղբյուր - ջերմության սպառող» փոխանցման շղթայի տիպի: Գոյություն ունեն հետևյալ տիպի ջերմային պոմպեր՝ օդ-օդ, օդ-ջուր, ջուր-օդ, ջուր-ջուր, հող-օդ, հող-ջուր, որոնցում առաջինը նշվում է ջերմության աղբյուրը:

Այն դեպքում, երբ որպես ջերմության աղբյուր օգտագործվում է մթնոլորտային կամ օդափոխիչ համակարգից ստացված օդը, ջեռուցման համակարգը աշխատում է օդ-օդ կամ օդ-ջուր սխեմայով: Պոմպը կարող է տեղակայվել շինության ներսում կամ դրանից դուրս: Օդի մղումը դեպի ջերմափոխանակիչ կատարվում է օդամղիչ պտուտակով:

Եթե որպես ջերմության աղբյուր օգտագործվում է գրունտային ջուրը, ապա համակարգը աշխատում է ջուր-օդ կամ ջուր-ջուր սխեմայով: Ջուրը հորից դեպի ջերմափոխանակիչ մղվում է պոմպի միջոցով: Ջրից ջերմությունը վերցնելուց հետո այն լցնում են այլ հոր, կամ ջրամբար:

Որպես ջերմակլանիչ նյութ կարող են օգտագործվել հակասառեցնող հեղուկներ: Եթե որպես ջերմության աղբյուր ծառայում է ջրամբարը, դրա հատակ են իջեցնում մետաղապլաստե կամ պլաստիկ խողովակաշար: Այդ խողովակաշարով շրջապտույտ է կատարում ջերմակլանիչ հակասառեցնող հեղուկը, որը իր կլանած ջերմությունը ջերմային պոմպի ջերմափոխանակիչի միջոցով փոխանցում է ջերմային պոմպի աշխատանքային նյութին:

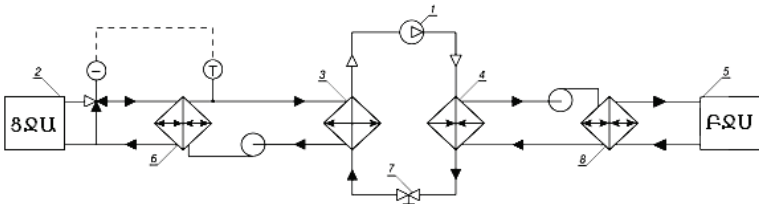
Եթե որպես ջերմության աղբյուր օգտագործում են բնահողի ջերմությունը, ապա համակարգն աշխատում է հող-օդ կամ հող-ջուր սկզբունքով: Հնարավոր է ջերմակլանիչ կոլեկտորի տեղակայման

երկու տարբերակ՝ ուղղահայաց և հորիզոնական: Հորիզոնականի դեպքում որպես ջերմակլանիչ կոլեկտոր տեղակայում են մետաղապլաստե խողովակներ 1,2-1,5մ խորությամբ փորված խրամուղիներում կամ պարուրածն՝ 2-4մ խորությամբ խրամուղիներում, ինչը թույլ է տալիս զգալիորեն կրճատել խրամուղու երկարությունը: Սակայն պարուրածն տեղակայման ժամանակ հիդրոդինամիկ դիմադրությունը մեծ չափով ավելանում է, ինչը բերում է ջերմակիր հեղուկի մղման վրա լրացուցիչ ծախսերի: Նույն կերպ դիմադրությունը համամասնորեն աճում է նաև խողովակաշարի երկարության մեծացմանը զուգահեռ:

Գրունտային ջերմային պոմպերի ուղղահայաց ջերմակլանիչ կոնտուրի օգտագործման պարագայում փորվում է 60-200մ խորությամբ հոր, որում իջեցվում է Ս-աձև խողովակաշար: Գրունտային կոլեկտորի ծառայության ժամկետը կախված է հողի թթվայնությունից: Նորմալ թթվայնության (pH = 5.0) դեպքում այն կազմում է 50-70 տարի:

Նկար 2-ում բերված է հիդրավլիկ ջերմային պոմպի տիպային սխեմա:

**Նկար 2. Հիդրավլիկ ջերմային պոմպի սխեմա**



1. Կոմպրեսոր
2. Ցածր մակարդակի ջերմության աղբյուր (ՑՁԱ)
3. Ջերմային պոմպի գոլորշեցուցիչ
4. Ջերմային պոմպի կոնդենսատոր
5. Բարձր մակարդակի ջերմության սպառող (ԲՁԱ)
6. Ցածր ջերմաստիճանային ջերմափոխանակիչ
7. Աշխատանքային նյութի ընդարձակման կափույր
8. Բարձր ջերմաստիճանային ջերմափոխանակիչ

Ջերմային պոմպը հիդրավլիկ կցահանգույցով (ջրջանառու պոմպերով, ջերմափոխանակիչներով և այլն) կոչվում է ջերմային պոմպի տեղակայմանը:

#### 4.1 Ցածր պոտենցիալային ջերմության աղբյուրները

Օդորակիչ համակարգերում լայնորեն օգտագործվում է օդ-օդ տիպի ջերմային պոմպեր: Արտաքին օդը մղվում է գոլորշեցուցիչի միջով, իսկ ջերմությունը, որը հեռացվում է կոնդենսատորից՝ տաքացնում է ներշնչային տարածության օդը: Այդ համակարգերի առավելությունը կայանում է նրանում, որ ցածր ջերմաստիճանային ջերմության աղբյուրը՝ օդը հասանելի է ամենուրեք: Սակայն օդի ջերմաստիճանը փոփոխվում է մեծ ընդգրկումով, հասնելով բացասական ցուցանիշների: Ընդ որում, ջերմային պոմպերի արդյունավետությունը զգալիորեն նվազում է: Այսպես, արտաքին օդի ջերմաստիճանի նվազումը  $+7^{\circ}\text{C}$ -ից մինչև  $-10^{\circ}\text{C}$ , բերում է ջերմային պոմպի արդյունավետության նվազման 1,5-2 անգամ:

Այն ջերմային պոմպերում, որոնցում որպես ջերմության աղբյուր հանդես է գալիս մակերևութային ջրերը (գետեր, լճեր, ծովեր), օգտագործվում է կուտակված արեգակնային էներգիան: Այդ էներգիան ջերմային պոմպերի համար հանդիսանում է որպես էներգիայի իդեալական աղբյուր, քանի որ այն մշտապես առկա է, չնայած ավելի քիչ հասանելի է, քան օդի ջերմությունը: Չսառցակալող ջրամբարներում ջերմությունը չի իջնում  $4^{\circ}\text{C}$ -ից, իսկ արտեզյան ջրերը գրեթե մշտապես ունեն  $10^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճան: Չաշվի առնելով, որ ջրից ջերմություն վերցնելու պարագայում չի կարելի նրա ջերմաստիճանը իջեցնել մինչև  $0^{\circ}\text{C}$ , ջերմաստիճանների անկումը ջերմափոխանակիչի վրա կկազմի ընդամենը մի քանի աստիճան (հնարավոր է նաև 1-2 աստիճան): Ընդ որում, ջերմաստիճանների անկման չափի նվազմանը զուգընթաց, բավարար քանակի ջերմություն վերցնելու համար կպահանջվի ավելացնել օգտագործվող ջրի ծախսը:

Ջրամբարից ջերմություն վերցնելու կոնտուրը կարող է լինել բաց կամ փակ: Առաջին դեպքում ջրամբարից ջուր է մղվում դեպի հովացուցիչ, ջուրը հովացվում է և վերադարձվում է ջրամբար: Այդպիսի համակարգը պահանջում է մշտապես գտել հովացուցիչ մղվող ջուրը, ինչպես նաև պարբերաբար մաքրել ջերմափոխանակիչը: Իսկ փակ կոնտուրը տեղակայվում է ջրամբարի հատակին: Ջերմային հզորության մոտավոր ցուցանիշը, փակ կոնտուրի 1զմ խողովակաշարի հաշվով, կազմում է մոտ 30Վտ: Այսինքն, որպեսզի ստանանք 10կՎտ հզորությամբ կոնտուր (ջերմակլանիչ կոլեկտոր) պետք է ունենանք ավելի քան 300զմ երկարությամբ խողովակաշար: Որպեսզի կոն-

տուրը չբարձրանա ջրի մակերես, յուրաքանչյուր գմ-ի հաշվով պետք է ամրացնել 5կգ բեռ:

Բարձր էներգաարդյունավետ են երկրաթերմալ և ստորերկրյա ջրերի ջերմությունը օգտագործող ջերմային պոմպերը: Ամերիկայի Միացյալ Նահանգների դաշնային օրենսդրությամբ հաստատվել են պահանջներ, ըստ որոնց նոր հասարակական շենքեր կառուցելիս երկրաթերմալ ջերմային պոմպերի կիրառումը պարտադիր է: 2020 թվականին մոտ, Համաշխարհային էներգետիկ կոմիտեի հաշվարկներով, երկրաթերմալ ջերմային պոմպերը կկազմեն այդ սարքավորումների ընդհանուր քանակի 75%-ը: Դրանց շահագործման ժամկետը կազմում է 25-50 տարի:

Գրունտային ջերմային պոմպերում օգտագործվում է գետնի շերտերում, բնահողում կուտակված էներգիան, որը ստացվում է արևի ճառագայթումից, Երկրի ընդերքի ջերմությունից կամ այլ աղբյուրներից: Ջերմակլանիչ կոնտուրի խողովակաշարի հորիզոնական տեղակայման պայմաններում, որում շրջապտույտ է կատարում ջերմակլանիչ հեղուկը, տեղակայվում է հողում, սառեցման գոտուց ներքև (1,2-1,5մ): Խողովակաշարքերի նվազագույն հեռավորությունը միմյանցից 0,8-1մ է: Ավելի նախընտրելի է խոնավ հողերը: Ջերմային հզորության մոտավոր ցուցանիշը 1գմ խողովակաշարի հաշվով կազմում է մոտ 20-30Կտ: Այսինքն, որպեսզի ստանանք 10ԿՎտ հզորությամբ ջերմակլանիչ կոլեկտոր, գրունտային կոնտուրը պետք է ունենա միջինը 350-500մ երկարություն, որը կարելի է տեղավորել 400-500մ<sup>2</sup> մակերեսով հողամասում:

## 5. ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՍՊԵՐԻ ԶԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՄԱՆ ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ԶԱՇՎԱՐԿՆԵՐ

### 5.1 Ջերմային պոմպի հորիզոնական կոլեկտորի հաշվարկ

Աղյուսակ 1. Ջերմային պոմպի հորիզոնական կոլեկտորի հաշվարկ

#	Գրունտի տիպը	Հորիզոնական կոլեկտորի տեսակարար ջերմարարությունը (1գմ կոլեկտորի հաշվով), Վտ/մ	Հորիզոնական կոլեկտորի ընդհանուր երկարությունը 10 կՎտ հզորություն ապահովելու համար, գմ
1	Չոր ավազ	10	1000
2	Չոր կավ	20	500
3	Խոնավ կավ	25	400
4	Մեծ քանակությամբ ջուր պարունակող կավ	35	≈300

Ջերմակլանիչ կոլեկտորի ուղիղ և հետադարձ թևերի միջև առաջանում է ջերմաստիճանների տարբերություն, որը սովորաբար հավասար է 3°C-ի: Այս սխեմայի թերությունը կայանում է նրանում, որ հողամասում ցանկալի չէ շինություններ կառուցել, որպեսզի հողի ջերմաստիճանը ավելանա արևի ճառագայթման շնորհիվ: Մեկ խրամուղու երկարությունը կարելի է ընտրել 30-120մ:

### 5.2 Ջերմային պոմպի ուղղահայաց կոլեկտորի հաշվարկ

Աղյուսակ 2. Ջերմային պոմպի ուղղահայաց կոլեկտորի հաշվարկ

#	Գրունտի տիպը	Ուղղահայաց կոլեկտորի տեսակարար ջերմարարությունը (1գմ կոլեկտորի հաշվով), Վտ/մ	Ուղղահայաց կոլեկտորի ընդհանուր երկարությունը 10կՎտ հզորություն ապահովելու համար, գմ
1	Չոր նստվածքային ապարներ	20	500
2	Քարային բնահող և ջրով հագեցած նստվածքային ապարներ	50	200



3	Քարային ապարներ բարձր ջերմահաղորդականությամբ	70	≈150
4	Ստորերկրյա ջրեր	80	125

### **5.3 Ջերմային պոմպի համակարգի պարամետրերի հաշվարկ**

#### *5.3.1 Ջերմային պոմպի հզորության հաշվարկ*

Համարվում է, որ 3մ առաստաղի բարձրություն ունեցող տան ջեռուցման համար անհրաժեշտ է ունենալ 1կՎտ հզորությամբ ջեռուցիչ սարք տան յուրաքանչյուր 10մ<sup>2</sup> մակերեսի հաշվով: 10մx10մ = 100մ<sup>2</sup> մակերեսով տան համար անհրաժեշտ կլինի 10կՎտ հզորությամբ ջեռուցիչ սարք: Եթե տունը գտնվում է բարեխառն կամ ցուրտ կլիմայական գոտում, ապա կընտրենք մոտ 15կՎտ առավելագույն հզորությամբ ջերմային պոմպ: Քանի որ, ջերմային պոմպի առավելագույն հզորությունը համապատասխանում է ջերմության աղբյուրի ավելի բարձր ջերմաստիճան ունենալու պայմաններին, որը կախված է տեղանքի բնակլիմայական պայմաններից: Օրինակ, Նույն հունվար ամսին տաք կլիմայական գոտում ջերմային պոմպի համար ջերմության աղբյուր հանդիսացող մթնոլորտային օդը, մակերևութային ջրերը կամ հողը գտնվում են ավելի տաք վիճակում: Այդ դեպքում ջերմային պոմպը կարող է ապահովել առավելագույն հզորություն, իսկ բարեխառն և ցուրտ գոտիներում՝ ոչ:

Բերված օրինակի համար ընտրենք «հող-ջուր» տիպի և հորիզոնական կոլեկտորով գործող ջերմային պոմպ:

15կՎտ առավելագույն հզորությունը ունեցող ջերմային պոմպերի կոմպրեսորի հզորությունը սովորաբար գտնվում է 3,5-ից 4,5կՎտ տիրույթում, միջինը 4կՎտ (այսինք, ջերմային պոմպի կողմից մեկ ժամում ծախսվում է մոտ 4կՎտժ էլեկտրաէներգիա):

#### *5.3.2 Ջերմակլանիչ կոլեկտորի հզորության հաշվարկ*

5.3.1 կետում բերված օրինակի համար ընտրենք նաև գրունտի տիպը: Ենթադրենք այն խոնավ կավ է: Այդ դեպքում, ինչպես տրված է աղյուսակ 1-ում, հորիզոնական կոլեկտորի տեսակարար ջերմարարությունը (1գմ կոլեկտորի հաշվով) 25Վտ/մ է:

*Չաշվարկենք ջերմակլանիչ կոլեկտորի անհրաժեշտ հզորությունը:*

$$Q_c = Q_{hp} - P, \text{ որտեղ.}$$

$Q_c$  -ն ջերմակլանիչ կոլեկտորի հզորությունն է, կՎտ

$Q_{hp}$  -ն ջերմային պոմպի առավելագույն հզորությունն է, կՎտ

P-ն կոմպրեսորի էլեկտրական հզորությունն է, կՎտ:

*Ջերմակլանիչ կոլեկտորի անհրաժեշտ հզորությունը կկազմի.*

$$Q_c = 15 \text{ կՎտ} - 4 \text{ կՎտ} = 11 \text{ կՎտ}$$

*Չաշվարկենք նաև ջերմակլանիչ կոլեկտորի խողովակաշարի անհրաժեշտ երկարությունը.*

$$L = Q_c / q, \text{ որտեղ.}$$

q-ն կոլեկտորի տեսակարար ջերմարարությունն է տվյալ գրունտի պայմաններում (1գմ կոլեկտորի հաշվով), կՎտ/մ

$$L = 11 \text{ կՎտ} / 0,025 \text{ կՎտ/մ} = 440 \text{ մ}$$

Այդպիսի կոլեկտոր տեղակայելու համար հարմար կլինի ընտրել 5 կոնտուր 100-ական գմ երկարությամբ: Ելնելով դրանից կարող ենք հաշվարկել նաև կոլեկտորի տեղակայման համար անհրաժեշտ հողամասի մակերեսը:

$$S = L \times d, \text{ որտեղ.}$$

d-ն խողովակաշարների միջև հեռավորությունն է (շարքերի քայլը), մ

Շարքերի քայլը 0,8մ ընտրելու դեպքում անհրաժեշտ հողամասի մակերեսը կկազմի.

$$S = 500 \text{ մ} \times 0,8 \text{ մ} = 400 \text{ մ}^2$$

### 5.3.3 Ուղղահայաց կոլեկտորի հաշվարկ

Նույն օրինակը դիտարկենք ընտրելով ուղղահայաց կոլեկտոր:

Ուղղահայաց կոլեկտորի ընտրության ժամանակ փորում են 60-200մ խորությամբ հորեր: Նրանցում իջեցվում են Ս-աձև մետաղապլաստե կամ պլաստիկ խողովակաշար: Դրա համար հորում տեղադրվում են երկու հանգույցներ, որոնք լցավորվում են ցեմենտի շաղախով:

Դիտարկված օրինակի համար ընտրենք բնահողի տեսակը, ենթադրենք այն քարային բնահող է, ջրով հագեցած նստվածքային ապարներով: Այդ դեպքում կոլեկտորի տեսակարար ջերմարարությունը կկազմի 50Վտ/մ (*տես աղյուսակ 2-ը*):

15մ խորության վրա բնահողի ջերմաստիճանը կազմում է մոտավորապես +10 °C: Անհրաժեշտ է հաշվի առնել, որ հորերի միջև հեռավորությունը պետք է լինի ավելի քան 5մ: Եթե բնահողում գոյություն ունեն ստորերկրյա ջրի հոսքեր, ապա հորերը պետք է փորել այնպես, որ դրանց առանցքները միացնող ուղիղը լինի ջրի հոսքին ուղղահայաց:

### Ուղղահայաց կոլեկտորի հաշվարկ

$$L = Q_c / q = 11 \text{կՎտ} / 0,05 \text{կՎտ/մ} = 220 \text{մ}$$

Այս պարագայում, ուղղահայաց կոլեկտորի տեսակարար ջերմարարության՝  $q = 50 \text{Վտ/մ}$ , և պահանջվող հզորության՝  $Q_c = 11 \text{կՎտ}$  արժեքների դեպքում կոլեկտորի խողովակաշարի  $L$  երկարությունը կկազմի 220մ:

Կոլեկտորի տեղակայման համար, այս դեպքում հարմար կլինի փորել երեք հորեր 75-ական մ խորությամբ: Դրանցից յուրաքանչյուրում կտեղադրվեն երկու հանգույցներ մետաղապլաստե խողովակներով: Ընդամենը 6 կոնտուր՝ 150-ական գմ երկարությամբ:

## **6. ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՍՊԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԸ «ՅՈՂ-ՋՈՒՐ» ՍԽԵՄԱՅՈՎ**

Խողովակաշարը տեղադրվում է բնահողում: Դրա միջով ջերմակիր հեղուկի մղման միջոցով այդ հեղուկի ջերմաստիճանը բարձրանում է մի քանի աստիճան և հասնում է մինչև բնահողի ջերմաստիճանին: Այնուհետև, համաձայն այս սխեմայի, ջերմակիր հեղուկը հասնում է ջերմային պոմպի գոլորշեցուցիչ (ցածր ջերմաստիճանների ջերմափոխանակիչ) և իր ջերմությունը տալիս է ջերմային պոմպի ներքին կոնտուրին: Ջերմային պոմպի ներքին կոնտուրում ճնշման տակ գտնվում է աշխատանքային նյութը (ֆրեոնին փոխարինող, ցածր ջերմաստիճաններում եռացող այլ նյութ): Քանի որ աշխատանքային նյութը եռում է ցածր ջերմաստիճանում, այդ պատճառով, երբ գոլորշեցուցիչում կտրուկ իջնում է ճնշումը, աշխատանքային նյութը հեղուկ վիճակից անցնում է գազային վիճակի:

Գոլորշեցուցիչից հետո գազային վիճակում գտնվող աշխատանքային նյութը մտնում է կոմպրեսոր և սեղմվում է այնտեղ: Սեղմման հետևանքով բարձրանում է ճնշումը, և այն տաքանում է: Տաք աշխատանքային նյութը մտնում է կոնդենսատոր (բարձր ջերմաստիճանների ջերմափոխանակիչ), որտեղ տեղի է ունենում ջերմափոխանակում դրա և ջերմությունը սպառող խողովակաշարում գտնվող ջերմակիր հեղուկի միջև: Կոնդենսատորում տալով իր ջերմությունը, գազային վիճակում գտնվող աշխատանքային նյութը հովանում է և կրկին անցնում հեղուկ վիճակի: Այնուհետև այն անցնում է հոսքի կարգավորիչի (աշխատանքային նյութի ընդարձակման կափուլի) միջով, որտեղ իջնում է աշխատանքային նյութի ճնշումը՝ պատրաստվելով նոր շրջափուլի, և այն նորից վերադառնում է ջերմային պոմպի գոլորշեցուցիչ: Այնուհետև աշխատանքային փուլը կրկնվում է նույնությամբ: Իսկ սպառողի խողովակաշարում գտնվող ջերմակիր հեղուկը, անցնելով ջեռուցման համակարգով, իր ջերմությունը տալիս է սենյակային օդին և կրկին հովանալով վերադառնում է կոնդենսատոր:

Տարվա ցուրտ շրջանում ջերմային պոմպը օգտագործում են որպես ջեռուցիչ, իսկ շոգ ժամանակաշրջանում այն կարող է ծառայել որպես հովացուցիչ: Այդ նպատակով ջերմային պոմպը ոչ թե տաքացնում է, այլ հովացնում է ջեռուցման համակարգի ջերմակիր հեղուկին: Իսկ հովացված հեղուկի շրջանառությունը ջեռուցման համակարգով, իր հերթին, հովացնում է սենյակի օդը:

## 7. ԵՃՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԵՎ ԱՈՎՁԱՐԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Ջերմային պոմպում էլեկտրաէներգիան ծախսվում է ներքին կոնտուրի կոմպրեսորի աշխատանքի վրա, այդ պատճառով, որպեսզի փոքրացնենք էլեկտրաէներգիայի ծախսը, մենք պետք է փոքրացնենք ներքին կոնտուրի ջերմաստիճանների տարբերությունը և համապատասխանորեն մեծացնենք առաջնային (արտաքին) կոնտուրի ջերմաստիճանը, իջեցնենք երկրորդային (ջեռուցման համակարգի) կոնտուրի ջերմաստիճանը:
2. Ջեռուցման համակարգի կոնտուրի և արտաքին կոնտուրի ջերմաստիճանների տարբերության մինչև 35 աստիճանի պայմաններում ջերմային պոմպերը շատ էներգաարդյունավետ են, 1 կՎտժ էլեկտրաէներգիան փոխակերպվում է 4-4,5 կՎտժ ջերմային էներգիայի:
3. Զարկ չկա ջեռուցման համակարգի կոնտուրի ջերմաստիճանը բարձրացնել  $50^{\circ}\text{C}$ -ից, քանի որ այդ դեպքում կտրուկ իջնում է ջերմային պոմպի արդյունավետությունը: Ջերմային պոմպը լավագույն արդյունավետություն է ունենում, երբ ջեռուցման համակարգում զուգահեռաբար աշխատում է «տաք հատակ» համակարգը, քանի որ միայն այդ համակարգն է, որ կարող է արդյունավետ լինել  $35-45^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճաններում:
4. Գրունտային արտաքին կոնտուրը զգալիորեն արդյունավետ է օդային արտաքին կոնտուրից, քանի որ ունի  $0^{\circ}\text{C}$  և ավելի բարձր ջերմաստիճան կլոր տարին, ի տարբերություն օդային արտաքին կոնտուրի, որի ջերմաստիճանը կտրուկ իջնում է ձմռանը:
5. Ջերմային պոմպով տաք ջրամատակարարման պարագայում, ինսայողության նպատակով պետք է ձգտել ջրի ջերմաստիճանը հասցնել ոչ ավելի քան օգտագործման համար անհրաժեշտ ջերմաստիճանն է: Այսինք, եթե անհրաժեշտ տաք ջրի ջերմաստիճանը  $45^{\circ}\text{C}$  է, ապա անհրաժեշտ է ջերմային պոմպը կարգավորել  $45^{\circ}\text{C}$  ջերմաստիճանի համար և ոչ ավելի:

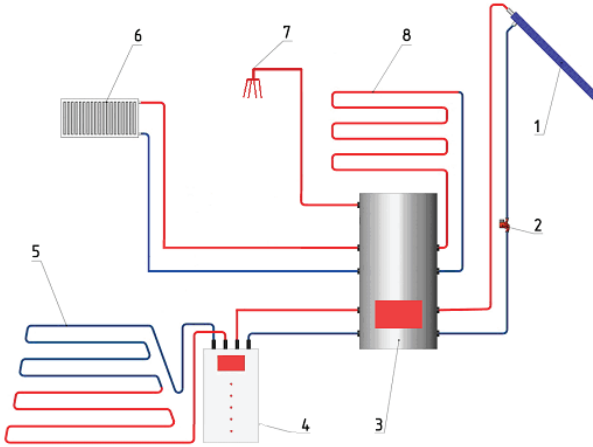
## **8. ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՍՊԵՐԻ ՕԳՏԱԳՈՐԾՄԱՆ ԱՌԱՎԵԼՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ**

- Ջեռուցման սարքավորման կոմպակտ չափերը՝ հաճախ ջերմային պոմպի չափերը չեն գերազանցում կենցաղային սառնարանի չափերին:
- Ջերմային պոմպի ծառայության ժամկետը մինչև հիմնանորոգում կազմում է 10-15 տարի:
- Բաց կրակի և բռնկվող նյութերի բացակայությունը, պայթու՜նա և հրդեհաանվտանգ են:
- Էկոլոգիապես մաքուր տեխնոլոգիա է, քանի որ օգտագործում է վերականգնվող էներգիա և ներկայումս կիրառվում են օգոնաանվտանգ աշխատանքային նյութեր՝ ֆրեոնի փոխարինիչներ:
- Ջեռուցման համակարգի և ջերմային պոմպի հուսալի ավտոմատացումը, որը չի պահանջում մարդու անընդհատ վերահսկողություն:
- Հարմարավետությունը՝ տիպիկ հոտի բացակայություն, ավանդական էներգակիրների այրման արտանետումների բացակայություն, ծխնելույզի բացակայություն:

## **9. ԶԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՍՊԵՐԻ ԶԱՄԱԿՑՈՒՄԸ ԶԵՌՈՒՑՄԱՆ ԱՅԼ ՍԱՐՔԱԿՈՐՈՒՄՆԵՐԻ ԶԵՏ ԶԵՌՈՒՑՄԱՆ ԶԱՄԱԿԱՐԳԵՐՈՒՄ**

Քանի որ ջերմային պոմպերի համար որպես ջերմության աղբյուր ծառայում են շրջակա միջավայրի ջերմությունը, որը միշտ էլ որ կայուն է (հատկապես մթնոլորտային օդի դեպքում), և ինչպես ցույց է տալիս պրակտիկան, հաճախ միայն ջերմային պոմպերի կիրառումը տան ջեռուցումը և տաք ջրամատակարարումը ապահովելու նպատակով՝ բավարար է: Ներկայումս գոյություն ունեն մշակված օպտիմալ սխեմաներ, որոնք համակցում են ջերմային պոմպերը արևային ջրատաքացուցիչ համակարգերի կամ բնական գազով, էլեկտրաէներգիաով գործող լրացուցիչ ջեռուցիչների հետ: Ընդ որում, կախված եղանակային պայմաններից, արևի ճառագայթման ուժգնությունից կամ ջերմային պոմպի ջերմության աղբյուրի ջերմությունից, այդ սարքերը փոխանջատվում են ավտոմատ եղանակով այնպես, որ էլեկտրաէներգիայի կամ բնական գազի ծախսը հնարավորինս հասցվի նվազագույնի: Այսինքն, ջեռուցման ընդհանուր համակարգում առաջնայնություն է տրվում արևային էներգիայի օգտագործմանը, ինչպես նաև շրջակա միջավայրի ջերմության՝ վերականգնվող էներգիայի այլ աղբյուրների օգտագործմանը: Այս փոխանջատման և համակցման միջոցը թույլ է տալիս ինայնել բնական գազի և էլեկտրաէներգիայի ծախսը, սակայն ոչ ի հաշիվ օգտագործողի հարմարավետության նվազման (ջեռուցման և տաք ջրամատակարարման որակի): Նկար 3-ում առաջարկվում է ջեռուցման և տաք ջրամատակարարման համակցված համակարգի մի տարբերակ, որտեղ «հող-ջուր» ջերմային պոմպը, արևային ջրատաքացուցիչ համակարգը և էլեկտրաջեռուցիչը գործում են ավտոմատ համաձայնեցված՝ համակցված սկզբունքով:

**Նկար 3. Ջեռուցման և տաք ջրամատակարարման համակցված համակարգի սխեմա**



1. Արևային ջրատաքացուցիչ մարտկոցներ
2. Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգում ջերմակիր հեղուկի շրջանառության հանգույց
3. Լրացուցիչ (էլեկտրական) ջեռուցման կաթսա, որը միաժամանակ ջերմափոխանակիչ բաք է (բոյլեր)
4. «Յող-ջուր» ջերմային պոմպ
5. Ջերմակլանիչ կոլեկտորի խողովակաշարը հողում
6. Ջեռուցման համակարգի մարտկոցներ
7. Տաք ջրամատակարարման կոնտուր
8. «Տաք հատակ» տիպի ջեռուցման համակարգ

Տվյալ համակարգը ենթադրում է ջերմության երեք աղբյուրների օգտագործում: Չնայած, որ այդ համակարգում հիմնական դերը տրված է լրացուցիչ ջեռուցման կաթսային՝ ջերմափոխանակիչ բոյլերին (3), ավտոմատ կարգավորիչ սարքը միշտ առավելություն է տալիս վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների շահագործմանը, եթե եղանակային կամ շրջակա միջավայրում առկա բնական պայմանները դա «թույլ են տալիս» (առկա է արևի բավարար ճառագայթում, ջերմային պոմպի ջերմության աղբյուրի բավարար ջերմություն): Ջերմային պոմպը (4) և արևային ջրատաքացուցիչները (1) ջերմակիր



հեղուկների միջոցով իրենց արտադրած ջերմային էներգիան հաղորդում են բոլլերում առկա ջրին, որը սպառման կոնտուրի՝ շեռուցման և տաք ջրամատակարարման համակարգի ջուրն է: Ավտոմատ կարգավորիչ սարքի հրահանգով բոլլերի էլեկտրական ջեռուցիչները միանում են միայն այն դեպքում, երբ ջերմային պոմպի և արևային ջրատաքացուցիչների արտադրած ջերմային էներգիան չի բավարարում բոլլերում առկա ջրի տաքացմանը՝ սպառողի կողմից հրահանգված ջերմաստիճանը ապահովելու համար: Հակառակ պարագայում էլեկտրական ջեռուցիչները գտնվում են անջատված վիճակում և համակարգը գործում է միայն ջերմային պոմպի և արևային ջրատաքացուցիչների օգնությամբ: Եթե այս վերջին նշված դեպքում եղանակային պայմանները թույլ են տալիս (բավարար քանակի ուժեղ արեգակնային ճառագայթում), ապա ավտոմատ կարգավորիչ սարքը առավելություն է տալիս միայն արեգակնային էներգիայի օգտագործմանը, իսկ ջերմային պոմպը ավտոմատ կերպով անջատվում է, քանի որ արևային համակարգի համեմատությամբ ջերմային պոմպը իր աշխատանքի համար ծախսում է ավելի մեծ քանակի էլեկտրաէներգիա: Իսկ գիշերային ժամերին և ամպամած եղանակներին, նույն սկզբունքով, տեղի է ունենում համակցում միայն ջերմային պոմպի և էլեկտրական ջեռուցիչի միջև, քանի որ արևային ջրատաքացուցիչները այդ ժամերին չեն գործում:

Նշված երեք համակարգերի համակցված օգտագործումը բացի նրանից, որ բերում է էլեկտրաէներգիայի առավելագույն խնայողություն, նաև գրեթե ամբողջությամբ բացառում է համակարգի սառեցման վտանգը: Քանի որ երեք համակարգերի միաժամանակյա չգործելը կամ շարքից դուրս գալը շատ քիչ է հավանական:

Նկար 3-ում ցույց է տրված ջեռուցման երկու տարբերակ՝ ջեռուցման մարտկոցներ (6) և «տաք հատակ» (8): Սակայն, դա չի նշանակում, որ անհրաժեշտ է պարտադիր օգտագործել երկու տարբերակներն էլ, այլ միայն ցույց է տալիս, և առաջինի, և երկրորդի օգտագործման հնարավորությունը:

## 9.1 Համակցված սխեմայի աշխատանքի սկզբունքը

Ջերմային պոմպի և արևային ջրատաքացուցիչների միջոցով տեղի է ունենում շրջակա միջավայրի (սկար 3-ում պատկերված սխեմայի դեպքում՝ բնահողի, ինչպես նաև արևային ճառագայթման) ջերմային էներգիայի կլանում: Եվ ջերմային պոմպի, և արևային ջրատաքացուցիչների դեպքում կլանված ջերմային էներգիաով ջերմակիր հեղուկները խողովակաշարերի միջով, շրջանառու պոմպերի օգնությամբ հոսում են դեպի ջերմափոխանակիչ բոյլերում տեղակայված գալարախողովակները: Անցնելով գալարախողովակների միջով, երկու համակարգերի ջերմակիր հեղուկները գալարախողովակների արտաքին պատերի միջոցով իրենց ջերմային էներգիան հաղորդում են ջերմափոխանակիչ բաթում առկա ջրին: Ջերմափոխանակիչ բաթում տաքացած ջուրը մղվում է ջեռուցման մարտկոցներ և տաք ջրամատակարարման համակարգ՝ սպառման համար: Ընդ որում, ծախսված տաք ջրի քանակին հավասար քանակով սառը ջուր, ավտոմատ եղանակով, լրացվում է ջերմափոխանակիչ բաթում և այդ աշխատանքային փուլը (օգտագործված տաք ջրի փոխլրացումը սառը ջրով) անընդմեջ կրկնվում է:

Ինչպես արդեն ասվել է, սպառողի կողմից պատվիրված ջերմությունը չապահովելու պարագայում միանում է լրացուցիչ ջեռուցման էլեկտրական համակարգը, որը ավելի է տաքացնում ջերմափոխանակիչ բաթում առկա ջուրը:

Ջերմային պոմպի, արևային համակարգի, ինչպես նաև էլեկտրական ջեռուցման սարքի աշխատանքը ավտոմատ եղանակով կարգավորվում է տրամաբանական կարգավորիչ սարքով, որն աշխատում է դիֆերենցիալ սկզբունքով: Երբ արևային մարտկոցներում ջերմակիր հեղուկի ջերմաստիճանը բարձր է ջերմափոխանակիչ բաթում առկա ջրի ջերմաստիճանից  $X^{\circ}\text{C}$ -ով (չահագործողի կողմից ջերմաստիճանների այդ տարբերության մեծությունը կարող է նախապես ընտրվել  $X_1$ - $X_2$  տիրույթում), այդ ժամանակ թողարկվում են արևային մարտկոցներից դեպի ջերմափոխանակիչ բոյլերի գալարախողովակներ հոսող ջերմակիր հեղուկը շրջանառող պոմպը, իսկ ավելի փոքր տարբերության պարագայում՝ պոմպն անջատվում է:

Իսկ ջերմային պոմպի թողարկման համար դիֆերենցիալ կարգավորիչը կիրառում է այլ սկզբունք: Այս դեպքում համեմատվում է

առաջնային կոնտուրի (ջերմային պոմպի ջերմության աղբյուրի) և երկրորդային կոնտուրի (ջեռուցման համակարգի) ջերմաստիճանները: Երբ առաջնային կոնտուրի ջերմաստիճանը ցածր է երկրորդային կոնտուրի ջերմաստիճանից ոչ ավելի քան  $Y^{\circ}C$ -ով (շահագործողի կողմից ջերմաստիճանների այդ տարբերության մեծությունը կարող է նախապես ընտրվել  $Y_1$ - $Y_2$  տիրույթում), այդ ժամանակ ջերմային պոմպը թողարկվում է, իսկ ավելի մեծ տարբերության պարագայում՝ ջերմային պոմպն անջատվում է:

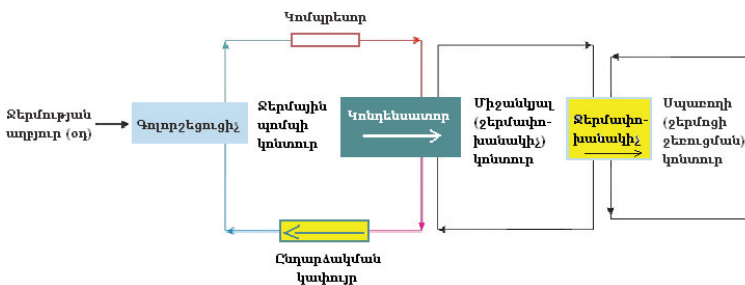
Դիֆերենցիալ կարգավորիչը համապատասխան ջերմաստիճանների մասին տեղեկությունները ստանում է ջերմաստիճանի տվիչ սարքերի միջոցով, որոնք մշտապես ամրացված են որոշակի տեղերում՝ համապատասխան օբյեկտների ջերմաստիճանը չափելու համար (օրինակ, արևային համակարգի դեպքում՝ ամրացված են ջերմակլանիչ արևային կոլեկտորին և ջերմափոխանակիչ բաքին): Դիֆերենցիալ կարգավորիչը հնարավորություն ունի իրականացնելու նաև բոլոր երեք ջեռուցման համակարգերի աշխատաժամանակի հաշվարկ և այլ հաշվարկներ՝ կախված դիֆերենցիալ կարգավորիչի հնարավորություններից:

Իհարկե այս սխեմայի արդյունավետությունը տարբեր է աշխարհագրական և կլիմայական տարբեր պայմաններում: Զանի որ արևային ճառագայթման ներհուսքի մեծության տեսակետից Չայաստանում գրեթե ամենուրեք արդարացված է արևային ջրատաքացուցիչների կիրառությունը, ապա այդ համակցված համակարգի ընդհանուր արդյունավետության տեսակետից կարևոր նշանակություն ունի ջերմային պոմպի ջերմության աղբյուրի ընտրությունը, այդ աղբյուրի ջերմաստիճանը: Ջեռուցման ժամանակաշրջանից դուրս որպես տաք ջրամատակարարման համակարգ նախընտրելի է հիմնականում օգտագործել արևային համակարգի հզորությունը, և այն չբավարարելու պարագայում միայն օգտվել ջերմային պոմպի աշխատանքից: Իսկ ամռան շոգ շրջանում ջերմային պոմպը հնարավոր է օգտագործել որպես հովացման համակարգ: Երեք համակարգերի ներդաշնակ և փոխլրացնող աշխատանքը հետապնդում է էլեկտրաէներգիայի կամ բնական գազի առավելագույն ինսայողության նպատակ, որը չի նվազեցնի սպառողի կենցաղային հարմարավետությունը:

## 10. ԲԱՍԵՆ ԳՅՈՒՂԻ ՋԵՐՄՈՑԻ «ՕԴ-ՋՈՒՐ» ՋԵՐՄԱՅԻՆ ՊՈՄՊԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳԸ

Օդային ջերմային պոմպերը, մեծ մասամբ փոքրամասշտաբ ջեռուցման սարքավորումներ են, որոնք նախատեսված են բնակելի, հասարակական և արտադրական տարածքների ինքնավար ջեռուցման և տաք ջրամատակարարման համար: Տվյալ համակարգերը, բացի էկոլոգիապես մաքուր լինելուց, նաև տնտեսապես ձեռնտու են: Օրինակ, ծրագրով տեղակայված «օդ-ջուր» ջերմային պոմպի համակարգը ծախսելով 1կՎտժ էլեկտրաէներգիա, կախված աշխատանքային ռեժիմից և եղանակային պայմաններից, կարող է արտադրել մինչև 3-4կՎտժ ջերմային էներգիա: Ջերմային պոմպի առավելագույն (արտադրական) հզորությունը 12կՎտ է, ծախսային (կոմպրեսորի) հզորությունը 3կՎտ է: Օգտագործվող էլեկտրական ցանցի պարամետրերը՝ 220Վ և 50ՀՑ: Սպառման համար ստացվող տաք ջրի առավելագույն ջերմաստիճանը՝ 55°C: Տաք ջրամատակարարման ռեժիմով աշխատելու պարագայում կարող է մեկ ժամում տաքացնել մինչև 260լ ջուր: Այն որպես ջերմության աղբյուր օգտագործում է մթնոլորտային օդը:

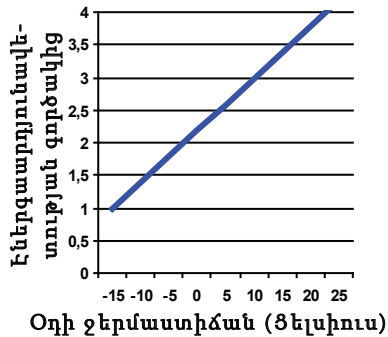
### Նկար 4. Ուսումնասցուցադրական ջերմոցի «օդ-ջուր» ջերմային պոմպով գործող ջեռուցման համակարգի սկզբունքային սխեման



Այդ համակարգը արդյունավետ է մինչև շրջակա միջավայրի օդի -15°C ջերմաստիճանը: Արտաքին օդի 0°C ջերմաստիճանի պայմաններում ջերմային պոմպի էներգաարդյունավետության գործակիցը գտնվում է 2-2,3 տիրույթում, այսինքն ծախսված յուրաքանչյուր 1կՎտժ էլեկտրաէներգիայի դիմաց այն արտադրում է 2-2,3կՎտժ ջերմային էներգիա: Սակայն օդի ջերմաստիճանի

Նվազման հետ զուգընթաց, մինչև  $-15^{\circ}\text{C}$ , Էներգաարդյունավետության գործակիցը մոտենում է 1-ի:

**Նկար 5. Զերմոցի ջերմային պոմպի Էներգաարդյունավետության կախվածությունը մթնոլորտային օդի ջերմաստիճանից**



Որպես օդային ջերմային պոմպերի ջերմության աղբյուր կարելի է օգտագործել ոչ միայն մթնոլորտային օդը, այլ նաև արդյունաբերական ձեռնարկություններում արդեն տաքացած օդը:

## 11. ՀԱՎԵԼՎԱԾ

### ԲԱՍԵՆ ԳՅՈՒՂԻ ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԶՐԱՏԱՔԱՑՈՒՑԻՉ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՍԿԶԲՈՒՆՔԱՅԻՆ ՍԽԵՄԱՆ

#### 11.1 Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի աշխատանքի նկարագրությունը

Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգը նախատեսված է մանկապարտեզի խոհանոցի և համայնքային ցնցուղարանի տաք ջրամատակարարման ապահովման համար:

Համակարգն իրենից ներկայացնում է երկկոնտուր հիդրավիկ համակարգ: Առաջին հիդրավիկ կոնտուրն աշխատում է ջրով՝ տարվա տաք ժամանակահատվածում և հակասառեցնող հեղուկով՝ ցուրտ ժամանակահատվածում: Այդ կոնտուրը նախատեսված է արևի ջերմային էներգիան կլանելու համար: Կլանման գործընթացն իրականացվում է համայնքային շենքի բակում տեղադրված արևային մարտկոցների օգնությամբ: Արևային մարտկոցների ընդհանուր մակերեսը 16մ<sup>2</sup> է, որն ապահովում է 0 - 16 կՎտ հզորություն՝ կախված օրվա եղանակից:

Իսկ երկրորդ հիդրավիկ կոնտուրը՝ տաք ջրամատակարարման համակարգն է, որը ջերմափոխանակիչ բաքի միջոցով կլանում է առաջին հիդրավիկ կոնտուրի ջերմային էներգիան:

Արևային մարտկոցները տեղադրված են մետաղական կրող կառուցվածքների վրա: Մարտկոցների դիրքը հորիզոնի նկատմամբ կազմում է 50°, իսկ ազիմուտն՝ ուղղված է ճիշտ դեպի հարավ:

Մարտկոցների վրա տեղադրված են օդահան կափույրներ: Դրանք նախատեսված են առաջին հիդրավիկ կոնտուրից օդի հեռացման համար:

Արևային մարտկոցներին կից հանգույցում տեղադրված են երկու շրջանառու պոմպեր, որոնց միջոցով իրականացվում է արևային մարտկոցներում առկա աշխատանքային հեղուկի շրջանառությունը: Շրջանառու պոմպերի աշխատանքը կարգավորվում է տրամաբանական կարգավորիչ սարքով, որն աշխատում է դիֆերենցիալ սկզբունքով, այսինքն, երբ արևային մարտկոցներում ջրի ջերմաստիճանը բարձր է ջերմափոխանակիչ բաքում ջրի ջեր-

մաստիճանից 6°C-ով (շահագործողի կողմից ջերմաստիճանների այդ տարբերության մեծությունը կարող է նախապես ընտրվել 6-20 տիրույթում), այդ ժամանակ թողարկվում են պոմպերը, իսկ ավելի փոքր տարբերության պարագայում՝ պոմպերն անջատվում են: Դիֆերենցիալ կարգավորիչը հնարավորություն ունի իրականացնելու նաև մարտկոցների աշխատաժամանակի հաշվարկ:

Ջերմափոխանակիչ բաթը, որի տարողությունը 300լ է, նախատեսված է արևային մարտկոցների աշխատանքային հեղուկից մանկապարտեզում և ցնցուղարանում օգտագործվող ջրին ջերմային էներգիա փոխանցելու, ինչպես նաև ջերմային էներգիան կուտակելու համար: Առաջին հիդրավլիկ կոնտուրի վրա տեղադրված ընդարձակման բաթը ծառայում է որպես այդ կոնտուրում առկա ճնշման կարգավորիչ:

### **11.2 Բասեն գյուղում գործող արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի սկզբունքային սխեման**

Արևային ջրատաքացուցիչների միջոցով գործող տաք ջրամատակարարման համակարգը բաղկացած է հետևյալ հիմնական բաղադրիչներից (*տես նկար 6-ը*).

- արևային ջրատաքացուցիչ մարտկոցներ 16մ<sup>2</sup> ընդհանուր մակերեսով, որոնք արևային էներգիան փոխակերպում են աշխատանքային/ջերմակիր հեղուկի ջերմային էներգիայի,
- ջերմափոխանակիչ և ջերմակուտակիչ բաթ 300լ ծավալով, որն արևային ջրատաքացուցիչ մարտկոցների ջերմային էներգիան ջերմակիր հեղուկի միջոցով փոխանցում է մանկապարտեզ և ցնցուղարան մատակարարվող ջրին,
- երկու շրջանառու պոմպեր, որոնք ապահովում են ջերմակիր հեղուկի շրջանառությունը ջերմափոխանակիչ բաթի և արևային ջրատաքացուցիչ մարտկոցների միջև,
- դիֆերենցիալ կարգավորիչ/պոմպի թողարկիչ, որն ավտոմատ եղանակով միացնում-անջատում է շրջանառու պոմպերը՝ ջերմաստիճանի տվիչ սարքերի ցուցմունքների հիման վրա (ելնելով արևային ջրատաքացուցիչ մարտկոցների և ջերմափոխանակիչ բաթի ջրի ջերմաստիճանների տարբերությունից),

- ընդարձակման բաթ,
- Էլեկտրաէներգիայի կարգավորիչ սարք (Նկար 6-ում ցույց չի տրված):

Ինչպես նկարագրվել է վերևում՝ համակարգն ունի երկկոնտուր և համեմատաբար պարզ կառուցվածք, որը գործում է հետևյալ կերպ:

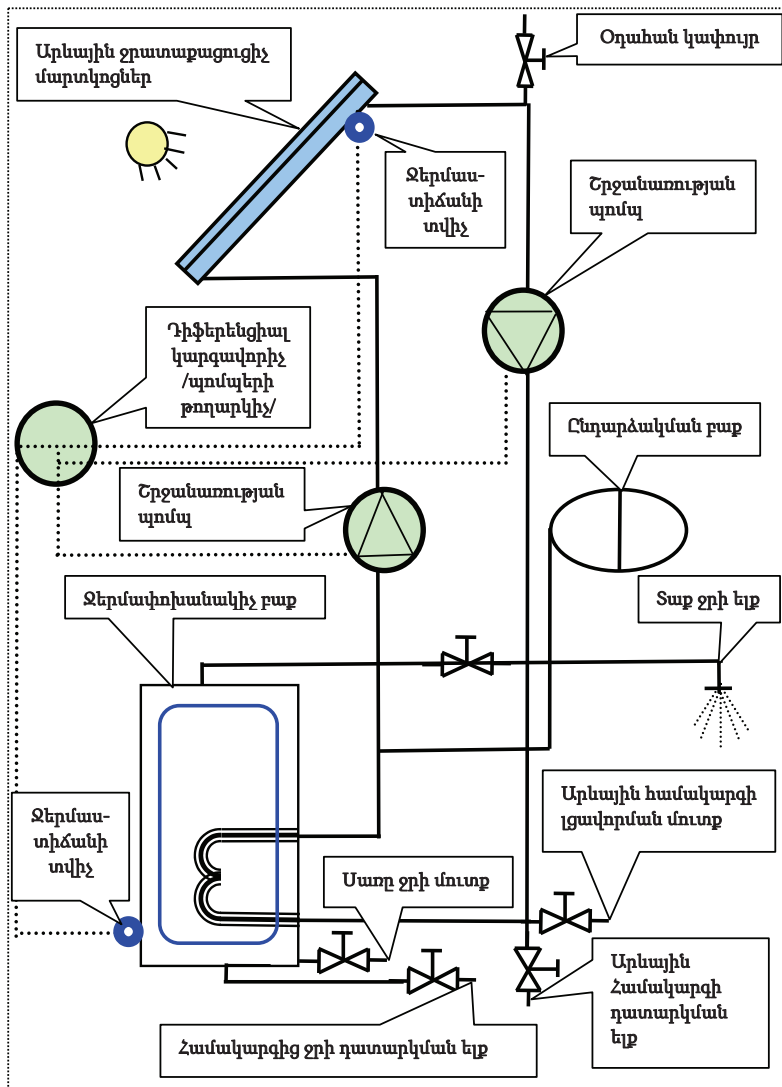
Համայնքային շենքի բակում տեղադրված արևային ջրատաքացուցիչ մատկոցները հավաքում են արևի ջերմային էներգիան: Արևային ջրատաքացուցիչ մատկոցների և ջերմափոխանակիչ բաթի ջրի ջերմաստիճանների որոշակի դրական տարբերության պարագայում դիֆերենցիալ կարգավորիչը (պոմպերի թողարկիչը) ավտոմատ եղանակով միացնում է շրջանառու պոմպը, իսկ հակառակ պարագայում՝ անջատում:

Արևի միջոցով տաքացած աշխատանքային/ջերմակիր հեղուկը (ջուր կամ հակասառեցնող հեղուկ) շրջանառու պոմպերի ազդեցության տակ մուտք է գործում ջերմափոխանակիչ բաթ, որտեղ ջերմափոխանակիչ գալարախողովակի արտաքին մակերեսի միջոցով իր ջերմությունը տալիս է բաթ մտնող սառը ջրին:

Համակարգի ջրի գերտաքացման դեպքում նախատեսված են կանխարգելիչ միջոցառումներ (աշխատանքային հեղուկի շրջապտույտի արագության ավտոմատ մեծացում՝ շրջանառու պոմպերի միջոցով, իսկ ջերմափոխանակիչ բաթում ջրի սահմանային գերտաքացման պարագայում՝ աշխատանքային հեղուկի դատարկում և շրջանառու պոմպերի անջատում՝ մեխանիկական եղանակով): Համակարգն անհրաժեշտ եղանակով շահագործելու, ինչպես նաև արդյունավետության չափման նպատակով տեղադրված են նաև չափիչ սարքավորումներ:



**Նկար 6. Արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի սկզբունքային սխեման**



## 12. ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

- «Հայաստանի Հանրապետության ստանդարտ. Շենքի միջավայրի նախագծում, նոր շենքերի Էներգաարդյունավետության գնահատման ուղեցույց. նախագիծ»: ՀՀ Էկոնոմիկայի նախարարություն, պաշտոնական հրատարակություն, Երևան, 2011թ., «Հայաստան. քաղաքային ջեռուցման և տաք ջրամատակարարման Էներգաարդյունավետության բարձրացում» ՄԱԶԾ/ԳԷՖ/00035799
- «Բնակելի շենքերի Էներգաարդյունավետության բարելավման ուղղությամբ Շիրակի մարզի համայնքների կարողությունների հզորացում՝ փորձնական բազմաբնակարան շենքում Էներգաարդյունավետության բարձրացման և վերականգնվող Էներգիայի աղբյուրների օգտագործման փորձի ցուցադրման միջոցով» նախագծի իրականացումը, արդյունքները, դասերը, առաջարկությունները: Գյումրի, 2010թ.
- Շենքերում Էներգաարդյունավետության բարձրացման նախագծերի տեխնիկատնտեսական հիմնավորումների մշակման համակարգչային ծրագիր ՇԷՆ 1.0: Գյումրի, 2010թ.
- «Տավուշի մարզի Սևբար համայնքի մանկապարտեզի շենքում Էներգաարդյունավետության բարձրացման և վերականգնվող Էներգիայի աղբյուրների օգտագործման փորձի ցուցադրում» նախագծի իրականացումը, արդյունքները, հիմնական եզրահանգումներ և առաջարկություններ: Երևան 2011թ.
- «Շենք-շինությունների Էներգաարդյունավետության միջոցառումների և արևային ջրատաքացուցիչ համակարգի կառուցման ու շահագործման փորձի ցուցադրում Շիրակի մարզի Շաղիկ համայնքում» ծրագրի արդյունքների վերլուծություն: Գյումրի, 2012թ.
- Վերականգնվող Էներգիայի ընդլայնման ծրագրի շրջանակներում (SREP) Հայաստանի համար ՎԷԸԾ Ներդրումային պլանի նախապատրաստում: Կլիմայի ներդրումային հիմնադրամներ: 2013թ.

- *Հայաստանի համար ՎԷԸՇ Ներդրումային պլանի նախապատրաստում: Վերականգնվող էներգետիկ ծրագրերի փոխզիջումային վերլուծություն: Կլիմայի ներդրումային հիմնադրամներ: 2013թ.*
- *Ռ. Ս. Խարազյան Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներ և տեխնոլոգիաներ, Երևան, 2012թ.*
- *<http://sgp.undp.org>*
- *<http://ess-rnd.com/>*
- *[http://esco-ecosys.narod.ru/2007\\_10/art76.htm](http://esco-ecosys.narod.ru/2007_10/art76.htm)*

**Կայուն Էներգետիկայի՝ «օդ-ջուր» ջերմային պոմպով գործող  
ջեռուցման համակարգի կիրառման փորձի տարածում  
ջերմոցային տնտեսության վրա Հայաստանի Հանրապետության  
Շիրակի մարզի Բասեն համայնքում**



**«ԵՐՐՈՐԴ ԲՆՈՒԹՅՈՒՆ» ՀԱՍԱՐԱԿԱԿԱՆ  
ԿԱԶՄԱԿԵՐՊՈՒԹՅՈՒՆ**



**ԱՍՈԴԻԿ**

Տպագրված է «ԱՍՈԴԻԿ» հրատարակչության տպարանում:  
Ք. Երևան, Սայաթ-Նովա 24, (գրասենյակ)  
Ավան, Դավիթ Մալյան 45 (տպարան)  
Հեռ. (374 10) 54 49 82, 62 38 63  
Էլ. փոստ՝ [info@asoghik.am](mailto:info@asoghik.am)