

Gyöngyösi, Tamás: Vertical farm (Vertikális farm)

Metszet, Vol 12, No 6 (2021), pp 84-89,

<https://doi.org/10.33268/Met.2021.6.11>

Accepted: 28 October 2021

Published: 23 November 2021

Affiliation: BME Budapest University of Technology

**Abstract:** The main function of a vertical farm is that of food production, followed by staff facilities and storage. locating such a farm in an urban context comes with other complex issues outlined in this article. Throughout a semester's studies the opportunity to study this building type and the inherent adaptation of life cycle analysis concepts lead to an informative and forward-looking thread of thought. This study formulates an essential element.



04



03



05

01 Budapest hőtérképe 2016. augusztus 31-én, készítette: Szent István Egyetem [2]

02 Többlethalalozás százalékos formában Budapest kerületeiben a 2007. július 16-25. közötti hőhullám idején [2]

## VERTIKÁLIS FARM\*

### FENNTARTHATÓSÁG BELSŐ-ERZSÉBETVÁROSBAN

SZERZŐ | AUTHOR  
Gyöngyösi Tamás

—A diplomatervezés során olyan funkció–helyszín párost kerestem, ami által jobban elmélyedhettem a fenntartható építészet eszközeiben és lehetőségeiben. Figyelembe véve, hogy az építési szektor milyen mértékű károsanyag-kibocsátásért és energiahasználatért felel, belátható, hogy a felelősség mértéke is ezzel arányos, mely az építés tervezőket is terheli. A vertikális farm funkció és a belvárosi helyszín választása az éghajlatváltozás következményeire és hatásaira reagál. A következő bekezdésekben a terv és a mögötte álló gondolatmenet bemutatása olvasható a kutató-soktól a koncepcióalkotásig, illetve az elkészült tervekig.

#### A TERVEZÉSI PROGRAM

—A tervezési program és az épület a funkciókat tekintve három részre bontható. A fő funkciót a vertikális farm jelenti, melyhez számos kiszolgáló-, gépészeti és tároló-helyiség is szükséges. A vertikális farmok működésüket tekintve

számos lehetőséget nyújtanak a teljesen zárt természeti rendszertől az ismertebb üvegházakig, emiatt jól lehet alkalmazkodni a tervezési helyszín adottságaihoz a megfelelő rendszer megválasztásával. A másik két rendeltetés a dolgozó, illetve a látogatói blokk. A vertikális farm a környező éttermeket és magánszemélyeket látja el zöldséggel, illetve a látogatói részen vásárolni is lehet friss terményt, az étteremben pedig helyben termelt alapanyagokból készült ételt és italokat lehet fogyasztani. Kiemelt célja a projektnek, hogy a technológiát és így a kis léptékű városi természet lehetőségeit megismertesse a látogatókkal, ezért az étterem felett egy bemutató- és oktatórészleg is helyet kapott. Reagálva a belvárosi, illetve kerületi problémákra, zöldhomlokzatokkal és belső kerttel rendelkezik az épület, így kismértékben képes a közvetlen környezetének a nyári időszakban enyhülést nyújtani a hőhullámok idején.

#### A TERVEZÉSI HELYSZÍN

—A tervezési helyszín keresésekor több ok miatt is Belső-Erzsébetvárosra esett a választás. A főváros kerületei közül itt található az egyik legkevesebb zöldterület, melynek értéke  $0,54 \text{ m}^2/\text{fő}$ . [1] A WHO ajánlása szerint minimum  $9 \text{ m}^2/\text{fő}$  zöldterület szükséges, de az  $50 \text{ m}^2/\text{fő}$  az ajánlott érték. A kerületben az elmúlt években egyre több foghíjtelket építettek be lakó- és irodaépületekkel, amivel a forgalmat megnövelték, a zöldterületek arányát tovább csökkentették, így a városrész nyári túlmelegedése, a hőszigetelés, a levegőtisztaság romlása mind fokozódott. A VII. kerület önkormányzata 2020 decemberében adta ki a Budapest Főváros VII. Kerület Erzsébetváros Önkormányzata fenntartható energia- és klímaakcióterve (továbbiakban Akcióterv) című dokumentumot, [1] mellyel csatlakozott a Polgármesterek Klíma- és Energiaügyi Szövetségébe



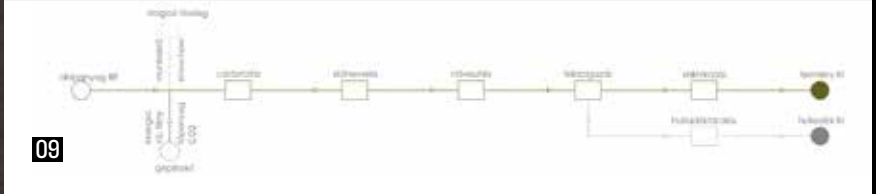
06



07



08



09

- 03 Helyszínrajz
- 04 Belső kert - látogatói épület homlokzati látványterve
- 05 Alaprajzi funkcionális felosztás
- 06 Vertikális funkcionális felosztás
- 07 Funkcionális térkapcsolatok
- 08 Látogatói épület - oktatási helyiség látványterve
- 09 A termesztés egyszerűsített folyamatábrája

(Covenant of Mayors for Climate & Energy).

A tervezői szándék számos pontban egyezik az Akciótervben [1] megfogalmazott intézkedési javaslatokkal. Ezek közül kiemelendők a következő pontok:

- Mitigációs (kibocsátáscsökkentési) intézkedések:
  - sétálóutca, Erzsébetváros belső utcahálózatának forgalomcsillapítása, humanizálása, klimatizálása;
  - a belváros szervezett áruellátásának, szabályozott tehergépjármű-forgalmának megoldása.
- Adaptációs (éghajlati alkalmazkodási) intézkedések:
  - beépítetlen telkek klímadata hasznosításának ösztönzése;
  - zöldtetők és zöldfalak kialakításának ösztönzése;
  - helyi energiamegtakarítási, klímavédelmi és zöld életmódváltás közösségfejlesztő programok támogatása;
  - „zöld vállalkozás” együttműködési megállapodás;
  - lakossági tájékoztatás;
  - Zöld7 program kiegészítése klímavédelmi elemekkel;
  - turisztikai feltételek klímadata fejlesztése, szemléletformálás, tudatosságnövelés.

—Az új épületek számos lakót és irodistát csábítanak a belvárosba, amivel a zöldfelületek fajlagos mérete tovább csökken, míg

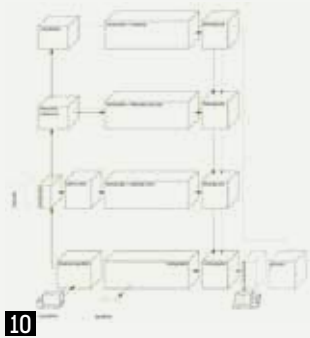
a zsúfoltság és a forgalom tovább növekszik, nemcsak a mindennapos személyforgalommal, hanem a megnövekedett vásárlási igényvel együtt járó teherforgalommal is. Ezek a növekvő mértékek pedig magukkal hozzák a levegőminőség romlását, illetve a nyári túlmelegedés, hőszigetelés felerősödését, amelyek sajnos emberéletben is mérhető adatok.

—A vertikális farm dolgozói kerékpárral vagy tömegközlekedéssel tudják megközelíteni a területet. Az alapanyag-beszállítás (pl. magok, ültetőközeg üvegházi termesztéshez) kisebb károsanyag-kibocsátású járművekkel is megoldható a csúcsforgalmon kívüli órákban, illetve a kerékpáros kiszállítási rendszerrel lehetséges a közelben lévő éttermek, zöldségesek és magánszemélyek ellátása, amivel a teherautós forgalom csillapítható.

—Ahhoz, hogy a fentebb felsorolt intézkedésekre minél jobban reagálhasson az épület és a funkció, Belső-Erzsébetváros megmaradt üres telkeit kellett megvizsgálni. A kiválasztáskor figyelembe vettem, hogy a terület távolabb essen a zöldterületektől, illetve a telek adottságai és/vagy közvetlen épített környezete korlátozza a beépíthetőséget, így a megszokott befektetői magatartás eredményeképp épülő, a maximális gazdasági profitot

szem előtt tartó, eladható négyzetméter alapú gondolkodást tükröző lakó- és irodaépületek helyett más funkció fogadására alkalmasabb legyen. A választás így a Kazinczy utca 18. szám alatti beépítetlen foghítelekre esett. A tervezési területtől délre a védettség alatt álló mikve épület található, északról és nyugatról lakóépületek határolják. A rituális fürdő 2-3 szintes épületekhez áll, utcai főhomlokzata kétemeletes, emiatt a tervezett épületegyüttes tetőszintje alkalmas üvegház fogadására, hiszen megfelelő mértékű benapozással rendelkezik. Az északra lévő szomszédos lakóépület belső udvarai a tervezési terület felé nyitnak, ezeken a helyeken a szabályozásnak megfelelően 6 méteres védősávot kell tartani a tervezés során, mely a helyszínrajzon is látható.

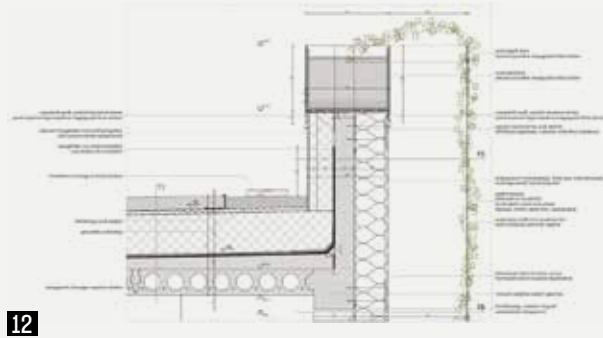
—Az épület a zöldfelületeivel már hozzá tudna járulni egy jobban működő zöldinfrastruktúra létrehozásához, azonban az igazi ereje a szemléletformálásban rejlik. Az oktatás célja, hogy a tudás hazavihető legyen, így városszerte kialakulhatnának kisebb-nagyobb zöld szigetek erkélyeken, belső udvarokban. Továbbá a tervezési helyszín Budapest egyik turisztikai szempontból frekvenciált területén helyezkedik el, így a kitűzött célok megvalósítása is elérhetőbbé válik.



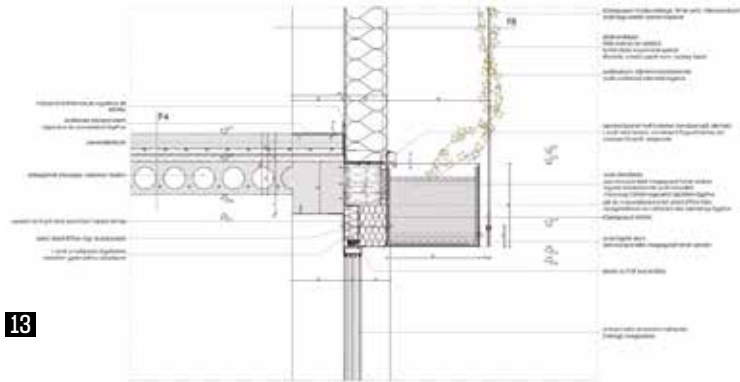
10



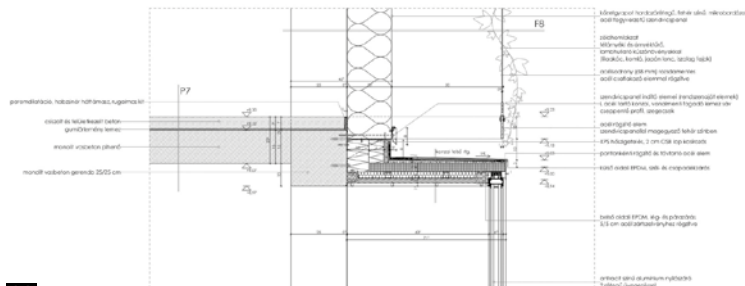
11



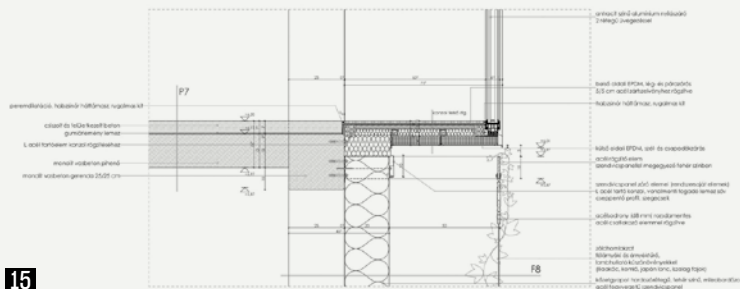
12



13



14



15

- 10 Termesztés épületének működési sémája
- 11 Kazinczy utcai részhomlokzat látványterve a földem síkjában elhelyezett ültetőládákkal és növényzettel
- 12 Attikarészlet az ültetőládával és a támszerkezetre futtatott növényzettel
- 13 Ablak felső részlete földszinti fogyasztótérben és ültetőláda rögzítése

—A zöldinfrastruktúra kiépítésével és a megfelelő pollinátorbarát növények ültetésével támogatjuk a mezőgazdasági és ipari tevékenységek miatt a természetes élőköznyezetükből kiszorult állatfajokat. Segítséget nyújthatnánk a diverzitás fenntartásában, illetve a városokon kívüli biotópok összekapcsolásában. Az ökológiai előnyökön kívül természetesen hatással lehetünk az éghajlatváltozásra és annak következményeire, melyek a városi környezetben elsősorban a hőszigetelés, a kaotikus éghajlati adatok és a hirtelen leeső nagy mennyiségű esővíz révén jelentkeznek. [3]

—A felsorolt tulajdonságok mellett meg kell említeni a gazdasági szerepet is. A növényfalak jellemzően többletköltséggé szerepelnek egy beruházás esetén, illetve általában magas karbantartási igényük van. Távolabbról nézve a képet azonban látható, hogy a pénzben

nem mérhető hatásokon felül megtakarítást is elérhetünk velük. A növényzettel árnyékolórendszereket és klímaberendezéseket lehet kiváltani, így azok bekerülési és használati költsége nem terheli a beruházót és a fenntartót. A kevesebb megbetegedés pedig az egészségügyben és a betegellátásban szabadítana fel anyagi kapacitást. Tehát elmondható, hogy a növényzet alkalmazása az egyik leghasznosabb eszköz a tervezők kezében.

### KONCEPCIÓ ÉS MŰKÖDÉSI SÉMA

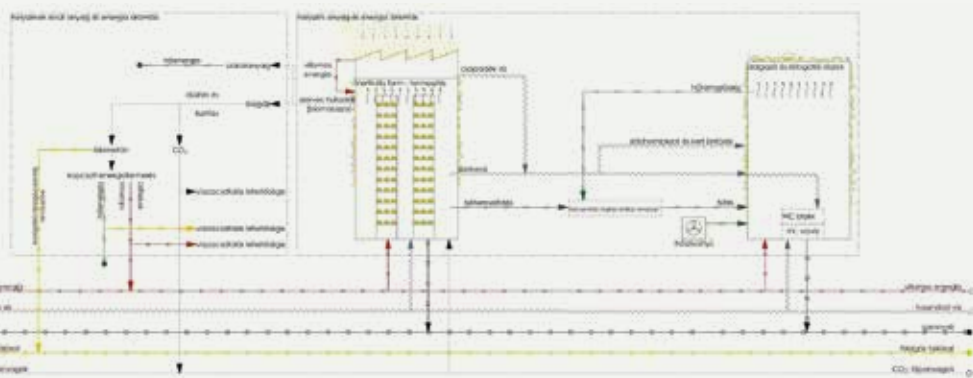
—Az alaprajzi elrendezés a funkciók logikai kapcsolatából származik. A látogatói rész az utcáfrontra kerül, a dolgozó rész és a természet egy árkádon keresztül közelíthető meg. Az északnyugatra és délnyugatra elhelyezkedő lakóépületek belső udvaraihoz alkalmazkodva alakulnak ki a gazdasági udvarok és a belső kert, a távolság

az építési szabályzat által meghatározott méretű.

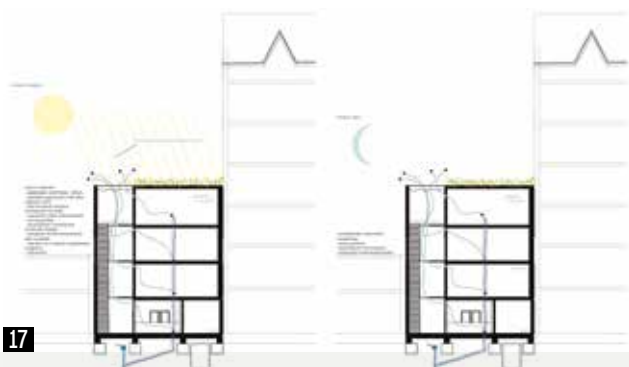
—Függőleges irányú elrendezés esetén is figyelembe kell venni a különböző funkcionális egységek igényét, a környezeti hatásokat, az épület hatását és viszonyait a környezetével. Az építési szabályzatban megfogalmazott épület- és homlokzatmagassági értékek és a szomszédos épületek magasságának ismeretében helyezhetők el a funkciók. A belső, zárt téri természet nem igényel természetes fényt, így ez a funkció kerül a többi épület „takarásába”. A szomszédos rituális fürdő épületének 2-3 szintes épülettömegeit kihasználva a tervezett épületen üvegház helyezhető el, mivel a benapozottság biztosított. Az utcai homlokzati magasságot a kialakult utcakép figyelembevételével kell meghatározni.

—A fő funkcionális egységek belüli térkapcsolatok szintén meghatározottak. A látogatói

16



17



18



- 14 Konzolablak felső részlete  
 15 Konzolablak alsó részlete  
 16 Az épületegyüttes gépészeti és energetikai koncepciója  
 17 A nyári működést bemutató sematikus metszetek  
 18 A téli működést bemutató sematikus metszetek

és a dolgozói részeken elsődleges szempont az emberi tartózkodás. Az ebből származó igények alapján kell a helyiségeket elhelyezni. A látogatói épület földszintjén kap helyet az étterem, melyhez kisméretű fogyasztótér is tartozik. Az első emeleten található a fő fogyasztótér. A 2. és 3. emelet az oktatás tereit foglalja magában. A 2. emeleten a hátsó épületben is működő zárt rendszerű természetst mutatják be, míg a legfelső szinten a városi gazdálkodás egyéb formáit lehet megismertetni a látogatókkal.

—A természetsthez szükséges helyiségek tervezéséhez ismerni kell az aeroponikus rendszerek működését. A természetstési folyamat fő állomásai a csíráztató, az előnevelő, természetstterület, feldolgozóhelyiség, raktározási terek. Ezek mellett biztosítani kell gépészeti tereket, alapanyag- és eszköztároló helyiségeket, hulladéktárolót.

08

09

—Ismerve a folyamatot, a be- és kiáramló anyagokat, valamint energiákat, adaptálni lehet a saját épületre az elrendezést és a helyiségek kapcsolatait. A földszinten kapnak helyet a raktározási és gépészeti terek, hogy könnyen megközelíthetők legyenek karbantartás és szerviz esetén, illetve a tűzrendészeti és villamossági berendezések követelményei is ezt írják elő. A belső téri természetst terei két szint magasak (szintmagasság 6,20 m). Az alsó természetstési szinten salátaféléket természetstnek, míg a felette lévön mikrozöldeket és csírákat. A tetőn kialakított nagy belmagasságú üvegházban támszerkezetekre futtatható haszonnövények kapnak helyet. Az épület első felében található a dolgozói rész, elosztóhelyiség és az irodák (földszint, 1. és 2. emelet). A hátsó épületésben található a függőleges közlekedést, szállítást, laborokat és feldolgozási tereket magában foglaló rész.

10

—A funkció meghatározza az alkalmazható anyagokat. Egyrészt építészeti igény, hogy megjelenése tükrözze a nagy terméshozamú „termesztőüzem” funkciót, másrészt a természetstés által igényelt belső környezeti légállapotokból és higiéniai követelményekből következik az anyaghasználat. Ezekben a terekben 80-90%-os relatív páratartalom van, illetve fontos a karbantarthatóság és tisztíthatóság, ezért fémet és felületkezelt vasbetont célszerű alkalmazni. A fém fegyverzetű homlokzati szendvicspanel mind a két célt szolgálja. Az épület üzenete a zöldhomlokzatokkal adható át a legjobban, melyek a leírt kedvező hatások mellett az épület és a működtető cégévé is válhatnak, megjelenve az utcai homlokzaton.

11-15



19



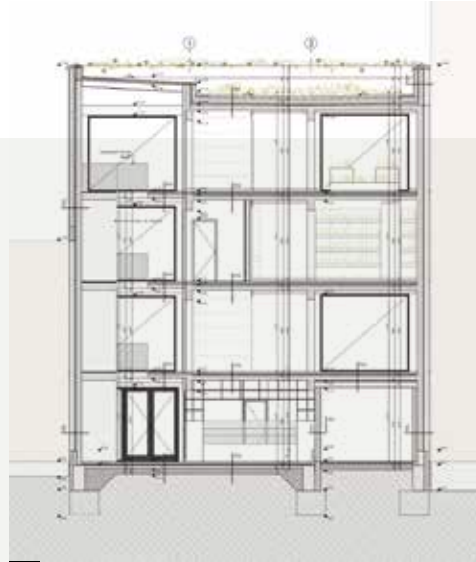
20



21



22



23

- 19 Földszinti alaprajz
- 20 3. emeleti alaprajz
- 21 5. emeleti alaprajz
- 22 A-A metszet
- 23 C-C metszet
- 24 Kazinczy utcai homlokzat
- 25 Látogatói épület belső látványterve

## AZ ÉPÜLETEGYÜTTES GÉPÉSZETI ÉS ENERGETIKAI KONCEPCIÓJA

—Az épület tervezésénél fontos szerepet tölt be az energetikai lehetőségek kiaknázása. Az energetikai és gépészeti koncepció kialakításához szükséges megismerni a rendelkezésre álló aktív és passzív eszközöket. [4][5] Az energiatudatos tervezés első lépései között van a tájolás, a hőtároló képesség, a forma és a méret optimalizálása. A leghatékonyabb energiamegtakarítás, ha nem kell építeni, ezért érdemes a tervezés során mindig visszacsatolni és ellenőrizni, hogy az alapterületek és térfogatok kialakításánál a lehetőségekhez mérten a minimumra törekedjünk. A forma szintén fontos tényező, hiszen nyomon kell követni az A/V értéket, a lehűlő felület méretével arányosan változik a transzmissziós veszteség értéke is. Azonban az üvegezett felületek csökkenésével a nyereségek is csökkenhetnek. Ezért a tervezés egy komplex szemléletet igénylő optimalizálási feladat. [4]

—Az építész és épületgépész kezében számos passzív eszköz van, hogy az energiafelhasználás csökkentése mellett az épület

teljesítse a követelményeket és komfortigényeket.

—Az épületben működő vertikális farm magas szintű gépesítettségi fokot és sok energiát igényel, azonban a természet során keletkező anyagok és energiák felhasználhatók más épületrészek gépészeti és energetikai működtetésére. Az alapvető közműhálózati csatlakozásokon (használati víz, gáz, csatorna, villamos energia) felül a természetben lévő növényeknek szükségük van CO<sub>2</sub>-re a fotoszintézishez, illetve tápanyagokra.

—A termesztési területen a mesterséges megvilágításból származó és az egyéb belső téri hőnyereség hőcserélő segítségével kinyerhető, és a dolgozói rész, üvegház (átmeneti időszak), valamint a látogatói épület fűtésére fordítható.

—A technológia által már nem felhasználható vizet az egyéb épületrészekben lehet hasznosítani WC-tartályok töltésére és növények öntözésére, illetve erre a célra szolgál az esővíz gyűjtése is.

—Az üvegház határoló szerkezetet üvegrétegek közé integrált napelem, amely amellyel, hogy villamos energiát állít elő, a fényt megsűrűve a növényeknek megfelelő hullámhosszúságú fényt enged át.

—A természetben törekszenek a maximális eheto rész elérésére az egyes növényfajok esetén, de minden növénynek vannak ehetlen részei, ilyen például a salátafélék esetén a gyökérzet, míg paradicsom esetén a szár és a levelek is ide tartoznak, illetve a nem eladható termés. Salátafélék esetén 15% körül alakul az ehetlen rész, míg paradicsomfélék esetén ez 40%. [6] Az ehetlen részeket külön kell gyűjteni, hiszen ezek tisztán szerves hulladékok, így biomasszaként hasznosíthatók. A biomassa hasznosítása ebben az esetben nem történhet a telken belül, hiszen az a belvárosban található. Külvárosi projekt keretein belül elképzelhető lenne a helyszíni feldolgozás. A jelen esetben a szerves hulladékot elszállítják külső telephelyre, ahol vagy biogázt nyernek ki belőle, vagy szárazanyagként hőtermelésre fordítják. A biogázt dúsítani és tisztítani kell. Ezen folyamatok alatt szén-dioxidot is leválasztanak, melyet a természetbe vissza lehet szállítani, hogy biztosítva legyen a fotoszintézishez szükséges CO<sub>2</sub> egy része. A tisztítás eredménye a biometán, melyet két módon lehet felhasználni. Egyik megoldás, hogy betáplálják a földgázvezeték-rendszerbe. Ehhez meg



24



25

## IRODALOM / REFERENCES

- [1] **Beleznay, É - Lohász, C** (Jóügy Kft): *Budapest Főváros VII. Kerület Erzsébetváros Önkormányzata fenntartható energia és klímaakcióterve*, Budapest Főváros VII. Kerület Erzsébetváros Önkormányzata, 2020.
- [2] *Budapest zöldinfrastruktúra-konceptiója I kötet - Helyzetelemzés és értékelés*, BFVT Kft, 2017.
- [3] **Pataky, R - Csibi, K - Dezsényi, P - Fári, M G - Koroknai, J - Szentkirályi-Tóth, F**: *Zöldhomlokzatok - Független zöldfelületek tervezésének, kivitelezésének műszaki és kertészeti útmutatója*, Budapest Főváros Városépítési Tervező Kft, Budapest 2016.
- [4] **Zöld, A - Szalay, Zs - Csoknyai, T**: *Energiatudatos Építészet 2.0*, TERC, Budapest 2016.
- [5] **Ertsey, A - Medgyasszay, P**: *Fenntartható építészet*, TERC, Budapest 2017.
- [6] **Zeidlre, C - Schubert, D**: *Vertical farm 2.0: Designing an Economically Feasible Vertical Farm - A combined European Endeavor for Sustainable Urban Agriculture*, 2015.

kell felelni bizonyos előírásoknak, melyek többek között a gáz fűtőértékét és szennyezőanyag-tartalmát is előírják. Másik megoldás, hogy kapcsolt energiatermelő berendezés segítségével (gázmotor) hőenergiát és villamos energiát állítanak elő belőle, melyet jelen esetben szintén a hálózatra lehet táplálni. Ha a termeléssel azonos telephelyen belül megoldható a folyamat, akkor az energia- és anyagszükséglet egy részét lehet vele fedezni.

16

—Az épületek fűtésére, szellőztetésére és a HMV biztosítására további gépészeti berendezések szolgálnak. A gépészeti udvaron levegő-víz rendszerű hőszivattyúk vannak elhelyezve, melyek segítségével a használati meleg víz, illetve a fűtés energiaigényének egy részét lehet fedezni. Az aktív épületgépészeti rendszereken felül nagy hangsúlyt kapnak a passzív eszközök is.

—Alkalmazott passzív rendszerek:

- gravitációs szellőztetés átriumon keresztül (nyár);
- szoláris hőnyereség (télen) átriumban, szellőzőlevegő előmelegítése;
- friss levegő előhűtése/előmelegítése talajban elhelyezett légcatornán keresztül (talajhő passzív hasznosítása);

- növényzet az épületen (zöldhomlokzat, zöldtető): árnyékolás, evaporatív hűtés, levegőtisztítás;
- evaporatív hűtés belső udvarban (növényzet, vízfelület);
- esővíz gyűjtése.

—A látogatói épület esetén az átrium temperált tér. Nyáron gravitációs elven működő szellőzést biztosít a belső terek számára, ilyenkor textilárnyékolóval kell védeni a túlmelegedéstől ezt a teret. A tetőn található felülvilágító felépítményen nyitható szellőzőket helyeztem el. A belső terek átöblítésére a kertből beszívott hűvösebb levegőt lehet használni, melyet további hűtési igény esetén a talaj szintje alatt vezetett légcatornán keresztül lehet a légkezelőhöz juttatni. A homlokzaton, a tetőn és a belső udvarban elhelyezett növényzet védi az épület határolószerveit a túlmelegedéstől, és a nyílászáróknál is megakadályozza a túlzott mértékű napenergia bejutását az épületbe. A zöldfelületek és a vízfelület evaporatív hűtéssel csökkentik a nyári túlmelegedés esélyét. Éjszaka a talajban vezetett légcatornán keresztül beszívott hűvös levegővel át lehet öblíteni a belső tereket, az épületszerkezeteket vissza lehet hűteni.

17

—Télen az átriumba bejutó napenergiát lehet hasznosítani. Az általa előmelegített levegőt lehet bejuttatni a belső terekbe a légkezelőn keresztül, illetve a talajban elhelyezett légcatornán keresztül előmelegített friss levegő biztosítható.

18

## ÖSSZEFOGLALÁS

—A fentebb leírt kutatások, eszközök és tervezési alapelvek formálták az épületet, mely így hozzájárulhat Belső-Erzsébetvárosban egy kedvezőbb életminőség kialakításához. Az így kialakult épület tervein nyomon követhetők a leírt gondolatmenetek hatásai és következményei. A leírtakon felül alkalmam nyílt a félév során az életciklus-elemzés alapjaiba is betekinteni, amely véleményem szerint hasonlóan hasznos eszköze, szinte elengedhetetlen eleme a fenntartható építészeti tervezésnek.

19-25

\* Konzulensek:  
 építészet: Wettstein Domonkos PhD  
 épületszerkezetek: Dr. Lányi Erzsébet;  
 tartószerkezet: Orbánné Dr. Csicsely Ágnes  
 épületgépészet: Gyurcsovics Lajos  
 kivitelezés: Dr. Lepel Adrienn