

ÉPÍTÉSZETI KONCEPCIÓ

A kiírt feladat hívószava a pókháló volt, mely jelenthet felületet és vonalszerkezetet is. Olyan parametrikus szerkezet tervezése volt a feladat, ami a pókhálókhoz hasonlóan, húzott elemekből áll. Fontos volt, hogy a parametrikus geometriát valamilyen algoritmus hozza létre, amelynek a bemeneti paramétereit változtathatóak. A megvalósított szerkezet egy kiválasztott paraméterkombinációhoz tartozik. Az installáció megadott befoglaló mérete 3x3x3 méter volt, a befoglaló forma pedig egy acél zártzeleányekből álló kocka váz volt.

Ugyan a pókháló hívószó csak az installáció szerkezeti jellegére utalt, így nem szó szerint kellett értelmezni, mi mégis ezt tettük. A létrejövő formánkat a zugpókfélék (Agelenidae) inspirálták. A különlegességük a pókok rendjén belül, hogy akár méretük százszorosát is elérő tölcsészerű hálókat készítenek, melyek nyílásai a pók fészkebe vezetnek, egy csomópontba. Korábban egyikünk sem hallott a tölcsérpókokról, és illeszkedett a tematikába, így feladatunk alapjául és névadójául (Agelena) vettük azokat.

Egy olyan formát akartunk létrehozni, melybe több helyről is be lehet mászni, és a nyílások egy pontba vezetnek. Kezdetben papíron, majd maketteléssel hoztuk létre az Agelenidae pókok hálójának mintájára formákat. Az volt a célunk, hogy a végső formába akár többen is be tudjanak mászni, több irányból.

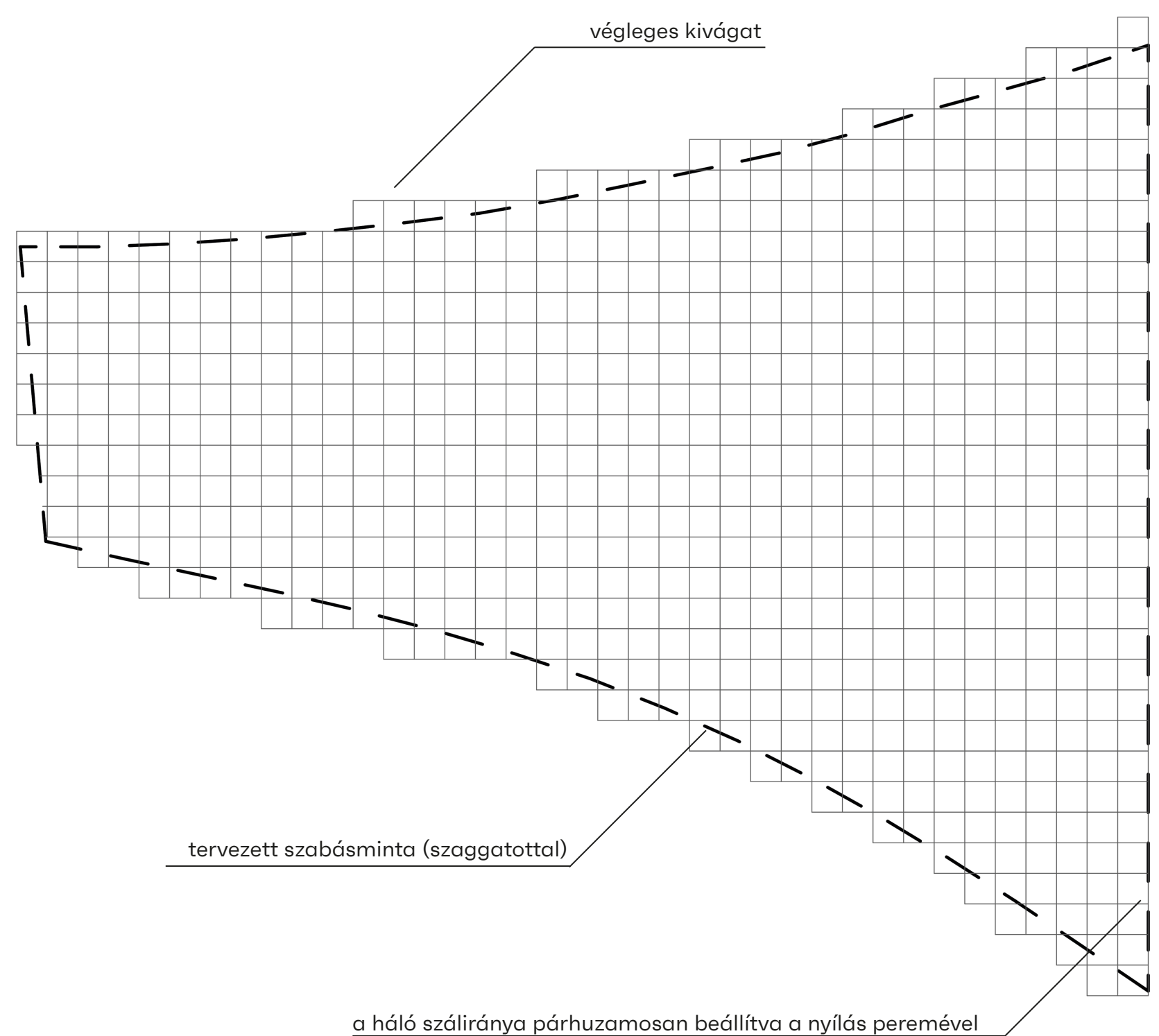
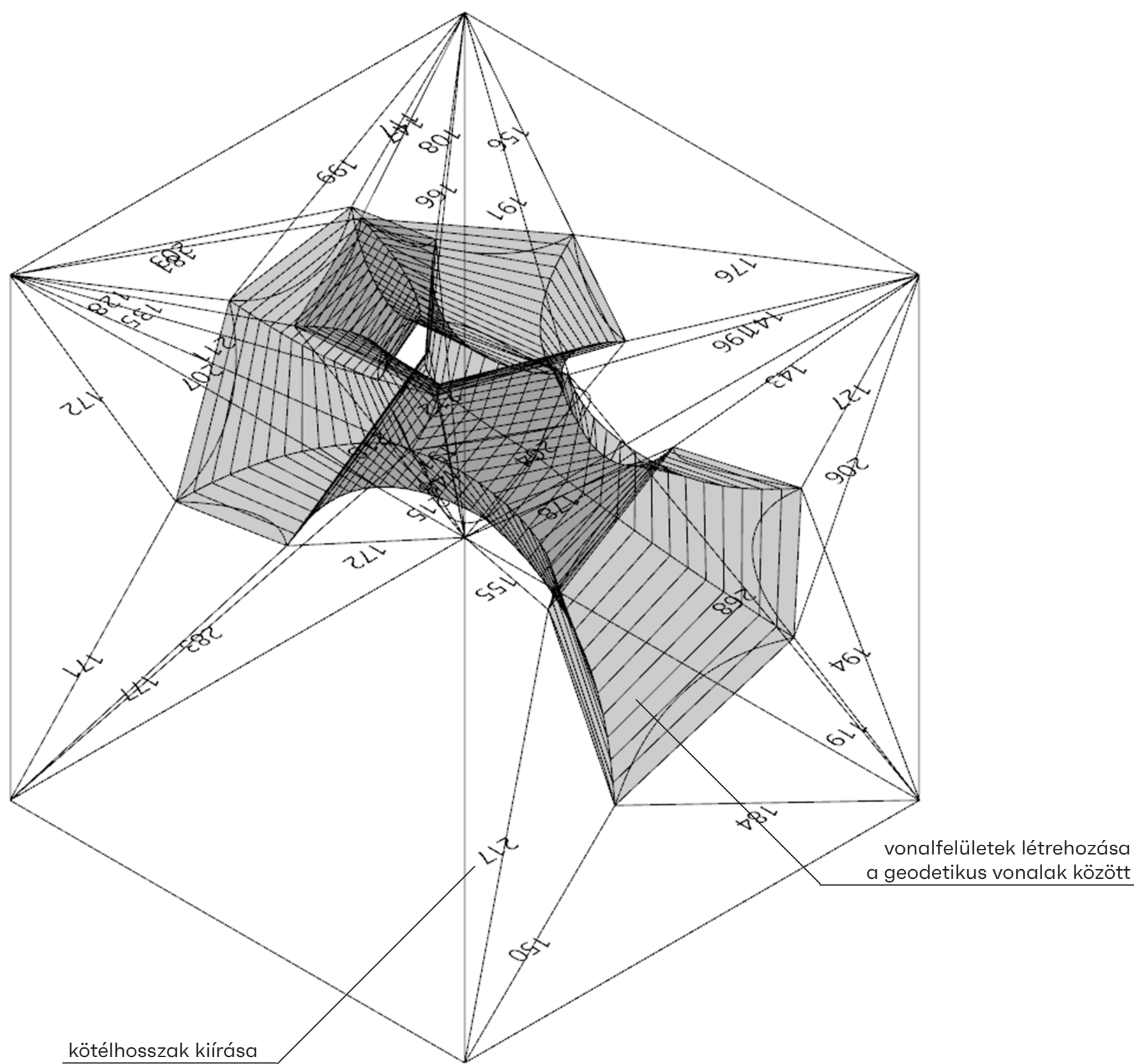
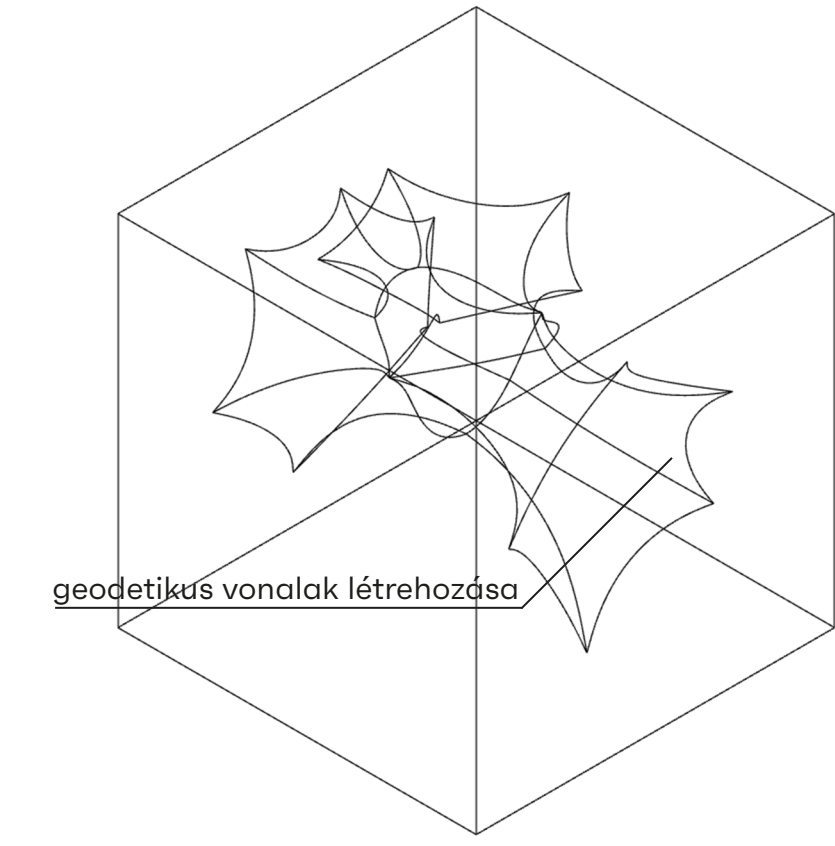
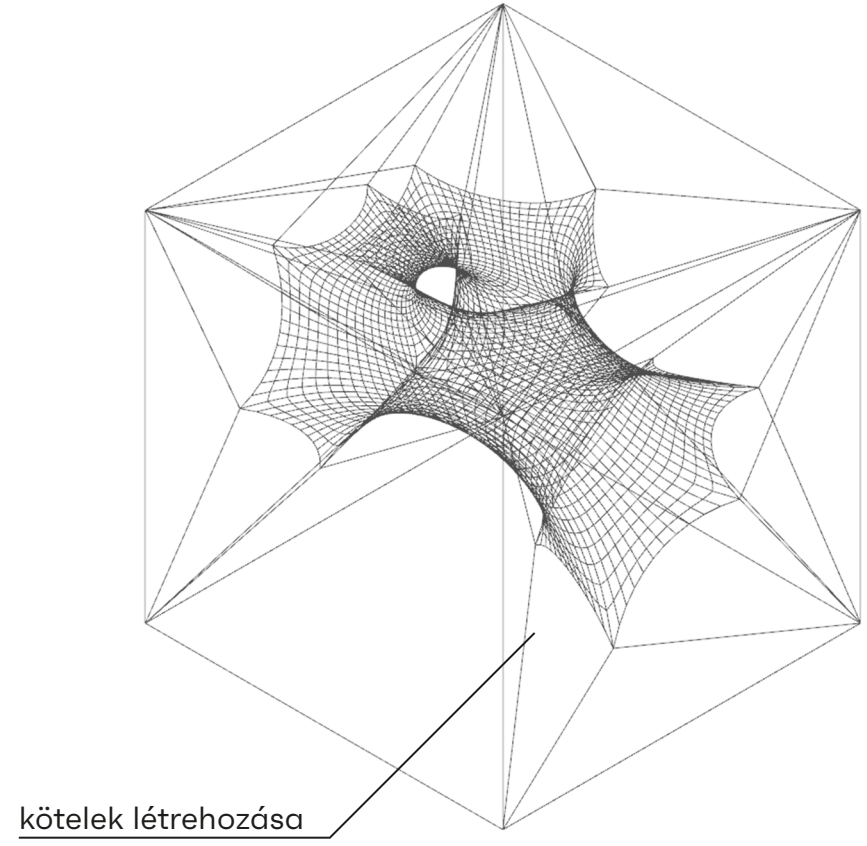
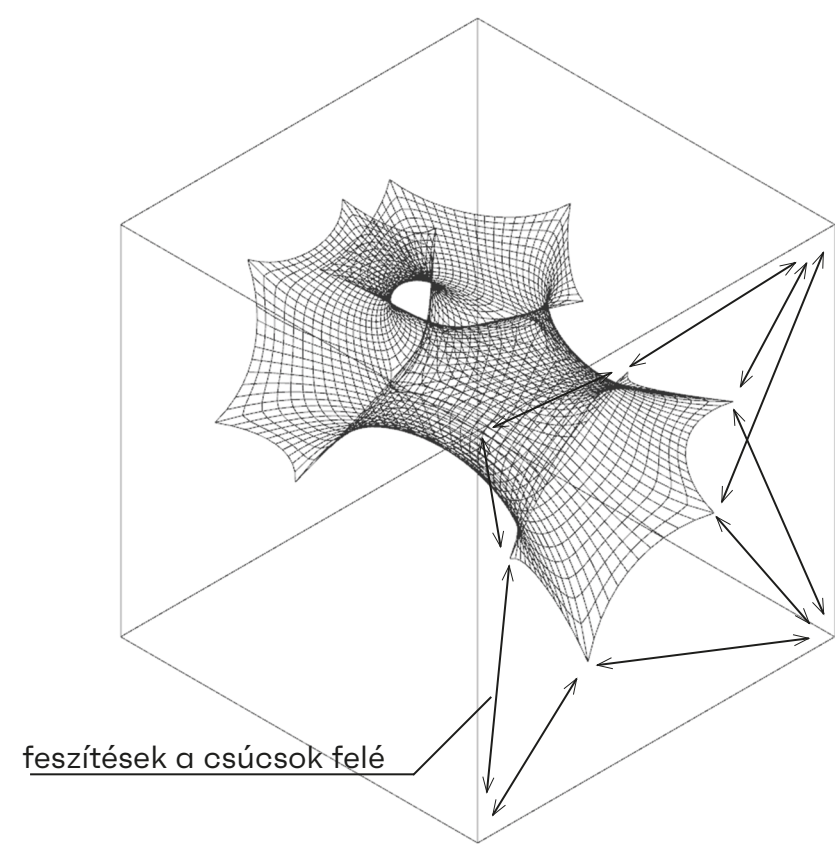
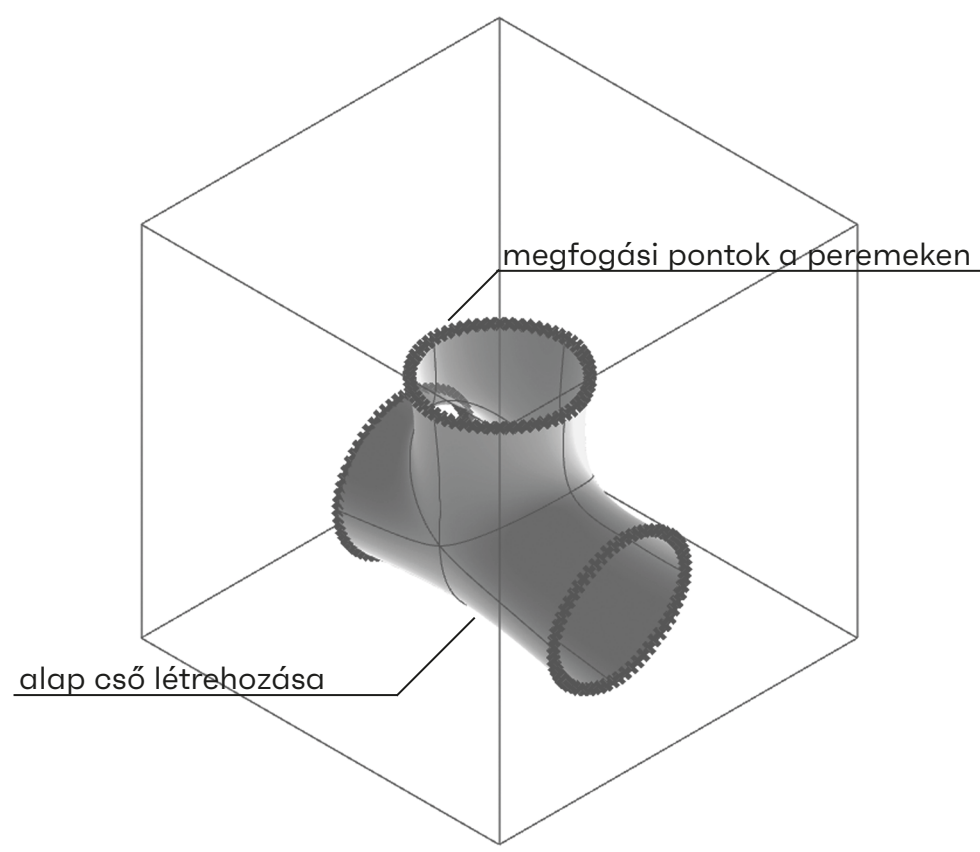
A makettelés után a formakeresést egy parametrikus modellező programban, a Rhino-ban folytattuk. Az itt létrejövő formát már több szempont - például anyaghasználat, szabásminta, megvalósíthatóság - szerint is tudtuk alakítani, finomítani. Érdekes, hogy még a koncepcióterv során papírra vetett formától jelentősen nem kellett eltérni, sikerült hasonló formát létrehozni a számítógépes szimuláció segítségével is.

Az installáció létrehozásához a rendelkezésre álló anyagokat használtuk: a felület létrehozására 4 cm szemmagyságú hálót használtunk, a feszítéshez pedig polipropilén köteleket, a befoglaló forma pedig az acél keret volt, amit fehérre festettünk. A pókhálószerű hatás elérése fehér elemeket használtunk.

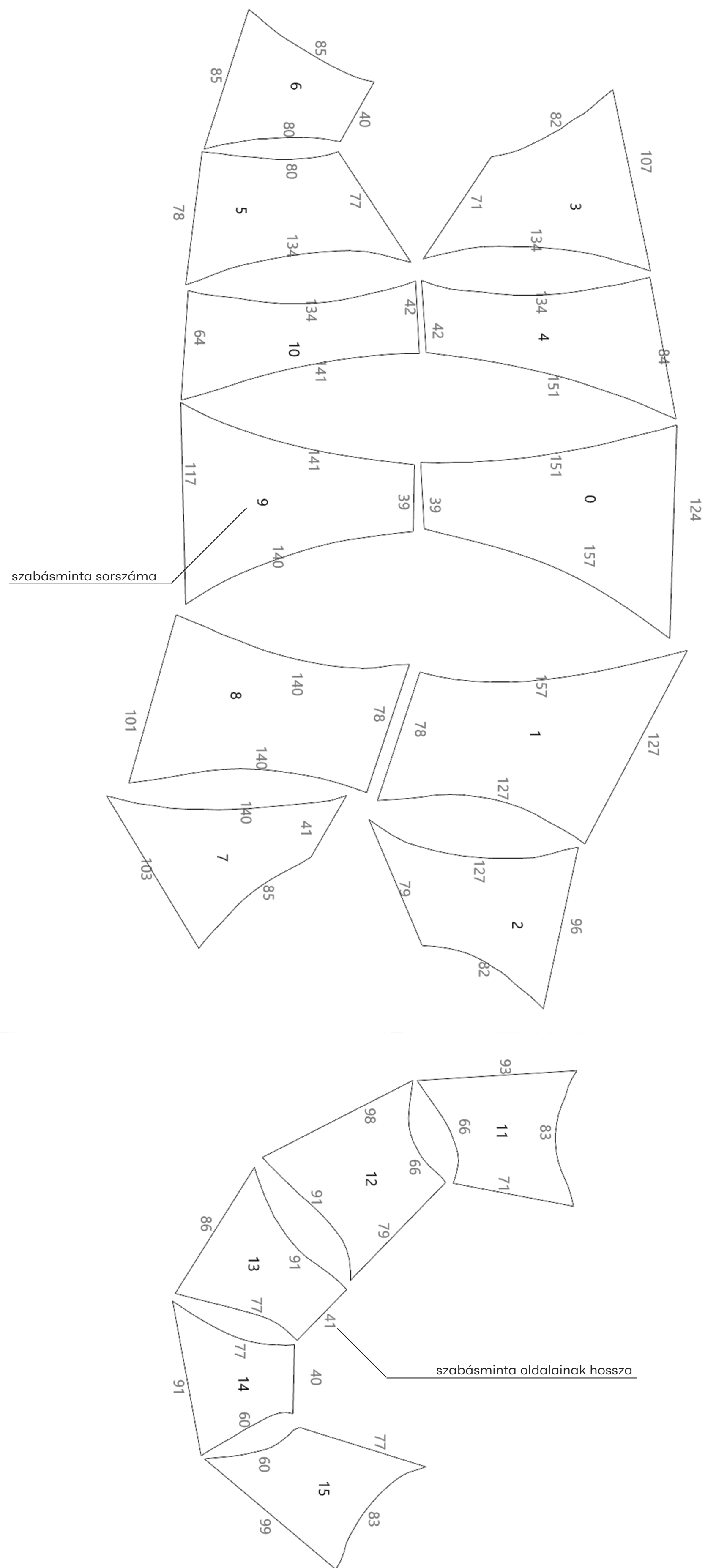
> **FORMA ÉS SZERKEZET SPECIALIZÁCIÓ**
> **PROJEKTTÁRGY '24**

TERVEZŐK: BARTA GERGELY, KARÁDI LEVENTE, SÜTŐ PÉTER

OKTATÓK: DR. FEHÉR ESZTER, DR. THER TAMÁS, LASSU PÉTER



a háló szárliránya párhuzamosan beállítva a nyílás peremével



FORMA ÉS SZABÁSMINTA LÉTREHOZÁSA

Az installáció alakját Grasshopper használatával, parametrikus alapon működő formakereséssel alakítottuk ki. A folyamat során egy háromágú cső-kapcsolatból indultunk ki, ennek a szájain alakítottunk ki megfogási pontokat. A forma közepe környékén további megfogási pontokat is megjelöltünk. A külső pontokat minden esetben egy befoglaló, 3x3 méteres kocka 2-2, a belsőket 3-3 csúcsához kötöttük ki, majd a csőre illeszkedő háló megfeszítésével kaptuk meg a végleges formát.

A program a bemeneti adatok változtatásával eltérő eredményeket ad vissza. Ezek a paraméterek a következők: a megfogási pontok helyzete a kiindulási hálón, a kikötési pontok helye (választható a kocka csúcsai közül), a húzás „ereje”, a kiindulási háló szálainak kezdeti hossza és rugalmassága. Ezeket mind külön-külön be lehet állítani, és a program rövid számítás után létrehozza az adatok alapján az új formát – a módszert dinamikus relaxációnak nevezik, a lényege, hogy a forma addig-addig leng, amíg a végén beáll egy erőegyensúly. Ezt követően valamennyi megfogási pontot a hálón összekötöttük a hozzájuk tartozó csúccsal a kockán, így megkaptuk a köteleket vízúdon is, illetve innen tudtuk a hosszukat is.

A tervezés következő lépése a szabásminta elkészítése volt. Ehhez az első lépésben a megfogási pontok közötti geodetikus vonalakat kellett kialakítanunk – a pontok közötti szakaszokat Python kód segítségével hoztuk létre, majd ezeket úgy vetettük alá dinamikus relaxációnak, hogy a létrejövő görbék minél rövidebbek legyenek, de közben illeszkedjenek a létrehozott formához.

A geodetikus vonalak első verziójában olyan formát használtunk, amelynek a három peremén 5-5 megfogási pontot jelöltünk ki. Ebben az esetben a feladat megoldhatatlannak bizonyult, nem tudtunk olyan felosztást találni, ahol minden görbe egy-egy csomópontnál találkozzon – egy geodetikus görbe mindig egy másik belső pontjaihoz érkezett be. Ez azért jelentett problémát, mert mindképp létrejött egy háromszög alakú szabás is, amit nehéz kiszabni, illetve könnyen ráncosodik. Ezt a problémát végül úgy oldottuk meg, hogy az egyik nyílásnál öt helyett hat megfogási pontot jelöltünk meg, így minden geodetikus vonal a helyére került. Így egy 16 elemből álló szabásmintát alakítottunk ki. Érdekeség, hogy a formát is javította ez az elsőre kényszermegoldásnak tűnő változat, mindháromnak jobban tetszett a létrejött forma.

A szabásminta létrehozásánál olyan felosztást kellett létrehozunk, amit később síkba lehet teríteni. A forma geodetikus vonalai között négyzetekre osztottuk a szabásokat. Minden görbét 20-20

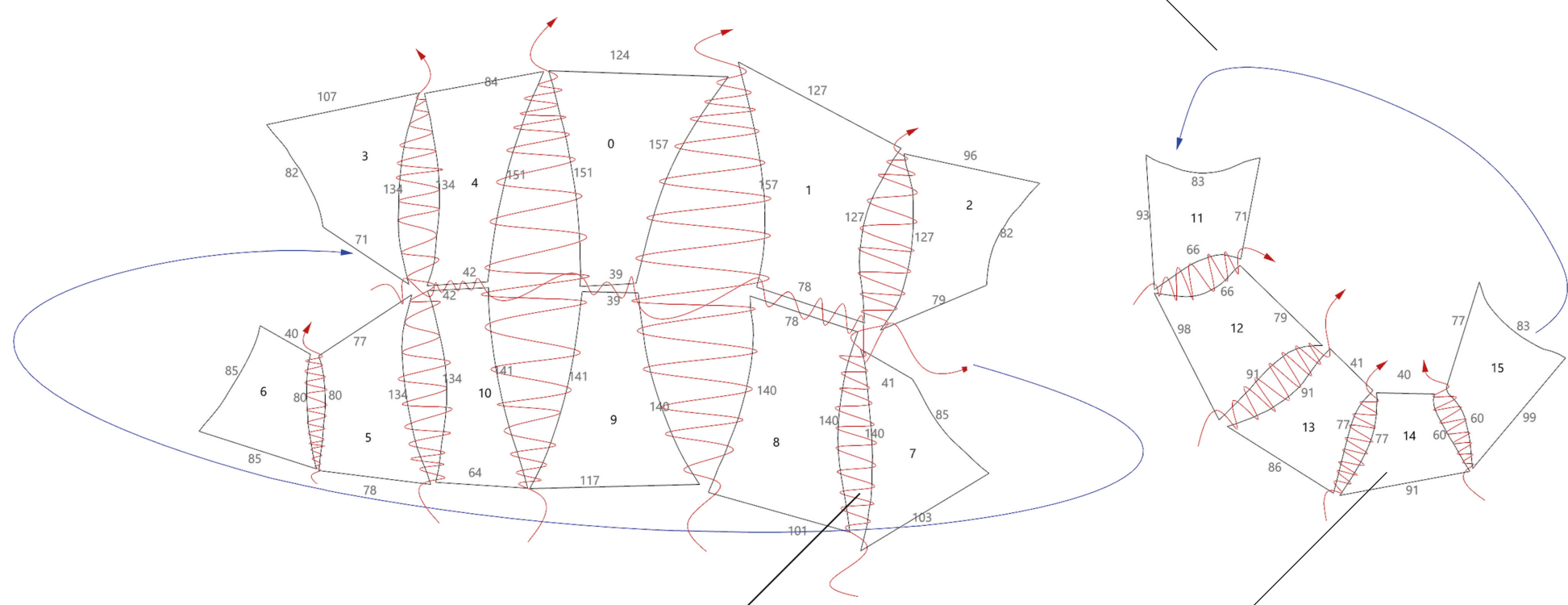
egyenlő részre bontottunk, és a görbét páronként összekötöttük egyenesekkel minden osztópontnál. A létrejött vonalfelületeket síkba kiterítve megkaptuk a szabásmintát.

A háló iránya is meghatározó a szabásminta kivágásakor, hogy a végső installációban ne legyenek gyűrűdések, ráncok. Emiatt úgy kell kivágnunk a hálót, hogy a benne ébredő erők ne nyíróerőként lépjenek fel. Emiatt a peremekkel közel párhuzamosan kell állnia a háló szálainak irányja. Ezt a szabáskor mintánként egyesével forgattuk be, majd eszerint vágtuk ki, a nyílások peremeihez igazítva.

Az installáció szájainak peremén létrejött görbület a szabásmintán nem jelennek, mivel a vonalfelületekre bontó algoritmus ezt nem tudja kezelni. A szabásmintákon az itt adódó anyagfelesleget, ami ráncosodott, utólag, a beépítéskor vágtuk le, ahol szükséges volt.

Az összeépítés megkönnyítése érdekében a szabásminta kiterítése után minden egyes elemet megszórtunk, mind síkba terített 2D-s szabásmintán, mind az eredeti 3D-s formán (ahol még kiteríthetnek). Az összeépítéskor így hasznos volt, hogy minden kivágott mintának volt egy száma, aminek egyből láttuk a térbeli helyzetét is. Valamennyi szabás élének hosszát is kiírtattuk a programmal, erre azért volt szükség, hogy amikor a tényleges összeépítésre kerül a sor, akkor egyrészt meg tudjuk állapítani az egyes elemek pontos helyét, másrészt a pontos helyzetét is, hiszen az azonos hosszúságú élek a valóságban egybeesnek: így csak párosítanunk kellett az azonos hosszúságú éleket egymással.

3. lépés: kiterített összekötött szabásminták térbeli összekötése



2. lépés: kivágott szabások összefűzése kötéllel

1. lépés: szabásminták elrendezése kiterítve a síkban

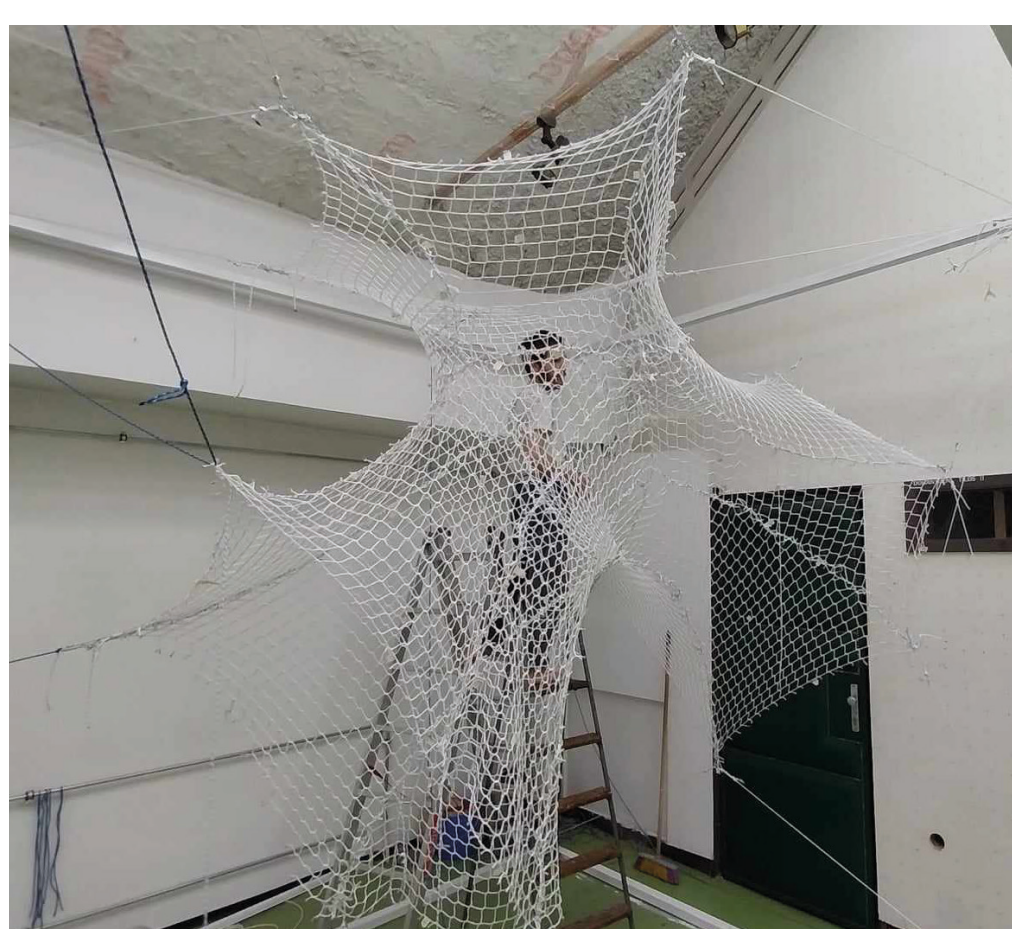
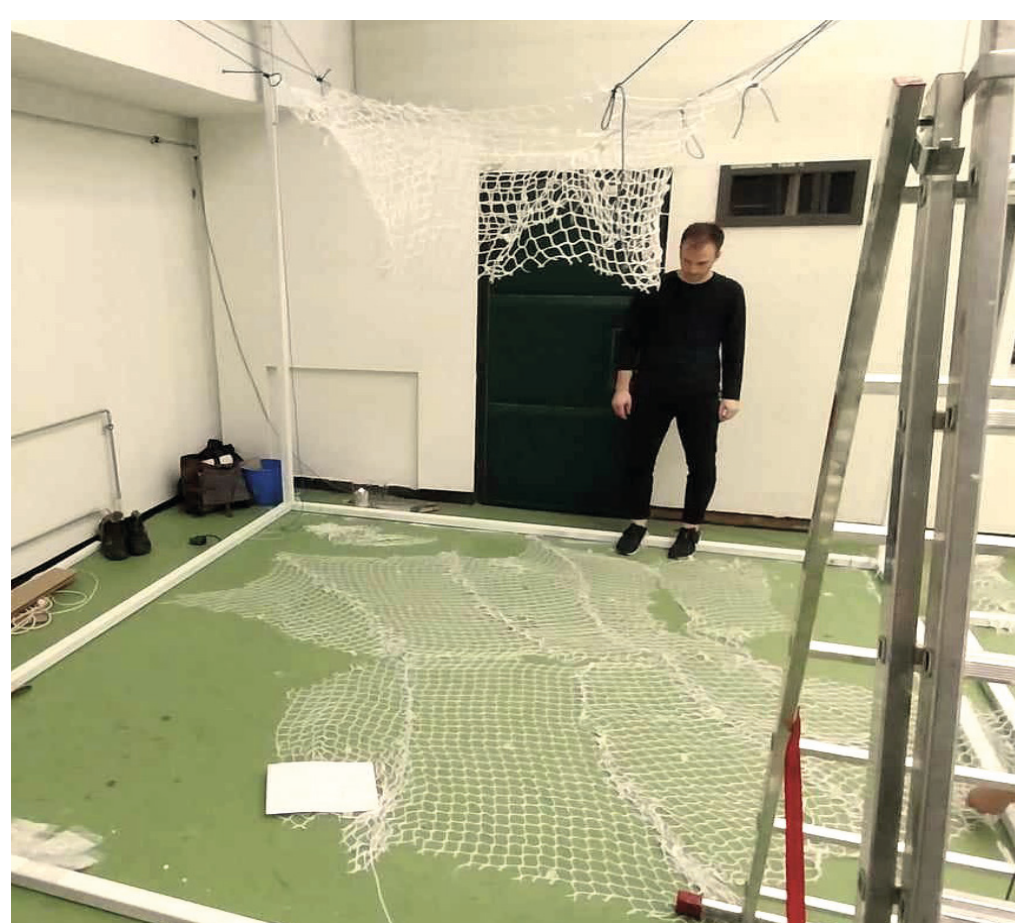
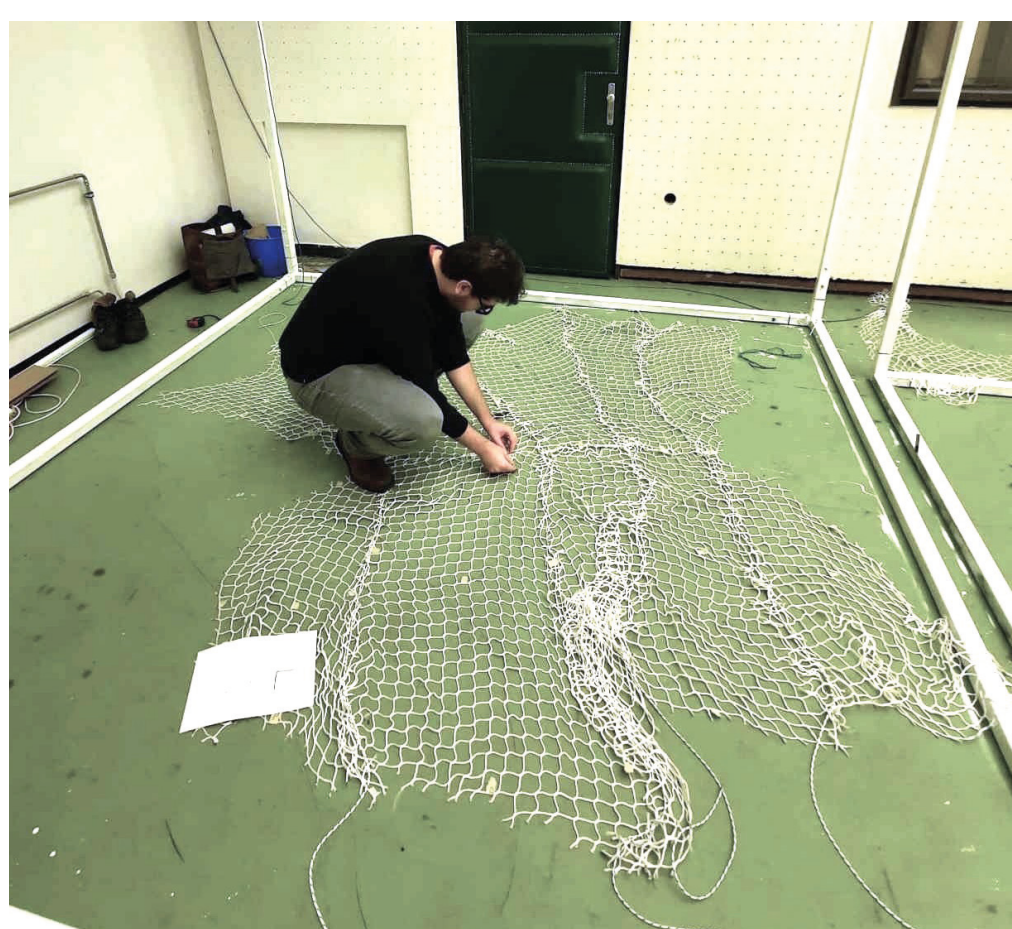
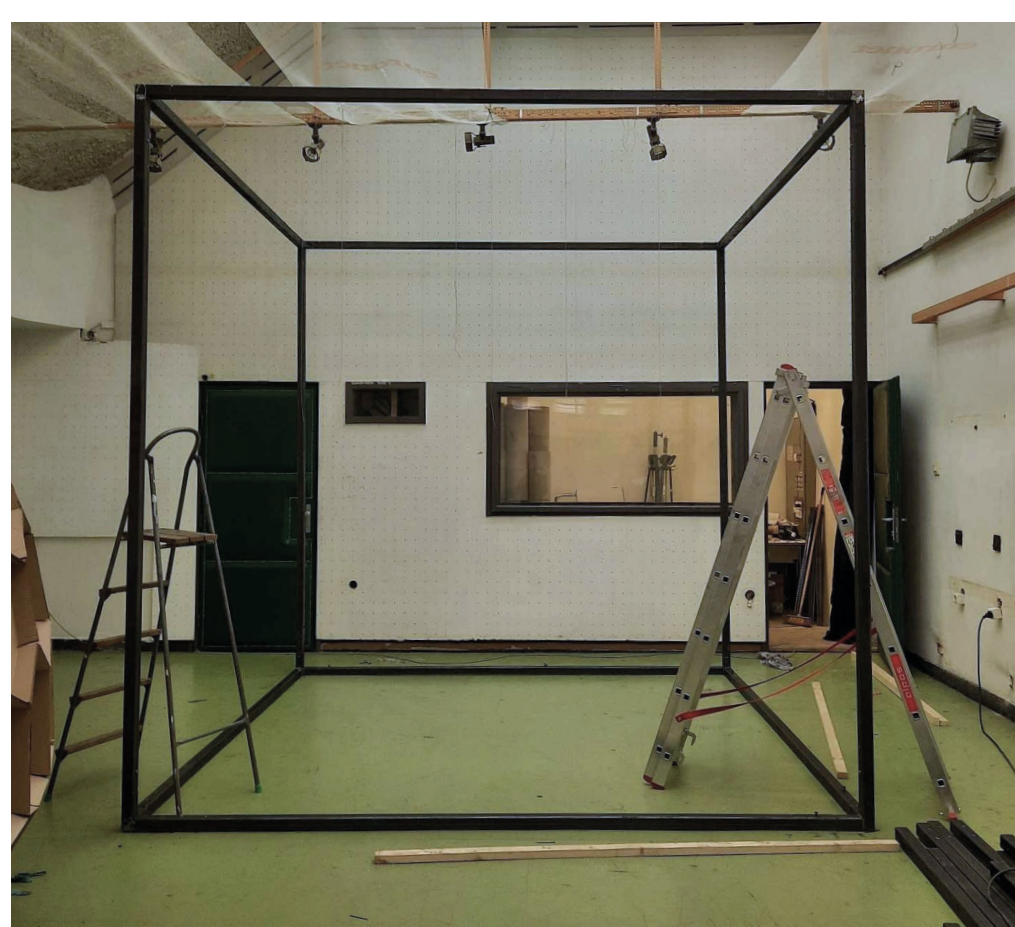
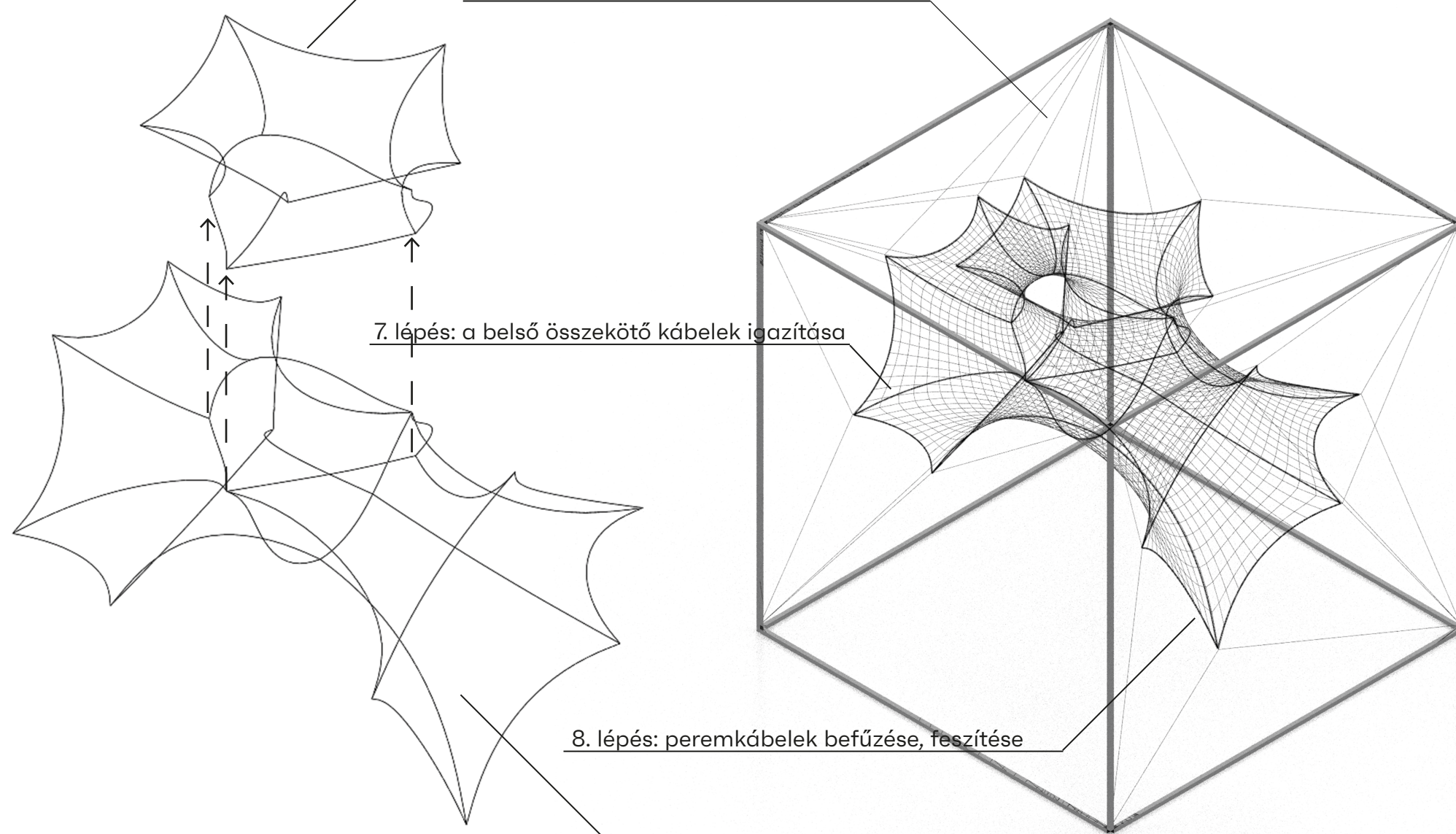
4. lépés: felső tölcser kikötése az acélkerethez

6. lépés: összes pont kikötése a terv szerint

7. lépés: a belső összekötő kábelek igazítása

8. lépés: peremkábelek befűzése, feszítése

5. lépés: az alsó tölcser hozzákötése a felső tölcserhez



KIVITELEZÉS

A kivitelezés kezdeti lépése a vázák összeépítése volt, melyekhez az acél zártszelvényeket, illetve oktatók által hegesztett sarokkapcsolatokat közösen a többi csapattal szereltük össze. Ezután lefestettük őket fehérre.

A Rhino-ban létrehozott síkba kiterített szabásmintát ezután kivetítettük a falra kifeszített hálóra, ahol kivágtuk azt. A szabásmintákat egyesével felcímkeztük: jelöltük a sorszámkokat, illetve az élhosszakat.

Ezután a padlóra terítve összeillesztettük a kiszabott egységeket, úgy, párosítottuk az oldalhosszakat, közbe pedig néztük a 3D szabásmintát, hogy ellenőrizzük magunkat. Ezt két fő egységre lehetett bontani: az alsó hosszú tölcserre, illetve az abból kiálló függőleges nyúlványra.

Az összeillesztés után, továbbra is a padlóra fektetve dolgozva ezeket össze is kötöttük: az élék mentén végigfuttatunk köteleket, úgy, hogy azokat utólag még igazítani lehessen. Ezeket nem feszítettük meg nagyon, mivel csak a hálók folytonosságát szolgálta.

A felső tölcsercsziját felfüggtük ideiglenes kötelekkel, majd ehhez - már a térben - összekötöttük az alsó és felső tölcseréket. A maradék két tölcservéglet is kikötöttük ideiglenesen, még laza volt a szerkezet, de az már látszott, hogy jól passzoltak az elemek.

A kikötést ezután az egyik tölcsercszijánál kezdtük: fixen rögzítettük a megfelelő pontokat, ezeket már a modellből kinyert végleges kötélhosszak szerint állítottuk be. Miután ezekkel megvoltunk, a maradék pontokat is kikötöttük - szerencsére a tervből kinyert kötélhosszak itt is működtek többnyire, egy két helyen finomítottunk a feszítésen, hogy ne legyenek ráncosodások a hálóban.

A végső formát a peremkábelek befűzése adta. Korábban, a szabásminta tárgyalásánál említettük, hogy a peremeknél nem vettük figyelembe azok görbeségét, emiatt ezeket itt a kivitelezésnél szabtuk méretre, általában 1-2 sornyi visszavágásra volt szükség, hogy eltüntettük a peremek ráncosodását. A peremkábeleket úgy fűztük be, hogy azok utólag feszíthetőek legyenek. A létrejött formát végül még aszerint feszítettük, hogy mégjobban hasonlítson a tervre.