

Szennyvízhő hasznosítás hőszivattyúval

Vágóhídi tisztított szennyvíz hőhasznosítása

Fodor Zoltán
Magyar Épületgépészek
Szövetsége
Geotermikus Hőszivattyú
tagozat elnök

A szennyvizek hőjének energetikai hasznosítása

- Energiaforrás lehet a kommunális, a háztartási és az ipari szennyvíz egyaránt. A kommunális szennyvíz hőmérséklete általában 10-20 °C közötti, míg az ipari szennyvíz ennél melegebb is lehet.
- A hőkinyerési megoldások kialakítása az egyes projektekre szabottan történhet, a hőfelhasználás helyétől és igényétől, a szennyvíz minőségétől függően.
- A megoldás egy változata a csatorna-hőhasznosító berendezés, amit PKS-Thermpipe névre kereszteltek.
- Ez a csatornacső hármas funkcióval bír: egyrészt átveszi a hagyományos közműcsatorna szerepét, ezen túl lehetővé teszi a szennyvíz hulladékhőjének újrahasznosítását, végül pedig a talajban rejlő geotermikus energiát is hasznosítja.

A szennyvizek hőjének energetikai hasznosítása

- A szennyvíztelepeken keletkező tisztított 15-20°C-os szennyvíz hőjének hasznosítása több módon is lehetséges.
- Téli üzemben a biológiai lebontáshoz szükséges hőmérséklet fenntartására a rendszerbe vissza lehet vezetni hőszivattyú segítségével.
- Szigetelt, földbe süllyesztett távvezetékpar kiépítésével ,lakóépületek, lakóparkok hőenergia ellátását lehet biztosítani.
- Nagy jelentőségű az ipari tisztított szennyvizek energetikai hasznosítása hőszivattyúk segítségével. Ezen szennyvizek jellemzője a magasabb hőfokszint, s emellett a technológiában a hőhasznosítás lehetősége többnyire adott, s így a beruházási költségek, s a megtérülési idő alakulása is kedvező.

A Baromfi vágóhíd szennyvizének hasznosítása hőszivattyúval

- Pályázat készült egy $3000 \text{ m}^3/\text{nap}$ [®] $125 \text{ m}^3/\text{óra}$ kapacitású baromfi vágóhídi biológiai szennyvízkezelő építésére.
- A biológiai szennyvízkezelés során $125 \text{ m}^3/\text{óra}$ $22\text{-}24 \text{ }^\circ\text{C}$ -os tisztított víz fog keletkezni.
- A vágóhíd naponta felhasznál $\sim 600 \text{ m}^3$ ($\sim 25 \text{ m}^3/\text{ó}$) $60 \text{ }^\circ\text{C}$ -os melegvizet. A melegvíz $\sim 13 \text{ }^\circ\text{C}$ -os kútvízből kerül előállításra.
- *A feladat az, hogy a kibocsátott szennyvíz hőtartalmának egy részét hőszivattyúzással a legkedvezőbb gazdasági feltételekkel hasznosítsuk a melegvíz előállításához.*

A hőszivattyús rendszer kapacitás igénye

- Rendelkezésre áll 125 m³/óra 22-24 °C-os tisztított víz, amelyet 60°C-os HMV előállítására kell fordítani.
- A 13°C-os kútvízből naponta 600 m³ (~25 m³/ó) 60 °C-os melegvizet használnak el.

Ezt az energiamennyiséget kell hőszivattyúval előállítani.

A szükséges hőszivattyús fűtés oldali kapacitás igény:

$$Q = 6,94 \text{ kg/s} * 4,2 \text{ KJ/kgK} * 47\text{K} = 1370 \text{ KJ/s (kW)}$$

Az alkalmazandó hőszivattyúk

A Vaporline GWS260-H (R410A) Nagyteljesítményű víz-víz rendszerű hőszivattyús rendszer

- A hőszivattyú tömegáram igénye 720 l/min.
-
- 22°C/60°C-nél 327 kW fűt.telj. COP=3,8
- 18°C/60°C-nál 290 kW fűt.telj. COP=3,4
- _Átlag: 617 kW COP_{átl}=3,6
-
- Fűtési teljesítmény $Q_f = 617 \text{ kW}$

A szükséges hőszivattyúk száma, elrendezése

- A hőszivattyúkból 2db 2 hőszivattyús egységet célszerű kialakítani, ahol egységenként a hőszivattyúkat elpárologtató oldalon sorbakötjük.

$$2*2\text{db}=4\text{db}$$

- A kimenő fűtési teljesítmény :
- $2\text{egység} * 617\text{kW} = 1234\text{kW} + 200\text{kW} = 1434\text{kW} \leq 1370\text{ kW}$
(200 kW kapacitás pótlás, ami egy GWS160 típusú hőszivattyúval oldható meg.)
- A tömegáram igény ennek megfelelően: $(2\text{egység} * 12,0\text{ kg/s}) + 7,1 = 31,1 \leq 34,7\text{kg/s}$ (125m³/h)

A beruházási költség alakulása

- A GWS rendszer beruházási költsége a tápvíz oldal kiépítésének költségével együtt (nettó):
~ **115 mill.-Ft** . (lásd.:melléklet)
- A fajlagos költség: **80 195,25-Ft/kW**

A hőszivattyús rendszer energetikai viszonyai

- A tervezett üzemnapok száma 240d
- A rendszer SCOP=3,6 értéken várható
- A napi 600m³ 13°C-os víz felmelegítéséhez $Q=32\,902,6\text{kWh/d}$ energia szükséges.
- Ennek megfelelően az évi energiaszükséglet:
 $240\text{d} \cdot 32\,902,6 = 7\,896\,624\text{ kWh}$



Magas hőmérsékletű szennyvíz hasznosítás magas fűtési hőmérsékleten

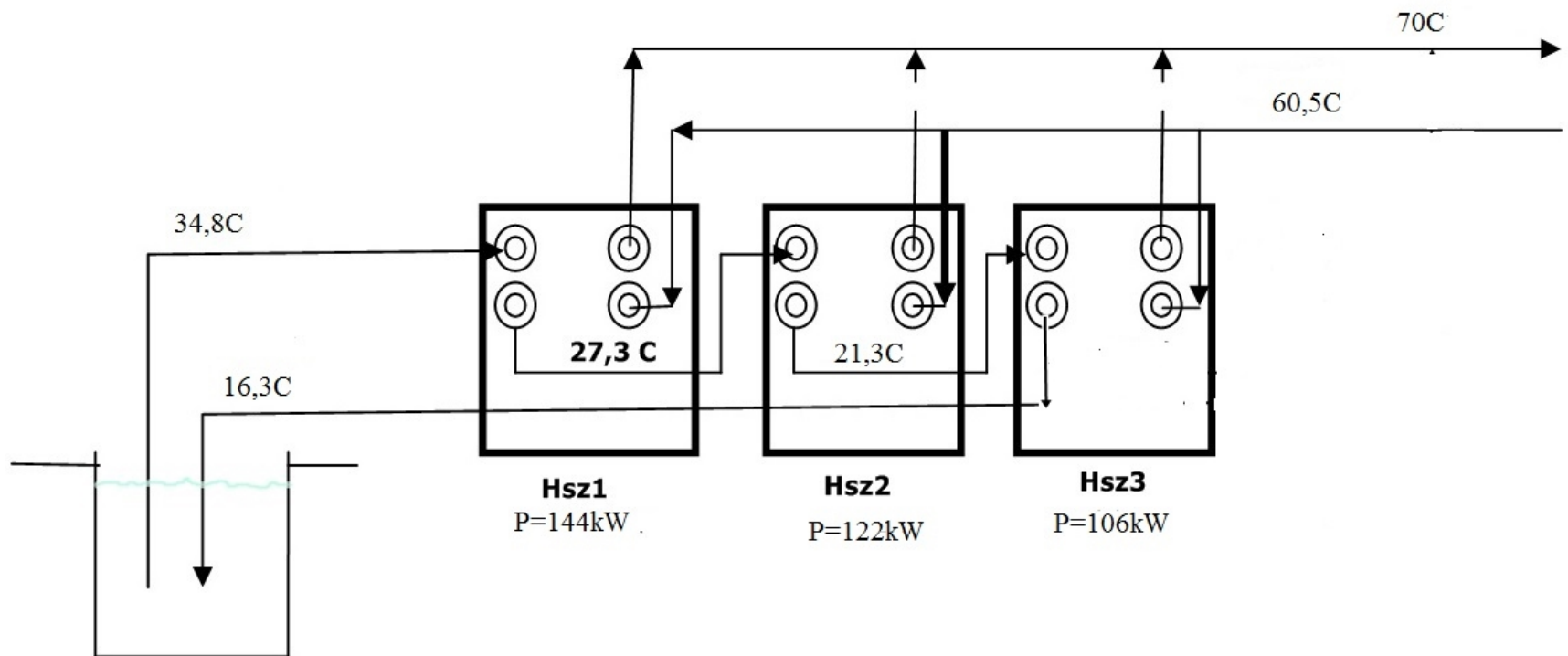
- A Békés Város többcélú uszodájának hőenergia ellátását- medence fűtés és hőntartás, szellőző kalorifer fűtés, HMV ellátás épület fűtés- a rendelkezésre bocsájtott gépészeti kiviteli tervek alapján az 50°C-os feljövő vízhőmérsékletű termálkút vizének előhűtéséből nyert hőmennyiségével ($\Delta_t=10^\circ\text{C}$), valamint a rendszerbe épített Viessmann Vitoplex 200 - $Q_1=120\text{kW}$ valamint $Q_2=270\text{kW}$ névleges teljesítményű - gázkazánokkal látják el.
- A medence fűtő és hőntartó termálvíz hőcserélők hőfokszintjei a terv szerint: 28/37,4°C-50/30°C.
- A medence fűtő és hőntartó gázkazán hőcserélők hőfokszintjei a terv szerint: 28/45°C-70/55°C.
- A szellőző kaloriferek fűtését a tervezett 70°C/55°C fűtési hőfoklépcsővel a gázkazánok látják el hővel.
- Az úszómedence víztérfogata: 530m³
- A termálmedence víztérfogata: 75m³
- A külső termálmedencékből, s az uszodából elfolyó napi termálvíz mennyiség 300m³/nap, 35°C.-on.

Magas hőmérsékletű szennyvíz hasznosítás magas fűtési hőmérsékleten

- A rendelkezésre álló napi elfolyó termálvíz mennyiség $318\text{m}^3/\text{d}$, 35°C -on. A folyamatos üzem biztosításához egy minimum 100m^3 -es puffertároló kialakítása szükséges. A folyamatos üzem biztosításához olyan hőszivattyú üzembe állítása jöhet számításba, amelynek elpárologtató oldali tömegáram igény $m=220\text{lit}/\text{min}$ érték alatti.
- A Geowatt Kft. által speciálisan termálvíz hasznosításra tervezett *Vaporline*[®] GWT hőszivattyú család alkalmas közvetlenül 45°C -os termálvíz hasznosítására, s maximum 82°C -os fűtési előremenő hőfok biztosítására, $\text{COP}_{45/82\text{C}}=4,0$ értéken!
-

Nem ajánlható hőközponti kialakítások

Ahhoz, hogy a gázkazán kapacitást (390 kW) ki tudjuk váltani 3db *Vaporline*[®] GWT200-H hőszivattyút szükséges alkalmazni, az elpárologtató oldalon sorba kapcsolva.(1.ábra)



Az alkalmazott hőszivattyúk paramétereit

VAPORLINE® GWT175-H FÜTÉSI ÜZEMMÓD 39/50°C FÜTÉSI ELŐRE MENŐ HÖMÉRSÉKLET 2*SCROLL KOMPRESZORRAL VÍZ-VÍZ												
FÖLD OLDALI ADATOK					KÉSZÜLÉK ADATAI				FÜTÉS OLDALI ADATOK			
ELT / °C/	Tömeg- áram /l/min/	LLT /°C/	Δt / °C/	Elpárolg. Telj. /kW/	Elektr.telj. Igény/kW/	Amp. /A/	Fűtési telj. /kW/	COP	EWT / °C/	Tömeg- áram /l/min/	LWT /°C/	Δt / °C/
34,8	216	24,9	9,9	149,0	19,8	39,5	167,8	8,5	27,9	216	39,0	11,1
34,8	216	25,7	9,1	136,6	24,1	43,4	159,4	6,6	39,4	216	50,0	10,6
24,3	216	16,9	7,4	111,8	19,0	43,6	130,0	6,8	30,4	216	39,0	8,6
25,6	215	18,5	7,1	106,2	23,6	43,4	128,8	5,5	41,4	216	50,0	8,6
16,7	216	10,8	5,9	89,0	18,6	39,5	106,8	5,7	31,9	216	39,0	7,1
18,2	216	12,6	5,6	84,6	23,3	43,8	106,8	4,6	42,9	216	50,0	7,1

2.ábra A Vaporline GWT175-H típusú hőszivattyú teljesítmény táblázata. A jelenleg

Az alkalmazott hőszivattyúk paramétereit

VAPORLINE® GWT175-H FŰTÉSI ÜZEMMÓD 39/50°C FŰTÉSI ELŐRE MENŐ HÖMÉRSÉKLET 2*SCROLL KOMPRESZORRAL VÍZ - VÍZ												
FÖLD OLDALI ADATOK					KÉSZÜLÉK ADATAI				FŰTÉS OLDALI ADATOK			
ELT / °C/	Tömeg-áram /l/min/	LLT /°C/	Δ_t / °C/	Elpárolg. Telj. /kW/	Elektr.telj. Igény/kW/	Amp. /A/	Fűtési telj. /kW/	COP	EWT / °C/	Tömeg-áram /l/min/	LWT /°C/	Δ_t / °C/
34,8	216	24,9	9,9	149,0	19,8	39,5	167,8	8,5	27,9	216	39,0	11,1
34,8	216	25,7	9,1	136,6	24,1	43,4	159,4	6,6	39,4	216	50,0	10,6
24,3	216	16,9	7,4	111,8	19,0	43,6	130,0	6,8	30,4	216	39,0	8,6
25,6	215	18,5	7,1	106,2	23,6	43,4	128,8	5,5	41,4	216	50,0	8,6
16,7	216	10,8	5,9	89,0	18,6	39,5	106,8	5,7	31,9	216	39,0	7,1
18,2	216	12,6	5,6	84,6	23,3	43,8	106,8	4,6	42,9	216	50,0	7,1

2.ábra A Vaporline GWT175-H típusú hőszivattyú teljesítmény táblázata. A jelenleg

Az SCOP értékek alakulása

- **Hőntartás**
- A hőntartás esetén működés közben a hőszivattyúk a működés teljes tartományában az 50°C-os hőfokszinten fognak működni.
- **SCOP=5,3**

- **Medence felfűtés**
- Ennek megfelelően a primer oldali szivattyú teljesítmény igényét is beszámítva várhatóan **SCOP= 6,0** értéken alakul.

- **A COP/SCOP érték alakulása légtechnikai kalorifer hőellátásakor**
- A légtechnikai kalorifereket a külső hőmérséklet függvényében 50°C-70°C fűtési előremenő hőmérsékletek között szabályozzuk.
- 70/62°C-os fűtési hőfokszinten az 3db hőszivattyú $COP_{\text{átlag}}=3,5$ értéken működik.
- Részterhelésnél 50/40°C-os hőfokszinten $COP_{\text{átlag}}=5,6$
- Az átlagos külső hőfokszint gyakoriságot, valamint a primer szivattyúk teljesítmény igényét figyelembe véve a **várható SCOP=4,6**

Összegzés

- A hőszivattyús rendszer a fenti számítások alapján évi átlagban várhatóan minimum SCOP= 4,8 értéken képes működni.
- Ez azt jelenti, hogy egy $\eta_{\text{átl.}}=80\%$ átlagos gázkazán hatásfokkal számolva az energia ,s ezzel arányos költségmegtakarítás 63%. Ezentúl nincs helyi károsanyag (CO₂;CO;NO_x) kibocsájtás, s összességében is jelentősen csökken.
- A másik igen lényeges szempont,hogy jelentősen csökken a környezet hőszennyezése, a termálvíz pazarlás az elfolyó termálvíz jelentős mértékű hűtésével.