

Víztöltetes falakkal szerelt ház

House with Water Walls

Case construite cu panouri umplute cu apă

Dr. KONTRA Jenő, Dr. MAGYAR Zoltán, Dr. VÁRFALVI János, GUTAI Mátyás

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Építészmérnöki Kar
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék
www egt.bme.hu

ABSTRACT

One of these attempts started from the Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Architecture as an experiment leading to a specific construction technology. Experiments with prefabricated non-silicate-based assembled metal frames – like elements of car chassis – were carried out. They can be organized into modular buildings that can be quickly assembled on site. The first test water house has been built and completed in Kecskemét.

ÖSSZEFOGLALÓ

A kutatás a BME Építészmérnöki Karán egy különleges szerkezeti technológia vizsgálatával kezdődött. A vizsgálatot és a méréseket előregyártott nem szilikát alapanyagú összeszerelt fémkereteken végeztük el. E moduláris szerkezet gyorsan és hatékonyan összeállítható a helyszínen. Az első vízház prototípust Kecskeméten szerkesztettük és állítottuk össze.

A BME Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszéke és a Tokiói Egyetem kijelölt tanszékén, a YASHIRO Laboratórium munkatársai 2015-ben kutatási szerződést kötöttek egy újfajta épület modell megalkotására. A kutatás előzménye volt, hogy Gutai Mátyás építész, a BME volt hallgatója megalkotta az első, vízzel töltött üvegfal-panellel összeállított ún. vízház-konceptiót. Magyarországon már 2013-ban összeállította az első vízházat, amit Kecskeméten összeraktak. Ez a folyadékkal töltött, kettős üvegezésű panel egy egyedülálló próbálkozás, amelynek célja, hogy egy későbbi sorozatgyártással olyan épületszerkezeti rendszer jöjjön létre, ahol hőszigetelés nélkül, egy sajátos energiaháztartással üzemeltethető külső falszerkezetben vízáramlással biztosítható a megkívánt belső klíma. Amíg a hagyományos épületeknél télen fűtéssel energia bevitel, nyáron hűtéssel szintén energia ráfordítást jelent költségeket, addig ebben az épületben a hőháztartás másképpen működik. Nyáron, a főleg napsugárzásból eredő hőtöbbletet a falban áramló víz elnyeli és külső tárolóba szállítja. Télen ez a hő tér vissza az épületbe a tárolóból. A tároló lehet a talaj megadott mélységében lévő geotermális tároló is. Ennek mélysége az adott helyen lévő geotermális gradiensnek megfelelő mélység. Itt jelentős különbség van a magyarországi és a japán – adott fűszigeteken lévő – geotermális adottságok között. A legnagyobb geotermális gradiens Kiusu szigetén van. Itt újdonság, hogy nem a hagyományos fal hőszigetelésekben kell gondolkodni, hanem egy szerelt, előregyártott panel rendszer összerakása adja az építési technológiát, az összeszerelést.

A FOLYADÉKPANEL MŰKÖDÉSÉNEK ELMÉLETI ALAPJAI ÉS GYAKORLATI MEGVALÓSÍTÁSA

Az épület beépített tömegeinek, illetve abból számítható időállódnak jelentős szerepe van a belső terek épületfizikai működésében. Ilyenek pl. az alábbiakban említett esetek.

A belső térben keletkező hőnyereségek az időállódnától függően:

- szakaszos fűtési üzem megtakarítása elsősorban a tér időállódnójától függ,
- a belső terekben keletkező hőmérsékletlengések mértékét a tér hő-stabilitása határozza meg, amely a beépített tömegektől függ,

- a külső térből érkező hőmérséklet-hullám csillapodása a szerkezet hőinercia mutatójával hozható kapcsolatba, amely tömegfüggő,
- a ritkán fűtött helyiségek fűtési teljesítménye is inkább függ a tömegek felfűtéséhez szükséges hőteljesítménytől, mint a „klasszikus” transzmissziós hőáramtól.

Amennyiben az üvegszerkezetek tömegét szeretnénk növelni, pontosabban csak vízértékét (a tömeg és fajhő szorzatát), akkor olyan folyadékkal kell megölteni, amely

- átlátszó,
- nagy a fajhője,
- kevés oldott só-tartalmaz,
- nem algásodik.

Ilyen követelményeknek megfelel a víz. Az üvegszerkezetek felépítéséből adódik a két üvegréteg közötti légtér feltöltésének a lehetősége.

Az így kialakított szerkezet hőkapacitása jelentősen megnő, azonban a hőszigetelési teljesítményét a víz miatt elveszítette. Ezen változás kompenzálására nyilván egy újabb üvegréteget kell a rendszerbe építeni, amely hagyományos módon (Lowe bevonattal) látja el a hőszigetelés funkciót.

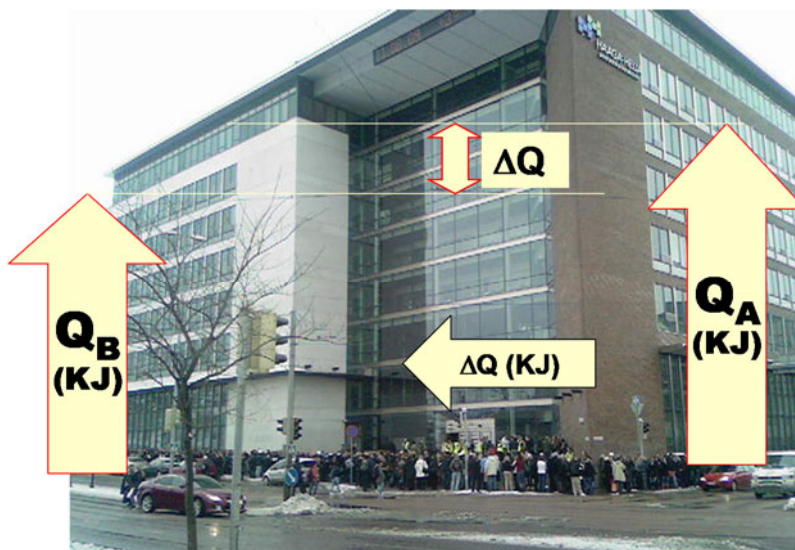
Amennyiben az így kialakított különböző tájolású szerkezetek folyadékáramát egymással összekötve a szivattyúzással megteremtjük az egyes szerkezetek közötti tömegcserét, az egyes szerkezeti rendszerek hőtartalmának kiegyenlítése végezhető el.

Természetesen a vízház „alap gondolata” kiegészíthető, pl:

- nemcsak a falakban, hanem a födémekben (padlásban) is lehet folyadékot áramoltatni,
- nem szükséges teljesen az üveg-szerkezetekből az épületet összeállítani, lehetnek tömör határoló szerkezetei is, amelyek összekapcsolása a folyadék tömegét, a mindenkori építési funkcionális szempontok határozzák meg,
- az épület szerkezeti vízrendszere más vízrendszerekkel (tárolókkal) is összekapcsolható,
- a szerkezeti vízrendszer más hőtartalmú rendszerekkel (pl. talaj) is kapcsolatba hozható. Ezzel az alaprendszer mind hőérzeti, mind energetikai vonatkozásban működését tekintve kiterjeszhető.

A „vízház” gyakorlati megvalósítása mind építészeti, mind szerkezeti, illetve épületfizikai vonatkozásban számos kérdéskör tisztázását, kidolgozását követeli meg. Tekintettel arra, hogy nincsenek gyakorlati tapasztalatok, valamennyi feladatot célszerű az egyszerű kísérleteken keresztül kidolgozni.

A vízház egyik „energetikai gondolata” az 1. ábrán látható épületen van megjelenítve. Az ábrán látható, hogy a különböző homlokzatok mögött lévő terekben, illetve azokat körülvevő tömegekben különböző hőtartalommal rendelkeznek. A kiegyenlítés céljából a folyadék mozgását kell elvégezni.



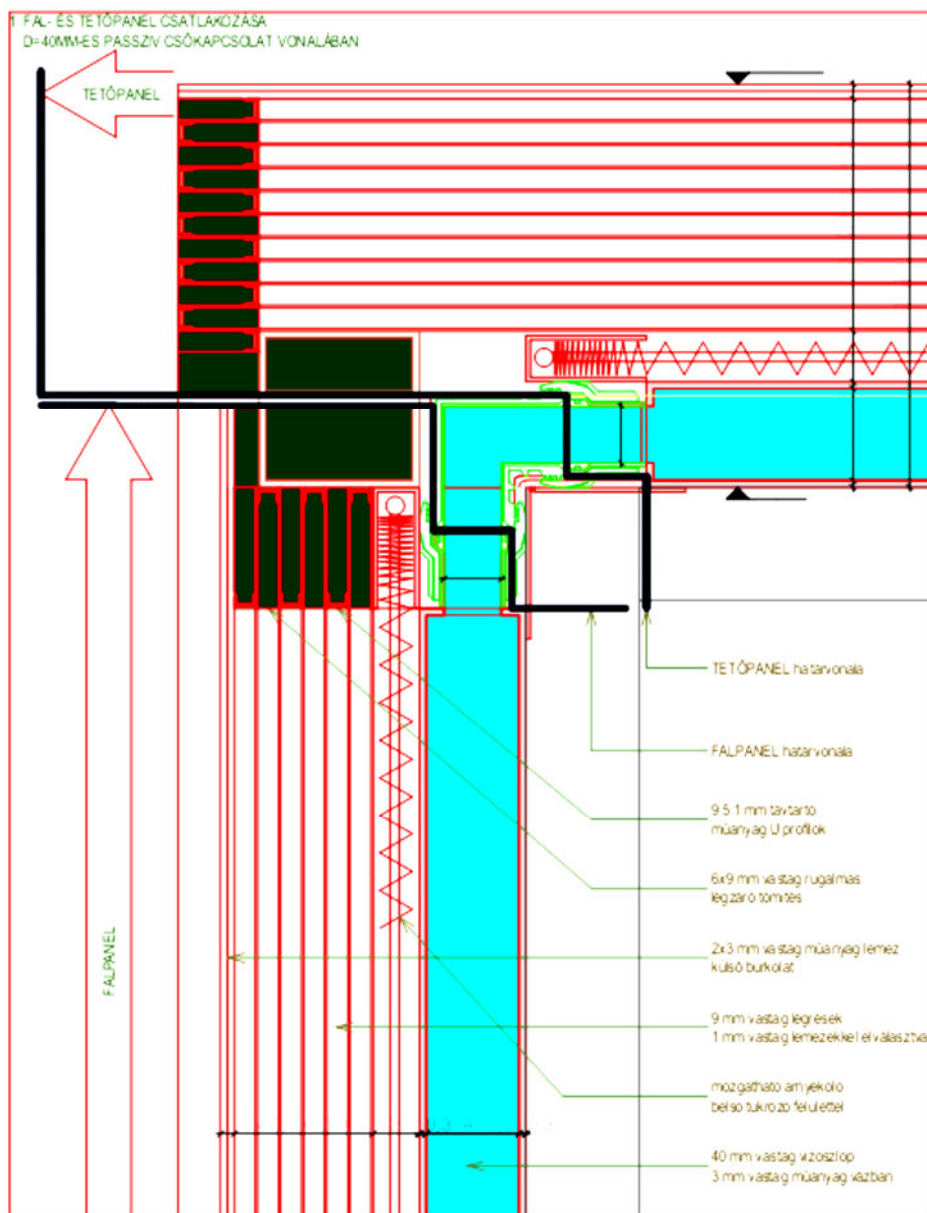
1. ábra

Vízház energetikai összefüggése

Az első panel alapkonceptióját mutatja a 2. ábra, ezen koncepció látványtervét az 3. ábra tartalmazza.



2. ábra
A hidraulikai méretezés menete



3. ábra
Kialakítási módok

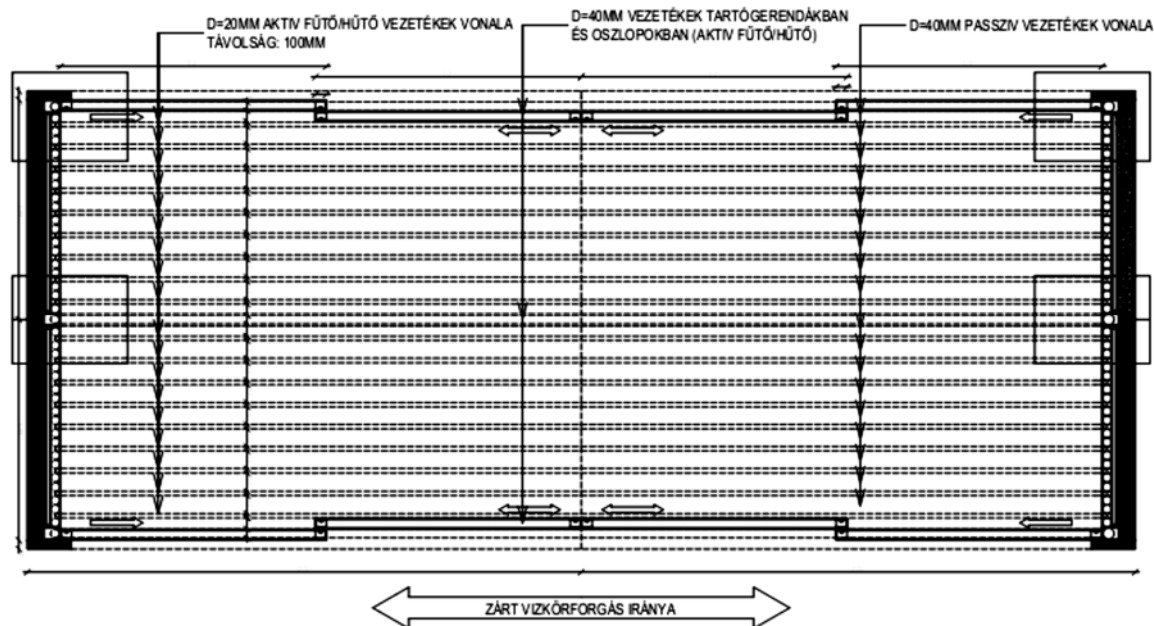
- A panel elem épületfizikai értékelésének eredményei az alábbiak szerint foglalhatók össze:
- nagyon bonyolult előállítani, a fizikai teljesítmény-jellemzők biztosításának nagy a kockázata,
 - a hőszigetelő-réteg nagy lemez-száma jelentősen korlátozza a napsugárzás áteresztését,
 - az áramlási vezetékek csatlakoztatásának nagy száma hibaforrásként jelenik meg.

Az alapkoncepciónak megfelelően a panel-elem két funkciója a hidraulikai víztér, illetve a hőszigetelés plexi lapokból van kialakítva. A hőszigetelési funkció úgy áll elő, hogy több alappal párhuzamos légréteg van kialakítva. A hidraulikai panelrész alsó és felső részén erőcsatlakozásokkal van ellátva.

A panel-elemmel kapcsolatosan két alapvető fizikai jellemző meghatározása szükséges.

- A panel-elem áramlási ellenállása.
- A panel-elem napsugárzást áteresztő képessége.

Az áramlási vizsgálatok vázlatát a 4. ábrán látható – áramlási vizsgálat.



4. ábra
Határoló felület

Az áramlási szakasz alatt az alábbi elemek áramlási kapcsolata értendő:

- belső csonk,
- panel belső tere,
- kilépő csonk.

A kilépő és belépő csonkok szerkezetileg megegyeznek, csupán az áramlási iránytól függően nevezhető az egyik be-, a másikat kilépő-csonknak.

A be- és kilépő csonkokon ütközési ellenállások alakulnak ki, míg a panel belső terében a súrlódási ellenállások a jellemzők.

A belépő és kilépő csonkok közt kialakuló nyomás-esés az alábbi összefüggéssel írható le:

$$\Delta p_{B-K} = \xi_{BE} \cdot \rho \frac{w_{BE}^2}{2} + \lambda_p \frac{l_p}{d_{EP}} \cdot \rho \frac{w_p^2}{2} + \xi_{KI} \cdot g \frac{w_{KI}^2}{2}$$

Ahol

- ξ_{BE} ütközési ellenállás-tényező a belépő csonkon
- ξ_{KI} ütközési ellenállás-tényező a kilépő csonkon
- w_{BE} sebesség a belépő csonkon
- w_{KI} sebesség a kilépő csonkon
- λ_p a panel súrlódási tényezője
- l_p a panel hossza
- d_{EP} a panel egyenértékű átmérője
- ρ a víz sűrűsége

Tekintettel arra, hogy a panel sűrűdési tényezője kicsi, továbbá a panel nagy áramlási keresztmetszete miatt a kialakult áramlási sebesség kicsi, a panel sűrűdési ellenállása nem lesz domináns. A szimmetrikus viszonyok miatt a belépési és kilépési ellenállások értékei jó közelítéssel azonosak.

A fentieket mérlegelve, a panel áramlási ellenállását célszerűnek látszik egy olyan eredő ütközési ellenállással kifejezni, amely a fentiekben említett három ellenállás részt együttesen tartalmazza.

Az alábbi összefüggés ezt a célt fejezi ki:

$$\Delta p_{B-K} = \xi_{ER} \cdot \rho \frac{w_{BE}^2}{2}$$

Ahol a még ismeretlen jellemző:

ξ_{ER} ütközési ellenállás tényező a be- és kilépő csonkok között

A mérési eredmények feldolgozása után „ Δp ” nyomásvesztés és a csonkok „ n ” száma között összefüggés határozható meg.

Megállapítható, hogy a csonkok számának növelésével a panel-ellenállása jelentősen csökken, ezért a csonkok kiosztása, illetve méretének meghatározása egyik lényeges elem lesz a „vízház” áramlási méretezésénél.

A sugárzástechikai mérések során mind a hőszigetelő, mind a hidraulikai panel-rész napsugárzás átteresztésének vizsgálatára sor került.

Az egyes paraméterek meghatározása a következő:

Az „ I ” meghatározása:

A „támadó” sugárterhelés meghatározása: a minta előtt elhelyezett sugármérővel.

A „ q_s ” meghatározása

A minta felületéről a belső tér irányába kialakuló másodlagos hőátadás, amely az alábbi összefüggéssel számítható:

$$q_s = \alpha_i (t_f - t_i)$$

Ahol:

α_i a belső oldali hőátadási tényező
 t_f a minta belső felületi hőmérséklete
 t_i a belső hőmérséklet

A vizsgálatok során az alábbi eredmények születtek:

A hőszigetelő elem napsugárzás átteresztése: $g = 0,594$
A hidraulikai elem napsugárzás átteresztése: $g = 0,819$
A panel teljes napsugárzás átteresztése: $g = 0,503$

A modell-pavilon üzemi tapasztalatai

Az áramlási csatlakozások kialakítása bonyolult és nehéz. A csatlakozások viszonylag nagy száma a meghibásodások kockázatát növelik

- A rendszer légtelenítése nagyon nehéz, amelyből következtetni lehet a rendszer egyes zónáinak üzem közbeni levegősődésére, amely a rendszer működését alapvetően megváltoztathatja.
- Az üvegfelületek közötti víz a fémrészek oxidációja miatt elszíneződik, így lényegesen megváltozik a fény- és hőátteresztő képessége.
- Az üvegfelületek között jelentős nyomások alakulnak ki (üvegrepedések).
- A belső hőmérsékletek az elvárásoknak megfelelően alakulnak. A belső hőmérséklet a hűtővíz hőmérséklete felett jelentősen, 1-2 Kelvinnel eltér.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

Z. Magyar: Building physics of a prototype water house 48. Internation Congress and Exhibition on Heating Belgrad 2017. 12. 6-8.

Kontra J.: Kísérleti vízház épületfizikája Magyar Épületgépészet 2017. Bp.

Gotai Máttyás: „Meet the man who builds houses with Water” CNN.

Gutai M.: „Kasohsiung National Arena” Metszet Bp. 2016/2.