

ՇԵՆՔԵՐԻ ՏԵՂԵԿԱՏՎԱԿԱՆ ՍՈՂԵԼԱՎՈՐՄԱՆ ՆԵՐՈՐՄԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՏՆՏԵՍԱԿԱՆ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ

ՄԱՐԻՆԵ ՂԱԶԱՐՅԱՆ

Նոր տեղեկատվական և հաղորդակցման տեխնոլոգիաների (ՏՀՏ) արագ զարգացումը, առատացումն ու տարածումը շարունակաբար փոփոխություններ են մտցնում տնտեսության մեջ, մասնավորապես քաղաքաշինության ոլորտում: Վերափոխումների առանցքային տեխնոլոգիան Շենքերի տեղեկատվական մոդելավորումն է (ՇՏՄ), որը նախատեսված է ոլորտը մեկ ընդհանուր տեղեկատվական տիրույթում ինտեգրելու համար, շինությունների նախագծման, կառուցման, շահագործման և ապամոնտաժման փուլերով՝ ընդգրկելով շինության ողջ կյանքի ընթացքը: Հոդվածում դիտարկվում է ՇՏՄ տեխնոլոգիայի ինտեգրման ազդեցությունը մակրո- և միկրոտնտեսագիտությունների տեսանկյուններից՝ օգտվելով Ռ. Սոլոուի և Բազմագործոնային արտադրողականության մոդելներից, քանի որ նոր տեխնոլոգիաների ինտեգրումից սպասվող ոլորտի արտադրողականության բարձրացումը ենթադրում է լրացուցիչ ներդրումներ՝ ստանդարտացման, նորմատիվային բազայի կատարելագործման և ունիվերսալացման ուղղությամբ բավարար ազդեցություն ունենալու համար: Ոլորտի թվայնացումը անհրաժեշտություն է նաև մասնագիտական կրթության ոլորտի համար՝ ցանցային աշխատանքի հմտություններ, տարբեր ծրագրային փաթեթների ինտեգրման փորձ և ՏՀՏ այլ ոլորտների գիտելիքներ ունեցող ճարտարապետների, շինարարների և ճարտարագետների պատրաստման համար: Քաղաքաշինության ոլորտում ՏՀՏ-ի, մասնավորապես ՇՏՄ ինտեգրումը պահանջում է ավանդական ընթացակարգերի մշակութային վերափոխման խթաններ և թվայնացման դարաշրջանում ոլորտի զարգացման ռազմավարական պլանի և տեսլականի ձևակերպում:

Բանալի բառեր - BIM, ՇՏՄ, Շենքերի տեղեկատվական մոդելավորում, ՇՏՄ ինտեգրում, ՇՏՄ ազդեցություն տնտեսության վրա, ստանդարտացում, նորմատիվային բազայի համապատասխանեցում

Տեղեկատվական և հաղորդակցման տեխնոլոգիաների (ՏՀՏ) արագ զարգացումը, առատացումն ու տարածումը շարունակաբար փոփոխություններ են մտցնում տնտեսության մեջ, մասնավորապես քաղաքաշինության ոլորտում: Վերափոխումների առանցքային տեխնոլոգիան Շենքերի տեղեկատվական մոդելավորումն է (ՇՏՄ/BIM-Building Information Modeling), որը նախատեսված է ոլորտը մեկ ընդհանուր տեղեկատվական տիրույթում ինտեգրելու համար՝ շինությունների

նախագծման, կառուցման, շահագործման և ապամոնիտաժման փուլերով, ընդգրկելով շինության ողջ կյանքի ընթացքը: Նոր կառուցվող և գոյություն ունեցող շինությունների համար ստեղծված նոր տեխնոլոգիաների, տեղեկատվական մոդելների տնտեսական ազդեցությունը գնահատելու համար դիտարկենք քաղաքաշինության ոլորտի տնտեսագիտության տեսական հիմքերը, տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ոլորտի կապերը տնտեսագիտության հետ: Ինչպես որոշ ոլորտների տնտեսագիտական տեսությունները (ատոլոգապահության տնտեսագիտություն, բնօգտագործման և բնապահպանության տնտեսագիտություն, ֆինանսական տնտեսագիտություն և այլն), այնպես էլ քաղաքաշինության ոլորտի տնտեսագիտությունը ունի իր առանձնահատկությունները՝ ոլորտի բնույթով և աշխատանքային գործընթացներով պայմանավորված: Կարող է հարց առաջանալ, թե ինչու տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ազդեցությունը քաղաքաշինության ոլորտում չի դիտարկվում տեղեկատվական տեխնոլոգիաների տնտեսագիտության տեսության տեսանկյունից: Նշենք, որ քննության առարկան SՏՏ ազդեցությունն է քաղաքաշինության ոլորտի վրա, ինչպես նաև այդ ոլորտը սպասարկող SՏՏ-ների ստեղծման, իրացման և տարածման հետ կապված տնտեսագիտական խնդիրները: SՏՏ տնտեսագիտությունը տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ոլորտների վրա ազդող կարևոր տնտեսական գործոնների մասին տեսություն է, իսկ քաղաքաշինության տնտեսագիտությունը¹ ուսումնասիրում է շինարարության գործընթացները, քաղաքաշինության ոլորտը մակրո- և միկրոտեսանկյուններից, հետևաբար կդիտարկենք երկուսն էլ:

Որոշ հեղինակներ (Ջորջ Օֆորի², Դանի Մյերս³) քաղաքաշինության տնտեսագիտությունը հստակ բաժանում են երկու մասի՝ շինարարության ոլորտի և շինարարական ծրագրերի: Առաջինը ուսումնասիրում է տնտեսագիտության տեսության կիրառությունը քաղաքաշինության ոլորտում (մակրոտնտեսագիտական մոտեցում), իսկ երկրորդը կարելի է անվանել շինարարական ծրագրերի տնտեսագիտություն, որը դիտարկում է նախահաշիվների, պլանավորման, ներդրումների, շինության կյանքի տևողության ընթացքում ունեցած տնտեսական արդյունքի և այլ հարցեր (միկրոտնտեսագիտական մոտեցում): Այստեղ փորձ կարվի SՏՏ ազդեցությունը քաղաքաշինության ոլորտում դիտարկել և՛ մակրո-, և՛ միկրոտնտեսագիտությունների տեսանկյունից:

¹ Տե՛ս **Varian, H., Farrell, J., & Shapiro, C.** The Raffaele Mattioli Lectures, (2004), In *The Economics of Information Technology: An Introduction* (Raffaele Mattioli Lectures, էջ Ix-X). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511754166.001

² Տե՛ս **George Ofori**, Establishing construction economics as an academic discipline, (2006), *Construction Management and Economics*, 12:4, էջ 295-306, DOI: 10.1080/01446199400000039

³ Տե՛ս **Danny Myers**, *Construction Economics: A New Approach*, 4th Edition (2016). <https://www.routledge.com/Construction-Economics-A-New-Approach/Myers/p/book/781138183728>, **Danny Myers**, The future of construction economics as an academic discipline, (2003), *Construction Management and Economics*, 21:2, 103-106, DOI: 10.1080/0144619032000056117

Մակրոտնտեսագիտության տեսանկյունից նոր վերափոխիչ տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ներդրման ազդեցությունը քաղաքաշինության ոլորտում կարող է զգալիորեն նվազեցնել կորուստները և բարձրացնել արտադրողականությունը: Երբ խոսվում է արտադրողականության վրա SՀS ազդեցության մասին, նպատակահարմար է հիշել Ռոբերտ Սոլոուի մնացորդային մոդելը և պարադոքսը, այն է՝ ժամանակի ընթացքում ներդրված կայուն կապիտալի և աշխատանքային ռեսուրսների դեպքում ունեցած արտադրանքի աճն ապահովվում է աշխատանքի արտադրողականության աճով՝ միննույն ժամանակ նշելով, որ «համակարգչային դարաշրջանը կարող էս տեսնել ամենուր, բացի արտադրողականության վիճակագրությունից»: Սա հաստատում է, որ արտադրողականության հաշվարկման մեջ այսպես կոչված փափուկ (soft) տեխնոլոգիաները և դրանց ազդեցության սիներգիան չեն դիտարկվում, և այդ բացերի վերհանումը, սոֆտերի ստեղծումն ու գործարկումը ժամանակ են պահանջում: Տնտեսության վրա թվայնացման ներկայիս ազդեցությունների, թվայնացման և արտադրողականության միջև եղած կապի ոլորտում հետազոտողների մշակած տեսությունները հաստատում են, որ SՀS-ի համար «... որոշակի ժամանակ է անհրաժեշտ՝ ստեղծելու նոր տեխնոլոգիայի պաշար բավարար համախառն ազդեցություն ունենալու համար, և լրացուցիչ ներդրումներ են անհրաժեշտ՝ նոր տեխնոլոգիայի ողջ օգուտը ստանալու համար»⁴: Նշենք, որ տնտեսական զարգացման Սոլոուի տեսության համաձայն՝ տնտեսական արդյունքի անընդհատ աճը ապահովվում է ոլորտի արդյունավետության բարձրացման միջոցով⁵: Արդյունավետության բարձրացում ասելով նկատի ունենք շինարարական ռեսուրսների ավելի արդյունավետ օգտագործումը, նոր տեխնոլոգիաների ներդրման միջոցով աշխատանքի որակի բարձրացումը, աշխատանքային ժամանակի կրճատումը, կազմակերպական ավելի գործուն մեթոդների կիրառումը, ձեռք բերված աշխատանքային հմտությունների և կապիտալի կառավարման արդյունավետ մեթոդների օգտագործումը և այլն, որոնք ապահովում են տնտեսական աճը հաստատուն կապիտալի և աշխատուժի պայմաններում: Այս համատեքստում տնտեսական արդյունքը կարելի է ներկայացնել հետևյալ բանաձևով՝

$$Y=Af(L,K) \quad (1)$$

որտեղ A-ն արտադրողականությունն է, L-ը՝ աշխատանքային ռեսուրսները, K-ն՝ կապիտալը և Y-ը՝ տնտեսական արդյունքը, որը ֆունկցիա է կապիտալից և աշխատանքից:

⁴ **Հ. Սարգսյան, Ռ. Գևորգյան, Կ. Մինասյան, Ժ. Մխիթարյան, Հ. Ջաքարյան**, ՀՀ տնտեսության թվային փոխակերպումների ինստիտուցիոնալ համակարգի ձևավորման հիմնախնդիրները, Եր., 2020, ԵՊՀ հրատ., էջ 40:

⁵ **St u Acemoglu, Daron, David Autor, David Dorn, Gordon H. Hanson, and Brendan Price**, "Return of the Solow Paradox? IT, Productivity, and Employment in US Manufacturing.", (2014), American Economic Review, 104 (5): 394-99. DOI: 10.1257/aer.104.5.394, **Brynjolfsson Daniel Rock Chad Syverson**, The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies, (2018), Erik Working Paper 25148, <http://www.nber.org/papers/w25148>:

Աշխատանքային ռեսուրսները և կապիտալը դիտարկվում են որպես մուտքեր, իսկ տնտեսական արդյունքը՝ որպես ելք: Տնտեսական զարգացման տեսության նմանօրինակ մոդել է գործոնների ընդհանուր արտադրողականության (Total Factor Productivity) կամ այլ անվանումով՝ բազմագործոնային արտադրողականության մոդելը: Համաձայն գործոնների ընդհանուր արտադրողականության մոդելի՝ բացի դասական այս երկու մուտքերից՝ աշխատանքից և կապիտալից, այլ գործոններով էլ է պայմանավորված տնտեսական արդյունքը.

$$Y=f(X_1, X_2, \dots, X_n) : (2)$$

Համաձայն այս տեսության՝ A-ն արտադրողականությունն է՝
 $A=Q/(\alpha L+\beta K)$, (3)

որտեղ A-ն բազմագործոնային արտադրողականությունն է, Q-ն՝ արտադրության արդյունքը (քանակ), L-ը՝ աշխատանքը, K-ն՝ կապիտալը, α և β -ն՝ աշխատանքի և կապիտալի համապատասխան կշիռները: Այս տնտեսական զարգացման մոդելը ևս Սոլոուի մնացորդային մոդելի նման պոտենցիալ տնտեսական արդյունքների ստացման միտումները բացատրում է երկու բաղադրիչներով. առաջին՝ աշխատանքային ռեսուրսների ու կապիտալի մուտքերի քանակով և երկրորդ՝ այս մուտքերի իրականացման արդյունավետության բարձրացմամբ.

$$\frac{dA}{A} = \frac{dQ}{Q} - \left(\alpha \frac{dL}{L} + \beta \frac{dK}{K} \right) : (4)$$

Քաղաքաշինության ոլորտի համար բազմագործոնային արտադրողականության մոդելը ցույց է տալիս, թե ինչ արդյունավետությամբ են օգտագործվում գոյություն ունեցող ռեսուրսները, նոր տեխնոլոգիաների կիրառումը՝ տնտեսական արդյունքի աճը ապահովելու համար:

Համաձայն զարգացման տնտեսագիտության տեսության՝ դիտարկենք ՇՏՄ-ն, որի կիրառումը և արտադրության գործընթացներում որդեգրումը որպես նորարարական տեխնոլոգիա արտադրողականության արդյունավետության բարձրացման հիմք կարող են դառնալ: Փորձով դա ապացուցելու համար ՇՏՄ-ին նախորդող CAD տեխնոլոգիաներ կիրառող ճարտարապետական, ճարտարագիտական և շինարարական կազմակերպություններից տվյալներ են հավաքվել⁶, որոնց վերլուծության արդյունքները հավաստում են, որ սկզբնական փուլում CAD-ի օգտագործմամբ նախագծման և շինարարական աշխատանքի վրա կատարվող ծախսերը 6-8 անգամ, իսկ աշխատաժամանակի ծախսը 6-10 անգամ կրճատվել են՝ բարձրացնելով աշխատանքի արդյունա-

⁶ Հարցումներն իրականացվել են 2019 և 2020 թթ. Երևանում, կամայական ընտրված երեսուն կազմակերպությունների ներկայացուցիչների հետ: Հարցմանը մասնակցելու հրավեր ներկայացվել է 44 կազմակերպության, որոնցից 30-ը կամ մասնակիցների 68%-ը արձագանքել է դրան: Հարցված կազմակերպությունների մեծ մասը՝ 47%-ը, շինարարական կազմակերպություններ են, 27%-ը՝ նախագծային, պետական կառավարման մարմինները, հասարակական կազմակերպությունները 10% են, սեփականատերերը, կառավարիչ կազմակերպությունները՝ համապատասխանաբար 3-ական տոկոս, ակադեմիական ոլորտը՝ 10 %:

վետությունը: Այստեղ պետք է նշել, որ CAD-ի կիրառումը դեռևս ՇՏՍ չէ և ցանցային աշխատանքի ներուժը չունի:

ՀՀ քաղաքաշինության ոլորտը չօգտագործելով S2S տեխնոլոգիաների ներուժը՝ հսկայական կորուստներ է կրում ոչ արդյունավետ աշխատանքի հետևանքով: «Մըք Քենզի գլոբալ ինստիտուտ» խորհրդատվական կազմակերպության կատարած հետազոտությունների համաձայն՝ շինարարական ծրագրերի իրականացման ժամկետը նախատեսվածից գերազանցվում է միջինը 20%-ով, և շինարարության վրա կատարված վերջնական ծախսերը նախնական բյուջեն գերազանցում են միջինը 80%-ով⁷: Քաղաքաշինության ոլորտը ռեսուրսների և հումքի համաշխարհային ամենամեծ սպառողն է. տնտեսության այս ճյուղը տարեկան սպառում է պողպատի համաշխարհային արտադրության (1,9 մլրդ տոննա 2019 թ.) մոտ 52 %-ը և 3 մլրդ տոննա այլ հումք⁸: «McKinsey Global Institute»-ի գնահատմամբ՝ աշխարհը մինչև 2030 թվականը ենթակառուցվածքների և քաղաքաշինության վրա կծախսի 57 տրիլիոն դոլար՝ զարգացման համաշխարհային մակարդակը պահպանելու համար⁷: Սա հզոր խթան է բարձրացնելու ոլորտի արդյունավետությունը:

Դիտարկենք S2S վերափոխումները քաղաքաշինության՝ ճարտարապետության, շինարարության և ճարտարագիտության ոլորտներում, շինարարական ծրագրերի վրա դրանց ազդեցությունը՝ հստակ պատկերացնելով, որ այդ ազդեցությունն ավելի լայն ընդգրկում և կապեր ունի ոլորտի և ընդհանուր տնտեսության հետ: Մասնավորապես, շինարարական նախահաշիվների ավտոմատացումը և ինտեգրումը ՇՏՍ տեխնոլոգիաներին շինարարական ծրագրերի թվայնացման ակտուալ խնդիրներից է: Շուկայական հարաբերությունների և միջազգային ինտեգրացիոն գործընթացների զարգացման պայմաններում ներդրումային ծախսերի արդյունավետ պլանավորման, շինարարության ոլորտի ընդհանուր զարգացման և բարենպաստ ներդրումային միջավայրի ստեղծման անհրաժեշտությունը պահանջում է ծախսերի գնահատման համակարգի բարեփոխում: Զարգացած երկրներում և մասնավորապես հետխորհրդային տարածքում աշխատանքներ են տարվում նախագծման ավտոմատացված համակարգերի գործարկման՝ ՇՏՍ տեխնոլոգիայի և նախահաշվային գործի համատեղման ուղղությամբ⁹: Մեր հանրապետությունում կարելի է դիտարկել շինարարության գնագոյացման բարելավման մի քանի հնարավոր ուղղություններ՝ նախկին խորհրդային նորմատիվային բազայի թարգմանություն մայրենի լեզվով և նախա-

⁷ Տե՛ս R. Agarwal, S. Chandrasekaran, M. Sridhar, *Imagining construction's digital future* (2016) [online], հասանելի է՝ <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projectsand-infrastructure/our-insights/imagining-constructions-digital-future>, դիտարկված 28.08.2021

⁸ Տե՛ս World Steel Association, *World Steel in Figures 2020, (2021)*, անցանց, հասանելի է՝ <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:5001dac8-0083-46f3-aadd35aa357acb/Steel%202020Yearbook%202020%2520%2528concise%2520version%2529.pdf>, դիտված՝ 29.08.2021

⁹ Տե՛ս **Marine Ghazaryan**, *BIM and Cost Estimation Issues (5D): Case of Armenia*, (2019) IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 698 022076, DOI:10.1088/1757-899X/698/2/022076

հաշիվների մշակման ավտոմատացում, կառուցված օբյեկտների կամ կատարված շինարարական աշխատանքների փաստացի արժեքների վերլուծության հիման վրա գնագոյացման խոշորացված ցուցանիշների նորմատիվային բազայի ստեղծում: Նշված ուղղությունների թերությունն այն է, որ մի դեպքում նորմատիվային բազան մնում է անփոփոխ, թեկուզ և թարգմանված, մյուս դեպքում ընդգրկում է իրականացված աշխատանքների նեղ շրջանակ, որը թույլ չի տալիս նույնիսկ միջին ցուցանիշների հաշվարկ կատարել: Բազմաթիվ թերություններ կան նաև նյութերի շուկայական արժեքների որոշման ոլորտում, հրատարակվող տեղեկագիրը¹⁰ տեղեկատվության ծավալով և բովանդակությամբ չի արտահայտում շուկայում առկա իրական գները և նյութերի ու սարքավորումների տեխնիկական բնութագրերը:

Շինարարության ոլորտում ծախսերի որոշման բարդություններն առկա են ոչ միայն նախագծային, այլև շինարարական կազմակերպություններում: Մրցույթներում շինարարական ծրագրերի արժեքը որոշելու համար շինարարական կազմակերպությունները կիրառում են ներկայումս առավել տրամաբանական, ռեսուրսային եղանակը՝ հիմնվելով բանվորների աշխատավարձի, մեքենամեխանիզմների շահագործման, վերադիր ծախսերի, սեփական արտադրական փորձով ձևավորված տեղեկատվական բազայի և նյութերի շուկայական արժեքների վրա: Մեքենամեխանիզմների շահագործման առումով ծախսերը հաճախ որոշվում են սուբյեկտիվորեն, առանց հիմնավորումների: Խոշոր, բազմամյա արտադրական փորձ ունեցող կազմակերպությունների համար նման եղանակը որոշ առումով ընդունելի է, սակայն նախագծային լուծումների բազմազանության, դրանցում նորագույն մեքենամեխանիզմների ու տեխնոլոգիաների կիրառման դեպքում ի հայտ է գալիս տեղեկատվական բազայի անկատարությունը: Գնագոյացման համակարգի նշված թերություններն այս կամ այն չափով բնորոշ են հետխորհրդային տարածքի բոլոր հանրապետություններին: Ուսումնասիրությունների արդյունքում բացահայտված խնդիրներից առանցքայինները հետևյալներն են, որոնք առնչվում են ոլորտի թվայնացմանը և պահանջում են առաջնահերթ լուծում.

- ՀՀ շինարարության ոլորտում ակնհայտորեն բացակայում են գնագոյացման միասնական մոտեցումները, տեղեկատվական ու նորմատիվային բազան,

- միջազգային ինտեգրման անհրաժեշտությունը թելադրում է նախահաշվային նորմավորման համակարգի համաձայնեցում,

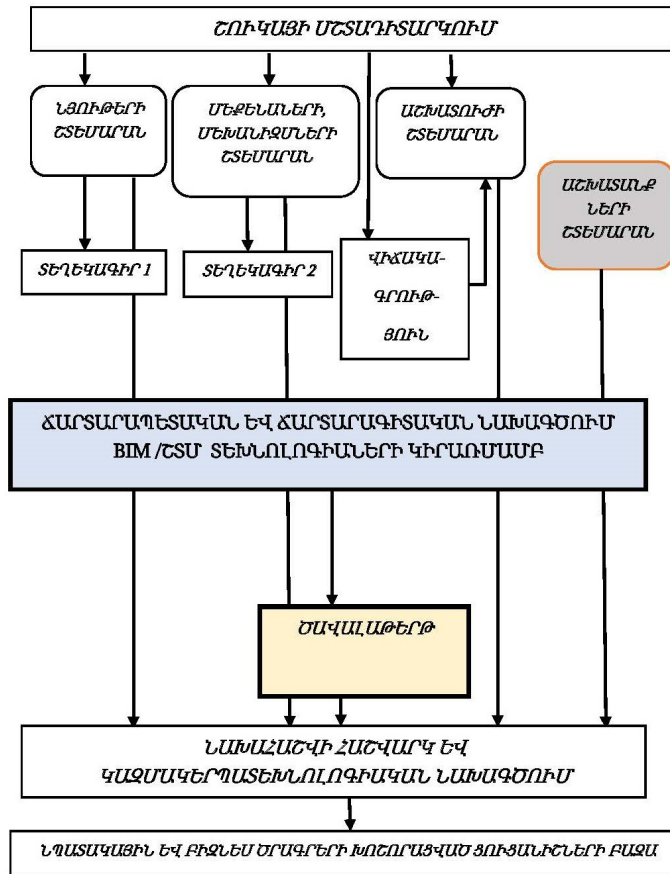
- առաջատար նախագծային ավտոմատացված տեխնոլոգիաների ներդրումը պահանջում է հայրենական տեղեկատվական շտեմարաններ

¹⁰ Տե՛ս «Շինարարական սպրանքատեսակների գներ» և «Շինարարական ոլորտի ինդեքսներ» տեղեկատուները, minfin.am, «Շինարարական նյութերի, կոնստրուկցիաների և պատրաստվածքների կողմնորոշիչ գներ» https://minfin.am/hy/page/shinararakan_apranqatesakneri_gner/

րի ստեղծում, որոնք միաժամանակ կարող են հիմք ծառայել ռեսուրսային եղանակով նախահաշիվների ավտոմատացված մշակման համար:

Նկ. 1

BIM տեխնոլոգիայի կիրառմամբ օբյեկտների նախագծման և տվյալների շտեմարանների փոխկապակցման առաջարկվող մոդել



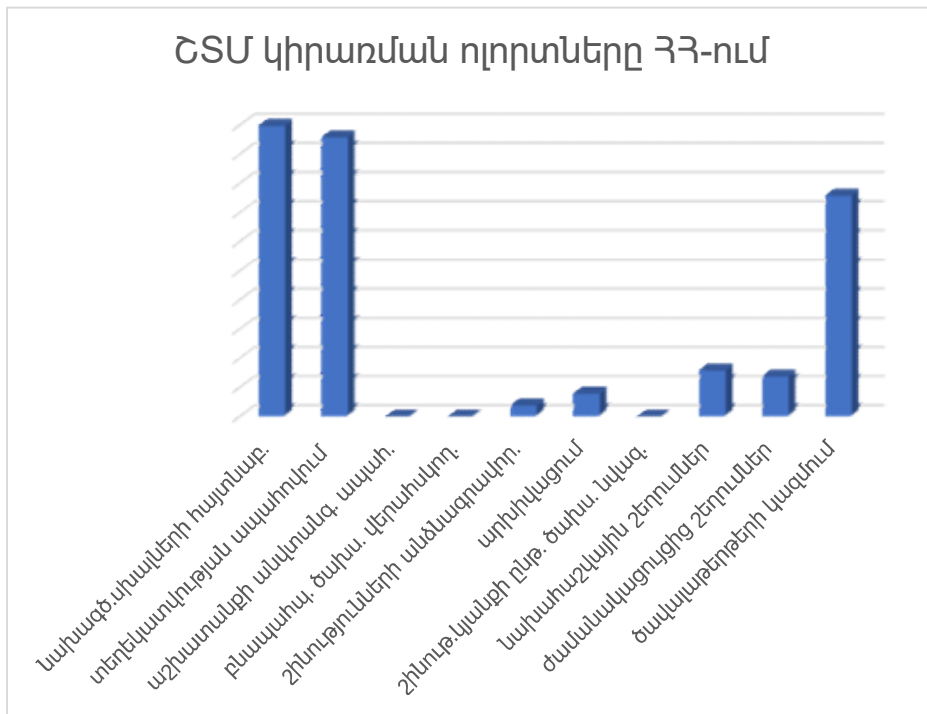
ՀՀ քաղաքաշինության ոլորտում նախահաշվային նորմատիվային բազան և նախահաշվային գործի ընդհանուր համակարգը վաղ թե ուշ պետք է ենթարկվեն համալիր արդիականացման, ինչը թելադրված է միջազգային ինտեգրացիոն գործընթացներով, տնտեսության ընդհանուր թվայնացմամբ և նախագծային տեխնոլոգիաների զարգացմամբ: Միջազգային լայն համագործակցությունը շինարարության նախագծման և իրականացման փուլերում թելադրում է ինչպես նախագծման տարրերի, այնպես էլ նախահաշվային նորմատիվային բազայի կառուցվածքների և ծածկագրման որոշակի համընդհանրություն (ունիվերսալություն), ինչը դժվար, սակայն լուծելի խնդիր է¹¹:

¹¹ Տե՛ս Ա. Ղուլյան, Մ. Ղազարյան, ՀՀ շինարարության ոլորտում նախահաշվային գործի արդիականացման հիմնախնդիրները, Bulletin of National University of Architecture and Construction of Armenia, 2019, Issue 1, 40-45:

Մասնավորապես, ՇՏՍ/BIM ավտոմատացված նախագծային տեխնոլոգիան թույլ է տալիս նյութերի, կառուցվածքների, իրերի շտեմարանի հիման վրա ավտոմատացված եղանակով ստանալ աշխատանքների ֆիզիկական ծավալները, որոնք հետագայում կարող են այլ ծրագրային համակարգի կիրառմամբ օգտագործվել ռեսուրսային եղանակով նախահաշիվների մշակման գործընթացում և ինտեգրվել ՇՏՍ-ին: Նշված խնդիրները մասնակի ներկայացնելու նպատակով առաջարկում ենք շտեմարանների կազմը և դրանց փոխկապակցումը նախագծման գործընթացի հետ ստորև պատկերված մոդելի տեսքով (նկ. 1):

ՀՀ-ում կատարված հետազոտությունները ցույց են տալիս, որ ոլորտի այն կազմակերպությունները, որոնք շինարարական ծրագրերում այս կամ այն չափով կիրառել են S2S և մասնավորապես որոշ չափով ՇՏՍ¹², արձանագրել են աշխատանքի արդյունավետության բարձրացում՝ նախագծային սխալների վաղաժամ հայտնաբերման և վերացման, նախագծային փոփոխությունների վերաբերյալ անհրաժեշտ տեղեկատվության ապահովման, ծավալների վերհանման առումով (նկ. 2):

Նկ. 2



¹² Ոլորտում աշխատող կազմակերպությունները ՇՏՍ որդեգրումը շինարարական ծրագրերի իրականացման մեջ կատարում են մասնակիորեն ըստ պատվիրատուի ներկայացրած պահանջի, մակարդակի և խորության: ՀՀ կառավարության քաղաքաշինության կոմիտեի կողմից վերահսկողության և ստանդարտավորման աշխատանքները ձևավորման փուլում են:

Եվրոպական հանձնաժողովի Եվրոպական ինովացիոն խորհուրդը և ՓՄՁ գործադիր գործակալությունը (European Innovation Council and SMEs Executive Agency, EISMEA) 2021-ին մշակել են մեթոդական ձեռնարկ՝ «Հանրային կառույցներում ՇՏՍ կիրառման ծախսերի և եկամուտների հաշվարկում» վերնագրով¹³: Ձեռնարկի նպատակն էր ստեղծել հանրային շինարարական ծրագրերում ՇՏՍ կիրառման հետ կապված ծախսերի ու սպասվելիք (դրամական և ոչ դրամական) եկամուտների չափման մոդել: Ձեռնարկում մշակված մեթոդի կիրառությունը ներկայացված է իրարից տարբերվող շինարարական վեց ծրագրերի օրինակներով՝ հանրային շինարարական ծրագրերի գնումների որոշումների ընդունումը դյուրինացնելու համար: Այստեղ, ֆինանսական սպասվելիք օգուտներին զուգահեռ, դիտարկվում են սովորաբար չհաշվարկվող սոցիալ-տնտեսական և բնապահպանական օգուտները: Տեղեկատվական տեխնոլոգիաները և մասնավորապես ՇՏՍ/BIM-ը կարող են նվազեցնել շինության կյանքի տևողության ընթացքում կատարվող ընդհանուր ծախսերը՝ նպաստելով տարբեր մասնագիտական խմբերի համագործակցությամբ խնդիրների լուծմանը, նվազեցնելով չնախատեսված նախագծային փոփոխությունների թիվը, շեղումները նախնական բյուջեից և ժամանակացույցից: Մյուս կողմից նոր տեխնոլոգիաները պահանջում են ներդրումներ՝ սարքավորումներ, ծրագրային փաթեթներ ձեռք բերելու, աշխատուժը վերապատրաստելու համար: Վերը նշած կարճաժամկետ օգուտների ոչ հստակությունը (ոչ միշտ դրամական արտահայտություն ունենալու պատճառով) կատարված ներդրումների երկար մարման ժամկետի հետ հիմնական բացասական գործոններն են, որոնք դանդաղեցնում են ՇՏՍ տեխնոլոգիայի ընդունումը¹⁴: ՇՏՍ ներդրումից ստացված օգուտները նշված ձեռնարկում համահունչ են ՀՀ-ում կատարված մեր ուսումնասիրությունների արդյունքներին:

Ինչպես վերը պարզաբանվեց, ՀՀ-ում ՇՏՍ տեխնոլոգիաները կիրառվում են նախագծման և մասամբ շինարարության փուլերում: Դեռևս սաղմնային փուլում է ՇՏՍ տեխնոլոգիաների կիրառությունը շինարարության արժեքի գնագոյացման և նախահաշիվները ավտոմատացված կազմելու խնդիրների լուծման համար, շինությունների սպասարկման, կառավարման ու շահագործման և կյանքի տևողության վերջում ապամոնտաժման ժամանակ: ՇՏՍ տեխնոլոգիաներով ստեղծված մոդելները շենքերի և շինությունների անձնագրավորման, ընթացիկ և կապիտալ վերանորոգումների ու ֆունկցիոնալ փոփոխությունների արձանագրման,

¹³ St u Methodology for Cost Benefit Analysis for the Use of BIM in Public Tenders – -05-2021, հասանելի է՝ http://www.eubim.eu/wp-content/uploads/2021/05/Cost-Benefit-Analysis-for-the-use-of-BIM_user-handbook.pdf (դիտված՝ 25.08.2021):

¹⁴ St u Միավորված ազգերի կազմակերպության առևտրի և զարգացման համաժողովի «Տեխնոլոգիա և նորարարություն 2021 հաշվետվություն», https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020_en.pdf (դիտված՝ 25.08.2021):

Էլեկտրոնային արխիվների ստեղծման համար նույնպես կիրառելի են: ՇՏՍ-ի ներդրումը կարող է իրականացվել միայն համակարգված ընթացակարգով, որը պահանջում է ներգրավված կողմերի (ճարտարապետների, շինարարների, նախահաշվային մասնագետների, շինությունը սպասարկողների, կառավարիչների, պետական կարգավորող մարմինների, կրթական ոլորտի և այլն) աշխատանքային գործընթացների խորքային փոփոխություններ և մասնագետների վերապատրաստում:

Ուսումնասիրելով BIM մասնագետների պահանջարկը միջազգային աշխատաշուկայում՝ և մասնագետների փնտրման կայքերում¹⁵, և հատուկ BIM մասնագետների ծառայություններ գովազդող կայքերում¹⁶, հանդիպում ենք BIM մասնագիտությունների բազմապիսի պահանջարկի և առաջարկի. օրինակ՝ MEP/BIM մասնագետ, BIM կառավարիչ, BIM աջակցման մասնագետ, BIM համակարգող, BIM մոդելավորող, BIM ճարտարապետ և այլն: Այս մասնագետների աշխատանքի նկարագրերում պահանջվում են BIM նորագույն ստանդարտների իմացություն, BIM համակարգերում շինարարական նորմերի կիրառման կարողություն, նախահաշիվներ և ժամանակացույցներ կազմելու գիտելիքներ, շինարարական տեխնոլոգիաների իմացություն, BIM մոդելավորողների խմբի ղեկավարման և համակարգման հմտություններ: Աշխատանքի նկարագրերում հանդիպում են նաև ներկազմակերպական ընթացակարգերի մշակման կարողություն, աշխատանքային գործընթացների ուղեցույցների և կարգերի մշակման փորձ, արխիվացման և աուդիտի արձանագրությունների մշակման փորձ, համակարգերի կառուցվածքի նախագծման և տարբեր ծրագրային փաթեթների ինտեգրման կարողություն, մի քանի ծրագրային փաթեթների հետ միաժամանակ աշխատելու հմտություններ: Կարողությունների և հմտությունների այս բազմազանությունը հետազոտված գրականության մեջ տարանջատվում է և բաշխվում ՇՏՍ երեք հիմնական մասնագիտությունների միջև՝ BIM մոդելավորող, BIM համակարգող¹⁷ և BIM կառավարիչ¹⁸: Մասնագետների պատրաստումը կարող է կազմակերպվել երկու ճանապարհով՝ նոր մասնագիտությունների ներմուծմամբ և եղած մասնագիտությունների կարողությունների և գիտելիքների ավելացմամբ: Երկու ուղղություններն էլ կարող են գոյություն ունենալ: Այստեղ նոր քննարկումների և ուսումնասիրությունների անհրաժեշ-

¹⁵ Տե՛ս INDEED Jobs, Employment, 2021, https://www.indeed.com/q-Bim-Specialist-jobs.html?vjk=64474afd5a7b1a4a_, GlassDoor, Salary, Bim Manager, 2021, https://www.glassdoor.com/Job/bim-specialist-jobs-SRCH_KOO,14.htm

¹⁶ Տե՛ս UpWork, Best Freelance BIM Specialists for Hire, 2021, <https://www.upwork.com/hire/bim-freelancers/>

¹⁷ Տե՛ս **Gathercole M., Thurairajah N.**, The influence of BIM on the responsibilities and skills of a project delivery team, 2015, էջ 1-15, http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC27698.pdf (դիտված՝ 31.08.2021):

¹⁸ Տե՛ս BIM Specialists - Roles and Responsibilities in the AEC Industry – REBIM, հասանելի է՝ <https://rebim.io/bim-specialists-roles-and-responsibilities-in-the-aec-industry/> (դիտված՝ 31.08.2021):

տություն կա, քանի որ ՇՏՄ մասնագետները ակտիվորեն առաջարկում են իրենց ծառայությունները հեռավար աշխատանքի համար՝ ստեղծելով մրցակցություն տեղական շուկայի մասնագետների համար:

Միավորված ազգերի կազմակերպության առևտրի և զարգացման համաժողովի «Տեխնոլոգիա և նորարարություն 2021 հաշվետվության» մեջ ասվում է.

«2021 թվականի տեխնոլոգիաների և նորարարության զեկույցը կոչ է անում բոլոր զարգացող երկրներին պատրաստվել արագ և խորը տեխնոլոգիական փոփոխությունների ժամանակաշրջանի, որոնք խորապես կազդեն շուկաների և հասարակությունների վրա: Բոլոր երկրներին անհրաժեշտ կլինի վարել գիտության, տեխնոլոգիայի, նորարարական մոտեցումների զարգացումը խթանող քաղաքականություններ՝ համապատասխան իրենց զարգացման փուլի և տնտեսական, սոցիալական և շրջակա միջավայրի պայմանների: Մա պահանջում է ամրապնդել և հավասարեցնել գիտությունը, տեխնոլոգիան և ինովացիոն համակարգերը և արդյունաբերական քաղաքականությունը, ուսանողների և աշխատուժի թվային հմտությունների ձևավորումը՝ փակելով թվային բացերը: Կառավարությունները պետք է բարձրացնեն սոցիալական պաշտպանվածությունը և հեշտացնեն աշխատուժի անցումները աշխատաշուկայում՝ սահմանամերձ տեխնոլոգիաների հնարավոր բացասական հետևանքներին դիմակայելու համար»:

Եզրակացություն: Քաղաքաշինության ոլորտում ՏՀՏ-ի, մասնավորապես ՇՏՄ ինտեգրումը պահանջում է ոլորտի ավանդական ընթացակարգերի մշակութային վերափոխումներ, թվայնացման դարաշրջանում ոլորտի զարգացման տեսլականի և ռազմավարական պլանի ձևակերպում: Արագ զարգացող տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ժամանակաշրջանը խորապես վերափոխում է տնտեսությունը՝ պահանջելով տեխնոլոգիաների և նորարարական մոտեցումների զարգացումը, ինտեգրումը և կիրառումը խթանող քաղաքականություններ և ընթացակարգեր: ՀՀ քաղաքաշինության ոլորտը իր մրցակցային դիրքը կարող է պահպանել միայն աշխատանքի արդյունավետության բարձրացմամբ, նոր տեխնոլոգիաների որդեգրմամբ և թվայնացման դարաշրջանի պահանջներին համապատասխան ծառայությունների մատուցմամբ: Ոլորտի ավանդական ընթացակարգերի փոփոխությունների դեմ մշակութային դիմադրությունը, օրենսդրական դաշտի նախապատրաստված չլինելը և խթանող միջոցառումների բացակայությունը զարգացման հիմնական խոչընդոտներն են ՇՏՄ ընդունման համար: Ոլորտի թվայնացումը ենթադրում է ժամանակ և ներդրումներ՝ գոյություն ունեցող ընթացակարգերի փոփոխությունների համար: Ոլորտի ստանդարտացումը, նորմատիվային բազաների կառուցվածքների և ծածկագրման որոշակի համընդհանրությունը (ունիվերսալությունը) ոլորտի համալիր արդիականացման քայլերն են, որոնք թելադրված են

միջազգային ինտեգրացիոն գործընթացներով, տնտեսության ընդհանուր թվայնացման և նախագծային տեխնոլոգիաների զարգացմամբ:

Ոլորտի թվայնացումը մարտահրավեր է նաև կրթական ոլորտի համար՝ ցանցային աշխատանքի հստություններ, ծրագրային տարբեր փաթեթների ինտեգրման փորձ և S2S այլ ոլորտների գիտելիքներ ունեցող ճարտարապետների, շինարարների և ճարտարագետների պատրաստման համար: CAD ծրագրային փաթեթների ինտեգրման գործընթացը ոլորտում վեր հանեց թվային տեխնոլոգիաների իմացության անհրաժեշտությունը ոլորտի մասնագետների և կառավարիչների համար: ՇՏՍ ներդրման գործընթացին ընդառաջ՝ նպատակահարմար է համապատասխան աշխատուժի ձևավորման համար հստակեցնել պատվերները, ձևակերպել և պլանավորել աստիճանական անցումային փուլերը:

МАРИНЕ КАЗАРЯН – Экономические последствия внедрения информационного моделирования зданий. – Быстрое развитие и распространение новых информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) постоянно влияет на экономику, особенно в области развития градостроительства. Ключевой технологией для трансформации отрасли является информационное моделирование зданий (ИМЗ/ВІМ), направленное на интеграцию отрасли в единую информационную область на этапах проектирования, строительства, эксплуатации и демонтажа здания, охватывающих весь его жизненный цикл. В статье рассматривается влияние интеграции ИТ-технологий с точки зрения макро- и микроэкономики, с обращением к моделям Р.Солоу и многофакторной производимости. Делается вывод, что ожидаемое увеличение производительности сектора вследствие интеграции новых технологий подразумевает дополнительные инвестиции, направленные на стандартизацию, улучшение нормативной базы, универсализацию, достижение общей эффективности.

Ключевые слова: ВІМ, ИМЗ, информационное моделирование зданий, интеграция ИМЗ, влияние ИМЗ на экономику, стандартизация, улучшение нормативной базы

MARINE GHAZARYAN – Economic Consequences of Adoption of Building Information Modeling in Armenia. – The rapid development, proliferation, and spread of new information and communication technologies (ICTs) are constantly changing the economy, particularly in the field of Urban Development. The key technology for industry transformation is Building Information Modeling (BIM), which is designed to integrate the industry into a single information domain through the conceptual design, construction, management, and demolition stages of the building lifecycle. The article discusses the impact of IT technology integration from the perspective of macro and microeconomics, using R. Solow and the Multifactor Productivity models. It concludes that the increase in the productivity of the Industry expected from the integration of new technologies implies additional investments for the standardization, amendment of the normative base, and universalization for having sufficient gross impact.

Key words: BIM, Building Information Modeling, BIM integration, BIM impact on the economy, standardization, normative compliance