

Կանաչ Ճարտարապետություն  
Էներգաարդյունավետություն և վերականգնվող էներգիա

# Green Architecture

## Energy Efficiency & Renewable Energy



The textbook is developed and published in the framework of "Improving Energy Efficiency in Buildings" UNDP-GEF project.

web-site: [www.nature-ic.am](http://www.nature-ic.am)  
[www.am.undp.org](http://www.am.undp.org)

ISBN 978-9939-1-0230-6

ԳԼԽԱԿՈՐ ՅԵՐԻՆԱԿ | LEAD AUTHOR

Ալեն Ամիրխանյան  
Alen Amirkhanyan

ՀԱՄԱՅԵՐԻՆԱԿՆԵՐ | CONTRIBUTING AUTHORS

Տիգրան Սեկոյան [մոդուլներ | modules 5; 6; 7; primary author of]  
Tigran Sekoyan [module 9 | մոդուլ 9-ի հիմնական հեղինակ]

Ռուբեն Համբարձումյան [մոդուլ | module 5]  
Ruben Hambartsumyan

Արտակ Համբարյան [մոդուլ | module 6]  
Artak Hambarian

## Module 1

### SOURCES AND USES OF ENERGY IN THE BUILT ENVIRONMENT



## Մոդուլ 1

### ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ ԵՎ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ՄԱՐԴԱԾԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ





**Module 1**  
**SOURCES AND USES OF ENERGY**  
**IN THE BUILT ENVIRONMENT**



**Մոդուլ 1**  
**ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ ԵՎ ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ**  
**ՄԱՐԴԱԾԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ**

**Module 1**

**Մոդուլ 1**

Module Plan and Learning Outcomes	13	Մոդուլի պլանը և ուսուցման արդյունքները
Core Concepts	14	Հիմնական հասկացությունները
<b>INTRODUCTION</b>	<b>15</b>	<b>ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ</b>
<b>NON-RENEWABLE SOURCES OF ENERGY</b>	<b>18</b>	<b>ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԶՎԵՐԱԿԱՆԳՆՎՈՂ ԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԸ</b>
<b>RENEWABLE SOURCES OF ENERGY</b>	<b>20</b>	<b>ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՎԵՐԱԿԱՆԳՆՎՈՂ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԸ</b>
<b>FUTURE OF ENERGY</b>	<b>31</b>	<b>ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՊԱԳԱՆ</b>
<b>ENERGY EFFICIENCY IN THE BUILT ENVIRONMENT</b>	<b>35</b>	<b>ԷՆԵՐԳԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՍԱՐԴԱԾԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐԸ</b>
<b>ENERGY STORAGE AND MANAGEMENT</b>	<b>39</b>	<b>ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄԸ ԵՎ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄԸ</b>
Reading List	43	Ընթերցանության կյութեր
Audiovisual Materials	43	Տեսաձայնային կյութեր
Discussion Questions	43	Հարցեր բանավեճերի համար

## Module Plan and Learning Outcomes

### PLAN:

Familiarize students with the sources and uses of energy in the built environment, worldwide and in Armenia.

### Student Learning Outcomes:

- Demonstrate understanding of energy choices available to countries and the impact of these choices on the natural environment;
- Demonstrate understanding of renewable energy sources;
- Demonstrate understanding of the role of energy efficiency in building and city design;
- Demonstrate understanding of the significance of architecture and urban planning in the energy sector;
- Demonstrate broad understanding of approaches to carbon neutrality in buildings and cities.

## Մոդուլի պլանը և ուսուցման արդյունքները

### ՊԼԱՆ

Ուսանողներին ընտելացնել մարդածին միջավայրում՝ աշխարհում և Հայաստանում Էներգիայի աղբյուրների և դրանց օգտագործման հիմունքներին:

### Ուսանողների ուսուցման արդյունքները.

- Ցուցաբերում են ըմբռնում երկրում հնարավոր՝ Էներգիայի ընտրության հարցում և շրջակա բնական միջավայրի վրա դրա ազդեցության առումով,
- Ցուցաբերում են ըմբռնում Էներգիայի վերականգնվող աղբյուրների հարցում,
- Ցուցաբերում են շինարարության և քաղաքային պլանավորման համար Էներգաարդյունավետության կարևորության ըմբռնում,
- Ցուցաբերում են ըմբռնում Էներգետիկայի ոլորտի համար ճարտարապետության և քաղաքաշինության պլանավորման նշանակության կարևորության վերաբերյալ,
- Ցուցաբերում են շենքերում և քաղաքներում ածխածնային չեզոքությանը հասնելու մոտեցումների ընդհանուր ըմբռնում:

## Core Concepts

Carbon Footprint  
Carbon Neutral  
Embodied Energy  
Energy: Conventional  
Energy: Clean  
Energy: Renewable  
Energy Efficiency  
Energy Intensity  
Greenhouse gas (GHG)  
Passive Solutions  
Solar Energy: Photovoltaic  
Solar Energy: Solar Thermal  
Zero Carbon

## Հիմնական հասկացությունները

Ածխածնային ոտնահետք  
Ածխածնային չեզոք  
Ներառված էներգիա  
Ավանդական էներգիա  
Սաքուր էներգիա  
Վերականգնվող էներգիա  
Էներգաարդյունավետություն  
Էներգատարություն  
Ջերմոցային գազ (ՋԳ)  
Պասիվ լուծումներ  
Ֆոտովոլտայիկ արևային էներգիա  
Արևային ջերմային էներգիա  
Չրոյացված ածխածին

## INTRODUCTION

Energy is used in buildings to heat, cool, light, ventilate, cook, wash, dry, and power appliances. Estimates show that buildings use 50% of all generated energy in a country.<sup>1</sup>

Non-food energy that we use in our daily lives, in our cities, buildings and automobiles, is derived from many sources. We use the sun, wind, flow of water, petroleum, natural gas, among others. The various sources of energy can be divided into two broad categories: non-renewable and renewable.

Non-renewable and renewable energy sources have three main uses in the built environment: to generate electricity, to generate heat, and to enable enhanced mobility. To date, these three main uses have been heavily reliant on non-renewable fossil fuels (Figure 1).

## ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

Շենքերում և շինություններում էներգիան օգտագործվում է ջեռուցման, հովացման, օդափոխության, լուսավորության, կերակրի պատրաստման, լվացքի, չորացման նպատակներով, ինչպես նաև էլեկտրական սարքերում: Ըստ գնահատականների՝ շենքերում օգտագործվում է երկրում արտադրված ողջ էներգիայի 50%-ը<sup>1</sup>:

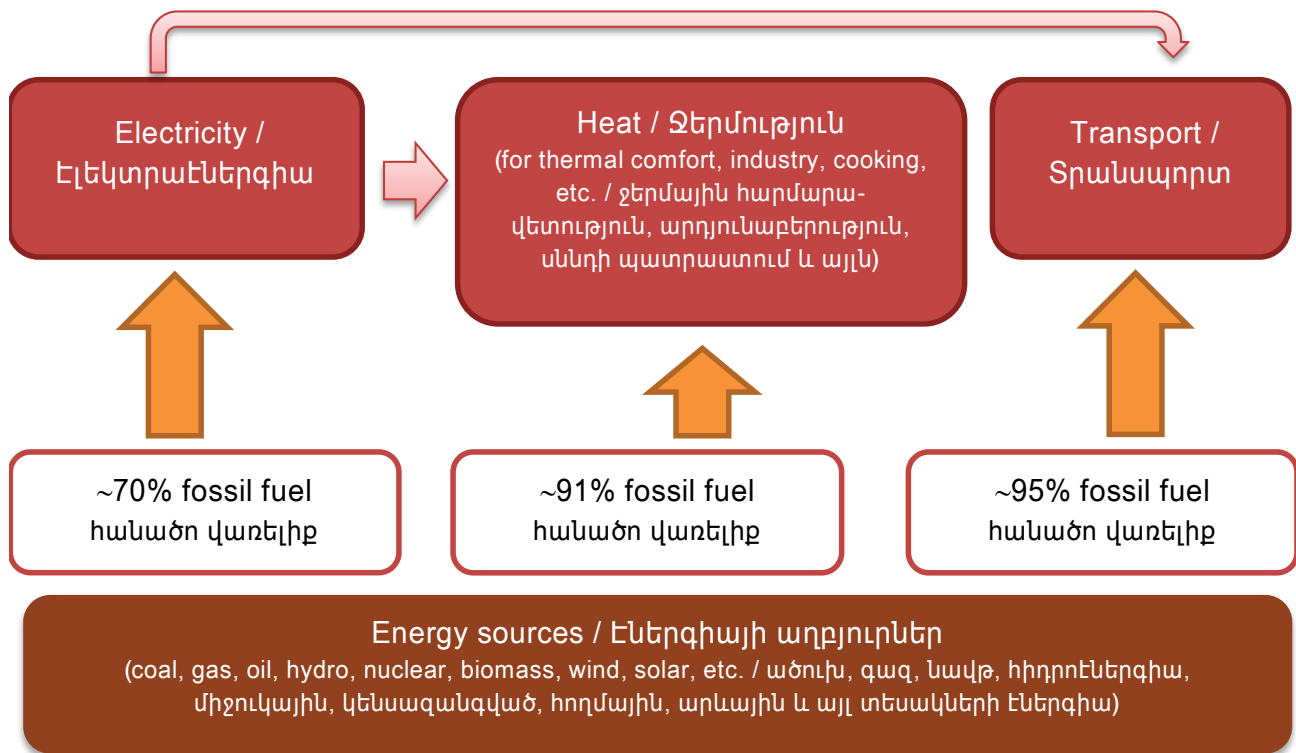
Ոչ սննդային էներգիան, որը մենք օգտագործում ենք առօրյա կենցաղում, մեր քաղաքներում, շենքերում և ավտոմեքենաներում, ծագում է էներգիայի բազմապիսի աղբյուրներից: Մենք օգտագործում ենք կրեգակի, հողմի, ջրահոսի, նավթի, բնական գազի էներգիան և էներգիայի բազմաթիվ այլ աղբյուրներ: Էներգիայի բազմապիսի աղբյուրները դասակարգվում են երկու հիմնական խմբերի՝ վերականգնվող և չվերականգնվող:

Էներգիայի այդ երկու հիմնական տեսակները՝ վերականգնվող և չվերականգնվող, օգտագործվում են երեք տեսակի վերջնական էներգիայի արտադրության համար. էլեկտրականության, ջերմության և մեխանիկական՝ անհրաժեշտ շարժունակության ապահովման համար: Մինչ օրս այս բոլոր երեք տեսակներն մեծապես կախված են հանածո վառելիքներից (նկ. 1):

<sup>1</sup> “Architecture 2030 Will Change the Way You Look at Buildings”, accessed March 2013 / 2013թ. մարտի դրությամբ [http://architecture2030.org/the\\_problem/buildings\\_problem\\_why](http://architecture2030.org/the_problem/buildings_problem_why)

Figure 1. Uses and sources of energy in the built environment

Source/ Աղբյուրը՝ International Energy Agency, 2010 (2007 data)



Աղբյուրը՝ Միջազգային էներգետիկ գործակալություն, 2010թ. (2007թ. տվյալներ)

Նկար 1. Էներգիայի աղբյուրները և օգտագործումը մարդածին միջավայրում

Today, 70% of the electricity worldwide is generated using fossil fuels (coal, gas, and petroleum). More than 90% of heat generated uses fossil fuels. For transport, the fossil fuels' contribution is as high as 95% (Figure 1).

Coal is the largest type of energy source used in producing electricity. More than 40% of the electricity produced worldwide is based on coal. Renewable energy sources, while growing rapidly, are still a small percentage of the overall energy-production portfolio (Figure 2).

In Armenia, as of 2012, the largest source of power generation was natural gas (42.3%), followed by hydro (28.9%) and a very close third, nuclear (28.8%).

Ներկայումս էլեկտրաէներգիայի 70%-ն աշխարհում արտադրվում է հանածո վառելիքների հիման վրա (նավթ, ածուխ, բնական գազ): Ջերմային էներգիայի արտադրությունում հանածո վառելիքների մասնաբաժինը 90% է, իսկ տրանսպորտում՝ 95%:

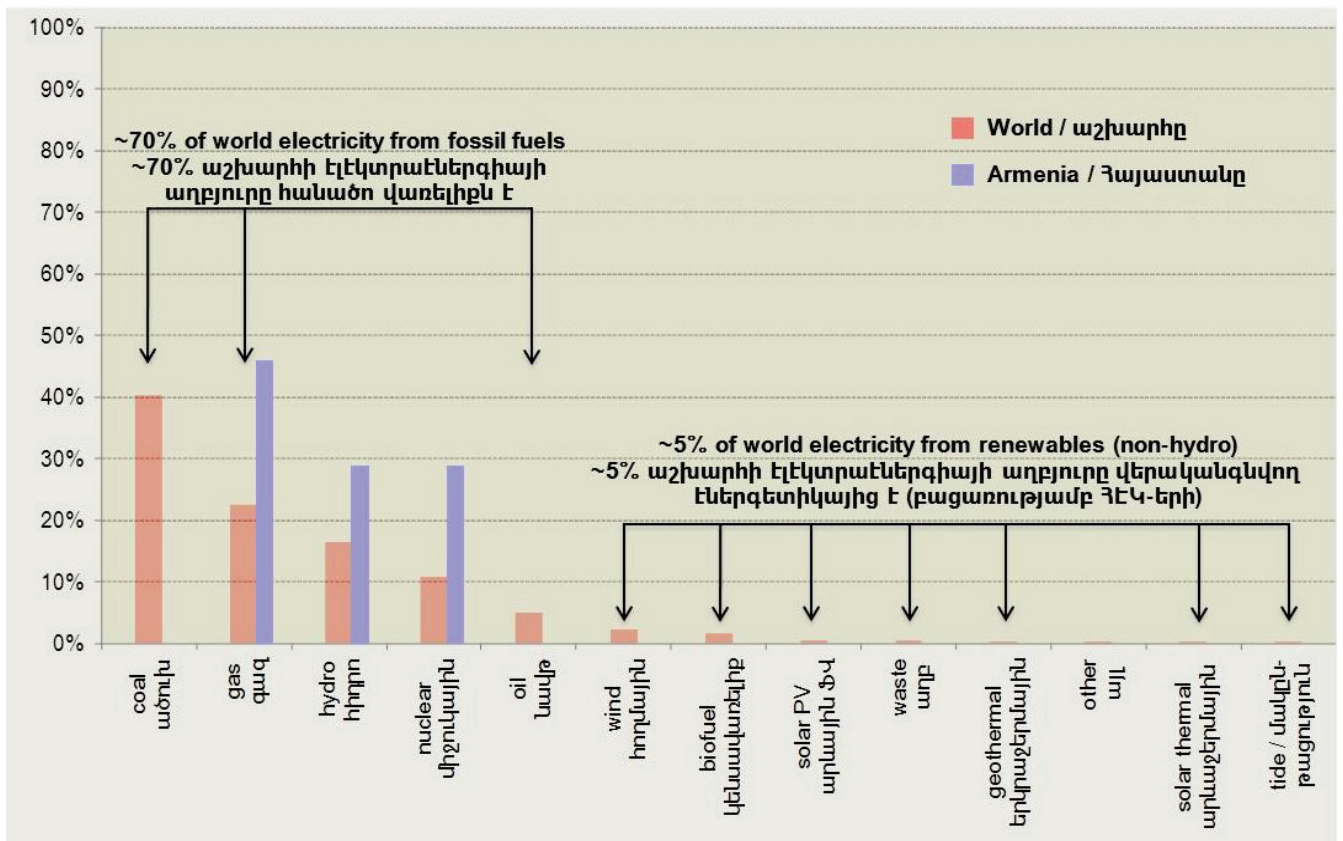
Էլեկտրաէներգիայի արտադրությունում լայնորեն օգտագործվում է ածուխը: Աշխարհում արտադրվող էլեկտրաէներգիայի ավելի քան 40%-ը հիմնվում է ածխի վրա: Էներգիայի վերականգնվող աղբյուրները, չնայած աճի զգալի տեմպերին, առայժմ շատ փոքր տոկոսային մասնակցություն ունեն էներգիայի արտադրության գործում:

Հայաստանում 2012թ. դրությամբ էլեկտրական էներգիայի արտադրության առավել խոշոր աղբյուր էր բնական գազը (42.3%), այնուհետև՝ հիդրոէներգիան (28.9%), ապա՝ միջուկային էներգիան (28.8%):



Figure 2. All Energy Sources Used to Generate Electricity in 2012

Source: International Energy Agency, 2014 (2012 data)



Աղբյուրը՝ Միջազգային էներգետիկ գործակալություն, 2014թ. (2012թ. տվյալներ)

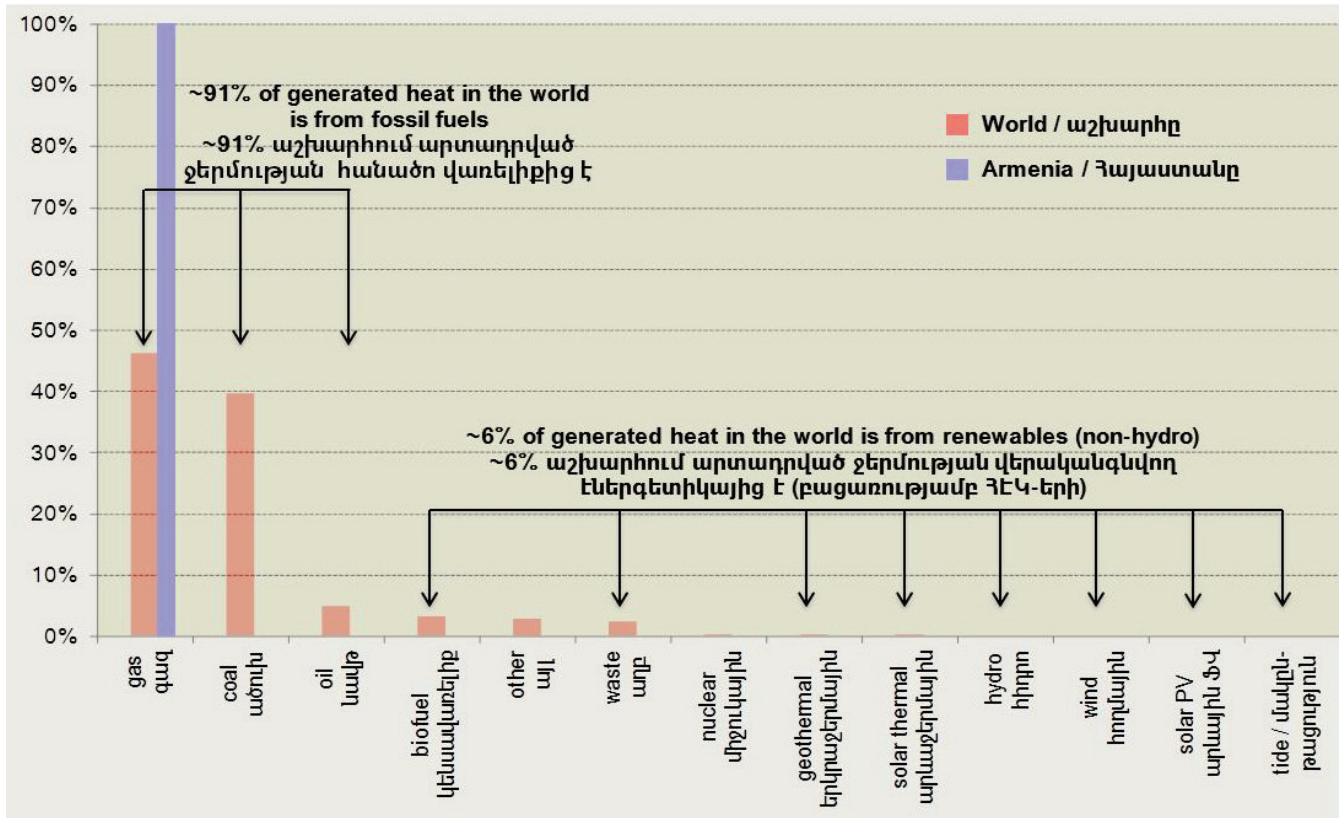
Նկար 2. Էներգիայի բոլոր աղբյուրներից էլեկտրական էներգիայի արտադրությունը 2012թ.

Worldwide (and in Armenia), natural gas is the primary source of heat production (Figure 3). Major renewable sources for heat generation are biomass (wood and its extracted products) and waste (through highly controlled incineration plants). Solar-thermal collectors remain a small but promising source of heating for countries with high rates of insolation, i.e., total solar radiation.

Աշխարհում և Հայաստանում բնական գազն առաջնային աղբյուր է ջերմաէներգիայի արտադրության ոլորտում: Համաշխարհային մակարդակով ջերմաէներգիայի արտադրության ոլորտում գլխավոր վերականգնվող էներգաաղբյուրներն են կենսազանգվածը (փայտանյութի և դրանից ստացվող արգասիքները) և թափոնները (ներառյալ խիստ հսկողության տակ գտնվող աղբայրման գործարանները): Արևային ջերմային կոլեկտորները շարունակում են մնալ թույլ զարգացած, բայց խոստումնալից աղբյուր ջերմամատակարարման նպատակներով այն երկրների համար, որոնք հարուստ են Արեգակի ճառագայթային էներգիայով:

Figure 3. All Energy Sources Used to Generate Heat in 2012

Source: International Energy Agency, 2014 (2012 data)



Աղբյուրը՝ Միջազգային էներգետիկ գործակալություն, 2014թ. (2012թ. տվյալներ)

Նկար 3. Էներգիայի բոլոր աղբյուրներից ջերմային էներգիայի արտադրությունը 2012թ.

## NON-RENEWABLE SOURCES OF ENERGY

Non-renewable (or what is often called conventional) sources of energy include coal, natural gas, petroleum, and nuclear. These are called non-renewable because the mineral resources that are extracted and used were created by natural processes over millions of years. Once they are used, they are depleted and cannot be replaced in a historically meaningful timeframe, if at all. Once they are used, they cannot be renewed; they turn into heat, ash, gases, or other types of waste (such as radioactive material).

Non-renewable sources of energy have played an unparalleled role in human economic growth. The rapid rise in standards of living throughout the second half of the 19<sup>th</sup> and all of the 20<sup>th</sup> century is primarily due to the prevalence of non-renewable sources of energy, particularly coal and petroleum. More recently, natural gas has become an important energy source.

As important as they have been to human development, non-renewable sources have their

## ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԶՎԵՐԱԿԱՆԳՆՎՈՂ ԱՂԲՅՈՒՆՆԵՐԸ

Էներգիայի չվերականգնվող (կամ ինչպես հաճախ անվանում են՝ ավանդական) աղբյուրներն են ածուխը, նավթը, բնական գազը և միջուկային վառելիքը: Դրանք համարվում են չվերականգնվող, որովհետև այդ հանքային ռեսուրսները, որոնք արդյունահանվում և օգտագործվում են, ստեղծվել են միլիոնավոր տարիների բնական պրոցեսների արդյունքում: Օգտագործումից անմիջապես հետո դրանք սպառվում են և չեն կարող փոխարինվել պատմականորեն ընկալելի ժամանակահատվածում (եթե դա ընդհանրապես հնարավոր է): Օգտագործումից դրանք դառնում են ջերմություն, մոխիր, գազ կամ այլ տեսակի թափոններ (այդ թվում՝ ռադիոակտիվ նյութեր):

Էներգիայի չվերականգնվող աղբյուրներն անզնահատելի դեր են խաղացել մարդկության տնտեսական զարգացման գործում: Սկսած XIX դարի 2-րդ կեսից մինչև ողջ XX դարը՝ մարդու կենսակերպի արագ աճն առաջին հերթին կապված է էներգիայի չվերականգնվող աղբյուրների օգտագործման հետ, հատկապես՝ ածխի և նավթի: Ավելի ուշ բնական գազը դարձավ էներգիայի կարևոր աղբյուր:

limitations. Firstly, they are non-renewable. Once we use them, they are no longer available for future use. Secondly, all non-renewable sources have a negative impact or impose significant negative risks on environmental and public health.

Non-renewable energy, like nuclear power, involves risks of major catastrophe, both in operational and post-operational phases. For example, in the operational phase there have been catastrophic accidents such as Chernobyl (Ukraine), Fukushima (Japan), and Three-Mile Island (United States). In the post-operational phase of nuclear power, the main issue concerns the storage of spent nuclear waste. This waste has to be managed for 10,000-1,000,000 years to avoid exposing populations to risks.<sup>2</sup>

Fossil Fuels: Coal, Natural Gas, and Oil



Հանածո վառելիքներ. ածուխ, բնական գազ, նավթ

Որքան էլ կարևոր է դրանց դերը մարդկության զարգացման գործում, այնուամենայնիվ, չվերականգնվող ռեսուրսներն ունեն որոշակի սահմանափակումներ: Մի կողմից դրանք վերականգնվող չեն, մյուս կողմից՝ հենց որ մենք օգտագործում ենք, դրանք այլևս հասանելի չեն ապագա օգտագործման համար: Մյուս կողմից՝ չվերականգնվող էներգիայի գրեթե բոլոր աղբյուրները մարդու առողջության և շրջակա միջավայրի վրա բացասական ազդեցություն ունեն կամ պարունակում են այդպիսի բացասական ազդեցության ռիսկեր:

Այնուհանդերձ նշենք, որ չվերականգնվող էներգիայի աղբյուրները, ինչպիսին է միջուկային էներգիան՝ պարունակում է խոշոր ու աղետալի ռիսկեր թե՛ շահագործման ընթացքում, թե՛ շահագործումից դուրս բերելուց հետո: Շահագործման ընթացքի վթարներից առ այսօր ունենք աղետալի վթարների օրինակներ Չեռնոբիլում (Ուկրաինա), Ֆուկուշիմայում (Ճապոնիա) և Տրի-Մայլ Այլընդում (ԱՄՆ): Ատոմային էլեկտրակայանների ետշահագործման փուլում հիմնական խնդիրը ռադիոակտիվ թափոնների պահեստավորումն է, թափոններ, որոնք պետք է կառավարվեն 10 հազարից մինչև միլիոն տարի՝ բնակչությանը ռիսկի չենթարկելու համար<sup>2</sup>:

Հանածո վառելիքների (ածուխ, նավթ, բնական գազ) օգտագործումը նույնպես ունի բացասական ազդեցություն: Այդ վառելիքների այրման հետևանքով ոչ միայն անջատվում է էներգիա, այլև արտանետվում են աղտոտիչներ, որոնք վնասակար են մարդու առողջության և շրջակա միջավայրի համար:

Վառելիքների այրման արդյունքում արտանետված մասնիկները կարող են թոքերի և շնչառական ուղիների հիվանդությունների պատճառ հանդիսանալ:

Օրինակ՝ ասթման և թոքերի քաղցկեղն անմիջապես կապում են հանածո վառելիքների արտանետումների աճի հետ: Ինչ վերաբերում է շրջակա միջավայրի վիճակին, ապա հանածո վառելիքների այրման ընթացքում առաջանում է ածխածնի երկօքսիդ ( $CO_2$ ), որը շերմոցային գազ է (ՋԳ):  $CO_2$ -ի արտանետումների ավելացումն անմիջականորեն կապված է կլիմայական փոփոխությունների, ինչպես նաև մի չափազանց բարդ պրոցեսի հետ, ինչպիսին է օվկիանոսի թթվայնացումը: Շրջակա միջավայրի ազդեցության ուսումնասիրությունները կներկայացվեն Մոդուլ 2-ում:

<sup>2</sup> National Research Council, *Technical Bases for Yucca Mountain Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1995; cited in "The Status of Nuclear Waste Disposal", *The American Physical Society*, January 2006. Retrieved 2008-06-06.



The use of fossil fuels (coal, natural gas, petroleum) also has negative impacts. When burned, not only do these fuels release energy, but they also emit pollutants that damage human health and the health of the environment. Lung and respiratory ailments have increased due to particulate emissions from burning fossil fuels. Asthma and lung cancer, for instance, have both been associated with the increase in fossil fuel emissions. With regard to environmental health, burning fossil fuels releases gases, such as carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). CO<sub>2</sub> has been recognized as a greenhouse gas (GHG). The increase in CO<sub>2</sub> emissions is strongly linked with global climate change, as well as a highly complex process called ocean acidification. These types of environmental damage will be further discussed in Module 2.

## RENEWABLE SOURCES OF ENERGY

Renewable sources of energy are those that, when used, do not diminish the availability of those sources. Use of the sun, for instance, to heat water or indoor space does not diminish the power of the sun. Likewise, using wind currents to turn turbines that in turn generate electricity does not diminish the availability of future wind currents.

In this section we will discuss several types of renewable sources and technologies, using the definitions identified by the International Energy Agency and other similar organizations.

There is, however, a debate among environmentalists as to whether all of the sources mentioned could be considered renewable. Clearly, some of these renewable sources would not be considered clean energy, i.e. energy with no waste or harmful side effects. Biofuel or biomass, for instance, both involve burning, which creates emissions. Additionally, biofuel often comes at the expense of replacing valuable agricultural land that should be used for growing food.

Large hydropower plants devastate ecosystems and habitats. Even small ones can have a detrimental effect on fish species and biodiversity if they are not constructed with adequate environmental flows and passages to allow for travel up and down the river for feeding and spawning purposes.



Խոշոր հիդրոէլեկտրակայանները (ՋԷԿ-երը), օրինակ, վնասում են շրջակա էկոհամակարգին և բնակության վայրերին: Նույնիսկ փոքր հիդրոկայանները կարող են վնասակար ազդեցություն ունենալ ձկնատեսակների և կենսաբազմազանության վրա, եթե կայանում նախատեսված չեն բավարար բնապահպանական թողքեր և հատուկ ձկնանցումներ, որոնք հնարավորություն կընձեռեն ձկների ազատ տեղաշարժի համար ինչպես ջրահոսն ի վեր, այնպես էլ ի վար՝ սննդի հայթհայթման և բազմազման նպատակներով:

## ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ՎԵՐԱԿԱՆՁՆՎՈՂ ՌԵՍՈՒՐՍՆԵՐԸ

Էներգիայի վերականգնվող ռեսուրսներն այն ռեսուրսներն են, որոնք օգտագործվելուց հետո չեն սպառվում և շարունակում են մնալ մարդու համար հասանելի: Օրինակ՝ Արեգակի Էներգիայի օգտագործումը տաք ջրի պատրաստման կամ ջեռուցման նպատակներով չի կրճատում աստղի ճառագայթման ունակությունն ու հզորությունը: Նույնը կարելի է ասել այն դեպքում, երբ օգտագործում են հողմի հոսքի Էներգիան հողմատուրբինը պտտելու և Էլեկտրաէներգիա արտադրելու համար, որը բոլորովին չի նվազեցնում հողմահոսի հասանելիությունը ապագայում:

Սույն բաժնում մենք կքննարկենք վերականգնվող Էներգիայի բազմաթիվ աղբյուրներ և տեխնոլոգիաներ, հիմնվելով այն բանի վրա, թե Էներգիայի միջազգային գործակալության և նմանօրինակ այլ կազմակերպությունների կողմից որ ռեսուրսներն են նույնականացվում որպես վերականգնվող: Այնուամենայնիվ, բնապահպանները վիճաբանում են, թե արդյոք Էներգիայի այդ բոլոր տեսակները կարելի է համարել վերականգնվող: Իհարկե, որոշակիորեն չի կարելի բոլոր տեսակները համարել մաքուր էներգիա՝ առանց թափոնների և վնասակար ազդեցությունների: Օրինակ՝ կենսավառելիքը կամ կենսազանգվածը, որոնց օգտագործումը կապված է այրման հետ և, հետևաբար, ուղեկցվում է վնասակար արտանետումներով: Ավելին, կենսավառելիքի արտադրությունը կապված է գյուղատնտեսական արժեքավոր տարածքների օգտագործման հետ, որոնք կարող էին ներգրավվել սննդամթերքի արտադրության մեջ:

Flat-panel solar-thermal collector



Չարթ արևային ջերմային կոլեկտոր

Evacuated tube solar-thermal collector



Վակուումացված խողովակավոր արևային ջերմային կոլեկտոր

### Brief Description of Renewable Energy Technologies

Below are brief descriptions of the various renewable energy sources used or being explored today.

**Solar-Thermal Collectors:** These use the sun to heat water or another liquid to heat spaces or water. Various technologies exist, such as flat panel or evacuated tube technologies, the latter being more expensive, yet more efficient.

**Solar Photovoltaic (PV):** PV panels convert sunlight to electricity. Solar PV panels can be small scale or large/utility scale. At the small scale, they are usually mounted on buildings or integrated into building design. Often, the electricity generated from small-scale PVs is sufficient to meet the demands of the building. In the case that there is excess generation of electricity, reversible meters are available so that the excess power can be sold or transferred to the utility company. For this, however, the utility company or local governments must have adequate laws and regulations in place.

### Վերականգնվող Էներգիայի տեխնոլոգիաների հակիրճ նկարագրություն

Ստորև բերվում է վերականգնվող էներգետիկայի որոշ տեխնոլոգիաների հակիրճ նկարագիրը, տեխնոլոգիաներ, որոնք ներկայումս գտնվում են շահագործման մեջ կամ հետազոտական փուլում են:

Արևային ջերմային կոլեկտորներ. օգտագործում են Արեգակի էներգիան՝ ջուրը կամ մեկ այլ հեղուկ տաքացնելու կամ կացարանը ջեռուցելու նպատակով: Գոյություն ունեն տարբեր տեխնոլոգիական լուծումներ, ինչպես, օրինակ՝ հարթ կամ վակուումացված խողովակներով, ընդ որում՝ այս վերջինն ավելի թանկ է, սակայն նաև արդյունավետ:

Ֆոտոէլեկտրական փոխակերպիչներ. Անվանում են նաև PV-տեխնոլոգիա, որն Արեգակի էներգիան անմիջապես փոխակերպում է էլեկտրականի: Արևային PV-պանելները կարող են լինել ինչպես փոքր չափերի, այնպես էլ համակարգային, այսինքն՝ էլեկտրական ցանցին միացված: Փոքրամասշտաբ մոդուլները սովորաբար տեղակայվում են շինությունների տանիքում կամ ներդաշնակվում են կառուցվածքային տարրերի հետ: Հաճախ փոքր չափերի PV-պանելի արտադրած էլեկտրաէներգիան բավարարում է շինության կարիքները: Այն դեպքերում, երբ PV-պանելի արտադրած էներգիան բավարարում է շինության կամ կացարանի կարիքները, կարելի է օգտվել ռեվերսիվ հաշվիչից՝ էներգիայի ավելցուկն էլեկտրամատակարարող ընկերությանը փոխանցելու համար: Այդ դեպքում, այնուամենայնիվ, անհրաժեշտ է, որ մատակարարող ընկերությունը կամ տեղական մարմիններն օժտված լինեն համապատասխան կարգավորող նորմատիվ իրավունքներով:

Ֆոտովոլտայիկ տեխնոլոգիան կարող է օգտագործվել նաև մեծամասշտաբ նախագծերում՝ էլեկտրակայանի մակարդակով<sup>3</sup>: 2013թ. սկզբի դրությամբ աշխարհի ամենահզոր PV-էլեկտրակայանի նախագիծը ԱՄՆ Արիզոնա նահանգում կառուցվող Agua Caliente արևային ֆոտովոլտայիկ էլեկտրակայանն է: Էլեկտրակայանի հզորությունը կազմելու է ավելի քան 397 ՄՎտ, որը համարժեք է Հայաստանի Մեծամորի ատոմային էլեկտրակայանի մեկ էներգաբլոկի հզորությանը<sup>4</sup>: Մեկ այլ խոշոր ֆոտովոլտայիկ էլեկտրակայան, որը ներկայումս կառուցման իր հաջորդ փուլում է նույն Արիզոնա նահանգում՝ Mesquite նախագիծը, նախատեսվում է ընդարձակել մինչև 600 ՄՎտ հզորության: Ցանցային ֆոտովոլտայիկ

PV technologies can also be used to build large/utility scale power plants.<sup>3</sup> As of early 2013, the largest PV power plant in the world was the Agua Caliente Solar Project in the US state of Arizona. The plant is expected to have a generation capacity as high as 397 megawatts, equivalent to one unit of Armenia's Metzamor power plant.<sup>4</sup> Another large PV power plant, the Mesquits Solar Project (again in Arizona), is planned, in its next stage of construction, to have a capacity of 600 megawatts. Most utility-scale PV power plants, however, are significantly smaller in scale.

Wind Turbines: Turbines rotate using wind currents to generate electricity. There are many different types and sizes of wind turbines, for example from small single-turbine installations for individual households to large-scale wind farms on land (on-shore wind farms) or on sea (off-shore wind farms).

Building-integrated PV panels



Շենքերի մեջ ինտեգրված PV-մոդուլներ

Էլեկտրակայանների գերակշիռ մեծամասնությունն, այնուհանդերձ, ունի անհամեմատ ավելի փոքր հզորություն:

Roof-mounted PV panels



Տանիքային PV-մոդուլներ

Հողմային տուրբիններ. Հողմատուրբինները պտտական շարժիչներ են, որոնք օգտագործում են քամու ուժը էլեկտրաէներգիայի արտադրության համար:

Գոյություն ունեն բազմաթիվ տեսակի և չափերի հողմատուրբիններ: Կան նույնիսկ փոքր չափերի հողմատուրբիններ՝ նախատեսված մեկ անհատական տնտեսության համար: Գործում են նաև մեծամասշտաբ հողմաէլեկտրակայաններ, որոք տեղակայված են կամ ցամաքում (օն-շոր հողմակայաններ), կամ ծովում (օֆ-շոր հողմակայաններ):

<sup>3</sup> Concentrated solar power plants also exist which, instead of direct electricity generation, concentrate sunlight to generate heat. The heat is then used to generate electricity.

Գոյություն ունեն նաև արևային էներգիայի ակումուլյացիոն կայաններ, որոնք ոչ թե ուղղակիորեն արտադրում են էլեկտրաէներգիա, այլ կուտակում են արևի ճառագայթումը՝ ջերմային էներգիայի վերափոխելու նպատակով: Այսուհետև, այդ ջերմությունն օգտագործվում է էլեկտրաէներգիա արտադրելու համար:

<sup>4</sup> The Metzamor nuclear power plant has two units each with 400MW capacity. Since its re-commissioning, the plant has been using one or the other unit, not both at the same time. With this usage regime, the plant satisfies 40% of Armenia's power needs.

Մեծամորի ատոմային էլեկտրակայանն ունի երկու բլոկ, յուրաքանչյուրը՝ 400ՄՎտ հզորությամբ: Շահագործման վերսկսումից կայանն աշխատացնում է բլոկներից մեկումնեկը, և ոչ՝ երկուսը միասին: Այսպիսի ռեժիմով կայանը 40%-ով բավարարում է ՀՀ էլեկտրաէներգիայի կարիքը:





**Hydroelectric power plants:** Falling or flowing water is used to rotate turbines, thereby generating electricity. The largest power plants in the world are hydroelectric dams. The Three Gorges Dam (China), the largest dam and power plant in the world, has a generation capacity of 22.5 gigawatts (6.5 times greater than Armenia’s total capacity from all energy sources (nuclear, hydro, natural gas, etc.).<sup>5</sup>

Many environmentalists, however, do not consider large hydroelectric power stations renewable, as the construction and operation of these plants have an extremely negative impact on the natural environment. They disrupt water flows and cycles, affect biodiversity, and significantly alter the chemical composition of surrounding soil and water.

Small and micro hydroelectric plants can be placed on rivers without constructing dams. These operate mostly by “run-of-the-river” forces. Typically, plants are considered small if they have generation capacity of up to 10 megawatts. In some countries, such as the US or Canada, the upper limit may be higher. Finally, plants are considered micro when they have capacity of up to approximately 100 kilowatts.

It is important to point out that even small hydro plants may have an impact on river ecology, biodiversity in particular. While there are no reservoirs, the technologies used can block the migration of fish populations; this migration is critical for species to feed and spawn. There are design solutions for small hydro plants that should be adopted to ensure minimal environmental impact. Environmentally sensitive design, for instance, incorporates passages for fish populations and allows adequate environmental flows.

**Հիդրոէլեկտրական կայաններ.** Թափվող ջուրը կամ ջրահոսը կարելի է օգտագործել՝ ստիպելով հիդրոտուրբինը պտտվել և, այսպիսով, արտադրել էլեկտրական էներգիա: Ամենահզոր հիդրոէլեկտրական կայաններն (ՋԷԿ) աշխարհում ամբարտակային կայաններն են: Չիլիում «Երեք կիրճեր» անվանումով ամբարտակը և հիդրոէլեկտրական կայանն ամենախոշորն է աշխարհում և ունի 22,5 ԳՎտ հզորություն, որը շուրջ 6,5 անգամ ավելի շատ է, քան Հայաստանի բոլոր էլեկտրակայանների (ատոմային, հիդրավիլիկ, բնական գազով գործող և այլն) գումարային հզորությունը<sup>5</sup>:

Բազմաթիվ բնապահպաններ խոշոր ՋԷԿ-երի նախագծերը չեն համարում վերականգնվող էներգիայի նախագծեր, քանի որ դրանց կառուցման և շահագործման ընթացքում բնական միջավայրին հասցվում է վնաս՝ խախտվում են բնական ջրահոսի ռեժիմները և ցիկլերը, բացասաբար անդրադառնում կենսաբազմազանության վրա և շոշափելիորեն ձևափոխում շրջապատի բնահողերի և ջրերի քիմիական կազմը:

Բացի խոշոր ՋԷԿ-երից, գոյություն ունեն նաև փոքր և միկրո ՋԷԿ-եր, որոնք տեղակայվում են գետերի վրա առանց որևէ ամբարտակ կառուցելու: Դրանք գործում են «գետի ջրահոսի» հզորությամբ: Սովորաբար փոքր են համարվում այն ՋԷԿ-երը, որոնց հզորությունը մինչև 10 ՄՎտ է: Որոշ երկրներում, մասնավորապես՝ ԱՄՆ-ում և Կանադայում, փոքր ՋԷԿ-ի հզորության սահմանն ավելի բարձր է: Վերջապես, գոյություն ունեն մինչև 100 կՎտ հզորության ՋԷԿ-եր, որոնց անվանում են միկրո ՋԷԿ-եր:

Անհրաժեշտ է նշել, որ նույնիսկ փոքր հզորության ՋԷԿ-երը կարող են ազդել գետի էկոլոգիայի և հատկապես կենսաբազմազանության վրա: Չնայած ամբարտակի բացակայությանը, կայանային կառույցները կարող են խանգարել ձկների միգրացիային, որը սննդի

<sup>5</sup> Estimates based on International Energy Agency data show that in 2010 Armenia had a total of 3.5 gigawatt electricity-generation capacity. Միջազգային էներգետիկ գործակալության տվյալներով հաշվարկները ցույց են տալիս, որ 2010թ. ՀՀ ուներ ընդամենը 3.5ԳՎտ էլեկտրաէներգիա արտադրելու հզորություններ:

Small hydropower plants



Փոքր ՅԷԿ

**Geothermal Energy:** While there is variability in stored temperatures below the surface of the earth, the temperatures for any given location tend to remain relatively constant. At the very core of the planet, temperatures are estimated to reach  $5000^{\circ}\text{C}$ . This heat is transferred to cooler matter at the outer layers of the planet. This source of energy is used both to provide district heating and generate electricity on a utility scale. In Iceland and the Philippines, about 30% of electricity is generated from geothermal plants.

More relevant to architects and urban planners, however, is the use of geothermal heat pumps at the scale of residential and commercial buildings or greenhouses. While air temperature varies widely depending on the season and the time of day, the temperature of the earth at less than a meter below the surface remains relatively constant at  $7\text{-}21^{\circ}\text{C}$ , depending on the site's latitude.<sup>6</sup>

The constancy of soil temperature relative to ambient air temperature can be used to reduce a building's or a greenhouse's heating and cooling costs. Using pipes filled with water, heat of, for example,  $10^{\circ}\text{C}$  from the earth below is piped into the building, where the outside temperature may be  $-8^{\circ}\text{C}$ . The  $10^{\circ}\text{C}$  is transferred into the rooms and the water cools. The cold water is then pumped back into the earth, where it regains the temperature it had lost to the rooms above the surface.

What the specific cycle described above accomplishes is an increase in room temperature from  $-8^{\circ}\text{C}$  to  $+10^{\circ}\text{C}$ , an  $18^{\circ}\text{C}$  gain in room temperature. The additional energy needed to

հայթայթման և կենսատեսակի վերարտադրության հիմնական գրավականն է: Այնուամենայնիվ, պետք է նշել, որ գոյություն ունեն նախագծային լուծումներ, որոնք պետք է ընդունվեն և հաստատվեն, որպեսզի երաշխավորված լինի փոքր ՅԷԿ-երի կողմից բնությանը հասցվող վնասների նվազագույնը: Բնության նկատմամբ հոգատար նախագծումը նախատեսում է հիդրոկայանային կառույցներում հատուկ ձկնանցումների առկայություն և բավարար բնապահպանական թողբեր:

**Երկրաջերմային Էներգիա.** Երկրի մակերևույթից դեպի ընդերք գրանցվում են տարբեր ջերմաստիճաններ, սակայն որևէ որոշակի խորության ջերմաստիճանները համեմատաբար հաստատուն են: Երկրի ընդերքի խորքում ջերմաստիճանները հասնում են մինչև  $5000^{\circ}\text{C}$ : Այդ ջերմությունը փոխանցվում է մեր մոլորակի մակերևույթի շերտերին: Էներգիայի այդ աղբյուրն օգտագործվում է ինչպես կացարանների կենտրոնական ջեռուցման, այնպես էլ արդյունաբերական մասշտաբներով ցանցային էլեկտրաէներգիայի արտադրության համար: Օրինակ՝ Իսլանդիայում և Ֆիլիպիններում էլեկտրաէներգիայի գրեթե 30%-ն արտադրվում է երկրաջերմային էլեկտրակայաններում:

Այնուհանդերձ, ճարտարապետների և քաղաքաշինարարների համար ավելի գրավիչ է այդ էներգիայի օգտագործումը ջերմապոմպային էներգակայաններում՝ ինչպես բնակելի տների, այնպես էլ բնակելի և առևտրային շենքերի և ջերմոցների մակարդակով: Այն դեպքում, երբ շրջակա օդի ջերմաստիճանը զգալիորեն փոխվում է տարվա ընթացքում և օրվա ժամերին, հողի ջերմաստիճանը մակերևույթից մոտ մեկ մետր խորությունների վրա մնում է համեմատաբար հաստատուն՝  $7\text{-}ից 21^{\circ}\text{C}$  տիրույթում՝ կախված տվյալ վայրի աշխարհագրական լայնությունից<sup>6</sup>:

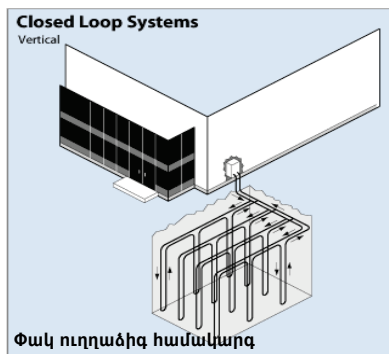
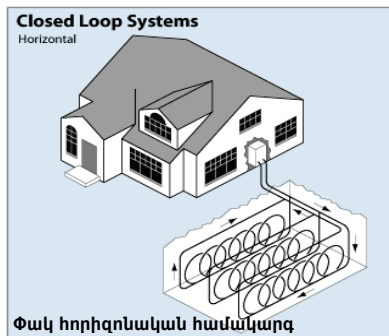
Բնահողի ջերմաստիճանի հաստատուն բնույթը շրջակա օդի ջերմաստիճանի համեմատությամբ կարող է օգտագործվել կրճատելու համար կացարանների կամ ջերմոցների ջեռուցման և հովացման ծախսերը: Օգտագործելով ջուր՝ խողովակներով կարելի է ստորգետնյա  $10^{\circ}\text{C}$  պոտենցիալի ջերմությունը փոխադրել ջեռուցվող տարածքներ, որոնց շրջապատող օդի ջերմաստիճանը  $-8^{\circ}\text{C}$  է:  $10^{\circ}\text{C}$  պոտենցիալի ջերմությունը տեղափոխվում է ջեռուցվող սենյակներ: Խողովակներով հոսող ջուրը, որն արդյունքում հովացել է, այնուհետև

<sup>6</sup> "Geothermal Heat Pumps", accessed March 2013, <http://energy.gov/energysaver/articles/geothermal-heat-pumps>



bring the room temperature to a thermally comfortable level of 25°C would be 15°C. Geothermal requires significantly less energy to increase the temperature by 15°C than electrical, oil, wood, or gas heaters. In the same situation, electricity, oil, wood, or gas would require more energy to bring about a temperature increase of 33°C (from -8°C to +25°C).

There are different configurations of how the heat underneath the ground can be captured. The diagrams below show merely a few of the multitude of variations. One diagram shows a closed-loop system where the pipes underground are distributed horizontally. The other diagram shows a close-looped system which distributes the pipes vertically and deeper.



**Tidal/Wave:** In countries or cities with large bodies of water (i.e. seas and oceans), waves and tides can be used to generate electricity. The regular and powerful forces of waves in oceans and seas, as well as tides, can be used to turn underwater turbines to generate electricity. South Korea currently has the largest tidal electricity-generation capacity in the world. It also has the largest plant with a capacity of 250 megawatts. At the moment, it is building another plant with a planned capacity of approximately 1,000 megawatts. Russia has also proposed building massive tidal plants; however, at this stage they remain proposals only.

պոմպով մղվում է գետնի տակ, որտեղ նորից ձեռք է բերում նույն ջերմաստիճանը:

Այսպիսով, այս ցիկլը բարձրացնում է շրջակա ջերմաստիճանը -8°C-ից մինչև 10°C, այսինքն՝ 18°C-ով: Լրացուցիչ էներգիան, որը պահանջվում է ջեռուցվող տարածքի ջերմաստիճանը մինչև ջերմային տեսակետից հարմարավետ, օրինակ՝ 25°C դարձնելու համար, 15°C է: Երկրաջերմային էներգիան օգտագործելու դեպքում անհամեմատ ավելի քիչ էներգիա է անհրաժեշտ ջերմաստիճանը 15°C-ով բարձրացնելու համար՝ քան օգտագործելով էլեկտրակախություն, նավթ, վառելիքայտ կամ բնական գազ: Եթե ջերմային պոմպով երկրաջերմային էներգիան չի օգտագործվում, ապա էլեկտրակախությունը, նավթը, վառելիքայտը կամ բնական գազը պետք է բարձրացնեն ջերմաստիճանը 33°C-ով (-8°C -ից մինչև +25°C):

Գոյություն ունեն ստորգետնյա ջերմության կորզման տարբեր եղանակներ: Բերված սխեմաները ներկայացնում են դրանցից երկուսը: Առաջինում կիրառվում է ստորգետնյա խողովակների հորիզոնական տեղադրում բաց սխեմայով: Մյուսում ներկայացված է խողովակների ուղղահիգ տեղադրման տարբերակը, այսպես կոչված՝ փակ սխեմայով:

**Մակընթացություն/ալիքներ.** Այն քաղաքներում կամ երկրներում, որոնք գտնվում են խոշոր ջրատարածքների հարևանությամբ (օրինակ՝ ծովերի և օվկիանոսների), հնարավոր է ալիքների և մակընթացության էներգիայի օգտագործումն էլեկտրաէներգիայի արտադրության համար: Օվկիանոսի կամ ծովերի կանոնավոր ու հզոր ալիքների ուժը, ինչպես նաև մակընթացությունը, ի վիճակի են պատելու ստորջրյա տուրբինները՝ այսպիսով արտադրելով էլեկտրաէներգիա: Ներկայումս Հարավային Կորեան աշխարհում առաջատարն է այդ բնագավառում և տնօրինում է Օվկիանոսի մեխանիկական էներգիան օգտագործող ամենահզոր էներգակայանքները: Այնտեղ է գործում աշխարհի ամենախոշոր էլեկտրակայանը 250 ՄՎտ հզորությամբ: Հարավային Կորեան կառուցում է ևս մեկ էլեկտրակայան 1,000 ՄՎտ հզորությամբ: Ռուսաստանը նույնպես ծրագրում է հզոր մակընթացային կայանի կառուցում, որն առայժմ միայն առաջարկության փուլում է:

**Կենսագազ.** Օրգանական նյութերի քայքայման ընթացքում, երբ բակտերիաների միջոցով անաէրոբ խմորում է տեղի ունենում, անջատվում են մեթան պարունակող գազեր: Մեթանը կարելի է հավաքել և այրել ջերմություն արտադրելու, շոգի կամ էլեկտրականություն ստանալու համար:

**Biogas:** When organic material decays, particularly when anaerobic digestion by bacteria takes place, gases are generated. Methane is the main gas generated and can be harvested and burned to generate heat or, via steam, electricity.

Biogas is used in many different applications worldwide. In rural communities, small-scale digesters provide biogas for single-household cooking and lighting. China alone is estimated to have 8 million of these systems. Large-scale digesters provide biogas for electricity production, heat and steam, chemical production, and vehicle fuel.<sup>7</sup>

The types of waste often used for generating biogas include animal waste, vegetable waste, and even organic municipal waste. In Armenia, methane is only harvested from the Nubarashen landfill; however, this methane is not used as a source of energy as originally planned. Instead it is burned, which converts it to CO<sub>2</sub>. As for biogas plants, one was built in the Lusakert poultry plant (although, as of January 2013, this plant has not been in operation).

Այդ կենսաբանական գազն օգտագործվում է ամբողջ աշխարհում տարբեր նպատակների համար: Գյուղական բնակավայրերում փոքր խմորիչներն արտադրում են կենսագազ՝ խոհանոցային պահանջների բավարարման կամ լուսավորության համար: Միայն Չինաստանում այդպիսի տեղակայանքների թիվը շուրջ 8 մլն է: Խոշոր կենսագազային խմորիչները կենսագազն արտադրում են էլեկտրական էներգիա, ջերմություն, շոգի արտադրելու կամ քիմիական նյութեր ու ավտոմոբիլային վառելիք ստանալու նպատակով<sup>7</sup>:

Կենսագազի արտադրության համար հաճախ պիտանի են կենդանական, բուսական, քաղաքային և նույնիսկ կենսաբանական թափոնները: Հայաստանում կենսագազը հավաքվում է միայն Նուբարաշենի պիտո կենցաղային թափոնների աղբավայրում, սակայն առայժմ չի օգտագործվում որպես էներգիայի աղբյուր՝ ինչպես ի սկզբանե որոշված էր: Կենսագազն այրվում է, որի արդյունքում ստացվում է CO<sub>2</sub>: Ինչ վերաբերում է կենսագազային էլեկտրակայանին, ապա այն կառուցվել է Լուսակերտում և օգտագործում է թռչնաբուծական ֆաբրիկայի թափոնները (չնայած, որ 2013թ. հունվարից չի շահագործվում):

Biogas technology: a small biomass digester in a farm



Կենսագազի ստացման տեխնոլոգիա. կենսագանգվածի խմորման փոքր կայան գյուղական տնտեսությունում

<sup>7</sup> “Renewable Natural Gas (Biomethane)”, accessed March 2013, [http://www.afdc.energy.gov/fuels/emerging\\_biogas.html](http://www.afdc.energy.gov/fuels/emerging_biogas.html)

Anaerobic digestion component of biogas plant in Lubeck, Germany



Կենսագործարանի անաերոբ խմորման տեղակայանքը (Լյուբեկ, Գերմանիա)

**Municipal Solid Waste Incineration:** Some municipalities incinerate their waste to generate heat. This heat is then either directly sent to buildings or is used to generate steam that turns turbines for electricity generation. This process reduces the volume of waste by 70%, reducing space needed in landfills.

There are small-scale incinerators that can be placed in buildings or moved around by automobiles. There have been attempts to recover heat for use in buildings or at the community level. However, emissions control and high capital costs are key concerns.<sup>8</sup>

Solid waste incineration for energy harvesting is not the same as burning waste in the backyard. It is a highly controlled process that requires sophisticated equipment and trained personnel. The by-products of incineration include gases, ash and other particulates that can be very harmful to environmental and human health. The pictures below show the inside and outside of an incineration plant in Austria, a country with advanced capability in this arena.

Environmentalists have criticised controlled incineration as wasteful. They argue that incineration takes valuable resources, full of recyclables and nutrients, and turns them into ash, which does not help create a closed-loop economy. This is an economy where we return materials and nutrients to manufacturing or agriculture for which we would traditionally have no use. The argument follows that a closed-loop economy will reduce the strain on the natural resources of the planet.

**Biomass/Biofuel:** Biomass refers to a wide variety of solutions and technologies, ranging from burning wood to using algae to generate methane to grow corn or sugarcane for ethanol production. Most of these, however, have

**Քաղաքային պինդ թափոններ, այրում.** Որոշ բնակավայրերում կենցաղային պինդ թափոններն այրում են ջերմություն ստանալու համար: Արտադրված ջերմությունն այնուհետև կամ անմիջապես ուղղվում է դեպի շենքեր, կամ օգտագործվում շոգի արտադրելու համար, որը պատում է տուրբիններն էլեկտրաէներգիա արտադրելու նպատակով: Այս տեխնոլոգիան հնարավորություն է տալիս մինչև 70%-ով կրճատել թափոնների ծավալները, այսպիսով՝ կրճատելով նաև դրանք ընդունող աղբավայրերի համար անհրաժեշտ մակերեսները:

Գոյություն ունեն փոքր աղբայրիչներ, որոնք կարող են տեղադրվել շենքում կամ ավտոմեքենայի վրա՝ որպես տեղաշարժվող աղբայրիչ: Կատարվել են փորձեր աղբի այրման ընթացքում անջատված ջերմության՝ շենքի կամ համայնքի մակարդակով, օգտագործման ուղղությամբ: Արտանետումների նկատմամբ հսկողության ուժեղացման պայմաններում և, հատկապես, սարքավորումների բարձր գնի պատճառով առայժմ այս նախաձեռնությունն տարածում չի գտնում<sup>8</sup>:

Ջերմություն ստանալու նպատակով պինդ թափոնների այրումը չի կարելի դիտարկել որպես տան բակում թափոնների ուղղակի այրում: Դա խստորեն հսկվող գործընթաց է, որի իրականացումը պահանջում է կատարելագործված սարքավորումներ և բարձր որակավորման անձնակազմի առկայություն: Այդ գործընթացի ենթաարգասիքները՝ գազերը, մոխիրը կամ պինդ մասնիկները, կարող են խիստ վնասակար ազդեցություն ունենալ մարդու առողջության և շրջակա միջավայրի վրա: Ստորև բերված նկարներում կարելի է տեսնել աղբի օգտահանման բնագավառում առաջավոր դիրքերում գտնվող մի երկրում՝ Ավստրիայում, կառուցված աղբայրման գործարանի ներքին և արտաքին պատկերները:

<sup>8</sup> Wes Stein and Lasse Tobiassen, *Review of Small Scale Waste to Energy Conversion Systems*, Paris: IEA Bioenergy Task Force, 2004.



little relevance to architecture or urban planning. That said, readers are encouraged to learn about these solutions on their own.

Incineration can be at industrial scale (top 2 photos) or small scale (bottom photos)



Այրումը կարող է լինել արդյունաբերական մասշտաբների (վերևի 2 նկարները) կամ փոքր մասշտաբների (ներքևի նկարներ)

Բնապահպանները խիստ քննադատում են այս տեխնոլոգիան՝ համարելով վատնողական: Նրանք պնդում են, որ թափոնների այրումը ոչնչացնում է դրանցում պարունակող շատ արժեքավոր նյութեր, որոնք վեր է ածում մոխրի, այն դեպքում, երբ կարող են օգտահանվել: Նրանք ասում են, որ այդպիսի մոտեցումը թույլ չի տալիս ստեղծել պարփակ շրջանառության տնտեսություն, որում արդյունաբերական և գյուղատնտեսական արտադրություններում որպես հումք օգտագործում են այն ամենը, ինչը մեզ համար արդեն դարձել է ոչ պիտանի: Այդպիսի պարփակ տնտեսությունը կկրճատի բեռնվածությունը մեր մոլորակի բնական ռեսուրսների վրա պնդում են բնապահպանները:

Կենսազանգված և կենսավառելիք Կենսազանգվածն ընդգրկում է հնարավոր լուծումների և տեխնոլոգիաների լայն շրջանակներ՝ սկսած փայտանյութի այրումից, մեթան ստանալու համար ջրիմուռների օգտագործումից մինչև եգիպտացորենի և շաքարեղեգի մշակումը էթանոլի արտադրության նպատակով: Առավել ևս, որ այդ բոլոր նպատակների մեծ մասն առանձնապես հետաքրքրություն չի ներկայացնում ճարտարապետության կամ քաղաքաշինության բնագավառների համար: Ընթերցողներն իրենց նախաձեռնությամբ կարող են ծանոթանալ այդ նյութերին:

**Էներգիայի վերականգնվող աղբյուրների տեխնիկական ասպեկտները**

Նախագծողները պետք է գիտակցեն, որ ամեն լուծում ունի թե՛ դրական, թե՛ բացասական կողմեր: Նախագծողները, ճարտարագետները և քաղաքական որոշում կայացնողները պետք է գնահատեն յուրաքանչյուր որոշման հետ կապված օգուտների և ծախսերի մեծությունները և կայացնեն հաշվարկներով հիմնավորված որոշում:

Նկ. 4-ում բերված են վերականգնվող էներգետիկայի վերը հիշատակված տարբեր տեխնոլոգիաների տեխնիկական առավելություններն ու թերությունները: Մեր դասընթացի նպատակներից ելնելով՝ նախագծի տեխնիկական իրագործելիությունը նախ և առաջ հաշվի պետք է առնի տեխնոլոգիայի կիրառման գերակայությունը շենքերում ու շինություններում և ոչ թե ցանցային էներգետիկայում:

## Technical Considerations for Renewable Energy Solutions

Designers have to recognize that any solution has both technical advantages and disadvantages. Designers, engineers, and policy makers are expected to weigh the benefits and costs of each solution and make a calculated decision.

Figure 4 summarizes the technical advantages and disadvantages of the various renewable technologies discussed above. For our purposes, technical feasibility primarily refers to the ability of using these technologies in the building and non-utility-scale urban planning context.

Figure 4. Overview of renewable energy solutions and their technical considerations

Renewable Energy	Description	Technical Considerations
<b>Solar-thermal collectors</b>	Flat panels or evacuated tubes use solar rays to heat water and spaces	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On overcast days or at nights, low or no supply (intermittent supply)</li> <li>- Requires storage or hybrid solutions with gas, electricity, or other sources to provide a continuous supply of heat</li> <li>- Space available on buildings and relation of available space to the sun are factors in total capacity and efficiency</li> </ul>
<b>Solar photo-voltaic panels</b>	Panels that convert solar rays into electricity	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requires storage of excess electricity or the ability to sell excess capacity to the larger electricity grid</li> <li>- On overcast days or at nights, low or no supply (intermittent supply)</li> <li>- Space availability on buildings and of available space to the sun are factors in total capacity and efficiency</li> <li>- Advances in integrating PVs into building envelope</li> </ul>
<b>Wind</b>	Using wind turbines to generate electricity	<ul style="list-style-type: none"> <li>- On non- or low-windy days, no or small supply (intermittent supply)</li> <li>- Problem with intermittent supply is mitigated by placing wind turbines off-shore. This, however, requires utility-scale investment</li> </ul>
<b>Hydro</b>	Using flow of water, turbines to generate electricity	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Small and micro hydro may be an option for building and urban designers to consider, although no ready-made technologies exist as most buildings do not have direct access to regularly flowing water</li> </ul>
<b>Geothermal energy</b>	Accessing the constant or high temperature of soil or water underground to capture heat or generate electricity	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requires earthwork, excavation or drilling</li> <li>- In places with hard-to-rocky subterranean conditions, costs may be prohibitive even for small-scale geothermal</li> </ul>
<b>Tidal/Wave</b>	Employing turbines to generate electricity through tidal and wave currents	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Salt water in seas and oceans can be corrosive to metal parts, thus requiring heavy maintenance</li> <li>- May not be technically feasible for building-level use</li> </ul>
<b>Biogas</b>	Capturing and using gas (methane) generated through the anaerobic digestion of organic matter	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adequate supply of organic matter should be secured</li> <li>- There are seasonal variations, as anaerobic digestion slows down in the cold</li> </ul>
<b>Municipal solid waste (MSW), incineration</b>	Burning of MSW to obtain heat for either direct use or generation of electricity	<ul style="list-style-type: none"> <li>- With paper and plastics being increasingly recycled, the “burnability” of waste is reduced</li> <li>- Securing permits and monitoring emissions control may be complicated</li> </ul>
<b>Biomass</b>	Refers to a wide variety of solutions from wood burning to generating methane from algae	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Various</li> </ul>
<b>Biofuel</b>	Special type of biomass where ethanol or other biofuels are derived from corn, sorghum, sugarcane, etc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requires agricultural land, competes with food</li> </ul>

Նկար 4. Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրների և տեխնիկական նկատառումների ակնարկ

Վերականգնվող էներգիա	Նկարագիրը	Տեխնիկական նկատառումներ
Արևային ջերմային կոլեկտորներ	Հարթ պանելները կամ խողովակները կլանում են Արևի էներգիան և օգտագործում շեռուցման կամ տաք ջրի պատրաստման համար:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ամպամած եղանակին կամ գիշերվա ընթացքում քիչ են մատակարարում կամ չեն մատակարարում:</li> <li>- Ջերմության անխափան մատակարարման համար անհրաժեշտ է կամ ջերմակուտակիչ սարք, կամ համակցում հիբրիդ համակարգում էլեկտրականության, գազի կամ այլ աղբյուրի հետ:</li> <li>- Շենքերի տանիքների տնօրինվող մակերեսը և կողմնորոշումը տեխնոլոգիայի արդյունավետության և կարողության գործոն են:</li> </ul>
Արևային ֆոտովոլտային պանելներ	Արևային ճառագայթային էներգիան փոխակերպում են էլեկտրականի:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Պահանջում են էլեկտրակուտակիչներ կամ ավելցուկ էներգիան ցանցին վաճառելու հնարավորություն:</li> <li>- Ամպամած եղանակին կամ գիշերվա ընթացքում քիչ են մատակարարում կամ չեն մատակարարում:</li> <li>- Շենքերի տնօրինվող մակերեսները և կողմնորոշումը տեխնոլոգիայի արդյունավետության և կարողության գործոն են:</li> <li>- Հեշտությամբ ինտեգրվում են շենքերի շինարարական կառուցվածքների հետ:</li> </ul>
Հողմային էներգիա	Օգտագործելով հողմի էներգիան՝ տուրբինն արտադրում է էլեկտրաէներգիա:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Թույլ հողմերի կամ հողմագուրկ եղանակներին քիչ են մատակարարում կամ չեն մատակարարում:</li> <li>- Ընդհատ մատակարարման խնդրի լուծման ճանապարհին իրականացնում են ծովային (օֆ-շոր) նախագծեր: Այնուհանդերձ, այդպիսի լուծումը պահանջում է համակարգային մակարդակով ներդրումներ:</li> </ul>
Հիդրոէներգիա	Օգտագործելով ջրի հոսքի էներգիան՝ արտադրվում է էլեկտրաէներգիա:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Փոքր և միկրո հիդրոէներգետիկական կարող հանդիսանալ շենքերի և քաղաքաշինական լուծումների համար պիտանի, սակայն բացակայում են համապատասխան տեխնոլոգիաները, շենքերը, որպես կանոն, դասավորված են գետային ջրհոսքից հեռու:</li> </ul>
Երկրաջերմային էներգիա	Հասնել ստորգետնյա ջրերի կամ բնահողի հաստատուն ջերմաստիճաններին, որպեսզի կորզել ջերմությունը էլեկտրականություն կամ ջերմաէներգիա արտադրելու համար:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Պահանջվում են հողային աշխատանքներ կամ հորատում:</li> <li>- Դժվարին ժայռային գոյացումներում ծախսերը կարող են լինել անհաղթահարելի նույնիսկ փոքրամասշտաբ նախագծերում:</li> </ul>
Մակընթացություն և ալիքներ	Կիրառվում են տուրբիններ մակընթացության կամ ալիքների էներգիան էլեկտրականության փոխակերպելու համար:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Օվկիանոսի և ծովերի աղի ջրերը կոռոզիոն վտանգ են ներկայացնում սարքավորումների համար և շահագործումն ու պահպանումը մեծ ծախսեր է պահանջում:</li> <li>- Շենքային մակարդակով կենսունակ լուծումները բացակայում են:</li> </ul>
Կենսաբանական գազ	Օրգանական նյութերի անաէրոբ խմորման արդյունքում ստացվող գազի (մեթանի) կորզում և օգտագործում:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Բավականին քանակությամբ օրգանական նյութերի հայթայթման անհրաժեշտություն:</li> <li>- Առկա են սեզոնային տատանումներ, ցուրտ եղանակին արտադրողականությունն ընկնում է:</li> </ul>
Քաղաքային պինդ թափոնների (ՔՊԹ) այրում	Այրման արդյունքում ստացվող ջերմությունն օգտագործվում է կամ ուղղակիորեն, կամ էլեկտրաէներգիայի արտադրության համար:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Մի քանի անգամ օգտահանված թուղթը և պլաստիկ նյութերը դառնում են գործնականում չայրվող:</li> <li>- Թույլտվությունների ստացումը և արտանետումների հսկողությունը կարող են բարդություններ առաջացնել:</li> </ul>
Կենսազանգված	Վերաբերում է վառելիքայտի այրումից մինչև մեթանի ստացման տեխնոլոգիաները:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Տարբեր</li> </ul>
Կենսավառելիք	Կենսազանգվածի հատուկ տեսակ, որից էթանոլը կամ այլ վառելիքները ստացվում են արևածաղկից, սորգոյից, շաքարեղեգնից և այլն:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Պահանջվում են գյուղատնտեսական հողատարածքներ, որոնք պիտանի են սննդային կուլտուրաների մշակման համար:</li> </ul>

## FUTURE OF ENERGY

### Outlook of Sources and Industry Trends

Projections by the International Energy Agency (IEA) suggest that world energy consumption is expected to increase by 50% in the coming three or four decades (from 2007 to 2035).

The growth in demand is expected to come primarily from developing countries. IEA's estimates suggest that the total energy demand in non-OECD countries (developing economies) may increase by 84%, compared with an increase of 14% in OECD countries (developed economies).

The growth in total energy consumption may be explained by both the economic growth of poorer countries like China, India, and Brazil, as well as the continued growth of the global population.

Historically, economic growth has required parallel growth in energy consumption, i.e. the rates of growth for economies and energy consumption have been more or less the same. This picture, however, seems to have undergone a change since the 1960s (Figure 5).

Since the 1960s, economists have observed that energy consumption, while growing, is growing slower than the world economy. To measure how intensively an economy relies on energy, economists use an indicator called "energy intensity". Energy intensity is defined as the amount of energy used per amount of GDP produced (i.e. energy use/GDP). In the global economy, the denominator (GDP) has undergone growth faster than the nominator (energy use).



ման վրա (այսինքն՝ օգտագործված էներգիան/ՅՆԱ): Այսպիսով, համաշխարհային տնտեսությունում էներգատարություն հասկացության հայտարարն (այսինքն՝ ՅՆԱ-ն) աճել է ավելի արագ, քան համարիչը (այսինքն՝ էներգիայի սպառումը):

## ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԱՊԱԳԱԼ

### Աղբյուրների և արդյունաբերական միտումների ակնարկ

Էներգիայի միջազգային գործակալության կանխատեսումներով էներգիայի սպառումն աշխարհում առաջիկա երեք-չորս տասնամյակների (2007-2035թթ.) ընթացքում կավելանա 50%-ով:

Կանխատեսվում է, որ պահանջարկի ավելացման հիմնական պատճառը կհանդիսանան զարգացող երկրները: Համաձայն գործակալության գնահատումների՝ Տնտեսական համագործակցության և զարգացման կազմակերպության (ՏՀԶԿ) անդամ չհանդիսացող (զարգացող) երկրներում էներգիայի պահանջարկը կաճի 84%-ով, այն դեպքում, երբ ՏՀԶԿ անդամ երկրների պահանջարկի աճը կկազմի 14%:

Էներգիայի ընդհանուր սպառման աճը կարելի է բացատրել ինչպես ավելի աղքատ այնպիսի երկրների, ինչպիսիք են Չինաստանը, Հնդկաստանը և Բրազիլիան, տնտեսական աճով, այնպես էլ աշխարհի բնակչության շարունակվող աճով:

Պատմականորեն հայտնի է, որ տնտեսական աճը զուգահեռաբար պահանջում է էներգիայի սպառման աճ: Այսինքն՝ տնտեսական աճի տեմպերը և էներգիայի սպառման աճի տեմպերը փոքրիշատե մոտ են եղել միմյանց: Այդ պատկերը, սակայն, սկսել է փոխվել 1960-ական թվականներից սկսած (սկ. 5):

Տնտեսագետները նկատել են, որ այդ թվականից սկսած, չնայած էներգասպառումը շարունակել է աճել, սակայն ավելի ցածր տեմպերով, քան համաշխարհային տնտեսությունը: Տնտեսության կախվածության աստիճանն էներգիայից բնութագրելու համար տնտեսագետները մտցրել են մի հասկացություն, որը կոչվում է էներգատարություն:

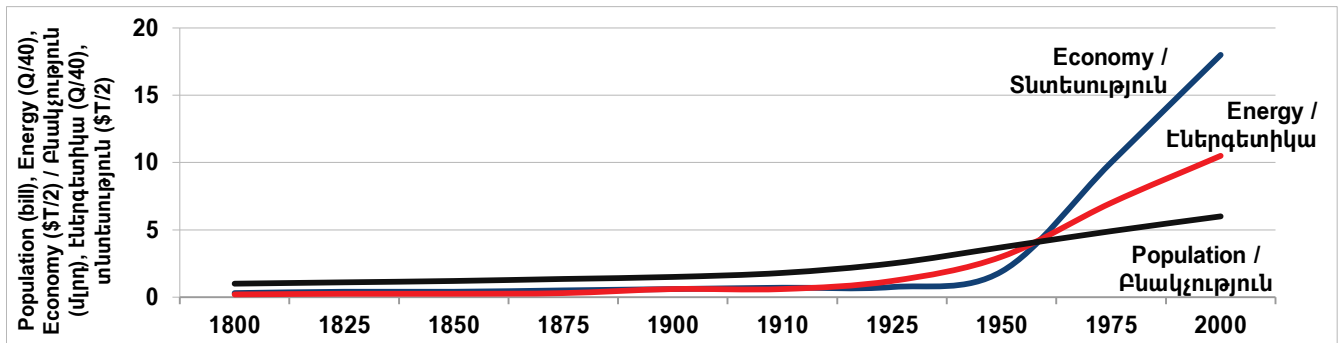
Էներգատարությունը էներգիայի ծախսն է համախառն ներքին արդյունքի միավորի ստեղծ-



Figure 5. Worldwide economic, energy use, and population growth

Source/Աղբյուրը՝ John Randolph and Gilbert Masters, *Energy for Sustainability*, Washington, D.C.: Island Press, 2008.

Note: For values multiply vertical scale numbers by 2 to get global GDP in \$ trillion, by 40 to get energy consumption in quadrillion Btu, and by 1 to get population in billions.



Նշում՝ Ուղղաձիգ առանցքի թվերը բազմապատկել երկուսով, քառասունով և մեկով համապատասխանաբար Գլոբալ ՀՆԱ՝ տրիլիոն ԱՄՆ դոլարով, Էներգիայի սպառումը՝ կվադրիլիոն բրիտանական շերմային միավորով, բնակչության թիվը՝ միլիարդով ստանալու համար:

**Նկար 5. Տնտեսական, Էներգիայի սպառման և բնակչության աճը աշխարհում**

There are several factors that explain the lowering of the energy intensity of the global economy:

- a) Energy efficiency in all sectors has been continuously pursued. Following this path was reinforced for many Western countries with the Oil Crisis of 1973, when many of these countries faced severe energy shortages. Subsequently, they have been working aggressively to improve the energy performance of their economies.
- b) Advanced economies have been shifting to services and information sectors and away from energy-intensive manufacturing.

While lowering energy intensity is a good objective to pursue, one must be careful in drawing conclusions about countries simply based on their performance or their energy-intensity indicator. The energy intensity of an economy is not simply dependent on the energy efficiency and sectorial mix of the economy, but rather the overall development of the economy. Climate also has an impact on overall energy use.

Scandinavian countries, for example, with long, cold winters may use more energy for every unit of GDP than a region in southern Germany, even though the industrial mix and efficiency of their equipment may be the same. Figure 6 shows the energy intensity for EU and associated countries both for 1998 and 2008. It is more meaningful to compare the changes within a country from year to year. Comparing across countries should be done carefully.

Համաշխարհային տնտեսության Էներգատարողության նվազումը բացատրվում է մի քանի գործոններով.

- ա) տնտեսության բոլոր ճյուղերում անընդհատ բարձրանում է Էներգաարդյունավետությունը: Այս ուղին բռնել են շատ արևմտյան երկրներ, որոնք 1973թ. նավթային դաժան ճգնաժամի հետևանքով կանգնել էին Էներգիայի սուր պակասի առջև: Հետագայում այդ երկրները ջանքեր գործադրեցին իրենց տնտեսության Էներգետիկական արդյունավետության բարձրացման ուղղությամբ;
- բ) առաջավոր տնտեսությունները կողմնորոշվեցին դեպի սպասարկման և տեղեկատվական ծառայությունների ոլորտներ՝ հեռու մնալով Էներգատար արտադրություններից:

Անկասկած, տնտեսության Էներգատարողության կրճատման ուղին գովելի է, այնուամենայնիվ, անհրաժեշտ է զգուշանալ մեխանիկորեն օրինակ վերցնելուց ցածր Էներգատարողամբ օժտված տնտեսություններով երկրների Էներգատարողության ցուցանիշից: Որևէ տնտեսության Էներգատարությունը միանշանակ կախված չէ միայն Էներգաարդյունավետությունից և տնտեսության ոլորտային կառուցվածքից: Տնտեսության համընդհանուր զարգացումը փոքր-ինչ տարբեր է: Երկրի կլիմայական պայմանները նույնպես ազդում են Էներգիայի ընդհանուր սպառման վրա:

Օրինակ՝ Սկանդինավյան երկրները, որոնք բնորոշ են երկարատև ու ցուրտ ձմեռներ, կարող են յուրաքանչյուր միավոր ՀՆԱ-ի վրա ծախսել ավելի շատ Էներգիա, քան հարավային Գերմանիայի որևէ շրջան, եթե նույնիսկ



տնտեսության զարգացող ճյուղերի համակցությամբ և դրանցում շահագործվող սարքավորումների էներգաարդյունավետությամբ միմյանցից չեն տարբերվում: Նկ. 6-ում պատկերված է Եվրամիության և ասոցիացված երկրներում տնտեսությունների էներգատարության ցուցանիշները 1998-2008թթ. միջակայքում: Առավել օգտակար է համեմատությունները կատարել որևէ մի երկրի համար՝ տարիների ընթացքում: Տարբեր երկրների տնտեսությունների էներգատարությունների համեմատական վերլուծությունը պետք է կատարել ամենայն զգուշությամբ:

Figure 6. Energy intensity and changes for EU and associated countries

Source: European Environmental Agency, EU, 2011

Note: Former Eastern Bloc or Soviet countries in bold font

(\*) Energy intensity defined as total energy use/GDP

	1998 EI* ● ԷՏ*	2008 EI* ● ԷՏ*	Index ● Ինդեքս, 1998=1	
EU-27	130	109	0.84	ԵՄ-27
Belgium	166	129	0.78	Բելգիա
<b>Bulgaria</b>	<b>781</b>	<b>295</b>	<b>0.58</b>	<b>Բուլղարիա</b>
<b>Czech Republic</b>	<b>418</b>	<b>295</b>	<b>0.71</b>	<b>Չեխիա</b>
Denmark	92	81	0.88	Դանիա
Germany	114	99	0.86	Գերմանիա
<b>Estonia</b>	<b>474</b>	<b>295</b>	<b>0.62</b>	<b>Էստոնիա</b>
Ireland	108	89	0.83	Իռլանդիա
Greece	143	113	0.79	Հունաստան
Spain	125	119	0.95	Իսպանիա
France	113	95	0.84	Ֆրանսիա
Italy	106	101	0.95	Իտալիա
Cyprus	168	147	0.87	Կիպրոս
<b>Latvia</b>	<b>465</b>	<b>281</b>	<b>0.60</b>	<b>Լատվիա</b>
<b>Lithuania</b>	<b>367</b>	<b>221</b>	<b>0.60</b>	<b>Լիտվա</b>
Luxembourg	171	147	0.86	Լուքսեմբուրգ
<b>Hungary</b>	<b>335</b>	<b>255</b>	<b>0.76</b>	<b>Հունգարիա</b>
Malta	78	100	1.28	Մալթա
Netherlands	131	105	0.80	Նիդերլանդներ
Austria	118	110	0.93	Ավստրիա
<b>Poland</b>	<b>352</b>	<b>240</b>	<b>0.68</b>	<b>Լեհաստան</b>
Portugal	143	139	0.97	Պորտուգալիա
<b>Romania</b>	<b>651</b>	<b>377</b>	<b>0.58</b>	<b>Ռումինիա</b>
<b>Slovenia</b>	<b>219</b>	<b>174</b>	<b>0.79</b>	<b>Սլովենիա</b>
<b>Slovakia</b>	<b>484</b>	<b>300</b>	<b>0.62</b>	<b>Սլովակիա</b>
Finland	201	155	0.77	Ֆինլանդիա
Sweden	146	102	0.70	Շվեդիա
UK	101	77	0.76	ՄԹ
Turkey	177	176	0.99	Թուրքիա
Iceland	214	n/a	n/a	Իսլանդիա
Norway	105	87	0.82	Նորվեգիա
Switzerland	79	69	0.88	Շվեյցարիա
Non-EU EEA	125	120	0.96	Ոչ ԵՄ երկրներ

(\*) Էներգատարությունն իրենից ներկայացնում է ամբողջ էներգասպառման և ՀՆԱ ի հարաբերությունը Նշում՝ Նախկին Արևելյան բլոկը կամ խորհրդային երկրները ներկայացված են թավ տառատեսակով Աղբյուր՝ Եվրոպայի բնապահպանական գործակալություն, ԵՄ, 2011թ.

Նկար 6. Էներգատարությունը և էներգատարության փոփոխությունը Եվրամիությունում և ասոցիացված երկրներում

Despite overall improvements in the energy performance of the global economy and the individual economies of many countries, the fact remains that aggregate consumption is expected to increase substantially. Moreover, this growth is expected to be fueled by coal, gas and petroleum for the next 30-40 years at least.

Figure 7 below shows the share of energy sources in the world for 2008 and compares it with projections for 2035 under three different policy scenarios as presented in the International Energy Agency's World Energy Outlook 2010.<sup>9</sup> Readers are encouraged to review the details of these policy scenarios for themselves. All the scenarios indicate that fossil fuels (coal, petroleum, and gas) will remain the dominant source of energy for the next 25 years, ranging from 60 (Scenario 3) to 80% (Scenario 1) of total energy sources.

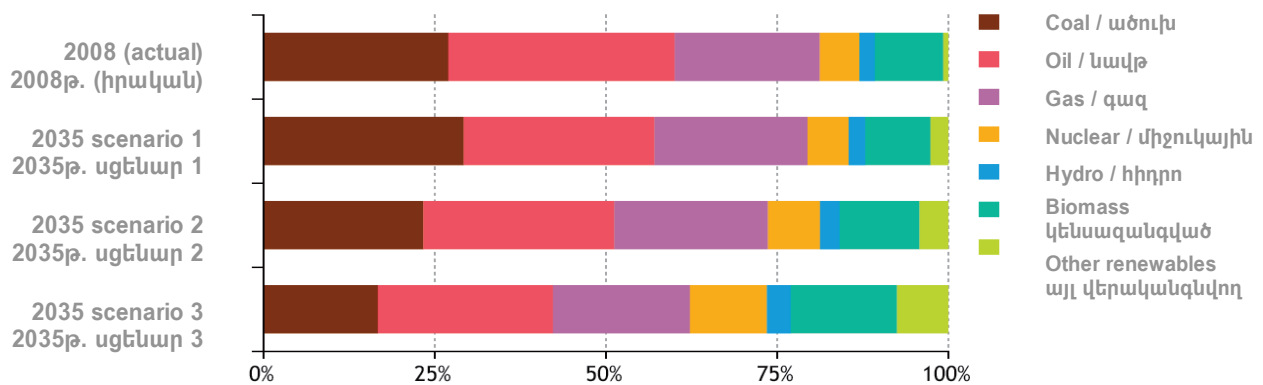
Use of renewable energy sources is expected to grow rapidly and comprise up to 25% of all energy sources under Scenario 3. The bulk of this will be biomass. As discussed above, most biomass sources of energy create GHG emissions.

Չնայած համաշխարհային տնտեսության և բազմաթիվ երկրների տնտեսությունների էներգաարդյունավետության բարելավմանը, փաստը մնում է փաստ, որ ընդհանուր էներգասպառումը շարունակում է զգալիորեն աճել: Ավելին, էներգասպառման այդ աճն առաջիկա առնվազն երեք-չորս տասնամյակների ընթացքում պետք է բավարարվի նավթի, ածխի և բնական գազի միջոցով:

Նկ. 7-ում ներկայացված են էներգիայի աղբյուրների կշռամասերը 2008թ. էներգիայի սպառման համաշխարհային կառուցվածքում և 2035թ. կանխատեսումները երեք տարբեր քաղաքական սցենարներով՝ մշակված էներգիայի միջազգային գործակալության կողմից և հրապարակված 2010թ. «Ճամաշխարհային էներգետիկայի ապագան» կանխատեսումներում<sup>9</sup>: Ընթերցողներին առաջարկվում է ինքնուրույն ծանոթանալ էներգետիկ քաղաքականության այդ սցենարներին: Չնայած ընթացիկ սցենարին՝ հանածո վառելիքները (ածուխ, նավթ, գազ) շարունակում են մնալ էներգիայի սկզբունքային աղբյուրն առաջիկա 25 տարում, որոնց կշռամասը ընդհանուր սպառման կառուցվածքում կարող է հասնել մինչև 60%-ի (ըստ 3-րդ սցենարի), կամ մինչև 80%-ի (ըստ 1-ին սցենարի):

Figure 7. Share of energy sources in the world in 2008 (actual) and 2035 (3 scenarios)

Source: IEA, World Energy Outlook 2010



Աղբյուր՝ էներգետիկայի միջազգային գործակալություն, ԵՄԳ

Նկար 7. Էներգիայի աղբյուրների մասնաբաժինը աշխարհում 2008թ. (փաստացի) և 2035թ. (3 սցենար)

All of these scenarios stress the urgency to continue to develop clean and renewable energy sources<sup>10</sup>. However, it also points to the need to use energy more efficiently and wisely. The next two sections discuss these critical aspects of energy.

Երրորդ սցենարում ենթադրվում է էներգիայի վերականգնվող աղբյուրների արագ աճ և էներգիայի բոլոր աղբյուրներում 25% մասնաբաժին: Վերականգնվող էներգիայի աղբյուրներից ամենամեծ մասնաբաժին կունենա կենսազանգվածը: Ինչպես արդեն վերը նշվել է,

<sup>9</sup> IEA, World Energy Outlook 2010 Edition, Paris: IEA, 2010, <http://www.worldenergyoutlook.org/publications/weo-2010/>

<sup>10</sup> Students are encouraged to visit the websites <http://go100percent.org> and <http://renewables100.org>. These websites explain the possibilities and make the case for achieving 100% renewable economies.

Ուսանողներին խորհուրդ է տրվում այցելել <http://go100percent.org> և <http://renewables100.org> կայքերը, որոնք ներկայացնում են հնարավորությունները և տնտեսապես հիմնավորում են 100% վերականգնվող էներգիայով կարիքներ հոգալը:

Կենսազանգվածի աղբյուրների մեծ մասը նաև ջերմոցային գազերի արտանետումների աղբյուր է: Այս ամենը ստիպում է շուտափույթ կերպով արագացնել Էներգիայի մաքուր և վերականգնվող աղբյուրների զարգացումը<sup>10</sup>: Միաժամանակ այդ ամենը խոսում է այն մասին, որ անհրաժեշտ է Էներգիան օգտագործել արդյունավետությամբ և խելամտորեն:

## ENERGY EFFICIENCY IN THE BUILT ENVIRONMENT

Generating cleaner and more sustainable energy is one path to meeting our growing energy needs and ensuring a healthy and sustainable future. An equally, if not more important, path is to focus on improving energy efficiency. All sectors of the economy have a role to play in improving the energy performance of their economies. Transportation, manufacturing, residential housing, commerce, agriculture, and other sectors of the economy need to make strides in this direction.

As discussed in the section above, efficiency gains have been made in recent decades on the global level, especially in developed economies. Automobiles use less petroleum for every 100 kilometers they travel today than they did 50 years ago. Likewise, most advanced industrial production uses significantly less energy to perform a unit of work than in the past.

Buildings are among the largest consumers of energy in an economy. Thus, considerable focus is placed on improving the energy performance of buildings. These improvements can be gained by either retrofitting existing buildings or incorporating efficiency measures into new buildings.

The benefits of improved energy efficiency are seen at all levels: individual or household, economic, national, and international.<sup>11</sup> Below are a few advantages, especially when coupled with reliance on local, renewable energy sources such as the sun, wind, hydro, and geothermal:

1. Increased energy security and independence. This is accomplished by reducing reliance on geopolitically and economically volatile world markets for inputs such as natural gas and coal.
2. Availability of savings and capital that would otherwise have to be spent on energy costs or new generation capacity. Increasing energy-generation capacity is

## ԷՆԵՐԳԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՄԱՐԴԱԾԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐԸ

Մաքուր և կայուն Էներգիայի արտադրությունը միջոց է, որը կբավարարի մեր աճող Էներգետիկական պահանջները և կապահովի առողջ ու տևական ապագա: Մեկ այլ կարևոր, եթե ոչ ամենակարևոր ուղին Էներգաարդյունավետության շարունակական կատարելագործումն է: Տնտեսության բոլոր ճյուղերը դեր ունեն մեր տնտեսությունների Էներգաարդյունավետության բարձրացման մեջ: Տրանսպորտը, արդյունաբերությունը, հասարակական և առևտրային սեկտորները, գյուղատնտեսությունը և տնտեսության այլ ճյուղերը պետք է անեն և անում են հնարավորինս այս ուղղությամբ:

Ինչպես արդեն նշվել է նախորդ բաժնում, արդյունավետության բարձրացմանն ուղղված ջանքերն ակնառու են ողջ համաշխարհային տնտեսությունում և հատկապես զարգացած երկրներում: Ավտոմեքենաները 100 կմ վազքի համար այսօր ծախսում են ավելի քիչ վառելիք, քան 50 տարի առաջ: Նույնը կարելի է ասել առաջավոր արդյունաբերական ձեռնարկությունների մասին, որոնք միավոր արտադրանքի ստեղծման համար ներկայումս ծախսում են ավելի քիչ Էներգիա, քան նախկինում:

Շինարարությունը (որը փոքրիշատե համարժեք է հասարակական և առևտրային սեկտորներին) մի կարևոր մասնակից է: Շենքերը և շինությունները գտնվում են Էներգիայի խոշոր սպառողների թվում: Շենքերի և շինությունների Էներգետիկ արդյունավետության բարձրացման խնդիրը կարևորագույն խնդիր է: Շենքերի Էներգաարդյունավետությունը կարելի է բարձրացնել կամ դրանց վերանորոգման միջոցով, կամ նախագծման և կառուցման փուլերում Էներգետիկ արդյունավետության բարձրացման միջոցառումները հաշվի առնելով:

Էներգաարդյունավետության բարձրացման առավելությունները դիտարկվում են բոլոր մակարդակներով՝ մարդու կամ տնային տնտեսության, ճյուղային տնտեսության, ազգային և միջազգային<sup>11</sup>: Ստորև բերվում է այդ առավելությունների որոշ մասը, հատկապես այնպիսիները, որոնք հենվում են նաև տեղական վերականգնվող ռեսուրսների՝ Արեգակի, հողմի, հիդրո և երկրաջերմային ռեսուրսների վրա:

<sup>11</sup> Lisa Ryan and Nina Campbell, *Spreading the Net: Multiple Benefits of Energy Efficiency*, Paris: International Energy Agency, 2012.

very capital intensive, capital that can be invested in more productive sectors.

3. Reduced impact on the natural environment and the planet's health. Most energy generation relies on non-renewable sources of energy, particularly fossil fuels (coal, natural gas, and petroleum). Not only is the extraction and processing of these resources harmful for the environment, so is their use (more details on this will be discussed in Module 2.)

Hard, rigorous financial analysis by McKinsey & Company shows phenomenal returns on investments in the energy efficiency of buildings.<sup>12</sup> Its analysis shows that the present value of savings in energy costs over a 20 year period is twice the initial investment. Moreover, additional studies highlight the need to do more to mobilize investments in energy efficiency<sup>13</sup>, i.e. while the returns on investment are high and evident, people/companies do not necessarily invest.

This is a topic for policy makers and regulators. Module 3 will present some of the policy, regulatory, and voluntary actions taken by governments and trade organizations (such as institutes of architects, building councils, etc.) around the world to advance energy efficiency and adopt clean energy.

### Where to save energy in buildings?

What should be the focus of energy efficiency measures? Should it be lighting, water heating, cooling, refrigeration, or some other function?

Answering such questions requires data on use patterns and the energy intensity of equipment and machines in buildings, data that are often lacking and expensive to collect. It may, however, be useful to look at data that are already available for other countries. The US Department of Energy collects similar data for the entire country every year.

Undoubtedly, each country has its own energy use characteristics depending on climatic and cultural conditions. Since the US has a wide variety of climatic conditions (and arguably diverse cultural conditions), the totals for that country may be representative or average on

1. Էներգետիկական անվտանգության և անկախության աստիճանի բարձրացում. դրան կարելի է հասնել կրճատելով կախվածությունը քաղաքականապես և տնտեսապես անկայուն համաշխարհային շուկաներից, ինչպիսիք են բնական գազի և ածխի շուկաները:
2. Խնայողությունների և կապիտալի տնօրինվող պաշարների առկայություն, որոնք, անհրաժեշտության դեպքում, պետք է ծախսվեն Էներգիայի ձեռքբերման կամ նոր արտադրական հզորությունների ստեղծման համար՝ Էներգիայի արտադրական հզորությունների ավելացումը խիստ կապիտալատար է, կապիտալ, որը կարող էր ներդրվել այլ, ավելի արդյունավետ ոլորտներում:
3. Ազդեցությունը բնական միջավայրի և մոլորակի առողջության վրա. արտադրվող Էներգիայի մեծ մասի համար հումք են ծառայում չվերականգնվող հանածո ռեսուրսները՝ նավթը, բնական գազը, ածուխը: Շրջակա միջավայրի վրա վնասակար ազդեցություն են թողնում ոչ միայն այդ ռեսուրսների արդյունահանումը և փոխակերպումը, այլև օգտագործումը (ավելի մանրամասն՝ Մոդուլ 2-ում):

McKinsey & Company կողմից իրականացված դժվարին և մանրակրկիտ հետազոտությունները վկայում են շենքերի Էներգաարդյունավետության բարձրացմանն ուղղված ներդրումների ֆենոմենալ արագ վերադարձի մասին<sup>12</sup>: Նրանց հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ տնտեսված Էներգիայի զուտ բերված արժեքը 20 տարվա ընթացքում կարող է կրկնակի գերազանցել նախնական ներդրումների արժեքը: McKinsey-ի և այլոց հետազոտություններն ակնհայտ են դարձնում արդյունավետության բարձրացմանն ուղղված ներդրումների անհրաժեշտությունը<sup>13</sup>: Երբ ներդրումների վերադարձն ապահովվում է արագ և անվերապահորեն, մարդիկ հաճախ անհրաժեշտաբար չեն հետևում այդ ճանապարհին:

Սա մի թեմա է քաղաքական որոշումներ կայացնողների և կարգավորողների համար: Մոդուլ 3-ում, այնուամենայնիվ, կներկայացվեն կառավարությունների և մասնագիտացված կազմակերպությունների (ինչպիսիք են ճարտարապետական ինստիտուտը, խորհուրդը և այլն) կողմից ընդունված կարգավորող կամ կամավոր

<sup>12</sup> McKinsey & Company, *Energy Efficiency: A Compelling Global Resource*, New York, 2010.

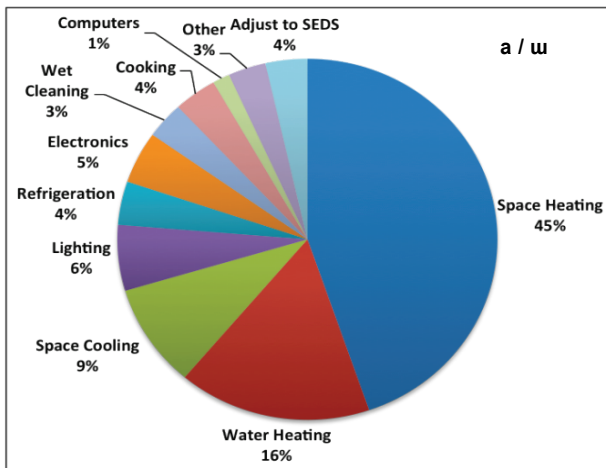
<sup>13</sup> Anuschka Hilke and Lisa Ryan, *Mobilising Investment in Energy Efficiency: Economic Instruments for Low-Energy Buildings*, Paris: IEA, 2012.

the global level (or at least for developed countries).

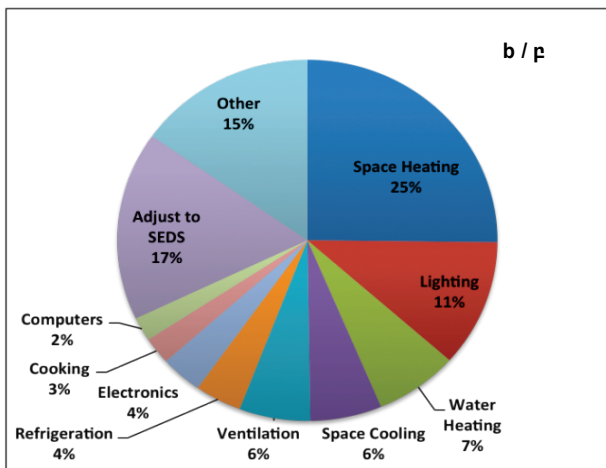
Figure 8 shows that, in residential buildings, more than 60% of energy is used to heat space and water, with space using by far the biggest proportion. To increase efficiency, water and space may offer the most important points of intervention both in retrofitting old buildings and in designing new buildings.

Figure 8. Energy use by US residential (a) and commercial (b) buildings, 2010

Source/Աղբյուրը՝ Buildings Energy Databook 2011



(ա) ջեռուցում, ջրի տաքացում, հովացում, լուսավորություն, սառեցում, էլեկտրոնիկա, թաց մաքրում, սենդի պատրաստում, համակարգիչներ, այլ, մեթոդաբանական ճշգրտումներ



(բ) ջեռուցում, լուսավորություն, ջրի տաքացում, հովացում, օդափոխություն, սառեցում, էլեկտրոնիկա, սենդի պատրաստում, համակարգիչներ, մեթոդաբանական ճշգրտումներ, այլ

Նկար 8. Էներգիայի սպառումը ԱՄՆ-ում բնակելի (ա) և հասարակական (բ) շենքերում, 2010թ. (կարդալ ժամկետի ուղղությամբ)

Among energy-efficiency measures in buildings, there is a category of solutions that has gained increasing attention. These solutions are collectively often referred to as “passive solutions”. These are solutions that either use

միջոցառումները, որոնք կոչված են բարելավելու Էներգետիկ արդյունավետությունը և օգտագործել մաքուր Էներգիան:

### Ինչպե՞ս խնայել Էներգիան շենքերում

Ի՞նչը պետք է լինի Էներգետիկ արդյունավետության թիրախը. լուսավորությունը, տաք ջրի պատրաստումը, ջեռուցումը, թե՞ հովացումը, սառեցումը, թե՞ շենքերին բնորոշ մեկ այլ Էներգասպառում:

Այս հարցերին պատասխանելու համար անհրաժեշտություն է առաջանում ձեռք բերել որոշակի տվյալներ Էներգիայի օգտագործման ձևերի, շենքերում օգտագործվող սարքերի ու մեքենաների Էներգաարդյունավետության վերաբերյալ. տվյալներ, որոնք հաճախ բավարար չեն լինում կամ որոնք հավաքումը թանկ է: Սակայն, այնուամենայնիվ, օգտակար կլինի ուսումնասիրել մեկ այլ երկրի համար արդեն իսկ հավաքված տվյալները: Միացյալ Նահանգների Էներգետիկայի դեպարտամենտն այդպիսի տվյալներ հավաքագրում է ամբողջ երկրի համար ամեն տարի:

Անկասկած, յուրաքանչյուր երկիր, կլիմայական և մշակութային առանձնահատկություններից կախված, ունի Էներգիայի սպառման իր բնութագրերը: Քանի որ Միացյալ Նահանգներն օժտված են կլիմայական պայմանների մեծ բազմազանությամբ (և, իհարկե, մշակութային տարատեսակությամբ), այս երկրի ընդհանրացված ցուցանիշները կարող են հանդիսանալ ներկայացուցչական կամ միջին ցուցանիշներին բավականին մոտ ամբողջ աշխարհի (կամ առնվազն զարգացած երկրների) համար և ընդունվել որպես համեմատության հիմք:

Նկ. 8-ը ցույց է տալիս, որ բնակելի շենքերում ջեռուցման և տաք ջրի պատրաստման վրա ծախսվում է ամբողջ Էներգիայի 60%-ը, այսինքն՝ Էներգիայի մի մեծ մասը: Արդյունավետության բարձրացման համար այս երկու սպառիչները կարող են ամենակարևոր դերը խաղալ հին շենքերի վերակառուցման և նորերի նախագծման փուլում:

Շինությունների նախագծման և շահագործման Էներգաարդյունավետության բարձրացման միջոցառումների շարքում գոյություն ունի լուծումների մի դաս, որն աճող ուշադրության է արժանանում: Դրանք հաճախ լուծումներ են, որոնք կամ ծախսեր չեն պահանջում, կամ քիչ են պահանջում և ժամանակի ընթացքում բավականին արդյունավետ են: Այդ լուծումները հաճախ անվանում են «պասիվ լուծումներ»: Դրանք կամ օգտագործում են բնության ուժերը,



the forces of nature to create conditions of comfort for building inhabitants or introduce non-energy-demanding equipment to provide substantial operational savings. This is done without the need for additional inputs of electricity, gas, or other types of energy generated by humans.

Examples of passive solutions include daylighting, shading, building orientation, passive cooling, natural ventilation, elimination of thermal bridges, insulation, etc. Later modules in the textbook will discuss each of these solutions in greater detail. Students should also work on design problems involving these solutions.

Architects and building owners can use equipment that reduces demand for purchasing electricity or gas from the national grid. Clean energy sources such as solar-thermal collectors and photovoltaic panels can contribute to this.

Moreover, the use of air-to-air heat exchangers can provide fresh air without heat loss or gain. Such exchangers can provide fresh air without the need to open windows. They could be employed in both summer and winter, reducing heat loss or gain that can add to energy costs.

Household equipment and appliances made in the EU or for the EU market are now labeled with energy efficiency certificates or passports. A+-rated equipment is the least energy consuming in their category – as efficiency decreases so do the labels (B, C, etc.). When feasible, architects and designers should pay attention and specify high-efficiency equipment.

Finally, awareness among end users about the proper use and maintenance of energy systems can lead to savings in the long term. Educating the public is not necessarily part of an architect's or builder's responsibilities. However, it may serve positive client relationships and be a shrewd move for those companies striving to create a reputation and brand of being modern, customer friendly and environmentally conscientious.

որպեսզի կացարաններում ստեղծեն բնակության հարմարավետ պայմաններ, կամ կիրառում են երեզիա չպահանջող սարքավորումներ, որոնք էապես իջեցնում են կացարանների շահագործման ծախսերը: Դա արվում է առանց լրացուցիչ էլեկտրաէներգիա, բնական գազ կամ մարդու կողմից արտադրված այլ տիպի էներգիա ծախսելու:

Այդ բնույթի պասիվ լուծումների օրինակներ են բնական լուսավորությունը, ստվերումը, շենքի կողմնորոշումը, պասիվ հովացումը, բնական օդափոխությունը, ջերմային կամրջակների վերացումը, ջերմամեկուսացումը և այլն: Դասընթացի հաջորդ մոդուլներում մանրամասն կքննարկվեն այս լուծումներից յուրաքանչյուրը: Ուսանողները նաև կաշխատեն այս լուծումների ներդրման համար անհրաժեշտ նախագծերի մշակման վրա:

Ճարտարապետները և շենքերի սեփականատերերը կարող են օգտագործել այնպիսի սարքավորումներ, որոնք կրճատում են ազգային ցանցից գնվող էլեկտրականության կամ բնական գազի քանակությունները: Մաքուր էներգիայի աղբյուրները, մասնավորապես՝ արևային ջերմային կոլեկտորները կամ ֆոտովոլտայիկ պանելները կարող են իրենց լուծման ներդրել այս գործում:

Եվրոպական Միությունում կամ ԵՄ շուկայի համար արտադրված սարքավորումները և սարքերն այսուհետև պիտակավորվում են էներգարդյունավետության սերտիֆիկատով կամ անձնագրով: A+ պիտակով սարքավորումն իր խմբի մեջ ամենասակավ էներգիա ծախսողն է, այսուհետև գալիս են A, B, C և այլն: Հնարավորության դեպքում նախագծողները և ճարտարապետները պետք է ուշադրություն դարձնեն և ընտրեն բարձր էներգարդյունավետության սարքավորումները:

Վերջապես, վերջնական օգտագործողների՝ էներգասարքավորումների ճիշտ շահագործման և պահպանման անհրաժեշտության գիտակցումը երկարաժամկետ հեռանկարում կարող է բերել էներգիայի տնտեսման:

Բնակչության կրթումը, իհարկե, ճարտարապետի պատասխանատվության անհրաժեշտ մասը չէ: Սակայն դա, այնուամենայնիվ, կարող է ծառայել հաճախորդի հետ լավագույն հարաբերությունների հաստատմանը և բարձրացնել հեղինակությունը, ստեղծել շրջակա միջավայրի նկատմամբ հոգացողի բարի համբավ:

## ENERGY STORAGE AND MANAGEMENT

Creating clean sources of energy and improving the efficiency of buildings, industries, and equipment are important. However, adequate management, distribution and use are also critical for an optimal energy system. Some simple examples should clarify this point.

If you replace the light bulb in your room from a 100 watt incandescent to LED of equivalent luminescence, your new bulb will use a fifth of the energy of the old bulb.<sup>14</sup> That will represent a significant gain in the energy efficiency of your room lighting. However, if you start using your new bulb more wastefully, e.g. leaving it on for 5 hours despite only needing it for an hour, then neither you nor the energy system as a whole has gained from your investment in the new bulb. In fact, you lose, as you will not adequately recover your investment in the bulb.

End users have to be rational users of resources, as they are integral to managing the overall energy system. Education and awareness can help to create such users. Pricing of electricity and other energy sources is also a strong tool to shape behavior. In fact, pricing has become one of the key policy levers in affecting consumer behavior and resource management.

There is another aspect of energy management that is critical and is undergoing rapid change: better understanding the cycles, peaks, and base loads of energy demand.

The absence of timely information on the cycles, peaks, and base loads of energy demand can result in either energy disruptions or generation waste. Let's illustrate this through another example, building on the analogy of the light bulb in your room. Assume the light bulb in your room is not turned on and off near your room. Suppose the on/off switch is in another building with someone who is tasked with turning it on and off. That person knows that you use your room during the day but does not know the exact time and for how long. What should the switch operator

## ԷՆԵՐԳԻԱՅԻ ԿՈՒՏԱԿՈՒՄԸ ԵՎ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄԸ

Բացի Էներգիայի բնապահպանական առումով մաքուր աղբյուրների օգտագործումից, շենքերի, արդյունաբերության կամ սարքավորումների արդյունավետության բարձրացումից, համապատասխան կառավարումը, բաշխումը և օգտագործումը նույնպես ունեն կարևոր նշանակություն օպտիմալ Էներգամատակարարման համակարգ ստեղծելու հարցում: Պարզ օրինակները կնպաստեն ընկալելու այս դրույթը:

Օրինակ՝ դուք սենյակում փոխարինել եք 100 Վտ շիկացման լամպը նույն մակարդակի լուսավորվածություն ապահովող լուսադիոդային լամպով: Ձեր նոր լամպը կօգտագործի նախկինի օգտագործած Էներգիայի միայն հինգերորդ մասը<sup>14</sup>: Այսպիսով, այդ փոխարինումը զգալի կերպով կբարձրացնի ձեր սենյակի լուսավորության Էներգաարդյունավետությունը: Սակայն, եթե դուք նոր լամպն օգտագործեք շաբաթը մեկ օր և փոխարեն միացնեք հինգ ժամով, ապա ո՛չ դուք, ո՛չ Էներգահամակարգը ոչ մի օգուտ չեն ստանա ձեր ներդրումներից: Իրականում դուք վնաս եք կրել, քանի որ չեք վերադարձրել նոր լամպի գնման հետ կապված ներդրումները:

Վերջնական սպառողները պետք է ինամբրով և ռացիոնալ ձևով օգտագործեն ռեսուրսները, քանի որ իրենք հանդիսանում են ընդհանուր Էներգետիկ համակարգի կառավարման անբաժան մասը: Կրթությունը և գիտակցության բարձրացումը թերևս կարող են նպաստել նոր մտածելակերպով սպառողների ձևավորմանը: Էլեկտրաէներգիայի կամ Էներգիայի այլ ձևերի գնագոյացումը նույնպես վարվելակերպի ձևավորման հզոր միջոց է: Էներգետիկ ծառայությունների գները դարձել են Էներգետիկ քաղաքականության կարևոր գործիք, որն ազդում է սպառողների վարքագծի և ռեսուրսների մատչելիության վրա:

Գոյություն ունի Էներգիայի կառավարման ևս մեկ կարևորագույն գործոն, որը ենթակա է արագ փոփոխությունների: Խոսքը վերաբերում է ցիկլերի, գազաթնային բեռնվածքի (պիկերի), բազային բեռնվածքների և Էներգիայի պահանջարկի հասկացություններին:

<sup>14</sup> A LED that is equivalent in luminescence to a 100 watt incandescent bulb uses 18-20 watts of power. Լուսարձակումով 100Վտ շիկացման լամպին համարժեք լուսադիոդային լամպը սպառում է 18-ից 20Վտ էլեկտրական Էներգիա:

do? When, and for how long, should s/he turn the switch on?

The switch operator's decision may depend on many factors, such as what his or her boss (i.e. laws and regulations) says, the urgency s/he attributes to your use of the room, and other factors. If s/he decides that you must have light when you need it and that s/he will be sanctioned if you do not have light, then s/he will be compelled to turn on the light all day. Hence, 24 hours worth of energy will be used even if you only need to use your room for 5 minutes.

These are, in fact, the choices and issues that power generators and grid operators face regularly. It is not easy to turn a nuclear power plant or other plant on and off. Therefore, once they are on, they may generate more power than is demanded. It is often best to operate these plants at the level of base demand.

There are two broad solutions available to power generators and grid operators:

- a) Improve storage capacity, where excess generation can be stored for future use;
- b) Improve management through enhanced access to user information, as well as information on supply.

Let's first examine the second solution, improved management. Recalling the example of the person in charge of switching your light on or off, suppose now that you have a way of communicating with that person. Suppose both of you can communicate through cell phones. This way you can inform him or her that you are in the room and s/he can turn it on. You can also tell him/her that you're leaving and s/he can turn it off. This investment in cell phone communication would significantly improve the efficiency and quality of the service you are receiving. Over time, this will result in substantial savings for you as a consumer and the planet as a resource provider.

Creating this "smart" grid is exactly what many developed countries are now studying and in which they are investing. This is becoming increasingly necessary with the greater complexity of users (soon electric vehicles will join as users), and with those sources of renewable energy that may be intermittent and hard to predict.

Meters with end users (such as in homes and offices) will be able to directly communicate

Չամապատասխան և ժամանակին տեղեկատվության բացակայությունն այդ ամենի վերաբերյալ կարող է բերել անկանոն էներգամատակարարման կամ խոտանի:

Փորձենք լուսաբանել այդ ամենը լուսավորության լամպերի օրինակով: Ենթադրենք ձեր սենյակի լուսավորության լամպի անջատիչը չի գտնվում ձեր սենյակի հարևանությամբ: Ենթադրենք նաև, որ այդ անջատիչը գտնվում է մեկ այլ շենքում, որևէ մի անձի՝ անջատելու/միացնելու պարտավորության ներքո: Այդ անձնավորությունը տեղյակ է, որ դուք օգտագործում եք սենյակը, սակայն չգիտի, թե ե՞րբ և քանի՞ ժամով: Այդ դեպքում ինչպե՞ս պետք է վարվի օպերատորը: Ե՞րբ և ինչքա՞ն ժամանակով նա պետք է միացնի էլեկտրականությունը:

Անջատիչի օպերատորի որոշումները կարող են կախված լինել շատ գործոններից, ինչպես, օրինակ, թե իր դեկավարը (այսինքն՝ օրենքները և կանոնակարգերը) ինչ է հրահանգում, ինչ հաճախությամբ եք օգտագործում սենյակը (համարը) և այլն: Եթե նա որոշի, որ դուք պետք է ունենաք լուսավորություն այնժամ, երբ դուք ցանկանում եք, և երբ կարծի, որ կպատժվի, եթե ձեր ներկայության ժամանակ լուսավորությունն անջատված լինի, ապա միացված կթողնի ամբողջ օրվա ընթացքում: Այսպիսով, ստացվում է, որ էներգիան օգտագործվել է 24 ժամվա ընթացքում, այն դեպքում, երբ դուք օգտագործել եք սենյակը (համարը) ընդամենը 5 րոպե:

Սրանք իրականում ընտրությունների և տարբերակների հարցեր են, որոնք հանդիսանում են էլեկտրաէներգիա արտադրողների ու ցանցային օպերատորների միջև ծագող հակասությունների առարկա: Ատոմային կամ այլ էլեկտրակայանի կանգառումը դյուրին բան չէ: Չտևաբար, հնարավոր է, որ դրանց արտադրած էներգիան գերազանցի առկա պահանջարկը: Չաճախ առավել արդյունավետ է շահագործել այդ կայանները բազիսային ռեժիմով:

Էլեկտրաէներգիա արտադրողների և ցանցային օպերատորների համար գոյություն ունի երկու կարևոր հնարավոր որոշում.

ա) բարելավել էներգիայի կուտակման հնարավորությունները՝ ավելցուկ էներգիան կուտակելու և հետագայում օգտագործելու համար,

բ) կատարելագործել կառավարումը, ընդլայնել սպառողների և արտադրողների վերաբերյալ տեղեկատվական հենքը:

Նախ ուսումնասիրենք բարելավված կառավարման վերաբերյալ երկրորդ որոշումը: Չիշելով օրինակն այն անձնավորության մասին, որը



with power distributors, informing them of user data that can significantly improve decision making at the system-wide level.<sup>15</sup> Likewise, information from power companies with variable and unpredictable supply, such as from wind and solar farms, coupled with information about changing global prices, requires sophisticated decision-making tools such as stochastic modeling and statistical analysis. Many researchers and PhD students throughout the world are grappling with these issues today.

Energy managers are also focusing on the issue of storage. If you install a PV panel on a house on a very bright, sunny day you may generate more electricity than you need at the time. Unless you store it, this excess generation may go to waste. You can set up batteries to store this for future use.<sup>16</sup> An alternative that is becoming increasingly popular is power companies allowing individuals to sell their excess capacity to the grid, i.e. the grid becomes the storage device for your excess generation.

Grid operators also have to think about when the grid has excess generation. Often this goes to waste. However, some countries have or are considering building additional storage capacity. One method is pumped-storage hydroelectricity plants. Water basins are created at two different elevations. When there is excess electricity in the grid, water from the lower basin is pumped to the upper basin. This stored water in the upper basin is then released through turbines to generate electricity when there is a shortage in the system. For more on energy storage, see Module 7.

Energy generation and distribution are specialized topics. Understandably, architects and urban planners are not expected to be deeply involved in them. However, architects and (even more so) urban planners would gain from having sufficient knowledge about existing and emerging energy systems world-wide.

պետք է անջատի կամ միացնի ձեր լուսավորությունը, մի պահ պատկերացնենք, որ դուք հնարավորություն ունեք կապի մեջ մտնել այդ անձի հետ: Ենթադրենք՝ երկուսդ էլ ունեք բջջային հեռախոսակապ: Այդ կերպ կարող եք հաղորդել նրան, որ դուք սենյակում (համարում) եք և որ նա կարող է միացնել լուսավորությունը: Կարող եք նաև տեղեկացնել նրան, որ թողնում եք համարը և նա կարող է անջատել լուսավորությունը: Բջջային հեռախոսակապի ներդրումների շնորհիվ զգալիորեն բարելավվում է ձեր կողմից ստացվող սպասարկման արդյունավետությունն ու որակը: Ժամանակի ընթացքում սա կբերի զգալի տնտեսման ձեռք համար՝ որպես սպառողի, և մեր մոլորակի համար՝ որպես բնական ռեսուրսների մատակարարի:

Բազմաթիվ զարգացած երկրներ ներկայումս ուսումնասիրում են այդպիսի «խելացի» համակարգի ստեղծման և դրա համար անհրաժեշտ ներդրումների ներգրավման հարցերը: Դրա անհրաժեշտությունը դառնում է ավելի ու ավելի հրատապ, քանի որ գնալով ավելի են բարդանում սպառողների խումբը (էլեկտրամոբիլներն ամենայն հավանականությամբ շուտով կմիանան սպառողներին) և վերականգնվող էներգիայի աղբյուրները, որոնց կողմից մատակարարման ընդհատումները անկանխատեսելի են: Եթե վերջնական սպառողները՝ բնակելի և ասարակական տները, ի վիճակի կլինեն էլեկտրական բաշխիչ ցանցին հաղորդել սպառողների վերաբերյալ հավաստի տեղեկատվություն, դա որոշում կայացնողներին համակարգի մակարդակով արդյունավետության բարձրացման հնարավորություն կտա<sup>15</sup>: Բացի այդ, անկանխատեսելի բնութագրերով օժտված աղբյուրներով, օրինակ՝ Արևի և հողմի, արտադրողներից ստացված տեղեկատվությունը՝ համատեղված համաշխարհային գների վերաբերյալ տեղեկատվության հետ, պահանջում է չափազանց բարդ հաշվարկների մեխանիզմներ, մասնավորապես՝ ստոխաստիկ մոդելների և վիճակագրական վերլուծության կիրառում: Բազմաթիվ հետազոտողներ և գիտաշխատողներ ամբողջ աշխարհում ներկայումս լրջորեն

<sup>15</sup> Smart grids are rife with privacy, cyber-security, and system reliability challenges. For an in-depth discussion of these issues, visit <http://energy.gov/gc/services/smartgrid-information>.

«խելացի» համակարգերը/ցանցերը լի են գաղտնիության, կիբեր-անվտանգության և համակարգի վստահելիության մարտահրավերներով: Այս խնդիրների խորը քննարկման համար այցելեք առցանց ռեսուրսներ, հատկապես՝ <http://energy.gov/gc/services/smartgrid-information>

<sup>16</sup> It should be pointed out, however, that batteries have their disadvantages. Firstly, they are expensive and a homeowner may not be able to afford one. Secondly, all batteries have a lifecycle. Their disposal can be environmentally harmful if not done correctly. Therefore, additional capacity is needed to collect, recycle and dispose of them.

Պետք է նշել, որ մարտկոցներն ունեն թերություններ: Առաջինը, թանկ են, և հնարավոր է, որ բնակարանների սեփականատերերը չկարողանան իրենց թույլ տալ դրա համար ներդրում կատարել: Երկրորդը, բոլոր մարտկոցները շահագործման ժամկետ ունեն: Դրանց վերացումը կարող է վնաս հասցնել շրջակա միջավայրին, եթե ճիշտ չկատարվի: Այսպիսով, սա նշանակում է, որ այդ մարտկոցները հավաքելու, վերամշակելու և վերացնելու համար անհրաժեշտ է լրացուցիչ կարողություն:

զբաղվում են այդ հարցերով: Էներգետիկ կառավարիչները (մենեջերները) պետք է լուրջ ուշադրություն դարձնեն Էներգիայի կուտակման հարցերին: Ձեր տանը տեղակայված ֆոտովոլտայիկ պանելներն արևոտ օրերին կարող են ավելի շատ էլեկտրաէներգիա արտադրել, քան տվյալ պահին անհրաժեշտ է տան համար: Եթե Էներգիան կուտակելու հնարավորությունից զուրկ եք, ապա այդ ավելցուկ Էներգիան վերածվում է թափոնի: Դուք կարող եք տեղակայել էլեկտրական մարտկոցներ և կուտակել այն հետագա օգտագործման համար<sup>16</sup>: Աստիճանաբար ավելի ու ավելի տարածում գտնող այլընտրանքային լուծումը Էներգետիկական ընկերությունների կողմից ավելցուկ հզորության գնումն է: Այսպիսով, փաստորեն, Էներգահամակարգը դառնում է ձեր արտադրած Էներգիայի ավելցուկի կուտակիչը:

Համակարգի օպերատորը նույնպես պետք է մտածի այն դեպքերի մասին, երբ բաշխիչ ցանցում առկա է ավելցուկ հզորություն: Ամենից հաճախ այդպիսի իրավիճակներում ավելցուկ Էներգիան դառնում է թափոն: Բայց որոշ երկրներ ստեղծում կամ ծրագրավորում են ստեղծել կուտակիչ ունակություններ: Էներգիայի կուտակման այդպիսի հնարավորություններից մեկը ստեղծում է հիդրոկուտակիչ էլեկտրակայանը: Այդպիսի էլեկտրակայանի ջրամբարները կառուցվում են երկու տարբեր մակարդակների (բարձրությունների) վրա: Եթե համակարգում առկա է ավելցուկ հզորություն, ապա հիդրոկայանն աշխատում է պոմպային ռեժիմով և ջուրը մղում ստորին ջրավազանից վերին: Համակարգում Էներգիայի պակասի դեպքում վերին ավազանում կուտակված ջուրն անցնելով տուրբիններով և ուղղվելով ստորին ավազան՝ արտադրում է էլեկտրական Էներգիա: Էներգիայի կուտակման վերաբերյալ լրացուցիչ տեղեկություն ստանալու համար տե՛ս Մոդուլ 7:

Էներգիայի արտադրության և բաշխման բնագավառները բավականին մասնագիտացված բնագավառներ են: Հասկանալի է, որ ճարտարապետական և քաղաքաշինարարական ոլորտների մասնագետներից չի կարելի սպասել Էներգետիկայի բնագավառի խոր գիտելիքներ: Այնուհանդերձ, թե՛ ճարտարապետները, թե՛ առավել ևս քաղաքաշինության մասնագետները շահեկան դիրքերում կլինեն, եթե բավարար գիտելիքներ ունենան համաշխարհային Էներգետիկայի գոյություն ունեցող և հեռանկարային համակարգերի մասին:

## Reading List | Ընթերցանության կյուրեր

Richard Wolfson, *Energy, Environment, and Climate*, New York: W.W. Norton & Company, 2012.

John Randolph and Gilbert Masters, *Energy for Sustainability: Technology, Planning, Policy*, Washington, D.C.: Island Press, 2008. (Internet resource.)

Jefferson Tester, Elizabeth Drake, Michael Driscoll, Michael Golay, and William Peters, *Sustainable Energy*, Cambridge: MIT Press, 2012.

MIT Open Courseware: Introduction to Sustainable Energy

<http://ocw.mit.edu/courses/nuclear-engineering/22-081j-introduction-to-sustainable-energy-fall-2010/>

<http://go100percent.org>

<http://renewables100.org>

## Audiovisual Materials

China: From Red to Green

[http://www.pbs.org/e2/episodes/105\\_china\\_trailer.html](http://www.pbs.org/e2/episodes/105_china_trailer.html)

Hans Rosling: The Magic Washing Machine

[http://www.ted.com/talks/hans\\_rosling\\_and\\_the\\_magic\\_washing\\_machine](http://www.ted.com/talks/hans_rosling_and_the_magic_washing_machine)

## Տեսաձայնային կյուրեր (անգլերեն)

«Կարմիրը՝ կանաչ. Չինաստան»

[http://www.pbs.org/e2/episodes/105\\_china\\_trailer.html](http://www.pbs.org/e2/episodes/105_china_trailer.html)

Հանս Ռոսլին, «Լվացքի կախարդական մեքենա»

[http://www.ted.com/talks/hans\\_rosling\\_and\\_the\\_magic\\_washing\\_machine](http://www.ted.com/talks/hans_rosling_and_the_magic_washing_machine)

## Discussion Questions

1. What is the difference between renewable and non-renewable sources of energy?
2. What are the main types of non-renewable energy?
3. What are the main types of renewable energy?
4. How are energy use and greenhouse gases, such as carbon dioxide, related?
5. Broadly speaking, what are the main approaches to achieving carbon neutrality in buildings and cities?

## Հարցեր բանավեճերի համար

1. Ի՞նչ է տարբերությունը էներգիայի վերականգնվող և չվերականգնվող աղբյուրների միջև:
2. Որո՞նք են չվերականգնվող էներգիայի հիմնական տեսակները:
3. Որո՞նք են վերականգնվող էներգիայի հիմնական տեսակները:
4. Ինչպե՞ս է կապված էներգասպառումը ջերմոցային գազերի, օրինակ՝ ածխաթթու գազի հետ:
5. Ընդհանուր առմամբ, որո՞նք են շենքերում և քաղաքներում ածխածնային չեզոքությանը հասնելու հիմնական մոտեցումները: