



HI-SMART: HIGHER EDUCATION PACKAGE FOR NEARLY ZERO ENERGY AND SMART BUILDING DESIGN

3. MODUL

3. FEJEZET: SZIVATTYÚK ALKALMAZÁSA

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



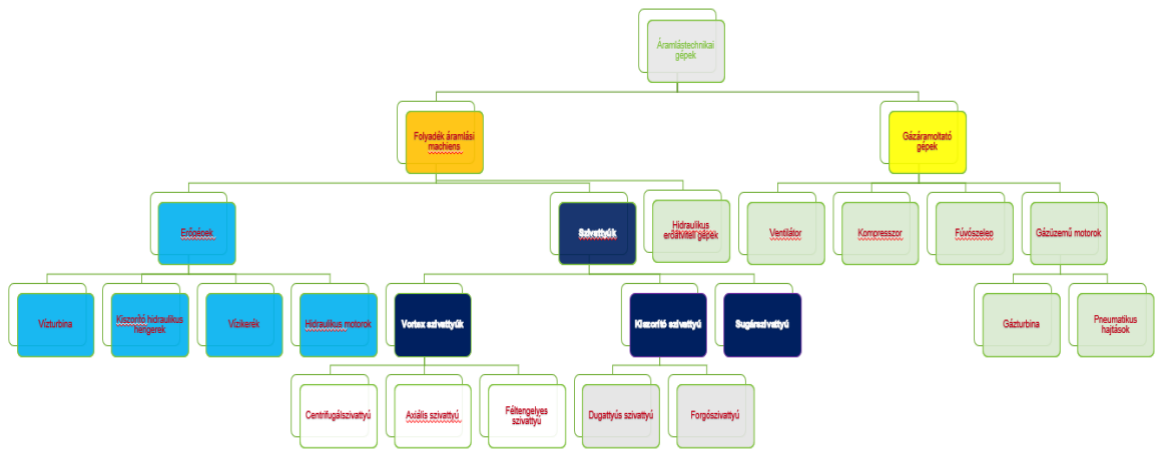
SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



1 AZ ELMÉLET ALAPJAI

1.1 SZIVATTYÚK

Az áramlástechnikai gépek fő feladata a folyadék vagy gáz szállítása nyitott vagy zárt rendszerben. Az áramlástechnikai gépek csoportosítása az 1. ábrán látható.



Ábra 1 Áramlástechnikai gépek

Az épületgépészeti gyakorlatban szivattyúkat, a hűtőberendezések esetében pedig kompresszort használunk. Ez utóbbi esetben azonban a kompresszor egy előre gyártott termékben van elhelyezve. A szivattyúk esetében azonban mérnöki feladat a megfelelő gép kiválasztása. A legtöbb esetben örvényszivattyút használunk az épületekben. A következőkben az áramlástechnikai gépek e családjába tartozó készülékeket vizsgáljuk meg.

1.2 SZIVATTYÚK HASZNÁLATA AZ ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN

Mint említettem, az örvényszivattyúkat jellemzően az épületgépészeti gyakorlatban használják. Az örvényszivattyúknak három fő típusa van.

Centrifugálszivattyúk: A centrifugálszivattyú működésének alapja a centrifugális erő: legfontosabb eleme a forgótányér, amelynek lapátjai a centrifugális erő segítségével gyorsítják fel a szivattyúháza belépő folyadékot. Ez tulajdonképpen két párhuzamos tárcsa, amelyek között ívelt vagy egyenes lapátok vannak. A növekvő fordulatszám a szivattyúháza lévő kinetikus energia növekedését is eredményezi. Energiává alakítva, megfelelő energiát biztosít a folyadék mozgatásához. A forgótárcsán kívül a tengely, a csigaház, a tömítés, valamint a szívó- és nyomónylás a centrifugálszivattyú fontos alkatrészei. Az egyik típusban,

a radiális áramlású járókerékkel ellátott centrifugálszivattyúban a folyadék növekvő sebességgel radiálisan a járókerék lapátjain mozog. Az épületgépészeti rendszerekben leggyakrabban használt típus.

Axiális, féltengelyes szivattyúk: Az axiálszivattyú a fogaskerékszivattyú után a legszélesebb körben használt berendezés. A szerszámgépektől a mezőgazdasági gépek járókerék-hajtásáig terjednek. Nagy üzemi nyomásuk (45 MPa), kedvező összehatásfokuk, hosszú élettartamuk és kiváló üzembiztonságuk miatt széles körben alkalmazzák őket. Meghatározó jellemzőjük, hogy a munkateret alkotó dugattyúk leggyakrabban egy henger kerületi felületén, ritkábban egy legfeljebb 45°-os félnyílásszögű kúpon helyezkednek el. A szivattyú és a hidraulikamotor felépítése alapvetően azonos. Az axiáldugattyús szivattyú lehet állandó vagy változó elmozdulású.

Az épületekben jellemzően centrifugálszivattyúk működnek. A szivattyúkat leggyakrabban három fő feladatkörben használják: fűtési és hűtési rendszerek; szennyvíz- és esővízrendszerek; nyomásfokozó, tűzvízhálózatok.

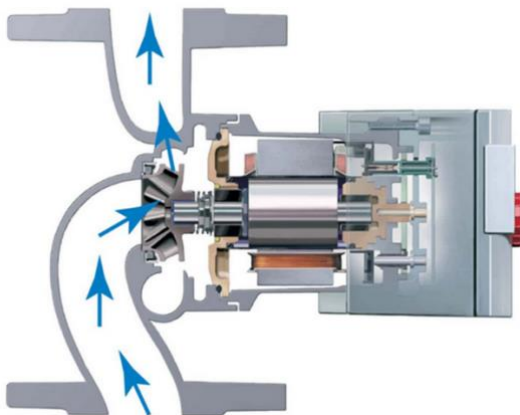


Ábra 2 A centrifugálszivattyúk típusai

2 CENTRIFUGÁLSZIVATTYÚK MŰKÖDÉSE

A centrifugálszivattyú működésének alapja a centrifugális erő: legfontosabb eleme a forgótányér, amelynek lapátjai a centrifugális erő segítségével gyorsítják fel a szivattyúházba belépő folyadékot. Ez tulajdonképpen két párhuzamos tárcsa, amelyek között ívelt vagy egyenes lapátok vannak. A növekvő fordulatszám miatt a szivattyúházban növekvő mozgási energia is nyomásenergiává alakul, hogy a folyadék mozgatásához megfelelő energiát biztosítson. A forgótárcsán kívül a centrifugálszivattyú fontos része a tengely, a csigaház, tömítés, valamint szívó- és nyomónylás. Az egyik típusban, a radiális áramlású járókerékkel ellátott centrifugálszivattyúban a növekvő sebességű folyadék sugárirányban mozog a járókerék lapátjain keresztül. A szívócsőbe belépő folyadék a lapátok között halad át, majd a

nyomócsövön keresztül a vezetékbe gyorsul. Mivel a kifolyó folyadék helyett folyamatosan új folyadék áramlik, a folyadék szállítása folyamatos. Ha a centrifugálszivattyúhoz azonos átmérőjű szívó- és nyomócsövek csatlakoznak, a szívó- és nyomófolyadék sebessége azonos lesz. A centrifugálszivattyú nem önfelszívó, ezért a szivattyúházat indítás előtt meg kell tölteni folyadékkal.



Ábra 3 Centrifugálszivattyú [wilo.com]

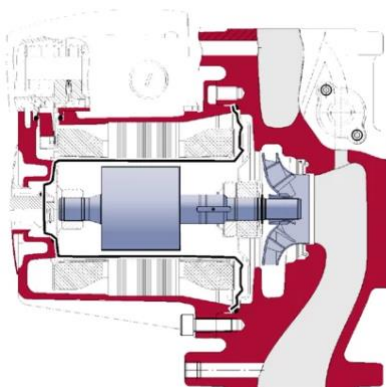
Az örvényszivattyú olyan szivattyútípus, amelybe a folyadék axiálisan lép be a járókerékbe. A szivattyúkra a folyadékok mozgatásához és a csőrendszerben lévő áramlási ellenállások miatti veszteségek leküzdéséhez van szükség. Ezenkívül a geodéziai magasságkülönbségeket is le kell küzdeni a különböző magasságban lévő szivattyúberendezések esetében. Az örvényszivattyúk felépítésük és energiaátalakítási módjuk szerint hidraulikus áramlástechnikai gépek. Bár sokféle szivattyúkonstrukció létezik, az örvényszivattyúk közös jellemzője, hogy a folyadék axiálisan lép be a járókerékbe. Egy villanymotor hajtja meg a szivattyútengelyt, amelyen a járókerék ül. A víz, amely a szívócsatornán és a szívócsatornán keresztül axiálisan lép be a járókerékbe, a járókerék lapátjainak radiális mozgása által irányított. A folyadék részecskékre ható centrifugális erők növelik a nyomást, valamint a sebességet, ahogy a folyadék a járókeréken keresztül áramlik. A járókerék elhagyása után a folyadék a szivattyúházban gyűlik össze. A ház felépítéséből adódó elhajlások miatt az áramlási sebesség ismét kissé csökken. Az energiaátalakítás tovább növeli a nyomást

2.1 A CENTRIFUGÁLIS CSÖVEK TÍPUSAI

2.1.1. NEDVES TENGYELŰ SZIVATTYÚ:

Egy nedves tengelyű szivattyú beépítésével, akár az előremenő, akár a visszatérő ágba, a víz gyorsan és intenzíven mozgatható. Ebben az esetben kisebb csőkeresztmetszetű cső használható. A fűtési rendszer költségei így alacsonyabbak lesznek. Ez azt eredményezi, hogy lényegesen kevesebb víz kerül a fűtési rendszerbe. A fűtés gyorsabban tud reagálni a

hőmérséklet-ingadozásokra és jobban szabályozható. Jellemzők Az örvényszivattyú járókerékre jellemző a víz radiális gyorsulása. A járókerék meghajtótengelye rozsdamentes acélból készült. Az ezen a tengelyen lévő csapágyak szinterezett szénből vagy kerámiából készülnek. A tengelyen lévő motor a szállított közegben forog. A víz keni a csapágyat és hűti a motort. A motor élő állórészét egy elválasztó cső választja el. Ez nem mágnesezhető rozsdamentes acélból vagy szénszálal anyagból készül, falvastagsága 0,1 ... 0,3 mm. Az állandó fordulatszámú motorokat speciális célokra (pl. vízellátó rendszerekben) használják.



Ábra 4 Nedves tengelyű szivattyú grundfos.com

Ha a nedves tengelyű szivattyút fűtési rendszerben használják, azaz radiátorok hőellátására, akkor a ház változó hőigényéhez kell igazítani. A külső hőmérséklettől és a külső hőforrástól függően különböző mennyiségű fűtővízre van szükség. A térfogatáramot a radiátorok elé szerelt termostatikus szelepek határozzák meg. A nedves tengelyű szivattyúk motorjai ezért több sebességre kapcsolhatók. Ez a fordulatszám-váltás kézzel, kapcsolókkal vagy dugókkal végezhető. Ez automatizálható külső kapcsoló- vagy vezérlőrendszerekkel, amelyek az idő, a nyomáskülönbség vagy a hőmérséklet függvényében szabályoznak. 1988 óta létezik

olyan kivitel, amely beépített elektronikával rendelkezik, amely folyamatosan szabályozza a fordulatszámot. A nedves tengelyű szivattyúk elektromos csatlakoztatása 1 ~ 230 V egyfázisú vagy 3 ~ 400 V háromfázisú hálózatra lehetséges, a mérettől és a szükséges szivattyúteljesítménytől függően. A nedves tengelyű szivattyúk nagyon egyenletes működésükkel tűnnek ki, és kialakításuk miatt nem rendelkeznek tengelytömítéssel. A nedves tengelyű szivattyúk mai generációja az építőköcka-elv alapján épül fel. Az egyes típusokat a méret és a szükséges szivattyúteljesítmény függvényében variálhatóan állítják össze. Ezzel az esetlegesen szükséges szivattyújavítások könnyen elvégezhetők az alkatrészek cseréjével. Fontos jellemzője ennek a konstrukciónak, hogy az üzembe helyezés során képes az önelszívásra.

2.1.2. STANDARD SZIVATTYÚ

A száraz tengelyű szivattyúkat nagyobb térfogatáram szállítására használják. A száraz tengelyű szivattyúk alkalmasabbak hűtővíz vagy agresszív közegek szállítására is. A nedves tengelyű szivattyúktól eltérően az itt szállított folyadék nem érintkezik a motorral. További

különbség a nedves tengelyű szivattyúkhöz képest a vízzel de flecting szivattyúház és a tengely, valamint a légkör közötti tömítés. Ez egy tömítéssel vagy mechanikus tömítéssel történik. A szabványos száraz tengelyű szivattyúk motorjai normál háromfázisú motorok, adott alapfordulatszámmal. Ezeket általában külső elektronikus fordulatszám-váltó vezérli. Ma már léteznek beépített elektronikus fordulatszám-szabályozással ellátott száraz tengelyű szivattyúk, amelyek a technológia fejlődésével a motor teljesítményének növelésére is rendelkezésre állnak. A száraz tengelyű szivattyúk általános hatásfoka lényegesen jobb, mint a nedves tengelyű szivattyúké. A száraz tengelyű szivattyúknak alapvetően háromféle kialakításuk van: Inline szivattyúk Ha a szívócsonk és a nyomócsonk ugyanabban a tengelyben van, és azonos névleges átmérőjű, akkor ezeket inline (egyenes vonalú) szivattyúknak nevezzük. Az inline szivattyúk léghűtéses, karimás szabványos motorral rendelkeznek. Az épületgépészetben ez a forma terjedt el a nagyobb teljesítményekre. Ezek a szivattyúk közvetlenül a csővezetékbe építhetők be. Egyrészt a csővezetéket konzollokkal lehet tartani, másrészt a szivattyú egy talapzatra vagy saját konzolra szerelhető. Blokkshivattyúk A blokkshivattyúk egyfokozatú, alacsony nyomású örvényszivattyúk blokkos kivitelben, léghűtéses szabványos motorral. A csigaházon a szívófűvóka axiálisan, a nyomófűvóka pedig radiálisan van elhelyezve. A szivattyúk alapfelszereltségként könyöktámasszal vagy motorlábbal vannak felszerelve. Standard szivattyúk Ezeknél az axiális bemeneti örvényszivattyúknál a szivattyú, a tengelykapcsoló és a motor egy közös alaplemezre van szerelve, ezért csak talapzatra szerelhető. A szállított közegtől és az üzemi körülményektől függően mechanikus tömítéssel vagy tömítéssel vannak felszerelve. A szivattyú névleges méretét a függőleges nyomónyílás határozza meg. A vízszintes szívócső általában egy névleges mérettel nagyobb.

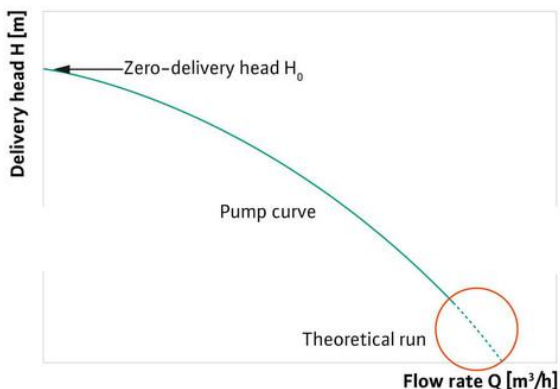


Ábra 5 Standard szivattyú grundfos.com

3 SZIVATTYÚ KIVÁLASZTÁSA (ZÁRT RENDSZER)

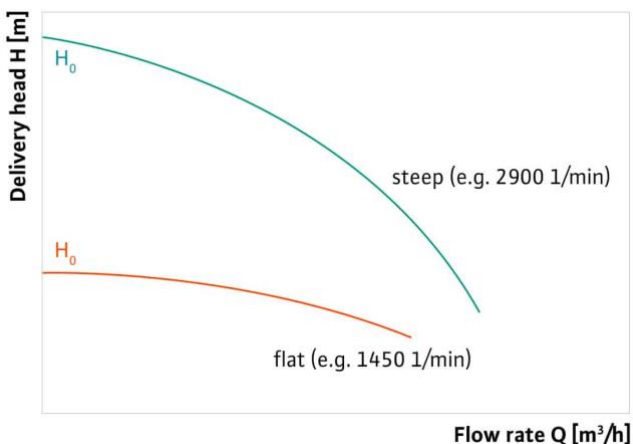
A szivattyúk kiválasztásához ismernünk kell a szállítandó rendszer két fő paraméterét: a szállítandó áramlási sebességet és a szükséges emelési magasságot.

A fűtési és hűtési rendszerek szükséges áramlási sebességének meghatározásához ismernünk kell a helyiség vagy az épület hőigényét és hőterhelését. A hőigényből és a hőellátó rendszer hőgradienséből egyértelműen meghatározható a szállítandó áramlási sebesség. A nyomás meghatározásához meg kell határozni az elosztóhálózat hidraulikai ellenállását és a hálózatban lévő rendszer elemeket. Az áramlási sebesség és a szállítómagasság ismeretében kiszámítható a szükséges szivattyú üzemi pontja, amely lehetővé teszi a különböző gyártók közül a legmegfelelőbb szivattyú kiválasztását.

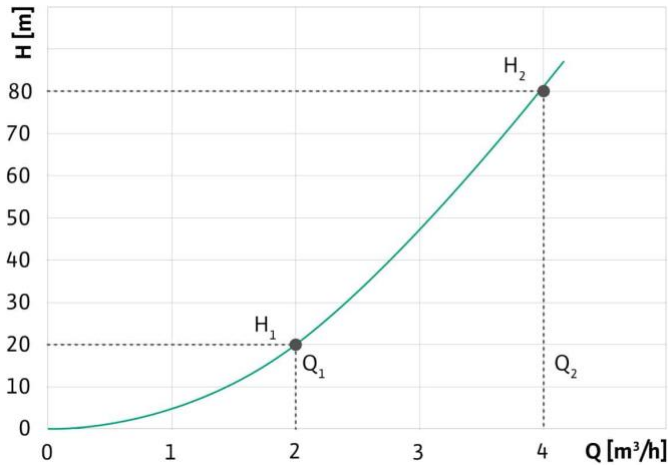


6. Ábra - Szivattyú jelleggörbe

Az egyes szivattyúk jelleggörbéje mutatja a szivattyú emelési magasságát adott áramlási sebesség mellett (6. ábra). A 7. ábra ugyanannak a szivattyúnak a jelleggörbét mutatja különböző fordulatszámok mellett.



7. Ábra Szivattyú jelleggörbék különböző sebességeknél



8. Ábra - Rendszer jelleggörbe

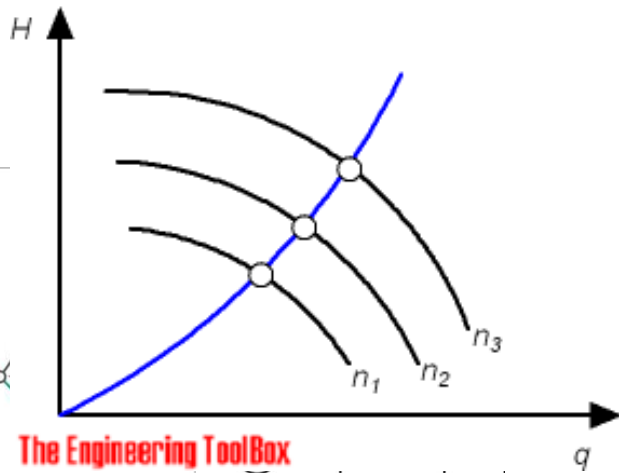
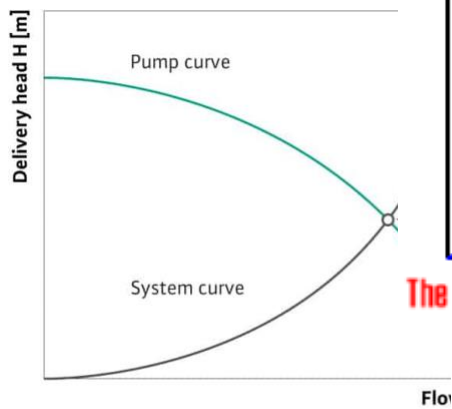
A 8. ábra egy hidraulikus rendszer jelleggörbét mutatja, amely egy affin parabola. Ha a 8. ábrán látható görbét, azaz a rendszer jelleggörbét kombináljuk a szivattyú jelleggörbéjével, akkor megkapjuk a kiválasztott szivattyúval rendelkező rendszer üzemi pontját. Ha állandó áramlási sebességű szivattyút használ, akkor a hidraulikus rendszerben a nyomás változtatásával (pl.

szelepek zárásával) az üzemi pont az állandó áramlási sebességgel működő szivattyú görbéje mentén fog mozogni. A szelepek zárása definíció szerint nagyobb nyomáskülönbséget eredményez delta p kisebb áramlási sebesség mellett. Ily módon beállíthatjuk a kívánt

áramlási sebességet, de a szivattyúnk hatásfoka nagymértékben csökkenni fog. A 9. ábra egy kiváló példát mutat erre a folyamatos szabályozásra. Látható, hogy a felső esetben mindkét termosztatikus radiátorszelep nyitva van. Ezzel a pillanatnyi beállítással a rendszerünk és a szivattyú jelleggörbéjének metszéspontjában alakul ki egy munkapont. Az alsó esetben az egyik szelep bezáródik, így a rendszerünk jelleggörbéje megváltozik, és új metszéspontot képez a szivattyú jelleggörbéjével. Ezáltal egy új munkapontot kapunk.

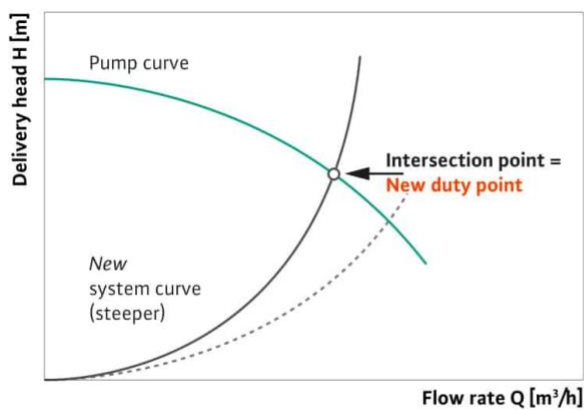
3.1 SZIVATTYÚSZABÁLYOZÁS

A fenti példát ma már nem használják szivattyúvezérlési módként, mert negatív energetikai következményekkel

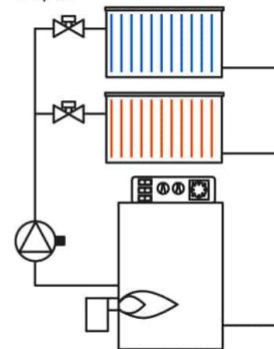


10. Ábra Változó fordulatszámú szivattyú

jár.



Only one thermostatic valve is open



9. Ábra Példa a szolgálati pontra

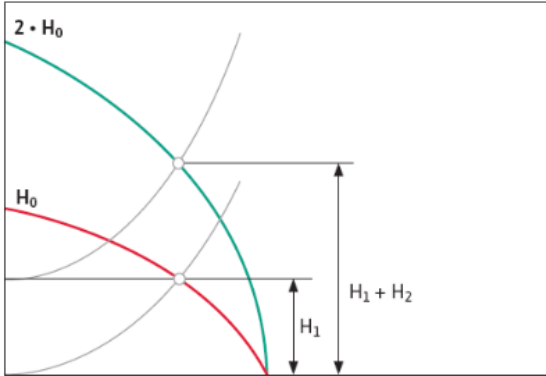
Manapság frekvenciaváltóval ellátott szivattyúkat használnak, amelyek képesek a szivattyú fordulatszámát az aktuális igényeknek megfelelően csökkenteni vagy növelni. Ebben az esetben, ahogy a 7. ábrán már látható, ugyanarra a szivattyúra más meredekséggörbe keletkezik, de szivattyúnk munkapontja az affin parabola mentén az alacsonyabb vagy magasabb fordulatszámú jelgörcbe felé tolódik el (10. ábra). Ebben az esetben szivattyúnk hatásfoka az eredeti munkapont elméletileg jól méretezett magas tartományában marad.

Megkülönböztetünk továbbá állandó nyomáskülönbség-szabályozást, változó nyomáskülönbség-szabályozást és állandó/változó nyomáskülönbség-szabályozást. Állandó esetben a szivattyú által létrehozott nyomáskülönbséget az elektronika állandó értéken, a beállított nyomáskülönbséget a beállított nyomáskülönbség-alapjelnél a térfogatáram megengedett tartományán belül a maximális jelleggörbéig tartja. Változó nyomáskülönbség esetén az elektronika a szivattyú által fenntartandó nyomáskülönbség alapjelet változtatja, pl. lineárisan H és $\frac{1}{2} H$ között. A nyomáskülönbség H alapjel az áramlási sebességgel nő vagy csökken. Állandó/változó szabályozás esetén Ebben az esetben a szivattyú által létrehozott nyomáskülönbséget az elektronika egy bizonyos áramlási sebességig (H 100 %) állandó értéken tartja. Ha az áramlási sebesség tovább csökken, az elektronika lineárisan változtatja a szivattyú által fenntartandó nyomáskülönbséget, pl. H 100 % és H 75 % között.

3.2 A SZIVATTYÚ MŰKÖDÉSI PÉLDÁI FŰTÉSI RENDSZERBEN

A fűtési rendszerekben, és természetesen a hűtési rendszerekben is, több szivattyú működhet egyidejűleg. Ha az egyes szivattyúk közötti kapcsolatot vizsgáljuk, két alapvető esetet különböztethetünk meg. Az első esetben a szivattyúk sorba vannak kapcsolva, a második esetben párhuzamosan. Sok esetben ez a rendszer tervezési sajátossága lehet, amelyet a tervezéssel elkerülhetünk, például nyomáskülönbség nélküli elosztó alkalmazásával, vagy az elsődleges és másodlagos körök hidraulikus elválasztóval történő szétválasztásával. Sok esetben azonban szándékosan használják a két tipikus szivattyúcsatlakozást.

A 11. ábra sorba kapcsolt szivattyúkat mutat. Ebben az esetben, amint az a rendszerábrán látható, az egyes szivattyúk emelési értékei összeadódnak, miközben a szállított áramlási sebesség állandó marad. Ez akkor fordulhat elő, ha a rendszerben nincs elegendő nyomáskülönbség, de az áramlási sebesség elegendő. Fontos megjegyezni, hogy a szivattyúk közötti kedvezőtlen kölcsönhatások elkerülése érdekében csak azonos típusú szivattyúkat ajánlott használni. Sok esetben ezt a megoldást "stimuláló" szivattyús megoldásnak nevezik, ami a nem megfelelően megtervezett, nem megfelelő szakembert használó rendszerekre

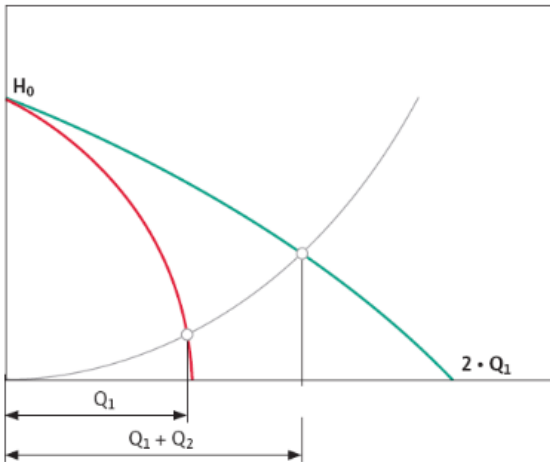


11. 11. ábra. Ábra Sorba kapcsolt szivattyúk

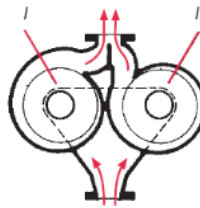
a másik csak készenléti szivattyú. Párhuzamos üzembem mindkét szivattyú egyszerre működik.



jellemző. A 12. ábra párhuzamosan kapcsolt szivattyúkat mutat, ahol a szállított térfogatáramok összeadódnak a emelési magasság állandó értékére. Ez az eset a tervezés miatt gyakoribb, különösen a folyadékűtők esetében. Nem szabad összetéveszteni a készenléti szivattyúval, mivel ebben az esetben csak az egyik szivattyú üzemel,

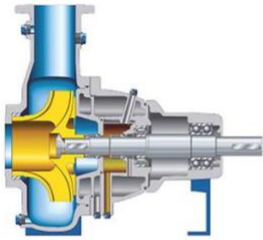


12. Ábra Párhuzamosan kapcsolt szivattyúk



4 EGYÉB ALKALMAZÁSOK

A szivattyúkat természetesen nem csak fűtési és hűtési rendszerekben használják. A mélyépítésben a szivattyúk másik talán legfontosabb alkalmazási területe a szennyvízszivattyúzás. Ahol csak lehetséges, a keletkező szennyvizet gravitációs úton vezetik el. Kiterjedtebb rendszerekben vagy kedvezőtlen terepviszonyok esetén azonban a gravitációs elvezetés nem kivitelezhető, és szivattyút kell használni. A szennyvíz vagy esővíz gravitációsan jut az átemelőszivattyú befogadó aknájába, ahonnan az alacsonyabb talajszintről egy magasabb talajszintre emelik. Ezek a rendszerek nyitott rendszerek, a szállítandó közeg minősége és összetétele változó. Ennek következtében ezek a szivattyúk sokkal robusztusabbak, erősebbek, ellenállóbbak és ezért drágábbak, mint például egy azonos méretű fűtőszivattyú. A 13. ábra 1-1 példát mutat a különböző kialakítású szennyvízszivattyúkra.



Waste water pump: Horizontal waste water pump with channel impelle



Waste water pump: Submersible motor pump with single-vane impelle



Waste water pump: Submersible motor pump with guide wire arrangement

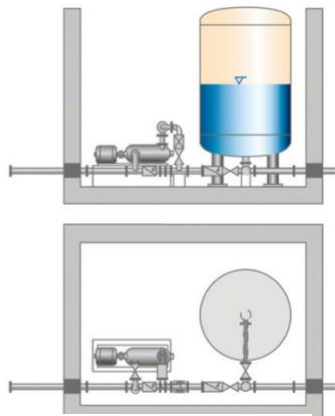
13. Ábra Szennyvízszivattyúk

A szivattyúzás másik fő területe a nyomásfokozás. Ezek a rendszerek nagyobb épületekben fordulnak elő, ahol például az



Pressure booster system: Package system with four variable speed pumps, ready for installation

ksb.com



14. Ábra Nyomásfokozó és tűzvédelmi szivattyúk

épület magasságából adódó nagy rendszernyomás-csökkenés miatt a szükséges nyomás egy bizonyos szint felett nem áll rendelkezésre. Toronyházak

esetében ez egy tipikusan megoldandó probléma. További nyomásfokozásra lehet szükség pl. belső tűzoltóhálózatoknál, ahol az adott ország tűzvédelmi előírásaiban meghatározott nyomásértékeket még a legkedvezőtlenebb helyen lévő fal

tűzcsap esetében is fenn kell tartani, vagy sprinklerhálózatoknál. Az ilyen szivattyúk vagy szivattyúcsoportok esetében a legtöbb esetben egy további kiegyenlítő tartályra van szükség az állandó nyomásértékek fenntartásához. A 14. ábra erre mutat példát.

5 HIVATKOZÁSOK

Wilo, Grundfos és más gyártók prospektusai és termékei

A projektet az Európai Bizottság támogatta. A kiadványban megjelentek nem szükségszerűen tükrözik az Európai Bizottság nézeteit.

Az Európai Unió
Erasmus+ programjának
társfinanszírozásával



STU

SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
KAISERSLAUTERN



ENERGIACLUB
CLIMATE POLICY INSTITUTE
APPLIED COMMUNICATIONS