

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
www.am.undp.org

ISBN 978-9939-1-0230-6

ԳԼԽԱՎՈՐ ԳԵՐԻՆԱԿ | LEAD AUTHOR

Ալեն Ամիրխանյան
Alen Amirkhanyan

ԲԱՍԱԳԵՐԻՆԱԿՆԵՐ | 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 8

INTEGRATED BUILDING DESIGN APPROACH (IBDA)



Մոդուլ 8

ՇԵՆՔԵՐԻ ԻՆՏԵԳՐՎԱԾ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ՄՈՏԵՑՈՒՄ (ՇԻՆՄ)



Module 8
INTEGRATED BUILDING DESIGN APPROACH (IBDA)



Մոդուլ 8
ՇԵՆՔԵՐԻ ԻՆՏԵԳՐՎԱԾ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ՄՈՏԵՑՈՒՄ (ՇԻՆՄ)

Module 8

Մոդուլ 8

| | | |
|--|------------|--|
| Module Plan and Learning Outcomes | 275 | Մոդուլի պլանը և ուսուցման արդյունքները |
| Core Concepts | 275 | Հիմնական հասկացությունները |
| BACKGROUND ON INTEGRATED BUILDING DESIGN, CONSTRUCTION, COMMISSIONING AND OPERATION | 276 | ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԸՆԵՔԵՐԻ ԻՆՏԵԳՐՎԱԾ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ, ԿԱՌՈՒՑՄԱՆ, ՇԱՅԱԳՈՐԾՄԱՆ ԶԱՆՁՆԵԼՈՒ ԵՎ ՇԱՅԱԳՈՐԾՄԱՆ ՄԱՍԻՆ |
| A Building’s Lifecycle | 276 | Շենքի կենսափուլը |
| High-performance Requirements and their Impact on the Process of Building Design, Construction and Operation | 277 | Բարձր արդյունավետության պահանջները և դրանց ազդեցությունը շենքի նախագծման, կառուցման և շահագործման գործընթացի վրա |
| HISTORICAL VIEW ON INTEGRATED DESIGN | 279 | ԻՆՏԵԳՐՎԱԾ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ՊԱՏՄԱԿԱՆ ԱԿՆԱՐԿ |
| DEFINING IBDA | 281 | ՇԻՆՄ-Ի ՍԱՅՄԱՆՈՒՄԸ |
| 1. Inclusive from the outset | 283 | 1. Ի սկզբանե ներգրավված |
| 2. Front loaded - time and energy invested early | 283 | 2. «Նախապես բեռնված». վաղօրոք ներդնել ժամանակը և էներգիան |
| 3. Decisions influenced by broad team | 285 | 3. Ընդարձակ թիմի ազդեցությունը որոշումների կայացման վրա |
| BOX 1. THE MARSHMALLOW CHALLENGE: AN INSTRUCTIVE EXAMPLE OF TEAMWORK AND ITERATIVE DESIGN | 288 | ՆԵՐԴԻՐ 1. «ԿԱՐԿԱՆԴԱԿԻ ԽՆԴԻՐԸ». ԹԻՄԱՅԻՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԵՎ ԻՏԵՐԱՏԻՎ ՆԱԽԱԳԾԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՕՐԻՆԱԿ |
| 4. Iterative process | 289 | 4. Իտերատիվ (կրկնողական, ցիկլային) գործընթաց |
| 5. Whole-system thinking | 290 | 5. Ընդունել որպես ամբողջական համակարգ |
| 6. Allows for full optimization | 292 | 6. Լիարժեք օպտիմալացման հնարավորություն է տալիս |
| 7. Seeks synergies | 293 | 7. Ձգտում է փոխգործակցության |
| 8. Lifecycle costing | 293 | 8. Կենսափուլի արժեքի հաշվարկ |
| 9. Process continues through occupancy | 294 | 9. Գործընթացը շարունակվում է նաև զբաղեցվածության ընթացքում |
| ROLE OF BUILDING-MODELING AND SYSTEMS-OPTIMIZATION SOFTWARE IN IBDA | 295 | ՇԻՆՄ-Ի ՄԵՋ ԸՆԵՔԻ ՍՈՂԵԼԱԿՈՐՄԱՆ ԵՎ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼԻՑՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳՉԱՅԻՆ ԾՐԱԳՐԻ ԴԵՐԸ |
| CHALLENGES OF IBDA | 296 | ՇԻՆՄ-Ի ԽՆԴԻՐՆԵՐԸ |
| Reading List | 299 | Ընթերցանության կյուլթեր |
| Audiovisual Materials | 299 | Տեսաձայնային կյուլթեր |
| Discussion Questions | 299 | Հարցեր բանավեճերի համար |

Module Plan and Learning Outcomes

PLAN:

To offer basic, introductory, yet necessary knowledge of using an integrated building design approach (IBDA).

Student Learning Outcomes:

- Demonstrate understanding of the core concepts and definitions related to IBDA;
- Demonstrate understanding of the difference between IBDA and traditional building design and delivery process;
- Demonstrate an overview of the process of integrated design;
- Demonstrate understanding of a historical view of design processes and the role of integrated design in this history.

Core Concepts

Life cycle of a building
 Design phases
 Pre-design phase
 Schematic-design phase
 Design-development phase
 Construction-documentation phase

Commissioning
 High-performance buildings
 Integrated building design approach
 Inclusive design

Iterative process

Whole-systems thinking
 Optimization
 Lifecycle costing
 Post-occupancy monitoring
 Building Information Modeling (BIM)

Մոդուլի պլանը և ուսուցման արդյունքները

ՊԼԱՆ

Առաջարկել հիմնական, ներածական գիտելիքներ, որոնք անհրաժեշտ կլինեն կառուցել առաջավոր մեթոդներով՝ կիրառելով շենքի ինտեգրված նախագծման մոտեցումը (ՇԻՆՄ):

Ուսանողների ուսուցման արդյունքները.

- Հասկանալ ՇԻՆՄ-ին առնչվող հիմնական հասկացությունները և սահմանումները,
- Հասկանալ ՇԻՆՄ-ի և շենքերի ավանդական նախագծման և շահագործման հանձնման գործընթացների միջև տարբերությունը,
- Ընդհանուր պատկերացում կազմել ինտեգրված նախագծման մասին,
- Հասկանալ նախագծման գործընթացի նկատմամբ պատմական վերաբերմունքը և ինտեգրված նախագծման դերը պատմության մեջ:

Հիմնական հասկացությունները

Շենքի կենսափուլ
 Նախագծման փուլ
 Մինչևնախագծային փուլ
 Տեխնիկական նախագծման փուլ
 Աշխատանքային նախագծման փուլ
 Շինարարության փաստաթղթավորման փուլ
 Շահագործման հանձնել
 Բարձր արդյունավետությամբ շենքեր
 Շենքի ինտեգրված նախագծման մոտեցում
 Ինկլուզիվ (ներգրավված) ներառական նախագծում
 Իտերատիվ (կրկնողական, ցիկլային) գործընթաց
 Ընդունել որպես ամբողջական համակարգ
 Օպտիմալացում
 Կենսափուլի արժեքի հաշվարկ
 Մոնիթորինգ՝ զբաղեցվածությունից հետո
 Շենքի համալիր նկարագրության տվյալների մոդելավորում (ՇՀՆՄ)

BACKGROUND ON INTEGRATED BUILDING DESIGN, CONSTRUCTION, COMMISSIONING AND OPERATION

A Building's Lifecycle

Every building you see has gone and will go through several stages: it was designed, constructed, commissioned; some were or will be renovated; most will finally be demolished. Figure 1 summarizes the stages in the life of a typical building.

ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՇԵՆՔԵՐԻ ԻՆՏԵԳՐՎԱԾ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ, ԿԱՌՈՒՑՄԱՆ, ՇԱՅԱԳՈՐԾՄԱՆ ԳԱՆՁՆԵԼՈՒ ԵՎ ՇԱՅԱԳՈՐԾՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Շենքի կենսափուլը

Ձեր հանդիպած յուրաքանչյուր շենք անցել է և կանցնի մի քանի փուլերի միջով. սկզբում շենքերը նախագծվել են, ապա՝ կառուցվել, ապա շենքն իր համակարգերով հանձնվել է շահագործման, այդ շենքերի մի մասը պիտի վերանորոգվի կամ արդեն իսկ վերանորոգվել է և դրանցից շատերը, ի վերջո, կքանդվեն: Սովորական շենքի այդ, այսպես կոչված՝ կենսափուլի նկարագրությունը բերված է նկ. 1-ում:

Figure 1. Stages in the life of a building that can have an impact on achieving building-performance goals

| | |
|--------------------------------------|---|
| <p>1. Design</p> | <p>Includes pre-design phase, schematic-design phase, design-development phase, and construction drawings and documentation phase with all the specialized input from structural, mechanical, electrical, and civil engineers, material and equipment schedules, etc.*</p> |
| <p>2. Construction</p> | <p>Includes bidding process for construction services, site preparation, core and shell construction, equipment and systems installations, and finishing construction. At the end of this, depending on local building codes, an occupancy permit is needed before the building can be used.</p> |
| <p>3. Commissioning</p> | <p>This is the phase where mechanical equipment, such as elevators, HVAC, lighting, etc., systems are tested for proper functioning. This is also the phase where building maintenance staff are trained in the use and maintenance of the installed equipment. Typically part of the construction phase, this is a critical part of making a building work effectively. In case of large, complex buildings, commissioning can take 6 to 12 months.</p> |
| <p>4. Operation</p> | <p>User comfort and costs will be fully revealed at this stage. It is also important for users to be educated about the best practices of using buildings to save energy and water resources. A building could have the most state-of-the-art efficiency equipment installed; however, if users do not use the building and its equipment intelligently, the designed efficiencies may not be gained.</p> |
| <p>5. Renovation or reuse</p> | <p>After several years of use, a building may be renovated or its use may change. Depending on the scale of the renovation, architects and engineers may be engaged in this process. Reuse of buildings is an attractive option if the building has historical or architectural value. Reuse of buildings can also prevent the creation of a large amount of solid waste. Construction waste often accounts for more than 50% of solid waste generated in some countries.</p> |
| <p>6. Demolition</p> | <p>Most buildings will be demolished after they have served their useful life. The challenge for designers and builders is to ensure that the buildings they design are made of components that can be reused and recycled.</p> |

Note: (*) Visit the website of the American Institute of Architects (www.aia.org) for descriptions of design phases and services. Particularly useful is the 2007 document called *Defining the Architect's Basic Services*.

Նկար 1. Շենքի կենսափուլերը, որոնք կարող են ազդել շենքի արդյունավետության ցուցանիշների վրա:

| | |
|---|--|
| <p>1.Նախագիծ</p> | <p>Բաղկացած է մինչևնախագծային փուլից, սխեմատիկ նախագծման փուլից, նախագծի մշակման փուլից, շինարարական գծագրերի ու փաստաթղթերի պատրաստման փուլից, ընդ որում մասնագիտացված բոլոր տվյալները ներկայացվում են ճարտարագետ-կոնստրուկտորի, մեխանիկի, էլեկտրիկի, շինարարի կողմից, օգտագործվում են շինանյութի ու սարքավորումների ժամանակացույցերը և այլն:*</p> |
| <p>2. Շինարարություն</p> | <p>Բաղկացած է շինարարական աշխատանքներից, գնման գործընթացի կազմակերպումից, շինհրապարակի նախապատրաստումից, շենքի կարկասի/կմախքի կառուցումից, սարքավորումների և համակարգերի մոնտաժից, ներքին հարդարման աշխատանքներից: Դրանից հետո, մինչև շենքի շահագործումը պետք է ձեռք բերել բնակեցման թույլտվություն՝ ըստ տեղական օրենքների:</p> |
| <p>3. Շահագործման հանձնում</p> | <p>Այս փուլում փորձարկվում են մեխանիկական սարքավորումների, օրինակ՝ վերելակների աշխատանքը, ՋՅՕ, լուսավորության և այլ համակարգերը: Այս փուլում շենքը սպասարկող անձնակազմը սովորում է շահագործել և պահպանել այնտեղ մոնտաժված սարքավորումները: Սովորաբար, հանդիսանալով շինարարության փուլի մի մասը՝ սա շենքը արդյունավետ դարձնելու կարևորագույն գործընթաց է: Մեծ և բարդ շենքերի դեպքում շահագործման հանձնելու գործընթացը կարող է տևել 6 մինչև 12 ամիս:</p> |
| <p>4. Շահագործում</p> | <p>Այս փուլում ամբողջությամբ ի հայտ են գալիս օգտագործողի հարմարավետության և ծախսերի հետ կապված խնդիրները: Կարևոր է նաև օգտատերերին ծանոթացնել շենքի շահագործման լավագույն փորձին՝ էներգետիկ և ջրային պաշարները խնայելու տեսակետից: Շենքը կարող է հագեցված լինել գիտության և տեխնիկայի վերջին խոսքով ստեղծված արդյունավետ սարքավորումներով, սակայն, եթե օգտատերերը շենքը և սարքավորումները խելամտորեն չօգտագործեն, ապա անհնար կլինի ապահովել նախատեսված արդյունավետությանը:</p> |
| <p>5. Վերանորոգում կամ կրկին օգտագործում</p> | <p>Մի քանի տարի շահագործելուց հետո շենքը կարող է վերանորոգվել, կամ կարող է փոխվել դրա օգտագործման նպատակը: Կախված վերանորոգման ծավալից՝ այդ աշխատանքներում կարող են ընդգրկվել ճարտարապետներ ու ճարտարագետներ: Շենքի կրկին օգտագործումը հատկապես գրավիչ տարբերակ է, եթե շենքը պատմական կամ ճարտարապետական արժեք է: Շենքի կրկին օգտագործման հետևանքով կարելի է նաև խուսափել մեծ քանակով կոշտ թափոնների առաջացումից: Որոշ երկրներում շինարարական աղբը կազմում է ընդհանուր կոշտ թափոնների ավելի քան 50%-ը:</p> |
| <p>6. Քանդում</p> | <p>Պիտանելիության ժամկետի ավարտից հետո շենքերի մեծամասնությունը քանդվում է: Նախագծողների և շինարարների խնդիրն է ապահովել, որ իրենց կողմից նախագծված և կառուցված շենքում կիրառվի կրկին օգտագործման և վերամշակման ենթակա շինանյութ:</p> |

Նշում* (՝) Նախագծման փուլերը և սպասարկումը տե՛ս՝ Ամերիկայի ճարտարապետների ինստիտուտ: Հատկապես օգտակար է «Ճարտարապետի հիմնական ծառայությունների բնորոշում» անվանումով փաստաթուղթը (2007թ. հուլիս):

High-performance Requirements and their Impact on the Process of Building Design, Construction and Operation

Բարձր արդյունավետության պահանջները և դրանց ազդեցությունը շենքի նախագծման, կառուցման և շահագործման գործընթացի վրա

The processes by which these stages are traversed can significantly affect the ability of a building to achieve its set performance

Այս փուլերն անցնելու գործընթացը կարող է զգալի ազդեցություն ունենալ տվյալ շենքի համար նախատեսվող արդյունավետության

objectives. Building-performance objectives may include one or more of the following:

- High degrees of energy efficiency, with low lifecycle costs;
- Carbon-neutral, net-zero, zero-carbon, or carbon-negative buildings;
- Water-efficient buildings;
- Zero-waste buildings;
- Cost-effective solutions, from capital-investment, operational, and lifecycle perspectives;
- User comfort and health;
- Aesthetic attractiveness and marketability.

These are performance objectives that may be set by owners, regulation, market conditions, or certification standards (see Module 3 for discussions of such standards including LEED, BREEAM, and PassiveHaus). To achieve these performance objectives, it is not sufficient to simply pick the right technologies (window systems, insulation material, etc.); instead, the building has to be seen as a whole with many interrelated parts, with continuous communication on the design of the parts and details, and monitoring throughout construction and operation. For these to take place, the historical linear design process prevalent over the past century (and which persists today) no longer suffices.

The terms used for this multi-disciplinary, recursive approach include whole building design,¹ integrated systems design, integrated project delivery, integrated building design approach/process, etc. In this module we will use the term integrated building design approach (IBDA), which we will extend to include construction, commissioning and user-training stages, as all of these are integral to meeting many of the high-performance goals for a building.



գծում¹, ինտեգրված նախագծի ներկայացում, շենքերի ինտեգրված նախագծման մոտեցում, կամ գործընթաց և այլն: Այս մոդուլում օգտագործվելու է շենքերի ինտեգրված նախագծման մոտեցում (ՇԻՆՄ) տերմինը, որի իմաստն ընդլայնվելու է՝ ընդգրկելով նաև կառուցումը, շահագործման հանձնելը, և օգտատերերի վերապատրաստման փուլերը, քանի որ այդ բոլորը մի ամբողջություն են կազմում շենքերի բարձր արդյունավետության նպատակներից շատերին հասնելու համար:

ցուցանիշներին հասնելու կարողության վրա: Շենքի համար նախատեսված արդյունավետության ցուցանիշների ապահովումը մեծապես կախված է Նշված փուլերի իրականացման ընթացքից: Շենքի Էներգաարդյունավետության պահանջվող բնութագրերը պետք է բավարարեն հետևյալ մեկ, կամ մի քանի պայմաններին.

- Էներգաարդյունավետության բարձր մակարդակ, կենսափուլի ցածրարժեք ծախսեր,
- չեզոք, գրոյական կամ բացասական ածխածնային արտանետումներով շենքեր,
- արդյունավետ ջրօգտագործմամբ շենքեր,
- շինարարական գրոյական թափոնով շենքեր,
- կապիտալ ներդրումների, շահագործման և կենսափուլի տեսանկյունից ծախսարդյունավետ լուծումներ,
- շահագործողի հարմարավետություն և առողջություն,
- գեղագիտական գրավչություն, դյուրին շուկայնացում:

Նշված Էներգաարդյունավետության պահանջվող բնութագրերը կարող են սահմանվել պատվիրատուի կողմից, կարգավորող ակտերով, շուկայական պայմաններով, կամ հավաստագրման ստանդարտներով (այդ ստանդարտների մասին՝ ներառյալ LEED-ը, BREEAM-ը, և PassiveHaus-ը, տե՛ս Մոդուլ 3): Նշված Էներգաարդյունավետության պահանջվող բնութագրերին հասնելու համար միայն ճիշտ տեխնոլոգիաների ընտրությունը (լուսաթափանց համակարգեր, ջերմամեկուսիչ նյութեր և այլն) բավական չէ. շենքը պետք է դիտարկել որպես մեկ ամբողջություն՝ բաղկացած բազմաթիվ փոխկապակցված մասերից, շարունակաբար հետևել մասերի և դետալների նախագծմանը, և մոնիթորինգի ենթարկել շինարարության ամբողջ ընթացքում և շահագործման ժամանակ: Դրա համար նախորդ դարում լայնորեն կիրառվող գծային նախագծման գործընթացն այլևս բավարար չէ:

Սույն բազմապրոֆիլային, ռեկուրսիվ մոտեցման մեջ օգտագործվող տերմիններն են. ամբողջ շենքի ինտեգրված համակարգերի նախագծում¹, ինտեգրված նախագծի ներկայացում, շենքերի ինտեգրված նախագծման մոտեցում, կամ գործընթաց և այլն: Այս մոդուլում օգտագործվելու է շենքերի ինտեգրված նախագծման մոտեցում (ՇԻՆՄ) տերմինը, որի իմաստն ընդլայնվելու է՝ ընդգրկելով նաև կառուցումը, շահագործման հանձնելը, և օգտատերերի վերապատրաստման փուլերը, քանի որ այդ բոլորը մի ամբողջություն են կազմում շենքերի բարձր արդյունավետության նպատակներից շատերին հասնելու համար:

¹ “WBDG”, accessed May 2014, www.wbdg.org

HISTORICAL VIEW ON INTEGRATED DESIGN

Integrated and systems engineering approaches were developed by the military to address the need for designing, manufacturing and deploying highly complex systems and equipment.² Eventually, these approaches were adapted to the aerospace and automobile industries. With greater complexity of modern buildings and the high-performance standards placed on them, there is interest to extend this approach to building design and construction.

Historically, this integration of design and teams was performed by the master architect/builder. These were individuals who had mastered the physics, engineering, construction, and aesthetics of buildings. They integrated all this knowledge and sensibility to oversee the creation of a final product: a building.

Today's market conditions and complexity of technologies, however, are very different than they were in the days of the master builders. While, on a small scale, one person may wish to play such a role, for the most part the role of the master builder is no longer viable in modern society.

With the multiplication of expertise needed to produce today's buildings (with relatively complex HVAC, electrical, plumbing, and thermal efficiency requirements), there has been a need for specialization. In place of a master builder, there is a wide range of experts (such as structural engineers, mechanical engineers, electrical engineers, civil engineers, etc.) who design the components of a building that an architect conceives.

For most of the past century, especially after WWII, the process has been linear: the architect designs the space; the structural engineer gives the design of the beams, columns, walls, etc.; the mechanical engineer fits the HVAC and plumbing fixtures and equipment s/he calculates to be appropriate; the electrical designer specifies the electrical network, and so on.

Such a linear approach, however, has its shortcomings when it comes to buildings that have to be high performance. To obtain

ԻՆՏԵԳՐՎԱԾ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ՊԱՏՄԱԿԱՆ ԱԿՆԱՐԿ

Ինտեգրված և համակարգային նախագծման մոտեցումը մշակվել է զինված ուժերի կողմից՝ բարդագույն համակարգերի և սարքավորումների նախագծման, արտադրության և տեղակայման կարիքները բավարարելու նպատակով²: Ի վերջո, այդ մոտեցումները հարմարեցվել են ավիացիայի, տիեզերագնացության և ավտոմոբիլային արտադրության ոլորտին: Ելևելուով ժամանակակից շինությունների բարդությունից և դրանց առաջ դրված արդյունավետության բարձր ստանդարտներից՝ հետաքրքրությունն առաջացավ այդ մոտեցումը տարածել շենքերի նախագծման և կառուցման վրա:

Նախագծային և այլ աշխատանքները պատմականորեն միատեղվում և իրականացվում էին վարպետի՝ ճարտարապետ-շինարարի կողմից: Նրանք այն անհատներն էին, ովքեր տիրապետում էին շենքերի ֆիզիկային, տեխնոլոգիային, շինարարությանը և գեղագիտությանը: Նրանք ինտեգրեցին այս բոլոր գիտելիքներն ու մտավոր կարողությունները այն վերջնական արտադրանքի ստեղծումը վերահսկելու համար, որը կոչվում է շենք:

Ներկայիս շուկայական պայմաններն ու տեխնոլոգիաների բարդությունը, սակայն, շատ են տարբերվում այդ վարպետ շինարարների ժամանակներից: Փոքրածավալ աշխատանքների դեպքում, թերևս, դա դեռ հնարավոր է, սակայն մեծ հաշվով վարպետ շինարարի դերը ժամանակակից հասարակության մեջ այլևս կենսական է:

Ժամանակակից շենքերի (համեմատաբար բարդ շեռուցման, օդափոխման և օդորակման, էլեկտրական, սանտեխնիկայի, համակարգերով և ջերմաարդյունավետության պահանջներով) շինարարության համար գիտելիքի տեսակների տարածման պայմաններում մասնագիտացման անհրաժեշտություն է առաջացել: Մասնագետների (ինչպես, օրինակ՝ ճարտարագետ կոնստրուկտորների, ճարտարագետ մեխանիկների, ճարտարագետ էլեկտրիկների, ճարտարագետ շինարարների և այլոց) մի մեծ խումբ եկել է փոխարինելու վարպետ շինարարներին, ովքեր նախագծում են ճարտարապետի կողմից մտահղացված շենքի բաղադրիչները:

Անցյալ դարի մեծ մասի ընթացքում, հատկապես Երկրորդ համաշխարհային պատերազմից հետո, այս գործընթացը եղել է գծային՝

² Azzedine Yahiaoui et al, *A systems engineering environment for integrated building design*, Edinburgh: International Council on Systems Engineering (INCOSE), 2006.

buildings that have to use 70% less energy or 60% less water than buildings permitted by today's building codes in developed countries, a new approach is needed. This new approach has to be different from the linear approach to which many professionals have become accustomed.

There have been attempts to address this challenge at the “institutional” or “contractual” level. At the institutional level, some professional practices have integrated the different stages of creating a building by forming corporations that house all the necessary experts within one firm. Among the most prominent international firms today offering multi-disciplinary expertise include UK-based Arup, US-based Skidmore, Owings and Merrill (SOM), and UK-based Foster and Partners. Bringing various types of expertise under one corporate umbrella enables a company to align professional knowledge and expectations with the overall success of a project and the corporation.

It should be pointed out that these “institutional” solutions do not necessarily do away with the need for an integrated design approach. They simply make it easier to implement IBDA. Simply aligning interests under a single corporate or contractual interest does not do away with the need to work on and be vigilant about implementing an integrated approach.

An alternate solution, a “contractual” approach, has also been used to foster design integration. Design-build contracts or design-build-operate contracts (e.g. infrastructure projects such as roads, airports, etc.) align the interests of the lead contractor with the overall performance of the final product - they avoid the all-too-often “blame-game” between designers and builders which occur when a building fails to meet its performance expectations.³ A design-build contract, however, may not always be available. A client may decide against it for cost and other reasons.

Moreover, building up and maintaining a multi-disciplinary practice is expensive and fraught with complexities with which few architects or engineers wish to deal. The great majority of designers and expert

նարտարապետը նախագծում էր տարածքը, ճարտարագետ-կոնստրուկտորը տալիս էր հեծանների, սյուների, պատերի և այլի նախագիծը, ճարտարագետ-մեխանիկը հարմարեցնում էր ՋՅՕ համակարգերը և սանտեխնիկան ու սարքավորումները՝ էլեկտրոլ իր կողմից կատարված համապատասխան հաշվարկներից, էլեկտրամատակարարման նախագծողը գծում էր էլեկտրասնուցման և ներքին ցանցի սխեման, և այլն:

Արդյունավետության բարձր ցուցանիշներով շենքերի դեպքում գծային մոտեցման կիրառությունը ունի որոշակի թերություններ: Ստանալու համար այնպիսի շենքեր, որտեղ էներգասպառումը պետք է 70%-ով կամ ջրօգտագործումը 60%-ով պակաս լինի զարգացած երկրներում գործող շինարարական Նորմերում թույլատրված ցուցանիշներից, նախագծման փուլում պահանջվում է Նոր մոտեցում: Այդ մոտեցումը տարբերվում է գծային մեթոդից, որը շատ մասնագետների համար այնքան սովորական է դարձել:

Փորձեր են արվել այս մարտահրավերը լուծել ինստիտուցիոնալ կամ պայմանագրային մակարդակով: Նմանատիպ մասնագիտական փորձ ունեցող տարբեր փորձագետներին հավաքելով մեկ տանիքի տակ ստեղծել են կորպորացիաներ, որոնք շենքերի նախագծման փուլերի ինտեգրման տարբերակներ են փնտրել ինստիտուցիոնալ մակարդակով: Բազմաճյուղային փորձաքննություն առաջարկող առավել հայտնի միջազգային ընկերությունների թվին են պատկանում Միացյալ Թագավորությունում (ՄԹ) հիմնադրված «Արուպ» (Arup), ԱՄՆ-ում՝ «Սկիդմոր, Օուինգս և Մերիլ» (Skidmore, Owings, and Merrill (SOM)), ՄԹ-ում «Ֆոստեր և Մերիլ Պարտնարս» (Foster and Partners) ընկերությունները: Բազմատեսակ մասնագիտացումները մեկ կորպորատիվ տանիքի տակ բերելը ընկերությանը հնարավորություն է տալիս բազմաբնույթ մասնագիտական գիտելիքները և ակնկալիքները համատեղել ծրագրի և կորպորացիայի ընդհանուր հաջողությանը:

Պետք է նշել, որ այս ինստիտուցիոնալ լուծումները, թերևս, չեն վերացնում ինտեգրված նախագծման մոտեցման անհրաժեշտությունը: Դրանք պարզապես հեշտացնում են ՇԻՆՄ իրականացումը: Բոլոր շահերը մեկ կորպորատիվ կամ պայմանագրային շահերի հետ պարզապես համատեղելով հնարավոր չէ վերացնել ինտեգրված մոտեցման իրականացման

³ For more on design-build or design-build-operate contracts visit the American Institute of Architects site (www.aia.org).
Նախագծում-շինարարություն կապալի կամ նախագծման-շինարարության-շահագործման կապալի պայմանագրերի վերաբերյալ ավելի մանրամասն տեղեկության համար այցելեք ճարտարապետների ամերիկյան ինստիտուտի կայքը (www.aia.org).

consultants are expected to remain specialized and work independently from a single corporate or contractual interest.

DEFINING IBDA⁴

IBDA seeks to achieve a wide variety of environmental and social goals while staying within budgetary and scheduling constraints. It relies on a multi-disciplinary and collaborative team, the members of which make decisions together based on a shared vision and a holistic understanding of the project. It follows the design through the entire project life, from pre-design through occupancy and into operation.

The need to engage in IBDA increases as high-performance goals are set for a building. To reach performance standards, complex processes and systems have to be designed and built. This requires recursive, inclusive problem solving with many feedback loops. It also requires whole-systems thinking that considers the long-term, lifecycle costs of a building. Figure 2 below compares IBDA to the conventional design process.



Շատ հավանական է, որ նախագծողների և փորձագետ խորհրդատուների ճնշող մեծամասնությունը նախապատվություն ունի կամ գերադասում է մասնագիտանալ և աշխատել մեկ կորպորատիվ կամ պայմանագրային շահերից անկախ:

ՇԻՆՍ-Ի ՍԱՅՄԱՆՈՒՄԸ⁴

Շենքերի ինտեգրված նախագծման մոտեցումը (ՇԻՆՍ)՝ մնալով սահմանված բյուջեի և պլանավորման սահմանափակումների շրջանակում, բնապահպանական և սոցիալական լայն նպատակներ է հետապնդում: Այն հույսը դնում է բազմապրոֆիլային և համագործակցային թիմի վրա, որի անդամները որոշումները կայացնում են համատեղ՝ հիմնվելով ծրագրի վերաբերյալ բոլորի կողմից ընդունելի տեսլականի և ամբողջական պատկերացման վրա: Ծրագրի ամբողջ ընթացքում այն իրականացվում է ըստ նախագծի՝ սկսած նախնական նախագծման փուլից մինչև զբաղեցումը և շահագործումը:

ՇԻՆՍ կիրառման անհրաժեշտությունը մեծանում է շենքերի առջև դրված բարձր արդյունավետության նպատակներին համընթաց: Արդյունավետության այդ ստանդարտներին հասնելու համար անհրաժեշտ են համալիր գործընթացներ, ինչպես նաև համակարգեր, որոնք պետք է նախագծվեն և կառուցվեն: Դա պահանջում է խնդիրների ռեկուրսիվ, ներառական մոտեցում՝ հետադարձ կապի բազմաթիվ ցիկլերով: Այն նաև պահանջում է ամբողջական համակարգային մոտեցում, որը դիտարկում է շենքի երկարաժամկետ, ամբողջ կենսափուլի արժեքը:

⁴ This section relies substantially on an excellent report: by Busby Perkins+Will Stantec Consulting (BPWSC), *Roadmap for The Integrated Design Process: Summary Guide*, Canada: British Columbia Green Building Roundtable, 2007. Another very useful resource used substantially for this section is the Whole Building Design Guide, a program of the US National Institute of Building Sciences (see www.wbdg.org).

Այս բաժինը զգալիորեն հիմնված է Busby Perkins+Will Stantec խորհրդատվական ընկերության «Ինտեգրված նախագծման գործընթացի քայլերը. ամփոփ ուղեցույց» գերազանց զեկույցի վրա, որը պատրաստվել է Կանադայում, Բրիտանական Կոլումբիայի կանաչ շենքերի կլոր սեղանի համար: Այս բաժնի հիմքում դրված մեկ այլ շատ օգտակար աղբյուր է «Շենքը որպես ամբողջություն. նախագծման ուղեցույց», Շինարարական գիտությունների ԱՄՆ ազգային ինստիտուտի ծրագիր (տե՛ս www.wbdg.org):

Ստորև բերված նկ. 2-ում ՇԻՆՄ-ը համեմատվում է սովորական նախագծման գործընթացի հետ, որը լայնորեն կիրառվում էր 20-րդ դարի երկրորդ կեսին:

Figure 2. Comparison of IBDA and conventional design approach

| | Integrated Building Design Approach (IBDA) | | Conventional Design Approach |
|---|---|-----|---|
| 1 | Inclusive from the outset | vs. | Involves team members only when essential |
| 2 | Front loaded - time and energy invested early | vs. | Less time, energy and collaboration exhibited in early stages |
| 3 | Decisions influenced by broad team | vs. | More decisions made by fewer people |
| 4 | Iterative process | vs. | Linear process |
| 5 | Whole-systems thinking | vs. | Systems often considered in isolation |
| 6 | Allows for full optimization | vs. | Limited to constrained optimization |
| 7 | Seeks synergies | vs. | Diminished opportunity for synergies |
| 8 | Lifecycle costing | vs. | Emphasis on up-front costs |
| 9 | Process continues through occupancy | vs. | Typically finished when construction is complete |

Source: Busby Perkins+Will Stantec Consulting, *Roadmap for the Integrated Design Process* (Canada: British Columbia Green Building Roundtable, 2007)

Նկար 2. ՇԻՆՄ -ի և սովորական նախագծման մոտեցման համեմատությունը

| | Շենքի ինտեգրված նախագծման մոտեցում (ՇԻՆՄ) | Սովորական նախագծման մոտեցում |
|---|---|---|
| 1 | Ի սկզբանե ներգրավված | Թիմն անդամներ է ներգրավում միայն անհրաժեշտության դեպքում |
| 2 | Վաղորոք ներդնել ժամանակը և էներգիան | Վաղ շրջանում ավելի քիչ ժամանակ, էներգիա և համատեղ գործակցություն է ցուցաբերվում |
| 3 | Ընդարձակ թիմի կարծիքը ազդում է որոշումների վրա | Որոշումներից շատերն ընդունվում են մի քանի անձանց կողմից |
| 4 | Իտերատիվ գործընթաց | Գծային գործընթաց |
| 5 | Ընդունվում է որպես ամբողջական համակարգ | Համակարգերը հաճախ դիտարկվում են որպես մեկուսացված բաղադրիչներ |
| 6 | Լիարժեք օպտիմալացման հնարավորություն | Բավարարվում է սահմանափակ օպտիմալացմամբ |
| 7 | Ձգտում է փոխգործակցության | Նվազեցնում է փոխգործակցության հնարավորությունը |
| 8 | Կենսափուլի արժեքի հաշվարկ | Շեշտը դրվում է ծախսերի նախնական հաշվարկի վրա |
| 9 | Գործընթացը շարունակվում է զբաղեցվածության ընթացքում | Սովորաբար վերջանում է շինարարության ավարտի հետ միասին |

Աղբյուրը՝ Busby Perkins+Will Stantec Consulting «Ինտեգրված նախագծման գործընթացի ճանապարհային քարտեզ, Համառոտ ուղեցույց» (Կանադա. Բրիտանական Կոլումբիայի կանաչ շենքերի կլոր սեղան, 2007թ.)

The differences highlighted in Figure 2 may require explanation, although some are more self-evident than others. Below is a description of each of the 9 key characteristics of IBDA and how they differ from those of the “traditional” approach. While there are overlaps between some of the 9 characteristics, each one highlights a unique aspect of the process that warrants examination.

Նկ. 2-ում ներկայացված տարբերությունները միգուցե բացատրության կարիք ունենան, թեև դրանց մի մասը, հավանաբար, ավելի ակնհայտ են, քան մյուսները: Ստորև բերված է ՇԻՆՄ-ի յուրաքանչյուր 9 հիմնական հատկանիշների նկարագրությունը և այն, թե ինչպես են դրանք տարբերվում «ավանդական» մոտեցման հատկանիշներից: Չնայած այդ 9 հատկանիշներից մի քանիսը մասնակիորեն համընկնում են, այդուհանդերձ, դրանցից յուրաքանչյուրը գործընթացի մի այնպիսի յուրահատուկ կողմ է ընդգծում, որն արժե քննության առնել:

1. Inclusive from the outset

Structured and well thought-out inclusion of various experts to share understanding on the expected performance standards of a building results in better design than if experts are brought in to solve isolated problems at discrete points in time during the design phase. The IBDA facilitator or champion brings together a diverse and knowledgeable team. This individual also plans key meetings and prepares team-building and common goal-setting charrettes and meetings. Throughout the design and construction phase, the team meets to address issues collectively. Of course, each expert would still have to do their work individually and be responsible for their individual results. The inclusive process helps participants hear many perspectives, which often results in finding solutions one would otherwise not see if working individually.

2. Front loaded - time and energy invested early

An integrated approach that includes key professionals and experts at the outset will clearly front load the time commitment needed for the design of a building. This also means that adequate financial incentives have to be provided to experts and consultants.

A principal recognition underlying IBDA is that design changes in later phases of a project are more expensive and time consuming than at earlier phases of a project. This becomes particularly acute when a project moves into the construction phase. Inadequate design decisions (or a lack thereof) may lead to either very costly change orders or sub-optimal performance if a change is simply cost prohibitive. Figure 3 summarizes this design effort to cost relationship over time.

By bringing together multi-disciplinary experts such as the architect, the builder, consultants and engineers, IBDA allows for better design solutions earlier in the life of the project, when there are more opportunities to devise and implement cost-effective solutions, with comparatively low effort for design.

1. Ի սկզբանե ներգրավված

Շենքից սպասվելիք արդյունավետության ստանդարտների պահանջների վերաբերյալ համակարծիք՝ տարբեր մասնագետների կառուցվածքային և խելամիտ ներգրավումն ավելի լավ արդյունքի է հանգեցնում, քան անկանոն՝ ըստ անհրաժեշտության նախագծման փուլում առանձին խնդիրների լուծման համար մասնագետ հրավիրելը: ՇԻՆՄ կազմակերպիչը կամ առաջնորդը բազմակողմանի և բանիմաց թիմ է կազմավորում: Նույն անձը նաև պլանավորում է առանցքային ժողովներ թիմի կազմավորման ու ընդհանուր նպատակների սահմանման համար, ինչպես նաև նախապատրաստում է հանդիպումներ և նախագծման մաս կազմող համատեղ աշխատանքներ: Նախագծման և շինարարության փուլի ամբողջ ընթացքում առաջացած խնդիրները թիմը լուծում է համատեղ՝ ժողովների միջոցով: Իհարկե, սա չի նշանակում, որ յուրաքանչյուր մասնագետ չպետք է անձամբ կատարի իր աշխատանքը և անձնական պատասխանատվություն կրի արդյունքների համար: Ներգրավվածության այս գործընթացը օգնում է մասնակիցներին լսել այսպիսի մոտեցումների մասին, որոնք հաճախ հանգեցնում են այնպիսի լուծումների, որոնք նրանք չէին գտնի, եթե աշխատեին ինքնուրույն՝ առանց բազմապրոֆիլային խմբի մասնակցության:

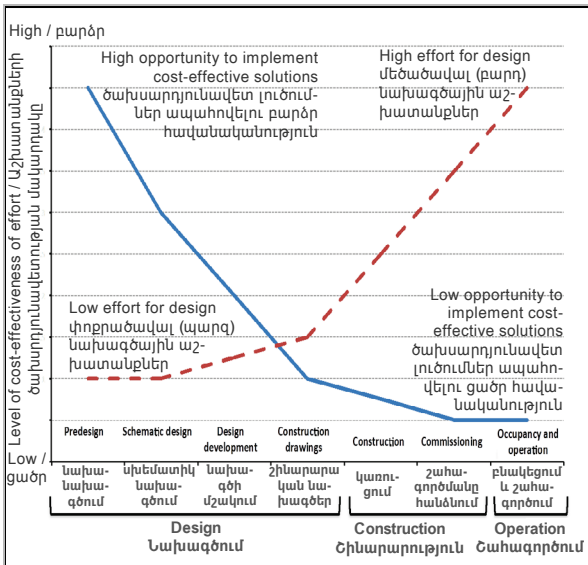
2. Վաղօրոք ներդնել ժամանակը և էներգիան

Ինտեգրված մոտեցումը, որն ի սկզբանե ընդգրկում է առանցքային մասնագետների ու փորձագետների ներգրավումը, հստակորեն սահմանում է շենքի նախագծման համար անհրաժեշտ ժամանակային պարտավորությունները՝ ի տարբերություն այն դեպքի, երբ նման ներգրավվածություն չկա: Սա նաև նշանակում է, որ փորձագետներին և խորհրդատուներին պետք է նախատեսվի համարժեք նյութական խրախուսում:

ՇԻՆՄ-ի հիմքում դրված հիմնական հատկանիշն այն է, որ ծրագրի հետագա փուլերում նախագծի փոփոխություններն ավելի թանկ ու ժամանակատար են, քան ծրագրի ավելի վաղ փուլերում: Այս հարցը հատկապես սուր է դրվում, երբ ծրագիրն անցնում է շինարարության փուլին: Անհամարժեք նախագծային որոշումները (կամ դրանց բացակայությունը) կարող են հանգեցնել կամ շատ թանկարժեք փոփոխության հայտերի, կամ նվազ օպտիմալ կատարողական ցուցանիշների, եթե փոփոխության պատճառով լրացուցիչ ծախսեր կատարելը պարզապես արգելված է: Նկ. 3-ում

Figure 3. A schematic representation of design effort compared to producing cost-effective solutions through various phases of a building project

Source: ENSAR Group cited in p. 38 of "Greening Federal Facilities" (US Department of Energy, 2001)



Աղբյուրը՝ ENSAR Group-ից մեջբերում, էջ 38, "Greening Federal Facilities" (ԱՄՆ Էներգետիկայի դեպարտամենտ, 2001թ.)

Նկար 3. Ծինարարական ծրագրի տարբեր փուլերի ընթացքում նախագծային աշխատանքների և շահավետ լուծումների համեմատության սխեմատիկ հարաբերակցության պատկերը:

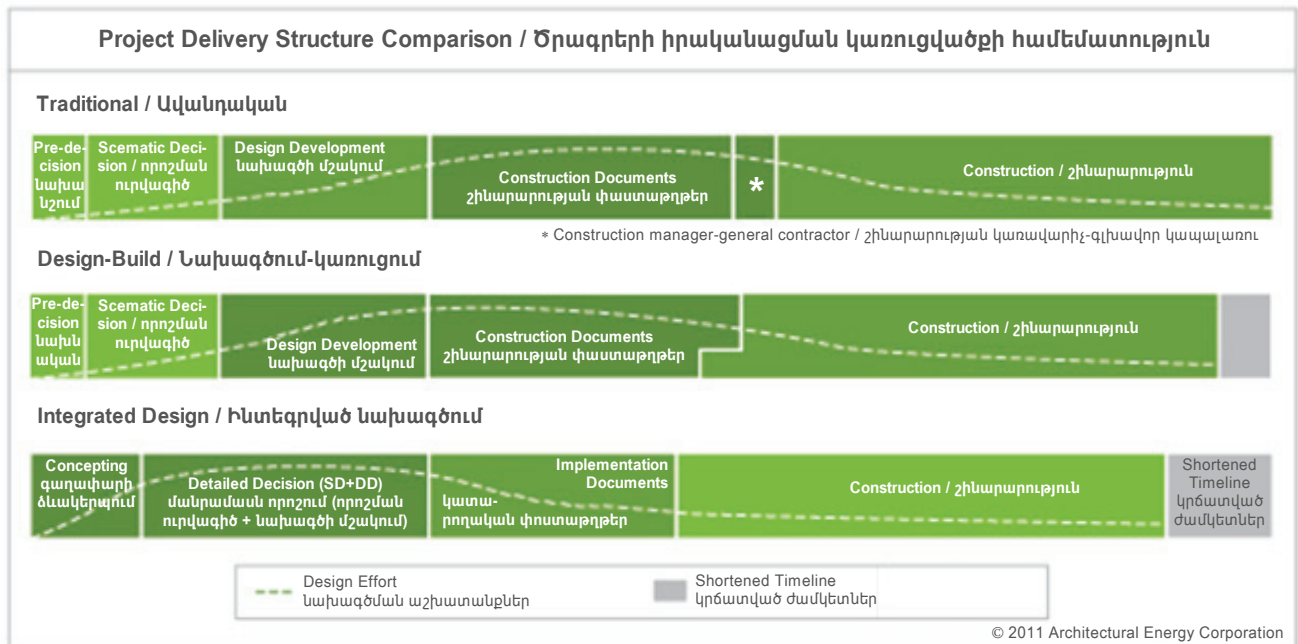
Experience shows that this front loading of design efforts has several positive results. Figure 4 below compares the experience of one US-based company with respect to building projects carried out using traditional, design-build, and integrated design approaches. Their experience shows that design effort for an integrated approach is higher at the concept and schematic phases, and tapers off in the construction-documentation and construction phases. This has led to a more efficient construction phase.

Ներկայացված է նախագծային աշխատանքների և արժեքի հարաբերակցությունը ժամանակի ընթացքում: Համախմբելով բազմապրոֆիլային այնպիսի մասնագետների, ինչպիսիք են ճարտարապետը, շինարարը, խորհրդատուները և ճարտարագետները, ԾԻՆՄ-ը թույլ է տալիս ավելի լավ նախագծային լուծումներ տալ ծրագրի ավելի վաղ կենսափուլի ընթացքում, երբ համեմատաբար փոքրածավալ նախագծային աշխատանքով ավելի մեծ հնարավորություններ կան հասնելու շահավետ լուծումների մշակմանը և իրականացմանը:

Փորձը ցույց է տալիս, որ նման վաղորոք կատարվող նախագծային աշխատանքը մի շարք դրական արդյունքների է բերում: Ստորև բերված նկ. 4-ում համեմատություն է կատարվում մի ամերիկյան ընկերության կողմից ավանդական նախագիծ-շինարարություն և ինտեգրված նախագծում մոտեցումներով իրականացված շինարարական ծրագրերի միջև: Նրանց փորձը ցույց է տալիս, որ նախագծային աշխատանքում ինտեգրված մոտեցման կարիքը ավելի մեծ է հայեցակարգման և սխեմատիկ փուլերի ընթացքում և նվազում է շինարարության փաստաթղթավորման և շինարարության իրականացման փուլերում: Սա նաև բերում է շինարարության փուլի արդյունավետության բարձրացմանը:

Figure 4. Summary of a US-based company’s experience with various project delivery modes

Source: “Integrated Design: Better Buildings through Collaboration”, accessed August 2014, www.archenergy.com/news/integrated-design-better-buildings-through-collaboration



Աղբյուրը՝ «Integrated Design: Better Buildings through Collaboration», 2014թ. օգոստոսի դրությամբ, www.archenergy.com/news/integrated-design-better-buildings-through-collaboration

Նկար 4. Ամերիկյան ընկերության կողմից զանազան մեթոդներով իրականացված ծրագրերի փորձի համառոտ նկարագրություն:

3. Decisions influenced by a broad team

In the traditional design approach, fewer people make key decisions, decreasing the chance of making decisions that are optimal from the perspective of the building as a system and as a whole. A broad, collaborative team, however, is an essential component of a successful integrated building design process. This team has to develop open and regular lines of communication based on trust, which incorporate a clear understanding of the main goals and outcomes of engagement.

Such group dynamics and decision-making processes do not just happen by themselves. They require facilitation, management, and a concerted effort. A facilitator typically manages this process. This facilitator ensures that the team stays on course and achieves its goals throughout the many meetings, workshops, and charrettes. Such a facilitator requires specialized skills, as he or she will be working with many team-building and group-decision exercises, especially when the experience of the experts involved is rooted in traditional approaches to building design. For useful tips on how to manage such group dynamics see Box 1.

3. Ընդարձակ թիմի ազդեցությունը որոշումների կայացման վրա

Ավանդական նախագծման մոտեցման դեպքում հիմնական որոշումները կայացվում են մի քանի անձանց կողմից, այդպիսով նվազեցնելով օպտիմալ որոշումների կայացման հնարավորությունը, շենքը՝ որպես համակարգ և միասնություն ղիտարկելու տեսանկյունից: Սակայն ինտեգրված նախագծման հաջող գործընթացի կարևոր բաղադրիչներից մեկն ընդարձակ, փոխգործակցող թիմն է: Այդ թիմը պետք է մշակի վստահության վրա հիմնված մի բաց և կանոնավոր հաղորդակցման գիծ և հստակորեն հասկանա իր վրա վերցրած պարտավորության գլխավոր նպատակներն ու ակնկալվող արդյունքները:

Խմբի նման ղիսամիկան և որոշումների կայացման գործընթացն ինքնիրեն տեղի չի ունենում: Դրան հասնելու համար անհրաժեշտ է կազմակերպել, կառավարել և համաձայնեցված ջանքեր ներդնել: Սովորաբար կազմակերպիչն է կառավարում այդ գործընթացը: Նա ապահովում է, որ բազմաթիվ հանդիպումների, աշխատաժողովների և նախագծման՝ համատեղ կատարվող բաղադրիչների ամբողջ ընթացքում թիմը գնա նախանշված ուղով և հասնի իր նպատակներին: Նման կազմակերպչից պահանջվում է ունենալ մասնագիտական

The organizational and decision-making processes of IBDA are fundamentally different from that of the traditional approach. Figures 5 and 6 represent the different team arrangements and their relationships through the life of a project. The team members should bring perspectives from multiple disciplines and represent different stakeholders, combining the knowledge, skills, and interests of key players throughout the building project and consequent operation.

հմտություններ, քանի որ նա լուծելու է թիմի կազմավորման և համատեղ որոշումների կայացման շատ խնդիրներ հատկապես այն պայմաններում, երբ ներգրավված մասնագետների մոտ արմատավորված է շենքի նախագծման ավանդական մոտեցումը: Այդպիսի խմբի դի-նամիկան կառավարելու վերաբերյալ օգտակար խորհուրդները տե՛ս Ներդիր 1:

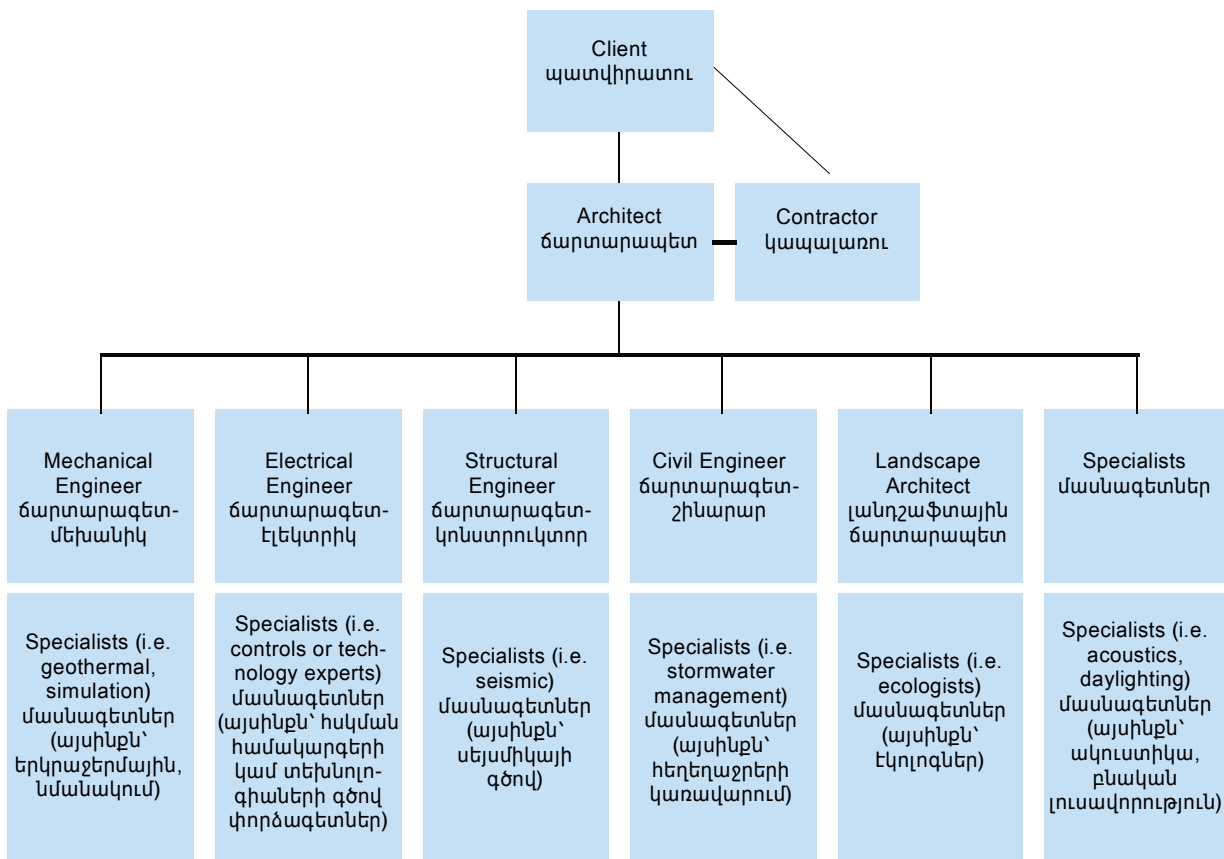
ՇԻՆՄ-ի կազմակերպական և որոշումների կայացման գործընթացը հիմնովին տարբերվում է ավանդական մոտեցումից: Նկ. նկ. 5-ում և 6-ում ներկայացվում են թիմային տարբեր կառուցվածքներն ու դրանց հարաբերությունները ծրագրի կենսափուլի ամբողջ ընթացքում: Թիմի անդամները պետք է արտահայտեն բազմապրոֆիլային տեսակետներ և ներկայացնեն

տարբեր շահառուների՝ ծրագրի շինարարության և շահագործման ողջ ընթացքում համախմբելով գիտելիքները, հմտությունները և առանցքային դերակատարների շահերը:

Figure 5. Traditional design team

Note: The line connecting the client and the contractor is not in the original chart prepared by BPWSC. The author of this module adds it because often clients have a direct contractual relationship with the contractor (the constructor); as such they directly influence the decision-making processes of the contractor, as well as the relationship between the contractor and the architect.

Source: Figures 5 and 6, BPWSC, Roadmap.

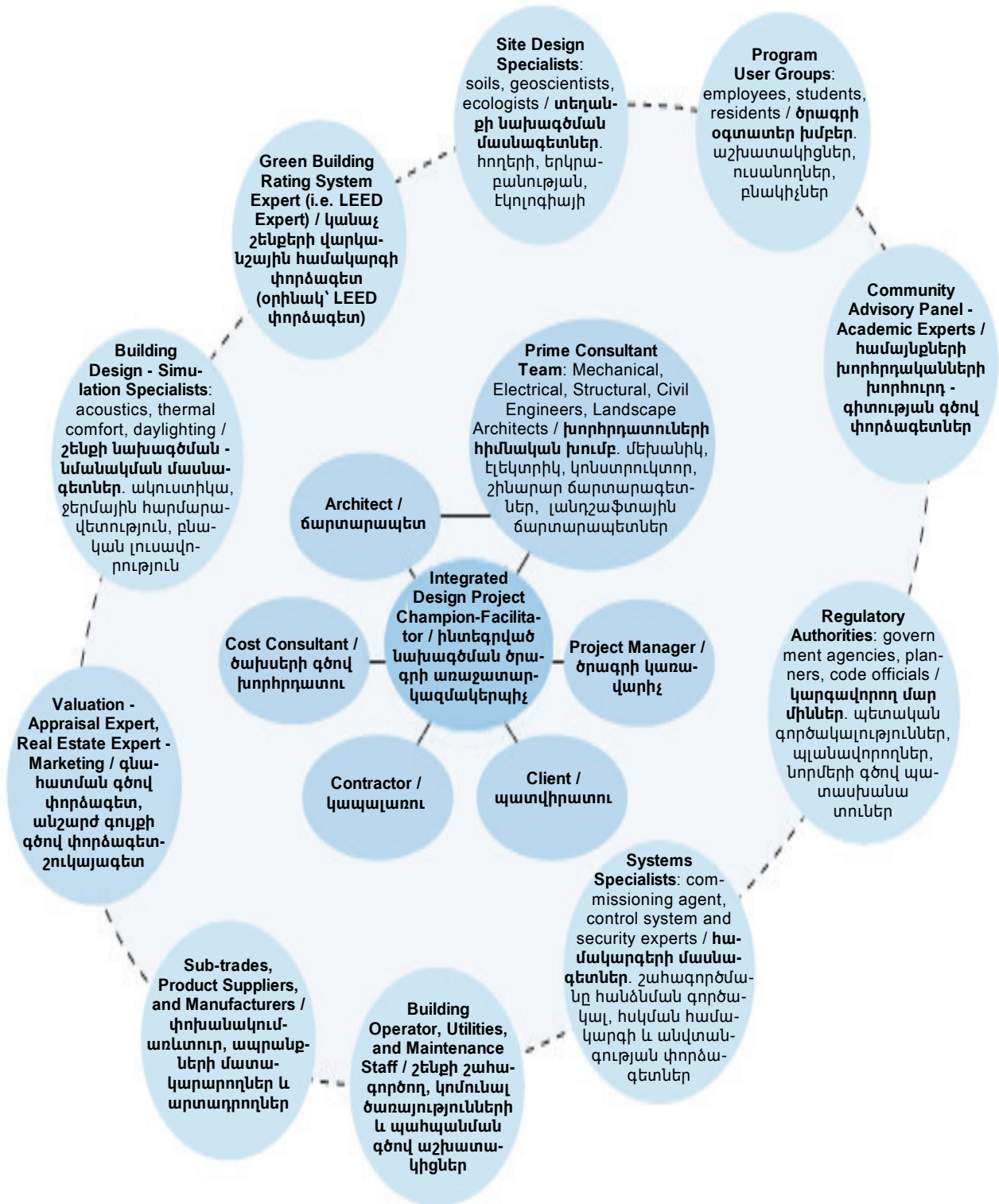


Աղբյուրը՝ Նկարներ 5 և 6. Busby Perkins+Will Stantec Consulting «խնտեգրված նախագծման գործընթացի ճանապարհային քարտեզ, Համառոտ ուղեցույց» (2007թ.)

Նշում՝ Հաճախորդին և կապալառուին միացնող գծը Busby Perkins+Will Santec Consulting-ի կողմից կազմված գծապատկերի բնօրինակում բացակայում է: Սույն մոդուլի հեղինակն այդ լրացումը կատարել է այն պատճառով, որ հաճախորդները հաճախ ուղղակի պայմանագրային հարաբերություններ են ունենում կապալառուի (շինարարի) հետ և այդ պարագայում նրանց անմիջականորեն ազդում են կապալառուի որոշումների կայացման գործընթացի, ինչպես նաև կապալառուի և ճարտարապետի փոխհարաբերությունների վրա:

Նկար 5. Ավանդական նախագծման թիմ

Figure 6. Integrated design team



Սկար 6. Ինտեգրված նախագծման թիմ

BOX 1. THE MARSHMALLOW CHALLENGe: AN INSTRUCTIVE EXAMPLE OF TEAMWORK AND ITERATIVE DESIGN

The Marshmallow Challenge is an instructive design challenge. It involves the task of constructing the highest-possible freestanding structure with a marshmallow on top. The structure must be completed within 18-minutes using only 20 sticks of spaghetti, one yard (about 91.5 cm) of tape, and one yard of string.

Observation and studies of participants show that kindergartners are regularly able to build higher structures in comparison with groups of business-school graduates. This is explained by the tendency for children to at once stick the marshmallow on top of a simple structure, test the prototype, and continue to improve upon it. Business-school students, on the other hand, tend to spend time vying for power, planning, and finally producing a structure to which the marshmallow is added. The challenge was invented by Peter Skillman of Palm, Inc. and popularized by Tom Wujec of Autodesk.

Visit the following sites for additional information on the Marshmallow Challenge:

ՆԵՐՂԻՐ 1. «ԿԱՐԿԱՆԴԱԿԻ ԽՆԴԻՐԸ». ԹԻՄԱՅԻՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ԵՎ ԻՏԵՐԱՏԻՎ ՆԱԽԱԳԾԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱԿԱՆ ՕՐԻՆԱԿ

Կարկանդակի խնդիրը նախագծման ուսումնական խնդիր է: Առաջադրանքը հետևյալն է. կառուցել հնարավորինս բարձր առանձին մի կառույց և դրա գագաթին կարկանդակ դնել: Առաջադրանքի կատարման համար տրվում է 18 րոպե և միայն մակարոնի 20 չոփիկ, 91.5 սմ (մեկ յարդ) երկարությամբ կաշուն ժապավեն և 91.5 սմ երկարությամբ թել:

Մասնակիցների դիտարկումներն ու ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ մանկապարտեզի սաները սովորաբար ավելի բարձր են կառուցում, քան բիզնես դպրոցի շրջանավարտները: Սա բացատրվում է նրանով, որ երեխաները սկզբում փորձում են կարկանդակը միանգամից փակցնել մի պարզ կառույցի գագաթին, փորձարկել նախատիպը և, այնուհետև, շարունակել կատարելագործել այդ փորձը: Իսկ բիզնես դպրոցի շրջանավարտները ժամանակը ծախսում են աքլորակով, պլանավորման վրա, և վերջապես մի կառույց են պատրաստում՝ գլխին դնելով կարկանդակը: Խնդրի հեղինակը Փիթեր Սքիլմանն է, Palm, Inc., տարածողը՝ Թոմ Վուջեքը, Autodesk.

Կարկանդակի խնդրի մասին լրացուցիչ տեղեկությունների համար այցելեք հետևյալ կայքը.

- www.marshmallowchallenge.com/Welcome.html
- www.ted.com/talks/lang/en/tom_wujec_build_a_tower.html

4. Iterative process

In the traditional design process, decisions are made in a linear stream. Earlier decisions and assumptions are frequently left unquestioned and unchanged. An integrated design process, however, incorporates feedback loops that allow for the review and reevaluation of earlier decisions. Such an iterative process allows team members with varied expertise to revisit previous decisions and make adjustments. Such feedback loops can continue into the construction, commissioning, and operation phases of the building.

Greatly assisting this iteration process are software tools and building information modeling (BIM) systems, which digitally model a building's physical and functional aspects as well as daylighting, thermal performance, acoustics, structure, costs, etc. An iterative process can rely on virtual modeling to improve and optimize decisions.

The use of computer modeling and parametric design tools has exploded in recent years. This could be a positive factor in making the field more open to using information technology to engage in iterative design. However, to be realistic, even six or seven years ago the building industry was still lagging behind other industries, such as automotive and aerospace, in using software tools to iterate options and find optimal solutions.⁵

A 2007 survey of 50 design professionals (5 architects and 45 multi-disciplinary engineers) at Arup and Partners in San Francisco and London showed that most of these professionals (even at an highly innovative and integrated practice like that of Arup) did very little design iteration. The survey showed that, on average, 2-3 iterations were done per project (Figure 7). This is significantly lower than the hundreds of iterations that happen in the automotive and aerospace industries. The Arup professionals surveyed reported that most of their time was spent on managing design information, including manually integrating and coordinating discipline-specific design and analytical representations (Figure 7).⁶

One key limitation is that the vast majority of computer-aided design (CAD) software used

4. Իտերատիվ գործընթաց

Ավանդական նախագծման գործընթացում որոշումները կայացվում են գծային հոսքով: Նախկինում ընդունված որոշումներն ու ենթադրությունները հաճախ մնում են անվիճելի և անփոփոխ: Ինտեգրված նախագծման գործընթացը, սակայն, բաղկացած է հետադարձ կապի ցիկլերից, որը հնարավորություն է տալիս վերանայել և վերագնահատել նախկինում կայացված որոշումները: Այսպիսի գործընթացը թիմի տարբեր մասնագիտական փորձով օժտված անդամներին հնարավորություն է տալիս անդրադառնալ նախկինում կայացված որոշումներին և ճշգրտումներ կատարել: Նման հետադարձ կապի ցիկլերը կարող են շարունակվել շենքի շինարարության, շահագործման հանձնման և շահագործման ընթացքում:

Այս իտերատիվ գործընթացին մեծապես օգնում են ծրագրային գործիքները, Շենքի համալիր նկարագրության-մոդելավորման համակարգերը, որոնք թվային ֆորմատով մոդելավորում են շենքերի ֆիզիկական և ֆունկցիոնալ ասպեկտները, ինչպես նաև ցերեկային լուսավորությունը, ջերմային բնութագրի ցուցանիշները, ակուստիկան, կոնստրուկցիան, ծախսերը և այլն: Որոշումները բարելավելու և օպտիմալացնելու նպատակով իտերատիվ գործընթացը կարող է ապավինել այդպիսի վիրտուալ մոդելավորմանը:

Համակարգչային մոդելավորումը և հարաչափային նախագծման գործիքների կիրառումը բուռն զարգացում է ապրել վերջին տարիներին: Սա կարող է դրական գործոն հանդիսանալ իտերատիվ նախագծման մեջ տեղեկատվական տեխնոլոգիաների կիրառման դաշտը ավելի բաց դարձնելու համար: Այնուամենայնիվ, հանուն իրականության նշենք, որ ընդամենը վեց կամ յոթ տարի առաջ շինարարության ոլորտում տարբերակները իտերացնելու (կրկնելու) և օպտիմալ լուծումներ գտնելու նպատակով ծրագրային գործիքների կիրառումը դեռ բավական ետ էր մնում այլ ոլորտներից, ինչպիսիք են, օրինակ՝ ավտոմոբիլային և ավիացիոն, տիեզերագնացության արդյունաբերությունը:⁵

2007թ. փետրվարին Սան Ֆրանցիսկոյում և Լոնդոնում «Արուփ և Գործընկերներ» ընկերության համար աշխատող 50 մասնագետ-նախագծողների (5 ճարտարապետ և 45 բազմապրոֆիլային ճարտարագետ) միջև անցկացված

⁵ Forest Flager, Benjamin Welle, Prasun Bansal, Grant Soremekun and John Haymaker, "Multidisciplinary process integration and design optimization of a classroom building," *Journal of Information Technology in Construction* 14, 595-612, <http://www.itcon.org/2009/38>.

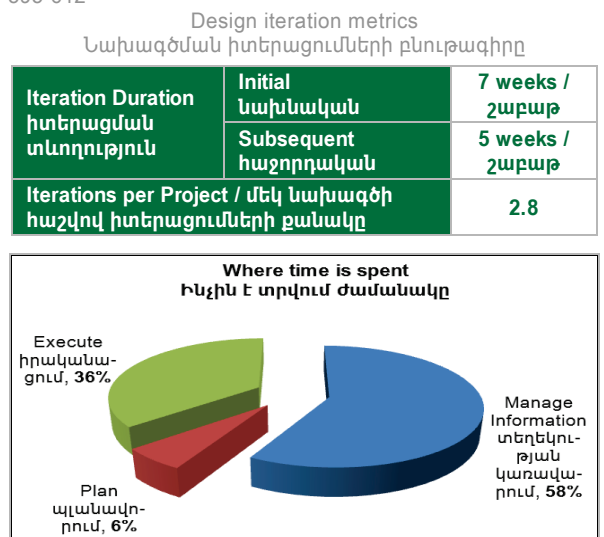
⁶ Forest Flager and John Haymaker, *A Comparison of Multidisciplinary Design, Analysis and Optimization Processes in the Building Construction and Aerospace Industries*, Stanford: Center for Integrated Facilities Engineering.

in the industry does not allow for parametric modeling, i.e. modeling that allows for rapid changes in geometric and non-geometric variables. Moreover, tools that are in use do not represent information in a form that facilitates multi-disciplinary analysis using simulation-based engineering.⁷

Despite these findings, which still may be true for the majority of the building industry, the use of parametric design tools in architecture has increased rapidly over the past 5 years or so. As architecture, engineering, and construction schools and training programs rapidly incorporate such tools into curricula, the profession should be in a position to overcome the capacity obstacles cited above.

Figure 7. Architecture, engineering, and construction professionals only consider a few design alternatives due to significant time spent managing information

Source: Flagler F., Welle B., Bansal P., Soremekun G., Haymaker J. (2009) "Multidisciplinary process integration and design optimization of a classroom building," Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 14, pg. 595-612



Աղբյուրը՝ Flagler et al, *Multidisciplinary process integration* «Դասասենյակների կառուցման բազմապրոֆիլային գործընթացի ինտեգրում և նախագծի օպտիմալացում», ITcon ամսագիր, հատոր 14, էջ 595-612:

Նկար 7. Տվյալների կառավարման վրա ծախսվող զգալի ժամանակի պատճառով ճարտարապետները, ճարտարագետները և շինարարները ընդամենը մի քանի նախագծային տարբերակներ են դիտարկում:

5. Whole-system thinking

IBDA encourages thinking about a building as a whole system, with parts interconnected and interacting. In the traditional

մի հետազոտությունից պարզվել է, որ այդ մասնագետներից շատերը (սույնիսկ «Արուփի» նման բարձր նորարարական և բազմապրոֆիլային պրակտիկայով հանդերձ) շատ քիչ են զբաղվել նախագծի իտերացմամբ: Յետազոտությունը ցույց է տվել, որ յուրաքանչյուր նախագծի համար միջին հաշվով 2-3 իտերացում է կատարվել (նկ. 7): Սա զգալիորեն ցածր է ավտոմոբիլային և տիեզերագնացության արդյունաբերությունում կատարվող հարյուրավոր իտերացումների համեմատ: Հարցմանը մասնակցած «Արուփի» մասնագետները հաղորդել են, որ իրենց ժամանակի մեծ մասը ծախսվում է նախագծին առնչվող տվյալների կառավարման վրա, ներառյալ պրոֆիլին հատուկ նախագծի և վերլուծական պատկերների ինտեգրման և համակարգման համար կատարված ձեռքի աշխատանքը (նկ. 7):⁶

Հիմնական սահմանափակումն այն է, որ արդյունաբերության մեջ կիրառվող համակարգչային ավտոմատացված նախագծման (CAD) ծրագրերի ստվար մեծամասնությունը պարամետրային մոդելավորման հնարավորություն չի տալիս: Դա մոդելավորման մի ձև է, որը երկրաչափական և ոչ երկրաչափական փոփոխականների արագ փոփոխության հնարավորություն է տալիս: Ավելին, կիրառվող գործիքները տվյալները չեն ներկայացնում այն ձևով, որը կհեշտացնեի նմանակման/մոդելավորման հիման վրա ճարտարագիտության կիրառմամբ բազմապրոֆիլային վերլուծությունը:⁷

Չնայած ստացված արդյունքներին, որոնք կարող են դեռևս ճշտորեն արտացոլել շինարարության ոլորտի մեծամասնության իրավիճակը, վերջին 5 տարիների ընթացքում պարամետրային նախագծման գործիքները սկսել են արագորեն մուտք գործել ճարտարապետության դաշտ: Քանի որ ճարտարապետության, ճարտարագիտության և շինարարության դպրոցները և վերապատրաստման ծրագրերը արագորեն ընդգրկել են նշված գործիքները որպես իրենց ուսումնական ծրագրի հիմնական բաղադրիչ, ապա արհեստավարժ մասնագետներն արդեն հնարավորություն կունենան հաղթահարել կարողությունների առաջ ծառայած վերոհիշյալ խոչընդոտները:

5. Ընդունել որպես ամբողջական համակարգ

ՇԻՆՄ-ը խրախուսում է, որ շենքը դիտարկվի որպես մի ամբողջական համակարգ՝ փոխկապակցված և փոխազդող մասերով: Ավանդական նախագծման գործընթացում մասնագետները, որպես կանոն, շենքի առանձին մասերին

⁷ Flagler et al, *Multidisciplinary process integration*.

design process, experts typically treat the individual parts of the building independently from each other, rarely thinking about the way these parts work together in the whole building.

At the city design level, the need for systems thinking is more salient. Creating a mixed-use, higher-density community oriented toward transit greatly reduces energy and resource demand when compared to a suburban development with a similar population size. Land use planning, building-design standards, and transportation planning are all interconnected; systems thinking could make for more resource efficiency and higher quality of life.

Similar systems connections exist in a building. As components and elements of a building do not function in isolation, a concerted effort to model and fully optimize interactions between these components could lead to significant savings. Orientation, lighting, building envelope, glazing, HVAC, and interior color pallet are all interrelated elements. Not only do these components have to be modeled, but their interactions should also be modeled.

In a seminal book called *Integrative Design Guide to Green Buildings: Redefining the Practice of Sustainability*, the authors, 7group and Bill Reed, give examples that demonstrate the value of thinking of a building as a whole system and not just as a sum of different parts. Below is one of the several examples they offer.

Example: *Color of wall paint with an impact on the size of a HVAC system*

In the formulas used by lighting designers, the light reflectance value (LRV) of the ceiling, walls, and floor of a given space has an impact on the amount of artificial lighting needed for that space. The higher LRV of the surfaces, the lower the need for artificial lighting. The authors cite that, in 1997, they were designing a schoolhouse. Back then, the practice was that, for a 100 square meter classroom, 16 triple-lamp T12 fixtures would be installed. By increasing the LRV of the paint that covered the walls, they reduced the number of fixtures to 12 triple-lamp T8 fixtures. This was a 25% decrease in the number of fixtures. This not only decreased the construction cost (by saving 4 fixtures for each 100 square meter room), it

վերաբերվում են որպես միմյանցից անկախ, և հազվադեպ են մտածում այն մասին, թե ամբողջ շենքում այդ մասերը ինչպես են միասին աշխատելու:

Որպես ամբողջական համակարգ ընդունելու անհրաժեշտությունը քաղաքային նախագծման մակարդակում ավելի ակնհայտ է: Դեպի տարանցիկ ուղիներ կողմնորոշված բազմանպատակային, բարձր խտությամբ համայնքի ստեղծումը մեծապես նվազեցնում է էներգիայի և ռեսուրսների պահանջարկը՝ նույն քանակի բնակչությամբ արվարձանների կառուցապատման համեմատ: Հողօգտագործման պլանավորումը, շինարարական նախագծման ստանդարտները, երթևեկության ուղիների կազմակերպումը՝ ամբողջը փոխկապակցված են, և համակարգային մտածելակերպը կարող է նպաստել ռեսուրսների ավելի բարձր արդյունավետությանն ու շատերի համար կյանքի ավելի բարձր որակ ապահովել:

Նման համակարգային կապեր կան նաև շենքում: Քանի որ շենքի բաղադրիչների ու տարրերի ֆունկցիաները իրարից մեկուսացված չեն, ապա դրանց մոդելավորման և դրանց միջև փոխազդեցության լիովին օպտիմալացման համաձայնեցված ջանքերը կարող են զգալի խնայողություններ ապահովել: Կողմնորոշումը, լուսավորությունը, շենքի արտաքին պատող կոնստրուկցիաները, ապակեպատումը, ջեռուցումը, օդափոխումը և օդորակումը, ներքին գույնավորումը փոխկապակցված տարրեր են: Անհրաժեշտ է մոդելավորել ոչ միայն այդ բաղադրիչները, այլև դրանց միջև փոխազդեցությունը:

«Կանաչ շենքերի ինտեգրված նախագծման ուղեցույց. կայունության ապահովման գործառնությունի վերաձևակերպումը» կոչվող մի գաղափարառատ գրքում 7 հեղինակների խումբը և Բիլ Րիդը օրինակներ են բերում ցույց տալու համար, թե որքան արժեքավոր է շենքերն ընդունել որպես ամբողջական համակարգ, այլ ոչ թե դրա առանձին մասերի բաղադրիչներ: Ստորև ներկայացված է նրանց կողմից առաջարկված օրինակներից մեկը:

Օրինակ. *Պատի ներկի գույնի աղդեցությունը ՋՅՕ համակարգի չափերի վրա*

Լուսավորությունը նախագծողների կողմից կիրառվող բանաձևերում տվյալ տարածքի առաստաղի, պատերի և հատակի լույսի արտացոլման արժեքը (LՎԱ) ազդում է արհեստական լուսավորության քանակի վրա: Տարածքի LՎԱ-ի ավելացման հետ նվազում է արհեստական լուսավորության անհրաժեշտությունը: Հեղինակները վկայակոչում են իրենց կողմից

also saved greatly on the building's operational costs (lighting costs can dwarf the upfront costs of purchasing fixtures).

Lighting fixtures also generate heat. The rule of thumb is that, for every watt hour of energy spent for lighting, a watt hour of energy needs to be spent to cool the space that is being lit. In a typical school, lighting can account for up to 50% of annual electricity use and up to 40% of the building's cooling loads. By reducing the use of lighting fixtures, cooling loads were also reduced. This meant that mechanical engineers could design a cooling system with reduced capacity (i.e. less costly) as well as a distribution system of ducts and pipes that was smaller in size (i.e. also less costly).

Nota Bene: For all these savings to be realized, the architect has to know the LRV of the color used and the LRV needed to generate savings. Furthermore, the lighting engineer has to know the LRV of the color selected for the wall paint. This engineer would have to calculate the LRV on the designed color and not use a standard, rule of thumb estimation of LRV. Finally, the mechanical engineer has to look at the actual number of light fixtures used and not merely calculate the size of HVAC and its distribution network based on standard practice. For all of this to be effectively communicated, an integrated design process needs to be in place to ensure frequent, timely, and inclusive communication and decision making.

6. Allows for full optimization

Optimization of solutions is expected of professionals when they make design suggestions. This is, however, a task that is not always easy for large and complex systems such as buildings. Often, a building is inadequately designed in terms of orientation, size, HVAC, structure, etc.

To find optimal solutions, software analysis and iterations of solutions have to be tested and virtually prototyped. The section above on design iteration has highlighted a few obstacles to optimizing designs through iteration and multi-disciplinary integration. The section also mentioned that the building industry has been rapidly changing - there is a greater number of tools available and schools preparing professionals to use these tools.

1997թ. նախագծված դպրոցի շենքը: Ըստ այդ ժամանակ գործող պրակտիկայի 100 մ² դասասենյակի համար տեղադրվում էր երեք լամպերով 16 հատ T12 տիպի լուսավորման սարք: Պատերի ներկի LRV-ն ավելացնելու միջոցով նրանք լուսավորման սարքերի քանակը պակասեցրեցին՝ հասցնելով 12 հատ T8 տիպի լուսավորման սարքի, արդյունքում 25%-ով նվազեցնելով լուսավորման սարքերի քանակը: Սա ոչ միայն նվազեցրեց շինարարության արժեքը (ամեն 100 մ² սենյակի համար խնայելով 4 լուսավորման սարք), այն մեծ խնայողություններ բերեց շենքի շահագործման ծախսերում, որը, հատկապես լուսավորության դեպքում, փոքրացնում է լուսավորման սարքերի ձեռքբերման նախնական ծախսը:

Լուսավորման սարքերը նաև ջերմություն են արտադրում: Բուժ մատի օրենքն ասում է, որ լուսավորության համար ծախված էներգիայի ամեն մեկ Վտ*ժ-ի համար մեկ Վտ*ժ էներգիա է պետք այդ նույն լուսավորվող տարածքի հովացման համար: Սովորական դպրոցում լուսավորումը կարող է օգտագործել էլեկտրաէներգիայի տարեկան ամբողջ սպառման մինչև 50%, և շենքի հովացման բեռի մինչև 40%: Լուսավորման սարքերի քանակը կրճատելով՝ նվազում է նաև հովացման բեռը: Սա նշանակում է, որ այժմ ճարտարագետ-մեխանիկները կարող են ավելի պակաս հզորությամբ (այսինքն՝ ավելի քիչ ծախսատար) հովացման համակարգ նախագծել, որի արդյունքում նաև բաշխման ցանցի խողովակների և օդատարների չափերը ավելի փոքր կլինեն (այսինքն՝ ավելի քիչ ծախսատար):

Ուշադրություն. Այս բոլոր խնայողությունների իրականացման համար ճարտարապետը պետք է իմանա, թե որքան է իր կողմից օգտագործվող ներկի գույնի LRV, և որ ընտրված գույնը այնպիսի LRV ունի, որից ցածրն արդեն խնայողություններ է առաջացնելու: Բացի դրանից, ճարտարագետ լուսատեխնիկը պետք է իմանա, թե ճարտարապետի ընտրած ներկի գույնը ինչպիսի LRV ունի: Գարտարագետը պետք է հաշվարկի նախագծով որոշված ներկի գույնի LRV-ը և ոչ թե օգտագործի ստանդարտ, ըստ բուժ մատի օրենքի հաշվարկած LRV-ը: Վերջապես, ճարտարագետ մեխանիկը պետք է հաշվի առնի կիրառվող լուսավորման սարքերի փաստացի քանակը, այլ ոչ թե ստանդարտ պրակտիկայի հիման վրա հաշվարկի ՋՅՕ-ի և դրա բաշխման ցանցի չափերը: Այս ամենը միասին աշխատեցնելու համար անհրաժեշտ է ինտեգրված նախագծման գործընթաց իրականացնել, որը կապահովի հաճախակի, ժամանակին և ներառական հաղորդակցումը և որոշումների կայացումը:

Such a process of multi-disciplinary optimization (MDO) is essential if buildings are to radically reduce energy use, as well as upfront and lifecycle costs.



Հաճախ կողմնորոշման, չափերի, ՁՅՕ-ի, կոնստրուկցիաների և այլնի տեսակետից շենքը թերի է նախագծվում: Օպտիմալ լուծումներ գտնելու համար դրանք անհրաժեշտ է փորձարկվել ծրագրային վերլուծության ու իտերացիայի միջոցով և կառուցել դրանց վիրտուալ նախատիպը: Նախագծի իտերացման մասին բաժնում խոսվում է իտերացիայի և բազմապրոֆիլային ինտեգրման միջոցով նախագծի օպտիմալացման առաջ ծառայած մի քանի խոչընդոտների մասին: Նույն բաժնում նաև նշվում է, որ շինարարության ոլորտն արագորեն փոխվում է ավելի մեծ թվով գործիքների և այդ գործիքներն օգտագործող մասնագետներ պատրաստվող դպրոցների առկայության շնորհիվ:

Բազմապրոֆիլային օպտիմալացման (ԲՊՕ) այդ գործընթացը էական նշանակություն ունի, եթե պետք է, որ շենքերը հասնեն այն արմատական էներգախնայողությանը, նախնական ծախսերի կրճատմանը և կենսափուլի արժեքի ցուցանիշներին, որոնք այդ շենքերից ակնկալվում են:

7. Seeks synergies

A multi-disciplinary, integrated approach to buildings could reveal synergies that enhance the chances of achieving the building-performance goals set by the design team. For instance, if a site has an existing structure, preservation of part or all of the existing structure (if it is structurally sound) will substantially reduce the lifecycle costs of the new building, especially by reducing the solid waste generated and the resources used for rebuilding. Such a synergy between preservation and green building goals should be actively sought.

Another example, while initially not at the building level, is using the waste heat from sewer lines to generate neighborhood heating that could be fed into buildings. Some cities in Canada and Finland already do this. Cost-effective cogeneration opportunities would lead to such synergistic results. Oslo, for instance, is channeling the heat generated from computer data centers into district heating systems.⁸

8. Lifecycle costing

The traditional approach to design looks at the initial, upfront costs of a building or its components. However, lowering initial costs may not be advantageous from a long-term,

6. Լիարժեք օպտիմալացման հնարավորություն

Լուծումների օպտիմալացումն այն է, ինչը սպասվում է մասնագետներից՝ նախագծային առաջարկություններ անելիս: Սակայն դա մի խնդիր է, որ միշտ չէ, որ հեշտ է լուծել շենքերի նման խոշոր և բարդ համակարգերի դեպքում:

7. Ձգտում է փոխգործակցության

Շենքերի նկատմամբ բազմապրոֆիլային, ինտեգրված մոտեցումը կարող է բերել այնպիսի փոխգործակցության, որը կմեծացնի նախագծող թիմի կողմից սահմանված՝ շենքի արդյունավետության ցուցանիշների նպատակներին հասնելու հնարավորությունը: Օրինակ, եթե շինհրապարակում արդեն ինչ-որ կոնստրուկցիաներ կան, ապա առկա կոնստրուկցիաների ամբողջական կամ մասնակի պահպանումը (եթե այն կոնստրուկտիվ առումով ամուր է) կարող է էապես կրճատել նոր շենքի կենսափուլի արժեքը՝ հատկապես շինարարական թափոնների առաջացումը և նոր կոնստրուկցիաների վերակառուցման համար ծախսվող ռեսուրսները կրճատելու շնորհիվ: Անհրաժեշտ է ակտիվորեն ձգտել խնայողությանն ու կանաչ շենքերի նպատակների միջև փոխգործակցությանը:

Մեկ այլ օրինակ, որը սկզբում շենքի մակարդակով չէր. կոյուղու ցանցում թափոններից առաջացող ջերմությունն օգտագործվում էր տեղական ջեռուցման համակարգում, որը կարող էր սնել հարևան շենքերը: Որոշ քաղաքներ Կանադայում և Ֆիլիպիններում, օրինակ, արդեն դա անում են: Համակցված էներգիայի (կոգեներացիայի) շահութավետ արտադրության հնարավորություններն ընդհանուր առմամբ կարող են հանգեցնել նման փոխգործակցության արդյունքների: Նմանատիպ օրինակ է նաև, երբ հաշվողական կենտրոններում առաջացող ջերմությունը խողովակներով միացվում է կենտրոնական ջեռուցման համակարգերին⁸:

⁸ Susan Kraemer, “Data Center under Helsinki to Warm Residents Above”, *Scientific American*, March 15, 2010.

lifecycle perspective. The energy or water costs of a building may be substantially higher over the long-term operation of the building, simply because lower cost options were selected at the design and construction phases.

To illustrate, we shall look at two equipment options for heating a building. Option A costs \$2500, whereas Option B costs \$2200. With the traditional approach, Option B would automatically be selected. However, with lifecycle costing (LCC), the lifetime costs of the equipment's operation and maintenance are also taken into account. Figure 8 below illustrates this. While the purchase cost of Option B is lower than that of Option A, it ends up costing \$700 more in terms of lifetime cost.

Figure 8. Comparison of hypothetical equipment options

| | Option A ● Տարբերակ Ա | Option B ● Տարբերակ Բ |
|--|-----------------------------|-----------------------------|
| Purchase cost Գնման արժեքը | \$2500 | \$2200 |
| Operational cost Շահագործման արժեքը | \$100 | \$250 |
| Number of periods in operation Շահագործման փուլերի քանակը | 10 | 10 |
| Total lifecycle cost = (Purchase cost + [operational cost x number of periods in operation]) Ընդամենը. կենսափուլի արժեքը = (գնման արժեք + [շահագործման արժեք x շահագործման փուլերի քանակ]) | \$4,000 | \$4,700 |

Նկար 8. Հիպոթետիկ սարքավորումների տարբերակների համեմատությունը

CAVEAT: The reader of this module is encouraged to review Module 10, which discusses the basic principles of investment analysis. Without the adequate consideration of particular concepts and principles (such as time value of money) the reader may make misleading conclusions.

9. Process continues through occupancy

The integrated approach includes performance monitoring at the occupation and operation phase of a building. Traditional approaches typically end the engagement of

8. Կենսափուլի արժեքի հաշվարկ

Նախագծման ավանդական մոտեցման դեպքում հաշվի են առնվում շենքի կամ դրա բաղադրիչների նախնական, սկզբնական ծախսերը: Սակայն նախնական ծախսերի կրճատումը

միշտ չէ, որ կարող է ձեռնառու լինել երկարաժամկետ կենսափուլի կտրվածքով: Շենքի էներգիայի ու ջրի ծախսերը կարող են զգալիորեն ավելի բարձր լինել շենքի երկարաժամկետ շահագործման ընթացքում պարզապես այն պատճառով, որ նախագծման և շինարարության փուլում ավելի ցածր գնային տարբերակ էր ընտրվել:

Սա պատկերացնելու համար եկեք դիտարկենք շենքի ջեռուցման համար նախատեսվող սարքավորումների երկու տարբերակ: Տարբերակ Ա-ի արժեքը 2500 ԱՄՆ դոլար է, իսկ Տարբերակ Բ-ի արժեքը՝ 2200: Ըստ ավանդական մոտեցման ինքնաբերաբար ընտրվելու է Բ տարբերակը: Սակայն հաշվի առնելով կենսափուլի արժեքը (ԿՓԱ)՝ հաշվի է առնվում նաև սարքավորումների շահագործման ժամկետը և պահպանման ծախսերը: Սա ներկայացված է Նկ. 8-ում: Թեև Բ տարբերակի գնման արժեքն ավելի ցածր է, քան Ա տարբերակինը, սակայն սարքավորումների շահագործման ամբողջ ժամկետի ընթացքում Բ տարբերակի արժեքը 700 դոլարով ավելի է ստացվում, քան Ա տարբերակինը:

ՊԱՐԶԱԲԱՆՈՄ. Սույն մոդուլի ընթերցողին խորհուրդ է տրվում վերանայել Մոդուլ 10-ը, որտեղ դիտարկվում են ներդրումների վերլուծության հիմնական սկզբունքները: Առանց Մոդուլ 10-ում քննարկված հասկացությունների և սկզբունքների (ինչպես, օրինակ՝ փողի ժամանակային արժեքը) պատշաճ դիտարկման՝ ընթերցողը կարող է ապակողմնորոշող եզրակացությունների հանգել:

9. Գործընթացը շարունակվում է նաև զբաղեցվածության ընթացքում

Ինտեգրված մոտեցումը ներառում է արդյունավետության ցուցանիշների մոնիթորինգը շենքի զբաղեցվածության և շահագործման փուլերում: Ավանդական մոտեցման դեպքում, սովորաբար, նախագծողների, փորձագետ խորհրդատուների և շինարարների ներգրավվածությունը ավարտվում է շինարարության ավարտով: Հնարավոր է, որ շենքը կարող է թերի աշխատել նույնիսկ այն դեպքում, եթե նախագիծը համապատասխանում է ստանդարտներին, գծագրերը ստուգվել և հաստատվել են կարգավորող մարմինների կողմից, կապալառուները կառուցել են ըստ գծագրերի, և կարգավորող մարմինը տալիս է ավարտական

the designers, expert consultants, and builders at the end of construction. While designs may be to standard, plans checked and approved by regulatory agencies, and contractors receive the final approval, there is still a chance that a building will underperform. This happens more often than one might think. Equipment may perform poorly, construction details may have been overlooked, or building occupants may be using systems inefficiently; this could lead to energy performance being below the expected level. Without monitoring the performance of the building during the operational phase, none of these will be revealed and there will be no chance to rectify them. For this reason, many building-rating systems such as LEED, BREEAM, or PassivHaus require post-occupancy monitoring and evaluation of the buildings they rate.

ROLE OF BUILDING-MODELING AND SYSTEMS-OPTIMIZATION SOFTWARE IN IBDA

The architectural and engineering software industry is rapidly developing tools that can support integrated design. It is crucial, however, not to exaggerate the importance of software technologies in IBDA. As important as they are, they remain tools to aid decision making and collaboration; they will never be able to replace them. Indeed, if effective processes are not in place, no software program could guarantee a sound decision or outcome.

Building information modeling (BIM), for instance, takes computer-aided design (CAD) tools to the next level by adding dimensions such as time, cost, energy, daylighting, ventilation, and energy dynamics of a building over time.

Today, many architectural designers mostly use parametric tools such as Grasshopper and Rhino. If BIM solutions are used, they are mostly in the post-design phase to generate construction documents.⁹

As tools become more sophisticated and interoperable, the gap between the two sets of tools should begin to narrow. Autodesk, for instance, has a series of tools (Building

ալտ: Իսկապես դա կարող է տեղի ունենալ և նույնիսկ հաճախակի: Սարքավորումները կարող են վատ աշխատել, շինարարական մանրամասներում կարող են բացթողումներ լինել, շենքը զբաղեցնողները կարող են համակարգերը սխալ շահագործել, և այս բոլորը կարող է

հանգեցնել նրան, որ շենքի էներգետիկ ցուցանիշները գնահատվեն ակնկալվող մակարդակից ցածր: Առանց շենքի ցուցանիշների մոնիթորինգ անցկացնելու՝ դրանցից ոչ մեկը չի բացահայտվի և դրանք շտկելու համար ոչ մի հնարավորություն չի լինի շենքի շահագործման փուլում: Այդ իսկ պատճառով շենքի վարկանիշի գնահատման շատ համակարգեր, ինչպիսիք են՝ LEED-ը, BREEAM-ը կամ PassivHaus-ը, պահանջում են իրենց կողմից վարկանշվող շենքերը մոնիթորինգի ու գնահատման ենթարկել դրանք զբաղեցնելուց հետո:

ՇԻՆՍ-Ի ՄԵՋ ՇԵՆՔԻ ՄՈՂԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ԵՎ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՕՊՏԻՄԱԼԱՑՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳՉԱՅԻՆ ԾՐԱԳՐԻ ԴԵՐԸ

Ճարտարապետության և ճարտարագիտության ոլորտի համար նախատեսված համակարգչային ծրագրերի արդյունաբերությունն արագ տեմպերով այնպիսի գործիքներ է մշակում, որոնք կարող են օժանդակել ինտեգրված նախագծման գործին: Սակայն շատ կարևոր է չչափազանցնել ծրագրային տեխնոլոգիաների կարևորությունը ՇԻՆՍ-ում: Որքան էլ կարևոր լինեն՝ դրանք ընդամենը գործիքներ են, որոնք երբեք չեն կարող փոխարինել որոշումների կայացման և փոխգործակցության գործընթացին: Եթե արդյունավետ գործընթացներ չկան, ապա ոչ մի համակարգչային ծրագիր չի կարող որևէ առողջ որոշում կամ արդյունք երաշխավորել:

Շենքի ելակետային տվյալների մոդելավորում (ՇԵՏՍ-BIM), օրինակ, բարձրացնում է համակարգչային ավտոմատացված նախագծման (CAD) ծրագրային գործիքների մակարդակը՝ ավելացնելով այնպիսի տվյալներ, ինչպիսիք են ժամանակը, ծախսը, էներգիան, ցերեկային լուսավորումը, օդափոխումը, և էներգիայի օգտագործման այլ դինամիկ տվյալներ ժամանակային կտրվածքով:

Այսօր ճարտարապետ-նախագծողներից շատերը հիմնականում կիրառում են Grasshopper

⁹ Stefan Boeykens, "Bridging building information modeling and parametric design" in Gudni Gudnason and Raimar Scherer (eds), *eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction*, London: Taylor and Francis Group, 2012.

Design Suite, Green Building Studio, Project Vasari, etc.) that allow for design fluidity and building energy, ventilation and traffic flow modeling, as well as many more.¹⁰

CHALLENGES OF IBDA

Highlighting a few challenges of IBDA may be useful as design, construction, and property management begin to adopt high-performance standards. As you will note, some of these challenges are interrelated.

1. New approach that requires change. This means change in the culture of design and construction professionals.

The authors of *Integrative Design Guide to Green Buildings: Redefining the Practice of Sustainability* (in Chapter 2) describe how they asked more than 3000 electrical and lighting engineers over a 12-year period the following question: “When was the last time you had a conversation with your architect before designing the lighting system and the actual light reflectance values of the surface of the walls?” The typical answer they receive is a blank stare. These engineers do not recall talking to their architects about this. They are then asked: “What values do you use?” The standard answer is 80 for the ceiling, 40 for the walls, and 20 for the floor. The authors then ask, “What if the actual values are 90, 80, and 40?” The engineers answer: “Well then, less lighting is needed”. Indeed, this is the kind of culture that IBDA would need to change.

Another example cited is about the location of HVAC equipment in a 3000 square meter building that would have used ground heat pumps. The architect of the building decided prior to meeting with the engineers that the mechanical room for this equipment would be in the penthouse. After some discussions about the implications of placing the mechanical room in the penthouse (with respect to piping, ducting, etc.), the architect asked the mechanical engineer where he would place the mechanical room. The engineer, who had more than

և Rhino պարամետրային գործիքները, իսկ ՇԵՏՄ լուծումների օգտագործման դեպքում դրանք հիմնականում կիրառվում են հետ-նախագծային փուլում՝ շինարարական փաստաթղթեր պատրաստելու նպատակով⁹:

Գործիքների ավելի բարդացման և փոխկիրառելիության հետ համընթաց այդ երկու գործիքային փաթեթների միջև բացը պետք է նվազի: Autodesk-ը, օրինակ, մի շարք գործիքներ ունի (Building Design Suite, Green Building Studio, Project Vasari, և ավելի), որոնք թույլ են տալիս մոդելավորել թե՛ նախագծի ճկունությունը, թե՛ էներգետիկական, օդափոխությունը, երթևեկության թողունակությունը և այլն¹⁰:

ՇԻՆՍ-Ի ՄԱՐՏԱՅՐՈՎԵՐՆԵՐԸ

ՇԻՆՍ-ի որոշ խնդիրներին անդրադառնալը կարևորվում է այն հանգամանքով, որ նախագծման, շինարարության և գույքի կառավարման ոլորտը սկսում է արդյունավետության բարձր ստանդարտներ որդեգրել: Ինչպես կտեսնեք, դրանցից շատերը փոխկապակցված են:

1. Նոր մոտեցում, որը փոփոխություն է պահանջում: Սա նշանակում է՝ նախագծող և շինարար մասնագետների մշակույթի փոփոխություն:

«Կանաչ շենքերի ինտեգրված նախագծման ուղեցույց. կայունության ապահովման գործառույթի վերաձևակերպումը» (գլուխ 2) գրքի հեղինակները պատմում են, թե ինչպես էին իրենք 12 տարվա ընթացքում ավելի քան 3 000 ճարտարագետ էլեկտրիկներին և լուսատեխնիկներին տալիս հետևյալ հարցը. «Լուսավորության համակարգը նախագծելիս, պատերի մակերեսից լույսի արտացոլման իրական արժեքը հաշվարկելուց առաջ վերջին անգամ ե՞րբ եք գրուցել ձեր ճարտարապետի հետ»: Սովորաբար նրանք պատասխանի փոխարեն դատարկ հայացք էին ստանում: Հարցմանը մասնակցած ճարտարագետները չէին մտաբերում, թե երբևէ այդ մասին գրուցած լինեն իրենց ճարտարապետների հետ: Այնուհետև նրանց հարցրել են, թե այդ դեպքում ի՞նչ արժեքներ են կիրառում: Ստանդարտ պատասխանը եղել է. առաստաղի համար 80, պատերի համար 40, և հատակի համար՝ 20: Հեղինակները հետո հարցրել են. «Իսկ եթե իրական արժեքները լինեն 90, 80 և 40»: Ճարտարագետները դրան ի պատասխան

¹⁰ Visit usa.autodesk.com and search for “Sustainable Design” under the “Solutions” drop box. You will learn about options available to designers, many of which could be useful for IBDA.

Այցելեք usa.autodesk.com կայքը և «լուծումներ» բաժնում որոնեք «հարակայուն նախագծում», որպեսզի տեղեկանք նախագծելու այլընտրանքների մասին, որոնցից շատերը կարող են օգտակար լինել ինտեգրված նախագծման ժամանակ:

20 years of design experience, was speechless. In over 20 years of his professional experience as a mechanical engineer, no one had ever asked him that question. After recovering from his shock, the mechanical engineer presented a very elegant solution that considerably reduced work, material costs and energy losses.

2. There is a lack of inclusion in many training programs for architecture, construction, and engineering.

To this day, many academic programs in architecture and engineering fail to include curricula on integrated building design as part of their required coursework. In many countries, the traditional separation of the disciplines is reinforced, which only makes it more difficult later in professional life to overcome these barriers. This is a shortcoming that architectural and engineering schools can and should address in the short term.

3. It requires strong skills in facilitation and the management of a multi-disciplinary process. Such people are not that common and training programs are not readily available.

The field of professional facilitation has grown worldwide in the past few decades. The type of facilitator needed for complex building projects, however, needs specialized skills. This person needs to know not only facilitation but also be familiar with building design as well as high-performance standards.

In the *Roadmap for the Integrated Design Process*, the authors identify the following characteristics that a facilitator should have.¹¹ The facilitator:

- is the steward of the goals and targets set during the charrettes and/or workshops and updated throughout the process;
- is skilled in the art of facilitation and group dynamics;
- has knowledge of green design principles (but need not be an expert);
- ensures the participation of all team members and draws out the best from the assembled expertise;

ասել են. «Դե, այդ դեպքում ավելի քիչ լուսավորություն կպահանջվի»: Յենգ այդպես: Սա այն մշակույթն է, որը ՇԻՆՄ-ը անհրաժեշտ կլինի փոխել:

Նրանց կողմից բերված մյուս օրինակը 3000 մ² շենքում ՋՅՕ սարքավորումների մոնտաժման տեղի մասին է, որն օգտագործելու է գրունտային ջերմային պոմպեր: Շենքի ճարտարապետը ճարտարագետին հանդիպելուց առաջ արդեն որոշել էր այդ սարքավորումների համար մեխանիկական բաժանմունքը տեղակայել ձեղնահարկում: Մեխանիկական բաժանմունքը շենքի ձեղնահարկում տեղակայելու հետևանքների (խողովակային համակարգի և այլնի առումով) մասին որոշ քննարկումներից հետո ճարտարագետ-մեխանիկին հարցրել էր, թե նա մեխանիկական բաժանմունքը որտե՞ղ կտեղադրեր: Ճարտարագետը, ով ավելի քան 20 տարվա նախագծման փորձ ուներ, համր կտրեց: Ավելի քան 20 տարի աշխատելով որպես ճարտարագետ-մեխանիկ՝ նրան ոչ ոք այդպիսի հարց երբևէ չէր տվել: Շոկից դուրս գալուց հետո ճարտարագետ-մեխանիկը մի շատ կոկիկ լուծում ներկայացրեց, որը զգալիորեն նվազեցնում էր աշխատանքը, նյութական ծախսերը և էներգիայի կորուստները:

2. Ինկլուզիվության (ընդգրկվածության) բացակայությունը ճարտարապետության, շինարարության և տեխնիկական բազմաթիվ ոլորտների միջև

Մինչ օրս ճարտարապետության և շինարարության շատ կրթական ծրագրեր շենքերի ինտեգրված նախագծման դասընթացն իրենց ուսումնական ծրագրում չեն ընդգրկել: Շատ երկրներում դասավանդվող առարկաների ավանդական տարանջատումն արմատավորված է, ինչը հետագա մասնագիտական կյանքի ընթացքում այդ խոչընդոտների հաղթահարումը միայն ավելի է դժվարացնում: Սա մի բացթողում է, որ ճարտարապետական և ճարտարագիտական դպրոցները կարող են, և պարտավոր են կարճ ժամանակում լրացնել:

3. Բազմապրոֆիլային գործընթացի կազմակերպման և կառավարման մեծ հմտություններ են անհրաժեշտ: Նման հատկությամբ օժտված մարդիկ շատ չեն, և ուսումնական ծրագրերը հեշտությամբ չեն տրվում

Վերջին մի քանի տասնամյակների ընթացքում մասնագիտական դաշտի կազմակերպման գործընթացը աշխարհում լայնորեն

¹¹ BPWSC, *Roadmap*, p.17 and p.21.

- ensures a proper flow of information during the charrettes and potentially for all green design matters;
- can be the one responsible for keeping the team on time and on target for specific events like charrettes or more broadly for green building certification or the whole project;
- has a good level of knowledge of both the integrated design process and green building certification (if pursued).

As is clear from the list above, a facilitator needs many specialized skills and personal qualities to be able to manage multi-disciplinary teams under pressure to produce results.

4. Requires competency with building-modeling and computer software.

On the global level, most architectural and engineering design today is done using computers. For specific countries to be competitive and prepare qualified architects, they need to aggressively incorporate digital design capabilities into curricula. These digital design capabilities should focus on building-performance characteristics, not only the aesthetics of a building. Without competencies for rapid modeling and optimization, the chances of fully engaging in IBDA may be limited.



նատու է նախագծման՝ համատեղ կատարվող բաղադրիչների նման կոնկրետ գործողությունների, կամ ավելի լայն առումով՝ «կանաչ շենքերի» սերտիֆիկացման կամ ամբողջ ծրագիր ընթացքում թիմը սահմանված ժամանակի և նպատակների շրջանակներում պահելու համար,

- Ունի գիտելիքների լավ մակարդակ թե՛ ինտեգրված նախագծման գործընթացների, թե՛ «կանաչ շենքերի» սերտիֆիկացման մասին (եթե պահանջվում է):

Ինչպես երևում է վերոհիշյալ ցանկից՝ կազմակերպիչը կարիք ունի մասնագիտական շատ հմտությունների, այդ թվում՝ անորոշության և ժամանակի սղության պայմաններում արդյունք ստանալու նպատակ հետապնդող բազմապրոֆիլային աշխատախմբեր կառավարելու հմտություն:

4. Անհրաժեշտ է ունենալ շենքերի մոդելավորման և համակարգչային ծրագրերի ունակություն

Այսօր ամբողջ աշխարհում ճարտարապետական և տեխնիկական նախագծերի մեծամասնությունը կատարվում է համակարգիչների օգնությամբ: Որպեսզի տվյալ երկիրը լինի մրցունակ և որակյալ ճարտարապետներ պատրաստի, ապա պետք է թվային նախագծման կարողություններն ընդգրկի իր ուսումնական պլաններում: Թվային նախագծման այդ կարողությունները պետք է նաև կենտրոնանան շենքի արդյունավետության բարձրացման և ոչ թե միայն դրա գեղագիտական հատկանիշների վրա: Առանց արագ մոդելավորման և օպտիմալացման ունակությունների՝ ՇԻՆՄ-ի ամբողջական կիրառման հնարավորությունը սահմանափակ կլինի:

աճել է: Բարդ շինարարական ծրագրերը կազմակերպելու համար անհրաժեշտ են մասնագիտական հմտություններ: Կազմակերպիչը պետք է ոչ միայն կարողանա դյուրացնել գործընթացը, այլև ծանոթ լինի շենքի նախագծմանը և գլուխ հանի բարձր արդյունավետության ստանդարտներից:

«Ինտեգրված նախագծման գործընթացի ճանապարհային քարտեզում» հեղինակները տալիս են իդեալական կազմակերպչին հատուկ հետևյալ հատկանիշների բնութագիրը¹¹:

- Նա նախագծման՝ համատեղ կատարվող բաղադրիչների և/կամ աշխատաժողովների ժամանակ սահմանված և գործընթացի ամբողջ ընթացքում թարմացված նպատակների և թիրախների համակարգողն է,
- Օժտված է խմբի դիսամիկ զարգացման և կազմակերպական արվեստի հմտություններով,
- Տեղյակ է «կանաչ նախագծման» սկզբունքներին, սակայն պարտադիր չէ, որ մասնագետ լինի,
- Ապահովում է թիմի բոլոր անդամների մասնակցությունը և ընդլայնում հավաքական փորձառությունը,
- Ապահովում է տեղեկատվության պատշաճ հոսք նախագծման՝ համատեղ կատարվող բաղադրիչների ընթացքում և «կանաչ նախագծման» բոլոր հնարավոր դեպքերում,

- Կարող է լինել այն անձը, ով պատասխանատու է լինել այն անձը, ով պատասխանատու է լինել

Reading List | Ընթերցանության կյութեր

7Group and Bill Reed, *The Integrative Design Guide to Green Building*, Hoboken: John Wiley and Sons, 2009.

Busby Perkins+Will Stantec Consulting, *Roadmap for the Integrated Design Process*, Canada: British Columbia Green Building Roundtable, 2007.

AIA Integrated Project Delivery: A Guide (2007) <http://www.aia.org/contractdocs/AIAS077630>

Whole Building Design Guide
<http://www.wbdg.org/>

American National Standards Institute. *Integrative Process (IP). - ANSI Consensus National Standard Guide. - Design and Construction of Sustainable Buildings and Communities (MTS 2012:1)*. ANSI, February 2, 2012

Audiovisual Materials

A YouTube search of “integrated building design approach” or “whole building design” should bring up a lot of online content on the topic.

Discussion Questions

1. Why consider an integrated building design approach (IBDA)?
2. Compare and contrast IBDA to the traditional building design and construction process.
3. How would you explain IBDA to colleagues or classmates who have never heard of it?
4. Explain lifecycle costing.
5. Give examples of how IBDA has benefited building projects.
6. In your opinion, what are the key challenges of adopting IBDA?

Տեսաձայնային կյութեր

Օգտվելով YouTube ռեսուրսից՝ գտեք «շենքերի ինտեգրված սախագծման մոտեցում» կամ «շենքերի համալիր սախագծում» թեմայով առցանց կյութեր:

Հարցեր բանավեճերի համար

1. Ինչո՞ւ ենք դիտարկում շենքերի ինտեգրված սախագծման մոտեցումը:
2. Համեմատեք և համադրեք շենքերի ինտեգրված սախագծման մոտեցումը սախագծման և շինարարության ավանդական գործընթացի հետ:
3. Ինչպե՞ս կնկարագրեք շենքերի ինտեգրված սախագծման մոտեցումը այդ մասին առաջին անգամ լսող գործընկերներին կամ դասընկերներին:
4. Ներկայացրեք կենսափուլի արժեքը գնահատման եղանակները:
5. Ներկայացրեք շենքերի ինտեգրված սախագծման մոտեցման օգուտների փաստացի օրինակներ:
6. Ձեր կարծիքով, որո՞նք են շենքերի ինտեգրված սախագծման մոտեցման ընդունման/որդեգրման հիմնական մարտահրավերները: