

VÁLTOZÓ SZILUETT;
építészeti reakció Bejrút problémáira

Szerző: Farkas Edit
Konzulens: Vasáros Zsolt DLA

Tartalomjegyzék

ABSZTRAKT	3
ABSTRACT	4
BEJRÚT	5
Földrajzi fekvés és éghajlat.....	7
A jelenlegi vízellátási rendszer	7
VÍZGYŰJTÉS.....	9
Esővíz.....	10
Harmat	14
Köd.....	16
TOOLKIT	19
VÁROSKÉP	22
KONKLÚZIÓ	25
BIBLIOGRÁFIA	27
Nyomtatott szakirodalom.....	27
Internetes források	27

ABSZTRAKT

Számos uralom alatt, háborúk, válságok és természeti katasztrófák bekövetkeztével is Bejrútot az 1970-es évekig a Közel-Kelet Párizsaként tartották számon. A különböző kultúrával rendelkező népek ideérkezése a nemzeti identitás állandó kereséséhez, vallási, illetve társadalmi csoportok hegemon törekvéséhez vezetett.

A sokrétű káoszt Bejrút szerkezete, építésze jól tükrözi, modern üvegtornyok, hagyományos épületek és ókori maradványok szöveteként érzékeljük a várost. Ebben a káoszban nincs rendszer a tömegközlekedésben, a személyszállítás mindennapos problémát jelent az ott élők számára, a hálózati áram- és vízellátás elégtelen és sérülékeny.

Ilyen körülmények között történt a tragikus augusztus 4-ei robbanás, amely a város jelentős részén komoly sérüléseket okozott. Az épületállományban óriási károk keletkeztek, 300.000 embernek el kellett hagynia otthonát. A városközpont ezen területének, különösen a szinte teljesen elpusztult kikötőnek az újjáépítése elengedhetetlen feladat a közeljövőben, azonban a következő hónapokban megnő a csapadékos napok száma, így a legsürgősebb teendők közé tartozik, hogy a beázás elkerülése érdekében a viszonylag ép épületeket renoválják, melyeknek a tetőszerkezetük semmisült meg a katasztrófa következtében.

A dolgozatomban megoldást keresek egy gyorsan kivitelezhető, de hosszútávra szóló fejlesztésre, amely először az épületek lefedésével, helyreállításának terveivel foglalkozik, de egységet alkot egy új technológiával, amely a víz, esővíz vagy pára formájában való begyűjtésére és tisztítására koncentrál az ottani éghajlathoz igazodva. A korszerű innovációnak azonban meg kell állnia a helyét Bejrút sokrétű építészetében a tervezést illetően is, idomulva a modern és a hagyományos épületek összképéhez egyaránt. Tekintettel a problémák léptékére egy komoly műszaki elképzelés óhatatlanul nyomot hagy a városképen, a sziluett részévé válik – ennek építészeti eszköztára, a 'toolkit' a kérdés lényege.

A robbanás egy sokadszori újjászületés lehetőségét hordozza magában, de az önérdek vezérelte fejlesztések helyett a város életminőségének növelésére kell összpontosítani, hogy az újra megállja a helyét nyugati színvonalon is, a hagyományok megőrzése mellett.

ABSTRACT

Under countless reigns, after wars, slumps and natural disasters Beirut was still known as the Paris of the Middle East until the 1970s. The arrival of nations with diverse cultures to the city led to the struggles of establishing the national identity and asserting the hegemony of religious and social groups.

The various chaos is well reflected in the structure and the architecture of Beirut as it is an urban fabric of modern glass towers, traditional buildings and ancient remains. This chaos has no system in public transport, sufficient water and electricity supply or waste transport. These problems are creating continuous difficulties in the everyday life of the inhabitants.

The tragic explosion on 4 August took place in this atmosphere, causing serious damage in a significant part of the city where 300.000 people were forced to leave their home. Rebuilding this part of the city centre is a mandatory step to take in the near future, especially in the case of the vanished port. Whereas in the upcoming months the number of rainy days will increase therefore the most urgent task is to prevent soaking by renovating the building's roof destroyed by the disaster.

In my study I am proposing a solution for a quickly constructible though a long-term development that primarily deals with the restoration of the roofs then creates a system with a new technology that concentrates on collecting and cleaning the rainwater or vapor depending on the area's climate. However, the innovation needs to assimilate to the architecture of Beirut by adapting to the overall picture of the modern and traditional buildings.

Regarding the scale of the problems a serious technical idea will leave a mark on the cityscape and become a part of its silhouette, to function, the heart of the matter will be an architectural 'toolkit'.

The explosion gave a possibility for the next rebirth of Beirut but instead of a self-interest-driven development, the focus should be on improving the quality of the city's life, so it can reach the standards of the western world again while maintaining its traditions as well.

BEJRÚT

Libanon fővárosa egyben a világ egyik legrégebbi városa, melynek élete ugyan évezredekre visszanyúlik, történelmi eseményeinek sora mégis zsúfoltnak hat.

Bejrút a Földközi-tenger keleti oldalán helyezkedik el, kikötővárosként a kezdetektől fogva fontos csomópontként működött, ezáltal a területén számtalan nép megfordult, időről időre letelepedett, magával hozva kultúráját, „ideológiáját”, hagyományait. Sok konfliktus született, mely a város szüntelen változásához vezetett társadalmi, gazdasági, politikai és városképi értelemben egyaránt.

Építésze tükrözi az ellentéteket, a konfliktusokat és a stílusjegyek keresésére kialakított különböző válaszokat. Az ókori népek csupán régészetileg értelmezhető maradványokat hagytak hátra, az oszmán birodalom uralma a hagyományos építészetnek tekinthető stílust alkotta meg, a francia mandátum a központ modernizálását eredményezte. Bejrút egy különleges „egyveleggé” vált már az 1950-es évek előtt. Az 1943-ban megszerzett függetlenségével virágzó időszak következett, a Kelet Párizsaként emlegették a 70-es évekig. Az 1975-ben kezdődő 15 éves polgárháború óriási sebeket hagyott a városban és ezzel megint változásra kényszerült. Az újjáépítés hamar megkezdődött, azonban a helyiek mire magukhoz tértek, a befektetők nagy lehetőségeket látva már nagyszabású terveket készítettek. Ahogy teret nyertek, a hagyományos építészetet sokszor helyettesítve egy új képet álmodtak Bejrúthoz, amely külső szemmel nézve, sok esetben építészetileg igényes modern világ kialakulását idézte elő. Mire fellélegzett a város 2006-ban újabb bombázások érték¹, további emlékeket megsemmisítve.

A város immár hozzászokott, hogy az újjászületés visszatérő feladata, azonban ezek a lehetőségek mindig inkább önkényes irány felé vezettek, a helyiek részéről negatív visszhang alakult ki. Érthető, hiszen a katasztrófák után az önkényes befektetésekkel tovább veszítettek a múltjukból, emellett az életminőséget támogató rendszerek kialakítása is teljesen háttérbe szorult. A mai napig Bejrútban nincsen megfelelő tömegközlekedés, víz- és áramellátás, illetve kialakított rendszer a szennyvíz és az áradások elvezetésére.

¹<https://web.archive.org/web/20150624160838/http://www.moe.gov.lb/getattachment/The-Ministry/Reports/State-Of-the-Environment-Report-2001/Chap-1-Population.pdf.aspx>

Az életminőség javítása sürgős és elengedhetetlen feladat a város jövőjét illetően, hiszen a népesség drasztikusan emelkedik és a hétköznapiak egyre nehezebbé válnak. Jelenleg a lakosság száma 2,4 millió, ez a szám azonban becsléssel állapítható meg, hiszen a legutóbbi hivatalos népszámlálás 1932-ben készült. Megemlíteném, hogy 18 különböző, „élő” vallás van jelen, amely ily módon a legváltozatosabb vallási közösség a Közel-Keleten.²

A robbanás

A számtalan jelenlegi probléma mellett történt a 2020. augusztus 4-ei robbanás egy kikötői raktárban tárolt nagy mennyiségű ammónium-nitrát szakszerűtlen tárolásának következtében. Több, mint 200-an meghaltak, több ezren megsebesültek, 300.000 embernek el kellett hagyni az otthonát. A robbanás központjától 9 km-es sugárban miatt a város újra romokban hevert.³ A kikötő teljesen megsemmisült, de a robbanás homlokzatokat és tetőket rombolva, használhatatlan épületeket hagyott maga után.

A konfliktusok újra a felszínre kerültek, az emberek elégedetlenségük és aggodalmaik miatt tüntetni kezdtek, a kormány lemondott. A romok eltakarításához azonnal nekifogtak és közben mindenkiben realizálódott, hogy Bejrút ismét változni fog. Míg a lakosok igyekeznek reménnyel fordulni a feladat elé, attól tartanak, hogy megint sok projekt magánkézbe kerülésével a közjó, a rendszer kiépítése, a hagyományok megőrzése továbbra is a háttérbe szorul majd.

Dolgozatomban szeretném megragadni az újjáépítés lehetőségét, amely ezúton egy olyan humanitárius tervezési beavatkozás, ami az életminőséget tartja szem előtt. Nem célom megkeresni a köztes utat az eddigi, különböző szemléletek között, hiszen egy olyan fejlődési lépcsőfokot kell megtenni, amely elindítja a rendszert a hétköznapiak segítése felé.

Habár a város korábban említett egyes hálózatainak létrehozása vagy helyreállítása ugyanolyan jelentőséggel bír, ebben a tanulmányban a csapadékvíz begyűjtés lehetőségével foglalkozom, tekintve, hogy az általában kihasználatlan tetők felújításával egy ezt segítő rendszer párhuzamosan építhető ki és hosszútávon oldhatja meg a vízhiány problémáját Bejrútban.

² <https://worldpopulationreview.com/world-cities/beirut-population>

³ <https://www.bbc.com/news/world-middle-east-53668493>

Vajon a tetőkön való beavatkozás mennyiben befolyásolja a városképet? Lehetséges és szükséges-e építészeti tökéletes összhangra törekedni, vagy az igények minél széleskörűbb kielégítését kell szem előtt tartani egy ilyen esetben? Kérdés, hogy hol teremődik meg a határ a technológia és az építészet között?

Földrajzi fekvés és éghajlat

A környezetben előforduló csapadék begyűjtéséhez elsősorban Bejrút időjárási helyzetét kell figyelembe venni. A város egy kisebb félszigeten fekszik, nyugatról a Földközi-tenger, keletről pedig a Libanoni-hegység határolja. A szél napközben és estefelé nyugatról érkezik a tenger felől, majd éjjel megfordul és keletről fúj, a szárazföldről a víz irányába.

Forró mediterrán éghajlatán a tenger közelsége enyhít. Télen sok a csapadék, míg nyáron alig fordul elő, a levegő azonban állandóan magas, átlagosan 70%-os páratartalommal rendelkezik. Az éves csapadékmennyiség 825,5 mm, melynek nagy része október és április között esik le.⁴ Ezekből az adatokból jól látható, hogy a lehetőség adott ezen források kihasználására. A víz gyűjthető eső, harmat vagy köd formájában ezen a területen, amellyel a lakosság napi vízszükségletének egy része fedezhető, az áradások pedig mérsékelhetők.

A jelenlegi vízellátási rendszer

A népesség körülbelül 1,2 %-kal nő évente, ezzel párhuzamosan pedig emelkedik a háztartási vízszükséglet, amely Bejrútban előreláthatólag 2030-ra 420 km³ lesz, ez a szám jelenleg 300 km³.⁵ Az igény nagy és ennek támogatására a szörnyű állapotban lévő vízhálózat nem elegendő. Családonként 1 m³ hálózati víz jut naponta, mely alkalmanként bakteriálisan fertőzött, csak korlátozottan használható. Nehézséget okoz továbbá a vízellátás intenzitása, időszaki ingadozása. Annak ellenére, hogy a tél a csapadékos időszak, novemberben és decemberben jellemzően előfordulnak vízhiányos időszakok. A hálózati víz lakossági térítési díja 349.000-L.L. (Libanoni Font) /év.

Ennek működését csak a mindennapi rutin mutatja be, hiszen környezeti elemzést, melyben jogszabályok születtek a víz megtakarításáról, 1925-ben készítettek utoljára.⁶ A 2006-os

⁴ https://www.weather-atlas.com/en/lebanon/beirut-climate#climate_text_6

⁵ <https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/workshops/Beirut2012/Beirut2012-11.PDF>

⁶ CHUN, ALICE MIN SOO and BRISSON, IRENE E., *Ground rules for humanitarian design*. West Sussex : Wiley., 2015.

polgárháború után a libanoni vízi infrastruktúra újjáépítésének terve felmerült, azonban a fejlesztés nem indult meg.⁷

A libanoni vízhálózattal kapcsolatban többek között szembesülni kell azzal, hogy kevés a tárolási kapacitás, így nagy mennyiség egyenesen a tengerbe kerül, a megfelelő karbantartás hiányával a begyűjtött víz 40-50%-a elszivárog, a felelősség pedig különböző szervek között kerül elosztásra, amely szintén negatívan hat a folyamatra. (A Council for Development and Reconstruction a beruházásokért, a Regional Water Establishments pedig az üzemeltetésért és a karbantartásért felelős.) Ezek az alapvető problémák regionális és szezonális eltérésekhez vezetnek a vízellátásban.

2010-es adatok szerint a libanoni városi háztartásoknak 80%-a kapcsolódik a hálózathoz, de ők sem egyenlő mennyiséget kapnak, hiszen az múlik a víz helyi elérhetőségén, a víznyomáson, az évszakon és a ház elhelyezkedésén is.⁸ Egy évvel korábbi felmérés azt mutatja, hogy Bejrútban az átlagos víz elérhetőség naponta télen 13 óra, míg nyáron csupán 2 óra.⁹

A víz napi felhasználáshoz szükséges mennyiségét az emberek így kénytelenek más forrásokból megszerezni vagy kiegészíteni, melyek árai jóval magasabb. A lakosság 50%-a így palackozott vizet vesz, 25%-a víztartállyal rendelkező teherautóktól szerzi be, a további 10% természeti forrásoknál, a maradék 10% pedig privát hálózatokon, önkéntes összefogásokon keresztül látja el szükségletét.¹⁰ A háztartásoknak a víz költsége magasabb, mint a jegyzett tarifa, ami 2009-es adatok szerint m³-ként 0,37 USD, hiszen ténylegesen nem jut el hozzájuk a teljes ígért mennyiség.¹¹ Az alapvetően veszteséges rendszer a fogyasztónak extra költségeket eredményez, mivel neki kell gondoskodnia a napi vízigény kiegészítéséről.

A nagy horderejű problémák ellenére, nemhogy Bejrútban, de egész Libanonban a mai napig nem tesznek erőfeszítést a víz megőrzésére. Egyetlen olyan falu sincs az országban, amelyik

⁷ https://en.wikipedia.org/wiki/Water_supply_and_sanitation_in_Lebanon

⁸ <http://www.opportunities.com.lb/lebanon/bhb/docs/WB%20-%20Social%20Impact%20Analysis%20-%20Electricity%20and%20Water%20sectors.pdf>

⁹ https://en.wikipedia.org/wiki/Water_supply_and_sanitation_in_Lebanon#cite_note-NWS_Infrastructure_Baseline-5

¹⁰ CHUN, ALICE MIN SOO and BRISSON, IRENE E., *Ground rules for humanitarian design*. West Sussex : Wiley., 2015.

¹¹ <http://www.opportunities.com.lb/lebanon/bhb/docs/WB%20-%20Social%20Impact%20Analysis%20-%20Electricity%20and%20Water%20sectors.pdf>

folyamatos lakossági vízellátást kapna. 2010 óta nem készült szakpolitikai vagy stratégiai dokumentum, amely a lehetséges irányokat felvázolhatná a kormány részére. A szervek inkább az energiaellátásra koncentrálnak, inkább kevesebb, mint több sikerrel, a víz azonban teljesen kiesik a fókuszról. Mivel a hálózat nem biztosít és nem ígér jobb minőségi ellátást a közeljövőben, alternatív megoldás létrehozására van szükség.

VÍZGYŰJTÉS

A humanitárius tervezési beavatkozás sok esetben a vízgyűjtés valamilyen formáját integrálja, ezzel enyhítve a vízhez való hozzáférés problémáján, lassan, de biztosan elterjedve a vidéki és a városi részeken egyaránt világszerte.

A víz felhasználásához közeli, közvetlen begyűjtése számos problémára megoldást ad. Amennyiben a házakhoz csatlakozó szerkezet készül, a gyűjtés, a tisztítás majd a használat között nincs szükség megannyi továbbító eljárásra, mellyel a víz nagy százalékának elszivárgása, szennyeződése elkerülhető és az így kialakuló higiénikusabb kezelés hozzájárul az egészség fenntartásához.

A rendszer beruházási költsége után, már csak a karbantartás költségeit kell fedezni, mely a kormánynak és a lakosságnak is egy kedvezőbb megoldást nyújt anyagilag. A karbantartás házilag, mindenki által elvégezhető, sem szakértelmet, sem különleges eszközöket nem igényel.

Az atmoszférában megjelenő víz eső, harmat vagy köd formájában is begyűjthető, minőségével közvetlenül használható tisztálkodásra, takarításra, a WC öblítésére és a növények öntözésére. Ivóvízként való fogyasztására ionizálás és megfelelő szűrés után lehetséges, melynek folyamatára a dolgozat nem tér ki, de eljárására számtalan létező és működő technológia készült. Alapul vehető a 2006-ban a WHO és a UNICEF által kidolgozott stratégia, amely a szennyezett víz által okozott fertőzések megelőzésére ad irányelveket a háztartási víz megfelelő kezelése és tisztítása mellett.¹²

A vízgyűjtés rendszerét integrálva Bejrútba szükséges az éghajlat adta lehetőségek és az igényszintek közös nevezőre hozása a minél kedvezőbb eredmények eléréséhez. Formai és technológiai megoldáshoz először korábbi példákat vizsgálunk meg, amiket a csapadék 3

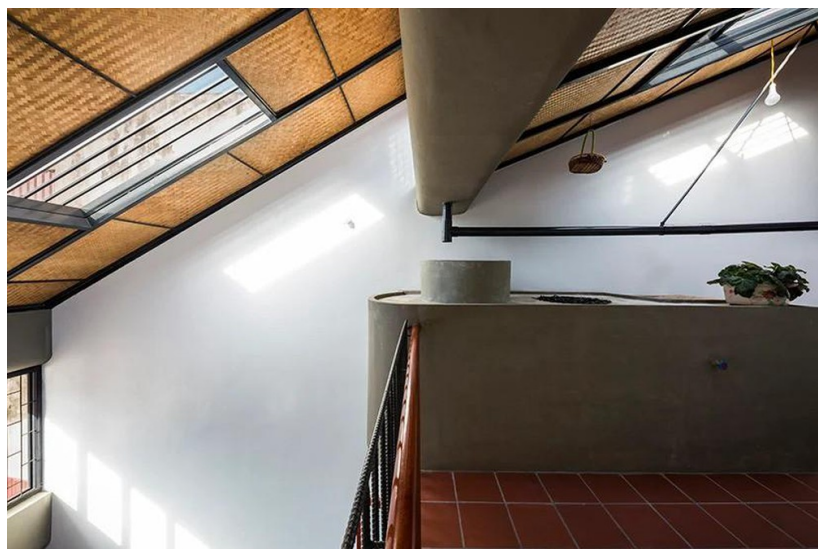
¹² https://www.unicef.org/wash/files/UNICEF_WASH_2006_annual_report_FINAL_Sept_07.pdf

formája alapján sorolok be. Kitérek arra, hogy mit, milyen módon érdemes gyűjteni és melyik alkalmazás ültethető át egy városi léptékbe.

Esővíz

A legáltalánosabb esővízgyűjtő rendszer a magastető és az eresz együttese, ennek hatékonyságát sok minden befolyásolja, így általában nem használják ki az általa nyújtott lehetőséget. A legnagyobb figyelmet a fedés anyagára szükséges ilyenkor fordítani, hiszen előfordul olyan, amely elősegíti a különböző baktériumok, moha stb. növekedését, ami potenciálisan szennyezheti a vízkészletet. Ilyen csoportba sorolható a beton és az agyagcserép is. A következő problémája az anyag felületéből adódik, minél porózusabb, annál kevesebb víz jut el az ereszig. Erre megoldás a horganyzott, zománcozott vagy rozsdamentes acél, melynek gyűjtési hatékonysága több mint 95%. Emellett fontos, hogy az esetlegesen nagy mennyiségben lezúduló esőt az eresz és a tartály kapacitása kibírja, így elkerülve további mennyiségben való veszteséget.

Az első példa egy vietnámi hagyományos ház esővízgyűjtő rendszerének egy kortárs példáját mutatja be. Vietnámban az igen nagy ivóvízhiány miatt szükséges lépéseket a nh village architects' tervezése precízen teszi meg, az épület részévé alakítja az esővíz gyűjtő elemeket, azzal nem csorbítva annak hagyományos építészeti jellegét. Habár a tetőre továbbra is cserépfedés került, a nagy vasbeton eresz megakadályozza a túlfolyást és a vizet egyből a ház belső tartályaiba vezeti.¹³

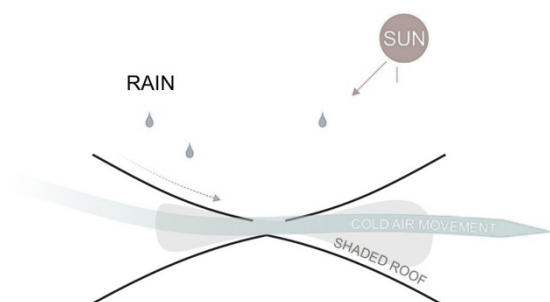
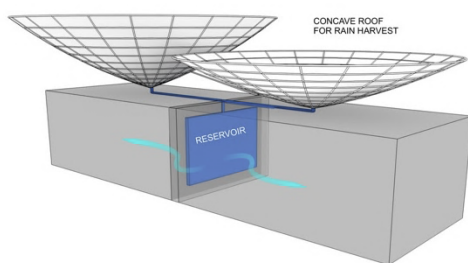


¹³ <https://www.designboom.com/architecture/nh-village-architects-rainfall-house-vietnam-07-19-2019/>

¹⁵ <https://www.designboom.com/architecture/nh-village-architects-rainfall-house-vietnam-07-19-2019/>

A magastetők, Bejrút esetében általában sátoztető formájában a hagyományos építészetnek elemei, azonban ezek az épületek már csak pontszerűen jelennek meg a térképen, hiszen a belváros területének 80%-át beton lapostetős épületek foglalják el.¹⁴ Így a beavatkozás alapvetően erre a területre terjed ki, a hatékonyságot szem előtt tartva. Ötletfelvetésként azonban átültethető lenne a renoválás apropójaként az ereszek méretének megnövelése, és a vízgyűjtő rendszer kiépítése.

A lapostetőket illetően az iráni BMDesign Studios által tervezett ún. Concave Roof¹⁵ érdekes formát vet fel. A duplatetős rendszer felső tálai esőt és párákat gyűjtenek, ahonnan a falakba épített tartályokba kerül az összegyűjtött mennyiség tárolására. Az alatta lévő kupola a ráeső víz könnyű levezetését segíti. A kettő között a szél áramlása hűti az épületet. Az alatta lévő kupola a szél könnyedebb mozgását lehetővé téve, az épület hűtését segíti. Felmerül a kérdés, hogy érdemes-e ekkora kivitelezési malőr annak érdekében, hogy az eső mellett párákat is gyűjthessen a tető, erre pedig az adott helyszín éghajlata ad választ.



CONCAVE DOUBLE ROOF
Rain drops flow off easily while the outer shell provides the much needed shade

¹⁵ <https://www.archdaily.com/802377/this-concave-roof-system-collects-rainwater-in-arid-climates>

¹⁶ <https://www.archdaily.com/802377/this-concave-roof-system-collects-rainwater-in-arid-climates>

Az épület elemeiként működő vízgyűjtő beavatkozások a homlokzaton is megjelennek. Az Aquitecture¹⁷ egy olyan homlokzati panel, amely horganyzott acél anyagának köszönhetően az esőt és a párárt is képes a mögötte lévő csőrendszerbe juttatni.

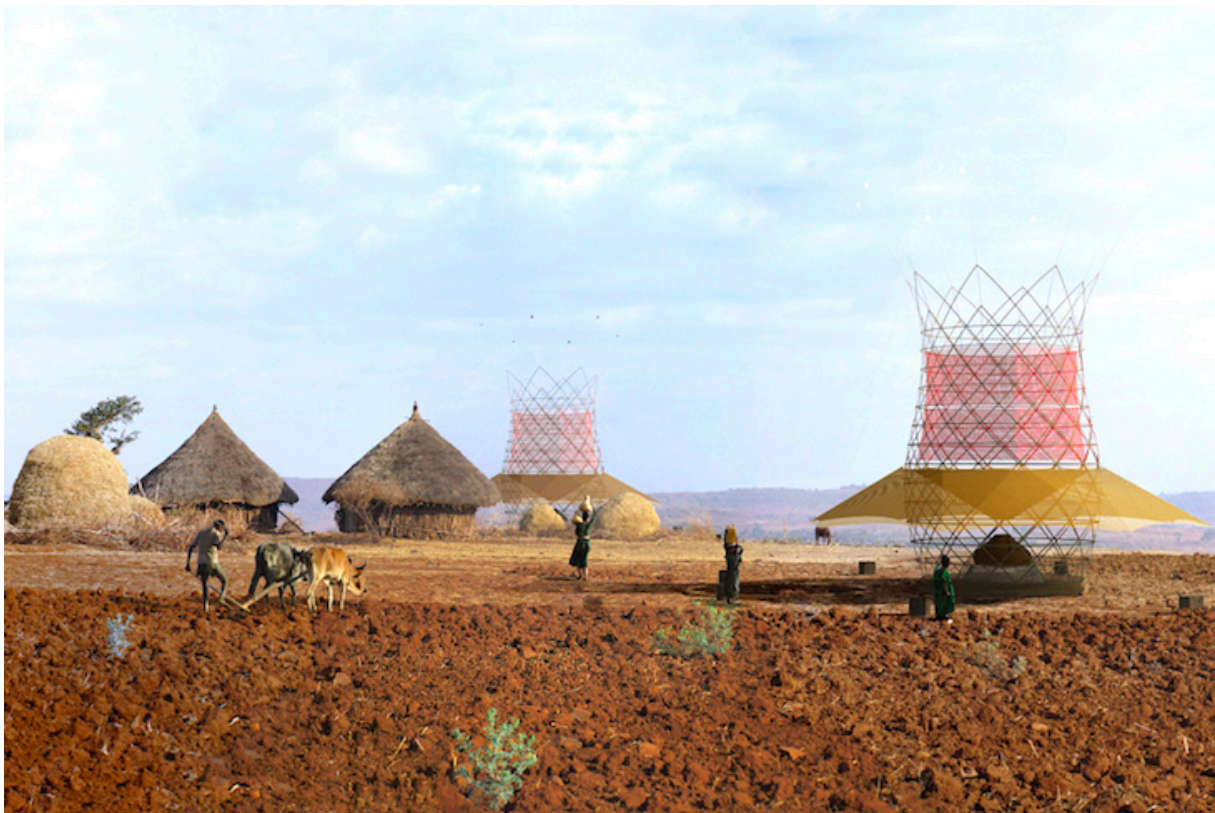


¹⁷ <https://inhabitat.com/modular-aquitecture-panels-can-harvest-rainwater-from-the-sides-of-buildings/>

Ehhez hasonló célra kialakított, de hagyományosabb formában, újrahasznosított anyagból készülő téglák formázásával az épületen érdekes felületek és minták kialakítása mellett járul hozzá az esővíz elvezetéséhez.¹⁸ Ezen példák után az épületektől elvonatkoztatva csupán a technológiára koncentrálnak vizsgáljuk a vízgyűjtés, tárolás lehetőségét.

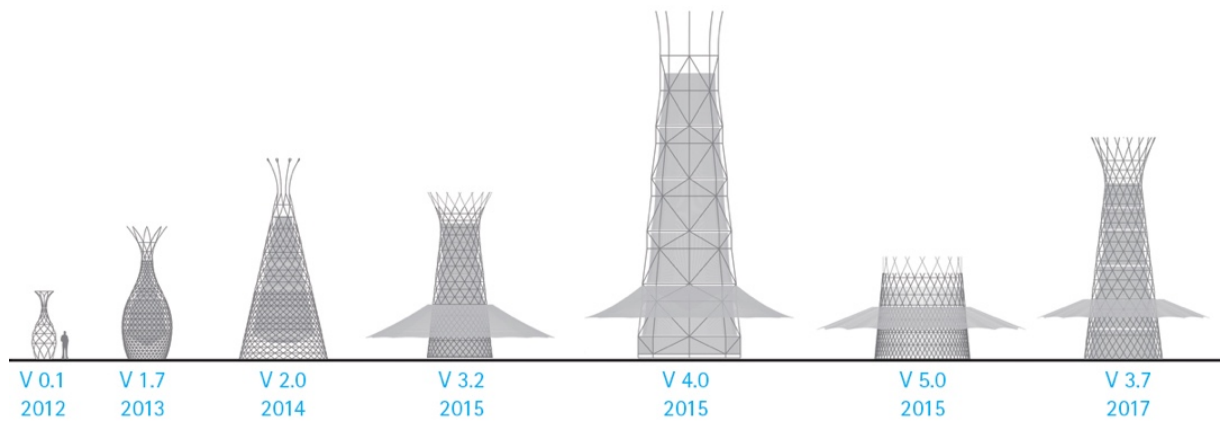
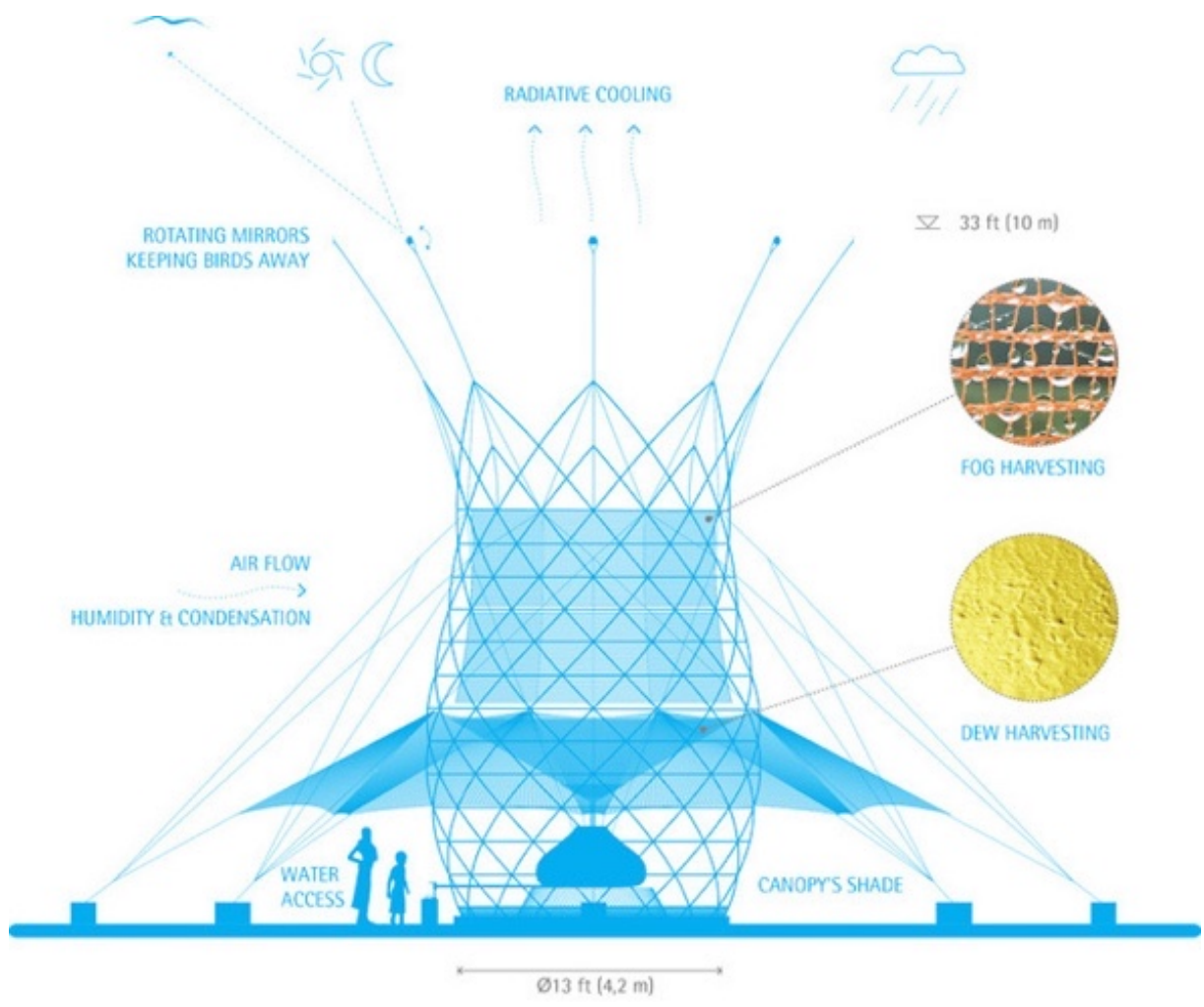
Az egyik legsikeresebbnek mondható kezdeményezés a Warka Water¹⁹ néven futó projekt, ami 2014-ben indult egy etiópiai tesztmodell megépítésével Arturo Vittori és olasz építész csapata által. Miután a fejlesztés a Kickstarteren keresztül támogatást kapott, több helyre sikerült eljuttatni azt, folyamatos formálás mellett.

A vízgyűjtő rendszer esőt gyűjt belső tölcserével, ködöt sűrűn szőtt hálójával és harmatot a sátorfólia kifestésével. Olcsó helyi anyagok felhasználásával, természetes formákat alapul véve a dizájnhoz egy egyedi toolkit jött létre. A bambusz keret könnyű szerkezetet biztosít, a különböző anyagból készült hálók pedig erre könnyen rászerezhetőek, a teljes szerkezet megépítése így összesen 4 napot és 6 embert igényel. Az ernyő alatt megjelenő árnyék kisebb közösségi teret is kialakít. A szerkezet naponta 50-100 liter víz begyűjtésére és 1000 liter tárolására képes. Ennek ára 2015-ös adatok alapján 1000 USD.



¹⁸ <https://www.yankodesign.com/2009/11/02/not-another-brick-in-the-wall/>

¹⁹ <https://inhabitat.com/support-the-brilliant-warka-water-design-to-pull-drinking-water-out-of-thin-air/warka-water-8/>



Harmat

A harmat páralecsapódáskor képződik, amely a harmatpontig tartó hőmérséklet csökkenése miatt következik be és általában az éjszaka folyamán lehűlt felületeken jelenik meg. Begyűjtésére jóval kevesebb példa található, hiszen arányaiban ennek végrehajtása eredményezi a legkisebb vízmennyiséget, de a trópusi és mediterrán éghajlatoknál ez sem elhanyagolható. Mivel az eső gyűjtésére alkalmas felületek közül több is képes a harmat kialakulását elősegíteni, a kettő funkció több esetben összeolvad.

Elsőként Alon Alex Gross harmatfogóját²⁰ mutatom be, amely méretében kicsi, de működő szerkezet. Az interneten ennek ellenére alig volt róla információ, így feltalálóval folytatott telefonbeszélgetés kapcsán ismerhettem meg a szerkezethez tartozó fontos elveket. Alapvetően az anyag, ami ebben az esetben egy fólia, amely vonzza a harmatcseppek kialakulását csak esténként működik, azonban így is 1 m²-es felület 1,5 litert vizet tud összegyűjteni. A szerkezetet Izraelben fejlesztette ki, a sikeréhez tehát az éghajlat nagyban hozzájárult.



²⁰ <https://inhabitat.com/harvest-water-from-the-air-with-fog-dew-collectors/>

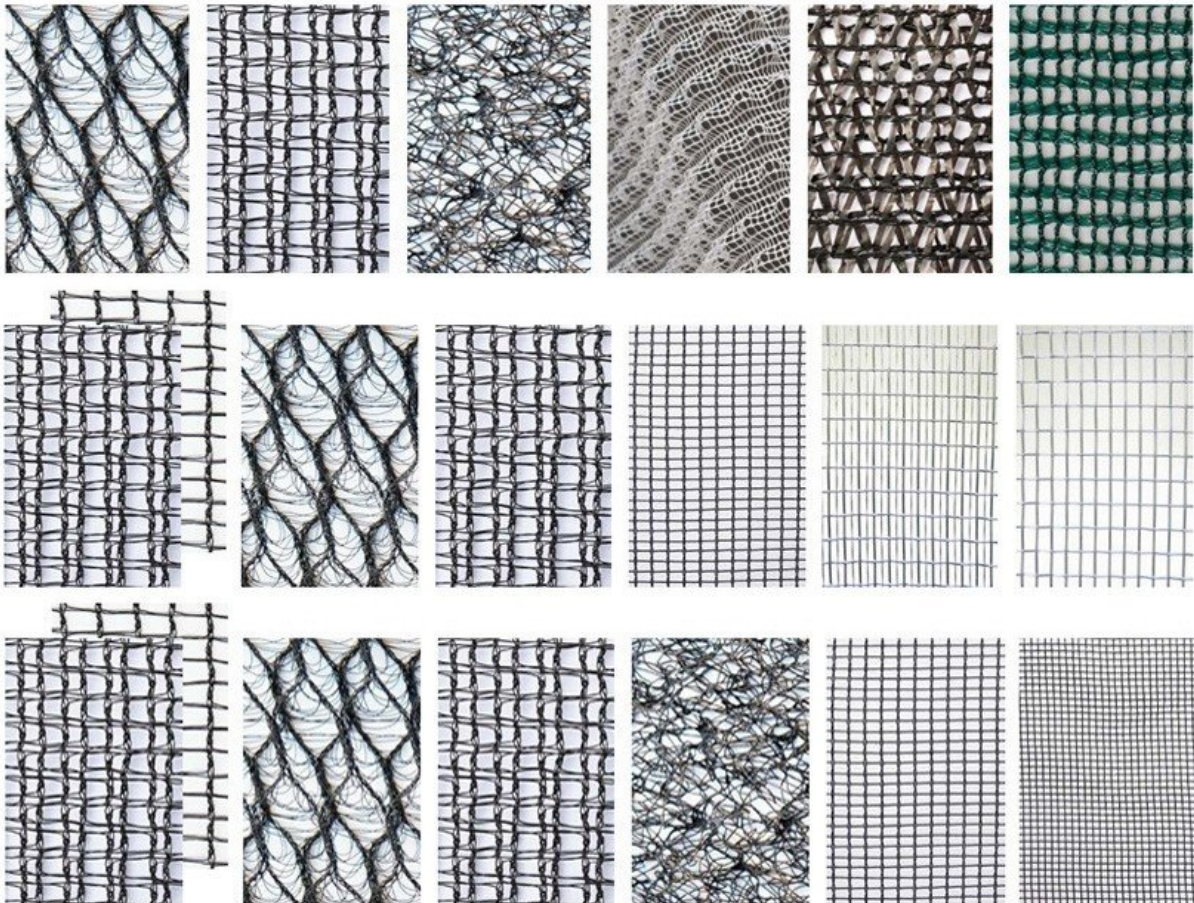
A második példa²¹ mérgező adalékanyagoktól mentes műanyag vagy acél felületekkel dolgozik, merev keretbe foglalva. Ezek az anyagok gyorsan lehűlnek, így a pára kicsapódik rájuk. A 300 m²-es szerkezet 30 liter vizet képes gyűjteni naponta ezzel a technikával, az esővizet is beleszámítva.



Köd

A köd a levegő páratartalmának egy másik megjelenési formája, amelynél két különböző hőmérsékletű levegő keveredésekor a pára kicsapódik. 1 m³ ködben általában 0,05-0,5 g víz található, a látótávolság ezzel 1 km alá csökken. A csapadék megfogására minden esetben, egy minél sűrűbben szőtt, általában polietilén vagy a polipropilén hálóra van szükség, amin keresztül fúj a szél a csapadék pedig megakad. Ennek ismeretében a hálót vertikálisan kell elhelyezni, így a víz nagy része meg tud rajta ülni, majd lefolyni egy közös gyűjtőtartályba.

²¹ <https://scimedia.blogspot.com/2013/06/dew-harvesting-an-innovative-technique.html>



Ebben a témában két vállalat ködfogóit ismertetem, hiszen az alapelvek és a kialakítások a köd befogására azonosak világszerte, azonban a legnagyobb sikereket ők érték el. Az első egy kanadai cég, a FogQuest, a második pedig a német Cloudfisher. Alapvetően mind a ketten két acél pillér közé kifeszített hálókval dolgoznak, alapelvük, hogy viszonylag könnyen elérhető elemekből, egyszerűen felépíthető szerkezetet készítsenek. A városi és falusi életet nem akadályozva a hálók a hegyoldalakra kerülnek és a szél irányára merőlegesen helyezik el őket, ez pedig a leghatékonyabb begyűjtés kulcsát jelenti.

A vállalatok között levő különbség a minőségben rejlik, hiszen a CloudFisher hatékonyabb és fenntarthatóbb anyagokat használ (lásd a fenti képen a háló tökéletes anyagának kikísérletezése). Egy átlagos ködgyűjtő szerkezet nagyjából 5 liter vizet gyűjt m^2 -ként, ezzel szemben a CloudFisher, akár 22 litert is össze tud gyűjteni egy ködös napon Marokkóban, ahol az időjárás kiváltképp kedvezőnek számít. Hatékonysága azonban az árán is meglátszik. Míg a FogQuest $40 m^2$ -es szerkezete, amely 200 litert gyűjt naponta, 1,500 USD, A CloudFisher (Marokkóban) $54 m^2$ -vel, 1200 litert szed össze 11,000 Euro-ért.

A világ legnagyobb haló „ültetvénye” itt található meg, 31 db különálló szerkezetével, 16 kis falunak biztosít vizet.²²



Összegzés

A víz gyűjtésére számtalan próbálkozás, technológia kialakult, melyek egyre nagyobb sikerek eléréséhez vezettek, támogatva a vízhiányban szenvedő területek lakosságait. A példákat megismerve látható, hogy az alapelvek, szükségletek betartása mellett, melyek a hatékonysághoz járulnak hozzá, a formálás, anyaghasználat, színhasználat szabadsága különböző karaktereket alakítanak ki. Az eső és a harmat gyűjtésére az elemzések alapján kiderül, hogy azonos anyag használható, amely lehet fólia, acél vagy műanyag.

A köd szűrése azonban mindenképpen hálóval lehetséges, a szél irányára merőlegesen elhelyezésben. A szerkezetekhez minden esetben kiegészítő tartály szükséges, amely méretezett a túlfolyás elkerülésére. Egyes szerkezeteken jól látható, hogy az építészeti dizájn szem előtt tartása, a funkció hatékonyságán felül megjeleníthető, és összhangba hozható.

²² <https://www.fognetalliance.org/technology>

A BEJRÚT TOOLKIT

Az elemzések által megszerzett információk nagyban formálják a Bejrútba tervezendő rendszer elképzelését, megvalósíthatóságát. A szem előtt tartott cél az életminőség javítása, így elsősorban a víz gyűjtésének hatékonyságát kell megvalósítani. Ennek formába öntése és hálózattá alakítása kétségkívül befolyásolni fogja a városképet. Arra, hogy ennek mekkora jelentőséget kell és lehet tulajdonítani, a következő fejezetben térek ki.

A beavatkozás toolkit formájában jelenik meg, melynek alapvető szempontja egy olyan moduláris rendszer megalkotása, amely működésének hatékonyságát, felhasznált anyagait környezetéhez való igazodása adja. Bejrútban a moduláris rendszert megkövetelő okok közé sorolható a jelenlegi krízishelyzet, mely azonnali újjáépítést igényel. Ezáltal a rendszernek gyorsan telepíthetőnek, szerelés technológiai leírás alapján szakértelem nélkül is kivitelezhetőnek kell lennie, tartós anyaghasználattal és minden elemében alaposan megtervezett, méretezett, tesztelt elemekkel felépítve a könnyű sorolhatóság mellett.

A tervezés első szempontja a szerkezet helyfoglalása, melynek minél nagyobb terület szükséges. A városban az épületek 80%-a lapostetős, legtöbbjük pedig semmilyen formában nem kerül hasznosításra, így magától értetődik ezek igénybevétele. A robbanás során számos tető megrongálódott, felújításukkal így együtt kell járnia a szerkezetet kielégítő teherbírás biztosításának. Erre az esetre vendégfödémek kialakítása szükséges, teherelosztó lemezzel és I gerendákkal kivitelezve. Amennyiben a tető használatban van, tehát az új rendszer nem építhető rá teljesen felületén, a megfelelő vízvezetés rétegrendje is nélkülözhetetlen, így a rá eső víz belső raktározása hozzájárul a célhoz.

Ezután az igény felmérése következik, ami jelen esetben egyszerű: a lehető legtöbb víz biztosítása a lakosok számára. Bejrút éghajlatát figyelembe véve, ahol sok a csapadék és magas a páratartalom, az eső, harmat és köd egyaránt begyűjtendő.

A példák elemzésével látható, hogy az eső és a harmat gyűjtőrendszere lehet azonos, megfelelő anyaghasználattal. A formáját befolyásolja, hogy a horizontálisan való terjeszkedés a hatékonyabb esetben. Az eső a tető felületén összegyűjthető, amely egy kitalált rendszer, de mivel a beavatkozás része, hogy erre a funkcióra szerkezet készül, annak muszáj többet adnia.

(Amennyiben a tető nem használt, vagy a viszonylag tiszta vízvezetése nem megoldható, javasolt az egész tetőszerkezettel való ellátása.) A megoldás egy 3x3 méteres gyűjtőtál, amely az attikánál végig sorolva, egyenként kb. 4,5 négyzetméternyi területtel növeli az eredetit. A harmat szempontjából a tölcser falai görbült formákként adják a legnagyobb felületet, melynek legegyszerűbb és olcsóbb kivitelezése a sátorponyva használata, aminek éjszakai lehülése biztosítja a párakicsapódást.

Építészeti feladatként más oldalról is megközelítendő a forma kialakítása. Az ívelt gyűjtők pillérekre való állításával kialakuló forma ihletője a Bejrút hagyományos építészetében megtalálható csúcsíves nyíláscsoportjai és árkádsorai. A modulok egymás mellé helyezése az iszlám vallás boltozatszerkesztésére emlékeztet, ezzel egységesíti a városképet.

A köd befogására már jóval kevesebb a formálási lehetőség, a hatékonyság maximalizálása mellett. A hálók vertikális elhelyezése, síkban való kifeszítése mind elengedhetetlen. Így ezek a merev keretekbe foglalásával az eső + harmat gyűjtőkre kerülnek, mellyel vízvezetésük is megoldott. A hálóról az ernyőbe gyűlik a víz, ahonnan tovább folyik a pilléreken kivezetett csövön keresztül a tartályokba. A hálók számának növelése a kereten belül nem növelne a gyűjtés hatékonyságán, hiszen a szél nem tud rendesen áramolni, ezért igény szerint, megfelelő rögzítés mellett a hálók vertikálisan növelhetők.

A szerkezetek egyesítésével a horizontális és vertikális ellentét visszavonakoztatható a „földön ragadó”, értékeit féltő hagyományos építészetre, és a modern világ merész, feltörekvő jellemére.

A kialakított rendszer felépítése:

1. talpszerkezet,
2. szintező adapter
3. 3,5 m vagy 6,5 m-es acél (vagy szénszálas műanyag) pillér, attól függően, hogy ködháló kerül-e az adott eső és harmat gyűjtőre
4. ernyő keretszerkezet,
5. ernyő,
6. ernyőt pozicionáló és rögzítő *tölcsér*,
7. átlós merevítőpár,
8. ködháló,
9. felső pillér összekötők,
10. kiömlő modul mechanikai szűrővel,
11. PVC összekötőidomok (nem része a toolkit-nek mivel egyedi mértet és kialakítást igényel),
12. IBC tartályok.

A telepítés menete:

A kivitelezéshez alapvetően szükséges, a pontszerűen is terhelhető, felújított födémrendszer, és szükséges a födém vízzárósága.

- rögzítési pontok kimérése,
- talpszerkezet födémhez rögzítése csavarkötéssel,
- a szükséges hosszmeretű pillér kiválasztása,
- ernyő ernyőkeretre feszítése,
- átlós merevítőpár, esővízgyűjtő ernyő, pozicionáló és rögzítő tölcsér felfűzése a pillérre,
- pillér felállítása, szintező adapterre történő csavarozása,
- felállított árbóc időszakos megtámasztása,
- előző pontok ismétlésével a 2., 3. és 4. gyűjtőegység felállítása,
- magassági szintek beállítása, rögzítése,
- átlós merevítőpárok összekapcsolása, így alsó térhálórendszer kialakítása,
- ködháló felcsatolása, időszakosan, vízgyűjtő egységek felső síkjára épített állványzatról,

- pillérek felső merevítőinek felszerelése, így a felső térháló szerkezet kiépítése, mellyel megkapja a szerkezet a végső merevségét,
- IBC tartályok lehetőség szerint a gyűjtőkhöz legközelebbi elhelyezése a járófelületen, hevederekkel történő rögzítése,
- egyedi összefolyó rendszer kiépítése, rögzítése.

A szerkezet eredményei a következő táblázatban -részletes adatok ismeretének hozzáférhetetlensége miatt- átlag, vagy a biztonság érdekében – alultervezett értékekkel a következők:

1 KIT begyűjtési adatai	felület	l/nap/m2	m ²	liter/nap
eső	(4*9)	2,26	36	81,42
pára	(4*9)	0,5	36	18
köd	(2*3*3)	0,5	18	9
KIT összes begyűjtött:				108

Szükséges tárolókapacitás (liter):	intenzitás	nap	fogyás (l/nap)
1 518	200%	7	0
1 754	300%	14	200
2 513	350%	14	200

Tekintve az alultervezés elvét, esővíz esetében 825 mm-es éves csapadékoszloppal terveztem, pára és ködbegyűjtés mennyiségére pedig a megjelölt forrásokban szereplő tapasztalati adatok alsó szegmensét vettem. Így az egy KIT által biztonságosan begyűjthető vízmennyiség 108 liter/nap. A tárolókapacitás méretezését pedig extrém intenzitással és alacsony napi fogyasztási értékekkel szimuláltam. Eredménye 3 db szabványos IBC tartályt kell elhelyezni kit-enként.

VÁROSKÉP

A toolkit segítségével kialakult egy rendszer, amelyek Bejrút tetőin elhelyezve a város izgalmas látványelemeivé formálódnak. Biztosra vehető, hogy egy ilyen moduláris rendszer ekkora léptékben való kiterjesztése olyan léptékű változás lehet, amely alapjaiban módosítja a városképet, sokak számára akár visszatetsző módon. Nem lehet a történeti építészet továbbírása, mivel egy ilyen technológia alapú beavatkozás erre nem képes, ugyanakkor kortárs addíciója már lehet. Tudomásul kell venni, hogy az életminőséget növelő humanitárius építészetnek ilyen következményei lehetnek és lesznek, ehhez ha megfelelő design, illetve építészeti hozzáállás, azaz a toolkit alapos végiggondolása társul, akkor sikeres lehet.

Ezek alátámasztására a történelem során megvalósult, hasonló léptékű „sziluettváltozásra” számos példa megtalálható. Ilyenek például Kairó faszerkezetű, több emeletes, „összetákoltt” galambdúcai, amely a lakosság „húsfogyasztásának” egy részét biztosították, vagy a szintén itt található már összetettebb, de ugyancsak faszerkezetű építmények, melyek az állati bőr szárítását tették lehetővé.







Érdekes építészeti megoldásként megemlítendő az iráni szélfogó tornyok (malqaf) elterjedése is, mely az épületek szellőzését segítette. A példákon mindenhol a tetőn való terjeszkedéssel kialakított új sziluett figyelhető meg a hétköznapi megszokottól eltérően. Ez a mondat pedig magába foglalja a lényegét, hiszen a példák közé sorolhatók a kémények és a parabolaantennák elterjedése is, ami nekünk hétköznapi és megszokott látvány volt az adott korban. Ezek a kábeltévé terjedésével eltűntek, ma már a megújuló energiaforrásoknak köszönhetően kémények is csak ritkán épülnek.

Valamennyi említett eset önálló tanulmányt is megérne, de most a dolgozat számára a tanulság levonása a releváns. Az üzenetük ugyanaz, a változástól nem félnek az emberek, ha az segítséget nyújt és hamar beleolvad a város sziluettjébe, annak szerves részévé válik.

KONKLÚZIÓ

A víz „begyűjtése” széleskörben elterjedt technika, szakértelem nélkül is lehetséges jól működő megoldásokat találni az alapvető fizikai követelményeket szem előtt tartva. Iparilag fejlesztett technológiák helyett kialakítható egy olcsóbb, az elemeit helyben beszerezhető szerkezet is, melyhez egy technológiai toolkit elemzése, kialakítása szükséges.

Bejrút számára elengedhetlenné vált a közhálózatok javítása, illetve többek között a vízhiány csökkentése. Az augusztusi robbanás komoly nyomot hagyott az emberekben és a városban, de Bejrút már számtalanszor képes volt újjászülni, ez most is be fog következni, kérdés, hogy milyen áron és milyen tartós eredménnyel. A felújítás során kiépített vízgyűjtő technológia integrálásával a városkép újból változni fog, remélhetőleg előnyére, a fontos - létszükségletet jelentő - funkció mellett meghatározó stíluselemeivé fog válni a városnak. Ennek elfogadása lehet, hogy idő kérdése, de kiemelendő szempont, hogy a víz értékét akkor lehet igazán megbecsülni, amikor már nincs elég...

BIBLIOGRÁFIA

Nyomtatott szakirodalom

ANDRAOS, AMALE, AKAWI, NORA and BLANCHFIELD, CAITLIN., *The Arab city*. New York, N.Y : Columbia Books on Architecture and the City., 2016.

CHUN, ALICE MIN SOO and BRISSON, IRENE E., *Ground rules for humanitarian design*. West Sussex : Wiley., 2015.

DIENER, ROGER, HERZOG, ROGER, MEILI, MARCEL et al., *The inevitable specificity of cities*. Zurich : ETH Studio Basel., 2015.

KAYDEN, JEROLD S., LEIS, JULIA and SANDERSON, DAVID., *Urban disaster resilience New Dimensions from International Practice in the Built Environment*. New York : Routledge., 2016.

MATEO, DR. JOSEP LLUÍS., *Middle East, Landscape – City - Architecture*. Zurich : ETH Zurich., 2013.

ROWE, PETER G and SARKIS, HASHIM., *Projecting Beirut*. Munich : Prestel., 1998.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME., *Lebanon Urban Profile A Desk Review Report*. Beirut : United Nations Human Settlements Programme., 2011.

YASSIN, NASSER., *City profile: Beirut*. [online]. DOI 10.1016/j.cities.2011.02.001. Available from: <http://www.elsevier.com/locate/cities>., 2011.

Internetes források

<https://web.archive.org/web/20150624160838/http://www.moe.gov.lb/getattachment/The-Ministry/Reports/State-Of-the-Environment-Report-2001/Chap-1-Population.pdf.aspx>
Utolsó letöltés: 2015.június 24.

<https://worldpopulationreview.com/world-cities/beirut-population>
Utolsó letöltés: 2020.

<https://www.bbc.com/news/world-middle-east-53668493>
Utolsó letöltés: 2020.augusztus 21.

https://www.weather-atlas.com/en/lebanon/beirut-climate#climate_text_6
Utolsó letöltés: 2020.

https://en.wikipedia.org/wiki/Water_supply_and_sanitation_in_Lebanon
Utolsó letöltés: 2020.július 8.

<http://www.opportunities.com.lb/lebanon/bhb/docs/WB%20-%20Social%20Impact%20Analysis%20-%20Electricity%20and%20Water%20sectors.pdf>
Utolsó letöltés: 2009.június 18.

https://en.wikipedia.org/wiki/Water_supply_and_sanitation_in_Lebanon#cite_note-NWS_Infrastructure_Baseline-5

Utolsó letöltés: 2020.július 8.

<https://www.designboom.com/architecture/nh-village-architects-rainfall-house-vietnam-07-19-2019/>

Utolsó letöltés: 2019.július 22.

<https://www.archdaily.com/802377/this-concave-roof-system-collects-rainwater-in-arid-climates>

Utolsó letöltés: 2016.december 30.

<https://inhabitat.com/modular-aquatecture-panels-can-harvest-rainwater-from-the-sides-of-buildings/>

Utolsó letöltés: 2019. december 16.

<https://www.yankodesign.com/2009/11/02/not-another-brick-in-the-wall/>

Utolsó letöltés: 2009.november 2.

<https://inhabitat.com/support-the-brilliant-warka-water-design-to-pull-drinking-water-out-of-thin-air/warka-water-8/>

Utolsó letöltés: 2015.május 1.

<https://www.warkawater.org/warkatower/>

Utolsó letöltés: 2020.

<https://inhabitat.com/harvest-water-from-the-air-with-fog-dew-collectors/>

Utolsó letöltés: 2008.június 26.

<https://scimedia.blogspot.com/2013/06/dew-harvestingan-innovative-technique.html>

Utolsó letöltés: 2013.június 19.

<https://www.aqualonis.com/>

Utolsó letöltés: 2020.

<https://www.fognetalliance.org/technology>

Utolsó letöltés: 2020.

<http://plastics-themag.com/Fog-Harvester>

Utolsó letöltés: 2017.május 2.

<https://www.whatsorb.com/agri-gardening/fog-catchers-making-water-out-of-air-in-africa-peru-chile>

Utolsó letöltés: 2019.október 3.

<https://www.nationalgeographic.com/travel/2020/09/how-beirut-is-rebuilding-after-explosion/>

Utolsó letöltés: 2020.szeptember 4.

<http://documents1.worldbank.org/curated/en/410341468757171241/pdf/287660LE0white1icy0P07975201public1.pdf>

Utolsó letöltés: 2013.november

<http://www.fogquest.org/>

Utolsó letöltés: 2020.

<https://www.scribd.com/document/12748968/Rainwater-Harvesting-from-the-roof>

Utolsó letöltés: 2007.

<https://www.intechopen.com/books/environmental-health-management-and-prevention-practices/rainwater-harvesting-infrastructure-management>

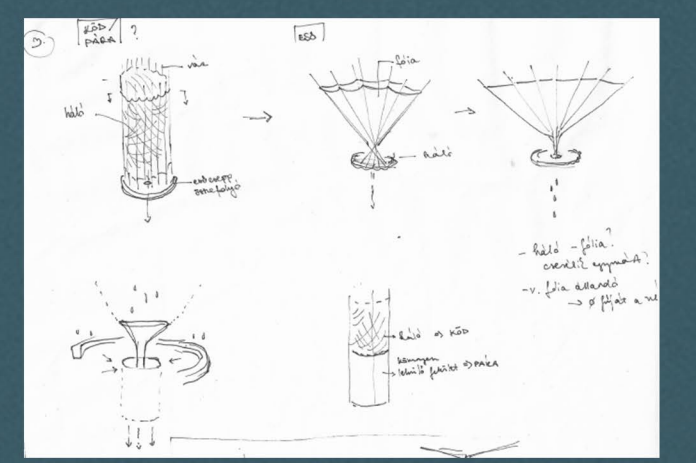
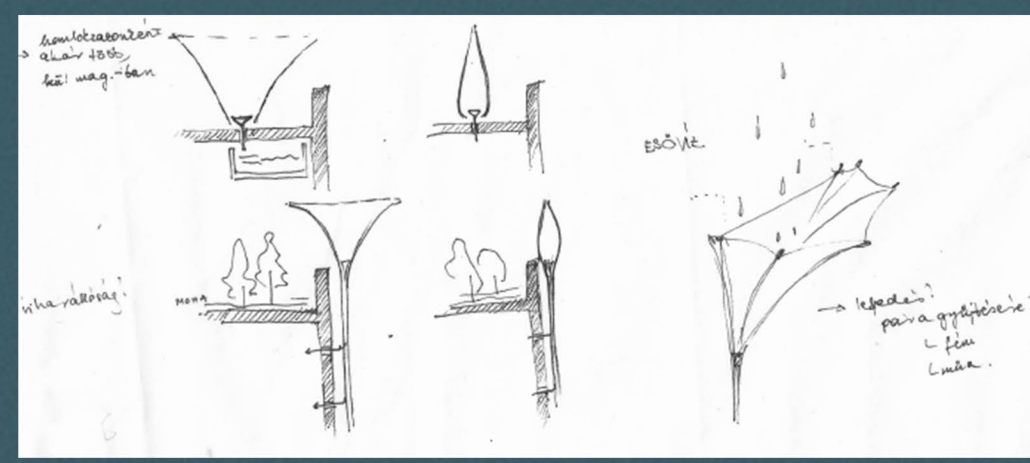
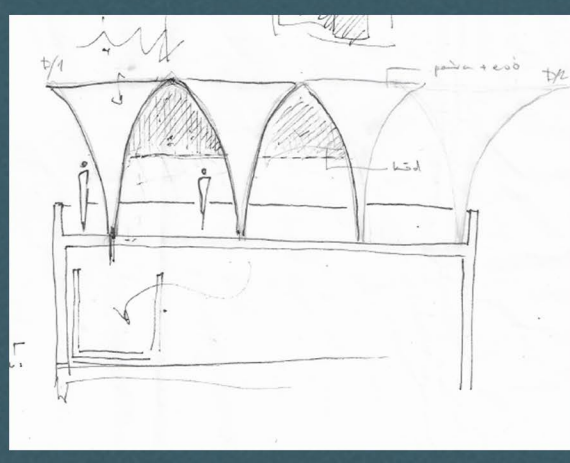
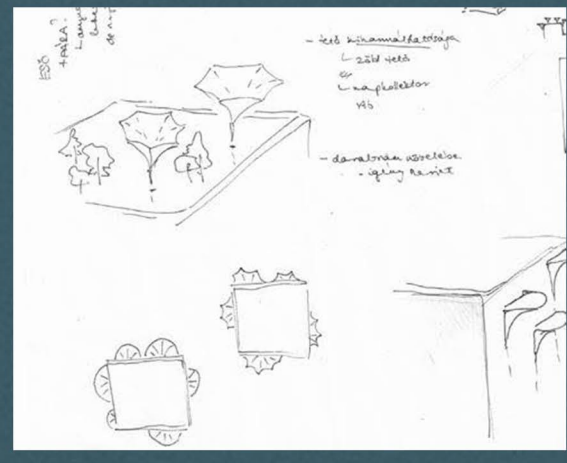
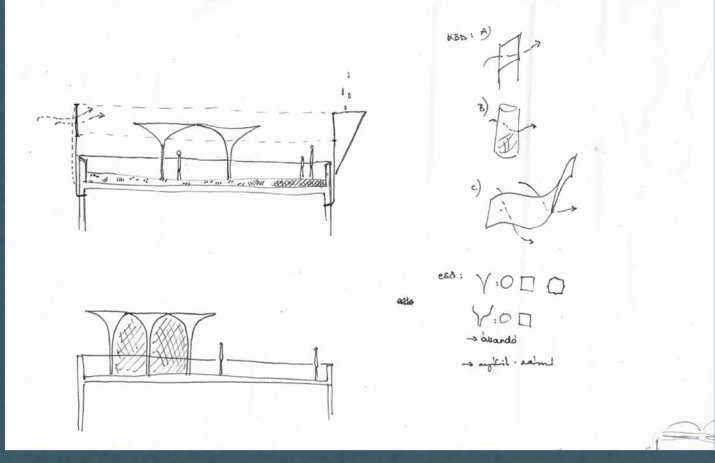
Utolsó letöltés: 2019.október 31.

<https://www.unicef.org/press-releases/severe-water-shortages-compound-desperate-situation-children-and-families-beirut>

Utolsó letöltés: 2020.augusztus 27.

<https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/workshops/Beirut2012/Beirut2012-11.PDF>

Utolsó letöltés: 2012.március 20.



Bejrút történelme során hozzászokott, hogy az újjászületés visszatérő feladata, a 2020. augusztus 4-ei robbanás újból megköveteli a város fejlesztését. Ennek tere bőven akad, hiszen Libanon fővárosában nincsen megfelelő tömegközlekedés, víz- és áramellátás, illetve kialakított rendszer a szennyvíz és az áradások elvezetésére.

A projekt megragadja az újjáépítés lehetőségét, amely ezúton egy olyan humanitárius tervezési beavatkozás, egy toolkit elkészítése, ami az életminőséget tartja szem előtt.

A cél a lakosság vízszükségletének biztosítása. Ennek formába öntése és hálózattá alakítása kétségtelenül befolyásolja városképet.

.Bejrútban az épületek 80%-a lapostetős, legtöbbjük pedig semmilyen formában nem kerül hasznosításra, így a toolkit helyszínéül szolgálnak.

A robbanás során számos tető megrongálódott, felújításukkal így együtt kell járnia a szerkezetet kielégítő teherbírás biztosításának.

Bejrút éghajlatát figyelembe véve, ahol sok a csapadék és magas a páratartalom, az eső, harmat és köd egyaránt begyűjtendő.

A kialakult szerkezet több modulon keresztül alakít ki egy rendszert a város felett, melynek összeszerelése szakemberek nélkül végezhető, könnyen beszerezhető anyagokból készül és tagolt elemei által az adott épület igényeire szabható.

Tekintve az alultervezés elvét, esővíz esetében 825 mm-es éves csapadékoszloppal terveztem, pára és ködbegyűjtés mennyiségére pedig az összegyűjtött forrásokban szereplő tapasztalati adatok alsó szegmensét vettem. Így az egy KIT által biztonságosan begyűjtendő vízmennyiség minimum 108 liter/nap, csupán 36 négyzetméter alapterületen.. A tárolókapacitás méretezését pedig extrém intenzitással és alacsony napi fogyasztási értékekkel szükséges szimulálni.

A toolkit rendszer - amellett, hogy létfontosságú funkciója a háztartások vízellátása- egy olyan építészeti attrakció, mely elemeivel formálja a város hangulatát, egységes platformra helyez különböző építészeti stílust képviselő épületeket.0



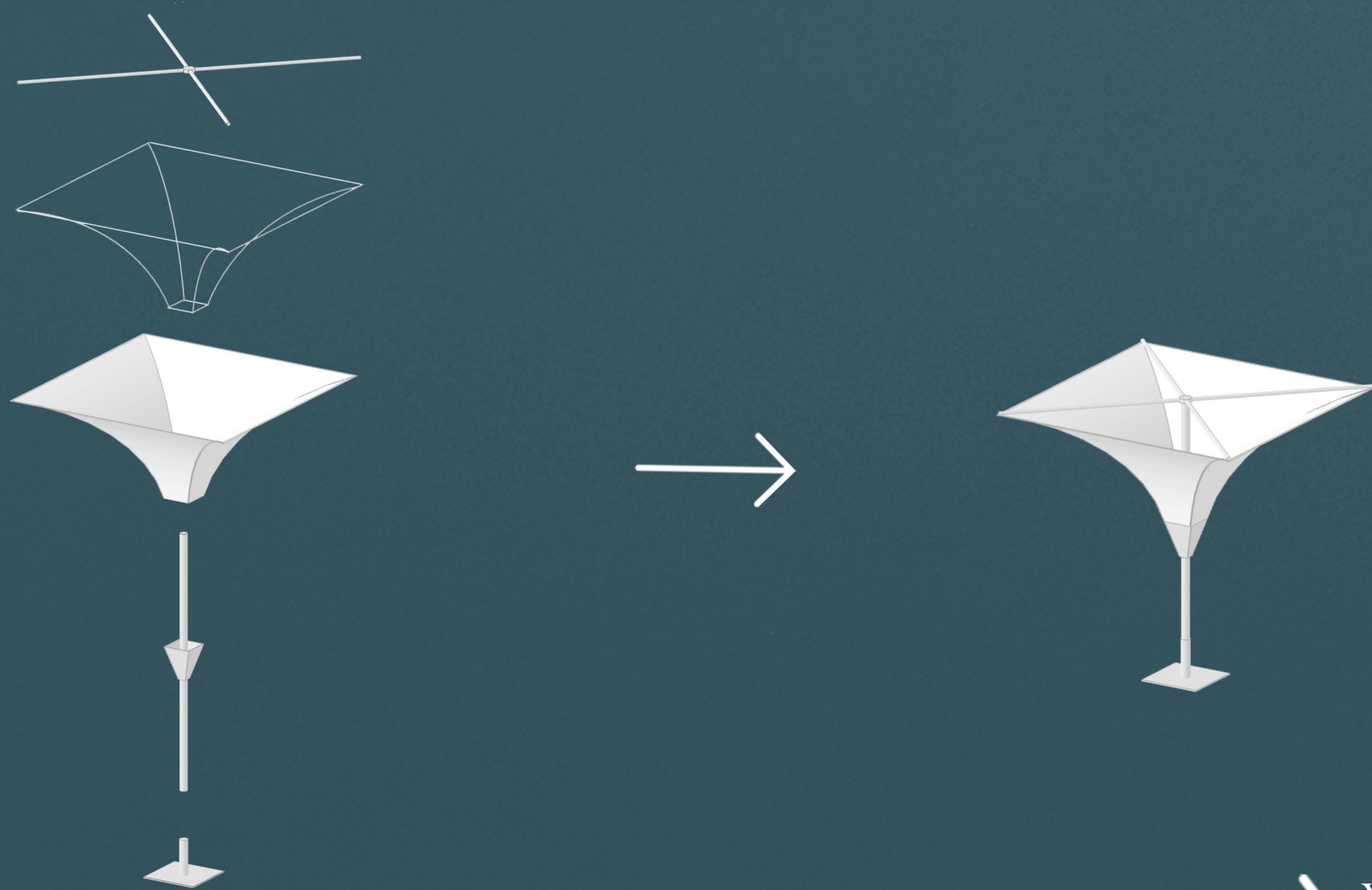
Változó sziluett

szerző: Farkas Edit
konzulens: Vasáros Zsolt DLA

ESŐ & PÁRA

A leghatékonyabb gyűjtéshez sátorponyvából készült fordított esernyő forma alakítható ki.

1. MODUL



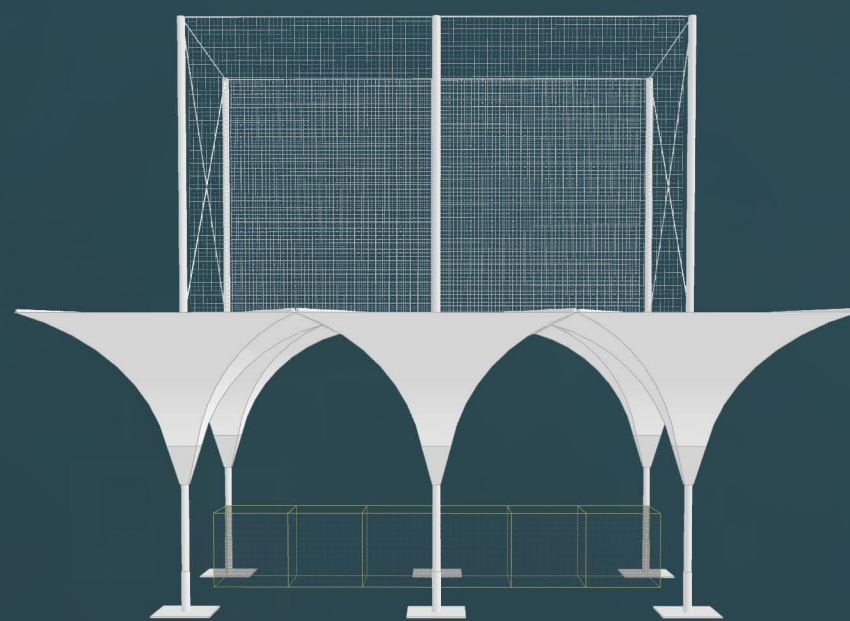
KÖD

A hálók vertikális elhelyezése, síkban való kifeszítése mind elengedhetetlen. Így ezek a merev keretekbe foglalásával az eső + harmat gyűjtőkre kerülnek, mellyel vízvezetésük is megoldott.

2. MODUL

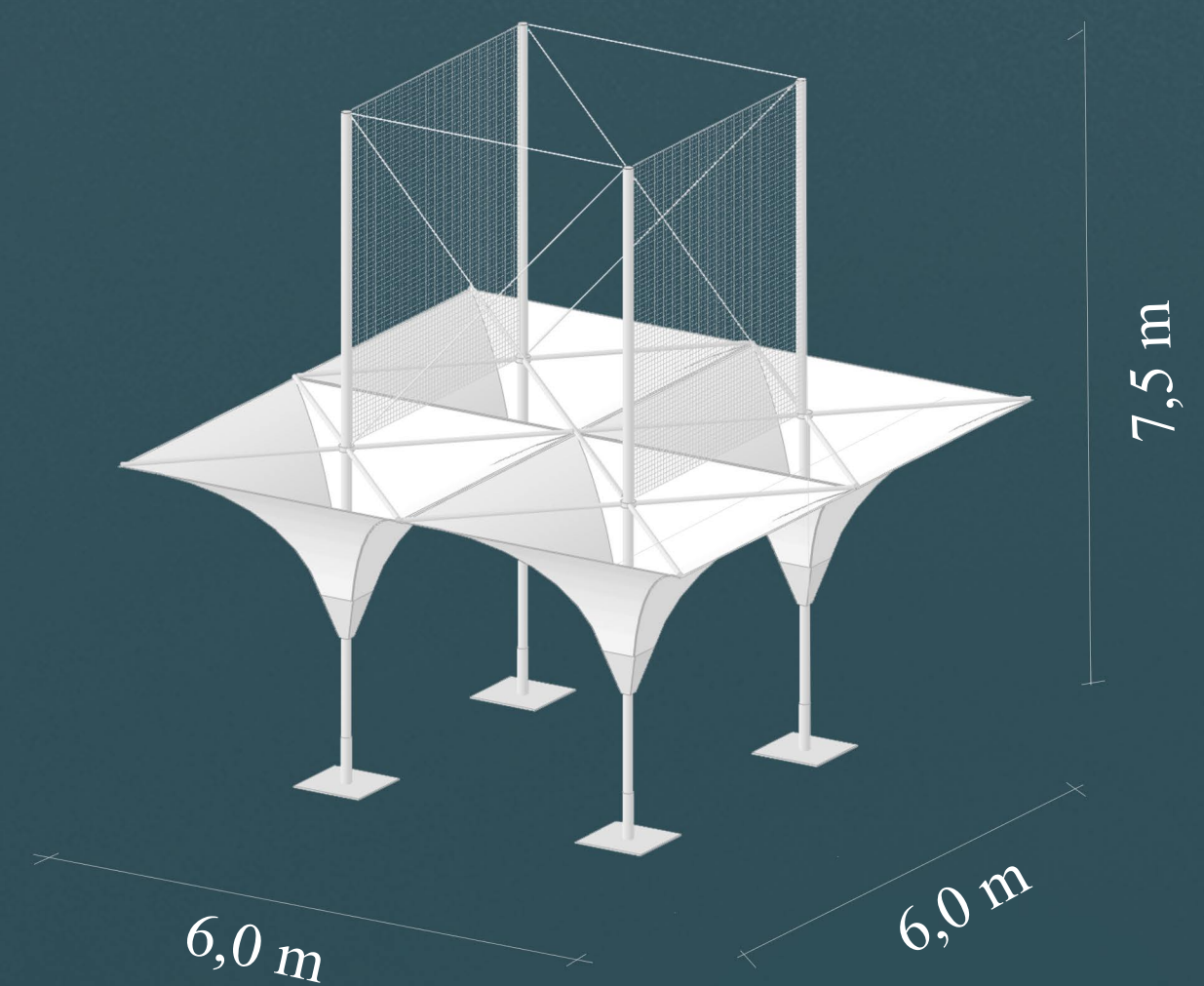
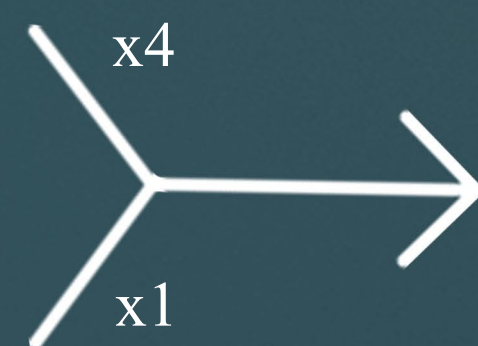


Az összegyűjtött csapadék tárolására IBC tartályok szolgálnak, melyek számát a túlfolyás megelőzéséhez szükséges meghatározni. Elhelyezésük az állások között javasolandó.



A toolkit elemei:

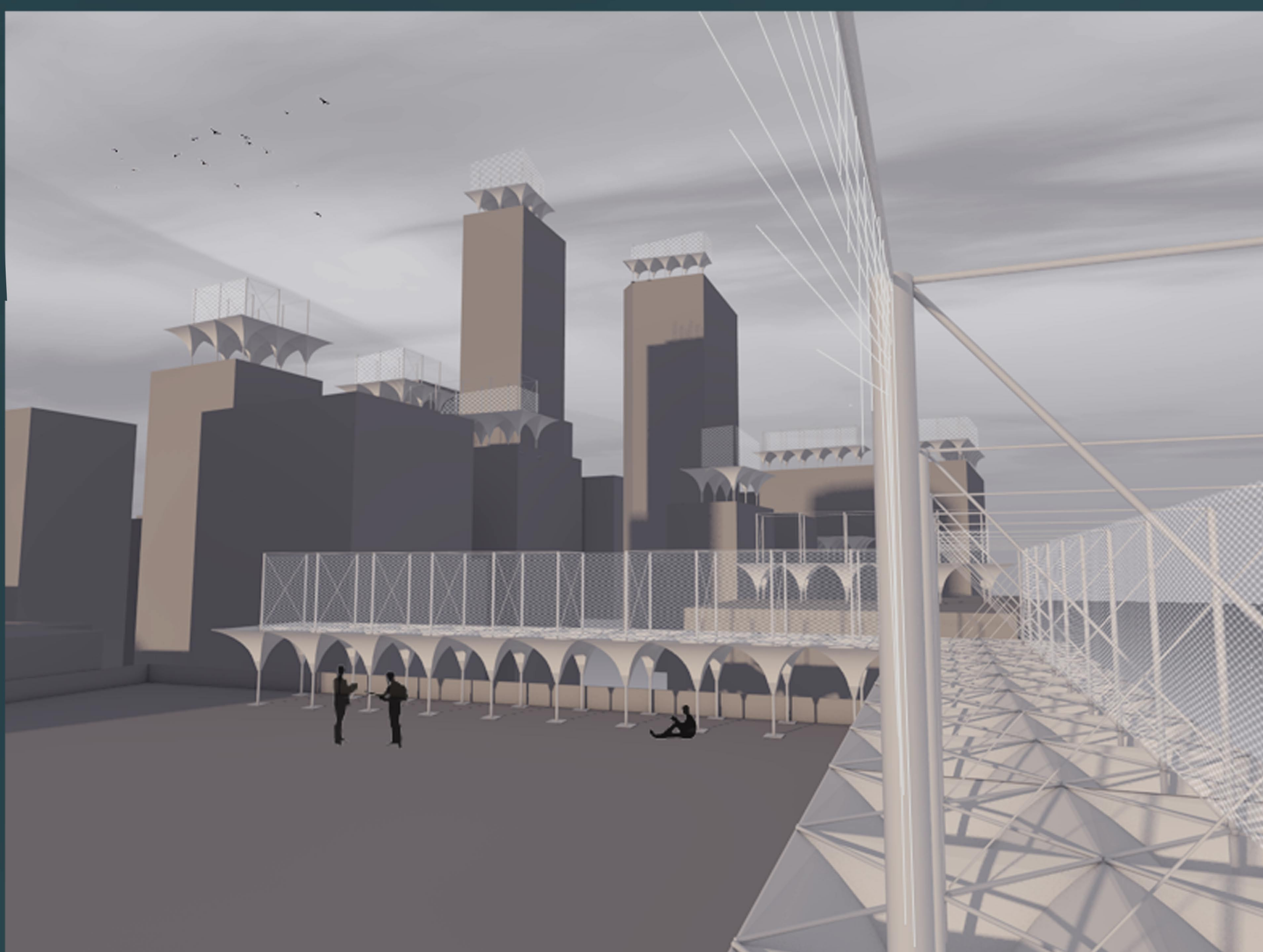
1. talpszerkezet,
2. szintező adapter
3. 3,5 m vagy 7,5 m-es acél pillér, attól függően, hogy kerül-e ködháló az adott eső és harmat gyűjtőre
4. ernyő keretszerkezet,
5. ernyő,
6. ernyőt pozicionáló és rögzítő tölcser,
7. átlós merevítőpár,
8. ködháló,
9. felső pillér összekötők,
10. kiömlő modul mechanikai szűrővel,
11. PVC összekötőidomok
12. IBC tartályok.



A telepítés menete:

- rögzítési pontok kimérése,
- talpszerkezet földemhez rögzítése csavarkötéssel,
- a szükséges hossz méretű pillér kiválasztása,
- ernyő ernyőkeretre feszítése,
- átlós merevítőpár, esővízgyűjtő ernyő, pozicionáló és rögzítő tölcser felfűzése a pillérre,
- pillér felállítása,
- felállított árbóc időszakos megtámasztása,
- előző pontok ismétlésével a 2., 3. és 4. gyűjtőegység felállítása,
- magassági szintek beállítása, rögzítése,
- átlós merevítőpárok összekapcsolása, így alsó térhálórendszer kialakítása,
- ködháló felcsatolása, időszakosan, vízgyűjtő egységek felső síkjára épített állványzatról,
- pillérek felső merevítőinek felszerelése, így a felső térháló szerkezet kiépítése, mellyel megkapja a szerkezet a végső merevséget,
- IBC tartályok lehetőség szerint a gyűjtőkhöz legközelebbi elhelyezése a járófelületen, hevederekkel történő rögzítése,
- egyedi összefolyó rendszer kiépítése, rögzítése.

A modulrendszer felépítése változatos, kialakítása a saját igény szint figyelembevételével adható meg.



Változó sziluett

szerző: Farkas Edit
konzulens: Vasáros Zsolt DLA