Բովանդակություն

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ.....6

ԳԼՈՒԽ 1. ՏՈՒՓԱՁԵՎ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՃԱՆԱՊԱՐՀԱՇԻՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ.....10

1.1 Ավտոմոբիլային ճանապարհների տարածական մոդելավորումը տուփաձև հատույթներ ունեցող մակերևույթներով.....10

1.2 Խնդրի ձևակերպումը……11

1.3 Բազմանիստ տուփաձև մակերևույթներ և դրանց կիրառումը ճարտարապետության մեջ.....18

ԳԼՈՒԽ 2. ՏՈՒՓԱՁԵՎ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ.....29

2.1 Տուփաձև մակերևույթները ճանապարհների նախագծման մեջ.....29

2.2 Մի շարք կիրառական խնդիրների լուծում.....31

ԳԼՈՒԽ 3. ԱՌԱՋԱՐԿՎԱԾ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐԸ……...51

ԳԼՈՒԽ 4. ԲՆԱՊԱՀՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆ.....53

Տրանսպորտի օպտիմալացման հիմական մեթոդները բնապահպանական տեսանկյունից.....53

ԳԼՈՒԽ 5. ՏՆՏԵՍԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ……59

Մի շարք մակերևույթների միջոցով ավտոճանապարհների տարածական մոդելավորման աշխատանքների ինքնարժեքի և գնի հաշվարկը.....59

5.1. Համալրող առարկաների ծախսի հաշվարկ.....60

5.2. Էլեկտրաէներգիայի ծախսի հաշվարկ……61

5.3. Աշխատողների հիմական աշխատավարձի հաշվարկը……61

5.4. Աշխատողների լրացուցիչ աշխատավարձի հաշվարկը……..63

5.5. Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի հաշվարկը……63

5.6. Տարածքի վարձակալության ծախսի հաշվարկը……..65

5.7. Ընդհանուր տնտեսական ծախսերի հաշվարկը……..65

5.8. Համակարգի/փաթեթի ինքնարժեքի կալկուլացիան……...66

5.9. Շահույթի և միավորի գնի հաշվարկը……..,……..66

ԳԼՈՒԽ 6. ԿԵՆՍԱԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅԱՆ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅՈՒՆ……...69

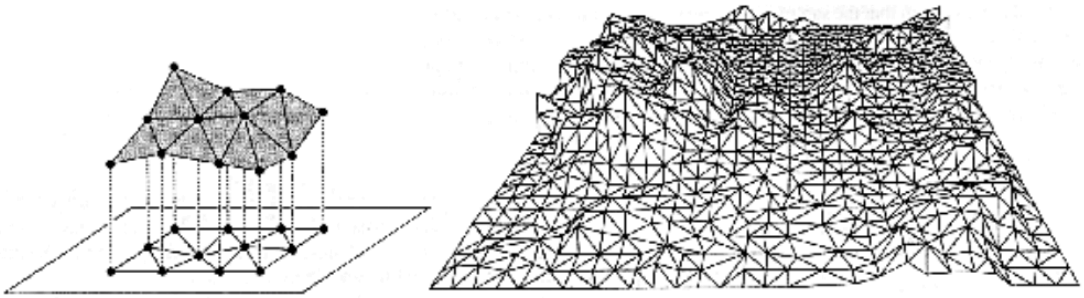
Ավտոճանապարհների տարածական մոդելավորում անվտանգության բաղադրիչի ներառմամբ.....69

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ.....74

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ.....75

ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

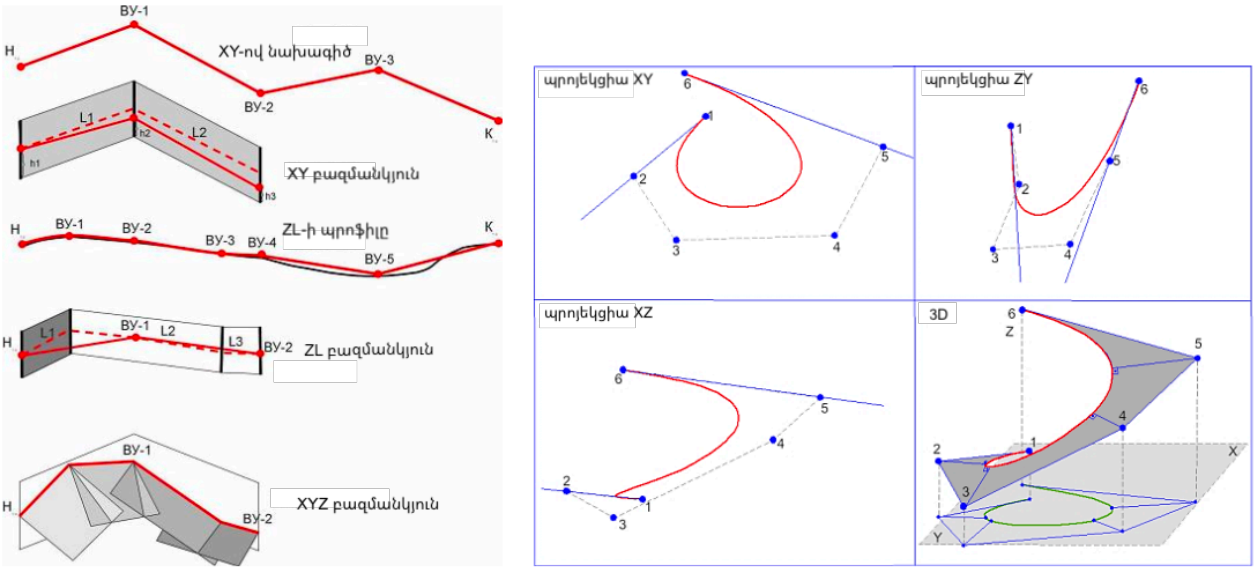
Ավտոմոբիլային ճանապարհների վերանորոգման և կապիտալ վերանորոգման նախագծման ժամանակ՝ նախագծման ավտոմատացված համակարգերի միջոցով, կարևորագույն քայլերից է ճանապարհի օպտիմալ (գործող և նախագծային) մակերևույթի ստացումը (երթևեկելի մաս, ճամփեզրեր, թեքություններ և այլն)՝ ըստ մի շարք չափանիշների (երբեմն այդ չափանիշները հարյուրավոր են), օրինակ՝ ըստ թեքության, բացարձակ բարձրության, ստորգետնյա ջրերի մակարդակից բարձրության, ջրատար խողովակի վերին մասից հեռավորության և այլն: CAD-երի (նախագծման ավտոմատացված համակարգերի) մեծ մասում նախագծի թվային մոդելը կառուցվում է Դելոնեի եռանկյունացման միջոցով (նկ. 1):



Նկ 1. Մակերևույթի ձևը՝ ներկայացված ռելիեֆի թվային մոդելով՝ օգտագործելով Դելոնի եռանկյունացումը :

Տվյալ մաթեմատիկական մեթոդը բավական լավ է (մաթեմատիկորեն ճշգրիտ) վերականգնում է տեղանքի ռելիեֆը, ինչպես նաև գործող ճանապարահատվածի և հարակից տարածքի մոդելը, սակայն դրա օգտագործումը վերանորոգման և կապիտալ վերանորոգման օպտիմալացման նպատակով հանգեցնում է երկայնական և լայնական հարթությունների չափազանց մեծ փոփոխության, ինչի հետևանքով՝ բացառում է օպտիմալացման հնարավորությունները՝ ըստ չափանիշների (հողի տեղափոխման նվազագույն ծավալ՝ պահպանելով միջին գիծը, նորմատիվ թեքությունը, լայնությունը և այլն): Ժամանակակից CAD-երում վերանորոգման և կապիտալ վերանորոգման ժամանակ թվարկված չափանիշներով օպտիմալ նախագծային մակերևույթ ստեղծելու անհնարինությունը մեծացնում է նախագծային փաստաթղթերի մշակման

աշխատատարությունը և, ի վերջո, բարձրացնում վերանորոգման արժեքը [1]: Եթե տարածական ձևով պատկերացնենք երթուղու բազմանկյուն (polygonal) ընթացքը, որն ունի մի քանի շրջադարձային անկյուններ հատակագծում և պրոֆիլում, ապա նման համադրությունը կարող է նկարագրվել մեկը մյուսի նկատմամբ որոշակի անկյան տակ գտնվող մի շարք տարրական հարթությունների զուգորդմամբ: Եվ հաճախ հատակագծում գտնվող բազմանկյունը կապված չէ պրոֆիլում գտնվող բազմանկյան հետ (նկ. 2ա): Վերանորոգման և կապիտալ վերանորոգման ընթացքում ավտոմոբիլային ճանապարհների նախագծային մոդելի վերականգնման դժվարությունները բազմակիորեն աճում են այն իրավիճակներում, երբ հենարար կորերը ձևավորվում են առանձին՝ ստեղծելով բարդ մակերևույթներ (ճանապարհի առանցքային գիծը, ձախ և աջ եզրագծեր և այլն): Իրականում դրանք բարձր կարգի ողորկ միացվող տարածական կորեր են [2] (նկ. 2բ):

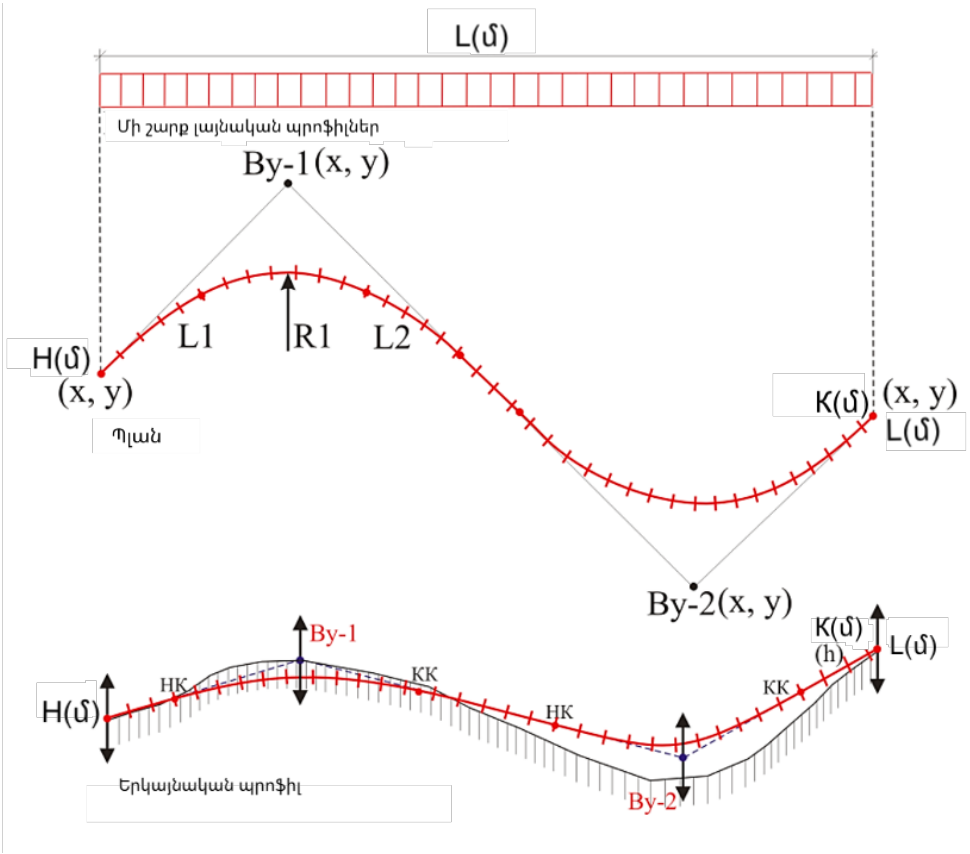


ա բ

Նկ. 2.Երթուղին, ներկայացված է բազմանկյունների բաժանման տեսքով՝ հատակագծում և պրոֆիլում (ա). ավտոմոբիլային ճանապարհի հենարար կորագիծ մակերևույթի տարրը՝ պրոյեկցիաներում և 3D պատկերում(բ):

Ավտոմոբիլային ճանապարհների նախագծման առկա ավանդական մեթոդները հիմված են կառուցվածքային (առաջատար) գծերի սկզբունքի վրա, որոնք ձևավորվում են առանցքային գծից կամ երթուղային գծից դրանց շեղմամբ: Նախագծողը պետք է «ձեռքով»

փնտրի առավել տնտեսող տարբերակը՝ փոփոխելով կառուցվածքային գծերը ավանդական պրոյեկցիաներում (հատակագիծ, պրոֆիլ, լայնական հատույթ), ընտրելով հողային աշխատանքների կամ ճանապարհածածկի շերտերի օպտիմալ ծավալը: Սա առօրեական և աշխատատար խնդիր է, որը ժամանակակից համակարգերում գործնականում գրեթե չի ենթարկվում ավտոմատացման (նկ. 3): Չնայած նոր ավտոմոբիլային ճանապարհների շինարարության նախագծման ժամանակ այս խնդիրը լավ է լուծված, և օպտիմալացումը իրականացվում է նորմատիվ պահանջների չափանիշներով (կորերի շառավղի մեծություն հատակագծում և պրոֆիլում, տեսանելիություն, լանդշաֆտային նախագծման պայմաններ և տարածության մեջ կորերի համադրությունները)՝ կախված ճանապարհի տեսակից: Վերանորոգման և կապիտալ վերանորոգման նախագծման ժամանակ ևս մեկ կարևոր խնդիր է երթուղու դիրքի որոշումը՝ հաշվի առնելով աշխատանքների արդյունքում ստացված ծավալները դրանք բերելով հատվածի երկարության միավորին: Միաժամանակ որոշ CAD համակարգերում, ինչպիսին է՝ IndorCAD/Road-ում, BIM նախագծման տեխնոլոգիայի շրջանակներում, այս խնդիրը մասամբ է լուծված. լուծումներ փնտրելիս աշխատանքների ծավալը հայտնի է, սակայն օպտիմալացման չափանիշները պետք է մշտապես ընդունվեն նախագծողի կողմից, ինչը ստեղծում է լրացուցիչ աշխատատարություն և երկարացնում է նախագծման ժամկետները: CAD համակարգերի մեծ մասում շինանյութերի ծավալը հաշվարկվում է միայն նախագծային փաստաթուղթ կազմելուց հետո՝ եռանկյունացման հիման վրա կառուցված ՏԹՄ (Տեղանքի թվային մոդել) և ՆԹՄ (Նախագծի թվային մոդել) մակերևույթների տարբերության հաշվարկի արդյունքում: Միաժամանակ գործող տեխնոլոգիայում ճանապարհի մի շարք էմպիրիկ հատկություններ և ֆիզիկական պարամետրեր չեն կարող նկարագրվել ալգորիթմորեն ինչը, նշանակում է, որ հաշվի չեն առնվում մոդելում օրինակ՝ ավտոմեքենայի կենտրոնախույս արագացումը, տարածական տեսանելիությունը և այլն, որոնք անմիջականորեն չեն ազդում նախագծային լուծման(կամ որոշման) մշակման վրա, սակայն կարևոր են վերանորոգվող ճանապարհահատվածի տրանսպորտային-շահագործման որակների համար:



Նկ. 3. Ավտոմոբիլային ճանապարհի երթուղու նախագծային գիծը՝ հատակագծում (վերևում) և պրոֆիլում (ներքևում)

ԳԼՈՒԽ 1. ՏՈՒՓԱՁԵՎ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ ՃԱՆԱՊԱՐՀԱՇԻՆՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՃԱՐՏԱՐԱՊԵՏՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ

§ 1.1 Ավտոմոբիլային ճանապարհների տարածական մոդելավորումը տուփաձև հատույթներ ունեցող մակերևույթներով

Ավտոմոբիլային ճանապարհների նախագծման մեջ կարևորագույն խնդիրը օպտիմալ ճանապարհի մակերևույթի ստացումն է (երթևեկելի մասի ձախ և աջ կողմերը, ձախ և աջ ճամփեզրերը, ձախ և աջ թեքությունները և այլն)՝ ըստ մի շարք չափանիշների(երբեմն այդ չափանիշները հարյուրավոր են), օրինակ՝ ըստ թեքության, բացարձակ բարձրության, ստորգետնյա ջրերի մակարդակից բարձրության, ջրատար խողովակի վերին մասից հեռավորության և այլն: CAD-երի (նախագծման ավտոմատացված համակարգերի) մեծ մասում նախագծի թվային մոդելը կառուցվում է Դելոնեի եռանկյունացման միջոցով: Ավարտական աշխատանքում դիտարկվում է ավտոմոբիլային ճանապարհների տարածական նախագծման նոր մաթեմատիկական մեթոդ՝ հիմված բաց բազմանիստի շարժման արդյունքում ձևավորված տուփաձև մակերևույթների վրա: Առաջարկվող մոտեցումը ավտոմոբիլային ճանապարհների նախագծման օպտիմալացման համար նախատեսում է անցում ավտոմոբիլային ճանապարհների մաթեմատիկական մոդելավորման՝ հիմված տուփաձև մակերևույթների վրա, որոնք ձևավորվում են բաց, հարթ միացումներով կորագիծ բազմանիստի շարժման արդյունքում, տեղեկատվական մոդելավորման (BIM) տեխնոլոգիայի շրջանակներում:

Ճապոնիայում մշակվել է կոմպոզիտային տուփաձև խողովակ՝ սենդվիչ-տիպի երկաթբետոնե ծածկով(այն թեթև է, կիսով չափ կրճատում է հաստությունը), որը թույլ է տալիս վերևից անմիջապես ճանապարհ սալապատել՝ առանց 50 սմ հողով ծածկման: Սա նվազեցնում է թմբի բարձրությունը ~1մ-ով, ինչը խնայում է հողի ծավալը, նվազեցնում է ծախսերը և բարելավում ճանապարհի տեսքը:

Տուփաձև կառույցները լայնորեն կիրառվում են հետիոտնային անցումներ, ավտոմոբիլային թունելներ կառուցելիս:

§ 1.2 Խնդրի ձևակերպումը

Ավտոմոբիլային ճանապարհների վերանորոգման նախագծման օպտիմալացման խնդիրը լուծելու առաջարկվող մոտեցումը կայանում է անցում դեպի ավտոմոբիլային ճանապարհների մաթեմատիկական մոդելավորման՝ հիմնված տուփաձև մակերևույթների վրա, որոնք ձևավորվում են բաց, հարթ միացված կորագիծ բազմանիստերի շարժման արդյունքում: Խնդրի լուծման համար որպես մաթեմատիկական մեթոդ դիտարկենք բազմանիստ տուփաձև կորագիծ մակերևույթների երկրաչափությունը՝ հիմնված ցիկլիկ մակերևույթների վրա: Դրա համար կամայական շառավղով շրջանագծի մեջ կարելի է ներգծել կանոնավոր բազմանկյուն: Շրջանագծի մեջ ներգծվում է 2φ անկյունով լար, որտեղ φ = π/K, որտեղ K-ն ամբողջ թիվ է, որը հավասար է կանոնավոր բազմանկյան կողմերի քանակին: Լարն կրկնելով K անգամ՝ յուրաքանչյուր անգամ պտտվելով 2φ անկյան տակ, ստանում ենք փակ կանոնավոր բազմանկյուն: Տեղափոխելով բազմանկյունը ցիկլիկ մակերևույթը առաջացնող շրջանագծի [3] հետ միասին ուղղորդ կորի երկայնքով կարելի է ստանալ փոփոխական լայնական հատույթով կորագիծ բազմանիստ տուփաձև մակերևույթ: Ցիկլիկ մակերևույթի պարամետրը փոխելով՝ կարելի է առանձնացնել տուփաձև մակերևույթների որոշ ենթադասեր.

ա) հաստատուն լայնական հատույթով,

բ) փոփոխական լայնական հատույթով, որոնք ձևավորվում են հաստատուն շառավղով ծնորդ շրջանագծի ուղղագիծ տեղափոխմամբ,

գ) տեղափոխական ուղղագիծ մակերևույթներ, որոնք ձևավորվում են ուղիղ գծի երկայնքով,

դ) հարթ-զուգահեռ մակերևույթներ, որոնցում շրջանագծի շառավիղը փոփոխվում է և միաժամանակ մնում են որոշակի հարթությանը զուգահեռ,

ե) կոնաձև, որտեղ շրջանագծի շառավիղը փոփոխվում է գծային օրենքով, իսկ կենտրոններով անցնում է ուղիղ գիծ,

զ) նորմալ մակերևույթներ, որոնց ծնորդ շրջանագծերը գտնվում են կենտրոնների գծերի նորմալ հարթության մեջ,

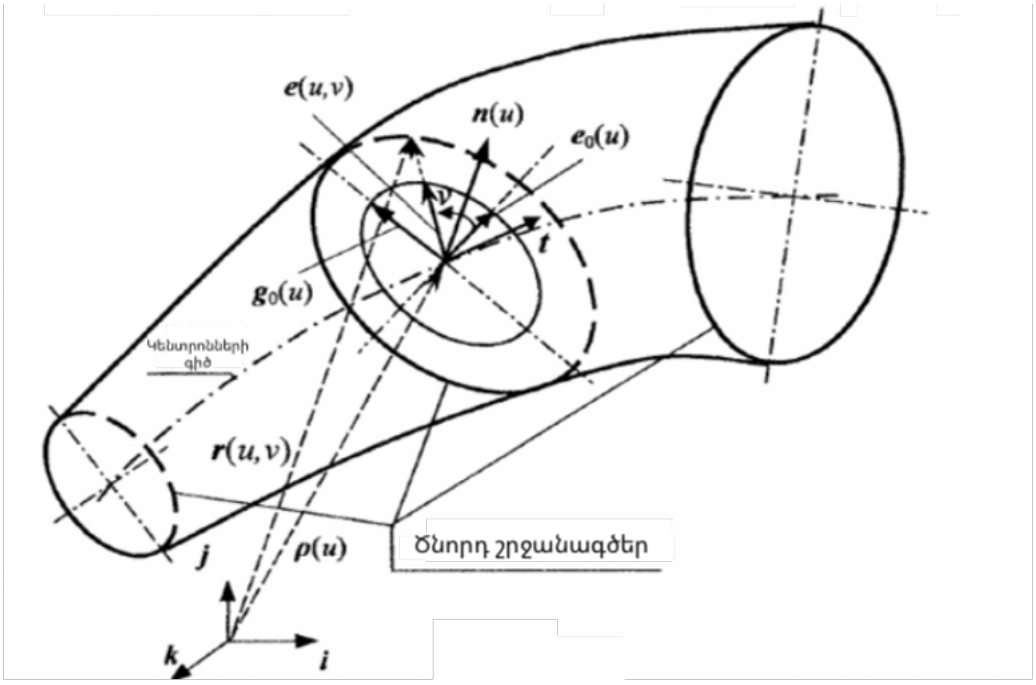
է) տուփաձև, որոնք ձևավորվում են հարթությունների փնջերում գտնվող կանոնավոր բազմանկյուններով ,

ը) ոլորված, ձևավորված կանոնավոր բազմանկյուններով, որոնք պտտվում են ծնորդ շրջանագծում, երբ այն շարժվում է կենտրոնների գծի երկայնքով:

Բազային ցիկլիկ մակերևույթի վեկտորական հավասարումն ունի հետևյալ տեսքը՝

$$\vec{\rho}(u,v) = \vec{r}(u) + R_0(u)\vec{e}(u,v) \qquad (1)$$

որտեղ ρ(u,v)-ը ցիկլիկ մակերևույթի շառավիղ-վեկտորն է,

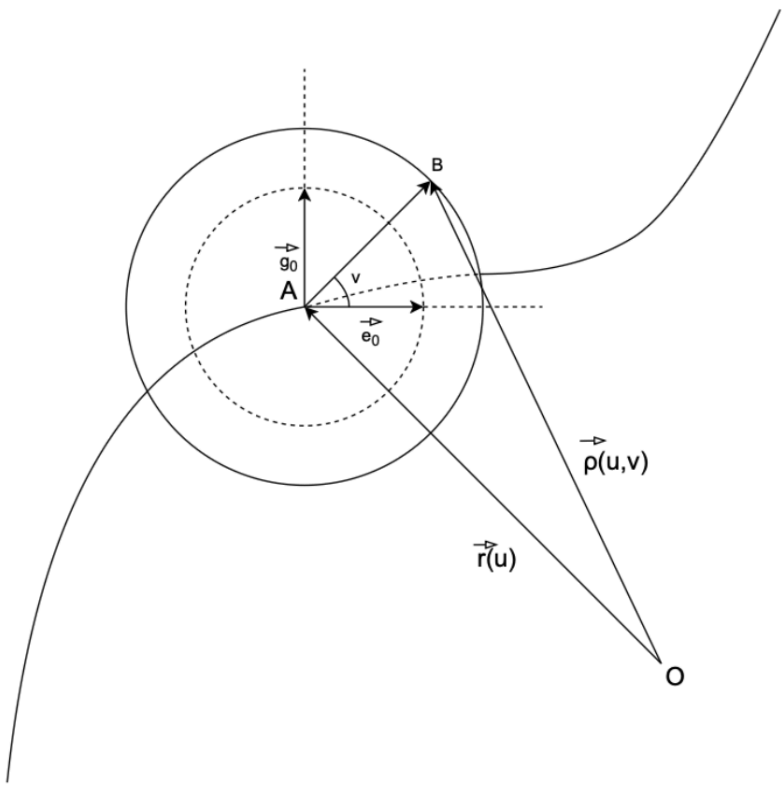


Նկ.4 Բազային ցիկլիկ մակերևույթ

$\vec{r}(u)$ - ցիկլիկ մակերևույթը կազմող շրջանագծերի կենտրոնների գծերի շառավիղ-վեկտորն է, իսկ $\vec{e}(u,v) = \vec{e_0}(u)\cos(v) + \vec{g_0}(u)\sin(v)$ մակերևույթը կազմող շրջանագծի հարթության մեջ միավոր շառավղով շրջանագծի վեկտոր ֆունկցիան է: Ծնորդ շրջանագծի հարթության դիրքը կենտրոնների գծի երկայնքով շարժվելիս որոշվում է $\vec{n}(u)$ միավոր նորմալի վեկտորով: $\vec{e_0}(u), \vec{g_0}(u), \vec{n}(u)$ վեկտորները կապված կենտրոնների գծի Ֆրենեի եռանիստի հետ՝ τ, ν, β, հիմնական ցիկլիկ մակերևույթի ուղղորդող կորում [1]:

$$\overrightarrow{OB} = \vec{\rho}(u,v) = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} = \vec{r}(u) + R_0(u)(\vec{e_0}(u)\cos v + \vec{g_0}(u)\sin v)$$

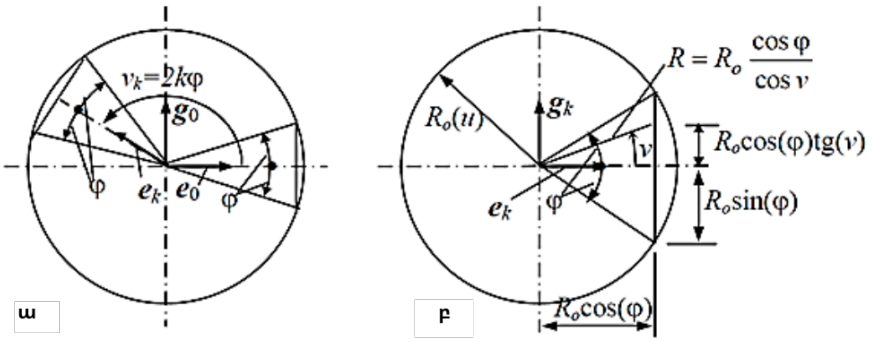
$\vec{e_0}(u), \vec{g_0}(u)$ –ն մակերևութն առաջացնող շրջանագծի հարթության մեջ միավոր օրթոգոնալ վեկտորներ են, $R_0(u)$ –ն այդ շրջանագծերի շառավիղների փոփոխման ֆունկցիան է:



Նկ.5 Ցիկլիկ մակերևույթի երկրաչափական մեկնաբանություն

Տուփաձև մակերևույթի k-րդ նիստի բանաձևը ստանալու համար պետք է (1) բանաձևի աջ մասի երկրորդ գումարելին փոխարինել կանոնավոր բազմանկյան k-րդ կողմի(լարի) հավասարումով: k-րդ լարի նորմալ վեկտորը որոշվում է հետևյալ վեկտորով (նկ. 6. ա):

$$e_k = e(u, v_k) = e(u, 2k\varphi), \varphi = \frac{\pi}{K}, k = 0,1, \dots, K-1. \qquad (2)$$



Նկ. 6 Տուփաձև մակերևույթի վեկտորական հավասարման ստացման երկրաչափական բացատրությունները

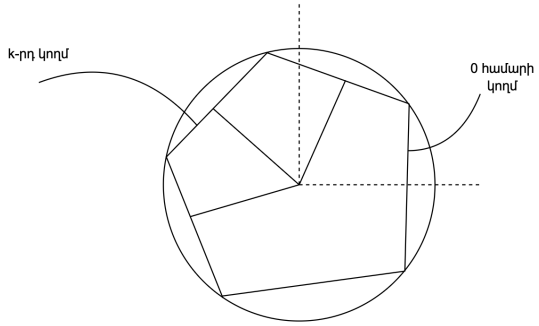
0-րդ համարի կողմի(լարի) հավասարումը կլինի՝

$$\overrightarrow{r_0}(u, v) = R_0(u) \cdot \cos\varphi \cdot \overrightarrow{e_0} + R_0(u)\cos\varphi \cdot \mathrm{tg}v \cdot \overrightarrow{g_0}, \qquad -\varphi \le v \le \varphi:$$

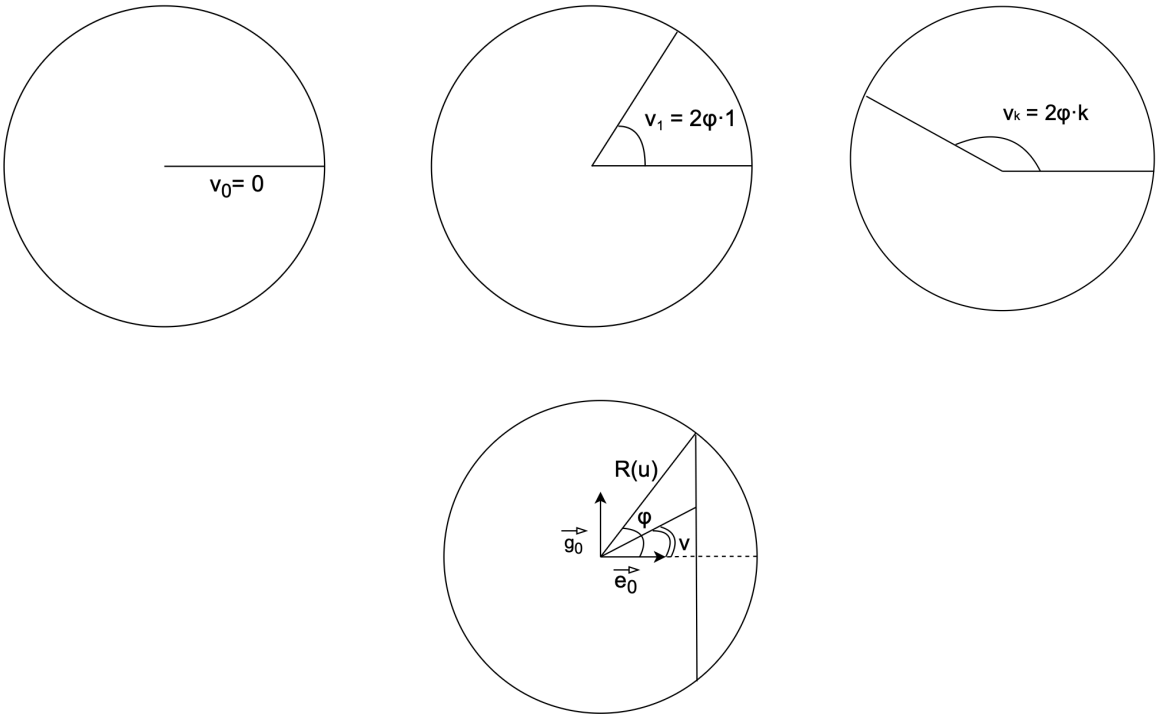
Իսկ k-րդ համարի կողմի(լարի) հավասարման համար կստանանք՝

$$\overrightarrow{r_k}(u, v) = R_0(u) \cdot \cos\varphi \cdot \overrightarrow{e_k} + R_0(u)\cos\varphi \cdot \mathrm{tg}v \cdot \overrightarrow{g_k}, \quad 0 \le k \le K-1, \varphi = \frac{\pi}{K}: \qquad (3)$$

K-ն կանոնավոր բազմանկյան կողմերի քանակն է($K \ge 3$):

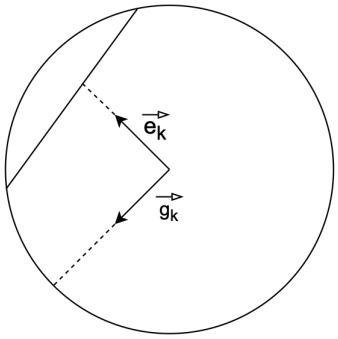


Նկ.7



Նկ.8

$\{\overrightarrow{e_0}, \overrightarrow{g_0}\}$ բազիսից $\{\overrightarrow{e_k}, \overrightarrow{g_k}\}$ բազիսը ստանալու համար առաջին բազիսը պետք է պտտենք $2\varphi k$ անկյունով: Այդ դեպքում կստանանք՝



Նկ.9

$$\overrightarrow{e_k} = \cos 2\varphi k \cdot \overrightarrow{e_0} + \sin 2\varphi k \cdot \overrightarrow{g_0}$$

$$\overrightarrow{g_k} = -\sin 2\varphi k \cdot \overrightarrow{e_0} + \cos 2\varphi k \cdot \overrightarrow{g_0}$$

Տեղադրելով (3)-ի մեջ , կստանանք՝

$$\overrightarrow{r_k}(u,v) = \frac{R_0(u)\cos\varphi}{\cos v}(\overrightarrow{e_0}\cos v\cos 2\varphi k + \overrightarrow{g_0}\cos v\sin 2\varphi k - \overrightarrow{e_0}\sin v\sin 2\varphi$$
$$+ \overrightarrow{g_0}\sin v\cos 2\varphi k) =$$

$$= \frac{R_0(u)\cos\varphi}{\cos v}(\overrightarrow{e_0} \cdot \cos(v + 2\varphi k) + \overrightarrow{g_0} \cdot \sin(v + 2\varphi k)) = R(u,v) \cdot \vec{e}(u,v,k):$$

Այսպիսով.

$$\overrightarrow{r_k}(u,v) = R(u,v) \cdot \vec{e}(u,v,k) \qquad (4)$$

որտեղ՝

$$R(u,v) = \frac{R_0(u)\cos\varphi}{\cos v},$$

$$\vec{e}(u,v,k) = \cos(v + 2\varphi k)\overrightarrow{e_0}(u) + \sin(v + 2\varphi k)\overrightarrow{g_0}(u):$$

Այդ դեպքում ստանում ենք տուփաձև մակերևույթի k-րդ նիստի վեկտորական հավասարումը:

$$\vec{\rho}_k(u,v) = \vec{r}(u) + \vec{r}_k(u,v) = \vec{r}(u) + R(u,v)\vec{e}(u,v,k) \qquad (5)$$

(5) հավասարումը հարթ կոորդինատային գծերի համակարգ ունեցող մակերևույթի հավասարում է, որտեղ $\vec{r}(u)$-ը ուղղորդ կորի վեկտորական հավասարումն է, իսկ R(u,v)-ը՝ հարթ կոորդինատային գծի հավասարումն է բևեռային կոորդինատական համակարգում՝ $\vec{n}(u)$ նորմալով հարթությունում:

Վերջնական տուփաձև մակերևույթի պարամետրական հավասարումը կլինի՝

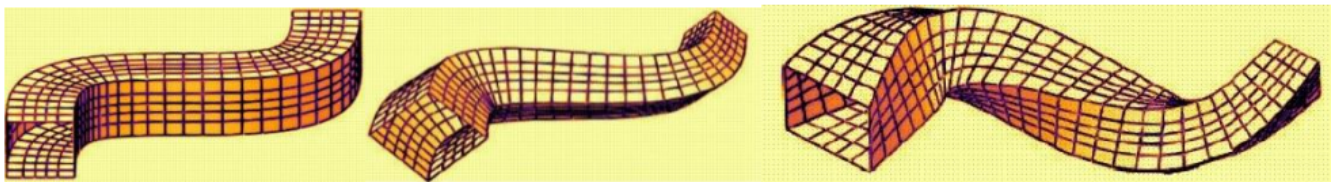
$$\vec{\rho}_k(u,v) = \vec{r}(u) + \frac{R_0(u)\cos\varphi}{\cos v}\left(\cos(v + 2\varphi k)\overrightarrow{e_0}(u) + \sin(v + 2\varphi k)\overrightarrow{g_0}(u)\right),$$

որտեղ $\overrightarrow{e_0}(u)$ և $\overrightarrow{g_0}(u)$ միավոր վեկտորները ընտրվում են հետևյալ բանաձևերով՝

$$\overrightarrow{e_0}(u) = \frac{\left(\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)\right) \times \vec{r}'(u)}{|\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)| \cdot |\vec{r}'(u)|},$$

$$\overrightarrow{g_0}(u) = \frac{\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)}{|\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)|}:$$

Նկ. 10-ում ներկայացված են կորագիծ տուփաձև բազմանիստ մակերևույթներ՝ տարբեր նիստերի թվով, հաստատուն և փոփոխական շառավղով ծնորդներով, ներառյալ ոլորված տուփաձև մակերևույթներ: Այստեղ որպես ծնորդ շրջանագծերի կենտրոնների գիծը վերցվում է սինուսոիդ $x=u$, $y = \alpha \cdot \sin(u)$, որտեղ $\alpha = 0.75$, $u=0\text{-}2\pi$:



ա) բ) գ)

Նկ. 10. Հաստատուն լայնական հատույթով մակերևույթներ(ա), հիմքի ծնորդ շրջանագիծը կազմող շառավիղը փոխվում է գծային (բ), ներկայացված են ոլորված տուփաձև մակերևույթներ որոնց մակերևույթների պարամետրերը նման են բ-ին (գ)

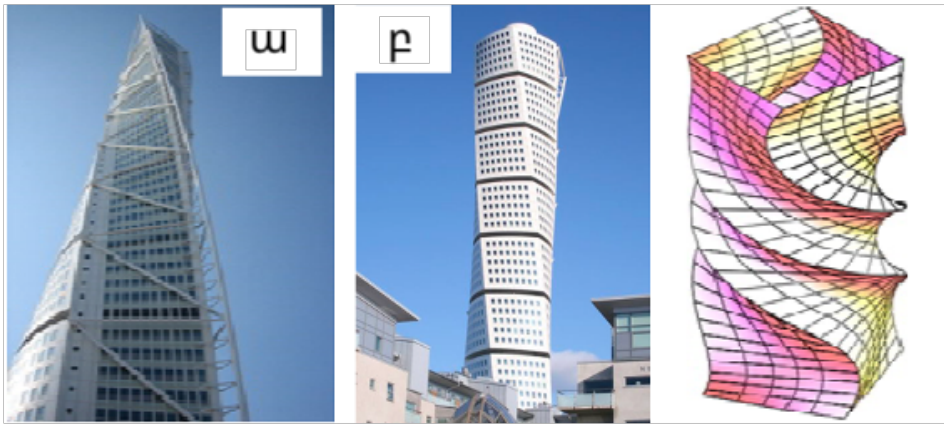
§ 1.3 Բազմանիստ տուփաձև մակերևույթներ և դրանց կիրառումը ճարտարապետության մեջ

Ժամանակակից ճարտարապետությունը բնութագրվում է ձևերի բազմազանությամբ: Անալիտիկ երկրաչափությունը թույլ է տալիս ճարտարապետին ոգեշնչել երևակայությունը՝ օգտագործելով նոր ձևեր և մակերևույթներ: Ավելին ճարտարապետությունում կիրառվող յուրաքանչյուր ձևի մաթեմատիկական հիմնավորումը թույլ է տալիս ոչ միայն նախագծել գեղեցիկ և ներդաշնակ(համաչափ) շենքեր, այլև ապահովել դրանց հուսալիությունը ճարտարագիտական տեսանկյունից:

Տուփաձև մակերևույթների՝ որպես ցիկլիկ մակերևույթների տարատեսակի հասկացությունը տրվել է Վ. Ն. Իվանովի կողմից [4]-ում: Մասնավորապես, նա դիտարկել է տուփաձև մակերևույթներ, որոնք ձևավորվում են ցիկլիկ մակերևույթի շրջանագծում ներգծված կանոնավոր բազմանիստի շարժմումից: Եթե ցիկլիկ մակերևույթն ձևավորվում է փոփոխական շառավիղ ունեցող շրջանագծի շարժման արդյունքում, ապա տուփաձև մակերևույթը ունի փոփոխական լայնական հատույթ: Եթե մակերևույթի ուղղորդողը կոր է, ապա ստացվում է կորագիծ տուփաձև մակերևույթ: § 1.2-ում տրված դասակարգումը ցույց է տալիս, որ բազմանիստ տուփաձև մակերևույթները բազմազան են և ունեն հետաքրքիր ձևեր, որոնց հիման վրա կարելի է ստեղծել բազմաթիվ ինքնատիպ շենքեր: Դիտարկենք շենքերի ճարտարապետության մեջ բազմանիստ տուփաձև կորագիծ մակերևույթների կիրառման օրինակներ :

2005 թվականին Շվեդիայի Մալմյո քաղաքում կառուցված « Turning Torso» երկնաքերը (նկ. 11 ա, բ) անվանվել է «Եվրոպայի ամենաանսովոր երկնաքերը»: Ճարտարապետը՝ Սանտյագո Կալատրավան արժանացել է մրցանակի Կաննի միջազգային ցուցահանդեսում: Կենտրոնական կրող կառույցը պատրաստված է երկաթբետոնից, որը ներառում է հաղորդակցական համակարգերը, վերելակները և աստիճաններ: 54-հարկանի շենքն ունի 190 մետր բարձրություն: Լրացուցիչ կայունություն ապահովելու նպատակով շենքը երկնաքերի արտաքին հատվածում ունի կարկաս(հիմնակմախք): Վերին հնգանիստ պրիզմայի հարթությունը պտտված է ստորինի նկատմամբ 90°-ով:

Երկրաչափական տեսանկյունից շենքի ձևը կարելի է նկարագրել որպես հնգանիստ գլանաձև տուփաձև մակերևույթ։



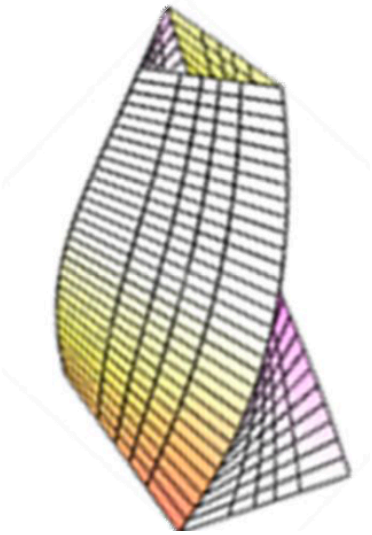
Նկ. 11 Նկ. 12

Նկ. 12-ում պատկերված է պարուրաձև քառանիստ գլանաձև տուփաձև մակերևույթ։ Նման ձև ունի «Helixxx Bridge»-ը (նկ. 13)՝ 82 մետր բացվածքով հետիոտնային կամուրջը, որը նախագծվել է ճարտարապետ Էուջենյո Ագլիետիի կողմից՝ Նիդեռլանդների Ամստերդամ քաղաքում գտնվող Էրմիտաժ թանգարանի առջևի մասում կառուցման համար։ Կիսաթափանցիկ ապակյա թաղանթը հնարավորություն է տալիս հիանալ Ամստել գետի տեսարանով, իսկ ծակոտեն վահանակները ներսում ստեղծում են բարենպաստ միկրոկլիմա։

Նկ.13 Նկ.14

«Dancing Towers» բազմաֆունկցիոնալ համալիրը (նկ. 14), որի նախագիծը մշակվել է ճարտարապետական ստուդիայի՝ Studio Daniel Libeskind կողմից Սեուլի համար (Հարավային Կորեա), ունի ոլորված գլանաձև տուփաձև մակերևույթ, բայց արդեն քառանիստ : Երեք եզակի 41-հարկանի երկնաքերերն ունեն ձև, որը նման է բուդդայական վանականների տարազների երկար թևքերի շարժումներին ավանդական կորեական Seung Moo պարի ժամանակ: Ճարտարապետական տեսանկյունից հետաքրքիր շենք է BBI աշտարակը (նկ. 15), որը նախագծվել է «Kusus + Kusus Architekten» ստուդիայի կողմից: Այս 31 մետր բարձրությամբ աշտարակը գտնվում է Բեռլինի օդանավակայանում և համարվում է դրա խորհրդանիշը: Աշտարակի ուրվագիծը՝ հատակագծում եռանկյունաձև է ծավալային տեսանկյունից, որը կարծես պտտվել է քամու շարժումից: Կառույցի արտաքին մասը պատված է պողպատե շրջանակի վրա ձգված սպիտակ վրանային թաղանթով որը ստեղծվում է թափանցիկության տպավորություն: Գիշերը աշտարակի ներքին լուսավորության ստեղծվում է զարմանահրաշ էֆեկտ: Շենքի ձևը ոլորված, կոնաձև, եռանիստ տուփաձև մակերևույթ է՝ հիմքում կոնաձև մակերևույթով (նկ. 16):

Նկ.15

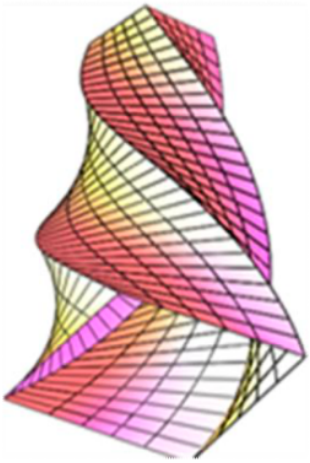


Նկ.16

Նկ. 17-ում ներկայացված է Սանկտ Պետերբուրգում կառուցվող «Գազպրոմ»-ի նոր շենքի նախագիծը, որը մշակվել է <<RMJM>>ընկերության ճարտարապետների կողմից: : 403 մետր բարձրությամբ ջահաձև երկնաքերը նախատեսվում է դառնալ Եվրոպայի ամենաբարձր և

հիասքանչ շենքը։ Շենքի ձևին համապատասխանող անալիտիկ մակերևույթը կոնաձև ոլորված բազմանիստ տուփաձև մակերևույթ է (նկ. 18)։

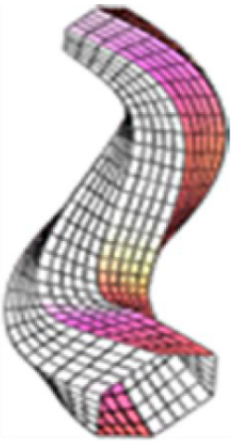
Նկ.17



Նկ.18

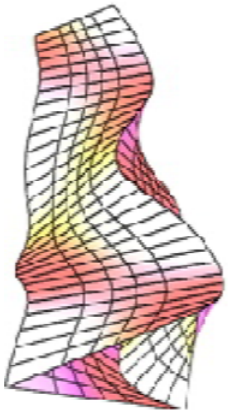
Դուբայում (ԱՄԷ) (նկ. 19) նախատեսվում է կառուցել ճարտարապետական նախագիծ, որը հավակնում է «նոր աշխարհի հրաշալիք» կոչմանը ։ Այն կլինի 4 աշտարակներից բաղկացած համալիր ՝ 54-ից մինչև 97 հարկ, որոնց ձևը հիշեցնում է վառվող մոմի բոց։ Նախագիծը մշակվել է Thompson, Ventulett, Stainback & Associates ճարտարապետական ընկերության կողմից։ Բազմանիստ ոլորված տուփաձև մակերևույթը՝ որի հիմքի մակերևույթն ունի փոփոխական շառավղով ծնորդ շրջանագծեր, իսկ դրանց կենտրոնների գիծը սինուսոիդ է , որը հիանալի կերպով նկարագրում է համալիրը կազմող շենքերի ձևը (նկ. 20)։

Նկ.19



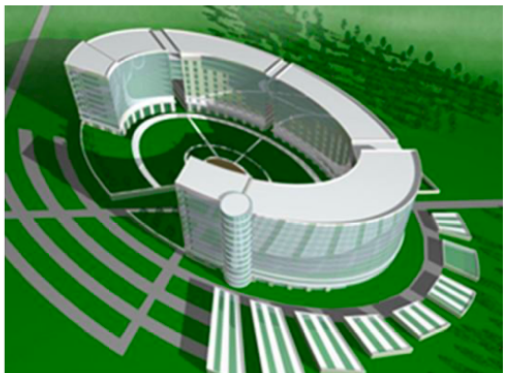
Նկ.20

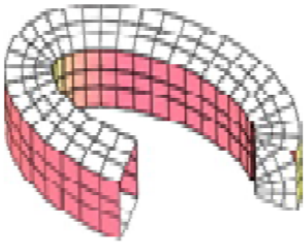
«Dynamic Tower» աշտարակի (նկ. 21) նախագիծը պատկանում է իտալացի ճարտարապետ Դևիդ Ֆիշերին: Դինամիկ երկնաքերի գաղափարը առաջին անգամ իրականացվելու է Դուբայում: Երկնաքերի կառուցվածքը բաղկացած է 59 մակարդակից, որոնք անկախ կերպով պտտվում են իրենց առանցքի շուրջ՝ բարձրության վրա գործող քամիների հոսքերի շնորհիվ՝ միաժամանակ արտադրելով էլեկտրաէներգիա: Երկու միանման երկնաքերեր չկան դրանց ձևը անընդհատ փոխվում է: Շենքի յուրահատկությունը կայանում է հետաքրքիր ճարտարապետական լուծման և այլընտրանքային էներգիայի աղբյուրների կիրառման համադրության մեջ: Նկ. 22-ում ներկայացված է կոնաձև եռանկյունաձև ոլորված մակերևույթ:



Նկ.21 Նկ.22

Նկ. 23-ում ներկայացված է Նովոսիբիրսկի Ակադեմիական քաղաքի Տեխնոպարկի Տեղեկատվական տեխնոլոգիաների կենտրոնի և համատեղ օգտագործման կենտրոնի նախագիծը: Շենքերի հարկերի քանակը և չափերը որոշվել են մաթեմատիկական հաշվարկներով ՝ հաշվի առնելով արևի հետագիծը և գերիշխող քամիների ուղղությունը,ինչը հնարավորություն է տվել օպտիմալացնել շենքերի լուսավորման, ջեռուցման և հովացման ծախսերը օրվա տարբեր ժամերին և տարվա տարբեր եղանակներին: Շենքի ձևը համապատասխանում է ՝ հարթությունների փնջերում գտնվող հաստատուն լայնական հատույթով ոլորված քառանիստ տուփաձև մակերևույթի, որի կենտրոնների գիծը էլիպս է (նկ. 24):



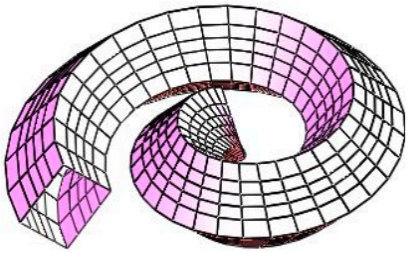


Նկ.23 Նկ.24

Իսպանական «Subarquitectura» ստուդիայի ճարտարապետները կարծում են, որ ճարտարապետությունը ցիկլիկ է։ Այդ սկզբունքը պատկերավոր ձևով ցույց տալու համար նրանք ստեղծել են «Casa 360°» համայնապատկերային տունը (նկ. 25, 26, 27)՝ պարույրի կամ գլուխը պոչի վրա հենած օձի տեսքով ։

Նկ.25 Նկ.26 Նկ.27

Երկրաչափական տեսանկյունից այս շենքը կարելի է նկարագրել որպես բազմանիստ կորագիծ տուփաձև մակերևույթ՝ հաստատուն լայնական հատույթով ՝«Արքիմեդյան պարույր» հիմական ցիկլիկ մակերևույթով (նկ. 28)։



Նկ.28

Ամստերդամի կենտրոնում գտնվող «Amstel Loop Iconic» կամրջի (նկ.29) հեղինակներնեն Evgeni Leonov Architects ճարտարապետական ստուդիայի մասնագետները: Կամուրջը, որը նախատեսված չէ տրանսպորտային միջոցների (բացի հեծանիվներից) երթևեկության համար, միաժամանակ հանդիսանում է արվեստի առարկա: Պողպատե տանիքով տեղամասերը, որոնք ոլորված են «օղակի» տեսքով, պաշտպանում են հետիոտներին և հեծանվորդներին քամուց, ձյունից և անձրևից: Այս նախագծի հիմական առավելությունն «օղակի» վերևում գտնվող դիտահարթակը, որը գեղատեսիլ տեսարան է բացում հանգստացողների համար:

Նկ.29

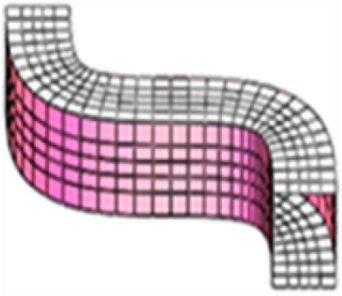
Նկ.30

ԱՄՆ Ֆլորիդա նահանգի Սանկտ Պետերբուրգ քաղաքում նախատեսված ափամերձ գծի նախագիծը, որը ներկայացվել է դանիական «BIG architects»(Bjarke Ingels Group) ճարտարապետական և դիզայնի ստուդիայի կողմից, հաղթել է միջազգային դիզայնի մրցույթում: Այս նախագիծը բաղկացած է երեք մասից. The Wave՝ քանդակազարդ օղակաձև շենք, որտեղ տեղակայված են մանրածախ առևտրի կետեր, ռեստորաններ, բարեր և թատրոններ (նկ. 30), Tributary Park այգի կանոնների վարձույթի կետ, պիկնիկի գոտի և բուսաբանական այգի, իսկ Wave Walk-ը հանդիսանում է զբոսանավերի նավամատույց և լողավազան:

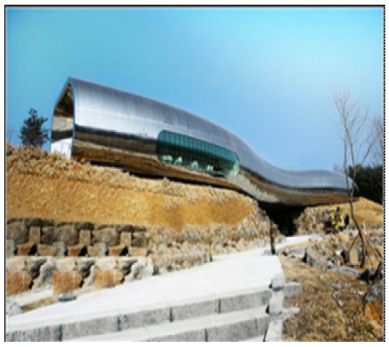
Դանիական «Bjarke Ingels Group» ճարտարապետական ընկերությունը ներկայացրել է իր «Walter» շենքի նախագիծը (նկ. 31), որը նախատեսվում է կառուցել Պրահայում: Ընդհանուր՝ 32,000 քմ մակերեսով շենքը բաղկացած է չորս աշտարակներից, որոնք միավորված են մեկ ամբողջական կառույցի մեջ՝ W տառի ձևով: Շենքում տեղակայվելու են ոչ միայն գրասենյակներ, այլև բնակարաններ, որոնցից բացվելու է տեսարան դեպի ամբողջ

քաղաքը: Յուրաքանչյուր աշտարակի ձևը համապատասխանում է հաստատուն լայնական հատույթով քառանիստ տուփաձև մակերևույթի, որի ծնորդ շրջանագծերի կենտրոնների գիծը սինուսոիդ է (նկ. 32):

Նկ.31



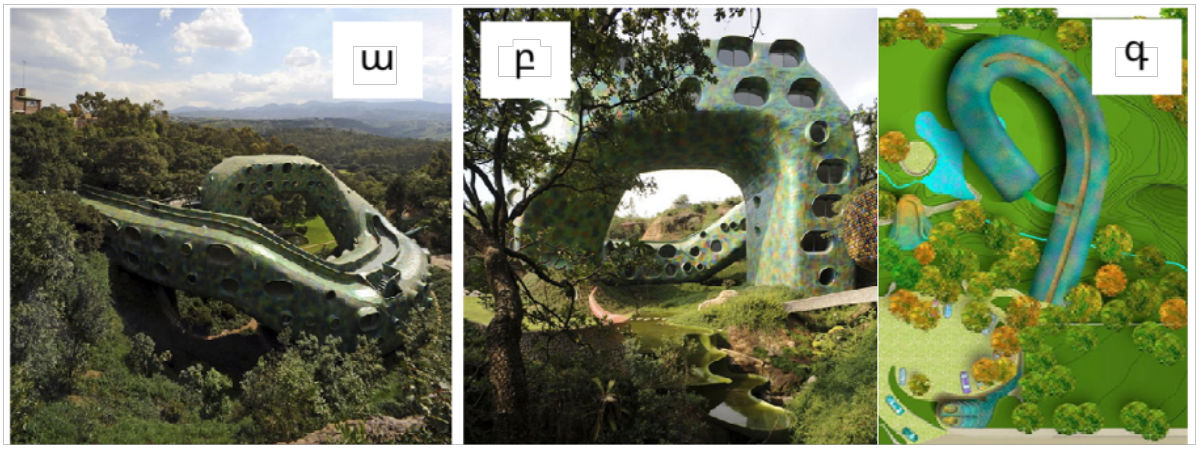
Նկ.32



Նկ.33

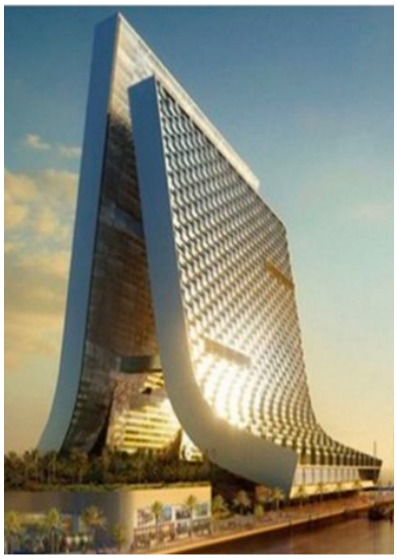
Նկ. 32-ում պատկերված մակերևույթով կարելի է նկարագրել նկ. 33-ում ներկայացված շենքի ձևը: Դա Հարավային Կորեայում կառուցվող նախապատմական ժամանակների ուշագրավ թանգարանն է՝ «Jeongok Prehistory Museum», որը տեղակայվելու է Կյոնգիդո նահանգի հնագույն մարդկանց բնակավայրերից մեկի տարածքում: Նախագիծը հեղինակել է ֆրանսիական «X-Tu architects» ճարտարապետական ստուդիան: Թանգարանի շենքը ներկայացված է երկարավուն ծավալով, որը նման է հսկայական փայլուն խողովակի: Այս ձևը ընտրվել է թանգարանի համար անհրաժեշտ օգտագործելի տարածք ապահովելու և միևնույն ժամանակ շրջակա միջավայրի հետ ներդաշնակորեն միաձուլվելու համար:

Հավիեր Սենոսիանն՝ աշխարհահռչակ «Nautilus» տան հեղինակն է, ստեղծել է ևս մեկ բացառիկ ճարտարապետական նախագիծ: Այս անսովոր բնակելի համալիրը՝ «Quetzalcoatl's Nest» (նկ. 34 ա, 34 բ, 34 գ) ունի քառանիստ տուփաձև մակերևույթի ձև: Նախագիծը անվանակոչվել է ացտեկների փետրավոր օձի՝ գիտելիքի և ուսման աստծո պատվին: Քանի որ «The Nest of Quetzalcoatl» գտնվում է կաղնիներով ծածկված անհարթ հողատարածքի վրա և պարունակում է բազմաթիվ քարանձավներ, դրա կառուցումը մեծ դժվարություններ էր ստեղծել, հատկապես հաշվի առնելով, որ ճարտարապետը իրավունք չուներ խաթարել գոյություն ունեցող բնական լանդշաֆտը կամ ոչնչացնել տարածքի 98 տոկոսը ծածկող բուսականությունը :



Նկ.34

Միակ հասանելի հարթ տարածքը պետք էր օգտագործվեր որպես կայանատեղի: Այս պայմաններում Սենոսիանն գտավ կիրճերն օգտագործելու հիանալի միջոց և ստեղծեց օձանման ձևով տուն : Չնայած «Quetzalcoatl's Nest» տեսքով էքսցենտրիկ (արտասովոր) ճարտարապետության օրինակ է, այն իրականում բնակելի տուն է: Ոչ պակաս տպավորիչ ճարտարապետական նախագծեր, որոնք քննարկվում են ստորև նույնպես պատկանում են տարբեր տուփաձև մակերևույթների տարբերակներին: ԱՄԷ-ում՝ Marina լողափի մոտ, կառուցվում է Oppenheim ճարտարապետական ընկերության գլուխգործոցը՝ երկու շենքերից բաղկացած բնակելի համալիր, որոնք գրեթե միանում են իրենց վերին հատվածներում՝ թաքցնելով կանաչ այգի (նկ. 35):



Նկ.35

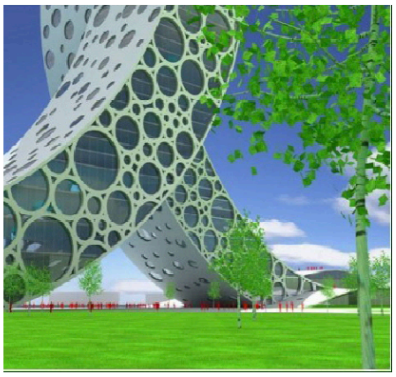
Այս բնակելի համալիրի արտաքին պատերը չեն լինի ամբողջական, այլ աստիճանաձև, և յուրաքանչյուր բնակարան ունենալու է սեփական կանաչ պատշգամբ: Այս լուծումը թույլ կտա բնակարաններն ավելի լավ օդափոխել ծովային քամու միջոցով: Դանիական BIG ընկերությունը Քվեբեկի Գեղարվեստի Ազգային թանգարանում ներկայացրել է ժամանակավոր ցուցահանդեսների տաղավարի նախագիծը (նկ. 36): Նախագիծը նախատեսում է մի շենքի կառուցում, որը արտաքինից հիշեցնում է երկու տուփ,որը կիսով չափ թաղված է գետնի մեջ՝

Նկ.36

30–35° անկյան տակ: Շենքերի ապակեպատ ուղղահայաց պատերը լավ լուսավորություն կապահովեն թանգարանային ցուցանմուշների համար :

Չինական հիերոգլիֆը «REN» նշանակում է «մարդկանց համար» և նման է «L» տառին: Շանհայում կառուցվում է երկնաքեր, որի ձևը կրկնում է այդ հիերոգլիֆը (նկ. 37, 38): Կառույցը նախագծված է որպես երկու շենք, որոնք միաձուլվում են մեկի մեջ: Առաջին շենքը կարծես «դուրս է գալիս» ջրից, իսկ երկրորդը «աճում է» գետնից: Նախագծի հեղինակներն են Կոպենհագենում գործող Bjarke Ingels Group (BIG) ընկերության ճարտարապետները: Նկ. 29-ում ներկայացված է Իտալիայի Մերանո–Ալտո Ադիջե շրջանում ավստրիացի ճարտարապետ Ստեֆան Ունգերի նախագծով կառուցված Villa San Valentino մասնավոր բնակելի տունը:

Նկ.37

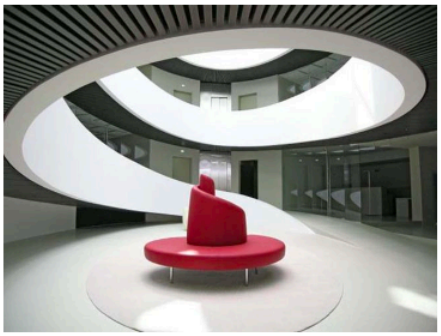


Նկ.38

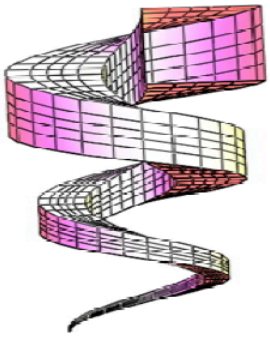
Նկ.39

Ցյուրիխում շվեյցարական «Camenzind Evolution Architecture» ընկերությունը կառուցել է անսովոր պարուրաձև տուն(նկ. 40)։ Տան ներքին հարդարանքը ներկայացված է նկ. 41-ում։ Այս տունը տպավորիչ տեսք ունի ոչ միայն արտաքինից, այլև ներքինից։

Նկ.40

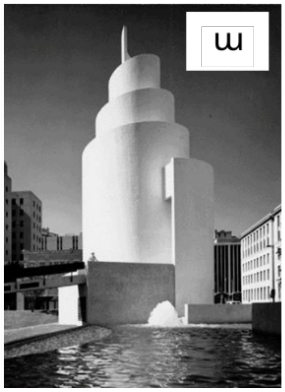


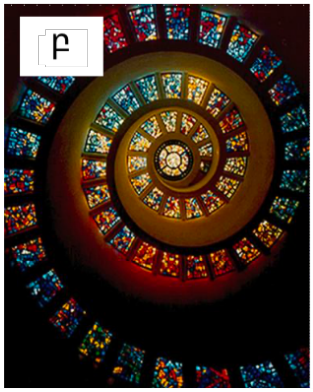
Նկ.41



Նկ.42

Շենքի երկրաչափական ձևը նման է պարուրաձև քառանիստ տուփաձև մակերևույթին, որը պատկերված է նկ. 42-ում։ Նմանատիպ մակերևույթով է նկարագրվում Դալասում (ԱՄՆ) գտնվող՝ Շնորհակալության հրապարակում (Thanksgiving Square) տեղակայված մատուռի ձևը (նկ. 43 ա, 43 բ)։





Նկ.43

ԳԼՈՒԽ 2. ՏՈՒՓԱՁԵՎ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ

§ 2.1 Տուփաձև մակերևույթները ճանապարհների նախագծման մեջ

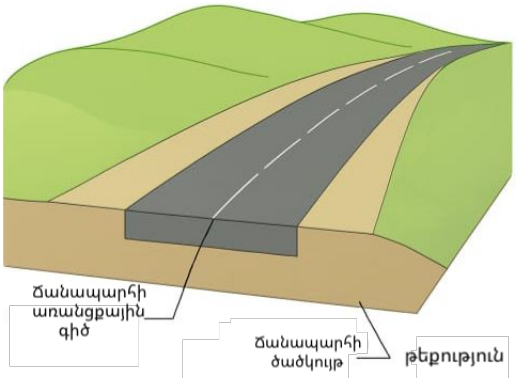
Վերևում դիտարկվել են բազմանիստ տուփաձև մակերևույթների որոշ տեսակներ, ինչպես նաև ցուցադրվել են ճարտարապետության մեջ տարբեր տուփաձև բազմանիստ մակերևույթների կիրառման հնարավորությունները: Անշուշտ, տուփաձև մակերևույթների այլ տեսակներն էլ հետաքրքիր են ճարտարապետների համար:

Ներկանացված օրինակներով կարելի է ևս մեկ անգամ ճարտարապետների ուշադրությունը հրավիրել անալիտիկ երկրաչափության վրա : Անալիտիկ մակերևույթների կիրառումը ճարտարապետության մեջ կօգնի ճարտարապետներին իրենց աշխատանքներում հասնել ավելի մեծ ներդաշնակության :

Տուփաձև մակերևույթները լայն կիրառություն ունեն ճանապարհաշինության մեջ, քանի որ դրանք լավ են մոդելավորում ճանապարհի հարթ, բայց աստիճանաբար փոփոխվող հատվածները՝ ապահովելով հարթ անցումներ և կառուցվածքային կայունություն:Ահա հիմնական կիրառությունները.

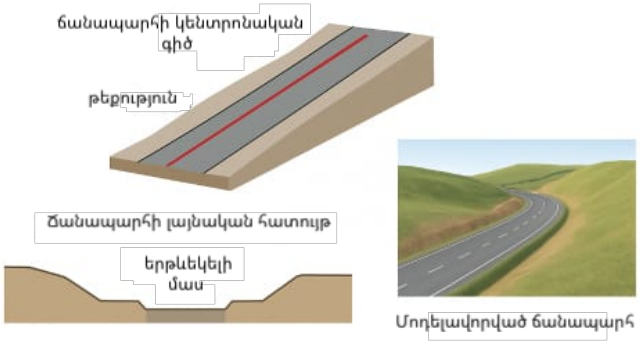
1. Ճանապարհի հատույթների ձևավորում: Ճանապարհը սովորաբար ունի լայնական թեքություն(ջրահեռացման համար) և երկայնական պրոֆիլ:Տուփաձև մակերևույթներով հնարավոր է մոդելավորել՝
    - երթևեկելի մասի հարթությունը,
    - կողային թեքությունները,
    - անցումները ուղիղ հատվածից դեպի կոր մաս և շրջադարձ:
2. Թեքությունների և անցումների հարթեցում: Ուղիղ հատվածից դեպի կոր հատված անցնելիս անհրաժեշտ է աստիճանական փոփոխություն:Տուփաձև մակերևույթները թույլ են տալիս ապահովել՝
    - հարթ երկրաչափական անցում,
    - առանց կտրուկ կոտրվածքների ձևափոխում,
    - մեքենաների կայուն շարժում :

3. Ջրահեռացման համակարգեր: Ճանապարհի մակերևույթը պետք է ունենա ճիշտ թեքություն, որպեսզի ջուրը չկուտակվի: Տուփաձև մակերևույթներով հնարավոր է ճշգրիտ հաշվարկել՝
    - ջրի հոսանքի ուղղությունը,
    - մակերևույթի թեքության աստիճանը,
    - ջրահեռացման ակուսների ձևը:
4. Հողի ծավալների հաշվարկ: Տուփաձև մակերևույթների միջոցով կարելի է հաշվել՝
    - լցման և փորման ծավալները,
    - ճանապարհի հիմքի ծավալը,
    - բետոնապատման կամ ասֆալտապատման նյութի քանակը:



Նկ. 44 Տուփաձև մակերևույթը ճանապարհների նախագծման մեջ

Ճանապարհների նախագծման մեջ տուփաձև մակերևույթը դա ճանապարհի եռաչափ անալիտիկ մոդելն է, որը ձևավորվում է ճանապարհի կենտրոնական գծի երկայնքով լայնական հատույթը. տեղաշարժելով :



Նկ. 45 Տուփաձև մակերևույթի օգտագործումը ճանապարհների նախագծման մեջ

§ 2.2 Մի շարք կիրառական խնդիրների լուծում

Խնդիր 1. Տարածության մեջ տրված է՝ $\vec{r}(u) = (u^2+1)\vec{i} + (u^3+2)\vec{j} + (2u-3)\vec{k}$ ուղղորդ կորը որտեղ $0 \le u \le 10$, $-\frac{\pi}{3} \le v \le \frac{\pi}{3}$: Տուփաձև մակերևույթը բաղկացած է երեք նիստերից այսինքն՝ $K = 3$ (կանոնավոր եռանկյուն), $k = 1,2,3$ իսկ անկյունային տեղաշարժը՝ $\varphi = \frac{\pi}{K}$: $R_0(u)$-ն շրջանագծի շառավղի բանաձևն է, որը կարող է լինել հաստատուն և փոփոխական: ա) $R_0(u) = 5$ բ) $R_0(u) = \frac{U^3+2}{U^2+1}$: Պահանջվում է կառուցել տուփաձև մակերևույթի $\rho_k(u,v)$, $k = 1,\dots,3$ նիստերի պարամետրական հավասարումները՝

$$\vec{\rho}_k(u,v) = \vec{r}(u) + \frac{R_0(u)\cos\varphi}{\cos v}\left(\cos(v+2\varphi k)\overrightarrow{e_0}(u) + \sin(v+2\varphi k)\overrightarrow{g_0}(u)\right),$$

որտեղ $\overrightarrow{e_0}(u)$ և $\overrightarrow{g_0}(u)$ միավոր վեկտորները ընտրվում են հետևյալ բանաձևերով՝

$$\overrightarrow{e_0}(u) = \frac{\left(\vec{r}'(u)\times\vec{r}''(u)\right)\times\vec{r}'(u)}{\left|\vec{r}'(u)\times\vec{r}''(u)\right|\cdot\left|\vec{r}'(u)\right|},$$

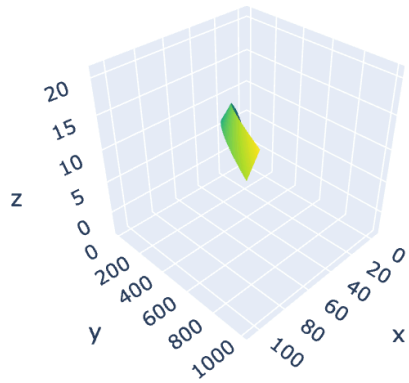
$$\overrightarrow{g_0}(u) = \frac{\vec{r}'(u)\times\vec{r}''(u)}{\left|\vec{r}'(u)\times\vec{r}''(u)\right|},$$

ինչպես նաև կառուցել տուփաձև մակերևույթը որպես այդ նիստերի միավորում՝

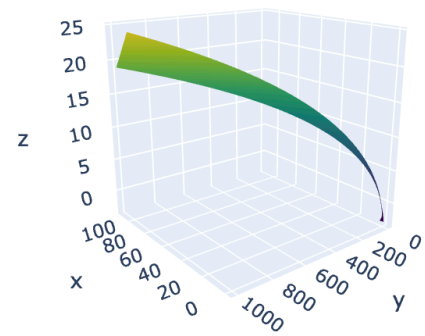
$$S = \bigcup_{k=1}^{3} \rho_k(u,v)$$

և իրականացնել դրանց գրաֆիկական պատկերումը:

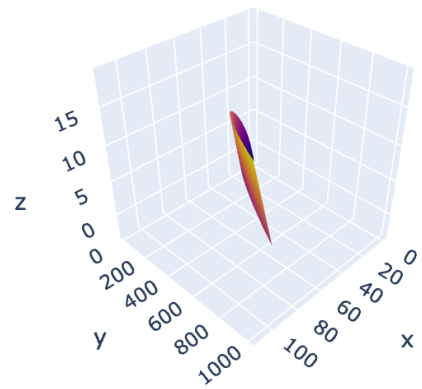
ɯ) $R_0(u) = 5$



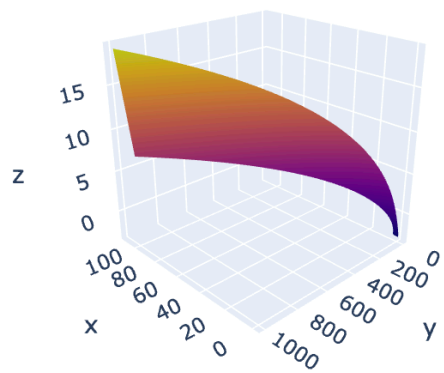
$\rho_1(u, v)$



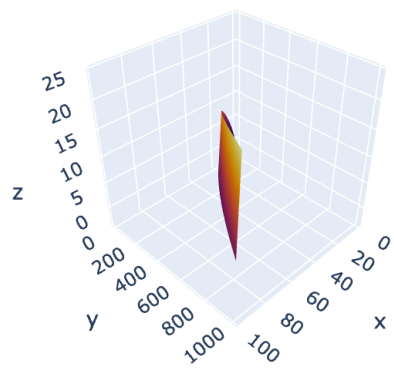
$\rho_1(u, v)$



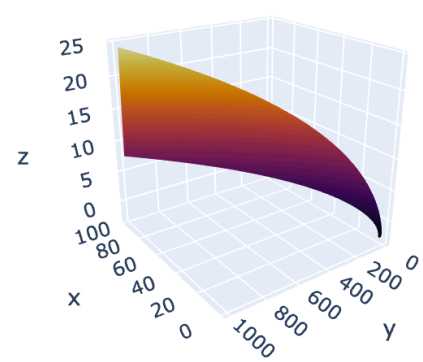
$\rho_2(u, v)$



$\rho_2(u, v)$

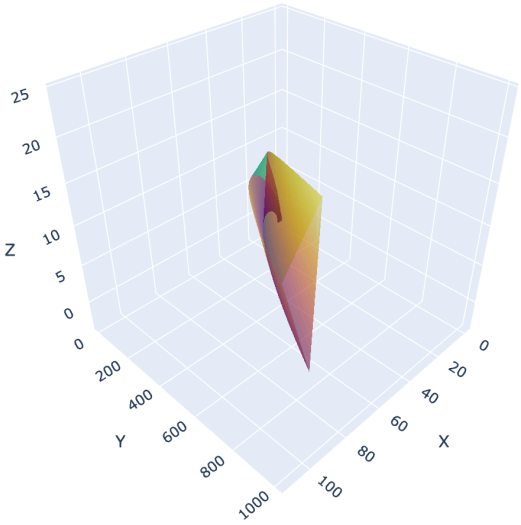


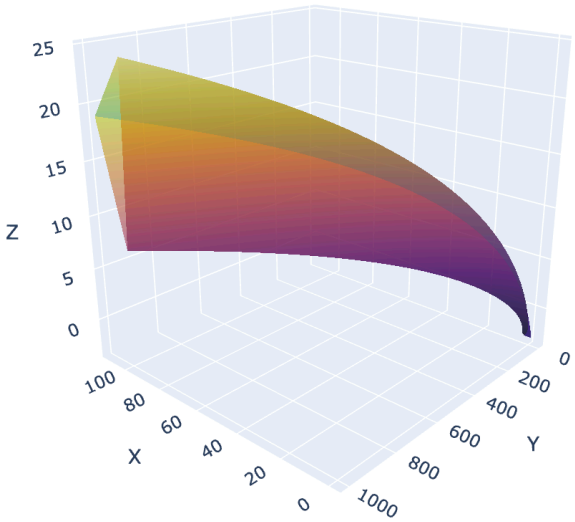
$\rho_3(u, v)$

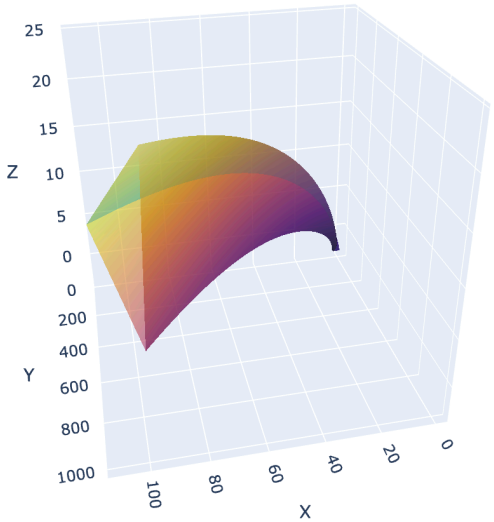


$\rho_3(u, v)$

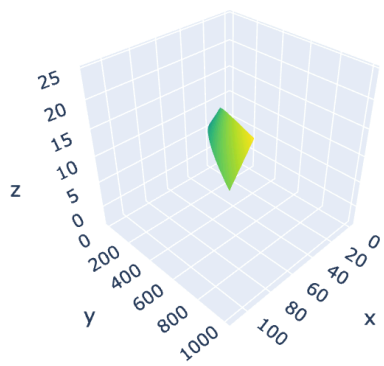
Խնդիր 1-ի ա)տուփաձև մակերևույթը՝



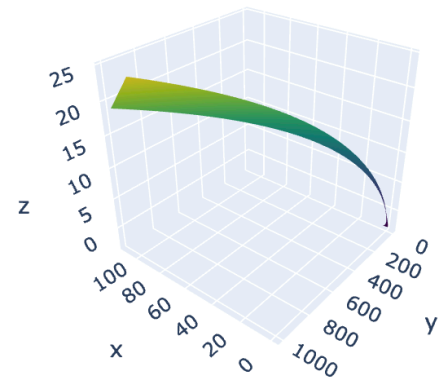




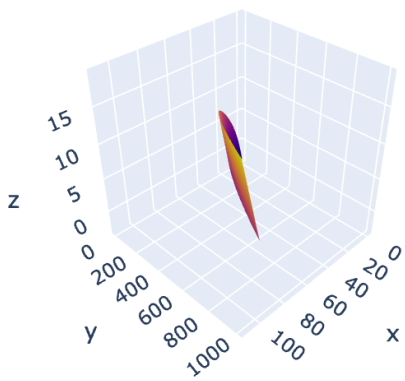
ϱ) $R_0(u) = \frac{u^3+2}{u^2+1}$



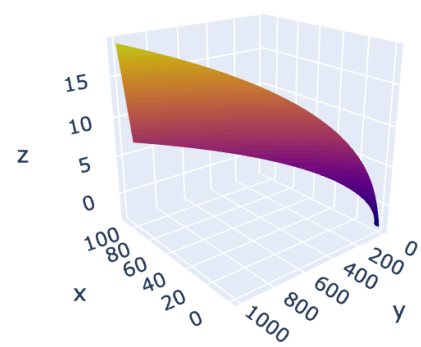
$\rho_1(u, v)$



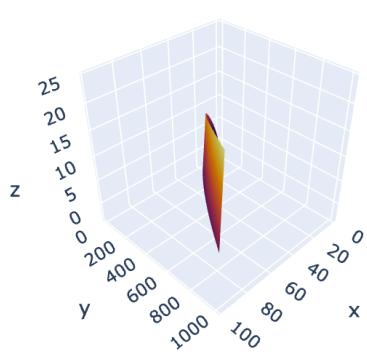
$\rho_1(u, v)$



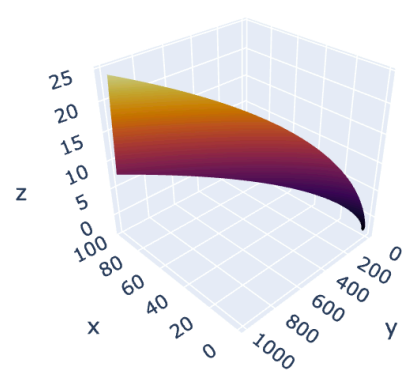
$\rho_2(u, v)$



$\rho_2(u, v)$

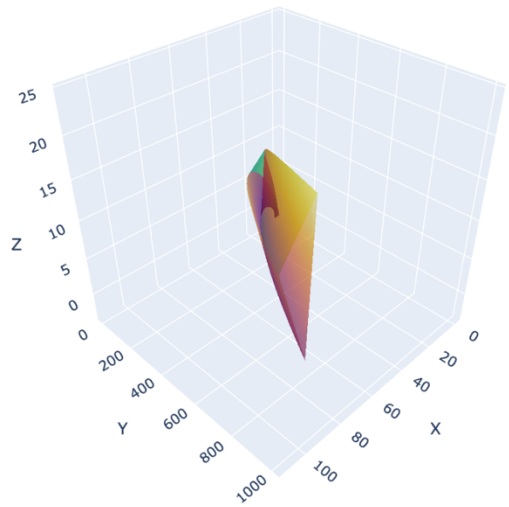


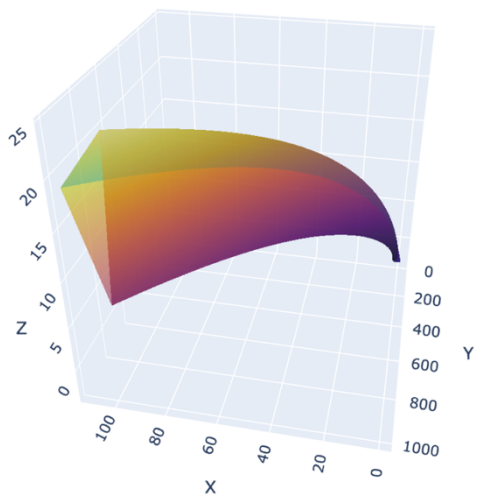
$\rho_3(u, v)$

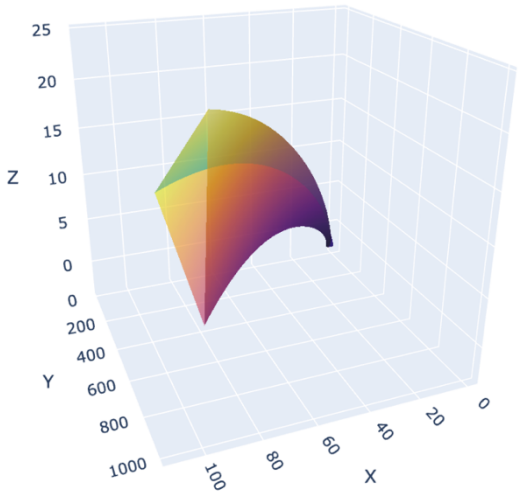


$\rho_3(u, v)$

Խնդիր 1-ի բ) տուփաձև մակերևույթը՝







Խնդիր 2. Տարածության մեջ տրված է՝ $\vec{r}(u) = (u^2 + 1)\vec{i} + (u^3 + 2)\vec{j} + (2u - 3)\vec{k}$ ուղղորդ կորը որտեղ $0.2 \leq u \leq 3$: Դիտարկվում է տուփաձև մակերևույթ, որի լայնական հատույթը ուղղանկյուն է՝ 5×2 չափերով: Ուղղանկյան կիսաչափերն են՝ $a = \frac{5}{2} = 2.5, \quad b = \frac{2}{2} = 1$:

Տուփաձև մակերևույթը բաղկացած է չորս նիստերից այսինքն $k = 1,2,3,4$: Յուրաքանչյուր նիստի պարամետրական հավասարումը տրվում է հետևյալ կերպ՝

$$\vec{\rho}_k(u, v) = \vec{r}(u) + \frac{d_k}{\cos v}\left(\cos(v + \alpha_k)\,\overrightarrow{e_0}(u) + \sin(v + \alpha_k)\,\overrightarrow{g_0}(u)\right),$$

որտեղ

$$\alpha_k = \frac{(k-1)\pi}{2}, \qquad k = 1,2,3,4$$

իսկ d_k-ները որոշվում են հետևյալ կերպ՝

$$d_k = \begin{cases} a, & k = 1,3 \\ b, & k = 2,4 \end{cases}$$

Այստեղ $\vec{e}_0(u)$ և $\vec{g}_0(u)$ վեկտորները որոշվում են ուղղորդ կորի Ֆրենեի եռանիստի միջոցով և հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևերով՝

$$\overrightarrow{e_0}(u) = \frac{\left(\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)\right) \times \vec{r}'(u)}{|\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)| \cdot |\vec{r}'(u)|},$$

$$\overrightarrow{g_0}(u) = \frac{\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)}{|\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)|},$$

Ուղղանկյան տարբեր կողմերին համապատասխան նիստերի համար պարամետր v-ի փոփոխման միջակայքները տարբեր են և տրվում են հետևյալ կերպ.

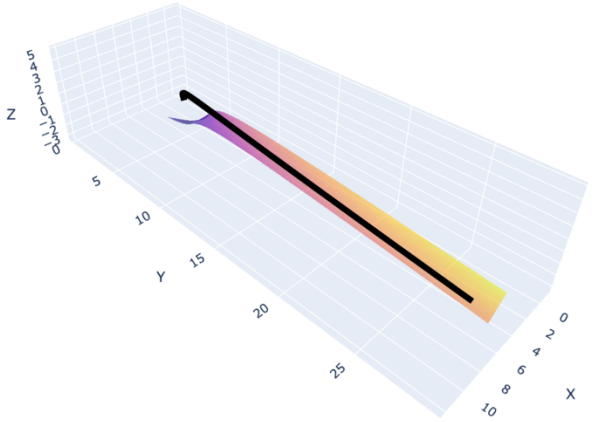
$$v \in \left[-\arctan\left(\frac{b}{a}\right), \arctan\left(\frac{b}{a}\right)\right], \qquad k = 1,3$$

$$v \in \left[-\arctan\left(\frac{a}{b}\right), \arctan\left(\frac{a}{b}\right)\right], \qquad k = 2,4$$

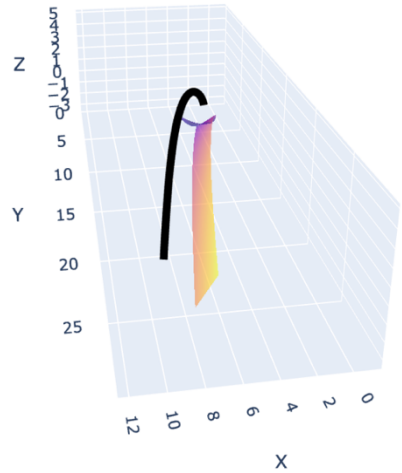
Պահանջվում է կառուցել տուփաձև մակերևույթի $\rho_k(u, v)$, $k = 1, \dots, 4$ նիստերի պարամետրական հավասարումները, ինչպես նաև կառուցել տուփաձև մակերևույթը որպես այդ նիստերի միավորում՝

$$S = \bigcup_{k=1}^{4} \rho_k(u, v)$$

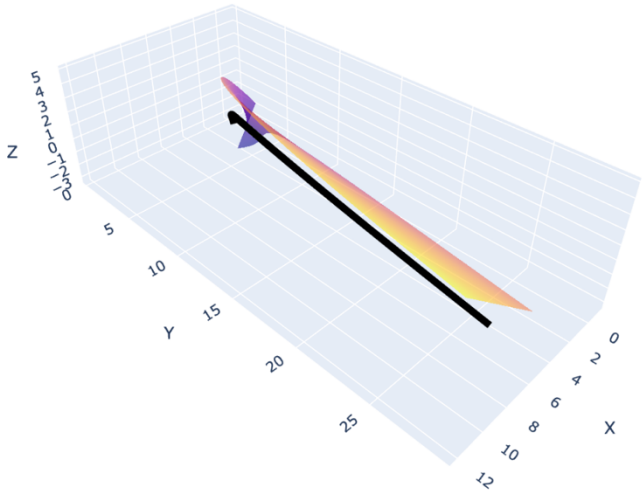
և իրականացնել դրանց գրաֆիկական պատկերումը:



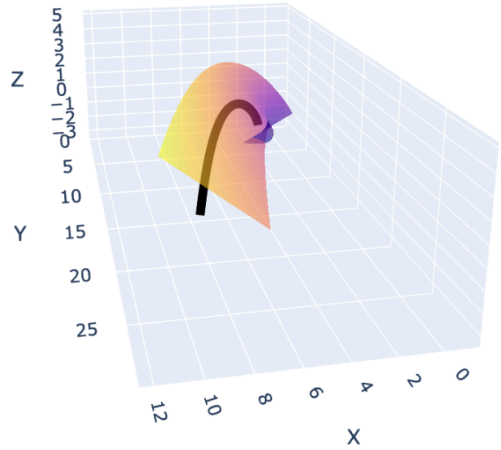
$\rho_1(u, v)$



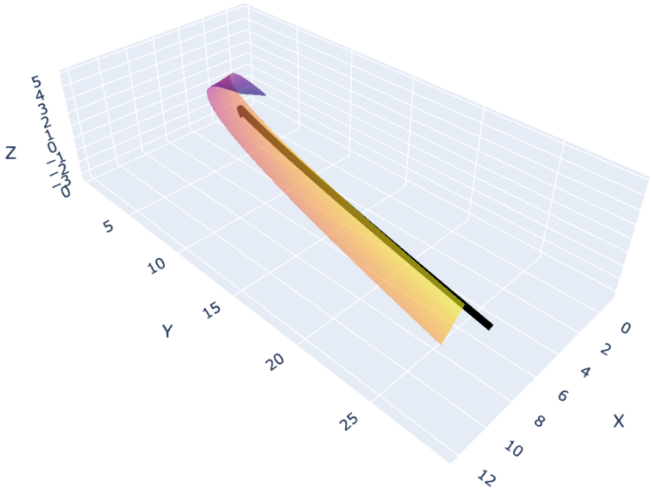
$\rho_1(u, v)$



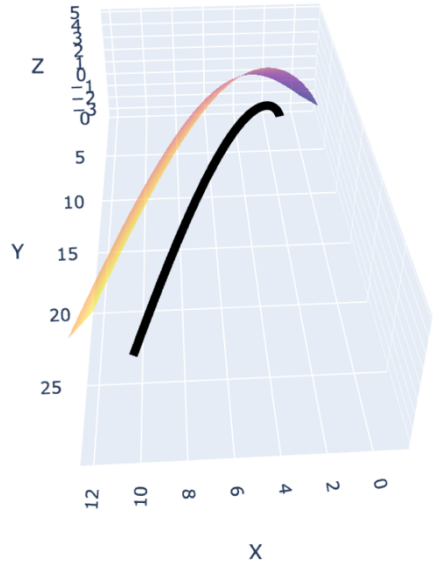
$\rho_2(u, v)$



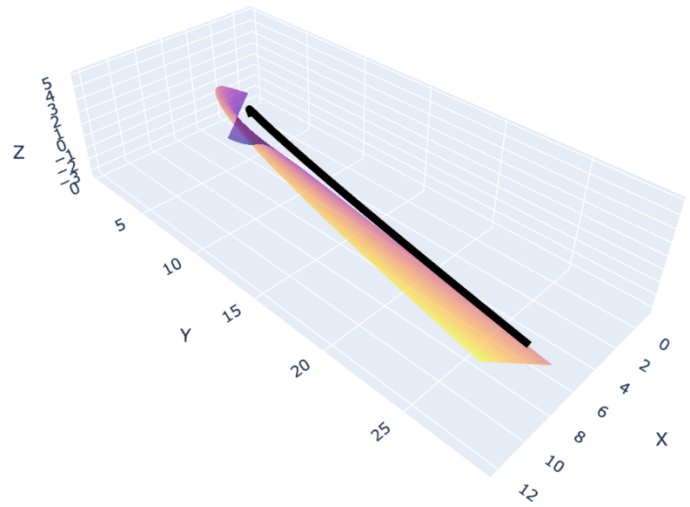
$\rho_2(u, v)$



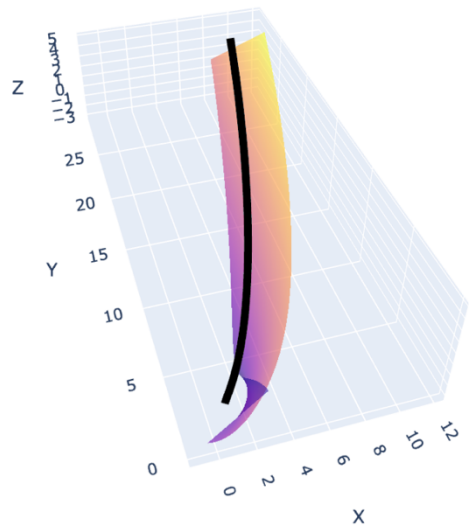
$\rho_3(u, v)$



$\rho_3(u, v)$

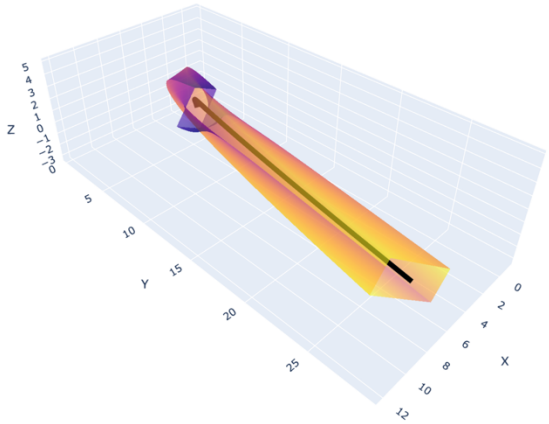


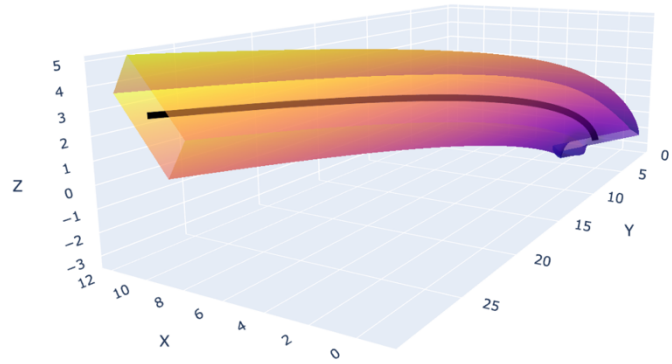
$\rho_4(u, v)$

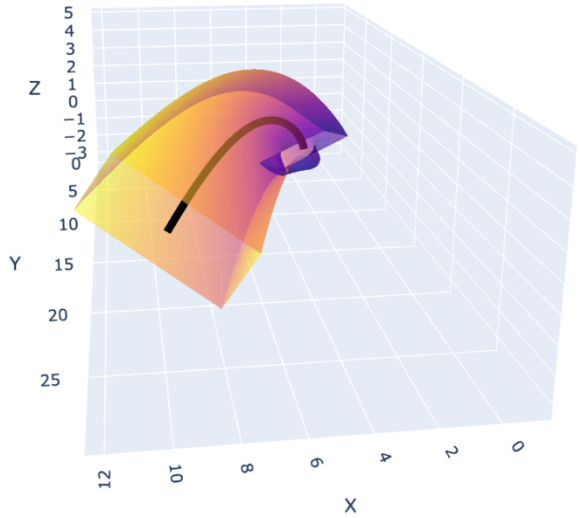


$\rho_4(u, v)$

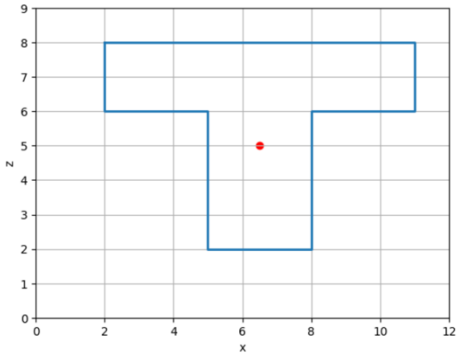
Խնդիր 2-ի տուփաձև մակերևույթը՝







Խնդիր 3. Տարածության մեջ տրված է՝ $\vec{r}(u) = (u^2+1)\vec{\imath} + (u^3 - u_0^3)\vec{\jmath} + \big(2u + (5-2u_0)\big)\vec{k}$ ուղղորդ կորը որտեղ $0.2 \le u \le 3, u_0 = \sqrt{5.5}$, որը ընտրված է այնպես, որ $\vec{r}(u_0) = (6.5,\ 0,\ 5)$: Լայնական հատույթը տեաձև պատկեր է: $\vec{r}(u_0) = (6.5,\ 0,\ 5)$ կետը համապատասխանում է լայնական հատույթի ընտրված կենտրոնին:



Տուփաձև մակերևույթը բաղկացած է ութ նիստերից այսինքն $k = 1,2,3,4,5,6,7,8$: Յուրաքանչյուր նիստի պարամետրական հավասարումը տրվում է հետևյալ կերպ՝

$$\vec{\rho}_{\mathrm{k}}(u,v) = \vec{r}(u) + \frac{d_k}{\cos v}\Big(\cos\big(\beta_k + v\big)\,\overrightarrow{e_0}(u) + \sin\big(\beta_k + v\big)\,\overrightarrow{g_0}(u)\Big),$$

որտեղ β_k-ն սահմանում է k-րդ կողմի դիրքը հարթության մեջ հատույթի կենտրոնի նկատմամբ:

Մասնավորապես,

- եթե կողմը կենտրոնից վերև է, ապա $\beta_k = \frac{\pi}{2}$,
- եթե աջ է,ապա $\beta_k = 0$,
- եթե ներքև է, ապա $\beta_k = -\frac{\pi}{2}$,
- եթե ձախ է, ապա $\beta_k = \pi$:

Ուստի տվյալ T-աձև պատկերի համար ստացվում է՝

$$\beta_1 = \frac{\pi}{2}, \qquad \beta_2 = 0, \qquad \beta_3 = \frac{\pi}{2}, \qquad \beta_4 = 0,$$

$$\beta_5 = -\frac{\pi}{2}, \qquad \beta_6 = \pi, \qquad \beta_7 = \frac{\pi}{2}, \qquad \beta_8 = \pi:$$

իսկ d_k-ն կենտրոնի և տվյալ կողմի կոորդինատի տարբերության բացարձակ արժեքն է՝ $d_k = |z_{\text{side}} - z_c|$ կամ $d_k = |x_{\text{side}} - x_c|$:

Քանի որ T-աձև պատկերի գագաթներն են՝

$$(2,8),\ (11,8),\ (11,6),\ (8,6),\ (8,2),\ (5,2),\ (5,6),\ (2,6)$$

իսկ կենտրոնը՝ $(x_c, z_c) = (6.5,5)$ ստացվում են հետևյալ արժեքները՝

$$d_1 = 3, \qquad d_2 = 4.5, \qquad d_3 = 1, \qquad d_4 = 1.5,$$
$$d_5 = 3, \qquad d_6 = 1.5, \qquad d_7 = 1, \qquad d_8 = 4.5:$$

Այստեղ $\vec{e}_0(u)$և $\vec{g}_0(u)$ վեկտորները որոշվում են ուղղորդ կորի Ֆրենեի եռանիստի միջոցով և հաշվարկվում են հետևյալ բանաձևերով՝

$$\overrightarrow{\mathrm{e}_0}(u) = \frac{\left(\vec{r}'(u)\times\vec{r}''(u)\right)\times\vec{r}'(u)}{\left|\vec{r}'(u)\times\vec{r}''(u)\right|\cdot\left|\vec{r}'(u)\right|},$$

$$\overrightarrow{\mathrm{g}_0}(u) = \frac{\vec{r}'(u)\times\vec{r}''(u)}{\left|\vec{r}'(u)\times\vec{r}''(u)\right|}:$$

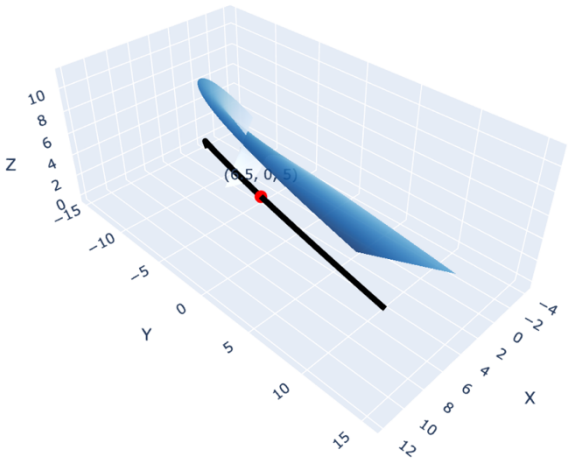
Տուփաձև մակերևույթի յուրաքանչյուր նիստի համար պարամետր v-ն սահմանափակվում է որոշակի միջակայքով՝

$$v \in \left[\arctan\left(\frac{z_1 - z_c}{x_1 - x_c}\right), \arctan\left(\frac{z_2 - z_c}{x_2 - x_c}\right)\right]:$$

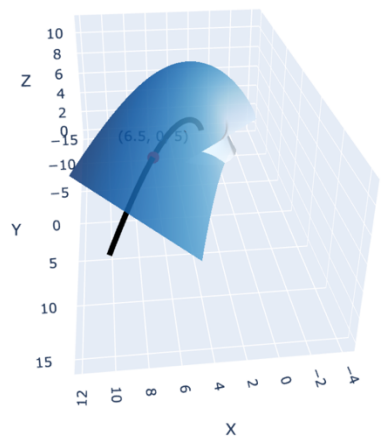
Պահանջվում է կառուցել տուփաձև մակերևույթի $\rho_k(u,v)$, $k = 1, \dots, 8$ նիստերի պարամետրական հավասարումները, ինչպես նաև կառուցել տուփաձև մակերևույթը որպես այդ նիստերի միավորում՝

$$S = \bigcup_{k=1}^{8} \rho_k(u,v)$$

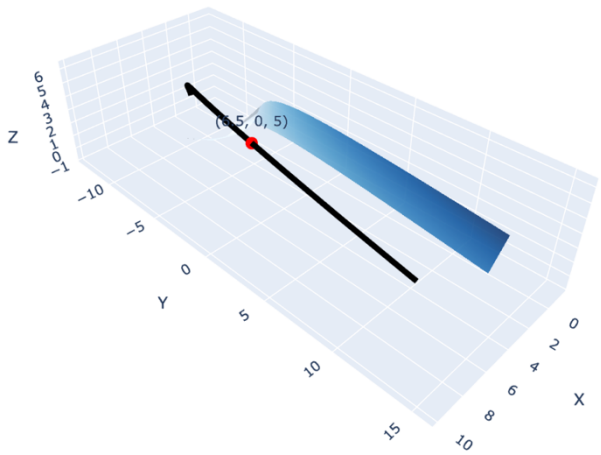
և իրականացնել դրանց գրաֆիկական պատկերումը:



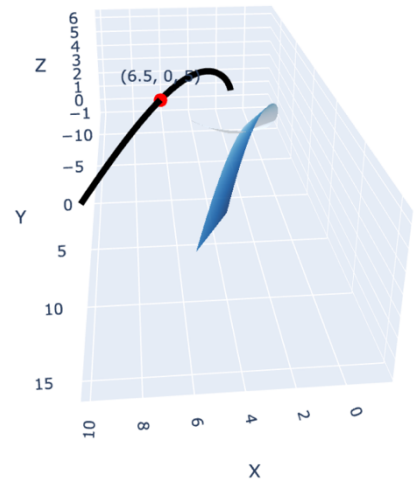
$\rho_1(u, v)$



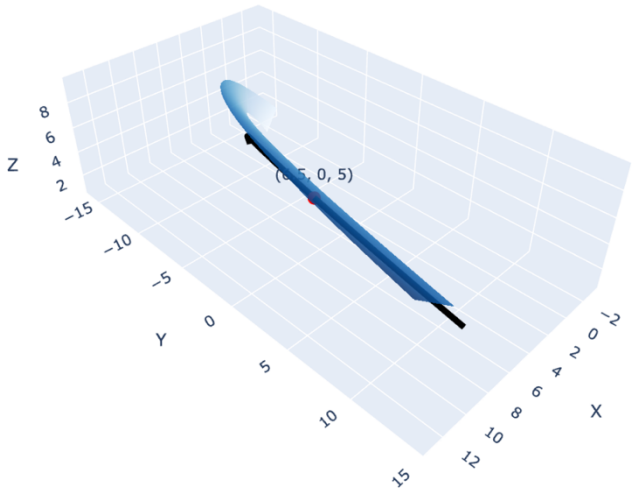
$\rho_1(u, v)$



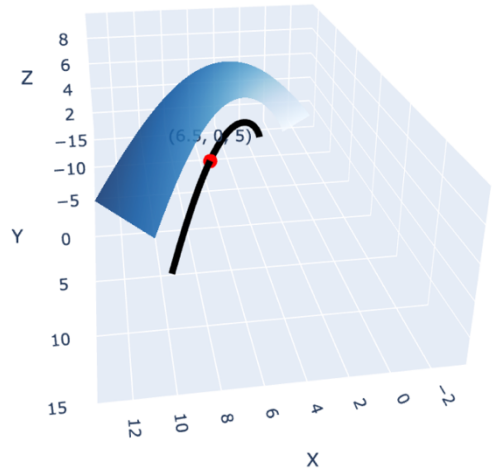
$\rho_2(u, v)$



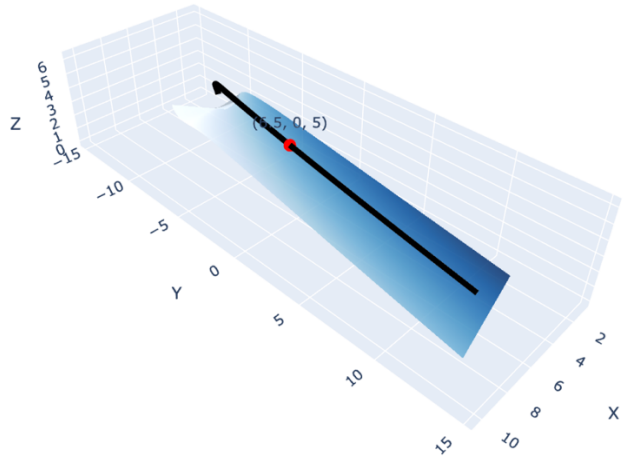
$\rho_2(u, v)$



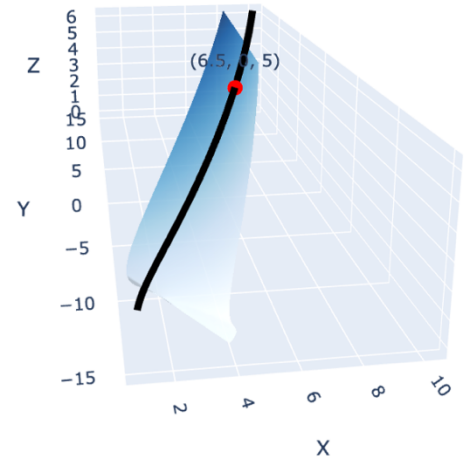
$\rho_3(u, v)$



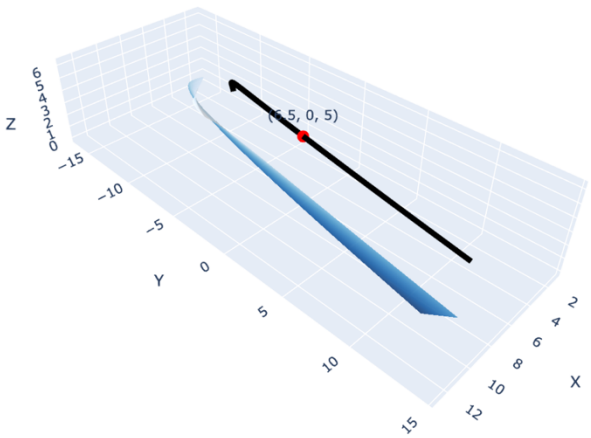
$\rho_3(u, v)$



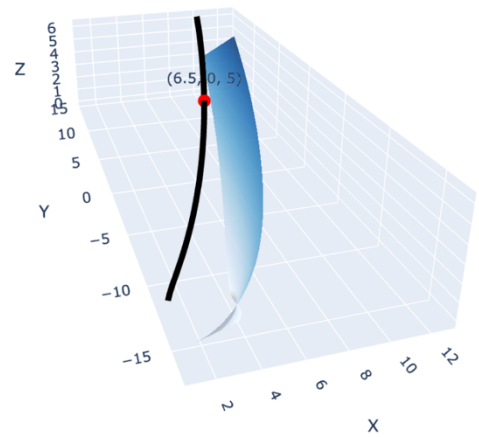
$\rho_4(u, v)$



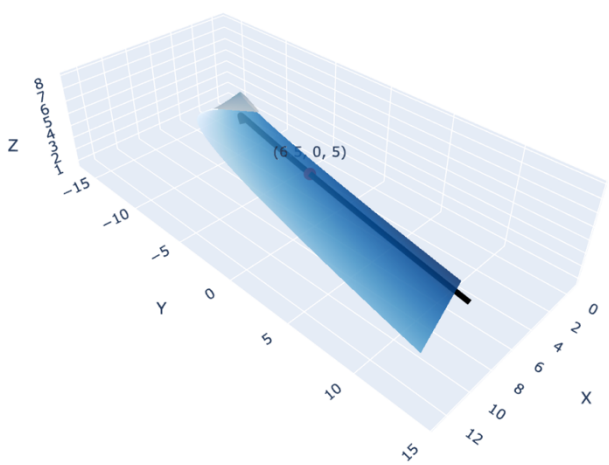
$\rho_4(u, v)$



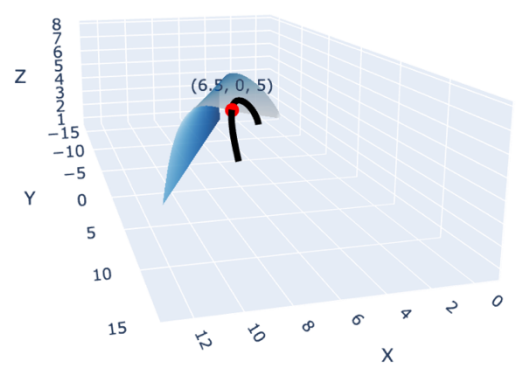
$\rho_5(u, v)$



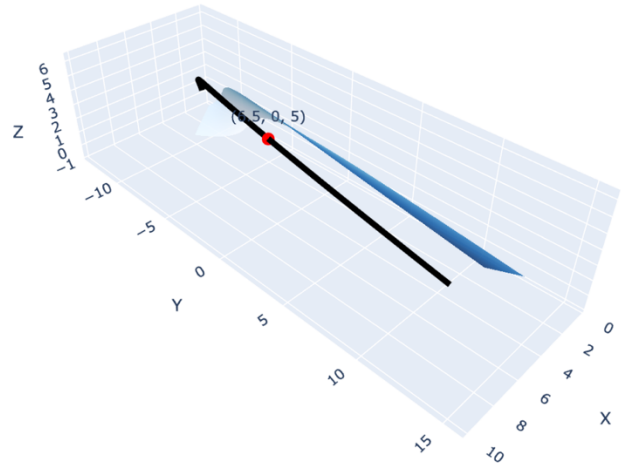
$\rho_5(u, v)$



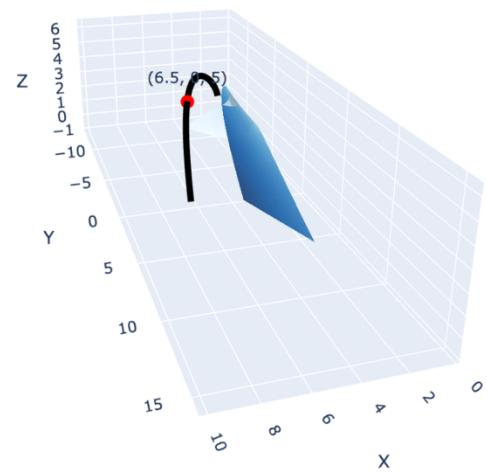
$\rho_6(u, v)$



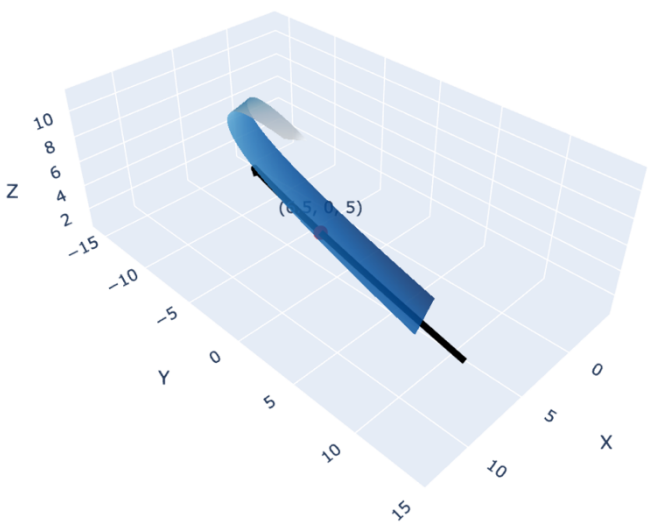
$\rho_6(u, v)$



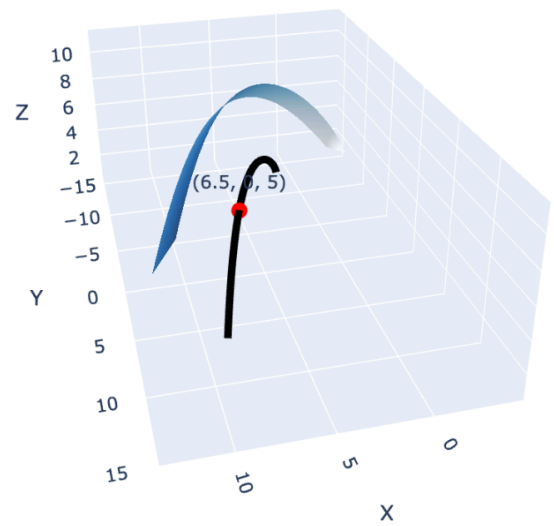
$\rho_7(u, v)$



$\rho_7(u, v)$

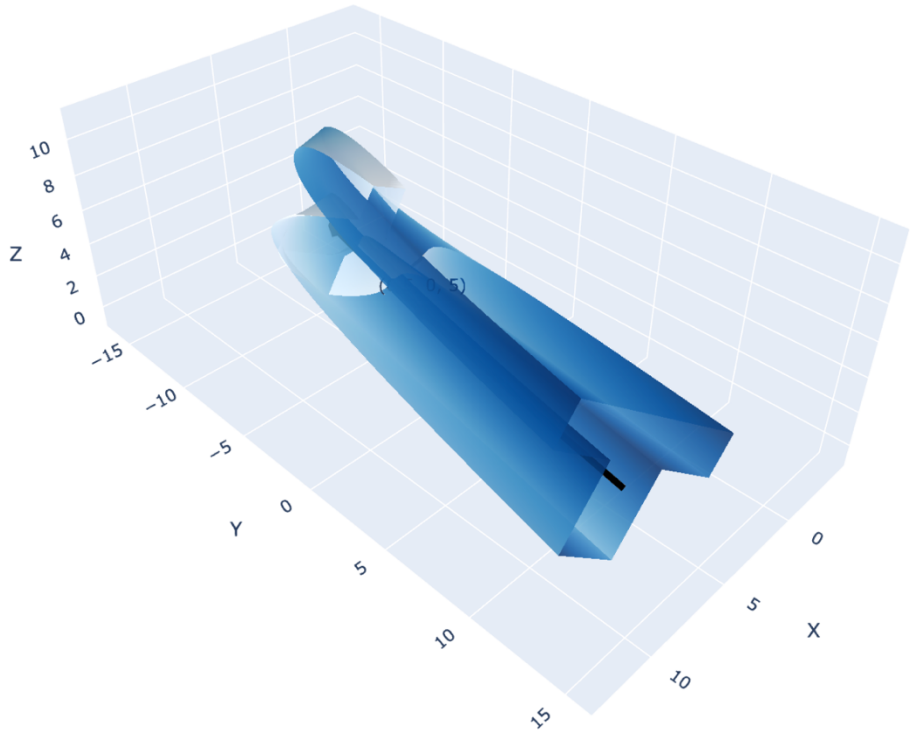


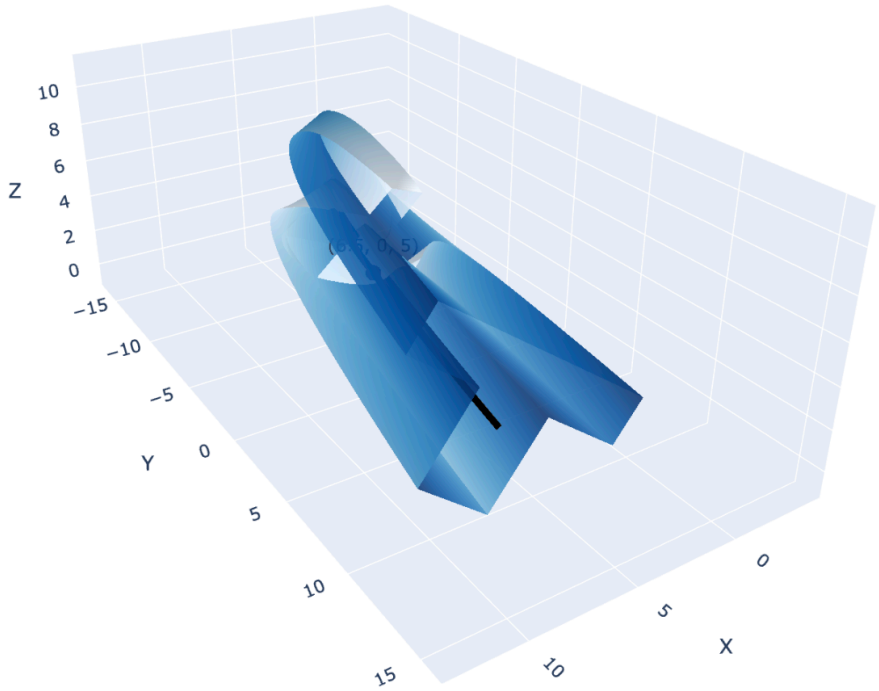
$\rho_8(u, v)$

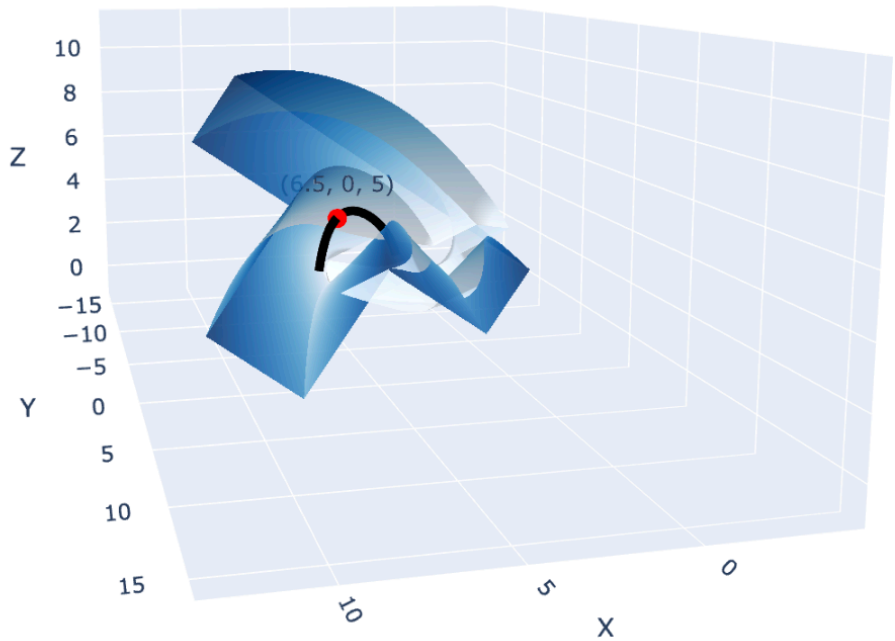


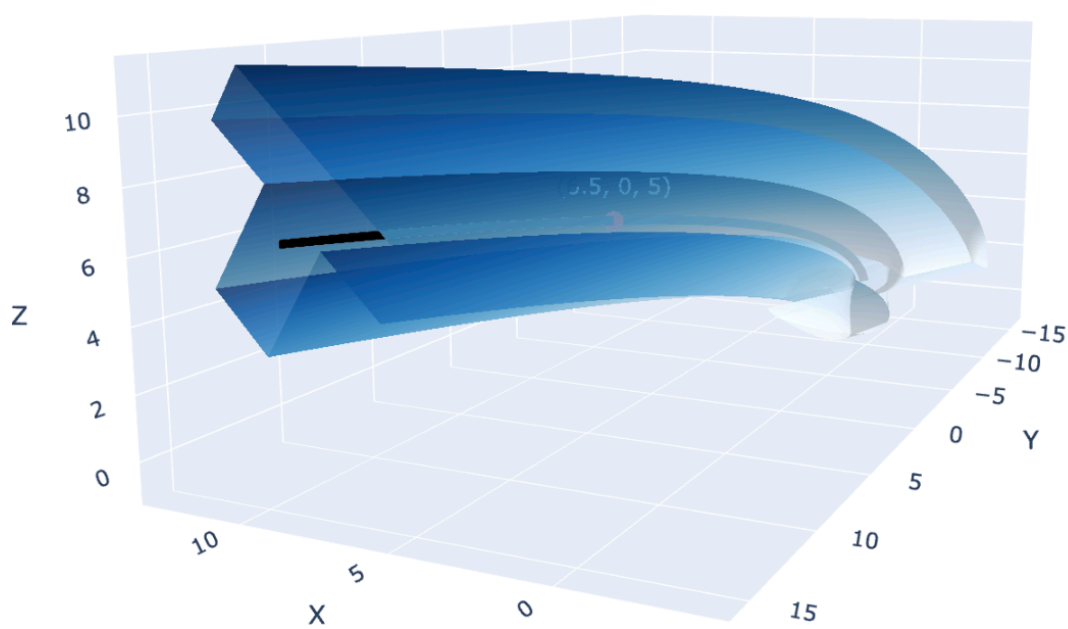
$\rho_8(u, v)$

Խնդիր 3-ի տուփաձև մակերևույթը՝






(6.5, 0, 5)
Z
Y
X


Z
X
Y

Խնդիր 4. Տարածության մեջ տրված է՝ $\vec{r}(u) = (u^2 + 1)\vec{i} + (u^3 + 2)\vec{j} + (2u - 3)\vec{k}$ ուղղորդ կորը որտեղ $0.2 \leq u \leq 3$: Դիտարկվում է տուփաձև մակերևույթ, որի լայնական հատույթը հանդիսանում է քառանկյուն $ABCD$՝

$$A(-3.25, -1.25),\ B(-2.25, 1.75),\ C(1.75, 1.75),\ D(3.75, -2.25):$$

Տրված քառանկյան գագաթների միջոցով սահմանվում են համապատասխան տարածական կորերը՝

$$P_i(u) = \vec{r}(u) + x_i\,\overrightarrow{e_0}(u) + z_i\,\overrightarrow{g_0}(u), \qquad i = 1,2,3,4$$

որտեղ (x_i, z_i) քառանկյան համապատասխան գագաթների կոորդինատներն են, իսկ $\vec{e}_0(u)$ և $\vec{g}_0(u)$ վեկտորները որոշվում են ուղղորդ կորի Ֆրենեի եռանիստի միջոցով:

$$\overrightarrow{e_0}(u) = \frac{\left(\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)\right) \times \vec{r}'(u)}{|\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)| \cdot |\vec{r}'(u)|},$$

$$\overrightarrow{g_0}(u) = \frac{\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)}{|\vec{r}'(u) \times \vec{r}''(u)|}:$$

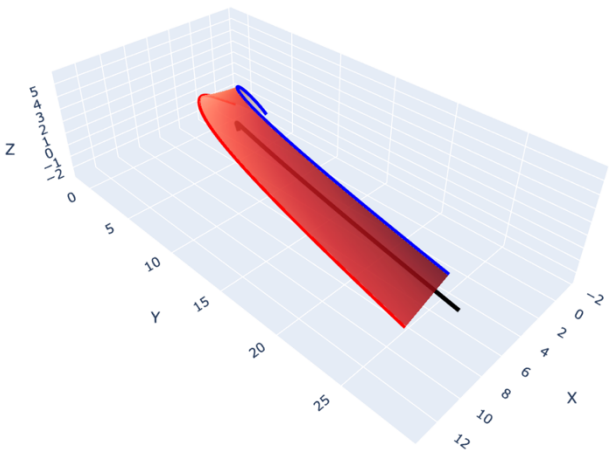
Ստացված $P_1(u), P_2(u), P_3(u), P_4(u)$ կորերը հանդիսանում են մակերևույթի սահմանային կորեր: Տուփաձև մակերևույթի նիստերը ստացվում են հարևան կորերի միջև գծային ինտերպոլացիայով՝

$$\vec{\rho}_k(u, v) = (1 - v)P_k(u) + vP_{k+1}(u), \qquad k = 1,2,3,4:$$

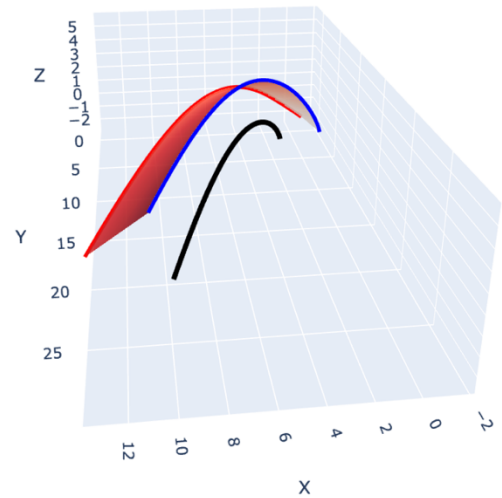
Պահանջվում է կառուցել տուփաձև մակերևույթի $\rho_k(u, v)$, $k = 1, \dots, 4$ նիստերի պարամետրական հավասարումները, ինչպես նաև կառուցել տուփաձև մակերևույթը որպես այդ նիստերի միավորում՝

$$S = \bigcup_{k=1}^{4} \rho_k(u, v)$$

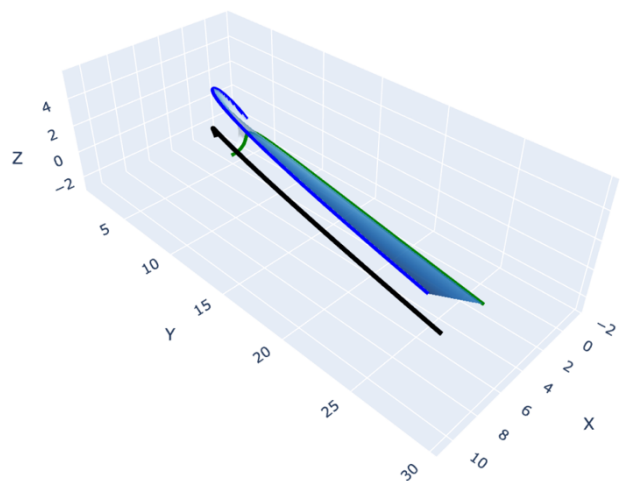
և իրականացնել դրանց գրաֆիկական պատկերումը:



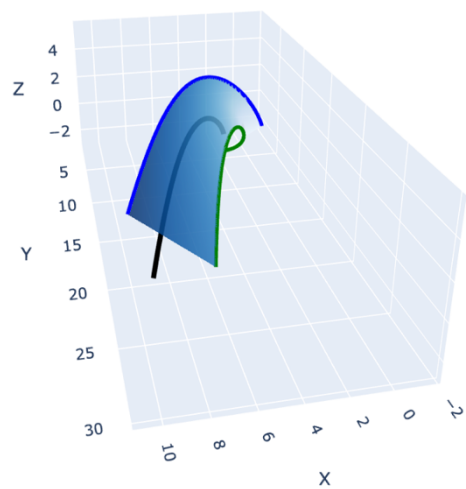
$\rho_1(u, v)$



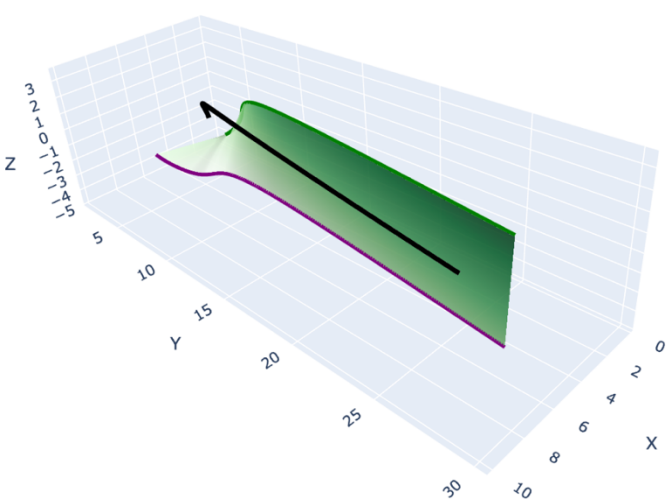
$\rho_1(u, v)$



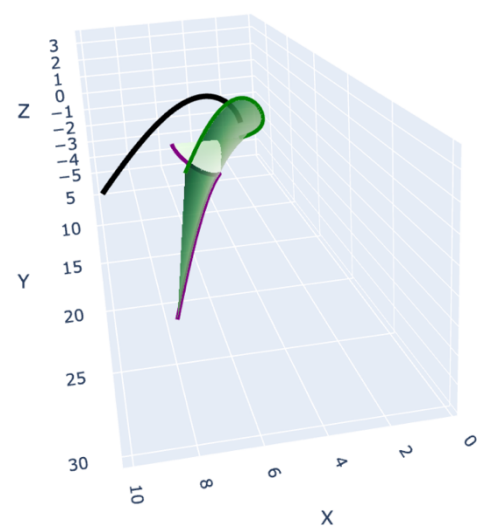
$\rho_2(u, v)$



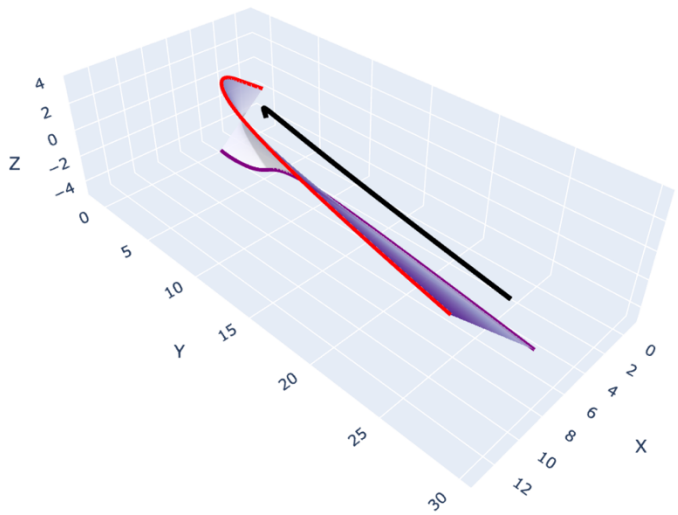
$\rho_2(u, v)$



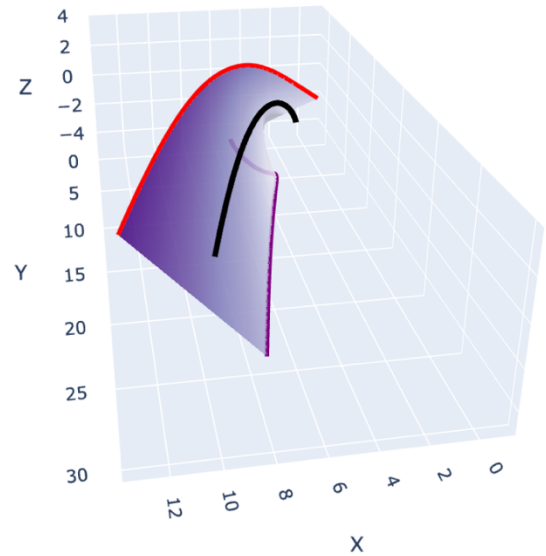
$\rho_3(u, v)$



$\rho_3(u, v)$

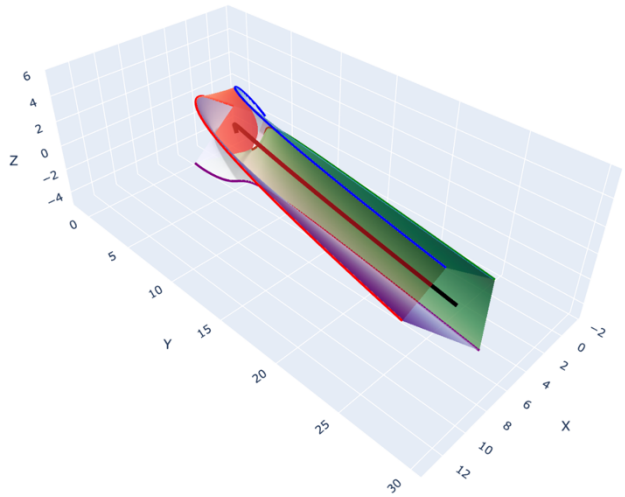


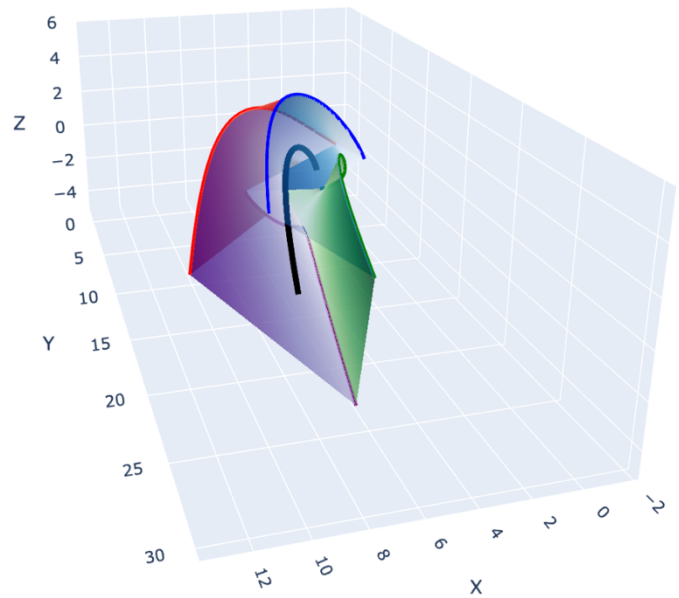
$\rho_4(u, v)$



$\rho_4(u, v)$

Խնդիր 4-ի տուփաձև մակերևույթը՝

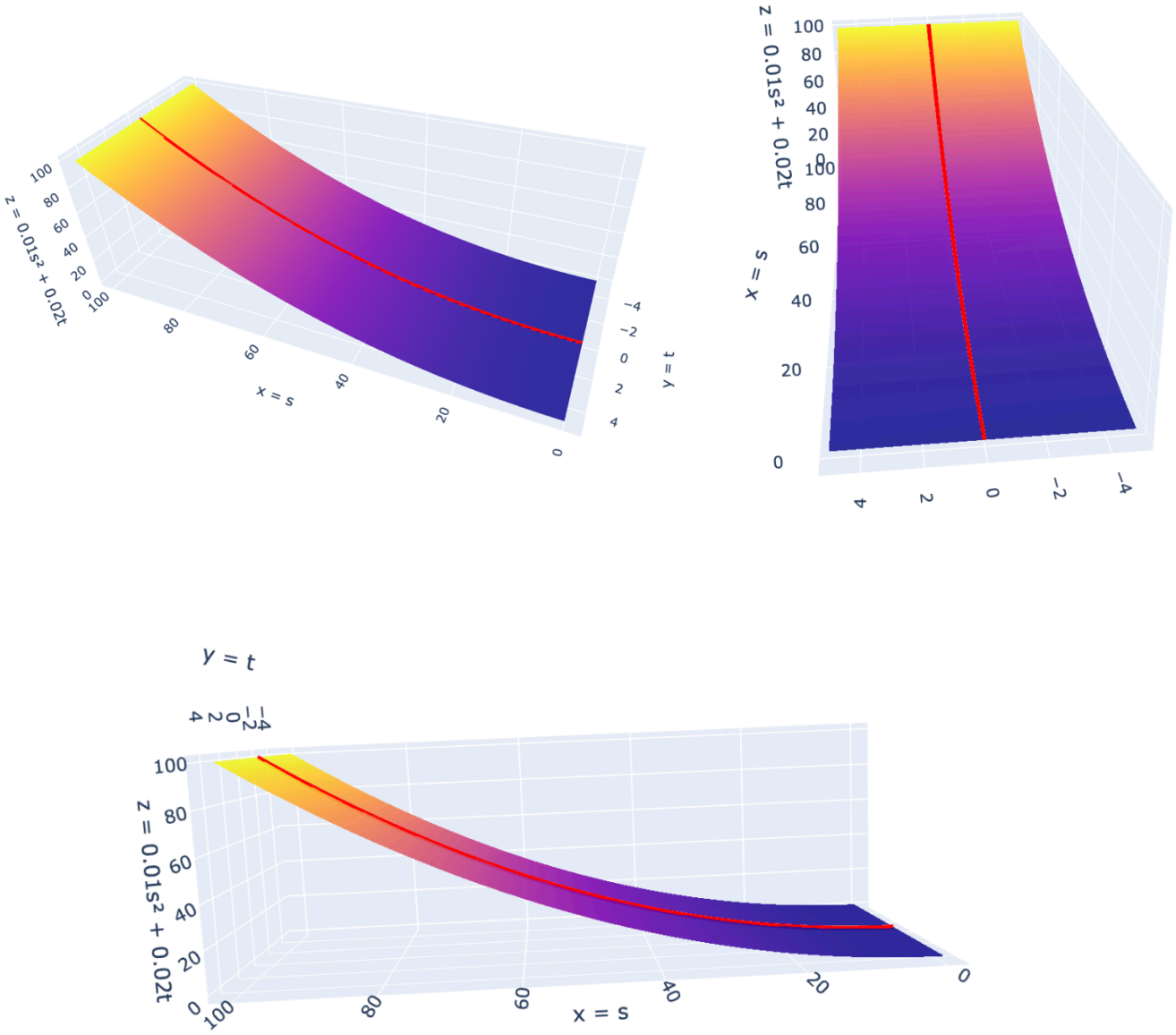




Խնդիր 5. Դիցուք տարածության մեջ տրված է բնական հավասարումով տրված $\vec{r}(s) = \{s;\ 0;\ 0{,}01s^2\}$ կորը, որտեղ $s \in [0; 100]$ մետր: Ճանապարհի կես լայնությունը՝ a = 5մ, իսկ լայնական թեքությունը՝ 0,02 (այսինքն 2 %): Այդ դեպքում մակերևույթի պարամետրական հավասարումը կլինի՝

$$R(s,t) = \{s; t; 0{,}01s^2 + 0{,}02t\}, \quad s \in [0; 100];\ t \in [-5; 5]:$$

Տուփաձևություն արտահայտվում է $D = [0; 100] \times [-5; 5]$ պարամետրերի ուղղանկյուն տիրույթով:



ԳԼՈՒԽ 3. ԱՌԱՋԱՐԿՎԱԾ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄՆԵՐԸ

https://github.com/AstxMargaryan/mi_sharq_makerevuytneri_mijocov_avtochanaprhneri_taracakan_modelavorman_masin/tree/main

ԳԼՈՒԽ 4. ԲՆԱՊԱՀՊԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Տրանսպորտի օպտիմալացման հիմնական մեթոդները բնապահպանական տեսանկյունից

Ժամանակակից աշխարհում տրանսպորտային համակարգերը հանդիսանում են տնտեսության և հասարակության զարգացման առանցքային բաղադրիչներից մեկը: Տրանսպորտը ապահովում է մարդկանց և բեռների տեղաշարժը, խթանում է տնտեսական ակտիվությունը, ինչպես նաև նպաստում է միջազգային և ներքին կապերի զարգացմանը: Սակայն տրանսպորտային ոլորտի արագ աճը և ավտոմոբիլների թվի շարունակական ավելացումը հանգեցրել են լուրջ բնապահպանական խնդիրների առաջացման: Տրանսպորտը համարվում է շրջակա միջավայրի աղտոտման հիմնական աղբյուրներից մեկը: Այն մեծապես նպաստում է մթնոլորտում վնասակար նյութերի՝ մասնավորապես ածխածնի երկօքսիդի (CO_2), ազոտի օքսիդների (NO_x) և այլ թունավոր գազերի կուտակմանը: Այս արտանետումները ոչ միայն վատթարացնում են օդի որակը, այլև նպաստում են գլոբալ տաքացմանն ու կլիմայական փոփոխություններին: Բացի այդ, տրանսպորտը առաջացնում է աղմուկային աղտոտում, հողերի դեգրադացիա և բնական ռեսուրսների ինտենսիվ սպառում: Արտանետումների հաշվարկման բանաձև՝

$$E = \sum(F_i \cdot EF_i)$$

որտեղ՝

- E— ընդհանուր արտանետումներ
- F_i— վառելիքի սպառում
- EF_i— արտանետման գործակից

Բանաձևը ցույց է տալիս, որ արտանետումների մակարդակը կախված է ինչպես վառելիքի քանակից, այնպես էլ դրա տեսակից: Տրանսպորտային համակարգերի արդյունավետության բարձրացման և շրջակա միջավայրի վրա բացասական ազդեցության նվազեցման նպատակով կիրառվում են տարբեր օպտիմալացման մեթոդներ: Դրանք

ուղղված են վառելիքի սպառման կրճատմանը, արտանետումների նվազեցմանը, ինչպես նաև տրանսպորտային հոսքերի կառավարման բարելավմանը։Տրանսպորտի օպտիմալացման հիմնական մեթոդները կարելի է բաժանել 2 խմբի՝ տեխնիկական և կազմակերպչական ։

- **Տեխնիկական մեթոդներ**

Տեխնիկական մեթոդները ուղղված են տրանսպորտային միջոցների զարգացմանն ու արդիականացմանը։ Դրանք ներառում են էլեկտրական և հիբրիդային մեքենաների կիրառումը, շարժիչների արդյունավետության բարձրացումը և մաքուր վառելիքների օգտագործումը։ Արդյունքում նվազում են վառելիքի սպառումը և վնասակար արտանետումները։

- ✓ Տրանսպորտային միջոցների համեմատական վերլուծություն Աղյուսակ 1

Տրանսպորտի տեսակ	Վառելիք	Արտանետումներ	Առավելություններ	Թերություններ
Բենզինային մեքենա	Բենզին	Բարձր CO_2	Հասանելի, արագ	Մեծ CO_2
Դիզելային մեքենա	Դիզել	NO_x արտանետումներ	Ավելի խնայող	NO_x արտանետումներ
Հիբրիդային մեքենա	Բենզին + էլ.	Միջին	Խնայող, էկոլոգիական	Թանկ
Էլեկտրական մեքենա	Էլեկտրական էներգիա	Շատ ցածր	Էկոլոգիական	Մարտկոցի խնդիր

- ✓ Տեխնիկական մեթոդների ազդեցության վերլուծություն Աղյուսակ 2

Մեթոդ	Ինչ է նվազեցնում	Արդյունք
Էլեկտրական մեքենաներ	CO_2	Մաքուր օդ
Հիբրիդային համակարգեր	Վառելիք	Ավելի քիչ ծախս
Արդյունավետ շարժիչներ	Էներգիայի կորուստ	Բարձր արդյունավետություն
Մաքուր վառելիք	Թունավոր գազեր	Ավելի քիչ աղտոտում

1. Վառելիքի ծախսի գնահատում

$$F = \frac{d \cdot c}{100}$$

որտեղ՝

- F— վառելիքի ծախս (լիտր)
- d— անցած ճանապարհ (կմ)
- c— ծախսը 100 կմ-ի համար

Օպտիմալ տեխնիկական լուծումները (օրինակ՝ ավելի արդյունավետ շարժիչներ) նվազեցնում են c-ն։

2. Էներգետիկ արդյունավետություն

$$\eta = \frac{E_{useful}}{E_{total}}$$

որտեղ՝

- η— արդյունավետություն
- E_{useful}— օգտակար էներգիա
- E_{total}— ընդհանուր ծախսված էներգիա

Որքան բարձր է արդյունավետության գործակիցը, այնքան ավելի քիչ էներգիա է կորցվում, ինչը նպաստում է ինչպես վառելիքի խնայողությանը, այնպես էլ արտանետումների նվազեցմանը։

3. Արտանետումների հաշվարկ

$$E = \frac{d \cdot c}{100} \cdot EF$$

որտեղ՝

- E— արտանետումների ընդհանուր քանակը
- d— անցած ճանապարհը (կմ)
- c— վառելիքի ծախսը 100 կմ-ի համար
- EF— արտանետման գործակիցը

Այս բանաձևը ցույց է տալիս, որ արտանետումների մակարդակը կախված է ինչպես անցած ճանապարհից և վառելիքի ծախսից, այնպես էլ օգտագործվող վառելիքի տեսակից։ Եթե կիրառվում են ավելի մաքուր վառելիքներ կամ էլեկտրական էներգիա, ապա արտանետման գործակիցը նվազում է, ինչն էլ նպաստում է շրջակա միջավայրի վրա բացասական ազդեցության թուլացմանը։

- **Կազմակերպչական մեթոդներ**

Կազմակերպչական մեթոդները վերաբերում են տրանսպորտային հոսքերի արդյունավետ կառավարմանը և երթևեկության ճիշտ կազմակերպմանը։ Դրանք ուղղված են ճանապարհային խցանումների նվազեցմանը, տրանսպորտային միջոցների քանակի օպտիմալ բաշխմանը, ինչպես նաև երթևեկության ընդհանուր արդյունավետության բարձրացմանը։Այս մեթոդների շրջանակում իրականացվում են հասարակական տրանսպորտի զարգացման խթանում, երթևեկության պլանավորում, երթուղիների օպտիմալ բաշխում, ինչպես նաև համատեղ ուղևորությունների կազմակերպում։ Արդյունքում նվազում է անհատական ավտոմեքենաների օգտագործումը, ինչը նպաստում է վառելիքի սպառման և վնասակար արտանետումների կրճատմանը։

1. Տրանսպորտային հոսքի ինտենսիվություն

$$q = \frac{N}{t}$$

որտեղ՝

- q— տրանսպորտային հոսքի ինտենսիվություն

- N— տրանսպորտային միջոցների քանակ
- t— ժամանակ

Այս բանաձևը ցույց է տալիս, թե որքան ինտենսիվ է երթևեկությունը։ Ճիշտ կազմակերպման դեպքում հնարավոր է նվազեցնել տրանսպորտային հոսքի գերբեռնվածությունը և խուսափել խցանումներից։

2. Միջին արագություն

$$v = \frac{s}{t}$$

որտեղ՝

- v— միջին արագություն
- s— անցած ճանապարհ
- t— ժամանակ

Երթուղիների արդյունավետ պլանավորումը և խցանումների նվազեցումը նպաստում են միջին արագության բարձրացմանը, ինչը, իր հերթին, հանգեցնում է վառելիքի խնայողությանը և արտանետումների կրճատմանը։

Այսպիսով, տրանսպորտի օպտիմալացման մեթոդների կիրառումը կարևոր նշանակություն ունի շրջակա միջավայրի պահպանման գործում։ Տեխնիկական և կազմակերպչական մոտեցումների համատեղ կիրառումը հնարավորություն է տալիս նվազեցնել վառելիքի սպառումը, կրճատել վնասակար արտանետումները և բարձրացնել տրանսպորտային համակարգերի արդյունավետությունը։ Հետևաբար, ժամանակակից տեխնոլոգիաների ներդրումը և արդյունավետ կառավարման մեթոդների կիրառումը կարևոր պայման են կայուն և էկոլոգիապես անվտանգ տրանսպորտային համակարգերի ձևավորման համար։

ԳԼՈՒԽ 5. ՏՆՏԵՍԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

Մի շարք մակերևույթների միջոցով ավտոճանապարհների տարածական մոդելավորման աշխատանքների ինքնարժեքի և գնի հաշվարկը:

Ժամանակակից տնտեսական պայմաններում ցանկացած գործունեություն առնչվում է տնտեսական հարցերի հետ: Նոր տեխնիկայի, տեխնոլոգիական պրոցեսների, տեխնիկա-տնտեսական հիմնավորման համար, մասնավորապես մեր աշխատանքի պայմաններում կարևորագույն տնտեսական հիմնահարցերից է ինքնարժեքի որոշումը:

Արտադրանքի կամ ծառայությունների ինքնարժեքը՝ դա արտադրանքի (ծառայությունների) արտադրության և իրացման վրա կատարված բոլոր ծախսերի գումարն է դրամական արտահայտությամբ:

Ինքնարժեքի մեջ իրենց արտահայտությունն են գտնում սպառված շրջանառու ֆոնդերը, կենդանի աշխատանքի մի մասը, որը աշխատողներին վճարում է աշխատավարձի ձևով:

Ինքնարժեքի մեջ մտնող ծախսերը դասակարգվում են ըստ տնտեսական տարրերի և ըստ կալկուլյացիոն հոդվածների:

Ներկայումս կիրառվում է ծախսերի ըստ կալկուլյացիոն հիմնական հոդվածների հետևյալ դասակարգումը՝

1. համալրող առարկաներ,
2. էլեկտրաէներգիայի ծախսեր,
3. աշխատողների հիմնական աշխատավարձ,
4. աշխատողների լրացուցիչ աշխատավարձ,
5. սարքավորումների շահագործման և պահպանման ծախսեր,
6. տարածքի վարձակալության համար ծախս,
7. ընդհանուր տնտեսական ծախսեր:

Լրիվ ինքնարժեք (1-7 կետերի գումարը)։

Հաշվարկի համար ելքային տվյալներն են.

- փաթեթի մեջ մտնող համալրող առարկաների քանակն ու անվանացանկը;
- ժամանակի ամփոփ նորմերը, աշխատանքի կարգն ու աշխատավարձի ձևերը,
- ժամավճարային և գործարքային պարգևատրման չափերը (օրինակ 23%),
- լրացուցիչ աշխատավարձի չափերը (օրինակ 15%),
- սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի դրույքաչափերը (օրինակ 1,4%),
- ընդհանուր տնտեսական ծախսերի դրույքաչափը (օրինակ 113%),
- աշխատանքը իրականացվել է 12 ամիսների ընթացքում։

5.1. Համալրող առարկաների ծախսի հաշվարկ

Գնված բաղադրիչների և կիսաֆաբրիկատների արժեքը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Ծ_{կֆհա} = \sum Ք_i * Գ_i,$$

որտեղ $Ք_i$-ն i-րդ տեսակի գնված բաղադրիչների քանակն է, հատ, $Գ_i$-ն՝ i-րդ գնված բաղադրիչի միավորի գինը: Հաշվարկի արդյունքները բերված են աղյուսակ 5.1-ում:

Աղյուսակ 5.1

Բաղադրիչի անվանումն ու տեսակը	Մեկ փաթեթին ընկնող քանակ.հատ	Միավորի գինը.դրամ	Մեկ փաթեթին ընկնող արժեք.դրամ
Արագամաշ առարկաներ	6	250000	1500000
Գրասենյակային տարրեր /ֆլեշ կրիչ, ներկանյութ և այլն/:	3	20000	60000
Ընդամենը			1560000

Ընդամենը՝ 1560000 դրամ:

5.2. Էլեկտրաէներգիայի ծախսի հաշվարկ

Համակարգիչները և կապի ու SS այլ սարքավորումները աշխատեցնելու համար էլեկտրաէներգիայի տարեկան ծախսը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Է=Վ x Աէ,$$

որտեղ Վ-ն էլեկտրաէներգիայի տարեկան ծախսն է, Աէ-ն՝ 1կվ/ժ էլեկտրաէներգիայի արժեքը (50 դրամ, ըստ գործարանային գների):

Մեր օրինակի համար՝

Վ=1500,5կՎտ/ժ, Է= 1500,5*50≈75025 դրամ/ամսական և 75025*12 = 900300 դրամ/տարեկան:

5.3. Աշխատողների հիմնական աշխատավարձի հաշվարկը

Աշխատողների հիմնական աշխատավարձի մեջ մտնում են՝

- գործարքային դրույքաչափերով աշխատավարձ,
- ժամավճարային աշխատավարձ,
- պարգևավճար:

Գործարքային աշխատավարձն ըստ տարիֆային համակարգի որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Ա_{հիմ.}= Ժ_{դ.}*Ա_{արտ.},$$

որտեղ $Ժ_{դ.}$-ն ժամային դրույքաչափն է, $Ա_{արտ.}$-ն՝ ժամային նորմը: Հաշվարկման արդյունքները բերված են աղյուսակ 5.2-ում:

Աղյուսակ 5.2

Գործառույթի հաջորդական.	Վճարման ձև	Ժամանակային նորմ	Ժամային դրույք	Տարիֆային ֆոնդ
Նախագծում	Գործարքա-պարգևա-վճարային	25	3500	87500
Մշակում	Գործարքա-պարգևա-վճարային	30	5000	150000
Կարգավորում	Գործարքա-պարգևա-վճարային	25	5000	125000
Թեստավորում	Գործարքա-պարգևա-վճարային	27	4500	121500
Ընդամենը				484000

Պարգևատրման չափը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Պ= Ահիմ * Պդ/100\%,$$

որտեղ Պդ-ն պարգևատրման դրույքաչափն է՝ տոկոսներով արտահայտված:

$$Պ = 484000*23/100 = 111320 դրամ:$$

Ընդամենը հիմնական աշխատավարձը կկազմի՝ 484000+111320=595320 դրամ/ամսական կամ՝ 595320*12=7143840 դրամ/տարեկան:

5.4. Աշխատողների լրացուցիչ աշխատավարձի հաշվարկը

Լրացուցիչ աշխատավարձի մեջ մտնում են՝ հերթական և լրացուցիչ գործողությունների, արձակուրդների վճարները, պետական հանձնարարականների կատարման հետ կապված ծախսերը և այլն: Աշխատողների լրացուցիչ աշխատավարձը հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Ա_{լր.} = ԸԱ_{հիմ.} * Ա_{լր.դ}/100,$$

որտեղ $ԸԱ_{լր.դ}$–ն ընդհանուր հիմնական աշխատավարձն է, իսկ $Ա_{լր.դ}$-ն՝ լրացուցիչ աշխատավարձի դրույքաչափը:

$$Ա_{լր.} = 595320*15/100=89298$$ դրամ/ամսական կամ

89298*12=1071576 դրամ/տարեկան:

5.5. Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի հաշվարկը

Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի թվին են պատկանում ամորտիզացիոն, ընթացիկ վերանորոգման, տրանզիտորային միջոցների, գործիքների, հարմարանքների վերանորոգման և այլ ծախսերը: Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի թվին են պատկանում ամորտիզացիոն, ընթացիկ վերանորոգման, տրանզիստորային միջոցների, գործիքների և հարմարանքների վերանորոգման և այլ ծախսերը:

Հիմնական միջոցների տարեկան ամորտիզացիան ($Ա_տ$) հաշվարկվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Ա_տ=Հ_ա/Ն,$$

որտեղ $Հ_ա$-ն հիմնական միջոցների սկզբնական արժեքն է, Ն-ն՝ հիմնական միջոցների օգտակար գործունեության ժամկետը:

Աղյուսակ 5.3

Հիմնական միջոցի անվանումն ու տեսակը	Հիմնական միջոցի սկզբնական արժեքը	Ամորտիզացիոն հատկացումներ	
		ՀՄ օգտակար գործողության ժամկետ, տարի	Ամորտիզացիոն ծախս
Սարքավորումներ	45950000	5	9190000
Ընդամենը			9190000

Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի գումարը որոշվում է հետևյալ կերպ՝

$$Ծ_{պ.շ.} = Ա_{հիմ}*12 * Ծ_{պ.շ.դ.}/100,$$

որտեղ $Ծ_{պ.շ.դ.}$-ն սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսերի դրույքաչափն է, $Ա_{հիմ.}$–ը՝ աշխատողների տարեկան հիմնական աշխատավարձը:

$$Ծ_{պ.շ.} = 595320*12*1.4/100=100014 \text{ դրամ:}$$

Սարքավորումների ընթացիկ վերանորոգման ծախսը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Ծ_{ը.վ.} = Ա_{հիմ} *12 * Ծ_{ը.վ.դ.}/100,$$

որտեղ $Ծ_{ը.վ.դ}$-ն սարքավորումների ընթացիկ վերանորոգման դրույքաչափն է:

$$Ծ_{ը.վ.} == 595320*12*6.2/100=442918 \text{ դրամ:}$$

Աղյուսակ 5.4

Ծախսի անվանումը	Դրույքաչափը	Տարեկան ծախսը
Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսեր	1.4	100014
Սարքավորումների ընթացիկ վերանորոգում	6.2	442918
Սարքավորումների ամորտիզացիա	-	9190000
Ընդամենը		9732932

5.6. Տարածքի վարձակալության ծախսի հաշվարկը

Գործունեության արդյունավետության հիմնական պայմաններից մեկը տարածքի ճիշտ ընտրությունն է: Վարձակալվող տարածքը գտնվում է Երևան ք. բիզնես կենտրոններից մեկում: Այս տարածքում անհրաժեշտ տարածքի վարձակալության ամսական ծախսը կկազմի 70000 դրամ կամ 70000*12=840000 դրամ տարեկան:

5.7. Ընդհանուր տնտեսական ծախսերի հաշվարկը

Ընդհանուր տնտեսավարման ծախսերի մեջ մտում են ձեռնարկության ընդհանուր կառավարման-ադմինիստրատիվ՝ կառավարող անձնակազմի աշխատավարձի, գործուղման, տպագրական, փոստային-հեռագրային ծախսերը և այլ ծախսեր: Այն որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$ԸՏԾ = Ա_{հիմ}* ԸՍԾ/100,$$

որտեղ ԸՏԾ-ն ընդհանուր տնտեսավարման ծախսերի տոկոսն է:

ԸՏԾ =7143840*113/100=8072539 դրամ:

5.8. Համակարգի/փաթեթի ինքնարժքի կալկուլացիան

Ինքնարժեքի կալկուլացիան բերված է աղյուսակ 5.5-ում:

Աղյուսակ 5.5

N	Ծախսերի հոդվածի անվանումը	գումարը, դրամ
1.	Համալրող առարկաներ	1560000
2.	Էլեկտրաէներգիա	900300
3.	Հիմնական աշխատավարձ	7143840
4.	Լրացուցիչ աշխատավարձ	1071576
5.	Սարքավորումների պահպանման և շահագործման ծախսեր	9732932
6.	Տարածքի վարձակալություն	840000
7.	Ընդհանուր տնտեսական ծախսեր	8072539
	Ինքնարժեք	29321187

Համակարգի ինքնարժեքը կկազմի՝

Ի = 29321187 դրամ:

5.9. Շահույթի և միավորի գնի հաշվարկը

Համակարգի գինն իր մեջ ընդգրկում է ընկերության շահույթն ու ինքնարժեքը: Շահույթի հաշվարկն իրականացվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Շ = Ի_{լրիվ}*Շ/100,$$

որտեղ Ի–ն համակարգի ինքնարժեքն է, Շ –ն՝ շահույթի դրույքաչափը: Մեր օրինակի համար.

$$Շ = 29321187 *25/100 = 7330297 դրամ :$$

Գնի հաշվարկը իրականացվում է հետևյալ կերպ՝

$$Գ = Ի + Շ:$$

Մեր օրինակի համար.

$$Գ =29321187 + 7330297= 36651484 դրամ:$$

Համակարգի բացթողնման գինը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$Գ_{բաց.} = Գ + ԱԱՀ,$$

որտեղ $Գ_{բաց.}$–ը համակարգի/փաթեթի բացթողնման գինն է, ԱԱՀ-ն՝ ավելացված արժեքի հարկը (20%):

$$Գ_{բաց.} =36651484+ 36651484*20/100 = 36651484+ 7330297= 43981781 դրամ:$$

Այսպիսով, կատարված հաշվարկների արդյունքում ստացանք, որ կորպորատիվ տեղեկատվական համակարգի ինքնարժեքը կկազմի 29321187 դրամ, իսկ գինը՝ 43981781դրամ:

ԳԼՈՒԽ 6. ԿԵՆՍԱԳՈՐԾՈՒՆԵՈՒԹՅԱՆ ԱՆՎՏԱՆԳՈՒԹՅՈՒՆ

Ավտոճանապարհների տարածական մոդելավորում անվտանգության բաղադրիչի ներառմամբ

Ժամանակակից հասարակության զարգացման պայմաններում ավտոմոբիլային տրանսպորտը հանդիսանում է տնտեսության և ենթակառուցվածքների կարևորագույն բաղադրիչներից մեկը։ Ճանապարհային ցանցի ծանրաբեռնվածության և երթևեկության ինտենսիվության աճը բարձրացնում է անվտանգության պահանջները։ Տրանսպորտային համակարգերը բնութագրվում են որպես բարդ տեխնիկական համակարգեր, որոնցում փոխազդում են մարդը, տեխնիկական միջոցները և շրջակա միջավայրը։ Այս փոխազդեցության ընթացքում առաջանում են տարբեր վտանգավոր և վնասակար գործոններ, որոնք կարող են հանգեցնել ճանապարհատրանսպորտային պատահարների։ Կենսագործունեության անվտանգությունը նպատակ ունի ապահովել մարդու կյանքի և առողջության պաշտպանությունը այդ գործոնների ազդեցությունից [1, 3, 5]։
Ճանապարհաշինության ոլորտում անվտանգության խնդիրը ունի երկակի բնույթ՝

- արտադրական անվտանգության ապահովում շինարարության փուլում,
- երթևեկության անվտանգության ապահովում նախագծային լուծումների միջոցով։

Անվտանգության կառավարման համակարգերը պետք է իրականացվեն ռիսկերի վրա հիմնված մոտեցմամբ՝ համաձայն ՀՍՏ ԻՍՕ 45001-2019 ստանդարտի, որը նախատեսում է վտանգների նույնականացում և ռիսկերի գնահատում։Ժամանակակից նախագծման պրակտիկայում տարածական մոդելավորման մեթոդների կիրառումը թույլ է տալիս ճանապարհը ներկայացնել եռաչափ տեսքով՝ հնարավորություն տալով դեռևս նախագծման փուլում բացահայտել վտանգավոր հատվածները և ընտրել օպտիմալ լուծումներ շահագործման անվտանգության մակարդակի բարձրացման համար։ Ճանապարհային երթևեկության պայմաններում առավել էական վտանգավոր գործոններից են հորիզոնական և ուղղահայաց կորերի անհամաչափ համադրությունները, լայնական թեքությունների կտրուկ փոփոխությունները և տեսանելիության սահմանափակումները, որոնք կարող են

հանգեցնել մեքենայի կայունության խախտման և վթարայնության աճի [1, 3]։ Տուփաձև մակերևույթների վրա հիմնված տարածական մոդելավորումը հնարավորություն է տալիս ձևավորել հարթ և անընդհատ եռաչափ մակերևույթ՝ ապահովելով կորերի սահուն անցումներ, լայնական և երկայնական թեքությունների վերահսկելի փոփոխություն, տեսանելիության պահանջների պահպանում և դինամիկական բեռների նվազեցում [3, 5]։ Կորագիծ հատվածներում ճիշտ ընտրված երկրաչափությունը թույլ է տալիս պահպանել նորմատիվ շառավղային պարամետրերը և ապահովել շարժման դինամիկական հավասարակշռություն [1, 5]։ Բացի այդ, տարածական մոդելավորումը նպաստում է ջրահեռացման արդյունավետ կազմակերպմանը և սահքի վտանգի նվազեցմանը[2]։ Այսպիսով, տուփաձև մակերևույթների կիրառմամբ իրականացվող տարածական մոդելավորումը հանդիսանում է ոչ միայն նախագծային օպտիմալացման գործիք, այլև երթևեկության անվտանգության բարձրացման արդյունավետ միջոց, որը թույլ է տալիս նվազեցնել ինչպես տեխնիկական, այնպես էլ մարդկային գործոնի հետ կապված ռիսկերը [1, 3, 5]։

Ավտոճանապարհների նախագծման ընթացքում անվտանգության ապահովումը իրականացվում է ճանապարհի երկրաչափական պարամետրերի ճիշտ ընտրության միջոցով։ Այդ պարամետրերը հաշվարկվում են համապատասխան նորմատիվ բանաձևերով, որոնք թույլ են տալիս գնահատել տրանսպորտային միջոցների շարժման անվտանգ պայմանները։

1. Կորի նվազագույն շառավղի հաշվարկ

Ճանապարհի կորագիծ հատվածներում տրանսպորտային միջոցների անվտանգ շարժումը ապահովելու համար անհրաժեշտ է ընտրել համապատասխան շառավիղ ունեցող հորիզոնական կորեր։

Կորի նվազագույն շառավիղը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$R = \frac{V^2}{127(e+f)}$$

որտեղ

R – կորի շառավիղը (մ),

V – հաշվարկային արագությունը (կմ/ժ),

e – ճանապարհի լայնական թեքությունը,

f – անվադողի և ճանապարհի միջև կպչունության գործակիցը.

Օրինակ, եթե

$$V = 90 \text{ կմ/ժ}$$

$$e = 0.06$$

$$f = 0.15$$

ապա

$$R = \frac{90^2}{127(0.06 + 0.15)}$$

$$R = \frac{8100}{127 \times 0.21}$$

$$R \approx 303 \text{ մ}$$

Այսպիսով, տվյալ պայմաններում կորի նվազագույն շառավիղը պետք է լինի մոտավորապես 300 մետր, ինչը ապահովում է կողային սահքի կանխում [1, 5]։

2. Դինամիկական կայունության պայման

Մեքենայի կայուն շարժման պայմանը արտահայտվում է անհավասարությամբ.

$$\frac{v^2}{gR} \leq i + f$$

որտեղ

v – արագությունը (մ/վ),

$g = 9.81$ մ/վ^2,

i – լայնական թեքությունը.

Այս պայմանը ապահովում է, որ կենտրոնախույս ուժը հավասարակշռվի ճանապարհի թեքությամբ և շփման ուժով՝ կանխելով մեքենայի սահքը կամ շրջումը [1]։

3. Տեսանելիության հաշվարկ

Արգելակման տեսանելիության նվազագույն հեռավորությունը որոշվում է.

$$S = vt + \frac{v^2}{2g\varphi}$$

որտեղ

t – արձագանքման ժամանակը,

φ – ճանապարհի կպչունության գործակիցը.

Եթե՝

v = 25 մ/վ,

$t = 1.5$ վ,

$\varphi = 0.4$

ապա՝

$$S = 25 \cdot 1.5 + \frac{25^2}{2 \cdot 9.81 \cdot 0.4}$$

$$S = 37.5 + \frac{625}{7.848}$$

$$S = 37.5 + 79.7 = 117.2 \text{ մ}$$

Հետևաբար տեսանելիությունը պետք է լինի առնվազն 120 մետր, որպեսզի ապահովվի անվտանգ արգելակում [1, 3]։

4. Լայնական թեքության հաշվարկ (ջրահեռացման ապահովում)

Լայնական թեքությունը ապահովում է ճանապարհի մակերևույթից ջրի հեռացումը և նվազեցնում սահքի վտանգը։

Լայնական թեքությունը որոշվում է հարաբերությամբ.

$$i = \frac{h}{b}$$

որտեղ

i – լայնական թեքությունը,

h – բարձրությունների տարբերությունը,

b – ճանապարհի լայնությունը.

Եթե՝

$h = 0.15$ մ

$b = 7.5$ մ

ապա՝

$$i = \frac{0.15}{7.5} = 0.02$$

այսինքն՝ 2 %, ինչը համապատասխանում է ասֆալտբետոնե ծածկույթի նորմատիվ պահանջներին և ապահովում է ջրի հեռացում [2]:

Եզրակացություն

Կատարված վերլուծական և հաշվարկային ուսումնասիրությունները ցույց տվեցին, որ ավտոճանապարհի անվտանգության մակարդակը ուղղակիորեն կախված է տարածական երկրաչափության ճիշտ ձևավորումից և նախագծային պարամետրերի նորմատիվ հիմնավորումից: Հաշվարկների արդյունքում հաստատվեց, որ ընտրված շառավղային և թեքության պարամետրերը ապահովում են տրանսպորտային միջոցների կայուն և կանխատեսելի շարժում, իսկ տեսանելիության պահանջների պահպանումը նվազեցնում է արտակարգ իրավիճակների առաջացման հավանականությունը:

Տարածական մոդելավորման կիրառումը հնարավորություն տվեց դեռևս նախագծման փուլում գնահատել վտանգավոր հատվածները և ընտրել տեխնիկապես հիմնավորված լուծումներ: Տուփաձև մակերևույթների օգտագործումը ապահովեց ճանապարհի հարթ և ներդաշնակ եռաչափ կառուցվածք, ինչի արդյունքում նվազեցվում են կտրուկ երկրաչափական անցումները և դինամիկական ազդեցությունները:Արդյունքում ձևավորվել է տարածական կառուցվածքային լուծում, որը համապատասխանում է անվտանգության նորմատիվ պահանջներին և նպաստում է ինչպես երթևեկության, այնպես էլ շահագործման ընդհանուր անվտանգության բարձրացմանը:

ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆ

Ավարտական աշխատանքում ուսումնասիրվել են ավտոմոբիլային ճանապարհների երթուղիների տարածական մոդելավորման մաթեմատիկական մեթոդը, կապ է հաստատվել ավտոմոբիլային ճանապարհների նախագծման ընթացքում հատակագծի և պրոֆիլի կորերի տարածական զուգորդման բազմամյա դիտարկումների արդյունքում ստացված էմպիրիկ տվյալների և գլխավոր գծերի տեսողական պարզության ու հարթության հասկացության միջև, դրանց ազդեցությունը վարորդների հոգեէմոցիոնալ վիճակի, տեսանելիության, երթևեկության(շարժման) ուղղության ճիշտ ճանաչման (հատկապես մեծ արագությունների դեպքում) և, ի վերջո, անվտանգության վրա:

Ներկայացված ավարտական աշխատանքի հետազոտության արդյունքում առաջարկվում է ավտոմոբիլային ճանապարհների երթուղիների տարածական մոդելավորման վերանորոգման և կապիտալ վերանորոգուման նոր մաթեմատիկական մեթոդ՝ հիմնվելով բաց բազմանիստերի շարժմամբ ձևավորված տուփաձև մակերևույթների վրա: Այս մաթեմատիկական մոդելը կարող է օգտագործվել ավտոմոբիլային ճանապարհների տեղեկատվական մոդելավորման (BIM մոդելավորման) տեխնոլոգիայում:

ՕԳՏԱԳՈՐԾՎԱԾ ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и её применение. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. 128с.
2. Бойков В.Н., Шумилов Б.М. Сплайны в трассировании автомобильных дорог. Томск: Изд-во ГУ Том. ЦНТИ, 2001, 164с.
3. Иванов В.Н. Геометрия циклических поверхностей // Сборник научных трудов аспирантов инженерного факультета. Вып. VIII, Москва: РУДН, 1971. С.137–142.
4. Ivanov V.N. (2012) Geometry and forming of polygonal box curvilinear surfaces on a basic cyclic surface, Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings, No.2, pp. 3–11.