

# HÁZKÖRÜLI SZÜRKEVIZEK FELHASZNÁLHATÓSÁGA HŐSZIVATTYÚS RENDSZEREKBE<sup>®</sup>

## USABILITY OF DOMESTIC GREYWATER IN HEAT PUMP SYSTEM

HAJA Tímea<sup>1</sup> HÖRCSIK Ákos<sup>2</sup> FÓRIÁN Sándor<sup>3</sup>

III. éves BsC környezetmérnök szakos hallgató<sup>1</sup>,  
III. éves BsC környezetmérnök szakos hallgató<sup>2</sup>,  
adjunktus<sup>3</sup>

Debreceni Egyetem Műszaki Kar  
Környezet és Vegyészmérnöki Tanszék  
4028 Debrecen, Ótemető utca 2-4

[hajatimi@mailbox.hu](mailto:hajatimi@mailbox.hu)  
[horcsikakos@freemail.hu](mailto:horcsikakos@freemail.hu)  
[forian@eng.unideb.hu](mailto:forian@eng.unideb.hu)

**Kivonat:** Földünk kétharmadát víz borítja de ennek csupán 2%-a édesvíz. Napjainkban egyre nagyobb problémát jelent a növekvő vízfogyasztás, energiafogyasztás, és a folyamatosan növekedő népesség. A szennyvizek (szürkevizek) ásott kutak, hő hasznosítását boncolgatjuk hőszivattyús rendszer felhasználásának segítségével, mind gazdasági mind környezetkímélő szempontok alapján.

**Kulcsszavak:** hőszivattyú, szürkevíz, ásott kút

**Abstract:** Two-thirds of our planet is covered by water but only 2% of it is freshwater. Today, a growing problem is the increasing water consumption, energy consumption and the evergrowing population. In this article we dissect the heat recovery of wastewaters (greywaters) and dug wells with the use of heat pump system, based on both economic and environmentally, friendly aspects.

**Keywords:** heat pump, greywater, dug wells

## BEVEZETÉS

Hazánkban és világszerte egyre nagyobb problémát okoz a növekvő vízfogyasztás, energiafogyasztás, amit tovább súlyosbít az energiaforrások drágulása, csökkenése és a népesség folyamatos növekedése. Kutatásunk célja az, hogy a háztartásokban keletkező szennyvizek további hasznosítását vizsgáljuk víz, és energia megtakarítás végett. A szürkevizek egyre több figyelmet kapó felhasználási formái (pl.: locsolás, WC öblítés, autómosás stb.) mellett mi a kihasználatlan szennyvíz hőjét próbáljuk hasznosítani.

## 1. SZÜRKEVÍZ

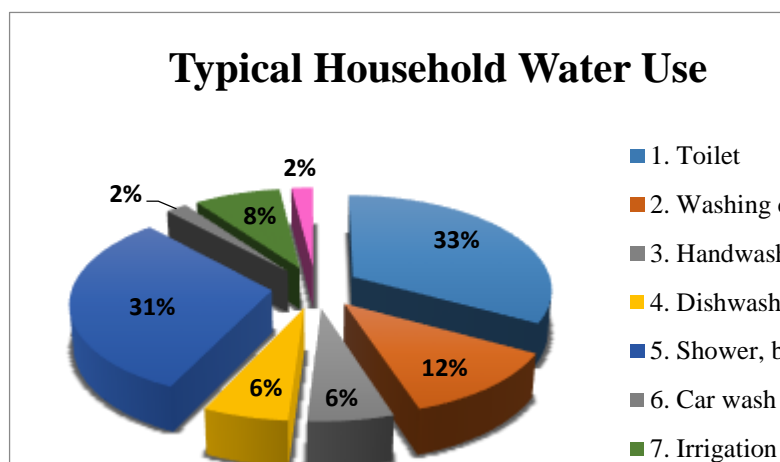
Világszerte növekvő problémát jelent a növekvő vízfogyasztás az emiatt kialakuló vízhiány és a vízhasználat közben keletkezett szennyvíz. A szennyvíz a vízfelhasználás közben beszennyeződött víz, ami közvetett vagy közvetlen módon általában antropogén eredetű. Szennyezettségének mértéke és, hogy milyen szennyező anyagokkal szennyeződött függ a víz felhasználásának módjától és mértékétől. A víz felhasználási módjától függően megkülönböztetünk ipari szennyvizet és kommunális szennyvizet egymástól. Kommunális szennyvízen belül a felhasználás módjának és a szennyezettség mértékének megfelelően megkülönböztetünk szürke és fekete szennyvizeket egymástól. Szürkevíz a szennyvíz azon kevésbé szennyezett része mely a fürdővízből, mosóvízből és esetleg mosogatóvízből tevődik össze, felhasználhatósági szempontból jelentősége nagy, csekély szennyezettsége miatt kis

<sup>®</sup> Szaklektorált cikk. Leadva: 2014. december 02., Elfogadva: 2014. december 15.

Reviewed paper. Submitted: 02. 12. 2014. Accepted: 15. 12., 2014.

Lektorálta: KOCSIS Dénes/ Reviewed by Dénes KOCSIS

mennyiségű befektetett munkával elég tiszta víz nyerhető ki belőle ahhoz, hogy a házkörül több dologra is felhasználjuk. Ilyen lehetőség lenne a WC öblítés a házkörül növényzet locsolása esetleg (autó, járda, térkő) mosása.



1. ábra Vízfelhasználás megoszlása háztartásonként. [1]

Cikkünkben a termelődött szürke vízmennyiségnek egy eddig kevésbé kihasznált tulajdonságának a hőmérsékletének a felhasználása az elsődleges szempont.

Magyarországon 2011-ben egy ember átlagos vízfogyasztása 34,1 m<sup>3</sup> volt más források szerint egy átlagos (4 fős) család átlagos napi vízfogyasztása mintegy 0,6 m<sup>3</sup>. [2] A vízfogyasztásnak, melynek szerkezetét az 1. ábrán mutatunk be, körülbelül kétharmada az, ami szürkevízként folyik el felhasználás után. A szürkevizet felhasználásuknak köszönhetően (fürdés, mosás stb.) szobahőmérséklettől melegebbek, elképzelésünkben ezt az extra fel nem használt hőt (hulladék hőt) szeretnénk hasznosítani ház körül, mint hőforrást.

## 2. HŐSZIVATTYÚ

### 2.1. Fő részei

1. Kondenzátor: A gáz itt adja át a hőt a víznek, a gáz hőmérséklet csökken, a gáz lecsapódik.
2. Fojtószelep: A gáz nyomása lecsökken, a gáz jelentősen lehűl a cseppfolyós gáz visszaáramlik az elpárologtatóba, és a környezetből hőt von el.
3. Elpárologtató radiátor: A környezeti levegőt hőforrásként hasznosítja.
4. Kompresszor: Az elpárologtatott gázt nagyobb, nyomásra sűríti, a gáz hőmérséklet emelkedik.
5. Vezérlő egység: A berendezés működésének programozása. [3]

### 2.2. Működése

A hőszivattyús technika és technológia fő célja, hogy a kisebb hőmérsékletű, közvetlenül nem hasznosítható hőmérsékletű hőenergiát nagyobb hőmérsékletű, hasznosítható hővé alakítsa. A hőszivattyú a következő energetikai feladatot végzi: a kishőmérsékletű környezetből (levegőből, vízből vagy földből) hőt von el, és azt egy nagyobb hőmérsékleten teszi felhasználhatóvá, pl. egy épületben.

Így mondhatjuk: a környezetből a hőt külső energia befektetése árán „szivattyúzza” a hasznosítható hőmérsékletre. Szinte mindenütt van alkalmas környezeti hőforrás, amelyet csak hőszivattyúval lehet energetikailag kedvezően hasznosítani, ráadásul a hőhordozóját sem kell megvásárolni.

A hőszivattyúk egyes kivitelei energiatakarékosan nemcsak fűtési feladatra, hanem hűtésre is alkalmazhatók. Így ezzel a megoldással a klimatizáláshoz szánt külön telepítendő hagyományos klímagépcsoport költsége megtakarítható.

A hőszivattyú elvi alapjai a termodinamika második főtételéhez kapcsolódnak. A második főtétel kimondja, hogy a hő és a mechanikai munka átalakításának a feltétele, hogy a hő két különböző hőmérsékleten álljon rendelkezésre, vagyis a hőnek mechanikai munkára való átalakításához

hőmérséklet-különbségre van szükség. A hőszivattyú az átalakítás fordítottját hajtja végre: mechanikai munka befektetésével hőt termel, a hőtermeléshez pedig olyan hőmérséklet-különbséget hoz létre, amelynél az alsó hőmérsékletet a környezet a „hőforrás” a nagyobb hőmérsékletet pedig a hőnyeléshez szükséges ún. hasznosítható hő határozza meg. [4]

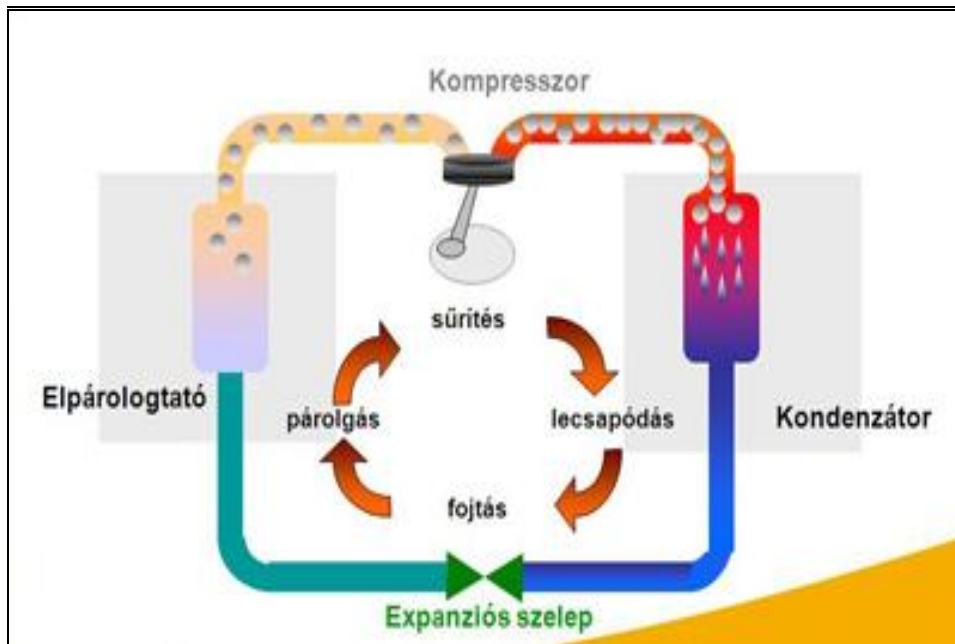
Hőszivattyú alkalmazásakor mindig nagyobb energiát ( $Q_c$  hőt) kapunk a felső hőfokszinten, mint amennyit mechanikai munka ( $W$ ) formájában befektetünk:

$$Q_c = W + Q_0 \quad (1)$$

ahol:

- $Q_c$  - keletkezett hő  
 $W$  - mechanikai munka  
 $Q_0$  - felvett hő

Ez az egyenlet nem mond ellent az energia-megmaradás elvének, mert a  $Q_0$  felvett hő energiátöbbletet nem átalakítani kell, hanem egy magasabb hőmérsékleti szintre emelni. A hőszivattyúk elméleti működését a 2. ábrán bemutatott Carnot-féle termodinamikai körfolyamat ábrázolja. [5]



2. ábra Hőszivattyú körfolyamata. [5]

### 2.3. Alkalmazása:

1. *Fűtés:* A hőforrásból elvont hőt a berendezés általában zárt körben keringetett víz fűtőközeg felmelegítésére használják fel. Elsősorban a kis hőmérsékleti fűtési módok alkalmasak hőszivattyús felhasználásra mert akárcsak a napkollektoroknál, annál nagyobb a rendszer hatékonysága minél kisebb a fűtési előremenő hőmérséklet.

- Monovalens rendszer: A ház teljes fűtési energiaszükségletét biztosítja.
- Bivalens rendszer: A hőszivattyú mellé kiegészítő fűtés kell, amely lehet kazán vagy napkollektoros rendszer.

Használati meleg víz (HMV) készítésére is használható a hőszivattyú, de a kondenzátor felső hőmérsékleti határa általában kb. 50-60 °C, emiatt a meleg víz hőmérséklete a legtöbb típusnál 60 °C alatt marad.

2. *Hűtés:* A folyamat megfordításával a hőszivattyú a fűtésnél hőforrásként használt közegnek adja át a helyséből elvont hőt. [6]

## 2.4. Környezetvédelemi, gazdasági szempontok:

A hagyományos fűtésekkel összehasonlítva jelentős mértékben javítják a szén-dioxid emissziós mérleget. A fosszilis tüzelőanyagokkal szemben (kőolaj, földgáz, szén) nem bocsájt ki üvegházhatást okozó gázokat. A hőszivattyús fűtések energia költségei sokkal kisebbek, mint az olaj gázfűtéseké. A vissza lehet nyerni olyan energiákat, amelyek különben veszendőbe mennének. Hagyományos fűtőberendezések erre nem képesek. A környezet kis hőmérsékletű hője vagy háztartási és ipari eredetű hulladékhő a hőszivattyú számára értékes hőforrást jelent. Megújulásra nem képes energiaforrásainkat kímélnünk, mivel eddig kihasználatlan ám megújuló források bevonására is módot ad. A hőszivattyúk olyan kevés karbantartási költséget igényelnek, mint egy hűtőszekrény. Míg például az égésen alapuló fűtőberendezéseket rendszeresen ellenőriztetni kell, addig a hőszivattyút nem. [7]

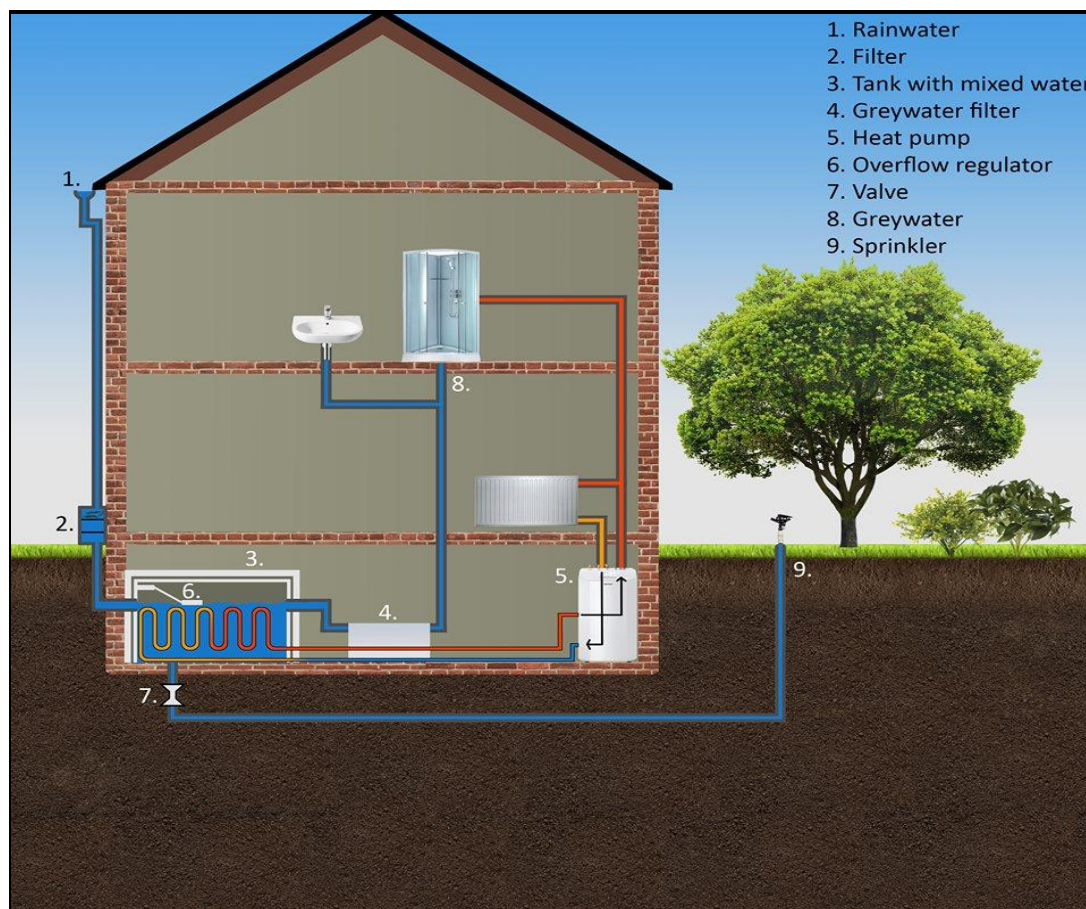
## 3. MEGVALÓSÍTHATÓSÁG

Elképzelésünk alapja egy olyan családi kertes ház mely eleve be van rendezkedve a szürkevizek gyűjtésére és felhasználására (3. ábra). A megtervezett rendszerünk alapját az képezte, hogy a szürkevizek további felhasználását ne akadályozza, mellette párhuzamosan használható legyen.

A *megvalósítandó rendszer*: A megtervezett rendszer két egymással közvetve kapcsolódó alrendszerből áll, a szürkevizet rendszerből és a hőcserélős rendszerből.

1, A *szürkevizet alrendszer*: Alapjában véve megegyezik minden más a szürkevíz felhasználásával foglalkozó rendszerrel, feladata a szürkevíz elvezetése egy tartályba a szürkevíz tisztítása felhasználható minőségűvé és végezetül a tartályból való elvezetés a felhasználáshoz.

2, A *hőcserélős alrendszer*: Szerepe a szürkevíz hőjének a kinyerése, a felhasználásnak megfelelő továbbmelegítés majd a megfelelő helyen való hő leadás.



3. ábra "A megtervezett rendszer" (Saját készítésű kép)

### 3.1. A rendszer elemei:

#### Tisztító/szűrő berendezés (Filter)

A szűrő berendezések a tartály és az abba menő vízforrás között helyezkednek el. Feladatuk a tartályba kerülő szürkevíz (greywater) felhasználásra alkalmas minőségre való tisztítása. A víz forrásának viszonyában e tisztítóberendezés nagysága különbözhet. A szürkevíz (jelen esetben a fürdő-, mosó stb. vizek egybefolyása után, mint kevert eredetű víz) a tartály előtt történő szűrése tisztítása követeli meg a legnagyobb figyelmet, hiszen itt várható a legnagyobb szennyezés. Mind kémiai kezelést, mind fizikai szűrést (esetleg akár biológiakezelést is) igényelhet a szürkevíz.

A mosogató vizek változó minőségük miatt nehezebben tisztíthatóak, mint a szürkevizek más forrásból származó részei, ennél fogva az egyszerű tisztítás miatt és a rendszer ilyen módú egyszerűsítése miatt kizárhatóak a rendszerből.

Az megtervezett rendszerben szerepel még az esővíz felhasználása is. Erről az oldalról elegendőnek gondoltuk a fizikai szűrést, az esetleges a háztetőről lemosott levelek, ágak felfogását.

A tartályban az elegendő vízszint megtartása miatt még bevezetnénk az ivóvizet is a tartályba (csak végső esetben és minimális mennyiségben) ha erre kerülne sor, akkor ennek a víznek további tisztítására nincs szükség.

A folyamatos működés és a szennyezés folyamatossága miatt ezeknek a berendezéseknek takarításra rendszeres karbantartásra van szükségük, így elhelyezésük lehetőleg könnyen megközelíthető kell, hogy legyen.

#### Tartály (Tank with mix water)

Az elképzelés fontos eleme és nagy kérdése is egyben, hiszen a két alrendszer itt találkozik, a hőátadás itt megy végbe és egyúttal a tisztított kevertvíz (szürkevíz, csapadékvíz) is itt tárolódik a felhasználásig.

Részei:

- Bevezetés (ek): Mind a két várható vízforrás vizei ide kerülnek, itt pedig összekeverednek termelődésüknek megfelelő arányban.
- Kivezetés (ek): A tartályba kerülő víz, a kevert víz felhasználását megkövetelő gyorsaságban ürül a tartályból. A kevert víz felhasználható több az ivóvíz tisztaságát meg nem követelő feladatra (öntözés, WC öblítés) így csökkentve a házkörül a felhasználandó víz mennyiségét. Abban az esetben, ha a kevert víz mennyisége már nem férne el a tartályban, és a felhasználásra nincs lehetőség túlfolyó (Overflow regulator) beépítése szükséges, ekkor az extra kevertvíz mennyiségét a csatornarendszerbe vezetjük el.
- Hőszigetelés: A hő felhasználás miatt, fontos kiegészítője a tartálynak hisz minél kisebb a tartály falain leadott hő mennyiség annál több hőt tudunk felhasználni/kinyerni a hőcserélő segítségével. Ezekén kívül még fontos oda figyelni a tartály falainak az anyagára, figyelve arra, hogy a kevert víz lehetőleg ne tudjon a tartályfalából komponenseket kioldani vagy azt roncsolni. Mivel a bekerülő vízmennyiség döntő részét a szürkevizek adják ezért a szennyezés veszély esélye magas, ennél fogva a tartály rendszeres takarítása (takaríthatósága) fontos szempont. A tartály könnyű megközelítése miatt és a tisztítás könnyítése miatt úgy gondoltuk, hogy a legoptimálisabb az lenne, ha az épület pincéjébe, vagy kazánházába lenne elhelyezve.
- Méret: A legnagyobb, még eddig meg nem válaszolt kérdés a tartály esetleges mérete. A kérdés nehezen megválaszolható, hiszen a bekerülő víz mennyisége erősen változik, függ az épület nagyságától, a benne élők számától, és vízfelhasználási szokásaiktól, és a várható éves csapadék mennyiségétől is. A bekerülő víz mennyiségén kívül még fontos változó a szürkevíz tartályból való fogyásának a nagysága is, ami függ a felhasználás módjaitól.

#### A hőcserélős rendszer (Heat pump system)

Feladata a hő átvétele a szürkevízből, ami a már leírt tartályban megy végbe a tartályon keresztülmenő csőkiágóban majd a felmelegedett víz (vagy fűtő folyadék) további melegítése kazán vagy bojler segítségével.

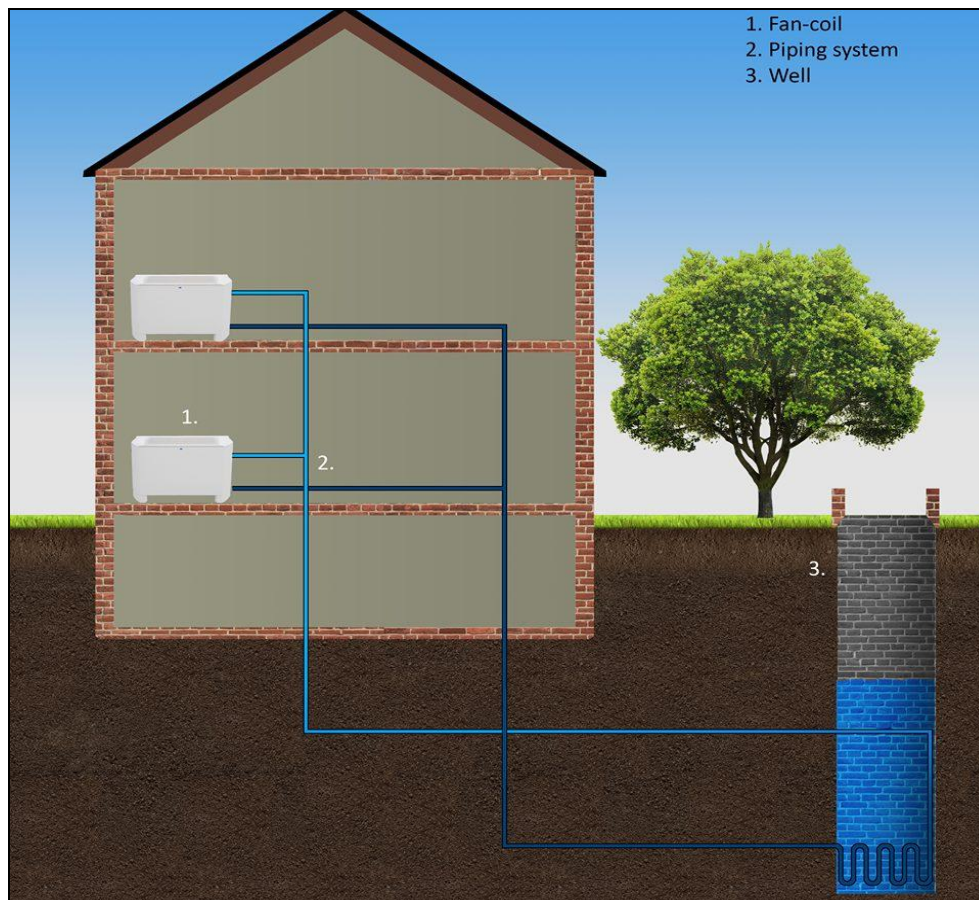
*Tartályon átmenő csőkiágó:* Szerepe a melegítendő víz (vagy folyadék) átáramoltatása a tartályban lévő szürkevízben, a lehető leghosszabb úton maximális felületet biztosítva a hőcsere érdekében. Feladata továbbiakban a két folyadék keveredésének meggátlása és a hőcsere létrejötte. Lehetőleg jó

hővezetőből készül (pl. vörös réz) és ne oldjon ki belőle a tartályban lévő kevert víz esetleges komponenseket. Fontos hogy a tartályban lévő víznek ingadozó szintje miatt a csőkígyó csak a tartály alsó részén fusson át egy előre megszabott maximális magasságig érve.

*Bojler/kazán (Boiler):* A már hőcsere által előmelegített víz hőmérséklete a kevertvíz mennyisége és hőfokának függvényében változó hőmérsékletű, de még felhasználásra nem elég meleg ezért utólagos továbbmelegítésre van szükség, amit a felhasználásnak megfelelően a rendszerre rákötött bojler vagy kazán segítségével oldhatunk meg. Ezek után a már elég meleg víz elvezethető a felhasználási helyére. A megtervezett rendszer alkalmas vezetékes víz előmelegítésére bojlerban való melegítés előtt így csökkentve a bojler energia felhasználását. Az így melegített víz nagy része pedig szűrkevízként a tartályba jutva újra felhasználódik így a rendszer energia felhasználását tovább csökkenti.

A rendszer alkalmas továbbá az előző felhasználási módhoz hasonlóan víz melegítésére majd az kazánon való átvezetésével fűtésre való felhasználásra. Ebben az esetben a kazán elvárando teljesítményét csökkentjük azzal, hogy a keringtetett vizet nem kell akkora nagy hőváltozáson átvinni ahhoz, hogy fűtésre használható legyen. A házbelső fűtésén kívül a rendszer alkalmas lehet téli időszakban a külső terek (térkö, járda, kocsijelző) jégtelenítésére is.

*Ásott kutas rendszer (Dug well system):* Az előző rendszerhez hasonlóan felhasználható a hőszivattyús rendszer ásott kutak hőjének a felhasználására, ám ez a rendszer nem fűtésre, hanem az épület belső tereinek a hűtésére alkalmas kihasználva a kutak hideg vizét/levegőjét a nyári időszakban. Ebben a rendszerben a hő cserélésért felelős csőtekerics a kútban lévő vízben vagy kiszáradt kút esetén a hideg levegőben helyezkedik el, feladata a keringtetett víz lehűtése. Majd a rendszert hasonlóan a fentiekben leírt kazános módszernél rákötjük a ventilátoros radiátorra (fan-coil-ra) és azokat hűtve hűtjük az épület belsejét, ezzel helyettesítve a légkondicionálót vagy más hűtőrendszereket. [8]



4. ábra Ásott kút léghűtésre használva hőcsereelő segítségével. (Saját készítésű kép)

#### 4. KONKLÚZIÓ

Az általunk bemutatott rendszerről kijelenthetjük, hogy alkalmas a fűtési és vízmelegítési folyamatok energia igényének a csökkentésére, és az épület nyári hűtésének az ellátására. Azonban a megtervezett rendszernek és a szennyvíz vagy más házkörüli vizek hőmérsékletének a kihasználási módjainak még sok kérdéses pontja van, aminek jövőbeli megválaszolása további kutatást, mérést és munkát igényel. Ilyen megválaszolendő kérdés például a tartálynál mérete, vagy a családi háztól eltérő épületeknél való felhasználás (pl. a társasházak esetében közös rendszer kiépítése mely növelné a tartály méretét, és a benne lévő kevertvíz mennyiségét ezzel növelve a kinyerhető hő mennyiségét). További felhasználási lehetőségek keresése is fontos a későbbiekben.

Nem tartjuk fontosnak a magunk számára viszont, a szürkevíz tisztítási menetének és az elvárando minőség határértékeinek a meghatározását, hiszen azon kérdések megválaszolásával a tanszéken mások foglalkoznak.

Végző soron kijelenthető, hogy a probléma megválaszolására több lehetséges mód is van, ám ezek közül a legoptimálisabb kiválasztása és a lehető legjobb hatásfok elérése, még további kutatásokat igényel, mind a kérdés újszerűsége miatt, mind a sok felmerülő változó miatt.

#### 5. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] DR. BORDA JENŐ-DR. LAKATOS GYULA-DR. SZÁSZ TIBOR: Környezeti Kémia II. egyetemi jegyzet, KLTE, 1994.
- [2] Dunántúli Regionális Vízmű Zrt.: [http://www.driv.hu/drv/drv.faq\\_head.page?nodeid=20](http://www.driv.hu/drv/drv.faq_head.page?nodeid=20)
- [3] DR. URSULA SCHREIER-KARL-HEINZ STAWIARSKI-WILHELM KIRCHENSTEINER-FALK ANTONY: A hőszivattyú Budapest 2007.
- [4] <http://www.asio.cz/fr/192.greywater-and-rainwater-recovery-in-buildings> Letölteve:2014. december 08.
- [5] Wagner Solar Hungaria Kft. <http://levegoshoszivattyuk.hu/hoszivattyu-mukodese/> Letölteve:2014. december 08.
- [6] KOMLÓS FERENC – FODOR ZOLTÁN – KAPROS ZOLTÁN – VASZIL LAJOS: „Csináljuk jól!” hőszivattyúzás (kézirat, 2007. december 2.)
- [7] DR. SEMBERY PÉTER-TÓTH LÁSZLÓ: Hagyományos és megújuló energiák Szaktudás Kiadó Ház, Budapest 2004.
- [8] SZEMÁN RÓBERT-VERESEGYHÁZI BÉLA: Épületgépészeti Szakkiadvány-sorozat Megújuló energiák 2007.

#### Köszönetnyilvánítás:

A publikáció/prezentáció/poszter elkészítését a TÁMOP-4.2.2. A-11/1/KONV-2012-0041 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.