



Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése és kivitelezése

Ádám Béla, Csernóczki Zsuzsa, Klecskó Bernadett,
Lipóczky Zoltán

Budapest, 2012.02.07.

HGD Geotermikus Energiát Hasznosító Kft.

✉: 1141 Bp., Zsigárd u. 21. *Székhely:* 1141 Bp., Zsigárd utca 21 ☎: (36-1) 221-1458; Fax: (36-1) 422-0004
E-mail: info@hgd.hu; www.hgd.hu

Tartalom

- Bevezetés
- Hőnyerési módok
- Választás az alternatívák közül
- Földhőszondás hőszivattyús rendszerek (szondateszt, méretezés, engedélyezés)
- Vízkútpáros hőszivattyús rendszerek (tervezés, engedélyezés)
- Hőszivattyús rendszerek gépészeti tervezése



Alapelvek

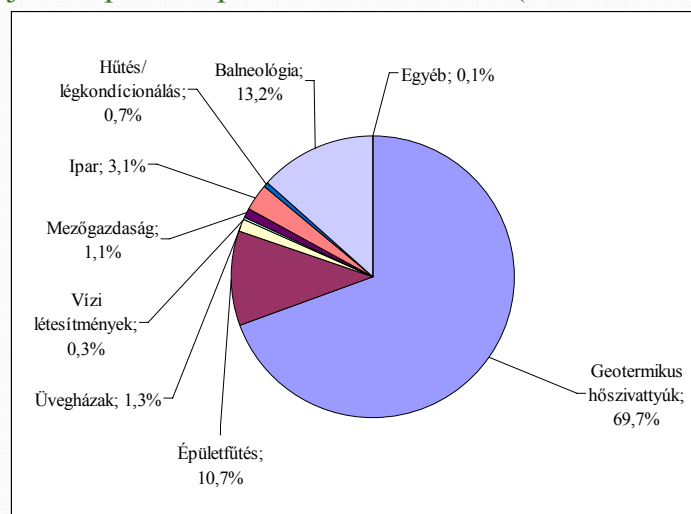
- Fejlődés előtt álló terület (1% az EU-hoz képest)
 - Nemzetközi statisztika
 - Hazai statisztika
- Rendszerszemléletű megközelítés
 - Több szakterület együttműködése szükséges: építész, gépész, geológus, hidrogeológus, elektromérnök és automatikus
 - Primer-szekunder és hőszivattyú összehangolása
 - Kis- és nagyteljesítményű rendszerek differenciált megközelítése
- Tervezés és méretezés 25-30 év élettartamra

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkúpáras hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



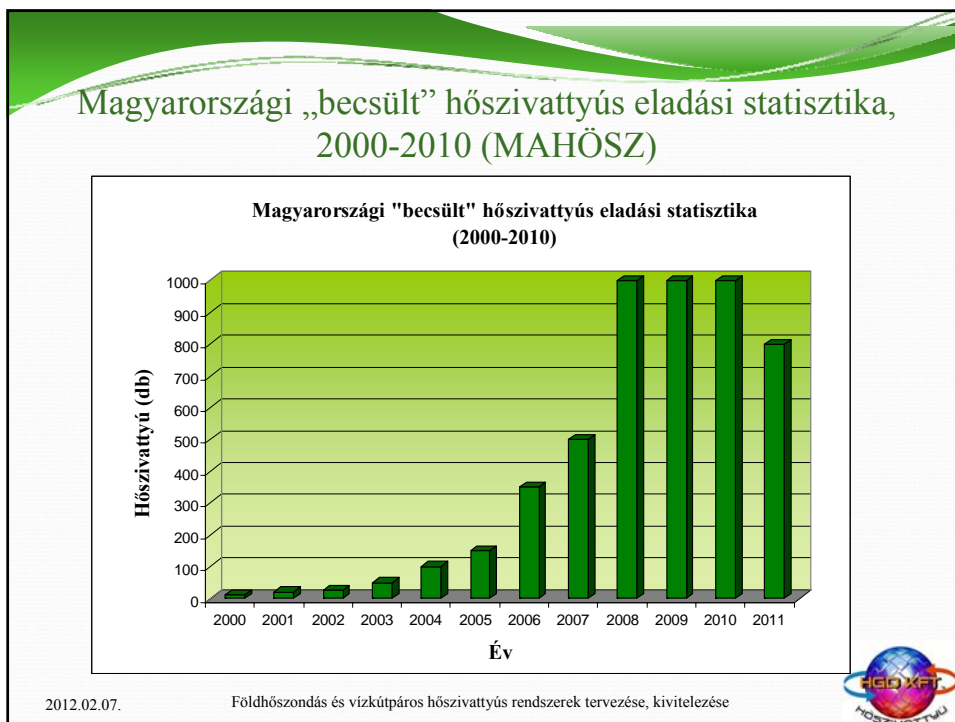
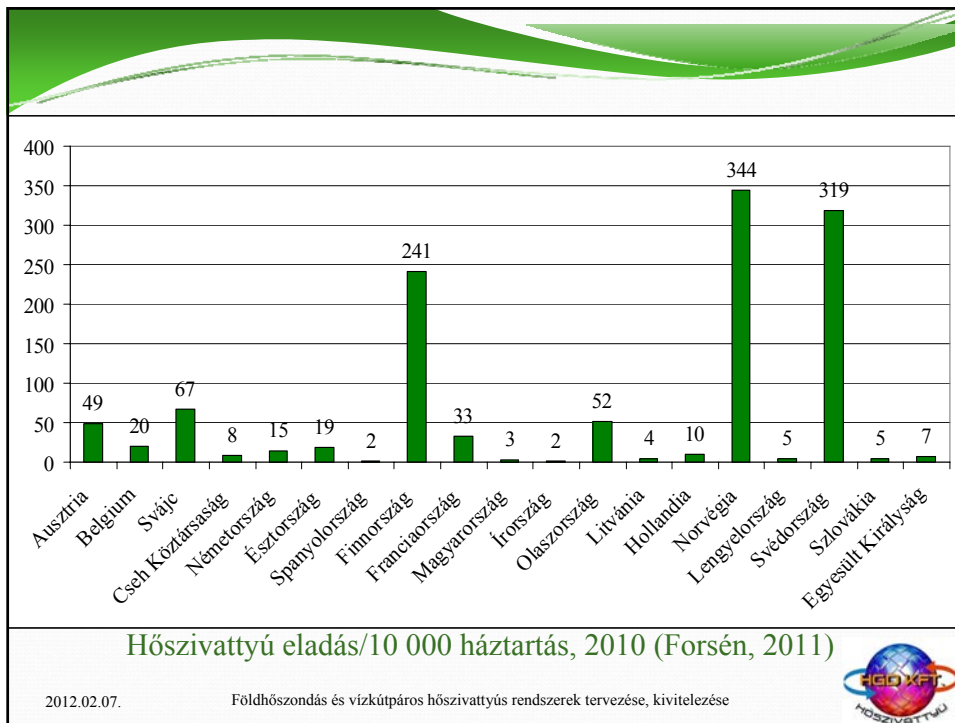
Geotermikus direkt hasznosítás megoszlása világszinten a teljes beépített kapacitás százalékában (Lund et al. 2010)



2012.02.07.

Földhőszondás és vízkúpáras hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése





A hazai engedélyezési, tervezési, méretezési elvek még kialakulóban vannak

- Nemzetközi elveket, megközelítést átvenni
- Kompetencia határok betartása
- Szakértői szintű eljárástechnika bevezetése
- Ellenőrzések jelentősége

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Hőnyerési módok

- Zárt rendszerek (vízkivétel nélkül)
 - függőleges földhőszondák (szimpla, dupla, tripla)
 - energia cölöp (épület alatt)
 - horizontális talajkollektor
- Nyitott (vízkivétellel járó) rendszerek
 - vízkút
 - termál elfolyó víz/hulladékvíz
- Levegős hőszivattyús rendszerek
- Épületszerkezeti hőnyerők

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése





HŐSZIVATTYÚ – HASZNOSÍTÁSI RENDSZEREK

Választás az alternatívák közül

- Megrendelői igények: hőszükséglet és egyéb szempontok
- Ellátandó funkciók: fűtés, hűtés, hmv, medence stb.
- Földtani és vízföldtani adottságok
- Területi adottságok (domborzat, beépítettség, területi besorolás)
- Gazdaságosság, költséghatékonyság, optimalizálás
- Talajszondás rendszer: sekély mélységben várhatóan nincs elegendő vízmennyiség, könnyen fűrható kőzetek, stb.
- Talajkollektoros rendszer: fűtendő alapterület 2-2,5-szerese
- Vízkútpáros rendszer: 20 m feletti jó vízadó, megfelelő vízkémia, stb.

FÖLDHŐSZONDÁS HŐSZIVATTYÚS RENDSZEREK

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Földhőszondás hőszivattyús rendszerek tervezése I.

- Hőszükséglet számítás
- Geológiai helyi információk (ELGI, VITUKI, MÁFI)
- Hatósági egyeztetés (már meglévő rendszerek tapasztalatai)
- Hőnyerési mód megválasztása
 - kis rendszer – családi ház
 - nagy rendszer – helyi kutatás: szondateszt → modellezés
- F/H/HMV igény alapján „hőigény” éves, havi lefutása
 - csúcsigény
 - lefutások → éves F/H/HMV igény (kWh)
- Hőszivattyú kiválasztása
- Primer oldali gépész tervezés (hidraulikai méretezés)

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Földhőszondás rendszerek tervezése

II.

30 kW alatt: **50 W/m (VDI4640)**

„Kis projektek”

- helyi geológiai viszonyok hatása
- előzetes földtani adatok (adattárak)



- hővezetőképesség meghatározása (táblázatok, adatbázisok)
- szondák méretének, számának és hosszának megállapítása
 - szondák távolsága
 - kétcsöves vagy négycsöves rendszer

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkütpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



A földhőszondák lehetséges fajlagos hőelvonási teljesítményei (függőleges szondákra)

Egyes kőzetek	Hővezetőképesség (W/mK)	Fajlagos hőelvonás (W/m)
Kavics, száraz homok	0,4	20-30
Kavics, nedves homok	0,6-2,2	30-50
Homok, vízzel telített	1,8-2,4	55-70
Nedves agyag	0,9-2,2	30-50
Száraz agyag	0,6	20-30
Mészkö	1,7-3,4	45-65
Gránit	2,1-4,1	50-70
Gneisz (metamorf)	1,9-4,0	50-70
Márga	1,3-3,5	40-60

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkütpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Földhőszondás rendszerek tervezése III.

„Nagy rendszerek”: **30 kW felett**

- helyi geológiai viszonyok hatása
 - előzetes földtani adatok (adattárak)
 - helyszínen kutatófúrás, próbafúrás - geofizikai vizsgálat
- hővezetőképesség meghatározása
 - táblázatok, adatbázisok
 - kőzetmintán labor mérés
 - szondateszt/hőelnyelési teszt (*Thermal Response Test*)
- méretezés szoftver segítségével
- szondák méretének, számának és hosszának megállapítása
- szondák távolságának meghatározása
- kétsőves vagy négycsőves rendszer

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Szondarendszer méretezése

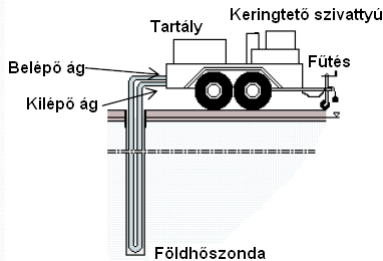
- Próbaszonda letöltése és tömedékelés
 - 3-5 nap állás után in situ hőmérséklet mérése
- Szondatesztelő berendezés összeállítása
- 60-72 órás szabvány szerinti szondateszt elvégzése
- Software segítségével mérési eredmények kiértékelése
 - **Cél:** hővezető-képesség megállapítása
- **EED** méretező software alkalmazása a fenti mérési adatok használatával
 - **Eredmény:** optimális szondaszám, talpmélység és elrendezés

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Szondateszt (Thermal Response Test)



VDI 4640 - 30kW felett ajánlott a helyszíni kutatófúrás, szondateszt:

- hővezetőképesség (λ) meghatározására leggyakrabban használt módszer
- átlag hővezetőképesség értéket ad a szelvény teljes hosszára
- mérés ideje: általában 60-72 óra

Elve: tartályban fűtött víz kerül keringtetésre a földhőszondában.
Regisztrálás: lemenő ág hőmérséklete, visszatérő ág hőmérséklete, fűtési teljesítmény, külső hőmérséklet; turbulens áramlás fenntartása fontos a mérés során, ha lamináris áramlás jön létre figyelembe kell venni a számításkor

$$T_f(t) - T_0 = \frac{q_c}{4\pi\lambda} \left(\ln \left(\frac{4\alpha t}{r_b^2} \right) - \gamma \right) + q_c \times R_b = \frac{q_c}{4\pi\lambda} \ln(t) + q_c \left[R_b + \frac{1}{4\pi\lambda} \left(\ln \left(\frac{4\alpha}{r_b^2} \right) - \gamma \right) \right]$$

2012.02.07.

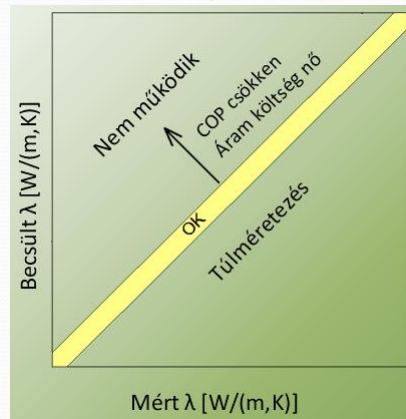
Földhőszondás és vízkúpáras hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



SZONDATESZT – HŐELNYETÉS TESZT



Szondateszt 30kW felett, VDI 4640-nek megfelelően



Eredmény



Hővezető-képesség (W/mK)

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkúpáras hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Szondamező méretezése

Vertikális rendszerek modellezése: **Earth Energy Designer**

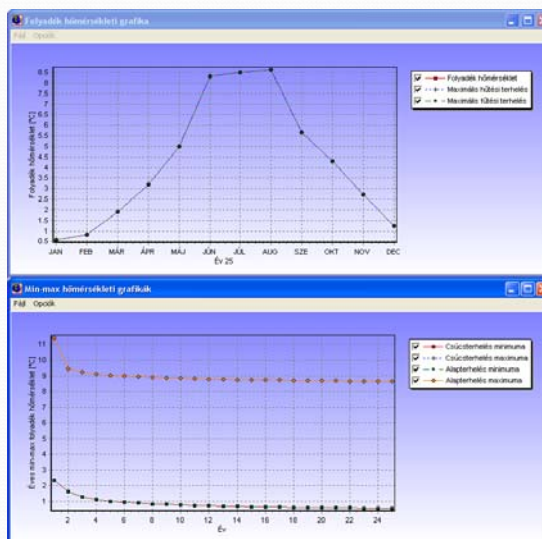
- Input adatok:
 - Alaptulajdonságok: hővez.kép., menny. hőkap., talajfelszín hőm., geotermikus hőfluxus
 - Furat és hőcserélő: szondatípus, elrendezés, mélység, távolság, furatátmérő
 - Hőhordozó folyadék: hővez.kép., spec. hőkap., sűrűség, viszkozitás, fagyáspont
 - Alapterhelés: SPF, éves és havi bontásban MWh
 - Csúcsterhelés: havi bontásban
 - Szimulációs periódus
 - Költségszámítás
- Eredmény: optimális elrendezés
- További lehetőségek: szükséges furathossz kiszámítása, szondamező optimalizálása

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Szondamező méretezése – eredmények grafikonon



2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Gyakran elkövetett hibák

Tervezési hibák:

- Primer oldal alulméretezése (szondahiány)
- Nem megfelelő hidraulikai méretezés
- Szondák egymásra hatásának figyelmen kívül hagyása (5 m a minimum)
– Hatástávolság kb. 3 m!
- Primer technológiai hiba (tervezés pl. hőnyerési mód megválasztása)
- Hőszükséglet számítási hiba (szekunder oldalon)
- Rosszul megválasztott hőszivattyú

Kivitelezési hibák:

- Hiányos tömedékelés
- Nem jó minőségű tömedékelőanyag (bizonyos esetekben szükséges hővez.kép. fokozó anyag)
- Glikolhiány – sokan vízzel töltik a szondákat
- Építési hőszigetelési hiba
- Tömegáram, beszabályozási hibák

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkütpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Engedélyezési eljárások szondás rendszerre

Zárt földhőszondás rendszer – Bányakapitánysági engedély

- Az elvi építési
- Létesítési
- Használatbavételi
- A fennmaradási

Engedélytől eltérés, az engedély módosítása

Problémák:

- hosszú átfutási idő
- sok hatóság: BK, ÖK, OGYGYF, KÖH (+ KTVF, TO)
- adatbázis hiánya



2012.02.07.

Földhőszondás és vízkütpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Példányszámok és szolgáltatási díjak

Példányszámok:

- Létesítési engedélykérelem: 6/7 pld, 1 eredeti
- Használatbavételi engedélykérelem: 5 pld., 1 eredeti

Igazgatási szolgáltatási díjak:

- Bányakapitányság: 36 000 Ft (57/2005. (VII. 7.) GKM rendelet) +
 - KTVF: 23 000 Ft (4/2010. (II.25.) KvVM rendelet)
 - KTVF: 133 000 Ft (314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet)
 - KTVF: 100 000 FT (123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet)

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



A geotermiát érintő jogszabályváltozások: a bányászatról szóló 1993. évi XLVIII. törvény módosítása

Bt. 22/B. § szerint:

20 – 2500 m között víz kivétellel járó hasznosítás vízjogi engedély alapján.

20 – 2500 m között víz kivétellel NEM járó kinyerést és hasznosítást a bányafelügyeletnél kell engedélyeztetni a 96/2005. (XI. 4.) GKM Rend. alapján.

Bányajáradékot 30 °C alatt továbbra sem kell fizetni!

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



VÍZKÚTPÁROS HŐSZIVATTYÚS RENDSZEREK

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



A (nyitott) vízkútpáros rendszer

•alapvetően a primer rendszer kialakítása alapján osztályozható:

- talajvizes,
- rétegvizes,
- nyitott víztükrű,
- termál elfolyóvizes, valamint
- használt technológiai vizes elfolyó rendszer.

•tervezésekor elsődleges bemeneti adat, az ellátandó rendszer fűtési-hűtési hőigénye (épületenergetikai számítások, Megrendelői igények alapján)

•telepítése előtt fontos a talajvíztartó alapos feltérképezése (rétegtulajdonságok, várható víznívók (nyugalmi, üzemi) meghatározása)

•alkalmazhatóságának vizsgálata

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



A vízkútpáros rendszerek telepítésének főbb szempontjai

Vízkútpáros rendszer ott telepíthető, ahol rendelkezésre áll

- sekély mélységű, jó vízadó (általában jó vízvezető tulajdonságú kavicsos, homokos, homokos kavicsos stb. rétegek; negatív nyomásszintek)
- megfelelő mennyiségű (10 kW – kb. 30 l/p) és minőségű víz
- elegendő méretű terület a kutak megfelelő elrendezéséhez (felszíni, felszín alatti beépítettség)

A biztonságos nyeletéshez szükséges vizsgálatok:

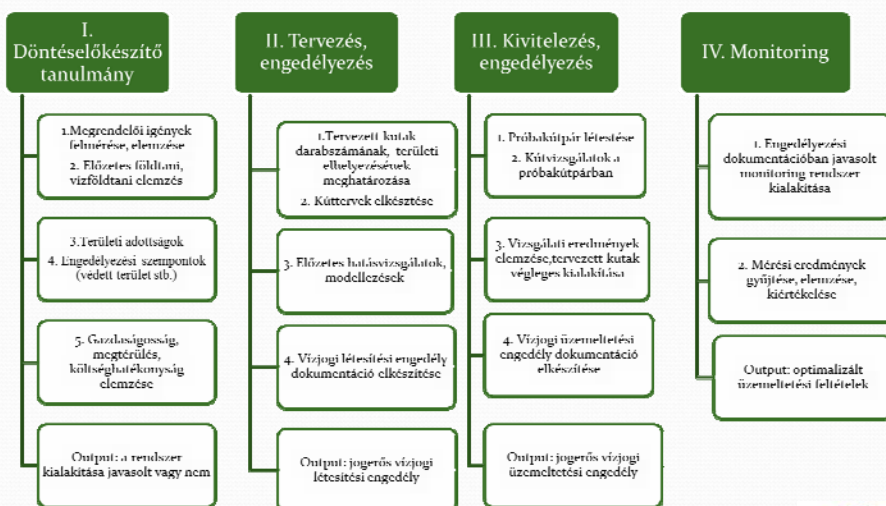
- a víztartó maximális vízszintjének meghatározása,
- nyeletési vizsgálatok,
- vízkémiai vizsgálatok

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Tervezés és kivitelezés



2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Tervezési és kivitelezési hibák I.

Tervezési hibák:

- Hőszükséglet – vízigény számítási hibák
- Aláméretezés
- Feldolgozott adatállomány pontatlansága, próbafúrás hiánya
- A kutak helyének megválasztása
- Termelő és nyelető kutak számának meghatározása
- Szűrőzési mélység és szűrőhossz meghatározása
- Kutak távolhatásának és egymásra hatásának vizsgálata
- Területi adottságok (beépítettség, egyéb termelések figyelmen kívül hagyása)

Kivitelezési hibák:

- Nem megfelelő kút kialakítás
 - kút anyagának helytelen megválasztása (pl. falvastagság)
 - kútfej gépészet (szivattyú)
 - csőszakaszok illesztése, kompresszorozás, tisztító szivattyúzás
- kútvizsgálatok elmaradása, vagy hibája
 - Leszívás-visszatöltődés vizsgálat; nyeletési próba

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



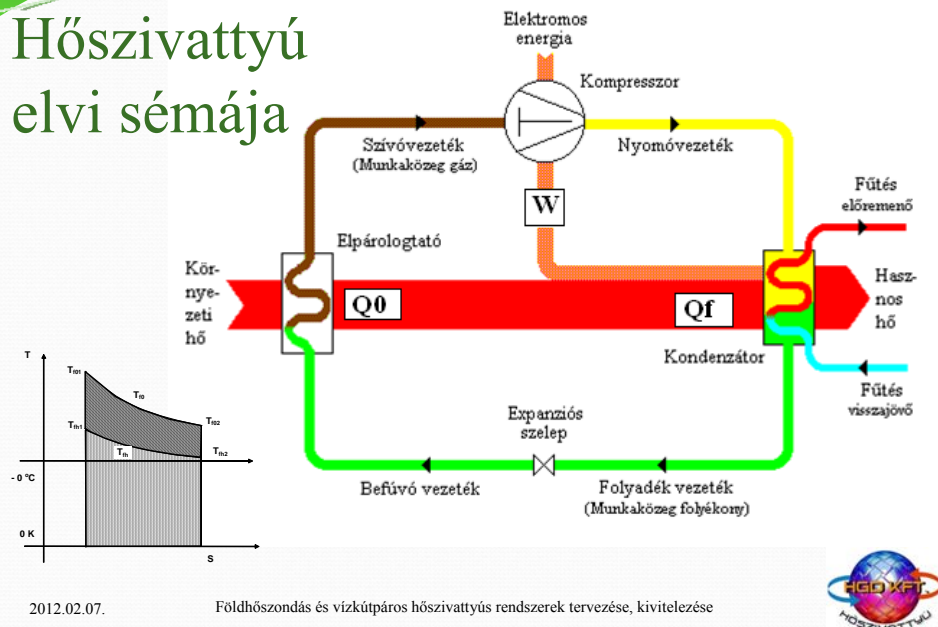
HŐSZIVATTYÚS RENDSZEREK GÉPÉSZETI TERVEZÉSE

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Hőszivattyú elvi sémája



Gépészeti előtervezés

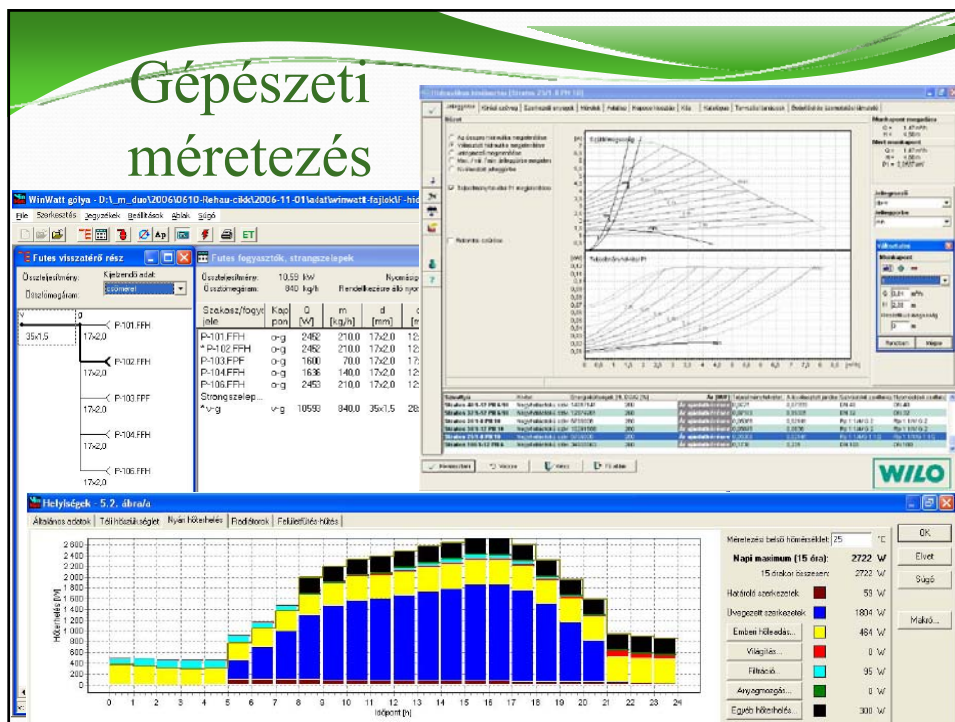
- Hőigény elsődleges becslése: 15~25W/m³ fűtési igény
- Hőtermelő berendezés választása
- Hőszivattyús primer oldal alkalmazhatósági vizsgálata (geológia, hidrogeológia)
 - Szondás rendszer: kb. 5kW/100 m (primer)
 - Vízkutas rendszer: kb. 10kW/30 l/perc (primer)
- Rendszerek gazdasági vizsgálata
- Döntéshozatal

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkút páros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Gépészeti méretezés



Gépészeti tervezés alapjai

- Rendelkezésre álló tervek és adatok begyűjtése
- Hőtechnikai méretezés a hatályos rendeletek alapján (7/2006. TNM R és 176/2008. KR)
- Technológiai igények figyelembevétele
- Fűtési és hűtési igények meghatározása
- Primer oldali igények meghatározása fűtési és hűtési esetben
- Választott primer oldal alapján az adatok továbbítása a szaktervező felé

Gépészeti tervezés – 30kW alatt

- Primer oldal kialakításának standardizálása tapasztalatok és tervezési irányelvek alapján
 - Szükséges fúrási méter
 - Szükséges vízmennyiség
 - Primer oldali alap kapcsolás
- Vizes rendszerek esetén szivattyú választása: minden rendszer esetén egyedi méretezés eredménye
- Eredmény: standard rendszerek kialakulása a 30kW alatti teljesítménytartományban, a hőszivattyú család teljesítménylépcsője szerint
- Ezek alapján lehetőség az engedélyezés egyszerűsítésére

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Gépészeti tervezés – 30kW felett

- Primer oldal egyedi kialakítása (hidro-)geológiai méretezés és modellezés alapján
- Esetleges technológiai hő figyelembevétele mind a forrás, mind a haszon oldalon
- A rendszer hidraulikai méretezése
- A méretezés alapján szivattyú(k) választása
- Eredmény: optimalizált rendszer az egyedi sajátosságok figyelembevételével a meghatározott feladatokra

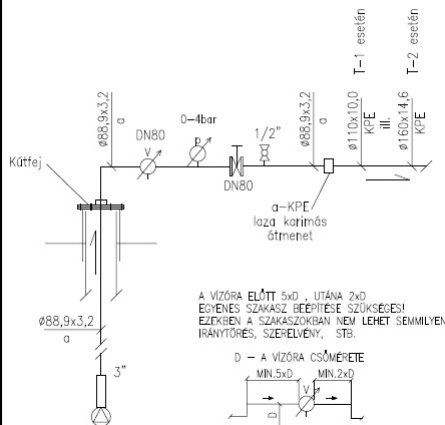
2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése

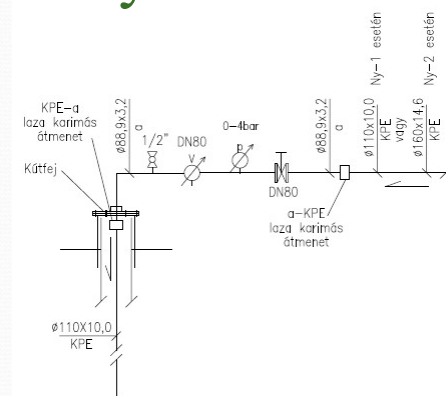


Kútgépészet

Termelő kút



Nyelető kút



2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Hőszivattyús rendszerek szabályozása

- Minden hőszivattyúra jellemző a fejlett belső szabályozás
 - Minden hőszivattyú visszatérő hőmérsékletre szabályoz
 - Időjárás-függő szabályozás
 - Főbb járulékos szerelvények szabályozása (szivattyúk, keverőszelep, stb.)
 - Lehetőség az üzemi paraméterek kiolvasására
 - Külső kommunikáció, input-output
- Speciális alkalmazás esetén külső vezérlők használata szükséges (pl. vízkút szintfigyelése, határhőmérséklet, stb.)

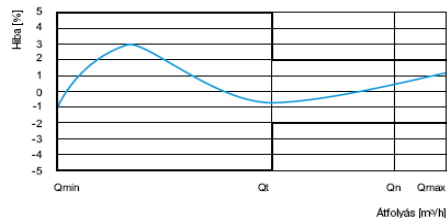
2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Vízutak – mért eredmények anomáliái 1

Látszólagos különbség a kitermelt és elnyeletett vízmennyiség között hitelesített óra esetén



Tipikus mérési görbe



Lehetséges okok:

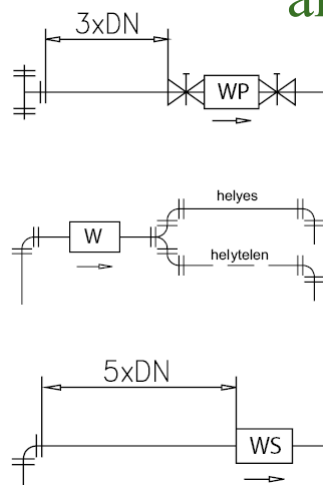
- Nem megfelelő mérőválasztásból adódó mérési pontatlanság

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



Vízutak – mért eredmények anomáliái 2



Lehetséges okok:

- Nem megfelelő tervezésből illetve beépítésből adódó mérési hiba
- Mechanikai sérülés
- Lebegő anyag miatti elkoszolódás

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



NCST 2020 tervek megvalósításához szükséges lépések

- Kormányzati szakmai együttműködés a Szövetségekkel
- Megújuló energia pályázati támogatáspolitikai
- Minősítő rendszerek bevezetése:
 - Gép, gépész, fűrészek, tervezők, stb.
- Oktatási tevékenység:
 - Általános és középiskolai „zöldkultúra” elterjesztése
 - Egyetemek: szakmérnöki képzés
 - Kamarák: mesteriskola
 - Szövetségek: szakmai napok
 - OKJ szaktanfolyamok

2012.02.07.

Földhőszondás és vízkútpáros hőszivattyús rendszerek tervezése, kivitelezése



HGD Geotermikus Energiát Hasznosító Kft.

✉: 1141 Bp., Zsigárd u. 21. *Székhely:* 1141 Bp.; Zsigárd utca 21 ☎: (36-1) 221-1458; Fax : (36-1) 422-0004
E-mail: info@hgd.hu; www.hgd.hu

Köszönöm a figyelmet!

