

Pannon Egyetem
Gépészmérnöki Intézet (PEGMI)
Géptan Intézeti Tanszék

GÉPÉSZETI ISMERETEK

Veszprém
2014

TARTALOM

ELŐSZÓ	5
BEVEZETÉS	6
1. GÉPÉSZETI ALAPISMERETEK.....	9
1.1. Szabvány	9
1.2. Dokumentációk.....	10
1.3. Mértékegységek	11
1.4. Anyagok.....	15
1.5. Csőanyagok csoportosítása.....	23
2. GÉPRAJZ, MŰSZAKI FOGALMAK	27
2.1. Műszaki ábrázolás.....	27
2.2. Adathordozók	30
2.3. Rajzokon, folyamatábrákon használt jelölések.....	31
2.4. Új lehetőségek/megoldások	33
3. KÖTŐELEMELK, KÖTÉSEK, TÖMÍTÉSEK	35
3.1. Karimák.....	35
3.2. Megoldások.....	36
3.3. Karimakötés	37
3.4. Victaulic csőkötés	37
3.5. Tri-Clamp kötéselemek.....	38
3.7. A méretezésről.....	50
4. ÁRAMLÁSTECHNIKAI ISMERTEK (ALAPFOGALMAK, MENNYISÉGEK)	54
4.1. Áramlástan alapfogalmak.....	54
4.2. Az ideális/tökéletes és valóságos folyadék.....	54
4.3. Menntiségek.....	55
5. ALAPEGYENLETEK, ENERGETIKA (PASCAL EGYENLET, BERNOULLI-EGYENLET)	58
5.1. Nyugvó folyadék egyensúlya (Pascal egyenlet)	58
5.2. A Bernoulli-egyenlet.....	61
6. IMPULZUS ÉS PERDÜLET. INSTACIONER ÁRAMLÁS	65
6.1. Impulzus.....	65
6.2. Perdület-tétel	66
6.3. Súrlódásmentes, összenyomhatatlan közeg egydimenziós áramlása.....	66
6.4. A súrlódási veszteség.....	67

7. DIMENZIÓANALÍZIS. DIMENZIÓMENTES MENNYISÉGEK. ÁRAMLÁSI KÉPEK..	70
7.1. Hasonlóság.....	70
7.2. Hasonlósági számok, dimenziómentes mennyiségek.....	71
7.3. Az áramlások jellege	72
7.4. Dimenziómentes mennyiségek egyéb területen.....	73
7.5. Dimenzióanalízis.....	74
8. SZIVATTYÚK, JELLEGGÖRBE, MUNKAPONT.....	75
8.1. Szivattyúk.....	75
8.2. Jelleggörbe, teljesítmény, hatásfok.....	77
8.3. A szivattyúk üzemeltetése, munkapont, NPSH.....	80
8.4. Szivattyúk kapcsolása.....	81
8.5. Szabályozás.....	83
8.6. Kavitáció.....	84
9. CSÖVEK, CSŐVEZETÉKEK	85
9.1 A csövek feladata és rendszerezése	85
9.2 Csővezetékrendszer alapfogalmai.....	85
9.3. Csővezetékrendszerek tervezése és ábrázolása.....	87
9.4. Csővezetékek részei.....	92
9.5. Csőkötések.....	97
9.6. Csőmegfogások	98
9.7. Hőtágulás-kiegyenlítők.....	99
10. VIZEK KEZELÉSE.....	100
10.1. Szállítás.....	100
10.2. Tárolás – Tartályok	100
10.3. Keverés.....	105
11. ÜLEPÍTÉS, ÜLEPÍTŐ BERENDEZÉSEK	108
11.1. Ülepítés.....	108
11.2. Ülepítőberendezés(ek).....	109
11.3. Szennyvíztelepi ülepítők	109
12. SZŰRÉS. SZŰRÉSI EGYENLET. SZŰRŐBERENDEZÉSEK.....	112
12.1. Szűrés	112
12. 2. A szűrés sebessége, szűrési kísérletek.....	114
12.3. Szűrőberendezések.....	116
12.4. Szűrőberendezések kiválasztása	129
13. CENTRIFUGÁLÁS. JELZŐSZÁM. CENTRIFUGÁK ALKALMAZÁSA	130

13.1. Centrifugálás	130
14. KAPCSOLÓDÓ TÉMÁK, EGYEBEK	133
14.1. A hidraulikai átmérő meghatározása	133
14.2. Hidrociklon.....	134
IRODALOM.....	135
TOVÁBBI IRODALOM.....	136

ELŐSZÓ

Talán szokatlan, hogy ilyen összeállítás előszóval kezdődik, de a feladat sem szokásos, szokványos. Az összeállítóról ne is szóljunk.

Nem hiszek a véletlenben! Ezt már másutt is leírtam, itt sem resteltem megemlíteni. Amikor a felkérés megtalált, és komolyabban foglalkozni kezdtem a témával, azt követően nem sokkal egy konferencián vettem részt. A konferencia szervezése kapcsán voltunk egy vízerőmű mellett található múzeumban, ahol az egyik teremben megakadt a szemem egy képen (1. ábra).



1. ábra

Illés próféta – a hidroenergetika védőszentje

Ami az összeállítást illeti, arról a bevezetőben szólunk.

BEVEZETÉS

Az itt található összeállítás egy új kezdeményezés egyik tárgyának tananyagához készül(t). Az egész folyamat új lehetőség, mondhatni kihívás, amely ezzel együtt számtalan buktatót is tartalmaz. A bevezetővel szeretnénk elejét venni mindenfajta elégedetlenségnek, rosszallásnak, vagy ha úgy tetszik, szerény magyarázat a bizonyítványhoz, miközben bizonyítványt – reméljük – Önök (hallgatók) fognak kapni, mi nem.

A cél

A kurzus, s egyúttal ennek az összeállításnak a célja a segítség. Adni szeretnénk! Elsősorban nem papírt, hanem ismereteket. Tesszük ezt úgy, főleg az elején, hogy a hallgatóságról szinte semmit nem tudunk. Az anyag összeállításakor nem tudjuk, hogy milyen előzmény és tapasztalat a jellemző a várható hallgatóságra. Ez a tény nehezíti a helyzetet. Ugyanakkor az esetlegesen különböző előélet és szakmai háttér az oktatás során tartalmaz majd előnyt is, amelyet célszerű felhasználni a képzés során, elsősorban a hallgatóság javára, de az összeállításához is.

Egyúttal megfogalmazzuk a kérést: legyen közös a cél, amelyben fontos mindenkinek az építő hozzáállása.

Tárgy felépítése

A tárgy összeállításánál számtalan nehézség merült fel, amelyeket jobb, ha most nem sorolunk.

A fő cél az ésszerűség, tartalomban ill. majd megjelenítésben (ppt) és a számonkérésnél is. A legfontosabb szándék a segítség. Nemcsak a tanulmányok elvégzésében, hanem az életben fellelhető feladatokban is. A kurzus hallgatói nagy valószínűséggel közvetlenül érintve vannak a témával, ami egyúttal segítség is lesz a tananyag alakításához. Kaphatunk olyan észrevételeket, példákat, amelyek a tananyag formálásához, módosításához is hasznosak lehetnek, s egyúttal a hallgatótársak, későbbi hallgatók is kamatoztathatnak belőle.

Van egy tematika, amely alakul(hat), akár évről évre. Reményeink szerint bővílhet, frissülhet. A tárgy felépítéséhez, a kiinduláshoz, kaptunk támpontot (összeállítást), amely már a kidolgozásnál módosult.

Jelezni kell, hogy vannak témakörök, fejezetcímek, de a hangsúly, a részletezés nem azonos.

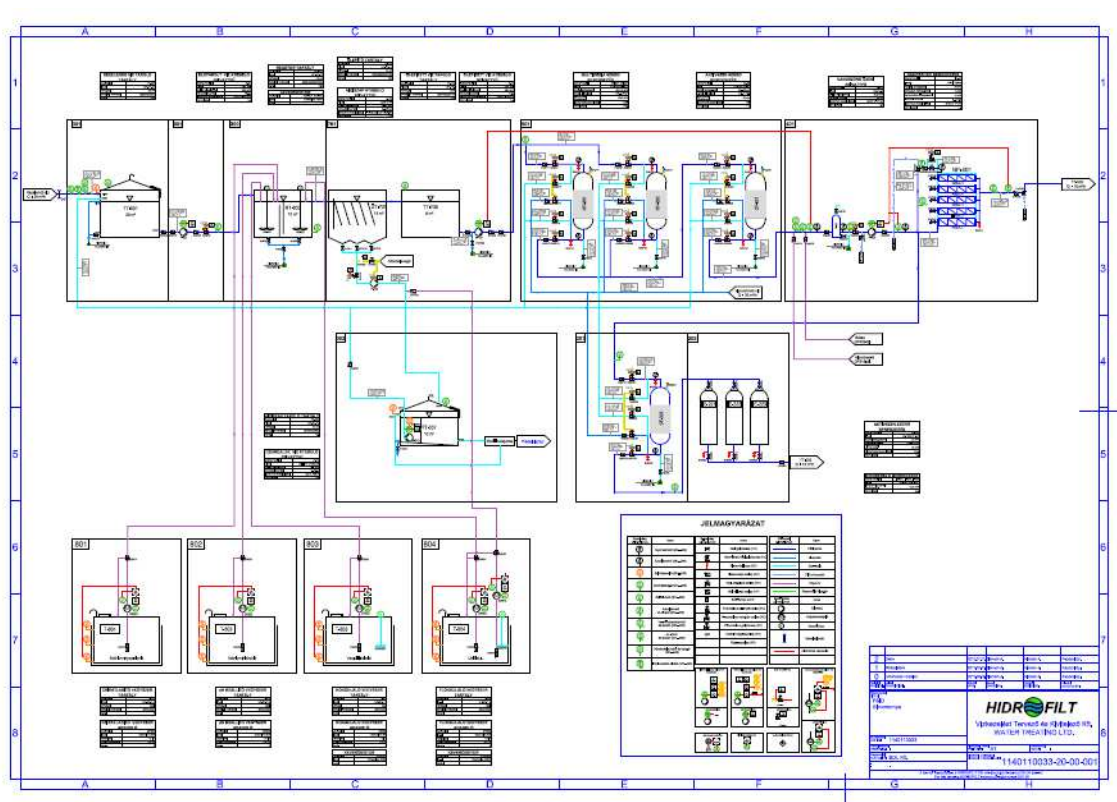
Tárgy felépítése

A felépítés jól látszik az alábbi tematikából, ismételve, hogy az egyes témák nem egyforma mélységgel szerepelnek.

1. Gépészeti alapismeretek
2. Géprajz, műszaki fogalmak
3. Kötelelemek, kötések, tömítések.
4. Áramlástechnikai ismertek (alapfogalmak, mennyiségek, mértékegységek)

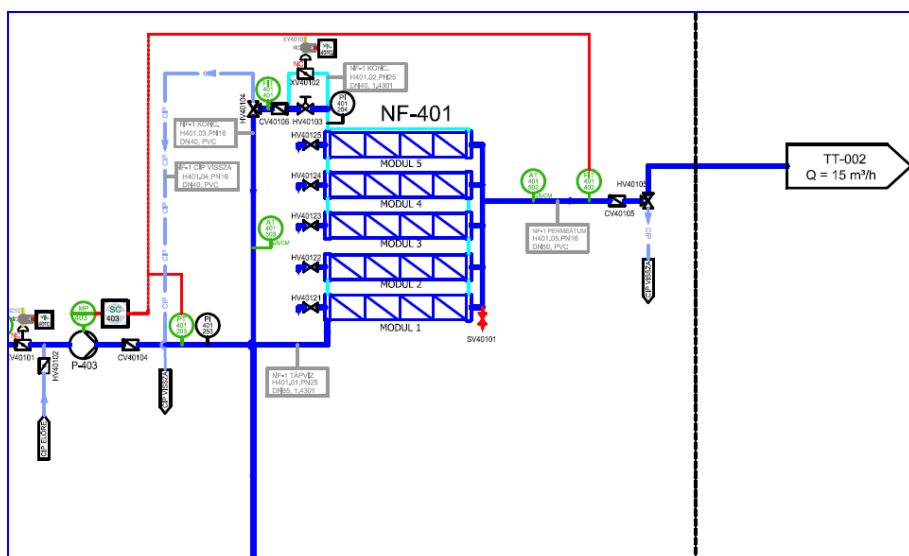
5. Alapegyenletek, energetika (Pascal egyenlet, Bernoulli-egyenlet,
6. Impulzus és perdület. Instacioner áramlás.
7. Dimenzióanalízis, dimenziómentes mennyiségek. Áramlási képek
8. Szivattyúk, jelleggörbe, munkapont
9. Csövek, csővezetékek, veszteségek
10. Vizek kezelése
11. Ülepítés, ülepítő berendezések.
12. Szűrés. Szűrési egyenlet. Szűrőberendezések.
13. Centrifugálás. Jelzőszám. Centrifugák alkalmazása.
14. Membránok. Membránszűrők. Nanoszűrés.
15. Levegőztetés
16. Kapcsolódó témák, egyebek (Vizsgálatok, minőség, mérés).

Akár a fentiek megerősítésére és a témák menet közben való alakítására példaként alapot adhat a 2. ábra, amely a HIDROFILT Kft. egyik munkájának P&ID rajzát mutatja.



2. ábra
Vízkezelési rendszer P&ID rajza
(HIDROFILT Kft.)

A témák tárgyalásánál érdemes lesz a 2. ábra egy-egy pontjára, pontjaira visszautalni, egy részletet kiemelni (3. ábra).



3. ábra

Vízkezelési rendszer P&ID rajza (HIDROFILT Kft.) — részlet
(2. ábra részlete)

Itt a *Bevezetésben* e jelzéssel szeretnénk elejét venni minden plágium vádnak. Az összeállítás számtalan fellelhető/elérhető anyagból való válogatással, rendszerezéssel, azokra való építéssel készült, természetesen törekedve a minél pontosabb hivatkozásra, utalásra az irodalmak említésekor. Amennyiben ez figyelmetlenségből elmaradt volna, elnézést kérünk az érintettektől, s jelzés esetén pótolni fogjuk, de semmiképpen sem szerettünk volna valakit is kihagyni. Az viszont nem kizárt, hogy átvettünk egy anyagot valahonnan, amely már szintén egy ilyen művelet eredménye volt.

Minden észrevételt köszönettel vesszünk!

1. GÉPÉSZETI ALAPISMERETEK

Az egész tárgy /Gépészeti ismeretek/ viselhetné ezt a címet, kiegészítve az „alap” előtaggal, de az ugyanúgy kelthetné a nagyképszerűség látszatát, mivel ennyi oktatási időben, ilyen tananyag terjedelemben nem lehet alapozni. Viszont lehet beszélni a témáról.

A gépek, berendezések szakszerű üzemeltetése és karbantartása nem nélkülözheti az alapvető műszaki ismeretek elsajátítását/megismerését. Egy adott gép vagy berendezés működésének megismerése, megértése csak úgy lehet teljeskörű, ha annak kezelője, használója tisztában van alapvető műszaki ismeretekkel.

1.1. Szabvány

Itt lehet megemlíteni a szabványok, szabványosítás kérdését, anélkül, hogy a részletekbe bemennénk.

Szabványosítás

Szabványosítás: lényegét tekintve céltudatos egységesítési és szabályozási tevékenység.

Célja: a rendszeresen ismétlődő műszaki-gazdasági feladatokra egységes megoldási módok meghatározása és azok alkalmazása.

Szabvány: műszaki előírás, amely a szabvány tárgyára vonatkozóan tartalmaz:

- tulajdonságokat
- előírásokat (mennyiségi, minőségi)
- követelményeket, továbbá ezek vizsgálatának és ellenőrzésének módját
- paramétereket.

A szabványosítás jelentősége: segítségével a rendszeresen ismétlődő műszaki-gazdasági feladatok

- egységesen
- a leggazdaságosabban
- a megkívánt minőségben
- biztonságosan oldhatók meg.

A szabványosítás tárgya lehet termék, termény, létesítmény, berendezés (szabványai az un. termékszabványok), műszaki és gazdasági tevékenység körében használt fogalmak, meghatározások, jelölések, jelképek, ábrázolási-, mérési- és számítási módok (szabványai az un. alap szabványok), munkavédelem, élet-, egészség-, testi épség-, környezet védelmét szolgáló műszaki követelmények, szervezési, ügyviteli, dokumentációs rendszerező módszerek, eszközök, szolgáltatások műszaki követelményei, minőség értékelése, tanúsítására vonatkozó eljárások és módszerek

A szabványok fajtái

A szabványok csoportosítását meghatározó két szempont:

- a szabvány kibocsátója

- a. szabvány hatálya (kötelező érvénye)

Vállalati szabvány Kibocsátó: a vállalat vezetője

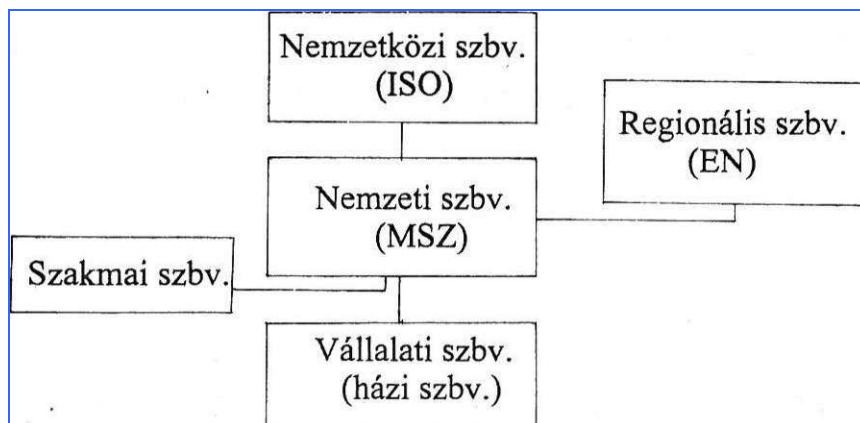
Hatálya: csak a vállalaton belüli feladatok megoldására terjed ki Termelő, szolgáltató vagy kereskedelmi tevékenységet végző szerv vagy személy hozhatja létre, *nem tartalmazhat a Magyar Nemzeti Szabványokkal ellentétes előírást.*

Magyar Nemzeti Szabvány

Kibocsátó: Magyar Szabványügyi Testület

Kibocsátói jel: MSZ

Szabványok kidolgozásának szintjei



1.1. ábra

Szabványok rendszere

1.2. Dokumentációk

Némely témakörben előkerül a dokumentáció témája, de fontosnak tartjuk e helyen is kiemelni ezt a témát. Az egyes berendezések dokumentációja szigorú követelményeknek kell, hogy megfeleljen. Van olyan terület, ahol éppen az előbb említett szabványok rendelkeznek erről. Példaként szerepeljen a tartályok esete, amelyekre korábban az un. NYEBSZ, ma pedig a PED rendelkezik.

Készülékek dokumentációja

A nyomástartó edények gyártásához, engedélyezéséhez és használatához szükséges dokumentációk tartalmát a NYEBSZ írja/írta elő.

Megjegyzés:

- az EU-csatlakozás után a NYEBSZ helyett a **PED (Pressure Equipment Directive)** lépett életbe, aminek a magyar változata a 9/2001 (IV.5) GM rendelet.

Edények, tartályok és hasonló vegyipari készülékek összeállítási rajzán elegendő számú metszetben és nézetben minden részletet meg kell mutatni, az alkatrészek valamennyi lényeges méretét fel kell tüntetni. Beméretezve kell ábrázolni a hegesztési varratok keresztmetszetét. A

csonkok elrendezését külön kell ábrázolni, a csonkjegyzékben a csonkok jelét, rendeltetését, névleges méretét fel kell sorolni. Be kell méretezni a beépítési méreteket. Az adatokat és jellemzőket összefoglaló táblázat tartalmazza:

- az edény úrtartalma
- üzemi nyomás
- méretezési nyomás
- próbanyomás
- üzemi hőmérséklet
- méretezési hőmérséklet
- veszélyességi osztály
- a készülék tömege üresen, üzemi állapotban és nyomáspróbakor
- a szilárdsági számításban figyelembe vett dinamikus tényező (szükség esetén)
- a hegesztési varratok szilárdsági tényezője
- a gyártásra és vizsgálatokra vonatkozó szabványok és előírások.

Több nyomásterű edények esetén az előbbi adatokat minden térre külön kell megadni. Az összeállítási rajzon kell előírni, ill. közölni a hegesztési varratok készítésének módját az esetleges hőkezelés szükségességét, a felhasználandó szerkezeti anyagok szabványos megnevezését (nem szabványos anyagok esetében az egyértelmű elnevezést és más, az azonosításhoz szükséges adatokat). A nyomástartó edények dokumentációjának tartozéka a szilárdsági számítás és a műszaki leírás, a csomagolásra, szállításra és emelésre vonatkozó előírások.

(Ott majd kicsit bővebben is szólnunk erről.) Hasonló módon a rajz területén a feltüntetendő tételeknél szigorú szabály rendelkezik a csonkok dokumentálásáról.

1.3. Mértékegységek

Adott fizikai jelenség (pl. hőmérséklet, terület, tömeg stb.) mérhető tulajdonságának egységni mennyiségét mértékegységnek nevezzük. Magyarországon az 1960-ban elfogadott SI (Système International d'Unités) nemzetközi mértékegység-rendszert a 8/1976. (IV.26.) MT* rendelet tette kötelezővé az ISO31-0 szabványban előírtak szerint.

Ennek a gyakorlatban történő alkalmazása azonban még mára sem nevezhető problémamentesnek (gondoljunk csak pl. a teljesítmény mérésére szolgáló mértékegységek átszámítására: $1 \text{ LE} = 0,75 \text{ kW}$, illetve $1 \text{ kW} = 1,36 \text{ LE}$), holott hazánkban 1980 óta hivatalosan ezt kell használni. Ugyanakkor vannak olyan mértékegységek, amelyek nem szerepelnek ebben a rendszerben, ám törvényesen mégis használhatók. Így a mértékegységeket három csoportra osztották:

- 1) a nemzetközi mértékegység-rendszer (SI) egységei;
- 2) a nemzetközi mértékegység-rendszeren kívüli, korlátozás nélkül használható mértékegységek (pl. liter, óra, km/h, °C stb.);
- 3) a nemzetközi mértékegység-rendszeren kívüli, kizárólag meghatározott szakterületen – pl. mezőgazdaság – használható mértékegységek (pl. tonna [t], hektár [ha] stb.).

Az SI-rendszer mindössze hét alap és két kiegészítő mértékegységet határoz meg (1.1. táblázat). A további mértékegységek az alap és kiegészítő mértékegységekből kerültek le származtatásra. Így pl. a terület = hosszúság x hosszúság, vagyis méter x méter = m^2 . A gépészeti gyakorlatban leggyakrabban előforduló származtatott mértékegységeket az 1.2. táblázat tartalmazza.

1.1. táblázat: Az SI mértékegység-rendszer alap- és kiegészítő egységei

A mennyiség megnevezése	Az egység	
	neve	jele
Alapegységek		
Hosszúság	méter	m
Tömeg	kilogramm	kg
Idő	másodperc	s
Elektromos áramerősség	amper	A
Hőmérséklet	kelvin	K
Fényerősség	kandella	cd
Anyagmennyiség	mol	mol
Kiegészítő egységek		
Síkszög	radián	rad
térszög	szteradián	sr

1.2. táblázat: Az alapegységekből származtatott egységek

A származtatott mennyiség		Az egység		
megnevezése	jele	neve	jele	mértékegysége
Terület	A	-	-	m^2
Térfogat	V	-	-	m^3
Sűrűség	ρ	-	-	$kg \cdot m^{-3}$
Sebesség	v	-	-	$m \cdot s^{-1}$
Gyorsulás	a	-	-	$m \cdot s^{-2}$
Szögsebesség	ω	-	-	$rad \cdot s^{-1}$
Erő	F	newton	N	$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
Nyomás	p	pascal	Pa	$N \cdot m^{-2}$
Munka, energia	W, E	joule	J	$N \cdot m$
Teljesítmény	P	watt	W	$J \cdot s^{-1}$
Térfogatáram	Q_v	-	-	$m^3 \cdot s^{-1}$
Tömegáram	Q_m	-	-	$kg \cdot s^{-1}$
Elektromos feszültség	U	volt	V	$W \cdot A^{-1}$
Elektromos ellenállás	R	ohm	Ω	$V \cdot A^{-1}$
Frekvencia	f	hertz	Hz	s^{-1}
Rezgésidő	T	-	s	s

A készülékeket terhelő hatások

1.3.1. A nyomás

A vegyipari készülékek alapvető terhelése a nyomás. Itt a nyomás alatt a légkörhöz viszonyított túlnyomást szokás érteni, melyet az edényben lévő töltet fejt ki annak falára.

Hengeres köpenyeknél a belső nyomás húzófeszültséget, míg a külső túlnyomás nyomófeszültséget. Egy bizonyos külső túlnyomás, az ún. kritikus nyomás felett a készülék stabilitását veszti, behorpad. Míg egy bizonyos belső túlnyomás felett a készülék fala alkotója mentén felreped.

A nyomás alatt dolgozó berendezések nyomásfokozatuk szerint lehetnek:

vákuum	0,7 bar
kis nyomás	10 bar
közepes	50 bar
nagy	300 bar
ultra-nagy	efölött

Az alábbi nyomásokat szokták megkülönböztetni:

Légköri nyomás	p_l
Abszolút nyomás	p_a
Vákuum	
Üzemi nyomás	$p_{\bar{u}}$
Névleges nyomás	p_n
Lefúvató nyomás	p_f
Tervezési nyomás	p_t
Próbanyomás	p_{pr}

Légköri nyomás (p_l): A légköri levegő nyomása a föld felszínén. Nagyságát sok tényező befolyásolja (földrajzi helyzet, időjárás stb.). A műszaki gyakorlat 1 bar értékkel veszi figyelembe.

Abszolút nyomás (p_a): A légüres térhez viszonyított nyomás. A gyakorlatban ez 0 bar nyomást jelent.

Vákuum: A légköri nyomásnál kisebb nyomás, melyet abszolút és túlnyomásban is szokás megadni, ill. azt, hogy az illető nyomás mennyivel kisebb a légköri nyomásnál (pl.: 200 v.o.mm vákuum).

Üzemi nyomás ($p_{\bar{u}}$): Az a legnagyobb (vákuum esetén az a legkisebb) nyomás, amely a technológiai folyamat elvégzéséhez szükséges, figyelmen kívül hagyva a töltet hidrosztatikai nyomását, illetve azt a rövid időtartamú megengedett nyomásnövekedést, amely a biztonsági szerelvények és más biztonsági berendezések működése idején fellép. Ehhez járul hozzá a töltet hidrosztatikai nyomása.

Névleges nyomás (p_n): Adott hőfokon megengedett legnagyobb üzemi nyomás, amely mellett a készülék elemei tartósan üzemeltethetők. Ezzel az értékkel jellemezzük a szabványos készülékelemeket. Hivatkozási célokra megfelelően alkalmas kerek szám a nyomás számszerű jelölésére pl. PN16.

Lefúvató nyomás (p_f): A biztonsági, vagy lefúvató szelep teljes nyitásáig kialakuló nyomás. Nagysága az alkalmazott biztonsági szelep típusától függ.

Tervezési (méretezési) nyomás (p_t): Az edény üzemi feltételeihez tartozó nyomás, amelyre a készüléket méretezni kell, amelyre a szilárdsági számítást végezni kell. A tervezési nyomásnál az üzemi nyomáshoz a hidrosztatikai nyomást hozzá kell adni, ha az az üzemi nyomást 5 %-kal meghaladja.

Ha a biztonsági berendezések működésekor az edény nyomása 10 %-kal meghaladja a méretezési nyomást, akkor a berendezést a biztonsági szelep vagy biztonsági berendezés teljes nyitásához tartozó nyomás 90 %-ára kell méretezni.

A nyomások sorrendje:

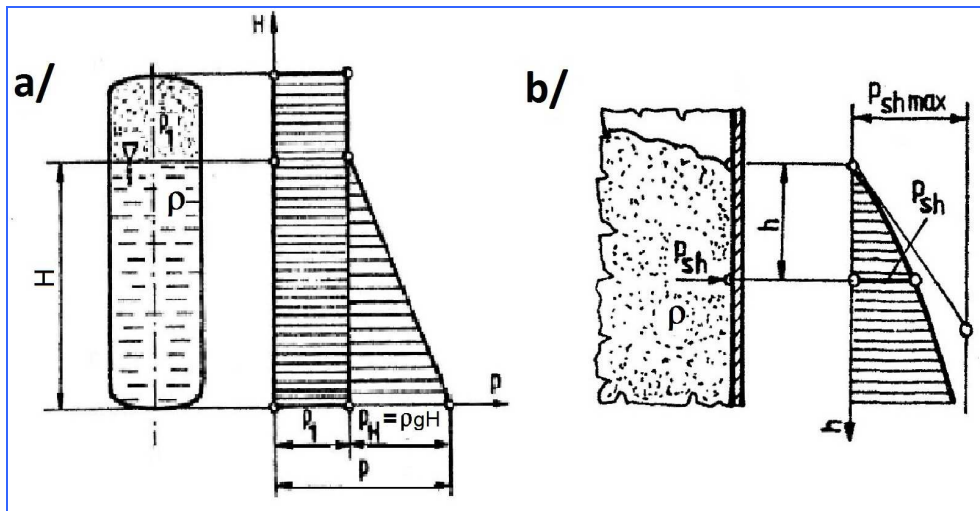
$$p_l - p_a - p_{\bar{u}} - p_n - p_f - p_t$$

Tehát a tervezési nyomás a nyomáshatároló típusától és az üzemi körülményektől függ.

Engedélyezési nyomás (p_e): Az a legnagyobb nyomás, amely mellett az illetékes hatóságok a készüléket üzemeltetni engedik. Legfeljebb a tervezési nyomás lehet. A készülék elhasználódásával értéke csökken.

Próbanyomás (p_{pr}): A készülék vizsgálati nyomása. (Később még részletesen!)

Hidrosztatikai nyomás (p_h): A folyékony töltetből adódó többletnyomás (1.2. ábra).



1.2. ábra

Hidrosztatikai ($p_h = \rho g H$) és silónyomás értelmezése

A 1.3. táblázat a névleges nyomássort tartalmazza túlnyomásban. A készülékben uralkodó nyomást a térfogat megváltoztatásához hasonlóan, célszerű szabályosra választani.

1.3. táblázat

Névleges nyomássor

Névleges nyomássor (bar túlnyomás)		
1,0	10	100
	12,5	125
1,6	16	160
	20	200
2,5	25	250
3,0	32	320
4,0	40	400
	50	500
6,0	63	630
8,0	80	800

1.3.2. A hőmérséklet

A szerkezeti anyagok szilárdsági jellemzői nagymértékben függenek a hőmérséklettől, míg a nyomástól (a feszültségtől) gyakorlatilag függetlenek. A hőmérséklet csökkenésével a szakítószilárdság és a rugalmassági modulus kismértékben nő, de ugyanakkor nő a ridegtörés veszélye is. Elzárt, az ún. hideg készülékeket méretezési hőmérséklete a próbanyomás hőfoka, azaz a környezeti hőfok.

Vegyipari készülékeknél a méretezés szempontjából a hőmérséklet nagyobb problémát je-

lenthet, mint a nyomás. Nagy hőfokról, magas hőmérsékletről 400 °C felett szokás beszélni. A szerkezeti elemek kúszni kezdenek és maradandó alakváltozást szenvednek. Ilyenkor az időtartam- szilárdság vagy húzáshatás jellemzőit kell a szilárdsági méretezéshez használni.

Néhány hőmérséklet:

- Légtéri, t_l
- Abszolút, T
0-tól (-273,16 °C)
- Környezeti, t_k
- Szobahőmérséklet, t_e
- Üzemi, t_{ii}
- Edényfali, t_f
- töltet felől
- közeg felől
- Méretezési, t

A méretezési hőmérséklet nagyobb vagy egyenlő a falhőmérséklettel:

$$t \geq t_f$$

Ha a fal hőfoka nem határozható meg, vagy a töltet hőfoka emelkedhet, akkor a fal hőfokát legalább 50 °C-kal emelni kell.

Negatív hőmérsékletnél a szilárdsági méretezés hőfoka 20 °C. A mértékadó üzemi hőmérsékletnél figyelembe kell venni a szerkezeti anyag ridegtörési hajlamát is.

$$t \geq t_f + 40 \text{ °C} \quad \text{szigetetlen,}$$

$$t \geq t_f + 20 \text{ °C} \quad \text{szigetelt esetben.}$$

A 1.5. táblázat szabványos hőmérsékletsorozatot tartalmaz, amelyet a nyomáshoz és térfogathoz hasonlóan szintén célszerű szabványos értékre választani.

1.4. táblázat Szabványos hőmérsékletsorozat

Szabványos hőmérsékletsorozat (°C)		
Negatív	Közepes	Nagy
- 200	0	410 520 630
- 185	20	420 530 640
- 150	100	430 540 650
- 120	150	440 550 650
- 100	250	450 560 670
- 70	300	460 570 680
- 50	350	470 580 690
- 40	375	480 590 700
- 30	400	490 600
- 25		500 610
- 15		510 620

1.4. Anyagok

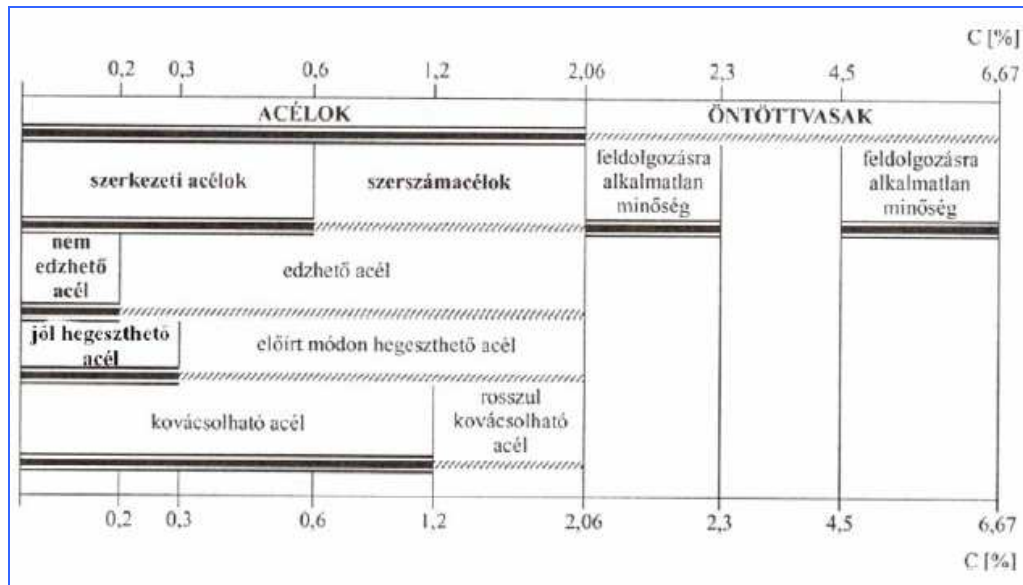
Számtalan terület van, amelyet érinteni, akár bővebben ismertetni kellene/lehetne. Az anyagok – az érintett területen fellelhető, alkalmazott anyagok – kapcsán külön fel kell hívni a figyelmet az anyagok sokféleségére, amelyek ma már itt is alkalmazásra kerülnek, külön is ki-

emelve a műanyagok alkalmazását.

A gépészet a műszaki anyagok széles körét alkalmazza. A legfontosabb anyagokat és azok jellemző tulajdonságait a következőkben részletezzük.

1.4.1. Vas- és acélanyagok

A vas- és acélanyagok nagy mennyiségű (min. 60 %) szénvasat és legfeljebb 6,67 % szenet tartalmazó ötvözetek. A széntartalom függvényében változik a tulajdonság (1.3. ábra). A vasat érceiből állítják elő kohászati úton vagy közvetlen redukcióval. A kohósítással előállított vasat nyersvasnak nevezik.



1.3. ábra

Az acélok osztályozása

Az acélok a 2,06 %-nál kisebb széntartalmú vas-szén ötvözetek. Felhasználási szempontból megkülönböztetünk szerkezeti, szerszám és ún. különleges acélokat. A szerkezeti acélok főként gépelemek, gépszerkezetek anyagaként kerülnek felhasználásra. Jól kovácsolhatók, hegeszthetők és forgácsolhatók. A szerszámacélokat a fémek és egyéb más anyagok megmunkálására használják. Széntartalmuk 0,6 %-nál magasabb, rendszerint kemény, edzett és megeresztett állapotban használják fel. Ötvözetlen és ötvözött formában egyaránt ismeretesek.

Főbb ötvözőik: wolfram (W), króm (Cr), mangán (Mn), nikkel (Ni). A különleges acélok rendszerint nagy hőállósággal (>500 °C), hidegszívósággal (-60 °C alatti), korrózióállósággal, kopásállósággal, öregedésállósággal, esetleg mágneses tulajdonsággal rendelkeznek.

Az öntvények lehetnek öntöttvasak vagy acélöntvények. Az öntöttvasak olvadáspontja alacsony, zsugorodása kicsi, formakitöltő képessége jó. Az acélöntvények ugyanakkor rosszabb önthetőséggel rendelkeznek. Hidegre és megre könnyen megrepednek, ezért öntés után hőkezelés szükséges. Az öntvényeket olyan gépelemek anyagaként használják fel, amelyek terhelés alatt is merevek, rezgéscsillapító hatásúak, bonyolult szerkezetűek, így más eljárással csak nagyon költségesen gyárthatóak le.

1.4.2. Rozsdamentes acélok

1.4.2.1 Történelmi áttekintés

A vas-króm ötvözetek korrózió ellenálló képességét először a francia Pierre Berthier fedezte fel, aki észrevette azok bizonyos savakkal szembeni ellenálló képességét és felhasználásukat az evőeszköz gyártás területén javasolta.

Azonban a 19. század szakértői nem tudták előállítani a legtöbb mai rozsdamentes acélra jellemző alacsony szén és magas krómtartalmú ötvözeteket, viszont a magas króm ötvözetek, melyeket gyártani tudtak túlzottan törekenyek voltak a gyakorlati felhasználáshoz.

A késői 1890-es években kifejlesztett egy aluminothermikus technológiát a szénmentes króm gyártására. 1904 és 1911 között számos kutató, főként a francia Leon Guillet készített a mai rozsdamentes meghatározásának megfelelő ötvözetet.

1912. októberében Friedrich Krupp mérnökei, Benno Staus és Eduard Maure szabadalmaztatták az ausztenites rozsdamentes acélt.

1.4.2.2 Típusai

Rozsdamentes acél az az ötvözött acél, amely minimum 10,5% krómot tartalmaz. Az acél krómtartalma és a levegő oxigéntartalma kémiai kölcsönhatásra lép amelynek következtében egy igen vékony, láthatatlan króm-oxid réteg képződik a lemez felületén. Az a réteg védi meg az acélt a korróziótól. Ez a réteg sérülhet mechanikus úton (karcolás, köszörülés), vagy hő hatására (hegesztés), így az anyag átmenetileg ki van téve a korrózió veszélyének. Mivel a króm-oxid réteg öngyógyító, a védőréteg újra képződik. Ezt a folyamatot a nikkel felgyorsítja.

Az rozsdamentes acélokat az ötvöző anyag tartalmuktól függően kialakuló szövetszerkezetük alapján az alábbi csoportokba soroljuk.

Ausztenites acél

A legelterjedtebben használatos rozsdamentes acél típus, amely jellemzően 16-25% króm tartalom mellett 7-25% nikkelt is tartalmaz. A nikkelnek köszönhetően szövetszerkezete teljesen ausztenites, nem mágnesezhető. Magas a korrózióval szembeni ellenálló képessége, jól hegeszthető és széles hőmérsékleti tartományon belül használható. A króm és nikkel mellett további ötvözőanyagok adagolásával az egyes tulajdonságok befolyásolhatók.

Martenzites acél

Edzhető rozsdamentes acél, 10,5-13% jellemző nikkel tartalommal. A korrózióálló képessége korlátozott, a hőmérséklet emelkedésével csökken. Szívós, erős és kemény, így jellemző felhasználási területe a penge- és késgyártás.

Ferrites acél

Krómtartalma 10,5-17%, nikkelt nem tartalmaz. Alaptulajdonságaiban hasonlít a szén-acélokhöz, de krómtartalma miatt magasabb a korrózióval szembeni ellenálló képessége, de alacsonyabb, mint az ausztenites acéloké. Mágneses és viszonylag jól nyújtható. Jellemző felhasználási területe a háztartási gépek, közlekedési eszközök gyártása, valamint a belső építmények.

Duplex (Ferrit-Ausztenites) acél

A ferrites acéloknál több, 22-25% krómot és az ausztenites acéloknál kevesebb, 5-7% nikkelt tartalmaz, melynek hatására részlegesen ausztenites, vagy másként ferrit-ausztenites szövet-szerkezet alakul ki. Így korrózió ellenálló képessége legalább olyan magas, mint a megfelelő ausztenites minőségé, miközben mechanikai jellemzői, főként szilárdsága annál magasabbak. Továbbá tartalmaz 0,3-4% molibdént, mely részben a korrózióval, részben a savakkal szembeni ellenálló képességét növeli.

1.5. táblázat Rozsdamentes anyagminőségek (DIN 17007) szerint

Ausztenites	Ferrites	Ferrites martenzites	Hőálló ausztenites
1.4301	1.4509	1.4016	1.4878
1.4306	1.4510	1.4034	1.4828
1.4541	1.4511		1.4841
1.4401	1.4512		1.4845
1.4571			1.4876
1.4435			
1.4436			
1.4438			
1.4406			
1.4439			

1.6. táblázat Néhány fontosabb nemzeti és ISO szabvány összehasonlító táblázata

MSZ (magyar)	DIN 17007	DIN 17006	AFNOR NF (francia)	GOST (orosz)	AISI/SEA (USA)	B.S. (angol)	EURONORM (nemzetközi)
KO 1	1.4000	X 6 Cr13	Z 6 C13	08X13	403	403 S 17	X6 Cr13
	1.4002	X6 Cr Al 13	Z 6 CA 13		405	405 S 17	X 6 Cr Al 13
KO 2	1.4006	X 10 Cr 13	Z 12 C13	12X13	410	410 S 21	X10 Cr 13
KO 3, H 16	1.4016	X 6 Cr17	Z 8 C17	12X17	430	430 S 15	X 6 Cr 17
KO 11	1.4021	X 20 Cr 13	Z 20 C 13	20X13	420	420 S 37	X 20 Cr 13
	1.4024	X 15 Cr 13	-	-	-	420 S 45	X 10 Cr 13
KO 12	1.4028	X 30 Cr13	Z 30 C13	30X13	-	420 S 45	X 30 Cr 13
KO 13	1.4034	X 46 Cr 13	Z 40 C14	40X13	-	420 S 29	X40 Cr13
KO 16	1.4057	X20CrNi 17 2	Z 15 CN16-2	20X17H2	431	431 S 29	X 19 CrNi17 2
KO 3 S	1.4104	X 12 CrMoS 17	Z 10 CF 17	-	430 F	-	X 6 CrMoS 17
	1.4112	X 90 CrMoV 18	-	-	440 B	-	-
KO 6	1.4113	X 6 CrMo 17	Z 8 CD 17-01	-	434	434 S 17	X 6 CrMo 17
KO 14	1.4125	X 105 CrMo 17	Z 100 CD 17	-	440C	-	-
KO 33	1.4301	X 5 CrNi 18 10	Z 6 CN 18-09	08X18H10	304	304 S 15	X 5 CrNi 18 10
	1.4303	X 5 CrNi 18 12	Z 8 CN 18-12	06X18H11	308	305 S 19	X 5 CrNi 18 10
KO 36 S	1.4305	X 10 CrNiS 18 9	Z 10 CNF 18-09	-	303	303 S 21	X 10 CrNiS 18 9
KO 41 LC	1.4306	X 2 CrNi 19 11	Z 2 CN 18-09	03X18H11	304 L	304 S 12	X 2 CrNi 18 10
	1.4311	X 2 CrNiN 18 10	Z 2 CN 18-10 Az	-	304 LN	304 S 62	X 2 CrNiN 18 10
	1.4313	X 5 CrNi 13 4	Z 5 CN 13-04	-		425 C 11	
	1.4401	X 5 CrNiMo 17 12 2	Z 6 CND 17-11	-	316	316 S 16	X 5 CrNiMo 17 12 2
	1.4406	X 2 CrNiMoN 17 12 2	Z 2 CND 17-12 Az	-	316 LN	316 S 61	X 2 CrNiMoN 17 12 2
	1.4429	X 2 CrNiMoN 17 13 3	Z 2 CND 17-13 Az	-	316 LN	316 S 62	X 2 CrNiMoN 17 13 3
KO 38 LC	1.4435	X 2 CrNiMo 18 14 3	Z 2 CND 17-13	-	316 L	316 S 11	X 2 CrNiMo 17 13 3
	1.4436	X 5 CrNiMo 17 13 3	Z 6 CND 17-12	-	316	316 S 16	X 5 CrNiMo 17 13 3
	1.4460	X 8 CrNiMo 27 5	-	-	329	-	-
KO 4 Ti	1.4510	X 6 CrTi 17	Z 8 CT 17	08X17T	430 Ti	-	X 5 CrTi 17
	1.4511	X 6 CrNb 17	Z 8 CNb 17	-	-	-	-
	1.4512	X 6 CrTi 12	Z 6 CT 12	-	409	409 S 19	X 5 CrTi 12
KO 44 ELC	1.4539	X 2 NiCrMoCu 25 20 5	Z 1 NCDU 25-20	-	-	-	-
KO 36 Ti, KO 37 Ti	1.4541	X 6 CrNiTi 18 10	Z 6 CNT 18-10	12X18H10T	321	321 S 12	X 6 CrNiTi 18 10
	1.4542	X 5 CrNiCuNb 17 4	Z 6 CNU 17-04	-	630	-	-
KO 37 Nb	1.4550	X 6 CrNiNb 18 10	Z 6 CNNb 18-10	08X18H12	347	347 S 17	X 6 CrNiNb 18 10
KO 35 Ti	1.4571	X 6 CrNiMoTi 17 12 2	Z 6 CNDT 17-12	10X17H13M2 T	316 Ti	320 S 31	X 6 CrNiMoTi 17 12 2

1.4.2.3 Rozsdamentes acélok megmunkálása

A forgácsoló és alakító megmunkáló eljárások tervezése és végrehajtása során számolni kell azzal, hogy a rozsdamentes acélok a közönséges acéloktól eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek.

Ennek megfelelően különös gondossággal kell eljárni már a konstrukciós kialakítás tervezésekor, valamint a gyártási technológia előírásakor. Összehasonlítva a közönséges acéllal, az alábbi különbségek fogalmazhatók meg:

- A nemesacél megmunkálásakor nagyobb erők lépnek fel, így magasabb a gyártási folyamat energiaszükséglete is.
- A megmunkálások sebessége lényegesen alacsonyabb kell legyen, ugyanakkor sokkal intenzívebb hűtésre van szükség.
- A geometriai pontossági követelmények elérése fokozott gondosságot igényel a nemesacéloknál. A nagyobb megmunkálási erő és energiaszükséglet következtében a fellépő mechanikai és hő deformációk a munkadarabok méret-, alak- és helyzethibáiban jelennek meg. A rozsdamentes acélok rossz hővezető képessége az előzőekben említett negatív hatásokat tovább erősíti. A munkadarabokon a megmunkálás környezetéből a felesleges hő sokkal lassabban tud eltávozni, s ennek nyomán nő a helyi túlmelegedések veszélye. A nemesacélokra jellemző viszonylag magas hőtágulási együttható azt eredményezi, hogy már kis hőmérséklet különbség hatására is jelentős hő deformáció lép fel, ami tovább nehezíti a fokozott pontossági követelmények elérését.
- A korrózióálló acélokra jellemző felkeményedési folyamat a nagy alakváltozásokkal járó megmunkálásoknál nemkívánatos szakadáshoz vezethet. A jelentős alakváltozás zónájában mindenkor felület-durvulás is megfigyelhető, ami a munkadarabok optikai tulajdonságait hátrányosan változtatja meg.
- Az előzőekben felsorolt mechanikai tulajdonságok miatt a rozsdamentes acélok képlékenyalakítása nehezebb feladat.
- Nagy alakváltozásokkal járó gyártási folyamat során közbenső lágyítások is szükségessé lehetnek.
- Az idegen rozsdák képződésének veszélye szintén fontos tényező, ami a megmunkálás környezetének, az alkalmazott szerszámoknak, a csomagolás módjának, számos más gyártási folyamatnak a megválasztásában játszik szerepet.
- A nemesacélok feldolgozása, kezelése során figyelembe kell venni, hogy nem mágnesezhetők.

1.4.3. Alumínium és ötvözetek

Az alumíniumot bauxitból állítják elő: először kémiai úton timföldet, majd ebből elektrolízissel alumíniumot nyernek. Az alumínium előállításának mellékterméke a vörös-iszap. Az alumínium kiváló hő- és villamosvezető képességgel rendelkezik, hidegen és melegen egyaránt jól alakítható. Sűrűsége 2600-2700 kg/m³. Korrózióállóságát a felületén kialakuló összefüggő, tömör oxidrétegnek köszönheti. Emiatt azonban csak különleges eljárással hegeszthető.

A gyakorlatban általában ötvözőanyagokkal javítják az alumínium tulajdonságait. Fő ötvözői: szilícium (Si), réz (Cu), magnézium (Mg), cink (Zn), mangán (Mn), valamint titán (Ti), króm

(Cr), nátrium (Na), amelyek önmagukban nem változtatják meg az ötvözet tulajdonságait, de javítják a fő ötvözők hatását.

Az ötvözők mennyiségétől és minőségétől, valamint arányától függően alakítható és önthető alumíniumötvözeteket ismerünk.

Alakítható alumíniumötvözetek: főként szilárdságnövelő ötvözőket (pl. Cu vagy Mg) tartalmaznak. Közülük a legismertebbek az „Y” ötvözetek (Al-Cu-Ni), az „avial” ötvözetek (Al-Mg-Si) és a „duralumíniumok” (Al-Mg-Mn). Az Y ötvözetekből magas hőmérsékletnek kitett alkatrészeket (pl. motorok hengerfeje), az avial ötvözetekből korróziálló eszközöket (pl. szabadtéri tartályokat) állítanak elő. A duralumíniumokat különböző gépelemek anyagaként hasznosítják.

Az önthető alumíniumötvözetek fontosabb ötvözőanyagai a Si, Cu, Mg és a Zn, melyek az önthetőséget javítják. Egyik legismertebb önthető alumíniumötvözet a „szilumin” (Al és Si ötvözete), amelyből bonyolult kialakítású, nagy szilárdságú alkatrészeket (pl. motorház, szivattyúház) készítenek.

1.4.4. Réz és ötvözetei

A rézet oxidos és szulfidos érceiből állítják elő kohászati úton, melyet elektrolízissel finomítanak tovább. Az ipari tisztaságú réz a vörösréz, melynek hő- és villamosvezető képessége, illetve képlékenysége kiváló. A réz sűrűsége 8900 kg/m³, olvadáspontja 1083 °C. Fontosabb ötvözetei a sárgarézt és a bronz.

A sárgarézt a réz (Cu) és a cink (Zn) ötvözetéből készílik alakítható vagy önthető változatban.

A bronzok az alkalmazott ötvözőelemek alapján ónbronzzok, ólombronzzok, alumíniumbronzzok, mangánbronzzok és kobaltbronzzok lehetnek. Az ónbronzzokból különböző gépelemek, pl. csapágyperselyek készülnek. Az ólombronzzokból a jó siklási tulajdonságaik miatt csapágybélésfémként használatosak. Az alumíniumbronzzokat egymáson csúszó gépelemek előállítására használják, de a pénzérmék is ebből készülnek. A mangánbronzzokból főként magas hőmérsékletnek, a kobaltbronzzokból pedig korrózióknak kitett alkatrészek készülnek.

1.4.5. Műanyagok

A műanyagok mesterséges úton előállított, vagy átalakított óriásmolekulákból álló, szerves széntartalmú anyagok. Előnyös tulajdonságaik a kis sűrűség, a jó alakíthatóság, a könnyű megmunkálhatóság, az elektromos szigetelőképeség, a jó hang- és hőszigetelés, a vegyi hatásokkal szembeni ellenállás.

A feldolgozási technológiájuk alapján a műanyagokat alapvetően két fő csoportra lehet osztani (bár már léteznek átmenetet képező műanyagok is):

- a hőre keményedő (*thermoset*),
- a hőre lágyuló (*thermoplastics*), illetve a rugalmas műanyagokra.

A hőre lágyuló műanyagok amorf vagy részben kristályos szerkezetűek, lineáris vagy elágazó, hosszú, fonal alakú molekulaláncokból állnak. Polikondenzációs és láncporimerizációs úton állítják elő. Szakítószilárdságuk a hőmérséklet emelkedésével fokozatosan csökken, végül plasztikus állapotba kerülnek. Lehűtve ismét megszilárdulnak, felvéve eredeti állapotukat. Legfontosabb típusai:

- polietilén (PE) - sátorfólia, szatyor, palack, vízvezeték, elektromos vezetők szigetelésére, vízvezeték, hordók, csövek, vezetékek, háztartási eszközök készítésére.

- polipropilén (PP) - élelmiszeripari csomagolás, háztartási eszközök, járműalkatrész (például lökhárító), kötelek, húrok, szőnyegek, ragasztószalagok, tartályok, csomagolófóliák háztartási eszközök készítése.
- polisztirol (PS) - csomagoló anyag, élelmiszer csomagolás, eldobható pohár, tányér, evőeszköz, CD és DVD tartók.
- akrilnitril butadién sztírol (ABS) - elektronikai eszközök borítása (például monitor, nyomtató, billentyűzet).
- poli(etilén-tereftalát) (PET) - üdítő palack, fólia, mikrohullámtűrő csomagolás.
- poliamid (PA) - szálgyártás, csapágygolyó, horgászszinór, autóipari borítások.
- poli(Vinil-Klorid) (PVC) - csőgyártás, kábelborítás, zuhanyfüggöny, ablakkeret, padlóburkoló, fóliák(viaszosvászon, linóleum), cipők és táskák készítésére felhasznált műbőr, elektronikai készülékek alkotórészei, játékok, szigetelők gyártására használt polimer.
- poliuretán (PU) - szigetelő hab, tűzvédelmi hab, autóipar.
- polisztirol (PS) - porózus anyagok(szivacsok), expandált sztírol(hő és hangszigetelő) és csomagolóanyagok gyártására.

A legtöbb hőre keményedő műanyag bizonyos hőmérsékleten megkeményedik, és ezt az állapotot lehűtve és ismételt felmelegítéskor is megtartják. Így az eredeti állapotuk nem állítható vissza. Legfontosabb típusai:

- telítetlen poliészterek,
- vinilészterek,
- epoxigyanták,
- poliuretánok (PUR),
- polikarbamidok (PU),
- szilikongyanták,
- fenoplasztok,
- aminoplasztok,
- melamin-formaldehid gyanták.

1.4.6. Gumik és gumikombinációk

A műszaki gyakorlatban használatos gumiárukat természetes vagy mesterséges úton előállított kaucsukból készítik, mely kaucsuk tulajdonságai nagymértékben meghatározzák a belőle készített gumi tulajdonságait. A gyártás során a kaucsukhoz különböző adalékanyagokat (pl. gyorsítókat, vulkanizáló-szereket, aktivátorokat), töltőanyagokat (pl. kormot – ettől kapja a gumi a jellegzetes fekete színét) és segédanyagokat (pl. öregedés-gátlókat, stabilizátorokat) adnak. A gumi legfontosabb adalékanyaga a kén (S). A gumi rugalmas anyag. A legtöbb anyaghoz képest már kis erővel is nagymértékben deformálható, és a deformáló erő megszűnte után (a csekély maradó deformációtól eltekintve) ismét felveszi eredeti alakját. Képes így viselkedni sokszor ismétlődő deformációs ciklusok esetén is. A gumi a műszaki gyakorlatban – így a víztechnológiai gépészetben is – igen széles körben felhasználható anyag. A vázanyag nélkül készülő gumiiipari gyártmányok elsősorban tömítések (pl. O-gyűrűk, alakos tömítőgyűrűk), illetve vulkanizált gumirugók lehetnek. A vázanyagokkal (pl. acél vagy textil) történő erősítés javítja a gyártmány szilárdságát, így pl. ékszíjak vagy gumiabroncsok előállítására kiválóan alkalmas.

1.4.7. Üvegek

Az üveg a szilícium-oxid olyan szilárd oldata, amely lehűlés közben kristályosodás nélkül

megy át mechanikailag szilárd állapotba. Az üvegek kémiai szerkezete a folyadékok állapotához hasonlóan véletlenszerűen alakul ki az olvadt ömledékből a megszilárdulás pillanatában. A különbség a folyadék- és az üvegállapot között az, hogy megszilárdult állapotban az üvegszerkezetet (üvegállapotot) alkotó atomok hőmozgása gátolt. Nagyságrendileg mintegy 100 000-féle üveget ismerünk.

A műszaki gyakorlatban használt üvegek főbb változatai a következők:

- sík- és huzalbetétes üvegek: épületek, üvegházak üvegezésére;
- többrétegű ragasztott üvegek: járművek, erő- és munkagépek vezető- és kezelőfülkéinek ablakai (több réteg egymásra ragasztásával készül az ún. biztonsági üveg is);
- edzett üvegek: a felmelegítés, majd gyors lehűtés hatására az üvegben a belső feszültségek egyensúlyba kerülnek, amely töréskor megbomlik és az üveg néhány mm-es, nem éles darabokra hullik;
- habüvegek: hang- és hőszigetelésre használják, könnyűek, vízállóak és éghetetlenek;
- üvegszálak: üveggyapot, -fonál, -szövet és optikai szálak készülnek belőle.

1.4.8. Kompozit anyagok

A kompozit anyagok vagy más néven társított anyagok olyan összetett anyagok, amelyek két vagy több különböző szerkezetű és makro-, mikro- vagy nano- méretekben elkülönülő anyagkombinációkból épülnek fel, a hasznos tulajdonságok kiemelése és a káros tulajdonságok csökkentése céljából. A legősibb ismert kompozit anyag a vályog, amely szalmából és magas agyagtartalmú talajból készül.

A kompozitok alapanyaga az erősítő fázis segítségével ér el jobb tulajdonságokat. Az alapanyagot mátrixnak, a többi elemet pedig második (vagy erősítő) fázisnak is nevezzük. A kompozitok bármilyen két anyag (fém, kerámia, polimer stb.) kombinációjaként előállíthatók elő. A gyakorlatban a kompozitoknak több előnye is van. Elsősorban lehetővé teszik, hogy a tulajdonságoknak egy különleges kombinációját hozzuk létre. Másrészt ezek a tulajdonságok egy adott tartományon belül folyamatosan változhatnak. A kompozitok harmadik lényeges sajátossága, hogy olyan fizikai tulajdonsággal is rendelkezhetnek, melyek nem érhetők el külön-külön egyik alkotójával sem. Mindegyik esetben a cél a végtermék tulajdonságainak optimalizálása különböző alapanyagok együttes használatával. Kitűnő és az igényeknek megfelelően szabályozható a szilárdságuk, képlékenységük és korrózióállóságuk.

1.5. Csőanyagok csoportosítása

Az épületgépészetben leggyakrabban felhasznált csöveket és csővezetéseket anyaguk szerint az alábbiak szerint csoportosítjuk:

- Öntöttvas csövek *
- Acélcsövek
- Fémcsövek
 - Alumíniumcsövek
 - Rézcsövek
 - Ólomcsövek *
- Nem-fémcsövek
 - Műanyagcsövek
 - Azbesztcement csövek *

*Már nem használják őket, de a lefektetett csővezetékek között még találkozhatunk velük.

Öntöttvas csövek

Az öntöttvas csöveknek két fajtáját különböztetjük meg: a **lemezgrafitos** és a **gömbgrafitos** öntöttvas csöveket. A lemezgrafitos öntöttvas nyomócsőidomok és -kötések általános műszaki előírásait az MSZ 80 tartalmazza. Az öntöttvas csövek főbb adatait az 1.5. táblázat tartalmazza.

A lemezgrafitos öntöttvas csövek ridegek és súlyosak. Technológiai csővezeték-építésre ritkán használják. Leginkább földbe fektetett vezetékként, víz- és gázvezetékekre - általában kis nyomásra (PN10 és PN16) és hőmérsékletre (100 °C-ig) és veszélytelen üzemi körülményeknél - alkalmazzák. Jelentőségük manapság már csökkent, mert az acélcsövek és a kemény műanyagcsövek (pl. gázvezetékeknél) egyre inkább kiszorítják. Fokozottan korrózióállóak, tömegegységre vonatkoztatott áruk olcsó*. A speciális nagy szilíciumtartalmú acélöntvények igen korrózív vegyi anyagokkal (kénsav, sósav, salétromsav stb.) szemben nagyobb hőmérsékleten is nagyon jó korrózióálló-képességükkel tűnnek ki. Ezek az ötvözetek igen ridegek, a hődilatació kiegyenlítésére nagy gondot kell fordítani. Csak köszörüléssel munkálhatók meg. A csöveket úgy gyártják, hogy a cső végére a kötéshez szükséges karimát vagy tokot is ráöntik. Szemben az acélcsövekkel, az öntöttvas csövek belső átmérője megegyezik a névleges átmérővel. Az öntöttvas nyomócsőidomok betűjelei az 1.6. táblázatban találhatók.

A lemezgrafitos öntöttvas cső idomait az MSZ 87, az azbesztcement nyomócsövekhez tartozó csőidomokat az MSZ 4745, a kemény PVC csövekhez készült csőidomokat az MSZ 14250 és a gömbgrafitos öntöttvas nyomócsövek idomait az MSZ 1050 foglalta össze.

A gömbgrafitos öntöttvas csöveket elsősorban nagy nyomású nyomóvezetékek, különleges terheléseknek (pl. vízlökés) kitett vezetékek, kedvezőtlen talajviszonyok között fektetett vezetékek, különösen szigorú üzembiztonsági követelmények esetén alkalmazzák. A gömbgrafitos öntöttvas (DIN 28600) korrózióálló-képessége a szürkevas öntvényével, mechanikai tulajdonságai pedig az acélével azonosak. (Hazánkban nem gyártják.) A lemezgrafitos öntöttvas csövek tokos ill. karimás kötéssel csatlakoztathatók egymáshoz. A gömbgrafitos öntöttvas csövek leggyakrabban használatos kötése a csavartokos (DIN 28501), tömszelencés (DIN 28502) és TYTON kötés.

Acélcsövek

Az acél mint szerkezeti anyag, előnyös szilárdsági és alakíthatósági tulajdonságai, biztonságos és jól kidolgozott csőkötési módszerei miatt a csőgyártás egyik leggyakrabban alkalmazott anyaga.

A csőgyártás technológiája szerint varrat nélküli és hegesztett csöveket különböztetünk meg. A hegesztett csövek hossz- vagy spirálvarratosak lehetnek. A csövek külső átmérője és falvastagsága a gyártástechnológiától függően eltérhet egymástól, ezért a szabvány külön foglalkozik a varrat nélküli (EN 102016-1, EN 10216-2, EN 10216-3, EN 10216-4, a hosszvarratos (EN 10217-1, EN 10217-2, EN 10217-3, EN 10217-4) csövekkel. Korrózióálló csövek is készülhetnek hosszvarratos (EN 10216-6) és varrat nélküli kivitelben (EN 10217-7)

1.7. táblázat

Az acélcsövek választéka, méretei és egyéb tulajdonságai

Megnevezés	Vonatkozó szabvány	Anyagminőség	Felhasználás
Varratmentes acélcsövek	EN 10216-1	P195TR2 P235TR2 P265TR2	Általános rendeltetésű vezetékekhez.
	EN 10216-2	P195GH, P235GH, P265GH 16Mo3, 13CrMo4-5, 10CrMo9-10 ...	Csővezetékekhez, tartályokhoz 300 C°-ig
	EN 10216-3	P275NL1,-NL2 P355N, -NH, -NL1, -NL2 P460N, -NH, -NL1, -NL2 P620Q, -QH, QL P690Q, -QH, QL1, -QL2	Alacsony hőmérsékleten üzemelő berendezésekhez.
	EN 10216-4	P215NL, P255QL, P265NL 13MnNi6-3, 12Ni14, 12Ni14+QT X12Ni5, X12Ni5+QT X10Ni9, X10Ni9+QT	Alacsony hőmérsékleten üzemelő berendezésekhez.
Hosszvarratos, hegesztett acélcsövek	EN 10217-1	P195TR2 P235TR2 P265TR2	Általános rendeltetésű vezetékekhez.
	EN 10217-2	P195GH, P235GH, P265GH 16Mo3	Növelt hőmérsékleten üzemelő berendezésekhez
	EN 10217-3	P275NL1,-NL2 P355N, -NH, -NL1, -NL2 P460N, -NH, -NL1, -NL2	Hőcserélők, gázvezetékek kazánok gyártásához .
	EN 10217-4	P215NL, P265NL	Alacsony hőmérsékleten üzemelő berendezésekhez.
Korrózióálló acélcsövek	EN 10216-5	X5CrNi18-10 (1.4301), X2CrNi19-11 (1.4306) X2CrNi18-9 (1.4307), X6CrNiTi18-10 (1.4541) X2CrNiMo17-12-2 (1.4404), X6CrNiMoTi17-12-2 (1.4571) ...	Varratmentes, ausztenites csővezetékek, tartályok gyártásához.
		X2CrNiN23-4 (1.4362), X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462) ...	Varratmentes, ausztenites-ferrites
	EN 10217-7	X5CrNi18-10 (1.4301), X2CrNi19-11 (1.4306) X2CrNi18-9 (1.4307), X6CrNiTi18-10 (1.4541) X2CrNiMo17-12-2 (1.4404), X6CrNiMoTi17-12-2 (1.4571) ...	Hosszvarratos, hegesztett, ausztenites
		X2CrNiN23-4 (1.4362), X2CrNiMoN22-5-3 (1.4462) ...	Hosszvarratos, hegesztett, ausztenites-ferrites

Fémcsövek

Alumíniumcsövek

Az alumínium- és ötvözött alumíniumcsövek általános műszaki előírásait az aktuális szabvány tartalmazza MSZ EN 573. A legnagyobb külső átmérő 160 mm.

Az alumínium- és ötvözött alumíniumszalagból hosszvarrattal hegesztve készülő vékonyfalú csövek méretei és műszaki előírásokban találhatók.

Rézcsövek

A sárgaréz és vörösrézcsövek varrat nélkül húzással vagy hengerléssel készülnek. Ötvözőik az Sn, Zn, Ni, Mn, Fe. Általában hideg-meleg vízvezetéknek, lepárlóknál, perselyekhez, kenőolajvezetéknek vagy hőcserélőkben alkalmazzák. Előnyük, hogy jól alakíthatóak, forraszthatóak és korrózióállóak.

Nem gazdaságos a használata, mert elég drága. Műanyagokkal és korróziómentes acélokkal helyettesíthető.

Nemfém csövek

Azbesztcement csövek

Az azbesztcement csöveket az épületgépészetben, nyomás nélküli lefolyócsőként vagy nagyobb falvastagsággal nyomócsőként használják. Előnyük, hogy kis súlyúak, könnyen megmunkálhatók és korrózióállóak.

Hátrányuk viszont, hogy ridegek, könnyen törnek és hajlító igénybevételt csak kis mértékben tudnak elviselni.

Anyaguk azbesztcement (cement+azbeszt).

MSZ 4742/1 Nyomócső

TILOS HASZNÁLNI!

Műanyag csövek

A műanyagcsöveket nyomásnélküli, kisnyomású, közepes nyomású vezetékekhez használnak. Az épületgépészetben, vegyiparban, élelmiszeriparban és a mezőgazdaságban egyre jobban kiszorítják a fémcsöveket. Előnyük, hogy kis súlyúak, korrózióállóak, jól alakíthatók, jól ellenállnak a lúgoknak és a savaknak. Hátrányuk, hogy hőmérsékletátáraik kicsik és hidegben törnek.

Anyaguk lehet:

- polipropilén (PP)
- polietilén (PE)
- polivinil klorid (PVC)
- klórozott polivinil klorid (C-PVC)

MSZ 7026-84 Polipropilén csövek

MSZ 7566-83 Kis sűrűségű (lágy) polietilén csövek

MSZ 7907-83 Lágy PVC csövek

MSZ 7908/1-84 Nagy sűrűségű (kemény) polietilén csövek. Általános rendeltetésű csövek

MSZ 7908/2-84 Csövek éghető gázok vezetékeihez

MSZ 8000/1-78 Kemény PVC csövek. Általános előírások

MSZ 8000/2-78 Méretek, alkalmazás

MSZ 8000/3-83 Karmantyús nyomócsövek és nyomócsőidomok

MSZ 8000/4-81 Lefolyócsövek, lefolyócsőidomok

MSZ 8000/5-82 Sima végű nyomócsövek és nyomócsőidomok

MSZ 10126-84 Ütésálló kemény PVC gázcsövek földgáz szállításához

2. GÉPRAJZ, MŰSZAKI FOGALMAK

2.1. Műszaki ábrázolás

A műszaki rajz, mint a műszakiak közös nyelve, valamely műszaki gondolat rajzban való kifejezésének, közlésének eszköze, egységes jelölési módszerek alkalmazásával.

A géprajz a gépipar területén használt műszaki rajz.

Műszaki tárgy előállításának menete az ötlettől a megvalósulásig:

- műszaki gondolat
(elképzelt műszaki tárgy, térbeli alakzat)
- műszaki gondolat megjelenítése (műszaki dokumentáció)
- műszaki gondolat megvalósítása (termék, gyártmány, áru)
- gyártás

A folyamatban különböző személyek teremtenek kapcsolatot:

- rajzoló
- technológus
- tervező
- műszakiak (technikus, munkás)
- közgazdász.

A zavartalan és eredményes együttműködéshez a műszaki információcsere elengedhetetlen, beleértve a piackutató üzembe-helyező műszakiak (építész, gépész) üzemeltető műszakiak (mérnök, üzemmérnök, technikus) munkáját is.

Akár egy új (nem létező) műszaki tárgy előállításáról, akár egy létező tárgy vagy objektum átalakításáról vagy karbantartásáról van szó, a tevékenységben érdekelt műszaki és egyéb szakemberek zavartalan és hatékony együttműködésének feltétele az, hogy a tárgyra illetve tevékenységre vonatkozó gondolataikat el tudják mondani, illetve ki tudják cserélni. Ehhez a tárgy, az objektum *megjelenítése* szükséges.

A géprajz feladata, hogy megismertessen és megtanítsa

- előírásokat
- szabályokat
- egyezményes jeleket,

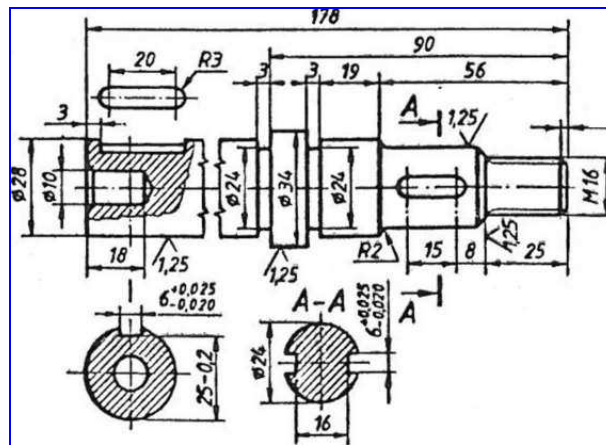
amelyeket helyesen ábrázolt műszaki tárgy rajzán alkalmazni kell a gyártás pontos és egyértelmű végrehajtása céljából.

A gyártáshoz szükséges *műszaki információk* vonatkoznak

- a tárgy méreteire
- a mérethálózatra
- a megmunkált felületek minőségére
- a méretek előállításának pontosságára
- hőkezelési, felületi kikészítési igények

feltüntetésére, egyéb gyártási és technológiai igényekre.

Az *egyezményes jelek* jelentősége: elősegítik az utasítások tömör, egyértelmű megfogalmazását, lehetővé tesznek rajzi-ábrázolási egyszerűsítéseket.



2.1. ábra

Lépcsős tengely – műszaki információkkal kiegészített– gép (alkatrész) rajza

A géprajza szintén szabványban rögzített előírások érvényesek.

A *géprajz*, mint már említésre került, a *gépípar területén* használt műszaki rajz.

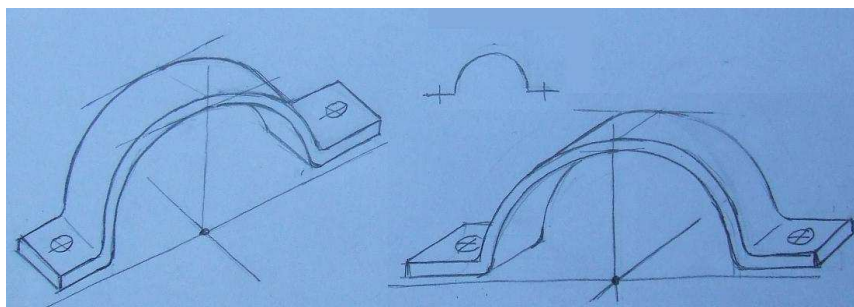
Vázlat: általában szabadkézzel készülő, vagy nem szabatos, vagy nem kimerítő, vagy ideiglenes jellegű rajz (pl. ceruzavázlat).

Rajz: általában szerkesztett, szabatos, kimerítő, állandó jellegű.

Géprajzfajták: A rajzok elnevezése tükrözi annak a cselekvési sorozatnak az egyes lépéseit, amelyeket egy termék megvalósításáért a műszaki gondolattól annak gyakorlati hasznosulásáig teszünk.

- Elvi rajzok (vázlatok)
- Szerkesztési rajzok
- Gyártási rajzok
- Üzembehelyezési rajzok
- Üzemeltetési rajzok.

Elvi rajzok: általában leegyszerűsítve, jelképekkel áttekinthetően mutatja be gépek, berendezések kapcsolatát, működését.

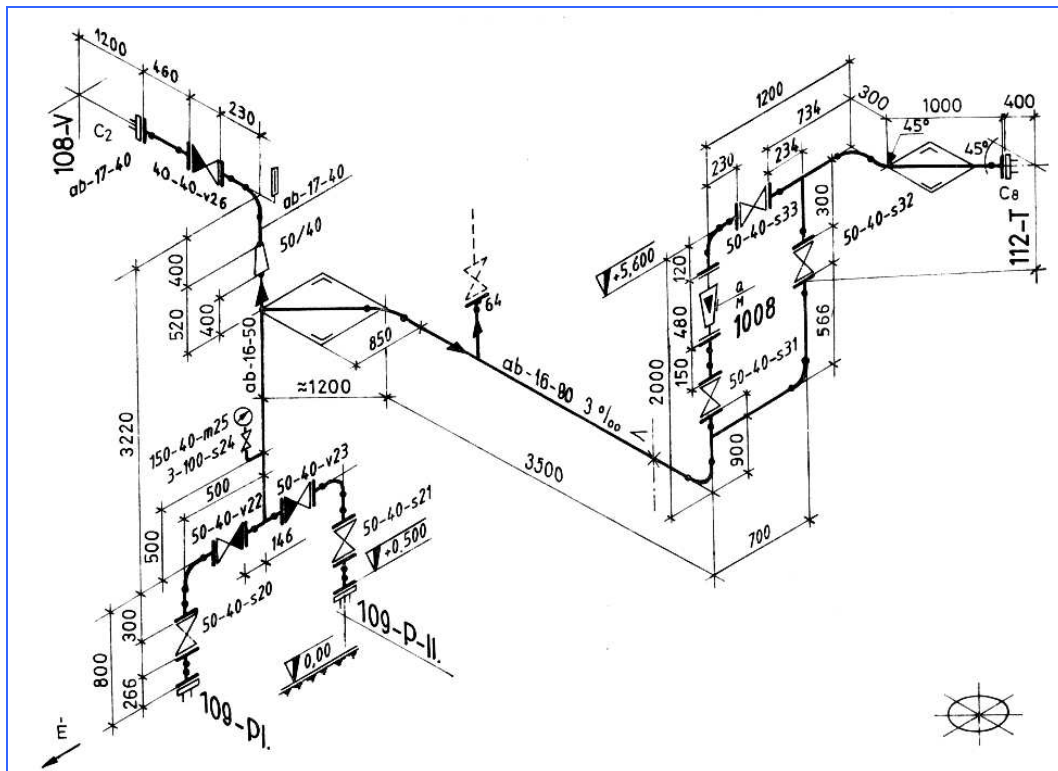


2.2. ábra

Szabadkézi vázlat

Vezetékterv: olyan vázlatos rajz, amely meghatározza a működtető berendezések összeköttetését.

29



2.4. ábra
Izometrikus csőterv

Ajánlati rajz: a műszaki ajánlatot szemléletesebbé tévő rajz, általában részletekre nem terjed ki, de fő paramétereket tartalmaz.

Számítási vázlat: a számításhoz használt méreteket, jelöléseket tartalmazó kiegészítő vázlat.

Előterv: valamely tervezési munkafázist megelőző tárgyalások munkarajza, esetleg több vázlatot feltüntető rajz.

A műszaki rajz alakja, kivitelezése

A műszaki rajz alakjára, kivitelezésére szintén szigorú előírások (szabványok, rendeletek) érvényesek. Ezek részletezésére nem térünk ki, mivel az érintettek feltehetően csak „egy irányban” találkoznak majd a témával, viszont megnyugtató tudni, hogy milyen megjelenítéssel találkozhat a felhasználó.

2.2. Adathordozók

Műszaki rajz:

szűkebb értelemben véve a műszaki dokumentációnak az a része, amely a tárgy jellemzőinek (pl. alak, méretek) ábrázolásán túl még egyéb adatokat is tartalmaz (pl. dátum, aláírás).

Eredeti rajz:

okmányjellegű, eredeti aláírásokkal ellátott, többszörös másolat készítésére alkalmas rajz.

A rajzokat általában kinyomtatják (plottolják). A sajátkezű aláírás hitelesíti a rajzokat (pl. hatósági engedélyeztetési eljárásakor).

Eredeti rajzként értelmezett másolat:

eredeti aláírásokkal hitelesített, az eredeti rajzzal mindenben megegyező, további másolásra alkalmas másolat, mely az eredeti rajz funkcióját látja el abban az esetben, ha az pl. elveszett, megsemmisült stb.

Számítógépes műszaki rajz:

a műszaki rajz készítésére vonatkozó előírások figyelembevételével, számítástechnikai eszközökkel készített, tartós formában rögzített rajz.

Másolat:

az eredeti rajzról készített, azzal tartalmilag mindenben megegyező példány, melynek méretaránya az eredetitől eltérő is lehet, leggyakrabban fénymásolat vagy mikrofilm.

2.3. Rajzokon, folyamatábrákon használt jelölések

A rajzokon használt jelölések szintén szabványosítva vannak. Bár e jelölések használata nem kötelező, célszerű velük megismerkedni, mert tervrajzokon, folyamatábrákban, könyvekben ezeket alkalmazzák.

Más szabvány szerint rajzolnak az élelmiszeriparban, a gyógyszeriparban és az energetikai szektorban. Az általános vízkezelésben a következő szimbólumok használatosak:

Szerelvények

	Visszacsapó szelep / Non return valve
	Kézi golyóscsap / Hand operated ball valve
	Kézi pillangó szelep / Hand operated butterfly valve
	Szabályozó membránszelep / Regulator diaphragm valve
	Szabályozó tűszelep / Regulating needle valve
	Motoros szabályzó tűszelep / Electrically actuated needle control valve
	Nyomás csökkentő szabályzó szelep / SELF OPERATING PRESURE REDUCING VALVE
	Előnyomást szabályzó szelep / SELF OPERATING BACK PRESURE REGULATING VALVE
	Vezérlő mágnesszelep / Control solenoid valve
	Membrános mágnesszelep / Diaphragm solenoid valve
	Motoros membránszelep / Motorized diaphragm valve
	Pneumatikus membránszelep / Pneumatic diaphragm valve
	Pneumatikus golyóscsap / Pneumatic ball valve
	Motoros golyóscsap / Motor operated ball valve
	Pneumatikus pillangó szelep / Pneumatic operated butterfly valve
	Motoros pillangó szelep / Motor operated butterfly valve
	Sarokszelep / Angle valve
	Háromjáratú golyóscsap / Three-way ball valve
	Multifunkciós szelep / Multi-function valve
	Rugós biztonsági szelep / Spring-loaded safety valve
	Légbeszívó szelep / Air admittance valves
	Légbeszívó és légtelenítő automata
	Lefúvató szelep / Blow valve
	STEAM TRAP - kondenzleválasztó
	Mintavételi szelep / Sampling valve
	Szennyfogó szűrő / Line strainer
	Viewing glass / Sight Glass Tube
	Csőlíra / Tube lira
	Leválasztó membrán/ Isolating diaphragm
	Szint mutató / Level indicator
	vezérlő mágnesszelep
	mágnesszelep
	TWO-WAY VALVE FAIL OPEN
	TWO-WAY VALVE FAIL CLOSED
	THREE-WAY VALVE FAIL OPEN PATH A-C
	FOUR-WAY VALVE FAIL OPEN TO PATHS A-C AND D-B
	ANY VALVE FAIL LOCKED (POSITION DOES NOT CHANGE)
	ANY VALVE FAIL INDETERMINATE

Berendezések

	Vízszugárszivattyú / Jet pump
	Dugattyús szivattyú / Piston pump
	Dugattyús kompressor / Piston compressor
	Excentrikus csigaszivattyú / Eccentric worm pump
	Csigaszivattyú / Screw pump
	Hidraulikus (általános) szivattyú / Hydraulic (general) pump
	Kompresszor / Compressor
	Légfúvó / Blowers
	Ventilátor / Ventilation
	Keverő / Mixer
	Vegyszeradagoló / Dosing pump
	Statikus keverő / Static mixer
Műszerek	
	Térfogatáram-mérő
	Nyomásmérő
	Hőmérsékletmérő
	Nyomáskapcsoló
	Áramláskapcsoló
	Szintkapcsoló
	Nyomástávadó
	Szinttávadó
	Térfogatáram-távadó
	Vezetőképességmérő Elektóda
	pH mérő
	Vezetőképesség mérő és távadó
	Szivattyú Motor
	Vegyszeradagoló Motor

2.5. ábra

Az általános vízkezelésben használatos szimbólumok

Az ide vonatkozó szabványok:

Ipari csővezetékek és szerelvényeik tervjelképe MSz 2950 *

Üzemi műszerezés tervjelképei MSz-14000

2.4. Új lehetőségek/megoldások

A számítástechnika fejlődésével a műszaki életben is jelentős változások mennek végbe, olykor az oktatásban nem kellően tükröződve.

A számítógépes tervezés – ami ma már nemcsak rajzolást, hanem számolást, összeszerelés tervezést stb. is jelent – a gépészet területén is új megközelítést jelent. Ezek részleteire itt sem térhetünk ki, de fontosságát jelezni szeretnénk, egy-két példával szemléltetve. (Az előadás keretében további szemléltetések várhatók.)

A korábbi számítógépes tervező (rajzoló) szoftverek mellett az újabbak a szükséges/fontosabb gépészeti számításokat is elvégzik, illetve az összeállítás tervezésénél szinte hibázni sem hagynak, ahogy ezt majd látjuk a *Solid Edge* szoftver esetében.

Ezek a megoldások a megjelenítésben is más sajátosságokkal rendelkeznek, amelyek értelmezésére szintén késznek kell lennie az adott szakterületen dolgozóknak.

2.4.1. *Solid Edge*

Solid Edge egy 3D-s tervező szoftver, amely számos kiegészítő megoldással rendelkezik. Ezekre speciális tervezési feladatoknál szükség lehet. Ilyen tervezési terület a professzionális csőtervezés (SMAP 3D), kábelkorbács tervezés vagy megmunkálás szimuláció (CAM).

Smap3D Plant Design (Csőtervezés)

A SMAP kiegészítéssel a *Solid Edge*-et alkalmassá tehetjük professzionális csőtervezésre, melyek akár teljes létesítmények virtuális modelljét is létrehozhatjuk. Csőosztályokban definiálhatjuk az beépítendő alkatrészeinket, majd az adatbázis felépítése után a *Solid Edge*-ben a megtervezett csőútvonalakra a megadott csőosztály alapján automatikusan felkerülnek a szabványos elemek; karimák, tömítések, szigetelések stb....

Bővebb információ: <http://www.smap3d.com/>

ELŐNYÖK:

- P&ID műszerezett csőkapcsolási terv
- Egyedi csőosztályok hozhatók létre
- Automatikus darabjegyzék készítés
- Automatikus izometria készítés

MEGOLDÁSOK:

- P&ID szimbólumokhoz modellek csatolhatók
- Ellenőrizhető kapcsolat van P&ID és az összeállítás között
- Tennivaló lista biztosítja, hogy egy alkatrész sem marad ki a projektből

További, a tervezésben jól használható szoftverek a teljesség igénye nélkül:

- AutoCAD: 2D-s tervező szoftver. A folyamatábrák és P&ID-k ma is ebben készülnek.
- Pro Engineer: 3D-s tervező szoftver
- Catia: 3D-s tervező szoftver
- Solid Works: 3D-s tervező szoftver
- Ansys: végelem módszer használó szimulációs szoftver (szilárdsági és áramlási méretezéshez)
- Femap: végelem módszer használó szimulációs szoftver (szilárdsági és áramlási méretezéshez)

3. KÖTŐELEMEL, KÖTÉSEK, TÖMÍTÉSEK

A most következő témakörök kapcsolódási pontjai később (is) részben még előkerülnek. Azok egyúttal kapcsolódnak (tartalmukban és megjelenítésükben) a gépészeti alapokhoz.

Amikor kötést, kötésekem említünk, gépészként (gondolkodva) számtalan téma felmerül. Itt azonban csak két területet emelünk ki (csatlakozás, csatlakoztatás készülékek és csövek esetében), de a többi gépészeti alkalmazás (pl. csavarkötés, tengelyekhez rögzítés, tömítés) szintén előfordul a most érintett területeken, de mindenre kitérni lehetetlen.

3.1. Karimák

Rendeltetés:

a létrehozott kapcsolat

- megbízható, szilárd oldható kötés
- tömítés helyes működésének biztosítása
 - o szilárdság
 - o merevség.

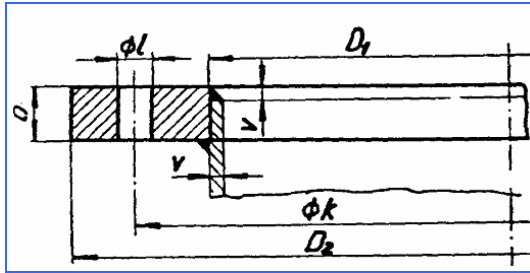
A főbb típusok:

- szabályosak
 - köpeny nyomás függvényében (táblázatosan megadva)
 - szabványos anyaga
 - A 42.11 szénacél (régijelölés szerint)
- más esetben
 - (más anyag, más kivitel)
 - méretezni kell.

A cél, rendeltetés, szerkezeti anyag alapján változatos szerkezeti megoldások.

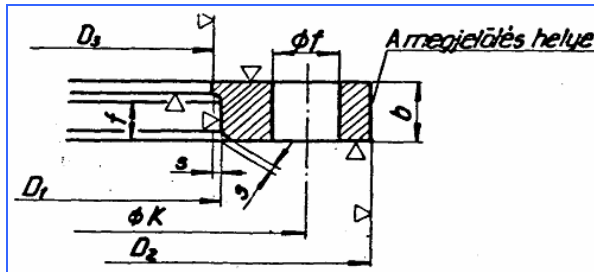
3.2. Megoldások

Lapos karima (3.1. ábra) *DIN2673-DIN2576* , *EN 1092-1/01*.



3.1. ábra
Lapos karima

Nagyobb nyomásra: 3.2. ábra.



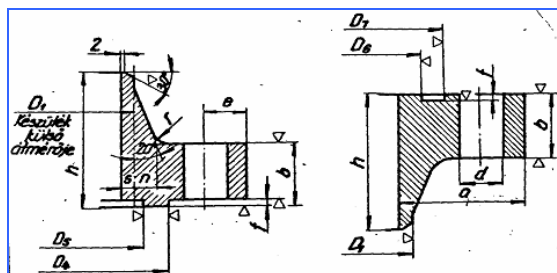
3.2. ábra
Készülékkarima nagyobb nyomásra

Hegesztőtoldatos karima (3.3. ábra) *DIN2631-DIN2638* , *EN 1092-1/11*.

Szabvány rendelkezik az alkalmazhatóságról.

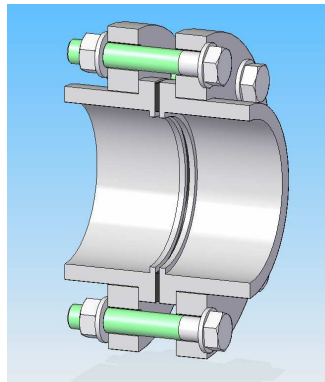
p: 6...100 bar

D: 3150 mm ... 630 mm.



3.3. ábra
Hegesztőtoldatos készülékkarima

3.3. Karimakötés



3.4. ábra
Kariamakötés

A karimakötés elemei

- karimák
- csavarkötés
- tömítés.

A kialakítás egyszerű, de az alkalmazás közegei

- korrózív
- maró
- mérgező
- gyúlékony
- robbanásveszélyes

és a körülményei

- halmazállapot
- hőmérséklet
- nyomás
- tömítettség

különbözők.

Tömítési hatás

A nyomásviszonyoknak és szerkezeti anyagoknak megfelelően kialakított csavarerő összehúzza. Deformációra készíti a rugalmas tömítő elemet.

A jól megmunkált tömítő felületekhez a tömítés szorosan és hézagmentesen illeszkedik.

Tömörítéseknel – karimakötésben – fontos szerepe van tömítőanyag gondos, körültekintő megválasztásának.

3.4 Victaulic csőkötés

1925-ben alapított, Victaulic a világ vezető gyártója a mechanikus cső csatlakozás rendszereknek. Azóta Victaulic továbbra is vezeti, az ipar által nyújtott lehetőségeket felülmúlják a teljesítményt elvárásokat és értéket, a minőséget és a megbízhatóságot. Victaulic egy teljes rendszer hornyos mechanikus csővezetékek és szerelvények szelepek és kiegészítői, ivóvíz

alkalmazásokhoz is.



3.5 ábra

Rozsdamentes pillangószelep Victaulic csatlakozással

3.5. Tri-Clamp kötőelemek

Vízkezelés gyógyszergyártás, élelmiszeripar leg elterjedtebb kötőeleme a Tri-Clamp.

Tri-Clamp szerelvények használatának előnyei:

- Könnyen telepíthető és felszámolása
- Hosszú élettartam
- Olcsó
- Könnyen tisztítható
- Szivárgásmentes csatlakozások
- Adaptálható egyéb csővezetékhez



3.6. ábra

Tri-Clamp pillangószelep



3.7. ábra
Tri-Clamp T-idom

3.6. Tömítés

3.6.1. A tömítésről általában

A tömítés

- viselje el
 - nyomást
 - hőmérséklet
 - agresszív közeg

hatását.

- Legyen
 - olcsó
 - könnyen szerelhető
 - ellenállóképes.

3.6.2. Tömítések a vízkezelésnél

A tömítések közül most csak a vízkezelésben használatos típusokra térünk ki. Többféleképpen csoportosíthatók:

alak szerint:

- o lapos tömítés
- o O-gyűrű
- o különböző alakos tömítések –ezek általában úgy vannak kialakítva, hogy a felépő nyomáskülönbség a falhoz szorítsa

anyagminőség szerint:

- o EPDM: leggyakrabban használt tömítésfajta. Lágy, gumyszerű anyag, jó vegyszerállósági tulajdonságokkal rendelkezik. Az O-gyűrű tipikus anyaga.



3.8. ábra
EPDM tömítés

- o Klingerit: a szaknyelv így nevezi a keményebb tömítőanyagokat. Az eredeti klingerit azbesztalapú volt, ma már természetesen azbesztmentes változatok készülnek. Jó vegyszerállósági tulajdonsággal rendelkeznek és általában hőállóak is. Leginkább lapos tömítés formájában találkozhatunk vele, könnyen szerelhető.



3.9. ábra
Klingerit

- o Viton: különösen vegyszerálló gumyszerű tömítőanyag. FKM néven is ismert.
- o NBR: szintetikus gumi tömítőanyag. Nem vegyszerálló.
- o PTFE (teflon): Kiváló vegyszerállósági tulajdonságokkal rendelkező tömítésfajta. Színe általában fehér. Nem gumyszerű, annál merevebb. Előfordul lapos tömítésként, alakos tömítésként, ezen kívül menetes kapcsolatoknál alkalmazák teflonszalag vagy teflonzsinór formájában.



3.10. ábra
Teflon tömítő szalag

3.6.3. Vízkezelésben használatos szerkezeti anyagok, tömítések vegyszerállósága

Szerkezeti anyagok vegyszerállósága.

A vízkezelésben a leggyakrabban használt anyagok a különböző típusú műanyagok, illetve a saválló-acélok.

A saválló acélok, illetve a hozzá használatos leggyakoribb tömítések vegyszerállóságát az alábbi táblázat foglalja össze. A táblázatban található vegyszer ellenállósági információk tájékoztató adatok. Minden adat 20 C° környezeti hőmérsékletű reakciókon alapul. Magasabb hőmérséklet általában csökkenti az anyagok korróziós ellenálló-képességét.

3.1. táblázat

Saválló acélok, kapcsolódó tömítések vegyszerállósága

Vegyszerek	Rozsdamen- tes acél AISI 304	Rozsdamen- tes acél AISI 316	EPDM	Viton	Vagyszerek	Rozsdamen- tes acél AISI 304	Rozsdamen- tes acél AISI 316	EPDM	Viton
Acetic Acid 20%	A	A	A	A	Hydrocyanic Acid	A	A	F	A
Acetic Acid 80%	X	A	A	A	Hydrogen Peroxide 90%	A	A	X	A
Acetone	A	A	A	A	Hydroquinone	A	A	X	A
Alcohol (Methyl or Ethil)	F	F	F	F	Hypochlorous Acid	A	X	X	A
Aluminium Chloride	F	F	A	A	Iodine	X	X	F	A
Aluminium Sulphate	A	A	A	A	Kerosene	A	A	X	A
Ammonia Gas (Dry)	A	A	N	N	Lactic Acid 25%	A	A	A	A
Ammonium Chloride	F	F	A	A	Linseed Oil	A	A	X	A
Ammonium Hydroxide	A	A	A	A	Magnesium Chloride	X	X	A	A
Ammonium Nitrate	A	A	A	A	Magnesium Sulphate	A	A	A	A
Ammonium Phosphate	F	X	A	A	Maleic Acid	A	A	X	A
Ammonium Sulphate	F	A	A	A	Methyl Chloride	A	A	X	X
Ammonium Sulphide	A	A	N	N	Methyl Ethyl Ketone	A	A	A	X
Amyl Chloride	A	A	X	F	Milk	A	A	A	A
Aniline	A	A	F	A	Minerals Oils	N	N	X	A
Barium Chloride	A	A	A	A	Nickel Chloride	A	X	A	A
Barium Hydroxide 10%	X	X	A	A	Nickel Sulphate	X	A	A	A
Barium Sulphate	A	A	A	A	Oils and Fats	A	A	F	A
Barium Sulphide	X	X	A	A	Oleic Acid	A	A	A	A
Beer	A	A	A	A	Oleum	A	A	A	A
Beet Sugar Liquors	A	A	A	A	Oxalic Acid	A	A	A	A
Benzene	A	A	X	A	Palmitic Acid 10%	A	A	A	A
Benzoic Acid	A	A	X	A	Perchloric Acid 10%	X	X	F	A
Bleach – 12,5% Active C1	N	N	A	X	Perchloric Acid 70%	X	X	F	A
Boric Acid	A	A	A	A	Petroleum Oils	A	A	X	A
Bromic acid	F	F	N	N	Phenol 5%	A	A	F	A
Bromine Water	X	X	N	N	Phosphorous Trichloride	A	A	A	A
Butane	A	A	X	X	Photographic Solutions	X	X	A	A
Calcium Carbonate	X	X	X	X	Picric Acid	A	A	A	A
Calcium Chloride	N	F	A	A	Plating Solutions	A	A	A	A
Calcium Hydroxide	F	A	A	A	Potassium Carbonate	A	A	A	A
Calcium Hypochlorite	X	F	F	A	Potassium Chloride	A	A	A	A
Calcium Sulphate	A	A	A	A	Potassium Cyanide	A	A	A	A
Cane Sugar Liquors	N	N	A	A	Potassium Dichromate	A	A	A	A
Carbonic Acid	A	A	A	A	Potassium Hydroxide	A	A	A	A
Carbon Bisulphide	A	A	X	A	Potassium Permanganate	A	A	A	A
Carbon Dioxide	A	A	A	A	Potassium Sulphate	A	A	A	A
Carbon Monoxide	A	A	A	A	Propane Gas	A	A	N	A
Carbon Tetrachloride	A	A	X	A	Propyl Alcohol	A	A	A	A

Jelmagyarázat: A alkalmas N nem alkalmas F Feltételeesen alkalmas X nincs adat

3.1. táblázat (folytatás)

Saválló acélok, kapcsolódó tömítések vegyszerállósága

Vegyszerek	Rozsdamen- tes acél AISI 304	Rozsdamen- tes acél AISI 316	EPDM	Viton	Vagyszerek	Rozsdamen- tes acél AISI 304	Rozsdamen- tes acél AISI 316	EPDM	Viton
Caustic Potash	A	A	A	A	Sea Water (Natural)	X	F	A	A
Caustic Soda 20%	A	A	A	A	Silver Nitrate	A	A	A	A
Caustic Soda 50%	A	A	A	A	Silver Sulphate	A	A	A	A
Caustic Soda 80%	X	A	F	F	Sodium Bicarbonate	A	A	A	A
Chlorine (Dry)	F	F	A	A	Sodium Bisulphite	A	A	A	A
Chlorine (Wet)	X	X	X	A	Sodium Carbonate	A	A	A	A
Chloroacetic acid	F	F	F	X	Sodium Cyanide	A	A	A	A
Chlorobenzene	A	A	X	A	Sodium Ferrocyanide	A	A	A	A
Chloroform	F	F	X	A	Sodium Hydroxide*	F	A	A	A
Chromic Acid 50%	X	X	F	A	Sodium Hypochlorite	F	A	F	A
Chormic Acid 10%	A	A	X	F	Sodium Sulphate	A	X	A	A
Citric Acid	F	A	A	A	Sodium Sulphide	F	A	A	A
Copper Chloride	X	X	A	A	Sodium Sulphite	F	A	A	A
Copper Cyanide	A	A	A	A	Sodium Thiosulphate	A	A	A	A
Copper Nitrate	A	A	N	A	Stannous Chloride	X	A	X	A
Copper Sulphate	A	A	A	A	Stearic Acid	A	A	F	A
Cottonseed Oil	A	A	X	A	Sulphurous Acid	F	A	F	A
Cresol	A	A	X	A	Sulphur	F	A	N	A
Cyclohexanone	A	A	F	A	Sulphur Dioxide (Dry)	X	A	A	A
Cyclohexane	A	A	X	A	Sulphur Dioxide (Wet)	N	A	A	A
Cyclohexanone	A	A	F	X	Sulphuric Acid 50%	X	X	F	A
Diethylamine	A	A	F	A	Sulphuric Acid 70%	X	X	F	A
Dimethylaniline	A	A	F	X	Sulphuric Acid 93%	X	X	F	A
Disodium Phosphate	N	N	X	A	Tannic Acid	A	A	A	A
Distilled Water	A	A	A	A	Tanning Liquors	A	A	A	A
Ethyl Acetate	A	A	A	X	Tartaric Acid	X	F	F	A
Ethylene Chloride	A	A	F	F	Toluene	A	A	X	X
Ethylene Glycol	A	A	X	A	Trichloroethylene	A	A	X	A
Fatty acids (Cb)	A	A	A	A	Triethylamine	A	A	A	X
Ferric Sulphate	A	A	X	A	Trisodium Phosphate	A	A	A	A
Fluorene Gas (Wet)	X	X	A	F	Turpentine	A	A	X	A
Formaldehyde 37%	A	A	A	A	Urea	A	A	A	A
Formic Acid 90%	X	A	A	F	Urine	A	A	A	A
Freon 12	A	A	A	A	Vinegar	A	A	A	A
Fruit Juices & Pulp	F	A	N	A	Water (Fresh)	A	A	A	A
Furfural	A	A	X	X	Water (Mine-acid)	A	A	A	A
Gasoline (Refined)	A	A	X	A	Water (Salt)	A	A	A	A
Glucose	A	A	A	A	Whisky	A	A	A	A
Glycerine	A	A	A	A	Wines	A	A	A	A
Hydrobromic Acid 20%	X	X	A	A	Xylene	A	A	X	A
Hydrochloric Acid 40%	X	X	X	A	Zinc Chloride	F	F	A	A
					Zinc Sulphate	A	A	A	A

Jelmagyarázat: A alkalmas N nem alkalmas F Feltételesen alkalmas X nincs adat

Műanyagok vegyszerállósága

A vízkezelésben a leggyakrabban használt műanyagok:

- PVC, Poli(vinil-klorid),
- PP, Polipropilén,
- ÜPE, Üvegszálerősítésű polieszter,
- PP-EL, Elektromosan vezető Polipropilén.

Ezen szerkezeti anyagok vegyszerállósága a leggyakoribb közegekre nézve az alábbi táblázat foglalja össze. A táblázat található vegyszer ellenállósági információk tájékoztató adatok.

3.2. táblázat

Vízkezelésben használt műanyagok vegyszer ellenállósága

Vegyszerek	PVC	PP	ÜPE	PP-EL	Vagyszerek	PVC	PP	ÜPE	PP-EL
Acetaldehid	N	T	X	T	Jodoform	N	F	X	F
Aceton	N	T	X	T	Kalcium-hidroxid	T	T	X	T
Adipinsav	T	T	X	T	Kalcium-szulfát (20 C-ig)	T	T	X	T
Akkumulátorsav	T	T	X	T	Kálium-sók (20 C-ig)	T	T	X	T
Akrilsav etilészter	N	N	X	N	Kálium-hidroxid (50%)	T	T	X	T
Almasav	T	T	X	T	Kálium-hidroxid, híg	T	T	X	T
Aluminium-hidroxid	T	T	N	T	Karbamid (50%, 40C-ig)	T	T	T	T
Ammonia, folyadék	F	T	X	F	Kéndioxid kis koncentrációju füstgáz	T	T	X	T
Ammomia, gáz	T	T	X	T	Kénsav (80%-ig)	T	T	F	T
Anilin	N	T	X	T	Kéntrioxid tartalmúfüstgáz (20C-ig)	T	T	X	T
Ásványolaj (aromás-mentes)	T	T	X	T	Kerozin	T	F	T	F
Bárium-hidroxid	T	T	X	T	Klórbenzol	N	F	X	N
Benzaldehid	N	T	X	T	Klorgáz	F	N	X	N
Benzin (20%-ig)	F	F	T	N	Krezol	N	T	X	F
Benzin (40%-ig)	N	F	X	N	Krómkénsav	F	N	X	N
Benzolsav	T	T	T	T	Krómsók (20C-ig)	T	T	X	T
Benzol (20 C-ig)	N	F	X	X	Metilalkohol (20C-ig)	T	T	T	T
Bórsav	T	T	T	T	Metilklorid	N	F	X	N
Bróm	N	N	X	N	Naftalin	N	T	X	F
Butadién (50%)	T	T	X	T	Nátrium-hidroxid (45%)	T	T	T	T
Butilacetát	X	F	X	X	Nátrium-hipoklorit (7%, 40 C-ig)	F	F	T	F
Butilalkohol (20%-ig)	T	T	T	T	Nitrobenzol (20 C-ig)	N	T	X	T
Butilalkohol (40%-ig)	T	T	T	T	Nitrogén-oxid tartalmú füstgáz	T	T	X	T
Ciklohexanon	N	F	X	N	Ólomacetát (tömény, 20C-ig)	T	T	X	T
Citromsav	T	T	T	T	Oxálsav (20 C-ig)	T	T	X	T
Cukoroldat (60%-ig)	T	T	N	T	Ózon (gáz)	F	N	X	N
Dibutyltalát	N	N	T	N	Perklórsav (20 C-ig)	T	F	X	N
Dietilamin	F	T	N	T	Petróleum	T	F	X	F
Dietiléter	N	F	X	N	Petroléter (20 C-ig)	N	F	X	N
Diklóretán (20C-ig)	N	F	X	N	Piridin	N	F	X	N
Diklórmétán	N	F	X	N	Propán 20C	T	T	X	T
Dízolej (20 C-ig)	T	F	X	N	Propilalkohol	T	T	X	T
Ecetsav (100%)	F	F	X	N	Salétromsav (30% 20C-ig)	T	F	T	F
Ecetsav (50%)	T	T	T	T	Salétromsav tömény	N	N	X	N
Ecetsavészterek	N	F	X	N	Sósav	T	T	T	T

Etilacetát	N	T	N	F	Sósav tartalmú füstgáz	T	T	X	T
Etilalkohol (96%,20C)	T	T	T	T	Széndioxid tartalmú füstgáz	T	T	X	T
Etilénglikol	T	T	T	T	Szénmonoxid tartalmú füstgáz	T	T	X	T
Etilénoxid, folyadék	F	F	X	F	Szervetlen káliumsók	T	T	X	T
Etilénoxid, gáz	X	T	X	F	Szervetlen nátriumsók	T	T	T	T
Etilklorid	N	F	X	F	Szulfidgáz (20 C-ig)	T	X	X	X
Fenol (max. 5%-os vizes oldat)	T	T	X	T	Tejsav	T	T	T	T
Fixíró	T	X	X	X	Terpentin	T	F	X	F
Formaldehid	T	T	T	T	Toluol	N	F	T	N
Foszforsav	T	T	T	T	Triklóretilén	N	F	X	N
Ftálsav (50%)	T	T	X	T	Vajsav tömény	N	T	X	T
Hangyasav (10%)	T	T	T	T	Vinilklorid	N	N	X	N
Hidrogén-bromid (25 C-ig)	F	X	T	X	Xilol	N	F	X	N
Hidrogén-fluorid kis koncentrációjú füstgáz	T	T	X	T	Zsírsavak	T	T	T	T
Hidrogén-peroxid (10%)	T	T	X	F	Xilol	N	F	X	N
					Zsírsavak	T	T	T	T

Jelmagyarázat:

T Tartósan ellenáll F Feltételesen ellenálló N nem ellenálló X nincs adat

Tömítések vegyszerállósága

A leggyakrabban használt tömítések a különböző anyagú gumitömítések és azok tulajdonságai táblázatosan:

3.3. táblázat

Gumitömítések

Leírás		ASTM 1418	ISO/DIN 1629
SBR	Sztirol-butadién gumi	SBR	SBR
NR	Természetes gumi	NR	NR
Neopreno	Klororén gumi	CR	CR
NBR	Akrilnitril-butadén gumi	NBR	BBR
EPDM	Etilén-propilén-dién gumi	EPDM	EPDM
IIR	Butil gumi	IIR	IIR
Hypalon	Klórszulfonát poliethylene gumi	CSM	CSM
Szilikon	Szilikon gumi	VMQ	VMQ
Viton	Fluorkarbon gumi	FKM	FPM
Kalrez	Perfluorozott gumi	FFPM	FFKM

3.4. táblázat

Gumitömítések tulajdonságai

	SBR	NR	Neoprene	NBR	EPDM
Tartomány	-50 °C -110 °C	-50°C -90°C	-25°C -125°C	-30°C -120°C	-40°C -120°C
Keménységtartomány	35-95	30-90	30-90	30-95	30-90
<u>Fizikai tulajdonságok:</u>					
Rugalmasság	Nagyon jó	Kiváló	Nagyon jó	Nagyon jó	Jó
Szakítószilárdság	Nagyon jó	Kiváló	Nagyon jó	Nagyon jó	Jó
Kopásállóság	Jó	Nagyon jó	Nagyon jó	Jó	Jó
Szivárgási tényező	Kielégítő	Nagyon jó	Jó	Jó	Kielégítő
Öregedésállóság	Jó	Jó	Nagyon jó	Jó	Kiváló
Lángállóság	Kielégítő	Kielégítő	Jó	Gyenge	Jó
Dörzsállóság	Nagyon jó	Nagyon jó	Nagyon jó	Nagyon jó	Jó
<u>Vegyszerállóság</u>					
Ózon/Oxigén	Kielégítő	Kielégítő	Nagyon jó	Jó	Kiváló
Ásványolaj és üzemanyag	Gyenge	Gyenge	Nagyon jó	Kiváló	Gyenge
Hidraulika olaj, zsír	Gyenge	Gyenge	Nagyon jó	Kiváló	Gyenge
Sav	Jó	Jó	Nagyon jó	Kielégítő	Kiváló
Lúg	Jó	Jó	Nagyon jó	Nagyon jó	Nagyon jó
Forró víz	Nagyon jó	Jó	Jó	Jó	Kiváló
	IIR	Hypolon	Szilikon	Viton	Kalrez
Tartomány	-40oC -135oC	-35 oC -140 oC	-70oC -220oC	-30oC -250oC	-15oC -310oC
Keménységtartomány	30-80	45-90	30-85	45-95	40-90
<u>Fizikai tulajdonságok:</u>					
Rugalmasság	Nagyon jó	Jó	Jó	Jó	Jó
Szakítószilárdság	Jó	Jó	Jó	Jó	Jó
Kopásállóság	Jó	Kielégítő	Gyenge	Jó	Jó
Szivárgási tényező	Gyenge	Jó	Kiváló	Kielégítő	Nagyon jó
Öregedésállóság	Nagyon jó	Nagyon jó	Kiváló	Kiváló	Kiváló
Lángállóság	Gyenge	Jó	Jó	Kiváló	Kiváló
Dörzsállóság	Jó	Jó	Kielégítő	Kielégítő	Jó
<u>Vegyszerállóság</u>					
Ózon/Oxigén	Nagyon jó	Nagyon jó	Kiváló	Kiváló	Kiváló
Ásványolaj és üzemanyag	Gyenge	Nagyon jó	Gyenge	Kiváló	Kiváló
Hidraulika olaj, zsír	Gyenge	Nagyon jó	Jó	Kiváló	Kiváló
Sav	Nagyon jó	Nagyon jó	Gyenge	Kiváló	Kiváló
Lúg	Jó	Nagyon jó	Gyenge	Kiváló	Kiváló
Forró víz	Kiváló	Jó	Gyenge	Nagyon jó (150°C)	Kiváló

● Ajánlott

▲ Működési feltételektől függ

■ Nem javasolt

Chemical Resistance

	SBR	NR	NEOPRE- NE	NBR	EPDM	IIR	HYPALON	SZILIKON	VITON	KALREZ
ACETILÉN	●	■	▲	●	■	■	●	▲	●	●
ACETON	▲	▲	▲	■	●	●	▲	■	■	●
ADIPINSAV	●	●	●	●	●	●	-	-	-	●
ALUMÍNIUM KLOORID	●	●	●	●	●	●	●	▲	●	●
AMMÓNIA	■	■	●	▲	●	●	■	▲	■	●
AMMÓNIUM HYDROXID (10%)	■	▲	▲	▲	●	●	●	▲	▲	●
AMMÓNIUM KLOORID	●	●	●	●	●	●	●	▲	●	●
ANILIN	■	■	■	■	▲	▲	■	■	▲	●
ÁSVÁNYI OLAJOK	■	■	■	●	■	■	▲	▲	●	●
BENZOL	■	■	■	■	■	■	■	■	▲	●
BRÓM (VÍZMENTES)	■	-	■	■	■	■	■	■	●	●
BRÓMHIDROGÉN SAV (37%)	■	●	■	■	●	●	●	■	●	●
BUTÁN	■	■	▲	●	■	■	●	■	●	●
BUTILALKOHOL (50°C)	●	●	●	●	▲	▲	●	▲	●	●
CSEPPFOLYÓSÍTOTT GÁZ	■	■	▲	●	■	■	■	■	●	●
CSERSAV	●	●	▲	●	●	●	●	▲	●	●
DIESEL OLAJ	■	■	▲	●	■	■	●	■	●	●
DIETIL ÉTER	■	■	■	■	■	■	■	■	■	●
ECETSAV (10%)	●	■	▲	■	●	●	▲	●	■	●
ETÁN	■	■	▲	●	■	■	●	■	●	●
ETANOL	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	●
ÉTER	-	■	■	■	■	■	■	■	■	●
ETILÉN	▲	-	-	●	▲	-	-	▲	■	●
ETILÉN GLIKOL	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	●
ETILÉN OXID	■	■	■	■	■	■	■	■	■	●

3.5. táblázat (folytatás)

Gumitömítések vegyszerállósága a leggyakoribb közegekre.

● Ajánlott

▲ Működési feltételektől függ

■ Nem javasolt

	SBR	NR	NEO- PRENE	NBR	EPDM	IIR	HYPALON	SZILIKON	VITON	KALREZ
FENOLOK	-	●	▲	■	▲	●	■	●	●	●
FÖLKGÁZ	●	■	▲	●	■	■	●	▲	●	●
FORMALDEHID (40%)	●	▲	■	■	●	▲	●	▲	■	●
FOSZFORSAV (50%)	▲	▲	▲	■	●	●	●	▲	●	●
FREON 12	●	■	●	●	▲	▲	●	■	▲	▲
FREON 22	●	▲	●	■	●	●	●	■	■	●
GLICERIN	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
GŐZ	■	■	■	■	●	▲	■	■	■	●
HALVÁNYÍTÓ OLDATOK	■	■	■	■	●	●	●	▲	●	●
HANGYASAV	●	▲	▲	■	●	■	●	▲	■	●
HIDROGÉN PEROXID (<30%)	■	■	▲	▲	●	■	■	●	●	●
HIDROGÉN SZULFID (SZÁRAZ)	■	●	●	●	●	●	●	■	■	●
IZOBUTILALKOHOL	●	▲	●	▲	▲	●	●	●	●	●
IZOPROPILALKOHOL	●	▲	●	▲	●	●	■	●	●	●
KALCIUM KLORID	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
KALCIUM HYDROXID	●	▲	●	▲	●	●	●	▲	●	●
KALCIUM HYPOKLORIT (15%)	▲	▲	■	■	●	●	●	▲	●	●
KÁLIUM DIKROMÁT (10%)	●	▲	●	●	●	●	●	●	●	●
KÁLIUM HIDROXID (50%)	●	▲	▲	▲	●	●	●	▲	■	●
KÁLIUM NITRÁT	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
KARBAMID OLDAT (30%)	-	-	●	●	●	●	-	-	●	●
KARBONSAV	■	■	■	▲	■	■	■	■	●	●
KÉN-DIOXID (SZÁRAZ)	●	▲	■	■	●	▲	▲	▲	●	●
KÉN-DIOXID (VIZES)	■	-	-	■	●	●	▲	▲	●	●
KÉNSAV (10%)	▲	▲	▲	▲	●	●	●	■	▲	●

3.5. táblázat (folytatás) Gumitömítések vegyszerállósága a leggyakoribb közegekre.

● Ajánlott ▲ Működési feltételektől függ ■ Nem javasolt

	SBR	NR	NEOPRENE	NBR	EPDM	IIR	HYPALON	SZILIKON	VITON	KALREZ
KÉN-TRIOXID	●	▲	■	■	▲	▲	■	▲	●	●
KEROZIN (70°C)	■	■	■	●	■	■	■	■	●	●
KLÓR (SZÁRAZ)	■	■	■	■	■	■	■	■	▲	●
KLÓR (VIZES)	■	■	■	■	■	■	▲	■	▲	▲
KROMATIKUS SAV (40%)	■	■	■	■	▲	■	▲	■	●	●
LEVEGŐ	-	●	●	●	●	●	-	●	●	●
LÜG	●	▲	▲	▲	●	●	●	▲	▲	●
MAGNÉZIUM KLORID	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
METÁN	■	■	▲	●	■	■	●	■	▲	●
METANOL	-	●	●	●	●	●	●	●	■	●
METIL ETIL KETON	■	■	■	■	●	●	■	■	■	●
METIL KLORID	■	■	■	■	■	■	■	■	▲	●
METILÉN KLORID	■	■	■	■	■	■	■	■	▲	●
NAFTA	■	■	■	▲	■	■	■	■	●	●
NÁTRIUM DIKROMÁT (10%)	-	-	-	-	●	-		-	-	●
NÁTRIUM HIDROXID (50%)	●	▲	▲	▲	▲	▲	●	▲	■	●
NÁTRIUM HIPOKLORIT (20%)	■	▲	■	▲	▲	▲	●	▲	▲	●
NÁTRIUM KARBONÁT	-	●	●	●	●	●	●	●	●	●
NEHÉZOLAJOK	-	-	-	-	-	-	●	-	●	●
NITROGÉN	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
OKTÁN	■	■	■	▲	■	■	●	■	●	●
ÓLEUM	■	■	■	■	■	■	■	■	▲	●
OXÁLSAV	●	▲	▲	▲	▲	●	●	▲	●	●
OXIGÉN	▲	▲	●	▲	●	●	●	●	●	●
PERKÓRETILÉN	■	■	■	■	■	■	■	■	●	●
PIRIDIN	■	■	■	■	■	▲	■	■	■	●

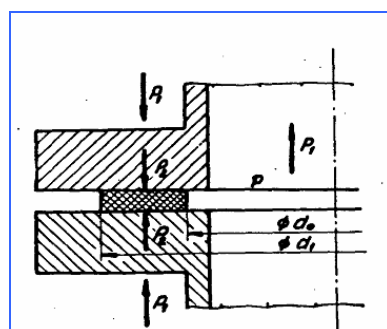
3.5. táblázat (folytatás) Gumitömítések vegyszerállósága a leggyakoribb közegekre.

● Ajánlott ▲ Működési feltételektől függ ■ Nem javasolt

	SBR	NR	NEOPRENE	NBR	EPDM	IIR	HYPALON	SZILIKON	VITON	KALREZ
PROPÁN	■	■	▲	●	▲	■	●	■	●	●
SALÉTRÓMSAV (10%)	■	▲	▲	■	●	●	●	▲	●	●
SÓS OLDAT	●	■	■	■	■	■	●	■	●	●
SÓSAV (37%)	▲	■	■	▲	▲	▲	●	■	●	●
SÓSAV (48%)	■	▲	●	■	▲	▲	●	■	●	-
SZAPPANOS OLDAT	●	▲	▲	●	●	●	●	●	●	●
SZÉN TETRAKLORID	■	■	■	■	■	■	■	■	●	●
SZÉN-DIOXID	●	▲	▲	●	▲	▲	●	▲	▲	●
SZTIROL	■	■	■	■	■	■	■	■	■	●
TENGERVÍZ	●	●	▲	●	●	●	●	●	●	●
TERPENTIN	■	■	■	●	■	■	■	■	●	●
TOLUOL	■	■	■	■	■	■	■	■	●	●
TRANSZFORMÁTOR OLAJ	■	■	▲	●	■	■	▲	▲	●	●
TRIKLÓRETÁN	■	■	■	■	■	■	■	■	▲	●
TRIKLÓRETILÉN	■	■	■	■	■	■	■	■	●	●
ÜZEMANYAGOLAJ	■	■	■	●	■	■	-	▲	●	●
VAS-KLORID (VIZES)	●	●	▲	●	●	●	●	▲	●	●
VINIL-KLORID	■	■	■	■	▲	■	■	-	●	●
VÍZ	●	●	-	●	●	●	●	●	●	●
XILOL	■	■	■	■	■	■	■	■	●	●

3.7. A méretezésről

A méretezés ábrája:



3.11. ábra

Magyarázó ábra karima, tömítés méretezéséhez

$$P_1 = \frac{d_0^2 \pi}{4} p \quad (3.1)$$

ahol

p – nyomás.

$$P_2 = \frac{d_1^2 - d_0^2}{4} \pi \sigma_2 \quad (3.2)$$

Részletezés nélkül néhány dolog

$$m_1 = \frac{\sigma_2}{p} \quad (3.3)$$

m_1 – korrekció nélküli tömítési tényező.

Az optimális csavarosztás:

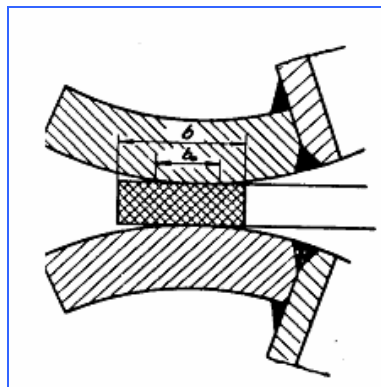
$$t_{opt} = 2d + \frac{6h}{m + 0,5} \quad (3.4)$$

d – csavarszár átmérő

h – karima vastagság

m – tömítési tényező.

A karima sugárirányban is eltorzul (3.12. ábra), így a tömítőanyag nem 'működik' teljes szélességben.



3.12. ábra

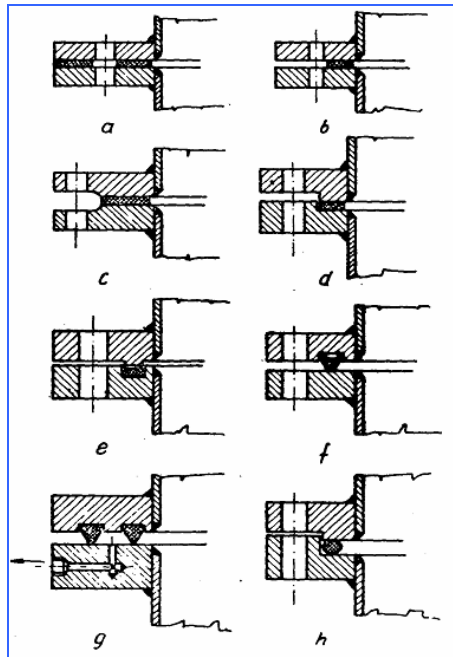
Tényleges tömítés

A tömítés mérete függvényében az alábbi összefüggéssel kell számolni:

$$b < 0,4 \text{ cm}, \quad \mathbf{b_0 = b}$$

$$b > 0,4 \text{ cm}, \quad \mathbf{b_0 = \sqrt{b} .}$$

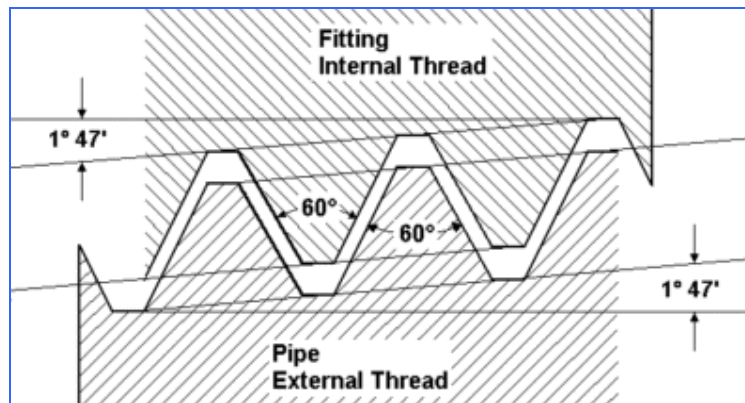
A tömítő-felület kialakításra látunk példákat a 3. 9. ábrán.



3. 13. ábra

Tömítő-felület kialakítás (karimák)

Az NPTF menet



3.14. ábra

Nemzeti kúpos csőmenet (NPTF/NPF)

NPTF - Az NPTF menet (National Pipe Taper Fuel = Nemzeti kúpos csőmenet üzemanyag-okhoz) tulajdonságai az ANSI B1.20.3 szabványban vannak meghatározva. Az NPTF menet abban különbözik az NPT általános használatútól, hogy száraz tömítésre alkalmas a menetek túlfedése miatt. Az NPTF menet USA szabvány, 60 fokos profilszöggel, lappal a menetcsúcson és menetárokban. Az NPTF menet nem tévesztendő össze sem az NPT sem a BSPT Brit csőmenettel.

NPT - NPT (National Pipe Thread; Nemzetközi Csőmenet)

Az USA-ban, és Kanadában a leginkább elterjedt menettípus.

Jellemzői:

- a menet nagysága col-ban van megadva
- 60°-os a menetszög
- 1° 47'-es kúposság.

Az NPT (National Pipe Thread) elsősorban az USA-ban használatos, 60°-os szögű kúpos menet. A menet kúpos kivitele biztosítja a tömítést, amit teflonszalaggal célszerű segíteni. Az NPT menetre vonatkozó szabvány az ANSI B1.20.1.

4. ÁRAMLÁSTECHNIKAI ISMERTEK (ALAPFOGALMAK, MENNYISÉGEK)

Ha vizes témát és gépészetet említünk, némi elméletre is gondolva, az áramlástan jut az eszünkbe. Természetesen ez is – önálló tudományág – számtalan ponton kapcsolódik a témánkhoz, amelyekre még érintőlegesen sem térhetünk ki mindegyikre. Azonban reméljük, hogy a felvetett gondolatok segítenek a szakmai kép elmélyítésében, és kedvet ébresztenek némely terület komolyabb megismeréséhez.

A vízgazdálkodásban használt gépek és berendezések, szivattyúk, turbinák, csővezetékek, segédberendezések mindegyike alapvető áramlástani elvek alapján működik. Működésük megértéséhez elengedhetetlen az áramlástan alapelveinek ismerete. Ha a kedves olvasó ezekkel tisztában van, akkor ezt a fejezetet minden további nélkül átlapozhatja. Az áramlástan első fő fejezete a nyugvó folyadék egyensúlyát tárgyalja. A gátak, medencék, tartályok méretezésénél és üzemeltetésénél van nagy jelentősége a mozdulatlan, de a tömegénél fogva jelentős erőket létrehozó statikus erők ismeretének és számításának.

4.1. Áramlástani alapfogalmak

Az ipari folyamatoknál a folyékony közegek (fluidumok) a következő formában lehetnek jelen:

Egyfázisú: folyadék, gáz, gőz,

Többfázisú:

- folyadék-folyadék,
- folyadék-gáz
- folyadék-gőz
- folyadék-szilárd
- gáz-szilárd
- gőz-szilárd
- folyadék(ok)-gáz/gőz-szilárd

Folyadék: cseppfolyós közeg. Jellemzője, hogy sűrűsége ($\rho=m/V$) csak kis mértékben függ a hőmérséklettől. A kompresszibilitását (összenyomhatóságát) $\Delta\rho < 10^7$ Pa (100 bar)-nál kisebb nyomáson el lehet hanyagolni. A technikai állapotú folyadék csak nyomófeszültség felvételére képes. Felveszi a tároló edény alakját. Áramlástani szempontok alapján idealizált formája az ideális folyadék.

4.2. Az ideális/tökéletes és valóságos folyadék

A tökéletes/ideális folyadék

Folyadékáramlások analitikai vizsgálata – különösen a vektoranalízis módszereinek alkalmazhatósága – az ún. *tökéletes folyadék* feltételezését kívánja meg, amely a molekuláris fel-

építésű valóságos folyadéktól eltérően a *folytonosság* feltételét is kielégíti, tehát tökéletesen összefüggő, a teret egyenletesen kitöltő anyagszerkezetet mutat (homogén kontinuum).

A tökéletes folyadékot alább felsorolt négy tulajdonsággal ruházzuk fel:

- a) a teret egyenletesen kitöltő, összefüggő anyag,
- b) tökéletesen" összenyomhatatlan (illetve, ha gázalakú folyadék, akkor tökéletesen összenyomható),
- c) elemeinek elmozdulását belső súrlódás nem fékezi, vagyis belsejében csúsztató feszültségek nem ébredhetnek, és végül:
- d) a folyadékrészeket egymáshoz belső vonzóerő (kohézió) nem kapcsolja, vagy más szóval: a tökéletes folyadékban húzófeszültségek nem keletkezhetnek, hanem csak nyomófeszültségek, amelyeket röviden *nyomásnak* nevezünk.

A tökéletes folyadék klasszikus áramlástanának alaptörvényei bizonyos esetekben minden kiegészítés nélkül alkalmazhatók a valóságos folyadékokra, így például a nyugvó folyadékok mechanikája: a *hidrosztatika* teljes szabadsággal erre az alapra építhető. Más esetekben viszont a tökéletes folyadékokra talált összefüggések a valóságos folyadékokra érvényüket veszítik és a jelenség leírására önmagukban nem alkalmasak. Ilyenkor csak a kísérleti vizsgálatok eredményei adhatnak felvilágosítást a folyadék első közelítésben elhanyagolt jellemzőinek mennyiségi befolyásáról. Ezek figyelembevételével épült ki a tökéletes folyadék áramlástanából a valóságos folyadék korszerű áramlástan, amelynek kialakulásában még további fejlődés várható.

Az ideális és valóságos folyadék

A valóságos (cseppfolyós és légnemű halmazállapotú) folyadékok modellezésére bevezették az ideális folyadék fogalmát, amelynek legfontosabb sajátosságait a valóságos folyadékokkal összehasonlítva adtuk meg.

Valóságos folyadék	Ideális folyadék
molekuláris szerkezetű	homogén (kontinuum)
súrlódásos ($\mu \neq 0$)	súrlódásmentes ($\mu = 0$)
összenyomható ($\rho \neq \text{áll.}$)	összenyomhatatlan ($\rho = \text{áll.}$)

A továbbiakban az ideális folyadékokra érvényes összefüggéseket fogunk meghatározni, amelyek meghatározott esetekben jól használhatók valóságos folyadékok áramlásának leírására, műszaki feladatok megoldására.

4.3. Mennyiségek

Természetesen a mennyiségek tárgyalását, mint a többi témát sem azért vesszük, mintha aggódnánk az ilyen irányú alapok miatt. Tesszük ezt azért, mert fontos az ismétlés, vagy van valami sajátossága ezen a területen.

A mennyiségek megadásával kapcsolatban lényegesnek tartjuk felhívni a figyelmet a dimenzióra, mértékegységre. Külön szakasz foglalkozik majd az úgynevezett dimenziómentes mennyiségekkel.

Sűrűség

A térfogategységre vonatkoztatott tömeg. Jele: ρ . Mértékegysége: kg/m^3 . Skaláris mennyiség.

Általában a nyomás és hőmérséklet függvénye. Folyadékoknál állandó hőmérséklet esetén közelítően állandó értéknek tekinthető.

Viszkozitás

A folyadékok és gázok a véges sebességű alakváltozással szemben ellenállást fejtenek ki. Az ellenállás nagyságát a közeg *viszkozitása* és az alakváltozás sebessége határozzák meg. A keletkező csúsztató feszültség arányos a sebességváltozással és értéke egy arányossági tényezőtől függ, amelynek neve „dinamikai viszkozitás” és jele η (vagy μ).

A dinamikai viszkozitás SI mértékegysége:

$$1 \text{ Pas} = 1 \frac{\text{kg}}{\text{ms}} = 1 \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2}$$

Más használatos mértékegység (nem törvényes*, de régebbi szakirodalomban még előfordul) a poise (P).

$$1 \text{ P} = 0,1 \text{ Pas}.$$

* De, törvényes, csak a megértést hátráltatja a sokféle mértékegység használata.

A viszkozitás jellemzésére gyakran használjuk még a dinamikai viszkozitás sűrűséggel osztott alakját az ím. „*kinematikai viszkozitás*”-t, amelynek jele: ν .

A kinematikai viszkozitás SI mértékegysége: $1 \text{ m}^2/\text{s}$. Korábban (1980-ig törvényesen**) használták még Stokes-t.

$$1 \text{ St} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}, \quad 1 \text{ cSt} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}.$$

** 2002 óta újra „törvényes”.

Folyadékoknál a dinamikai viszkozitás az emelkedő hőmérséklettel csökken, gázoknál növekszik.

A viszkozitás mérésére a PPT anyag mutat példát!

Nyomás

Az egységnyi felületre ható megosztó erőrendszer és az egységnyi felület hányadosát nyomásnak nevezzük (jelölése: p). Bizonyítható, hogy a p értéke független a felület irányától, ezért a folyadékok mechanikájában a nyomást helytől és időtől függő skaláris mennyiségnek tekintjük. A belőle származó erő mindig merőleges arra, a felületre, amelyre hat.

A nyomás mértékegysége az SI rendszerben:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ kg s}^{-2} \text{ m}^{-1}$$

Használható – nem SI – mértékegységek:

$$1 \text{ hbar} = 10^7 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ mbar} = 10^2 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ }\mu\text{bar} = 10^{-1} \text{ Pa}$$

Régi, már nem használatos mértékegységek:

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 98066,5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Torr} = 1 \text{ mmHg} = 133,322 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr} = 101325 \text{ Pa}$$

A túlnyomás* (jele régen att) a nyomásmérő skála nullpontját a mindenkori légnyomás értékére helyezi. Lehetőleg kerülni kell a használatát. Ha nem kerülhető el, a Pa-ban megadott nyomásérték után tegyük oda zárójelben, hogy túlnyomás.

* Általában a műszaki életben túlnyomásról beszélünk. Lásd pl. a karima nyomásfokozat (PN) sem abszolút nyomásban van megadva.

5. ALAPEGYENLETEK, ENERGETIKA (PASCAL EGYENLET, BERNOULLI-EGYENLET)

Az áramlástan alapjai

A modern természettudomány alapvető felismerése (elsősorban Lomonoszov, Lavoisier, Euler és Joule megfigyelései alapján), hogy az anyagi világ olyan tulajdonságait sikerült leírni (tömeg és energia), amelyekre ún. megmaradási törvények érvényesek. Ezen tulajdonságokhoz rendelt mennyiségek a változások során összegükben állandóak maradnak.

A hidraulika a víz nyugalmi és mozgási állapotával foglalkozó tudomány, a fizika egyik fejezete.

A hidrosztatika a nyugalomban lévő folyadékok egyensúlyával, határfelületükön és belsejükben ható nyomóerőkkel foglalkozik.

A hidrodinamika a folyadékok áramlási viszonyait, és az áramlási veszteségeket tárgyalja

Általánosan azt mondhatjuk, hogy egy rendszerbe belépő összes energia egyenlő a kimenő és a felhalmozódó összes energiák összegével.

5.1. Nyugvó folyadék egyensúlya (Pascal egyenlet)

Hidrosztatika

A nyugvó folyékony közegben fellépő nyomások és az azokból származó *erőhatások* számításával foglalkozó tudományág.

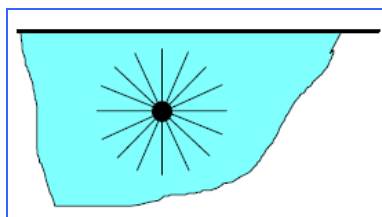
Nyugvó folyadékokban alapvető jellemző a bennük uralkodó nyomás. A nyomás az egységnyi felületre eső, a felületre merőleges nyomóerő, vagy másként fogalmazva, a merőleges nyomóerő és a felület hányadosa.

$$p = F/A \quad (5.1)$$

Két fontos alapelvet fogalmazott meg Blaise Pascal – (1623-1662) francia matematikus és filozófus – a nyomással kapcsolatban (a nyomás SI alapegysége róla kapta nevét):

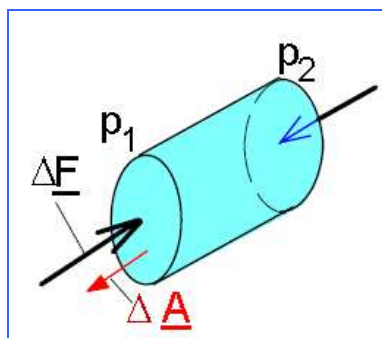
- Egy adott pontban a nyomás minden irányban azonosan hat, ezt szemlélteti a 5.1. *ábra*.
- A folyadékot határoló szilárd falra a nyomás ill. a nyomásból származó erő merőlegesen hat (5.2. *ábra*).

Ezeket a megállapításokat gyakran *Pascal törvények*nek is nevezik.



5.1. ábra

Nyomásból származó erő hatása



5.2. ábra

Folyadék-henger egyensúlya

A nyugvó folyadékokban csúsztató feszültségek csak igen ritkán lépnek fel, newtoni folyadékok esetében pedig soha. Nyugvó folyadékokban csak nyomásból származó feszültségek fordulnak elő.

A nyomás skalár mennyiség, amely általánosan a hely és az idő függvénye.

Ismételve: Ha feltételezzük, hogy a folyadékokra térfogati erők nem hatnak, vagyis a nehézségi erőter hatásától eltekintünk (ebben az esetben a vizsgált folyadékokra csak felületi erők hatnak), így megfogalmazhatjuk *Pascal törvényét*, amely szerint:

A folyadékokra vagy gázokra ható külső felületi erő által létrehozott nyomás a folyadékban vagy gázban minden irányban gyengítetlenül terjed.

A nyomóerő számítása nyomásból

A nyomásból származó nyomóerőt legáltalánosabb esetben az

$$\mathbf{F} = - \iint_A \mathbf{p} \cdot d\mathbf{A} \quad (5.2)$$

kifejezéssel adhatjuk meg. "A" felületi normális "dA" a felületből kifelé mutat a nyomóerő, pedig csak nyomni tudja a felületet, tehát a felületre merőlegesen befelé irányul, ezért kell a negatív előjel az integráljel elé. Bizonyos esetekben a folyadék tömegéből eredő nyomásváltozás elhanyagolható a folyadék belsejében uralkodó nyomáshoz képest. Határoljunk el gondolatban a folyadék belsejében egy henger alakú részt. A henger helyzete tetszőleges. Vizsgáljuk a henger tengelye irányába eső nyomóerők eredőjét. Az alsó és felső lapon ható erők ellentétes irányúak, de az egyensúly miatt egyenlő nagyságúak, azaz. Könnyen belátható, hogy a $p_1 = p_2$ feltételnek kell teljesülnie. Miután a henger helyzete és magassága tetszőleges volt, így súlytalan összefüggő nyugvó folyadéktérben a nyomás mindenütt ugyanakko-

ra.

Ezt hasznosítják a hidraulikus sajtók és emelők. A szerkezetük lényege, egy kis és egy nagy keresztmetszetű dugattyú, mely közös folyadéktérbe nyúlik. A folyadék nyomása minden pontban ugyanakkora, így a kis dugattyúra ható erőt a szerkezet a dugattyúk arányában megnöveli. Ezen elven kis szerkezettel 100-szoros, vagy akár 1000-szeres erőnövekedés is könnyen elérhető.

A hidrosztatika alapegyenlete (Pascal egyenlet):

$$\rho \frac{\partial U}{\partial h} + \frac{\partial p}{\partial h} = 0 \quad (5.3)$$

Más alakban:

$$\text{grad } p = \rho \vec{F}_l \quad (5.4)$$

A folytonossági tétel

A legtöbb területen többnyire áramló rendszerekkel dolgoznak. A tömegmegmaradás törvényét áramló rendszerekre a folytonossági vagy más néven kontinuitási egyenlet fejezi ki.

A folyadékok mozgását kétféle módon adhatjuk meg:

– LAGRANGE szerint:

A leírás a „részecskékkel együtt haladva” történik úgy, hogy megadjuk valamennyi részecske pályáját az idő függvényében.

– EULER szerint:

Rögzített pontból figyeljük az áramlási tér minden egyes pontját, és megadjuk az ott áthaladó részecskék sebességét.

A tömegmegmaradás tétele

Ha az áramló közeg összenyomhatatlan:

$$vA = \text{állandó}, \quad (5.4)$$

azaz

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \quad (5.5)$$

A folyadékok mozgástörvényei mások, mint a szilárd testeké. A folyadékelemek együttes mozgását áramlásnak nevezzük. A folyadékok bizonyos elhanyagolással *ideálisnak* tekinthetők.

Az Euler-egyenlet

Hanyagoljuk el a közeg súrlódásának hatásait, tekintsük a közeget súrlódásmentesnek! A folyadékrészekre általában kétfajta erő hat: a tömegre ható térerő (pl. a súlyerő/gravitációs térerő) és a folyadékrész felületén ható felületi-erő. Ha a közeg súrlódásmentes, a felületi-erőnek nincsen felülettel párhuzamos komponense (a csúsztatófeszültség zérus), csak a felületre merőleges, nyomásból származó erő hat.

Az Euler-egyenlet egy mozgásegyenlet, amely a súrlódás elhanyagolása esetén összefüggést teremt a folyadékrész gyorsulása és a folyadékrészre ható erők között. A gyorsulást kifejtve az Euler-egyenlet gyakran alkalmazott vektoriális alakját kapjuk

$$\frac{\partial \underline{v}}{\partial t} + \text{grad} \frac{v^2}{2} - \underline{v} \times \text{rot} \underline{v} = \underline{g} - \frac{1}{\rho} \text{grad} p \quad (5.6)$$

Az (5.6) összefüggést Euler-egyenletnek nevezzük, amely a valóságos közegben általában fellépő súrlódás elhanyagolása esetén érvényes.

Euler egyenlete a gravitációs térben nyugvó folyadék nyomásának kifejezésére

Ha a folyadék felszínén nem hat külső felületi erő, akkor a folyadék felszínétől mért h mélységben a nyomás értéke:

$$p = \rho g h$$

Amennyiben a szabad felszínre ható, általában p_0 -al jelölt külső légköri nyomást is figyelembe vesszük, akkor az előbbi nyomás értéke:

$$p_a = p_0 + \rho g h$$

Ezt az összefüggést a hidrosztatika alapegyenletének nevezzük. A benne szereplő nyomások közül tehát p_0 -t külső légköri nyomásnak, a $p_t = \rho g h$ mennyiséget túlnyomásnak, és a kettő összegeként értelmezett p_a nyomást abszolút nyomásnak nevezzük, ezekkel az elnevezésekkel tehát az előbbi egyenlet a

$$p_a = p_0 + p_t$$

5.2. A Bernoulli-egyenlet

Az Euler-egyenlet megoldásának egy igen hatékony módja a fenti egyenlet tagjainak az áramlási tér két (pl. 1-gyel és 2-vel jelölt) pontját összekötő vonal menti (hely szerinti) integrálása:

$$\underbrace{\int_1^2 \frac{\partial v}{\partial t} d\underline{s}}_{\text{I}} + \underbrace{\int_1^2 \text{grad} \frac{v^2}{2} d\underline{s}}_{\text{II}} - \underbrace{\int_1^2 \underline{v} \times \text{rot} \underline{v} d\underline{s}}_{\text{III}} = \underbrace{\int_1^2 \underline{g} d\underline{s}}_{\text{IV}} - \underbrace{\int_1^2 \frac{1}{\rho} \text{grad} p d\underline{s}}_{\text{V}} \quad (5.7)$$

Vizsgáljuk meg, hogy a legáltalánosabb alakban felírt Bernoulli-egyenlet milyen feltételek teljesülése esetén hozható egyszerűbb alakra!

a/ Miután

$$\int_1^2 \text{grad } f \, d\mathbf{s} = f_2 - f_1, \quad (5.8)$$

a II jelű integrál minden további feltétel nélkül a $\frac{v_2^2 - v_1^2}{2}$ alakra hozható.

b/ Ez az IV jelű integrálon is elvégezhető, ha a $\mathbf{g}$ *erőtér potenciálos*. A $\mathbf{g} = -\text{grad } U$ helyettesítéssel és az integrálás elvégzésével a Bernoulli-egyenlet IV jelű tagja $-(U_2 - U_1)$ alakú lesz.

c/ Az egyenlet I jelű tagja zérus, ha $\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} = \mathbf{0}$, azaz ha az *áramlás stacionárius*.

d/ A III jelű tag számítása általában nehézséget okozna, ezért törekszünk zérussá tételére. E tag zérus értékű, ha

- a $\mathbf{v}$ sebesség zérus,
- a $\text{rot } \mathbf{v} = \mathbf{0}$, azaz az *áramlás potenciálos*,
- a $d\mathbf{s}$ a $\mathbf{v}$ és $\text{rot } \mathbf{v}$ vektor által kifeszített síkba esik
- a $d\mathbf{s} \parallel \mathbf{v}$, azaz *áramvonalon integrálunk*,
- a $d\mathbf{s} \parallel \text{rot } \mathbf{v}$, azaz *örvényvonalon integrálunk*,
- $\mathbf{v} \parallel \text{rot } \mathbf{v}$, u.n. Beltrami áramlás.

e/ Az V tagban $\rho = \text{áll.}$ esetén a ρ/ρ gradiensét kell vonal mentén integrálni, ami a $-\frac{p_2 - p_1}{\rho}$

eredményre vezet. Ha $\rho = \rho(p)$, akkor a összefüggés felhasználásával az V integrál a $\int_{p_1}^{p_2} \frac{dp}{\rho(p)}$

alakra hozható.

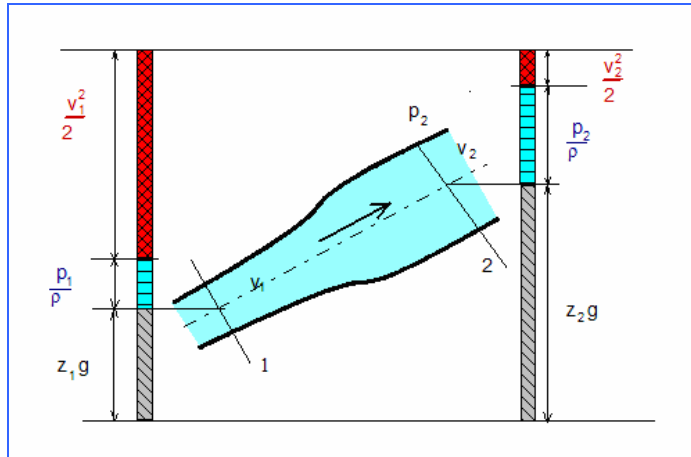
Ha a Bernoulli-egyenletet használjuk, a következő kérdéseket célszerű feltenni és a válaszok alapján a lehetséges egyszerűsítéseket végrehajtani:

- Stacionárius-e az áramlás? Ha nem, van-e olyan (pl. együtt mozgó) koordináta-rendszer, amelyből stacionáriussá tehető?
- Potenciálos-e az áramlás? Ha nem, lehet-e áramvonalon integrálni?
- Potenciálos-e az *erőtér*?
- Állandó-e a *sűrűség*? Ha nem, csak a nyomástól függ-e?

A műszaki gyakorlatban leggyakrabban előforduló esetekben az *áramlás stacionárius*, lehet *áramvonalon integrálni*, az *erőtér a Föld nehézségi erőtere*, ami *potenciálos*, a *sűrűség pedig állandó*. Ilyen esetben a Bernoulli-egyenlet az alábbi, jól ismert alakban írható fel:

$$\boxed{\frac{v_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + U_1 = \frac{v_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + U_2} \quad (5.9)$$

ahol U a Föld nehézségi erőterének potenciálja, ami felfelé mutató z koordináta esetén az $U = g_z z$ összefüggéssel írható le. Az egyes tagok az áramlás során változnak (ld. 5.3. ábra) de a tagok összege mindig állandó marad.



5.3. ábra
Áramlástanai példa

Az összefüggés azt fejezi ki, hogy a fenti feltételek fennállása esetén a $\left(v^2/2 + p/\rho + U\right)$ Bernoulli-összeg egy áramvonal mentén állandó. (Potenciális áramlás esetén a Bernoulli-összeg az egész áramlási térben – és nemcsak áramvonal mentén – állandó.)

A vízmozgás energiái nyomás alatti csőben

Bernoulli-egyenlet: (ideális folyadékokra)

$$z + \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{\rho g} = \text{állandó} \quad (5.10)$$

A helyzeti (z), a sebességi ($v^2/2g$) és nyomási energiák ($p/\rho g$) összege egy energiavonal mentén állandó.

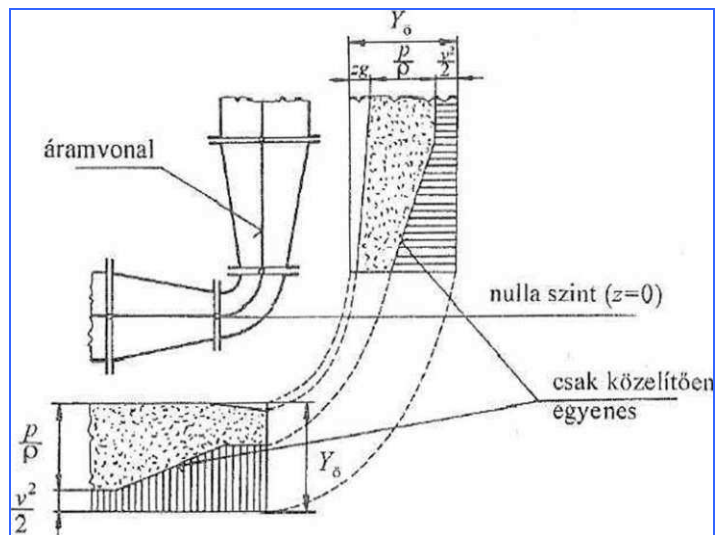
Folytonossági egyenlet

$$Q = A_1 \cdot v_1 = A_2 v_2 = \dots = A_n \cdot v_n \quad (5.11)$$

Reális folyadékokra:

$$z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\rho g} = z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\rho g} + h_L \quad (5.12)$$

Megjelenik az energiaveszteség (h_L), amely minden folyadékszállításkor fellép a csővezetékben.



5.4. ábra
Csőszakasz energiadiagramja

6. IMPULZUS ÉS PERDÜLET. INSTACIONER ÁRAMLÁS

6.1. Impulzus

A szilárd testek esetén $I = m \cdot v$ az ún. **impulzus** (mozgásmennyiség), amely az m tömeg és a v sebesség szorzata, és ugyancsak vektormennyiség. Ha az impulzus az időegység alatt megváltozik, akkor ezt valamilyen erő okozza, illetve valamilyen erő a következménye:

$$F_d = \frac{dI}{dt} = \frac{d(m \cdot v)}{dt} = -F_i; \quad (6.1)$$

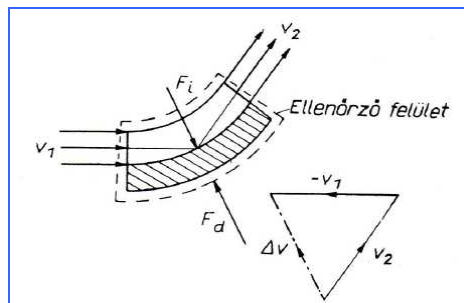
vagyis ez Newton második törvényének általános alkalmazása. Az F_d gyorsító erőt erőimpulzusnak nevezik, amelynek van ellentétes tehetetlenségi ereje, a $-F_i$.

A fenti képlet általános érvényű, vagyis az áramló folyadékokra is igaz. Az áramló folyadéknak azonban nincs egyetlen m -mel kifejezhető tömege, hanem adott keresztmetszeten az időegység alatt átáramló, ún. tömegárama – $\dot{m}$ (m_{pont}) –, amely kifejezhető a q térfogatáram és a ρ sűrűség szorzatából:

$$\dot{m} = \frac{m}{t} = \frac{V \cdot \rho}{t} = q \cdot \rho. \quad (6.2)$$

Alapvető törvény, hogy zárt mechanikai rendszer impulzusa állandó.

Ha az áramló folyadék sebessége megváltozik, az mindig erő hatására történik. Megváltozhat a sebesség hatásvonalja anélkül, hogy abszolút értéke változnék. A hatásvonal megváltoztatásának oka pl. a vízszög útjába helyezett lap (lapát) lehet (6.1. ábra).



6.1. ábra

Vázlat a vízszög erőhatásának értelmezéséhez

Az áramló folyadék erőimpulzusának vizsgálatára célszerű ún. ellenőrző (zárt) felülettel elhatárolni a folyadéktér egy részét. Így azonnal az eredő erőimpulzus határozható meg, mert

könnyen megszerkeszthető a Δv sebességváltozás, és az ellenőrző felületen belüli jelenségekkel nem kell foglalkozni.

A 6.1. ábrán megszerkesztett $\Delta v = v_2 - v_1$ különbségi sebességvektorral:

$$\mathbf{F}_d = \mathbf{m} \cdot \Delta \mathbf{v} = \mathbf{q} \cdot \rho_v \cdot \Delta \mathbf{v} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{v} \cdot \rho_v \cdot \Delta \mathbf{v} = -\mathbf{F}_i \quad (6.3)$$

Az impulzusra (mozgásmennyiségre), azaz mv -re felírt mérleg nem más, mint Newton második törvényének alkalmazása áramló rendszerek egy körülhatárolt térfogatelemére.

$$d(mv)/dt = \sum \mathbf{F} \quad (6.4)$$

azaz, az m tömegre ható erők összege egyenlő az impulzus időszerinti teljes differenciáljával.

Hiányzik az impulzustétellel összefüggő csövekben keletkező nyomáslengések (vízütés) meghatározása.

Kiegészítés:

A vízütés vagy általánosabban *folyadékütés*, *hidraulikus sokk*, egy jellemzően csővezeték-rendszerekben fellépő, rendkívül veszélyes áramlási jelenség. Ha a csővezetékben áramló folyadék sebessége hirtelen megváltozik, vagy teljesen megszűnik, a folyadékok összenyomhatatlansága miatt egy nyomáshullám keletkezik. Ez a nyomáshullám általában jóval magasabb, mint az üzemi nyomás; így zajt, vibrációt, legsúlyosabb esetben pedig a cső, vagy a csatlakozó csőszerelevények (szelepek, tolózárak, csőkarimák) törését okozhatja. A vízütés a vezeték-rendszer körületekintő működtetésével, illetve csillapítások (például légüst, vízakna) beépítésével elkerülhető, hatása csökkenthető.

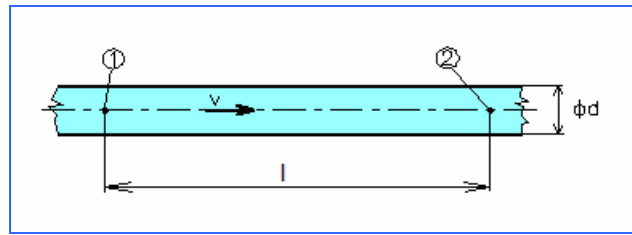
6.2. Perdület-tétel

Az impulzusnyomaték- vagy perdület-tétel kimondja, hogy az impulzus nyomatékának idő szerinti differenciálhányadosa egyenlő a tartományra ható erők nyomatékával.

6.3. Súrlódásmentes, összenyomhatatlan közeg egydimenziós áramlása

Alacsony viszkozitású folyadék és összenyomhatatlannak tekinthető gázok viszonylag rövid csővezetékben történő áramlásakor (a vegyiparban gyakran előforduló eset) a súrlódó erőt és ennek munkája nyomán keletkező energiadisszipációt elhanyagolhatjuk. Ha az áramlásnak olyan szakaszát vizsgáljuk, amelyben se energia bevezetés (szivattyú) se energia elvezetés (turbina) nincs, elegendő a középső áramvonalra vonatkoztatott energia egyensúlyt vizsgálni.

6.4. A súrlódási veszteség



6.2. ábra

Magyarázó ábra

Ha felírjuk a Bernoulli-egyenlet stacionárius esetre alkalmazható alakját egy áramvonalon egymástól l távolságra lévő 1 és 2 pont között (6.2. ábra), az adódik, hogy

$$p_1 = p_2, \quad (6.5)$$

azaz a nyomás a cső hossza mentén (a Bernoulli-egyenlet alkalmazásával a súrlódásmentes-séget feltételezve) nem változik.

Valóságos közeg áramlása esetén azonban

$$p_1 < p_2, \quad (6.6)$$

azaz az 1 és 2 pontban nem azonos a Bernoulli-összeg.

A Bernoulli-összeget meg kell növelni a két pont közötti Bernoulli-összeg csökkenéssel, amit $\Delta p'$ -vel jelölünk és súrlódási veszteségnek nevezünk:

$$\rho \frac{v_1^2}{2} + p_1 + \rho U_1 = \rho \frac{v_2^2}{2} + p_2 + \rho U_2 + \Delta p' \quad (6.7)$$

A következőkben a $\Delta p'$ veszteség meghatározásának módjával foglalkozunk. Ebben igen fontos szerepe volt és van a kísérletezésnek.

A $\Delta p'$ kifejezésére Darcy javasolt egy összefüggést

$$\Delta p' = \frac{\rho}{2} \cdot v^2 \cdot \frac{l}{d} \cdot \lambda \quad (6.8)$$

amelyet Darcy-formulának neveznek. A λ a csősúrlódási tényező, melynek meghatározására Moody javasolt egy, az érdességet is magában foglaló diagramot (6.3. ábra).

A d/k viszonyszám a cső relatív érdességet jelenti. A hidraulikailag sima csőben a lamináris áramlásra a ($Re < 2300$)

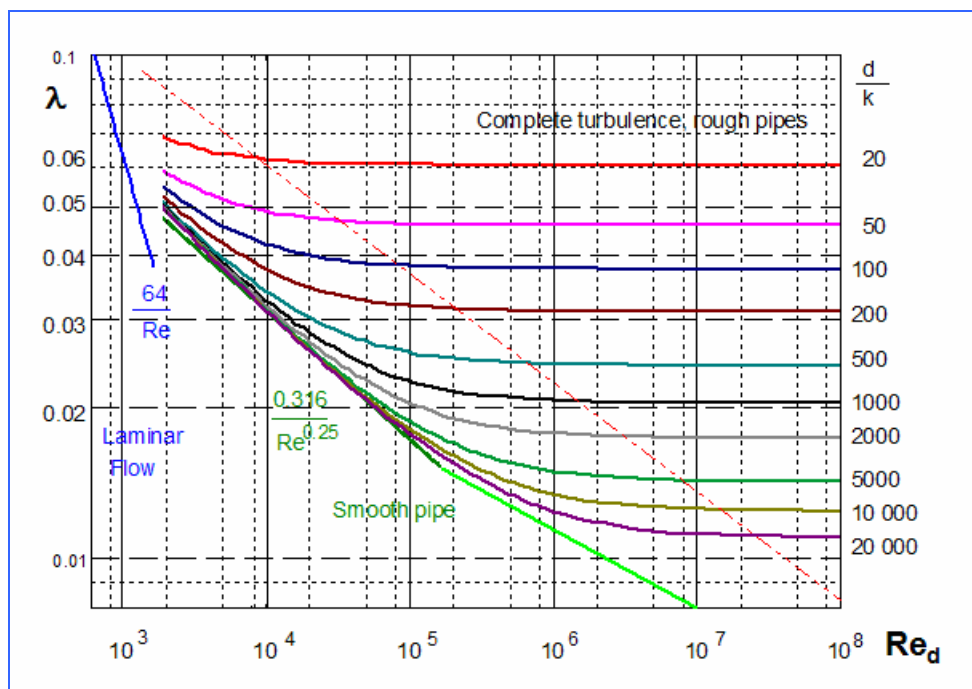
$$\lambda = \frac{64}{Re}, \quad (6.9)$$

turbulens áramlásra *

$$\lambda = \frac{0.316}{\sqrt[4]{Re}}, \quad (6.10)$$

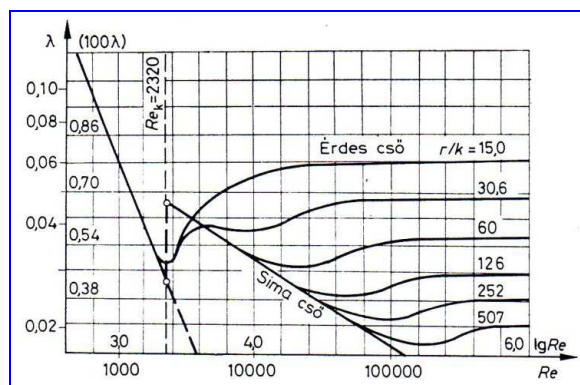
ha $4000 < Re < 10^5$.

* Itt megadható lenne valami numerikus formula a valóságos csövekre, a csőellenállás számítására, (pl. Colebrook-White egyenlet). http://en.wikipedia.org/wiki/Darcy_friction_factor_formulae



6.3. ábra
Moody diagram

A témával kapcsolatban egy másik helyről átvéve a 6.4. ábrát találjuk.



6.4. ábra
A csőszűrlődési tényező a Reynolds-szám függvényében

A Reynolds-szám – mint dimenziómentes mennyiség – a következő fejezetben szerepel.
majd.

7. DIMENZIÓANALÍZIS. DIMENZIÓMENTES MENNYISÉGEK. ÁRAMLÁSI KÉPEK

7.1. Hasonlóság

Anélkül, hogy a részletekbe bele mennénk, jelezni kell, hogy a műszaki élet területén mennyire fontos a hasonlóság. Az egyes témáknál a hasonlóság nem úgy jelenik meg, mint a geometriában (méretek aránya), hanem a leírásokban szereplő mennyiségekből képzett „viszonyok” egyezése szükséges.

Az áramlástani kísérletekben gyakran alkalmaznak kisminta kísérleteket. A kisminta törvények egyik fontos kritériuma a hasonlósági azonosság a kismintán és a valóságban.

Áramlások hasonlósága

A mérnöki gyakorlat által felvetett problémák nagy része nem oldható meg csupán a rendelkezésünkre álló, az áramlásoknál lejátszódó fizikai folyamatokat leíró differenciálegyenletek alkalmazásával. Ezek a differenciálegyenletek csak nagy elhanyagolásokkal és csak egyszerű esetekre szolgáltatnak zárt alakú megoldásokat. Ezek segítségével adnak konkrét probléma megoldását jelentő irányok, minőségi változások meghatározásához, azonban konkrét (számszerű) eredmények meghatározásához nem elegendők. A feladat megoldása érdekében a mérnök gyakran kényszerül az elméleti ismeretét kísérletek eredményeiből kapott információkkal kiegészíteni. A kísérletekből csak akkor kapunk használható eredményt, ha azokat gondosan, az alábbiakban ismertetendő elvek felhasználásával terveztük meg. Az áramlástechnikai kísérletek azért szükségesek, mert a kivitelezendő áramlástechnikai műtárgy (pl. vízpépítésnél gát, csatorna), gép (pl. nagyteljesítményű szivattyú, turbina, stb.), készülék (pl. hőcserélő, kolonna, stb.) végleges megépítése előtt elméleti alapon meg nem határozható, a kivitelezendő objektum működése szempontjából lényeges műszaki adatokra (ható erők, energiaátalakulási viszonyok, áramlási holtterek, áramkép, stb.) van szükségünk. Ezeket az adatokat - mérések segítségével - a kivitelezendő objektumhoz hasonló kismintán lényegesen gazdaságosabban tudjuk meghatározni. A következőkben az áramlástechnikai „hasonlóság” teljesülésének feltételeivel foglalkozunk.

Geometriai hasonlóság

A kivitelezendő objektumot és a kismintát akkor tekintjük geometriailag (mértanilag) hasonlóknak, ha valamennyi megfelelő lineáris méretének hányadosa állandó számérték.

A teljes geometriai hasonlóság betartása nem könnyű feladat, mert pl. már 1:10 kicsinyítésnél is lehetnek olyan geometriai méretek, amelyek a kismintánál az elkészíthetőség határába ütköznek. Ezen kívül komoly problémát jelent a felületi érdesség meghatározott arányú kicsinyítése, vagy a többfázisú áramlások modellezésénél a szemcseméret-eloszlás ill. buborék-eloszlás léptékhelyes befolyásolása.

Kinematikai (mozgástani) hasonlóság

Az áramlások hasonlóságának szükséges, de nem elégséges feltétele, hogy a kisminta külön-

böző áramlási keresztmetszeteiben uralkodó sebesség és az objektum megfelelő keresztmetszeteiben uralkodó áramlási sebesség arányos legyen, azaz

$$v = C v_m$$

Dinamikai (erőtani) hasonlóság

Dinamikai hasonlóság a kisminta és a kivitelezendő objektumon ható erők arányosságát fejezi ki. Az áramlási viszonyokat döntően a következő erők befolyásolják: tehetetlenségi erő (inercia erő, tömegeerő), a nyomásból származó erő, a térerőből származó erő, a súrlódásból származó erő, kapilláris erő. Ha sikerülne a geometriai, kinematikai és dinamikai hasonlóságot egyidejűleg biztosítani, akkor természetesen biztosítva lenne a munkaképesség, az energiák és teljesítmények hasonlósága is. A dinamikai hasonlóság törvényszerűségének meghatározását elősegíti, ha az erőket az l hosszúsági méret és a v sebesség segítségével fejezzük ki.

7.2. Hasonlósági számok, dimenziómentes mennyiségek

Az áramlástani kísérletekben gyakran alkalmaznak kisminta kísérleteket. A kisminta törvények egyik fontos kritériuma a hasonlósági azonosság a kismintán és a valóságban.

A legfontosabb hasonlósági számok a következők:

$$Re \sim \frac{\text{tehetetlenségi erő}}{\text{súrlódásból származó erő}} = \frac{F_T}{F_S} \sim \frac{v_0^2 / l_0}{v v_0 / l_0^2} = \frac{v_0 l_0}{v} \quad (7.1)$$

$$Fr \sim \sqrt{\frac{\text{tehetetlenségi erő}}{\text{súlyerő}}} = \sqrt{\frac{F_T}{F_G}} = \sqrt{\frac{v_0^2 / l_0}{g}} = \frac{v_0}{\sqrt{g l_0}} \quad (7.2)$$

$$Eu \sim \frac{\text{nyomásból származó erő}}{\text{tehetetlenségi erő}} = \frac{F_p}{F_T} \sim \frac{(p - p_0) / \rho / l_0}{v_0^2 / l_0} = \frac{p - p_0}{\rho v_0^2} \quad (7.3)$$

A dimenziómentes mennyiségek alkalmazására számtalan példát sorolhatnánk. Az általunk érintett területekből emeljük ki az alábbiakat:

- áramlási viszonyok, áramlás jellege
- csősúrlódás (pl. 6.4. ábra előbb)
- ülepítés
- keverés

témaköre.

7.3. Az áramlások jellege

Lamináris és turbulens áramlás csőben

A múlt század végén O. Reynolds végezte el először a következő kísérletet. A sima üvegcső készült kifolyócső belsejébe egy másik, vékonyabb csővön keresztül festett folyadékot (piros tinta) vezetett. Kis sebességnél a megfestett folyadékszál a cső közepén áramolva egyben haladt (7.1. ábra). Az áramlás ilyen esetben lamináris, réteges áramlásnak nevezzük. A fő áramlás sebességét növelve a megfestett folyadékszál a kaotikus mozgások miatt (turbulens ingadozások) összekeveredett a környező folyadékkal (7.2. ábra). A fő áramlás sebességét növelve a sebesség ingadozások egyre nagyobbak. Egy egy pontban a sebesség iránya és nagysága is változik. Az áramlás kavargó, örvényes lesz, ezt turbulens áramlásnak nevezzük.

Az áramlás jellemzésre *Reynolds* egy dimenziómentes számot vezetett be, melynek kritikus értéke 2300. Ez a dimenziómentes szám korábban szerepelt már, s éppen *Reynolds-ról* nevezték el. A *Re* szám ezen értéke (2300) alatt lamináris, felette turbulens áramlásról beszélünk. Ismét a *Re* szám értelmezése (itt):

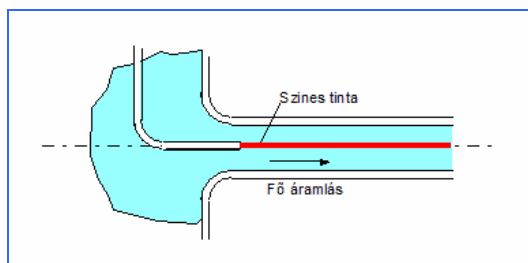
$$Re = \frac{dv}{\nu} \quad (7.4)$$

ahol:

d – áramlási keresztmetszet, vagy *egyenértékű* átmérő [m]

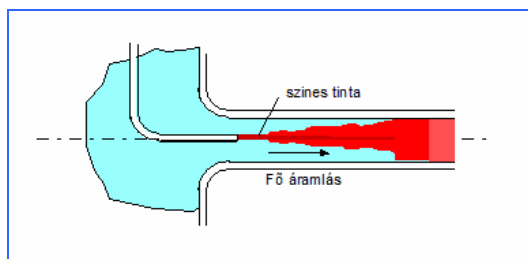
v – áramlási sebesség [m/s]

ν – kinematikai viszkozitás [m²/sec].



7.1. ábra

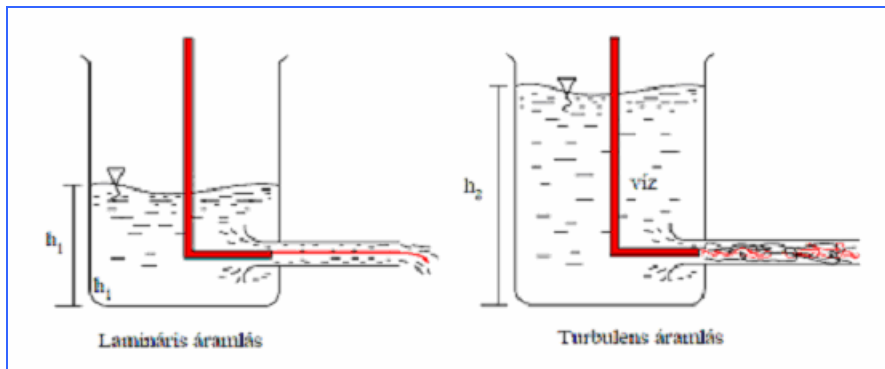
Lamináris áramlás



7.2. ábra

Turbulens áramlás

Hasonló ábrákkal találkozunk más közleményekben, írásokban (pl. a 7.3. ábra).



7.3. ábra
Az áramlások jellege

7.4. Dimenziómentes mennyiségek egyéb területen

7.4.1. Csőszűrlődés

Az előző fejezetben 6.3. és 6.4. ábra.

7.4.2. Ülepítés

Látni fogjuk, hogy a méret, az ülepedő részecskére jellemző méret lesz.

7.4.3. Keverés

Keverési dimenziómentes mennyiségeket módosítással adják meg. A „méret” helyett a keverőre jellemző átmérő (d) szerepel az összefüggésekben, a képletben adott sebességre a keverő kerületi sebessége jelenik meg, amely kifejezhető a keverő átmérőjével és a keverő fordulatszámmal (n).

$$\mathbf{Re}_k = \frac{n d d \rho}{\eta} = \frac{n d^2 \rho}{\eta}$$

$$\mathbf{Fr}_k = \frac{n^2 d^2}{g d} = \frac{n^2 d}{g}$$

$$\mathbf{Eu}_k = \frac{\Delta p}{\rho (n d)^2}$$

7.5. Dimenzióanalízis

A hasonlóságelmélet alkalmazásánál két módszer:

- Modellelmélet
Hasonlósági kritériumok képzése a felírt differenciálegyenlet alapján történik.
- Dimenzióanalízis
Amikor a rendszert leíró differenciálegyenletet nem ismerjük, de az összes változót igen, a hasonlóság kritériumait dimenzióanalízissel kaphatjuk meg.

Buckingham-féle Π tétel

q – mennyiség

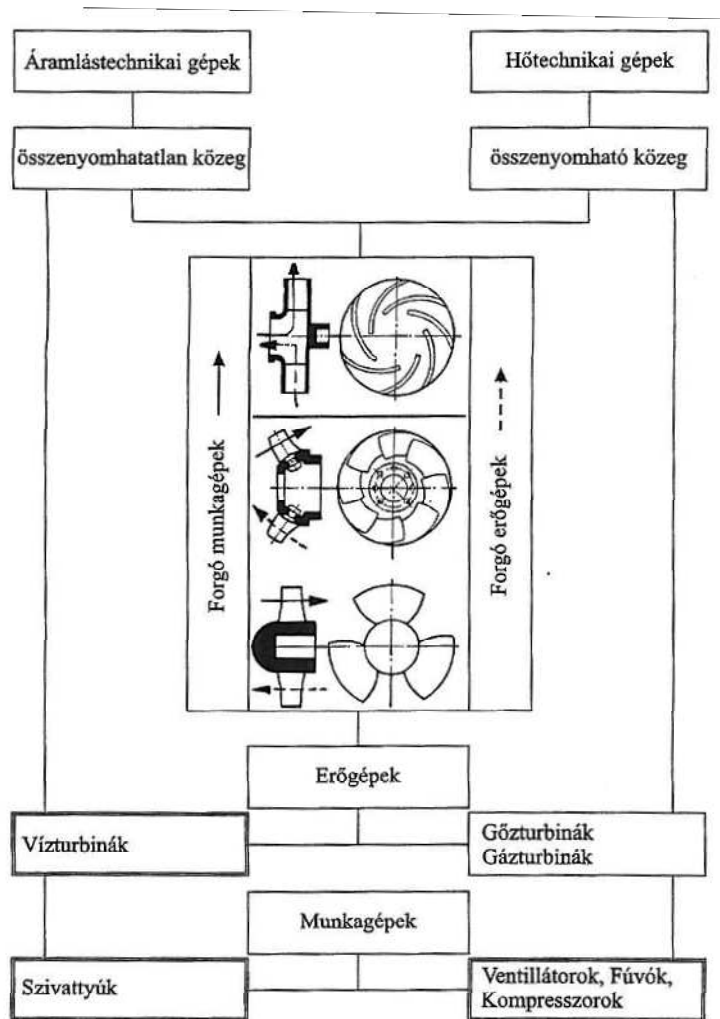
u – alapmennyiség

a dimenzionálisan homogén összefüggés átalakítható $(q-u)$ dimenziómentes hatványszorzat közötti összefüggéssé.

8. SZIVATTYÚK, JELLEGGÖRBE, MUNKAPONT

Áramlástechnikai gépek

Bevezetésként a áramlástechnikai gépek csoportosítása látható a 8.1. ábrán.



1.1. ábra: Az áramlástechnikai gépek felosztása

8.1. ábra

Áramlástechnikai gépek

8.1. Szivattyúk

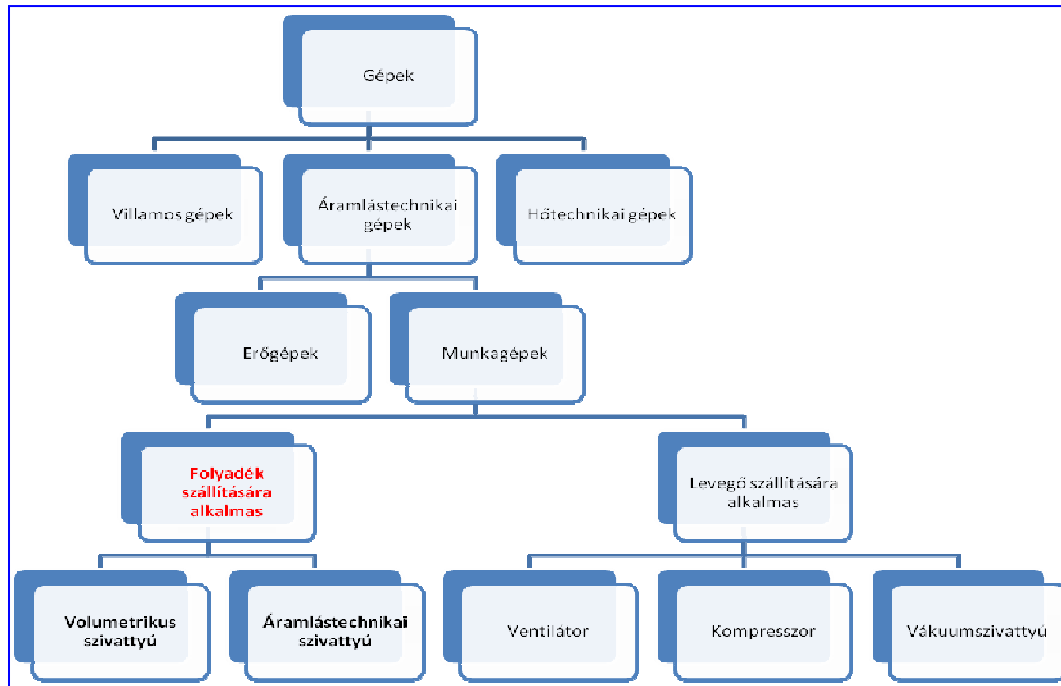
A szivattyúk olyan munkagépek (8.2. ábra), amelyek mechanikai munkát felhasználva a folyadék energiaszintjét megnövelik, így a folyadékot az alacsonyabb energiaszintű helyről a magasabb energiaszintű helyre szállítják.

A szivattyú a vele közölt mozgási energiát hidraulikus energiává alakítja át, ami a folyadék nyomásnövekedésében nyilvánul meg.

A szivattyúkat *működési elvük szerint* a következő csoportokba osztják:

- térfogat-kiszorítás elvén és
- áramlástechnikai elven

működő gépekre.



8.2. ábra

Szivattyúk helye a gépek rendszerében

A *térfogat-kiszorítás* elvén vagy másképpen *volumetrikus* elven működő gépeknél a gép munkatere az idő függvényében valamilyen törvényszerűség szerint periodikusan változtatja térfogatát. A munkatér térfogatának növekedésekor a folyadék az előálló nyomáskülönbség hatására a gép munkatérébe áramlik, majd a térfogat csökkenésekor a közeg ugyanilyen okból a gép munkatéréből távozik. A ki- és beáramlást automatikusan működő vagy vezérelt szelepek, tolattyúk, rések stb. irányítják.

Az áramlástechnikai elven működő gépek felosztása:

- impulzusnyomaték elven (örvényelven) és
- egyéb áramlástechnikai elven

működő gépek.

Az *impulzusnyomaték* elvén működő gépek fő jellegzetessége:

- a gépeken folyamatosan áramló közeg,
- a lapátozással bíró forgó járókerék, valamint, hogy
- a járókerék lapátok az abszolút áramlást eltérítik.

Az e családba tartozó gépeket *örvénygépnek*, *örvényelven működő gépeknek* is nevezik.

Az egyéb áramlástechnikai elveken működő gépek csoportjába tartozik pl. a vízsugárszivattyú, a légnyomásos vízemelő (mamutszivattyú) stb.

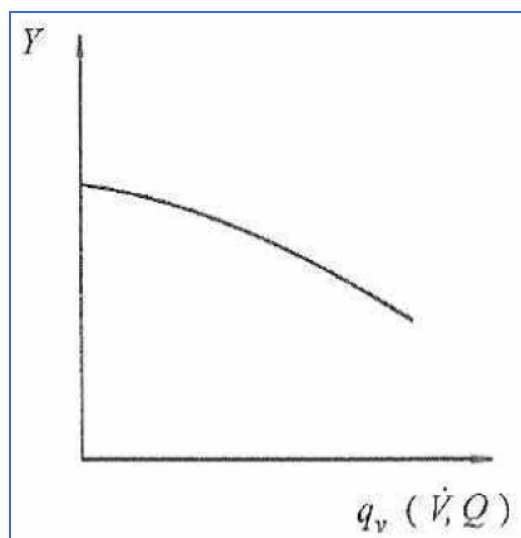
A térfogat-kiszorítás elvén működő gépek lehetnek:

- dugattyús szivattyúk,
- egyéb, térfogat-kiszorítás elvén működő szivattyúk.

Az egyes típusokra szemléltetés a PPT anyagban.

8.2. Jelleggörbe, teljesítmény, hatások

Ipari technológiák megvalósításánál sokszor az a feladat, hogy fluidumokat (folyékony közegeket) - newtoni és nem-newtoni folyadékokat, gőzöket, gázokat - a készülék egy meghatározott nyomású helyéről egy másik készülék egy más meghatározott nyomású helyére szállítsunk. Ezt a feladatot a folyékony közegszállítás gépei, a legkülönbözőbb típusú szivattyúk, ventilátorok, kompresszorok végzik. A közegszállítás gépeinek üzemi tulajdonságait jellemzi az ún. jelleggörbe (8.3. ábra).



8.3. ábra

A fluidumszállítás jelleggörbéje

A jelleggörbe a tömeg-fajlagos energianövekmény, $/Y/$ és a térfogatáram, $/q_v(\dot{V}, Q)/$ közötti kapcsolatot teremti meg.

A folyékony közegek (fluidumok) mozgatásához külső munka bevezetés szükséges (kivétel az ejtő-tartályból történő szállítás). A kívülről bevezetett munka megnöveli a szállítandó közeg mozgási, nyomási, helyzeti energiáját, egy része viszont diszzipálódik/elnyelődik.

$$\eta_{\theta} = \frac{P_{hasznos}}{P_{\text{összes}}} \quad (8.1)$$

A szivattyú hasznos teljesítménye

$$P_{hasznos} = q_v Y_h \rho \quad (8.2)$$

A $P_{\text{összes}}$ a szivattyú hajtásához a külső munkagép által leadott teljesítmény. A szivattyú me-

chanikus részeinek mozgatásakor a súrlódások legyőzésére felhasznált teljesítményt (P_m) levonva az összes teljesítményből (P_b) megkapjuk az ún. belső teljesítményt

$$P_b = P_h - P_m \quad (8.3)$$

A belső teljesítményből számítható a mechanikai hatásfok:

$$\eta_m = \frac{P_b}{P_h} \quad (8.4)$$

A szivattyúk belső tömítetlenségein ill. a járókeréknél visszaáramló folyadékmennyiséget q_v -vel (veszteség térfogati áram) jelölve, a volumetrikus veszteségteljesítmény

$$P_v = q_v Y_h \rho \quad (8.5)$$

A szivattyún belüli közegáramlás hidraulikai veszteségeit veszi figyelembe a hidraulikai veszteségteljesítmény:

$$P_{hd} = q_v Y_{veszt,b} \rho \quad (8.6)$$

A szivattyú belső teljesítményszükséglete az Y_b -ből számítható:

$$P_b = q_v Y_b \rho \quad (8.7)$$

A szivattyú volumetrikus hatásfokát erre a belső teljesítményre vonatkoztatjuk

$$\eta_v = \frac{P_b - P_v}{P_b} \quad (8.8)$$

A hidraulikus hatásfok értelmezése:

$$\eta_h = \frac{P_b - P_v' - P_{hd}'}{P_b - P_v'} \quad (8.9)$$

A gép összhatásfoka és a részhatásfokok közötti összefüggést lenti egyenlet szerint számíthatjuk:

$$\eta_{\Sigma} = \eta_v \eta_h \eta_m \quad (8.10)$$

Szivattyú teljesítmény, veszteségek, hatásfok

A szivattyúnál, mint munkagépnél szintén beszélhetünk hasznos teljesítményről, összes- vagy bevezetett teljesítményről, amelyeknek a hányadosát, mint hatásfokot értelmezzük:

A hasznos és a bevezetett teljesítmény

A belső súrlódás nagy része ott lép fel, ahol a folyadékáramlás iránya hirtelen változik, pl. hirtelen keresztmetszet-változásoknál, szelepeknél és más szerelvényeknél, valamint a szívásnyomás váltakozása következtében fellépő irányváltozás és sebességváltozás miatti örvényléseknél.

A hasznos teljesítmény:

$$P_h = P_i \cdot \eta_v \cdot \eta_h \quad (8.11)$$

A bevezetett teljesítmény pedig, amelyet a szivattyú a motoroldaltól kap:

$$\boxed{P_b = \frac{P_i}{\eta_m}} \quad (8.12)$$

η_m – mechanikai hatásfok.

A mechanikai hatásfokkal a mechanikai veszteségeket vesszük figyelembe, amelyet az egymáson elmozduló alkatrészek közötti súrlódás (pl. tömszelencében elmozduló dugattyúrúd, a hajtóművezetékben elmozduló keresztfej súrlódása, a forgattyúcsapok súrlódása, a csapágy-súrlódás stb.) okoz.

A mechanikai veszteségek nagysága a szivattyú szerkezeti megoldásától és alkatrészeinek állapotától nagymértékben függ.

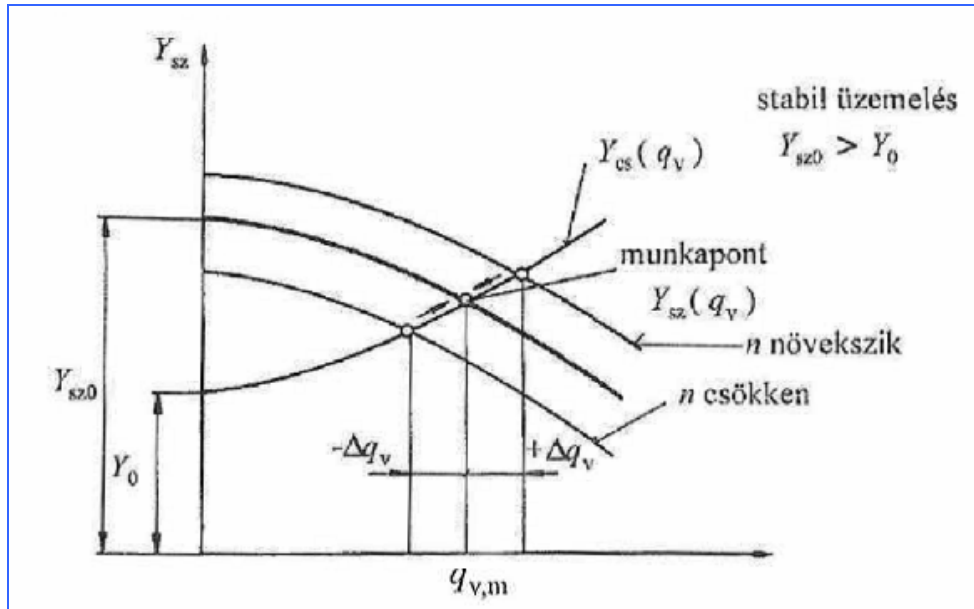
A bevezetett teljesítmény:

$$\boxed{P_b = \frac{P_h}{\eta_m \cdot \eta_v \cdot \eta_h}} \quad (8.13)$$

8.3. A szivattyúk üzemeltetése, munkapont, NPSH

Munkapont, stabil üzemállapot

A szivattyú mindig csővezetékrendszerrel együtt üzemel. A csővezeték és a szivattyú jelleggörbéjének metszéspontját „munkapontnak” nevezzük.



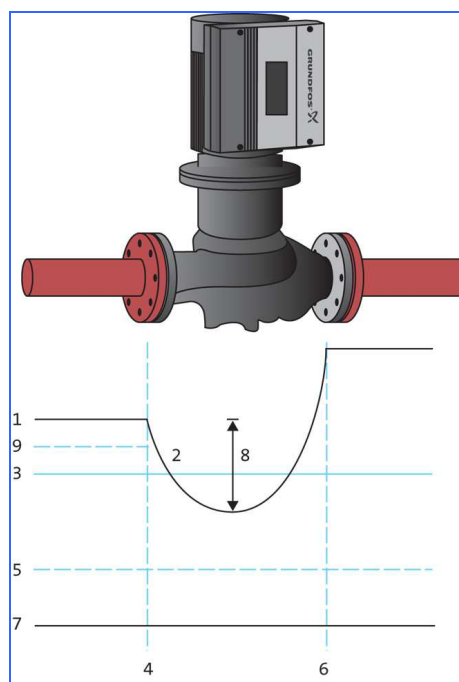
8.4. ábra

Szivattyú munkapontjának meghatározás

NPSH (nettó pozitív szívómagasság)

A szivattyú belsejében a szívócsonk és a nyomócsonk között változó nyomás uralkodik. A szivattyú első szakaszában a nyomás először csökken, majd a nyomóoldalon a szívóoldali nyomásnál nagyobb értéket vesz fel.

A szívócsonkban mért nyomás és a szivattyú belsejében mérhető legalacsonyabb nyomás közötti különbség az NPSH (nettó pozitív szívómagasság) érték. Az NPSH érték tehát a szivattyúház első szakaszában keletkező nyomásvesztéseget fejezi ki. Az NPSH mértékét a 8.5. ábra szemlélteti.



8.5. ábra

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1. Szívócsonk-nyomás | 2. Nyomásváltozás | 3. Légköri nyomás |
| 4. A szivattyú szívócsonkja | 5. Telítési gőznyomás | 6. A szivattyú nyomócsonkja |
| 7. Vákuum | 8. NPSH | 9. NPSHR |

Túlzottan alacsony szívócsonk-nyomás esetén a nettó pozitív szívómagasság a szivattyú belsőjében a nyomást az áramoltatott közeg telítési gőznyomása alá csökkenti. Ennek következtében a szivattyúban kavitáció lép fel, ami zajjal és a berendezés meghibásodásával jár.

Az NPSHR (a nettó pozitív szívómagasság elvárt értéke) valamennyi szivattyú adatlapján megtalálható. Az NPSHR érték azt a legkisebb szívócsonk-nyomást jelzi, amelyre az adott szivattyúnak a kavitáció elkerüléséhez szüksége van. (Grundfos weblap)

8.4. Szivattyúk kapcsolása

Szivattyúk kapcsolása és teljesítményei

Ha a szivattyúk térfogatáramát kell növelni, akkor a szivattyúkat párhuzamosan kell kapcsolni. Az emelőmagasság növelése érdekében pedig soros kapcsolást kell alkalmazni.

A centrifugál szivattyú hasznos teljesítménye:

$$P_h = qp, \quad (8.14)$$

ahol

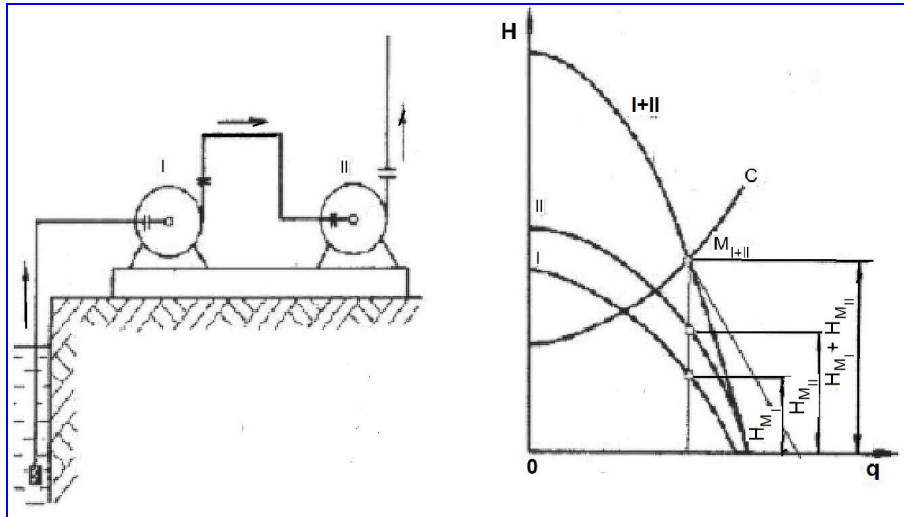
q - térfogatáram,
p - nyomás.

A bevezetett teljesítmény:

$$P_b = \frac{P_h}{\eta_{sziv}}$$

(8.15)

8.4.1. Szivattyúk soros kapcsolása

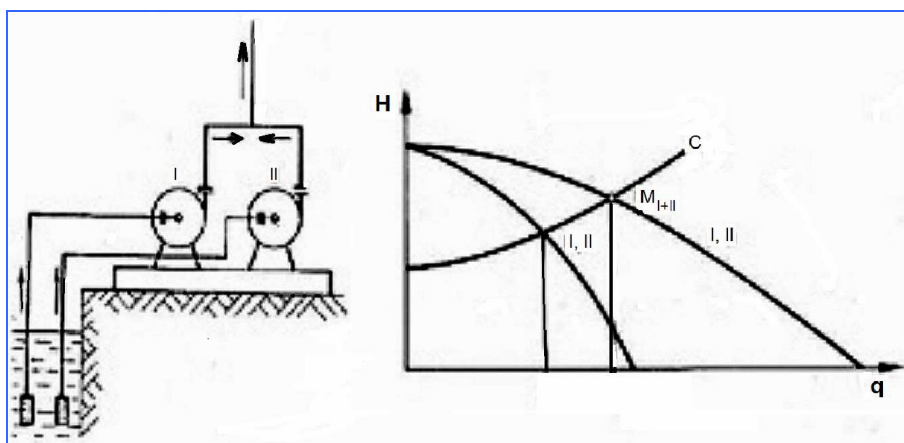


8.6. ábra

Szivattyúk soros kapcsolása

8.4.3. Szivattyúk párhuzamos kapcsolása

A térfogatáram összegződik, az emelőmagasság állandó maradt.



8.7. ábra

Szivattyúk párhuzamos kapcsolása

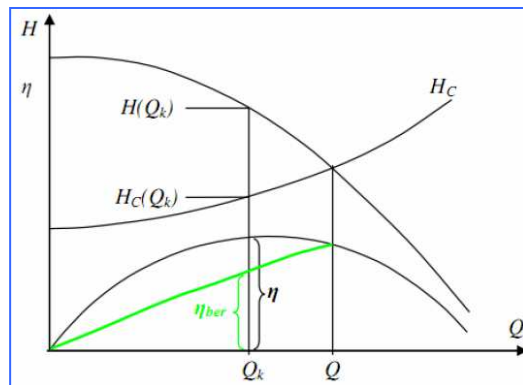
8.5. Szabályozás

Áramlástechnikai gépek vezérlése és szabályozása

- Szabályozás az előperdület módosításával
- Szabályozás fordulatszám-változtatással
- Megkerülő vezetékes (Bypass szabályozás)
- Szabályozás lapátszög változtatással
- Szabályozás fojtással.

Szabályozás fojtással:

Megvalósítása úgy történik, hogy a nyomóágba egy szelepet építünk. A rendszer hatásfoka ennél a vezérlési módszernél csökken.

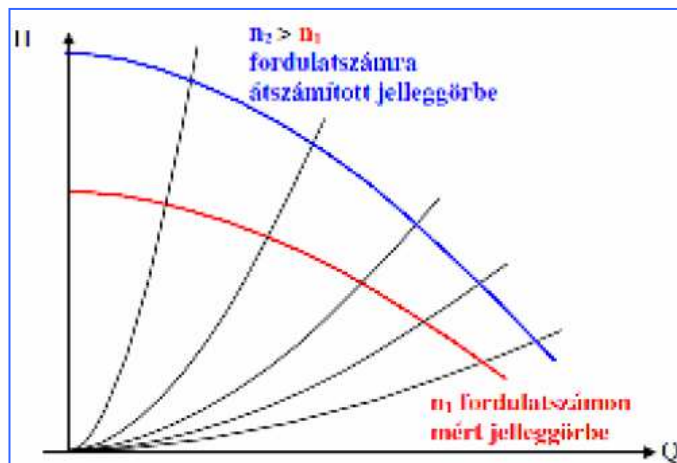


8.8. ábra

Szabályozás fojtással

Fordulatszám-szabályozásos vezérlés:

Frekvenciaváltóval szerelt villamos hajtómotorok esetében lehetséges. A fordulatszám szabályozással a szállított folyadék mennyisége lineárisan változik. Nagyon jó hatásfokú szabályozás.

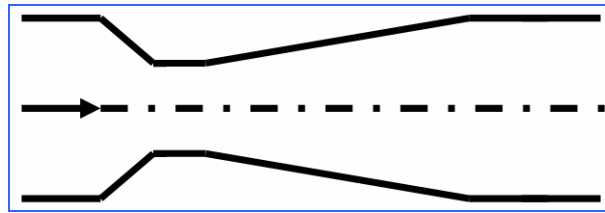


8.9. ábra

Fordulatszám-szabályozásos vezérlés

8.6. Kavitáció

A Venturi csőben (8.10. ábra) végbemenő energia-átalakulással kapcsolatban meg kell említeni egy kellemetlen jelenséget, a *kavitációt*.



8.10. ábra

Venturi cső

A vízgőz nemcsak a víz melegítésével állítható elő, hanem úgy is, hogy állandó hőmérsékleten nagymértékben lecsökkentik a nyomást. Ha a Venturi cső legszűkebb keresztmetszetében a nyomás egy kritikus határérték alá csökken, az áramlási folyadékszálban hideg vízgőzcsomók keletkeznek. Az áramlás folytonossága megszűnik, jellegzetes sziszegő zaj keletkezik, és vízütések lépnek fel a növekedő nyomás területén, a vízgőzcsomók összeomlása következtében. Ezek a vízütések a csőidomot tönkreteszik, felületét kimarják. Bizonyos határon túl nem célszerű a Venturi csövet leszűkíteni.

Általában a kavitációról megállapítható, hogy a lecsökkent nyomás következtében a folyadékban képződő gőzbuborékok bizonyos körülmények között instabillá válva növekedni kezdenek, és nagyobb nyomású helyre érkeve összeroppannak. A fal vagy szerkezeti elemek mentén összeroppanó gőzbuborékok kis felületre lokalizált, több száz bar intenzitású, szabálytalanul változó nagy frekvenciájú ütest mérnek a falra vagy szerkezeti elemre, amelyből először igen apró, majd nagyobb részecskék szakadnak ki, ún. kavitációs bemaródás keletkezik. A fal vagy szerkezeti elem felülete a szivacshoz hasonlóan lyukacsossá válik, végül egészen nagy darabok törhetnek le belőle.

A kavitáció romboló hatását a XX. század elején kezdték először Angliában kutatni, a hajócsavarokon tapasztalt károsodási jelenségek okának tisztázása céljából. Ezek a jelenségek gyakran néhány órai üzem után teljesen használhatatlanná tették a hajócsavarokat. A hajócsavar kavitáció kutatása terén számottevő eredményt ért el Ch. A. Parsons 1919-ben.

A *kavitáció kiküszöbölése* vízturbinák, centrifugális szivattyúk és egyéb örvénygépek üzemében, általában olyan berendezésekben, amelyek vízben mozognak vagy áramló vízzel vannak közvetlen érintkezésben, az üzemeltetés szempontjából *fontos feladat*.



8.10. ábra

Kavitáció „eredménye” bronz szivattyú-lapátnál

<http://hu.grundfos.com/content/dam/Global%20Site/Industries%20%26%20solutions/waterutility/pdf/water-treatment.pdf>

9. CSÖVEK, CSŐVEZETÉKEK

9.1 A csövek feladata és rendszerezése

A csővezetékek feladata, hogy valamilyen anyagot (folyadékot, gázt, gőzt vagy szilárd anyagot) továbbítson ill. vezessen. A csővezetékek felosztása többféleképpen lehetséges. Amennyiben az elemek összeépíthetősége alapján vizsgáljuk, akkor csőhálózatról, csővezeték rendszerről, csővezetékéről ill. csőről beszélünk. Ha felhasználási céljuk szerint csoportosítjuk, akkor termelőüzemi és anyagszállító vezetékéről beszélünk. Elrendezésük szerint lehetnek szabadon fektetett és talajba fektetett, de a hazai gyakorlatban az üzemi csővezeték, üzemközi csővezeték és távvezeték fogalmakat is használják.

A csöveket rendeltetésszerű használatukhoz különböző csővezetéki elemekkel ill. csőszerelvényekkel építik össze, melyeknek az egybeépített rendszere alkotja a teljes csővezeték rendszert. A csővezetéki elemek a különféle csőelágazók, ívek, csőszűkítők, véglezárások és az elemek közötti kapcsolatot biztosító csőkötések. A csővezetéki szerelvényekhez tartoznak a különféle szelepek, tolózárak, csapok, hőtágulás kiegyenlítők és a csőmegfogást biztosító elemek.

Ha a csővezetékek a környezet hőmérsékletétől eltérő hőmérsékletűek akkor a tervezéskor és kivitelezéskor figyelembe kell venni a lehetséges hosszváltozásokat. Sok esetben szükség lehet hő-, ill. hideg-védőbevonat, hőszigetelés alkalmazására is.

9.2 Csővezetékrendszer alapfogalmai

Csővezetékek jellemző paraméterei

- Méretek (legfontosabb az átmérő)
- Anyagminőség
- Nyomás
- Hőmérséklet
- Szállított közeg
- Névleges átmérő (jele: DN)

A csővezetéki elemek keresztmetszeti méretére utaló szám (nemcsak a csőnek van névleges átmérője, hanem az egyéb elemeknek is). Nincs mértékegysége. A belső átmérő mm-ben kifejezett értékéhez közeli szám. Az azonos névleges átmérőjű csővezetéki elemek egymáshoz csatlakoztathatók.

Nyomások

Névleges nyomás (MSZ 2873) az a legnagyobb túlnyomás, amelyre a csővezeték és elemei tartósan igénybe vehetők a termékszabványban előírt alapanyagok figyelembevételével 20 °C hőmérsékleten. A névleges nyomás a csővezetékekre és elemeire vonatkozó szabványok

alapja.

Jele: PN vagy NNY

Mértékegysége: bar vagy MPa

9.1. táblázat

Névleges nyomások [bar]

0,1			0,25		0,6	
1			2,5		6	
10	16		25		64	
100	160	200	250	500	640	800
1000	1600		2500		6400	

Megengedett üzemi nyomás (MSZ 2873) az a legnagyobb nyomás, amellyel a meghatározott névleges nyomású csővezeték vagy elem az adott üzemi hőmérsékleten tartós üzemben terhelhető. A megengedett üzemi nyomás megállapításához a csővezeték ill. a csővezetéki elemek alapanyagának az üzemi hőmérsékleten meghatározott szilárdsági jellemzők mértékeadók.

Jele: PÜ

Mértékegysége: bar

Pl. PÜ 50, t=450 °C

Egy csővezetéki elemben *megengedhető legnagyobb nyomás* az a maximális belső túlnyomás, amely minden elképzelhető üzemállapot figyelembevételével keletkezhet, beleértve a vízütést is. Értékét a szerkezeti anyagok hőmérséklettől függő szilárdsági jellemzői befolyásolják. Ezt a nyomást kell a számítási képletekben használni.

Jele: p_{meg}

Próbanyomás (MSZ 2873) az a nyomás, amellyel – az üzemi nyomástól függetlenül – a csővezeték elemeinek a szilárdságát, tömörségét ill. tömör zárását ellenőrzik, általában környezeti hőmérsékleten.

A próbanyomás – eltérő előírás hiányában – általában a névleges nyomás 1,5-szöröse. Nagyobb névleges nyomások esetén a felesleges túlméretezések elkerülésére a szorzószám ennél kisebb.

A csővezetéki szerelvények tömörségének vizsgálati nyomása, a záróelemek nyitott állásában - eltérő előírás hiányában - a próbanyomással, tömör zárásának vizsgálati nyomása a záróelemek zárt állásában a névleges nyomással egyezik meg.

Jele: PP

Csővezetékek **névleges átmérője**

A névleges átmérő számértéke megközelítően a csővezeték mm-ben mért belső átmérője. Jele: DN vagy NÁ. A névleges átmérő a csővezetékek és az összetartozó csővezetéki elemek – cső, szerelvény, karima stb. – jellemzésére használatos szám. Értékeit az 9.2. táblázat tartalmazza.

9.2. táblázat

A névleges átmérők sorozata

PVC					SAVÁLLÓ (ISO 1127) 1.4301				
Cső névleges átmérő	Hajlítási sugár	Cső külső átmérő	Falvastagság		Cső névleges átmérő	Hajlítási sugár (1,5 X D)	Cső külső átmérő	Falvastagság	
			PN16	PN10				PN16	
DN	r [mm]	D [mm]	s [mm]	s [mm]	DN	r [mm]	D [mm]	s [mm]	
DN10	8	16	1,5	1,5	DN10	25,8	17,2	1,8	
DN15	12	20	1,5	1,5	DN15	29,0	21,3	2,0	
DN20	15	25	1,9	1,5	DN20	29,0	26,9	2,3	
DN25	20	32	2,4	1,8	DN25	38,0	33,7	2,6	
DN32	25	40	3,0	1,9	DN32	48,0	42,4	2,6	
DN40	30	50	3,7	2,4	DN40	57,0	48,3	2,6	
DN50	40	63	4,7	3,0	DN50	76,0	60,3	2,9	
DN65	45	75	5,6	3,6	DN65	95,0	76,1	2,9	
DN80	55	90	6,7	4,3	DN80	114,0	88,9	3,2	
DN100	70	110	8,2	5,3	DN100	152,0	114,3	3,6	
DN125	90	140	10,4	6,7	DN125	190,0	139,7	4,0	
DN150	100	160	11,9	7,7	DN150	229,0	168,3	4,5	
DN200	140	225		10,8	DN200	305,0	219,1	6,3	
DN250	180	280		13,4	DN250	381,0	273,0	6,3	
DN300	200	315		15,0	DN300	457,0	323,9	7,1	
DN400	250	420			DN400	635,0	423,7	8,8	

Hőmérsékletek

Üzemi hőmérséklet a tartós üzemállapothoz tartozó hőmérséklet cső-, fal-, ill. közeghőmérséklet. A tervezési adatszolgáltatásban meg kell adni a $t_{\text{ümin}}$ legkisebb üzemhőmérsékletet is. A számítások során mindkettőre szükség van.

Tervezési hőmérséklet az a megengedhető legnagyobb hőmérséklet, amelyre a csőfal üzem közben felmelegedhet ill. felmelegszik. Ez a legnagyobb üzemi hőmérséklet.

Szerelési hőmérséklet az a hőmérséklet, amelyen a csővezetékét összeszerelik. Ennek ismerete a csővezeték hosszváltozásához szükséges.

9.3. Csővezetékrendszerek tervezése és ábrázolása

9.3.1 A csővezeték-tervezés munkaszakaszai

1. A megvalósítandó technológia alapján **csőkapcsolási tervet** készítünk, amely tartalmazza a csővezeteki elemeket és a műszerek mérési pontjait.
2. Az egyes csőszakaszokra megállapítjuk a **tervezési alapadatokat**, mint pl. az áramló közeg szállítandó mennyisége (térfogatárama), üzemi nyomása és hőmérséklete stb.
3. A térfogatáram és a gazdaságos áramlási sebesség segítségével meghatározzuk a **cső belső átmérőjét**, ill. a névleges átmérőjét a szabványos méretsorozatból (pl. MSZ 99*).
4. Kiválasztjuk a **szerkezeti anyagot** a szállítandó közeg nyomása és hőmérséklete alapján.
5. Meghatározzuk a csőszakasz **névleges nyomását** a szerkezeti anyag, a nyomás és az üzemi hőmérséklet alapján (MSZ 2873).
6. Méretezzük a cső és csőidomok **falvastagságát** a nyomás, a hőmérséklet, a szerkezeti

anyag és a korróziós igénybevétel, valamint a gyártás minősége alapján.

7. Az üzem elrendezési tervének, valamint a csővezetési elemek, pl. szivattyúk, szerelvények stb. körvonalrajzainak segítségével **csőtervet** készítünk, amelyben figyelembe kell vennünk a szigetelési vastagságot, a készülékek kezelhetőségét és a minimális távolságokat a szomszédos csövektől, falaktól stb.

8. Meghatározzuk a csőben áramló folyadék **nyomásveszteségét**, és ha kell megváltoztatjuk a cső névleges átmérőjét, ill. nyomvonalát.

9. Kijelöljük a rendszer által meghatározott **fix pontokat**, ilyenek pl. a nagy aggregátok és áramlástechnikai gépek helyei.

10. Elvégezzük a csővezetékrendszer **rugalmassági számítását**, aminek alapján a csőtervet esetleg ismét módosítjuk.

11. Elvégezzük a **szigetelési és hőveszteségi számításokat**, amelyeknél figyelembe kell venni az érintésvédelem, ill. a tűzveszély által megkövetelt minimális szigetelési vastagságokat.

12. **Csőszakaszjegyzéket** (darabjegyzéket) készítünk és az anyagokat megrendeljük.

13. Elemezzük az **üzem szerelésével** kapcsolatos teendőket. Elsősorban a szállítási és a beemelési lehetőségeket kell tekintetbe venni.

14. Elvégezzük a **tömítettségi és nyomáspróbát**.

15. Elvégezzük a **hőszigetelési munkákat** (tervezés és kivitelezés az MSZ 4674/3 és az MSZ 4674/4 szerint).

16. **Megjelöljük** a csővezetékrendszert (MSZ 2980).

17. Az üzemeltető, ill. az átvételi hatóság **átveszi** a létesítményt, **felméri** az üzemet. (A kivitelező átadási dokumentációt készít.)

* A továbbiakban már nincs jelölve, hogy a szabványok visszavontak/elavultak. Majd aktualizálva lesz.

9.3.2 Technológiai folyamatábra

A technológiai folyamatábra olyan vázlatos terv, amely feltünteti:

- a technológiai folyamatban alkalmazott készülékek és gépek fajtáit a megfelelő szabványos jelöléssel
- a készülékbe vagy gépbe bemenő és onnan kilépő valamennyi technológiai anyag összetételét (minőségét), állapotát (hőmérséklet, nyomás) és mennyiségét
- a főfolyamat teljes vezetékkapcsolását
- a szükséges műszert és beavatkozó szervet, a mellékfolyamatok és szolgáltatások vezetékkapcsolását pedig csak az érthetőséghez kívánatos mértékben

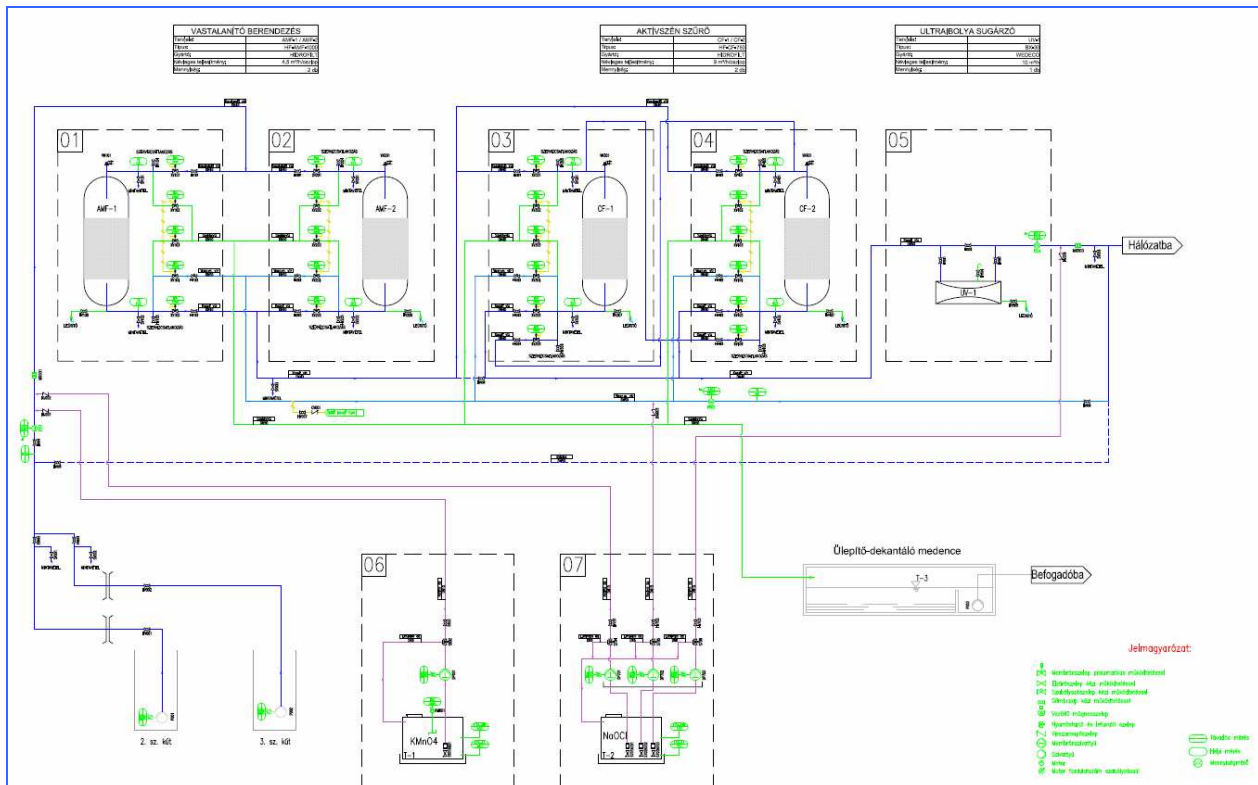
A tervezés kezdetekor azonosító jelekkel kell ellátni a berendezéseket, a szerelvényeket és az azokat összekötő csővezetéseket, valamint a műszereket és beavatkozó szerveket.

A folyamatábrát minden esetben síkba terítve ábrázoljuk a folyamat haladási irányának megfelelően. A gépek, készülékek jelképei – amennyiben nem függnék elhelyezésüktől – elforgathatók, szükség esetén a részletek szerkezeti ábrázolásával kiegészíthetők. A készülékek különböző nagyságának érzékeltetésére az ábrázolás lehet méretarányos is. A fő folyamat-irány általában balról jobbra halad.

A folyamatábra alapján még a következő tervek szükségesek az üzem csővezetéki tervének kidolgozásához:

- technológiai kapcsolási terv
- az üzem elrendezési vázlata
- a gépek és készülékek csatlakozó csonkjainak koordinátái és csatlakozó méretei.

9.3.3 Technológiai kapcsolási terv - P&ID



9.1. ábra

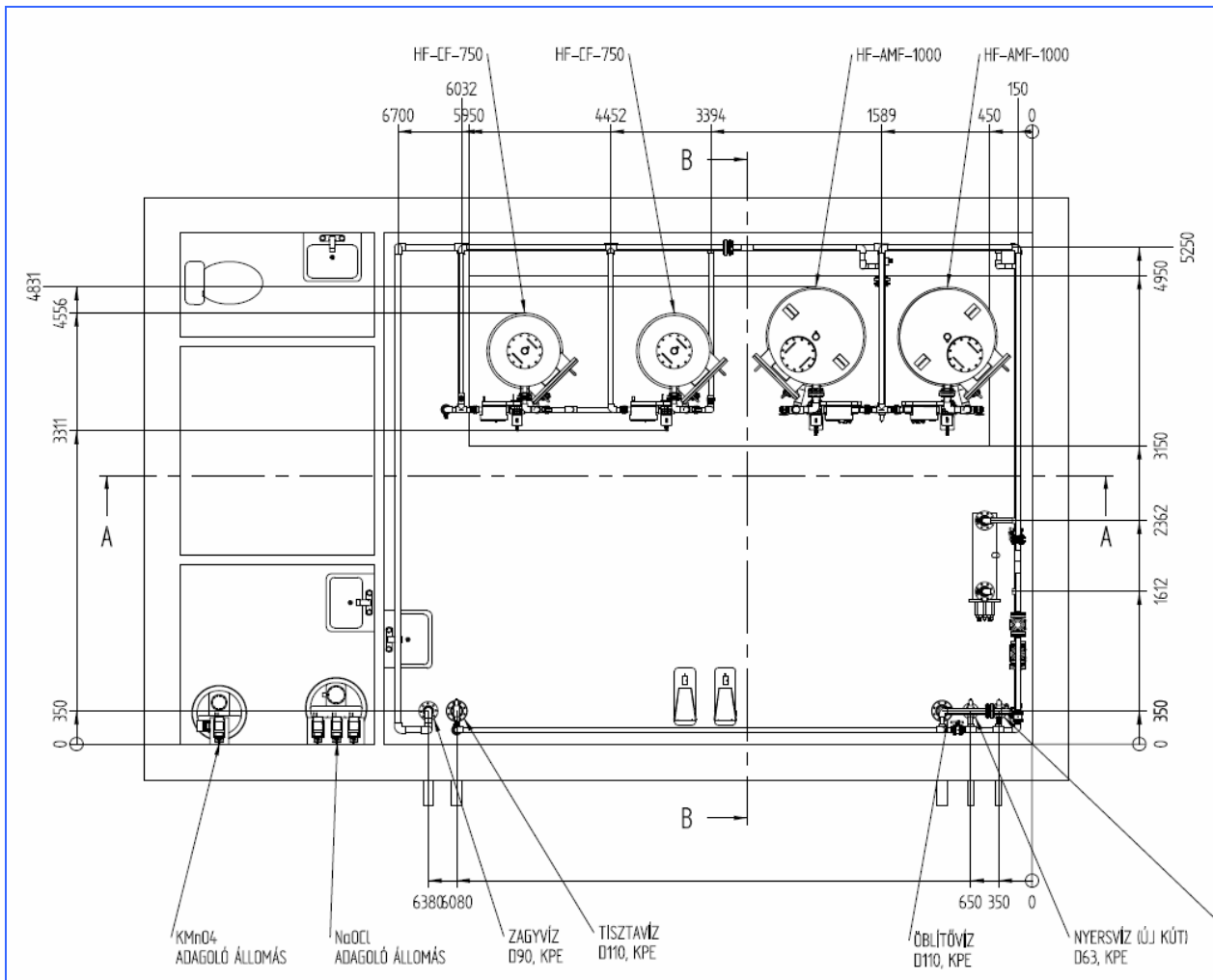
Technológiai kapcsolási terv

A technológiai kapcsolási terv az üzem kivitelezése alapjául szolgáló műszaki tervek része. Célja, hogy a technológiai szereléskor és az üzemfenntartásban áttekintést nyújtson. A technológiai kapcsolási-terv tartalmazza az üzem vagy üzemrész technológiai és anyagmozgatási folyamataiba kapcsolt készülékeket, gépeket, műszereket és működtető szerelvényeket, lehetőleg kapcsolási sorrendben és helyzetben. A tervben rajzzel kell tüntetni a csőidomok kivételével minden, a csővezetékbe épített egyéb szerelvényt. Az olyan karimás kötést, amelynél a csővezetéknek feltétlenül bonthatónak kell lennie az MSZ 2950 szerint jelölni kell a kapcsolási tervben.

A kapcsolási tervben vagy mellékletként szerepel az áramló közegek jegyzéke. Az ábrázolt üzem határán belépő és kilépő vezetékvonalak végződéseinél jelöli és megnevezi a kapcsolódó üzem vagy üzemközi külső vezetéket és nyíllal mutatja az áramlás irányát. A technológiai csővezetékeket kapcsoláshelyesen és lehetőleg színhelyesen, az irányváltozások helyein derékszögben tört folytonos vonallal ábrázolja. A műszerek és szabályozók teljes vezetékrendszere, valamint a villamos vezetékek általában nem tartoznak a technológiai kapcsolási tervbe, ezekre külön műszerezési folyamatábra készül.

9.3.4. Az üzem elrendezési vázlata

A geometriai feltételeket az üzem elrendezési vázlata tartalmazza. Az elrendezési vázlatban szerepel valamennyi gép és készülék mérethelyes körvonalrajza, az alapszinthez viszonyított térbeli elhelyezése, a csatlakozó csomópontok helyzete és a csővezetékek nyomvonalára vonatkozó kikötések. Az elrendezési vázlat az épület, a tartószerkezetek, az épületgépészeti és az energiaszolgáltatások nagyobb méretű berendezéseinek az elrendezésére mérhető részleteit szintén feltünteti. Az elrendezési vázlat tartalmazza a közlekedési és az ún. tiltott sávokat, amelyekben a csővezeték nem vezethető.



9.2. ábra
Elrendezési vázlat

9.3.5 Gépek és készülékek csatlakozó adatai

A technológiai kapcsolási tervben szereplő készülékek és gépek körvonalrajzai a karimás koordinátaival, valamint MSZ vagy más szabványokra hivatkozással a névleges átmérő és nyomás megadásával határozzák meg a csatlakozó méreteket.

A csővezeték nem adhat át terhelést a gépek és készülékek csomópontjaira. Amennyiben a gép vagy a készülék mozgás következtében terhelést ad át a vezetéknek, azt a gépkönyvből ill. a készülék műszaki leírásából tudhatjuk meg.

9.3.6 Tervjelképek, azonosító jelölések

A folyamatábrákat és csővezetési terveket egyszerűen és egyértelműen csak a tervjelképekkel és azonosító jelekkel lehet ábrázolni.

A csővezetékrendszer tervjelképei

A tervjelképek a folyamatábrák és csővezetési tervek egyszerű megrajzolásához alkalmazható egyszerűsített ábrák. Ha valamely berendezésnek nincs szabványosított jelképe, akkor azt értelemszerűen egyszerűsített Csövek és csővezetékek ábrával vagy négyszöggel és abba írt megnevezéssel ábrázoljuk. A tervjelképek a következő csoportokba sorolhatók:

- A csővezetékek és a csővezetési szerelvények rajzjeleit az MSZ 2950 tartalmazza.
- A csővezetési berendezések (gépek, készülékek stb.) jelképeit az MSZ 13803 tartalmazza.

9.3.7 A beépített csővezetékek színjelölése

A kész csővezetékeket az áramló közeg alapján az MSZ 2980 szerint kell jelölni. Csővezeték alatt a beépített csöveget, csőkötéseket, szerelvényeket, csőidomokat és a hőszigetelést kell érteni. A szabvány a telepített ipari létesítmények, a hőközpontok és közművek csővezetékeiben áramló közeg azonosítására szolgáló színjelöléseket tartalmazza. A lakóépületek és egyéb kommunális létesítmények csővezetékeit csak a hőközpontban, kazánházban (pincében ill. az alagsorban) kell jelölni. A csővezetékekben áramló közegeket általános tulajdonságaik alapján 10 csoportba sorolták be, amelyek színeit az MSZ 9618/1 alapján állapították meg. A közegfajta-hoz tartozó alapszíneket és az MSZ 9618/1 szerinti sorszámát az 9.3. táblázat tartalmazza.

9.3. táblázat

Beépített csővezetékek színjelölése

Áramló közeg	A csővezeték alapszínének	
	neve	sorszáma MSZ 9618/1
Víz	zöld	11, (10)
Vízgőz	ezüst	51, (40)
Levegő	kék	3, (2, 4)
Oxigén	kék, sárga sávval	3, (2, 4) 23, (24, 25)
Gázok (cseppfolyós is)	sárga	23, (24, 25)
Savak és lúgok	lila	38
Olajok és éghető folyadékok	barna	30, (31)
Egyéb folyadékok	fekete	50

Megjegyzés:
A zárójeles, helyettesítő színárnyalatok csak akkor alkalmazhatók, ha azt a létesítmény összes csővezetékén alkalmazzák.
Az alumínium természetes színe ezüst színűnek tekinthető. A vízgőz-csővezetékén alkalmazott Al hőszigetelés burkolat miatt a festés elmaradhat.

A csővezeték teljes hosszában vagy szakaszosan is alkalmazható az alapszín az MSZ 2980 előírásának megfelelő szélességű és távolságú színszakaszokkal.

A csővezetékek színjelölésére a következő jelölési módokat kell használni.

- **Alapszín:** az áramló közeg meghatározására
- **Jelzőgyűrűk:** az áramló közeg egyes tulajdonságainak (pl. veszélyességének) vagy rendeltetésének (pl. tűzoltóvíz) feltüntetésére.

- **Feliratok és megjelölő táblák:** az áramló közeg pontos jelölésére, paraméterek és az áramlási irány megadására.
- **Figyelmeztető jelek:** a tűzveszélyesség, robbanásveszélyes, maró hatású, mérgező, radioaktív vagy egyéb veszélyt jelentő közegeket áramoltató vezetékek megjelölésére. A figyelmeztető jelek jelképes ábrái az MSZ 17066 szerint készülnek.

9.4. Csővezetékek részei

9.4.1. A csővezetékek elemei:

- Csövek
- Csőidomok
- Csőkötések
- Csővezetéki szerelvények (csap, szelep, tolózár stb.)
- Csőmegfogások
- Hőtágulás-kiegyenlítők
- Műszerek (hőmérő, nyomásmérő stb.).

9.4.2. Csővezetékekhez csatlakozó berendezések

- Gépek (szivattyú, kompresszor stb.)
- Készülékek (hőcserélő, keverős készülék, kolonna)
- Tartályok.

9.4.3. Csőidomok (fittingek)

- Irányválttatás:
ívek (könyökök).
- Keresztmetszet változtatás:
szűkítők.
- Elágaztatás:
T-idomok.
- Csővég lezárása:
csőlezáró idom.



9.3. ábra
Csőidomok (fittingek)

9.4.4. Csővezetéki szerelvények csoportosítása funkció szerint

- Csőelzáró szerelvények (armatúrák)
- Üzemvitelt biztosító szerelvények
- Üzemvitelt szabályozó szerelvények

Csőelzáró szerelvények

Típusok

- Csap
- Tolózár
- Szelep
-
-
-
-

Jellemző mozgások

- **Csap:** a záró-elem (kúp, gömb), egy tengely körül elfordul
- **Tolózár:** a záró-elem, az áramlás irányára merőlegesen eltolódik.
- **Szelep:** a záró-elem, az áramlás irányába mozdul el, a nyílás síkjára merőlegesen.

Csap

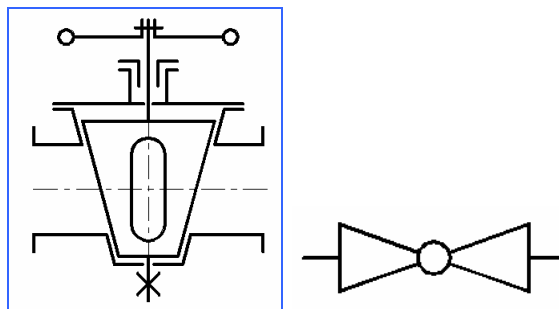
Záróelem: kúp vagy gömb

Előnye:

- Olcsó
- Kis áramlási ellenállás (nincs iránytörés az áramlásban)
- Kopás esetén könnyű után-állíthatóság (kúpos)

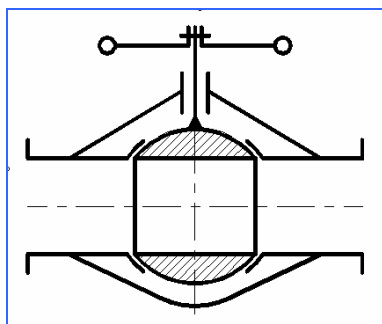
Hátránya

- Hirtelen záráskor nagy nyomáslökés



9.4. ábra

Kúpos csap vonalas vázlata és jelölése



9.5. ábra

Gömbcsap vonalas vázlata



9.6. ábra

Csap

Tolózár

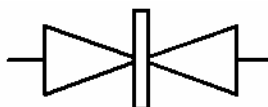
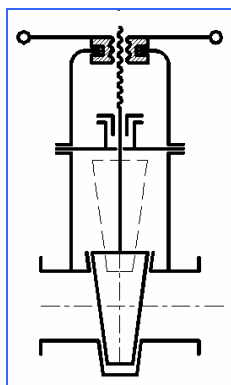
Záróelem: ék alakú, lapos test

Előnye

- Kis áramlási ellenállás (nincs iránytörés az áramlásban)
- Rövid építési hossz
- Nagy átmérőknél is alkalmazható (DN 2000)

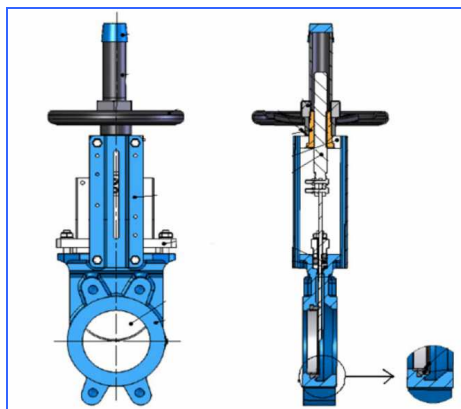
Hátránya

- Nagy építési magasság
- Hosszú zárási idő (ez előnyös is lehet)



9.7. ábra

Emelkedő orsós tolózár vonalas vázlata és jelképe



9.8. ábra
Tolózár

Szelep

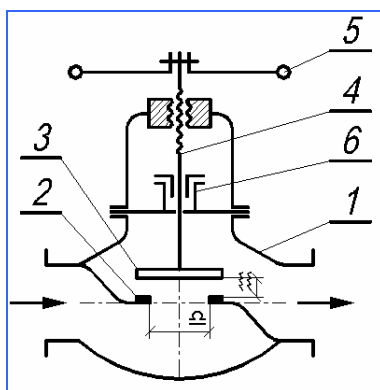
Záró elem: lapos, korong alakú test

Előnye:

- nagy nyomásra is alkalmas
- Fojtásra is jó
- Csekély kopás (nincsenek egymáson csúszó felületek)
- Magas hőmérsékletre is jó

Hátránya

- Nagyobb áramlási ellenállás (iránytörés miatt)
- Nagy méretekhez nem jó, mert az orsóra nagy terhelés hat (DN 200, esetleg DN 300-ig)



9.9. ábra

Szelep vonalas vázlata

- 1 – Ház (öv) 2 – Ülék 3 – Szelep tányér 4 – Szelep orsó
5 – Szelep kerék 6 – Tömszelence



9.10. ábra
Szelep

- Visszacsapó szelep



9.11. ábra
Visszacsapó szelep

- Pillangószelep



9.12. ábra
Pillangószelep

Feladat

Folyadékáramlás időleges megszüntetése. Visszacsapó szelepnél az egyik irányú áramlás megakadályozása.

Üzemvitelt biztosító szerelvények

- Nyomásbiztonsági szerelvények
- Súlyterhelésű biztonsági szelep
- Rugóterhelésű biztonsági szelep
- Hasadótárcsa
- Kondenzedény (gőzvezetéseknél)
- Úszógolyós kondenzedény
- Termodinamikus kondenzedény
- Vízleeresztő csap
- Légtelenítő szelep
- Légbeszívó szelep

Feladat

- Biztonságos és gazdaságos működési feltételek fenntartása.

Üzemvizelt szabályozó szerelvények és műszerek

- Nyomáscsökkentő szelep
- Mennyiség szabályozó szelep
- Nyomásmérők, hőmérsékletmérők, mennyiségmérők
- Nyomás-csökkentő szelep

9.5. Csőkötések

Alkalmazásuk oka

Csoportosítás

- Karimás csőkötések
- Csővégre hegeszthető lapos acélkarimával
- Hegesztőtoldatos karimával
- Laza karimával
- Menetes karimával

- **Menetes csőkötések ***
- **Karmantyús csőkötés**

Előzőekben jelezte a Bíráló:

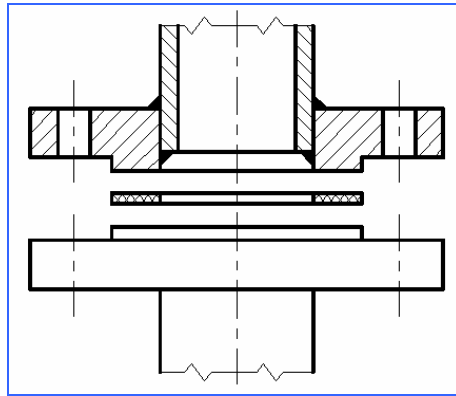
- Victaulic (a membránházak nagytöbbségéhez ilyen csatlakozóval kell csatlakozni)
- Triclamp (higiénikus csőkapcsolat pl WFI víz előállítás).

Karimatípusok

- Csővégre hegeszthető lapos acélkarimák
- Hegesztőtoldatos karimák
- Laza karimák

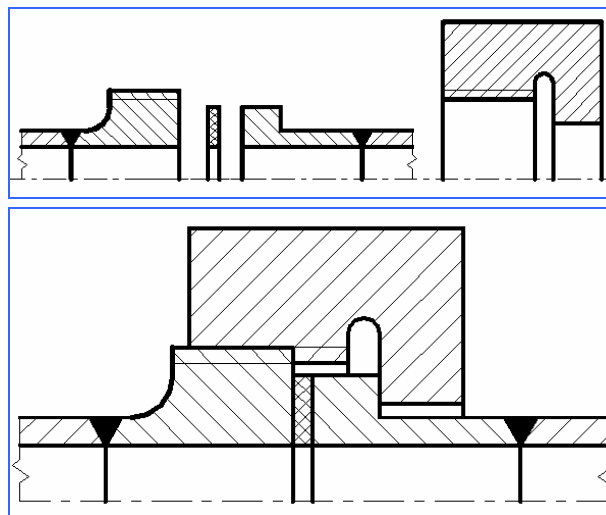
- Menetes karimák

Két példa (9.13. és 9.14. ábra).



9.13. ábra

Lapos acélkarima munkaléces tömítő-felülettel



9.14. ábra

Hollandi anyás csőkötés

A hollandi anyás csőkötés esetén a tömítés cseréje a csövek axiális mozgatása nélkül lehetséges.

9.6. Csőmegfogások

Megfogások távolsága és típusa

A csővezeték megengedett lehajlása határozza meg a megfogások távolságát.

Terhek:

- cső
- töltet
- szigetelés súlya
- (esetleg szélteher)

A cső rögzítésének két fő típusa

- Kengyellel (U-alakra meghajlított köracél)
- Bilinccsel (hajlított lemez)

A megfogás erőtani viselkedése szerint lehet

- Fix (tetszőleges irányú erőt közvetít)
- Elmozduló (csőtengely irányú erőt nem közvetít)

9.7. Hőtágulás-kiegyenlítők

Hatása

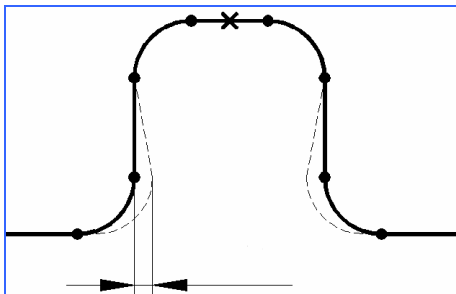
Nagy feszültség a csővezetéki elemekben. Nagy terhek a megtámasztásoknál.

A káros hatások csökkentése

Hőtágulás-kiegyenlítőkkal.

Célszerű nyomvonalvezetés

- U-alakú csőlíra
- Lencsekompenzátor
- Hullámlemezes kompenzátor
- Tömszelencés kompenzátor



9.15. ábra

U-alakú csőlíra

10. VIZEK KEZELÉSE

Az egész szakképzés fő területe a vizek 'kezelése'. Itt persze a téma gépészeti vonatkozásira gondolunk, arra utalunk. Tehát a kezelés tágabb értelemben több dolgot is jelent, többek között az alábbiakat:

- Szállítás
- Tárolás
- Keverés
- Tisztítás
- Ülepítés
- Szűrés
- Centrifugálás
- Vegyszeres kezelés

A felsorolt témák némelyike szerepel majd a továbbiakban, kettő (Tisztítás, Vegyszeres kezelés) viszont nem a mi témánk.

Mivel az eredeti tematika nem tartalmazott két területet, így azokat most érintjük. Ezek a *Tárolás* és a *Keverés*.

10.1. Szállítás

Amikor a szállítást említjük, gyakorlatilag a csövek ill. a szivattyúk témaköre juthat az eszünkbe, amelyeket más fejezetek tárgyalnak, érintenek.

10.2. Tárolás – Tartályok

A tárolás kapcsán a *tartályok és készülékek* témakört említjük. Tesszük ezt azért is, mert kapcsolódóan (egyes eljárásoknál) ezek a nyomástartó edények előfordulnak. Ez a téma meglehetősen nagy, ezért csak szemelvényekkel próbálunk ízelítőt adni.

Meghatározások

Vegyipari készülék: olyan edény jellegű berendezés, amelyben vegyipari műveletek játszódnak le (pl.: hőcserélő, reaktor, kolonna stb.).

Tartály: olyan edény jellegű berendezés, amelyet anyagtárolás céljából használnak. Keverés és hőközlés előfordulhat, de kémiai reakciók nem.

A tartályok különböző halmazállapotú anyagok tárolására szolgálnak.

A tartályok alak szerint lehetnek:

- hengeres
- hasáb
- ívelt oldalú hasáb

- kúpos
- gömb szteroid
- csepp alakúak stb.

A tartályok anyaguk szerint lehetnek:

- ötvözetlen vagy ötvözött acél

Az acél tartályok, ha szükséges a vegyi anyagokkal szembeni ellenállás érdekében készülhetnek plattírozott (saválló) kivitelben, valamint gumi, vagy műanyag, bevonattal.

- alumínium
- réz
- különféle műanyagok (pl.: PE, PP, üvegszállal erősített poliészter, stb.)
- vasbeton stb

Feladatuk szerint a tartályok tároló- vagy nyomástartó edények.

A tároló tartályok vagy edények terhelése a bennük tárolt anyag súlyából, illetve hidrosztatikai nyomásból származik. A tényleges falvastagságot úgy kell megállapítani, hogy a tartály kellően merev legyen, ugyanakkor az anyag megválasztásánál a tárolt közeg kémiai tulajdonságait és a hőmérsékletet is figyelembe kell venni.

A nyomástartó tartályok belsejében túlnyomás vagy vákuum van. A túlnyomással terhelt tartályok veszélyes üzeműek, ezért tervezésük, kivitelezésük és üzemeltetésük csak a vonatkozó szabályzatok és szabványok előírásai szerint történhet.

Alak szerint a tartály lehet:

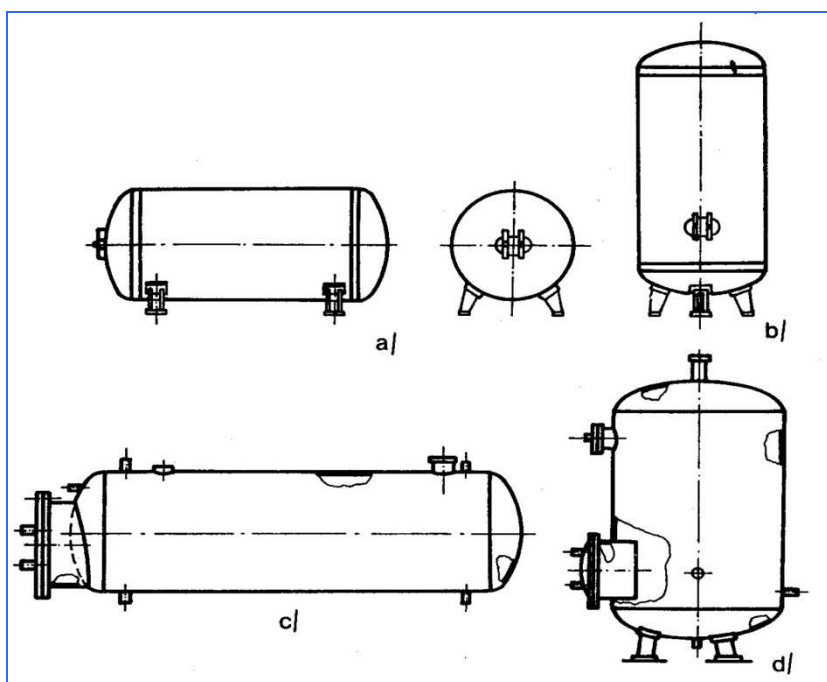
- karcsú tartály, ha $L/d > 2$
- arányos tartály, ha $1 \leq L/D \leq 2$
- zömök tartály, ha $L/D < 1$.

Itt

-
- L a tartály hengeres szakaszának hossza,
- D a tartály külső átmérője.

Elrendezés szerint a tartály lehet:

- Álló (b, d)
- Fekvő (a, c)



10.1. ábra
Tartályok

Jellegzetes szerkezeti elemek

Falak (köpenyek)

Henger, vagy hasáb alakú szerkezeti elemek. Jelentős mechanikai terhelés (főleg belső, vagy külső nyomásból).

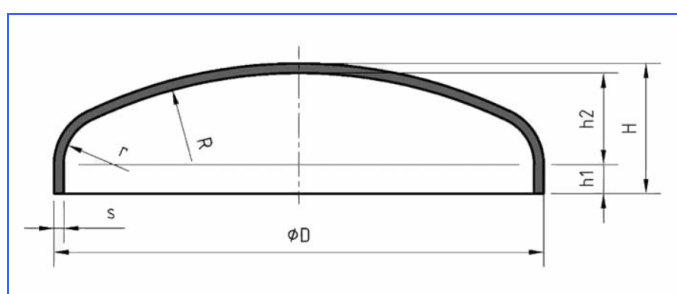
- Merevítetlen sík fal. Kis teherbírású, ezért nem gazdaságos.
- Kettős sík fal csővel merevítve. Nagyobb teherbírás, gőzfűtés esetén alkalmazzák.
- Merevítetlen hengeres fal. Kis lemezvastagság esetén is nagy belső nyomást képes elviselni. A vékonyfalú csövekre levezetett kazánformulával méretezhető.
- Kettős hengeres fal.

Fenekek (fedelek)

A köpenyhez csatlakoznak hegesztéssel, vagy karimával.

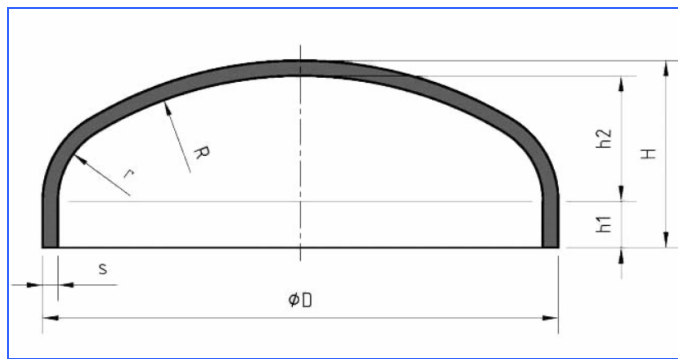
A nyomástartó edények lezárására alkalmazott edényfenekek kialakítása lehet:

- Sekélydomború tartályfenék DIN 28011



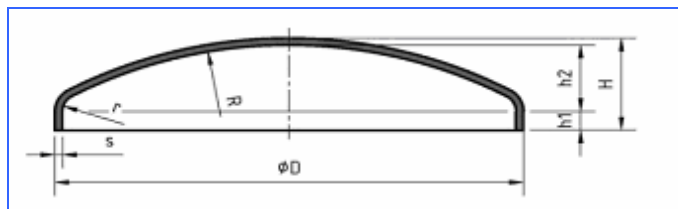
10.2. ábra
Sekélydomború tartályfenék

- Mélydomború tartályfenék DIN 28013



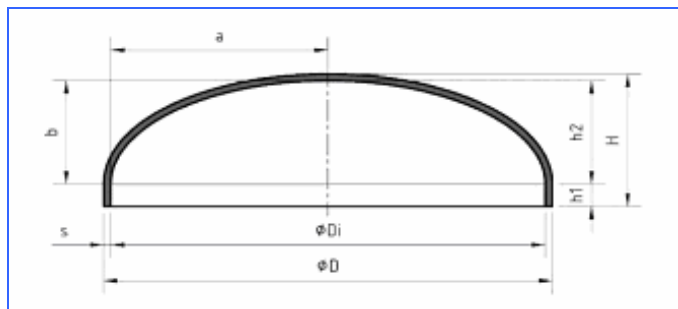
10.3. ábra
Mélydomború tartályfenék

Normáldomború tartályfenék EN 12285-1,-2; DIN 6608-1,-2; DIN 6616



10.4. ábra
Normáldomború tartályfenék

Eliptikus tartályfenék NFE81-103, ASME VIII/DIV.1



10.5. ábra
Eliptikus tartályfenék

A lezárást azonban általában vagy a sekélydomborítású, kosárgörbe idomú edényfenékkal, vagy mélydomborítású, kosárgörbe idomú edényfenékkal oldják meg. Egészen kis nyomás esetén használható a síkfedél, mivel szilárdságilag kedvezőtlen megoldás, míg a legnagyobb nyomásokra a félgömbfedél a megfelelő.

A félgömb alakú fenék szilárdságilag a legkedvezőbb, előállításában azonban nehéz.

Célszerű előnyben részesíteni a mélydomborítású edényfenéket, miután szilárdságilag kedvezőbb. A domború tartályfenékek kialakítása olyan, hogy a középső részük R sugarú gömbnek felel meg, ezután következik az átmeneti, r sugarú rész, amely hengeres toldattal folytatódik.



10.6. ábra
Glikol regenerálótartály

Csonkok

Alátámasztások

- Nyereg
- Szoknya
- Pata
- Láb

Készülékkarimák

- Sima
- Hegesztőtoldatos.

Műanyag tartályok



10.7. ábra
Műanyag tartályok

- Térfogat: 1 - 100 m³
- Alapanyag: PE, PP
- Kialakítás: hengeres, négyszögletes
- Fenék kialakítás: lapos, ferde vagy kúpos
- Hőszigeteléssel vagy hőszigetelés nélkül (akár közegfűtéssel)
- Kármentővel vagy kármentő nélkül
- Telepítése: földfelszíni vagy földfelszín alatti
- Különböző sűrűségű folyadékokra
- Alkalmazhatósági hőmérséklettartomány:
- PE: -50...50 °C
- PP-H: 0...60 °C
- PP-C: -20...60 °C

Előnyei:

- kiváló vegyszerállóság
- kis tömeg
- flexibilis alakíthatóság
- széles mérettartomány
- kedvező ár.

Alkalmazási terület:

- kezelt víz tárolás
- vegyszertárolás
- szennyvíztárolás, ülepítés
- esővíz-hasznosítás
- vegyszerek előállítása, bekeverése, tárolása
- élelmiszeripari alkalmazások
- ülepítő reaktor rendszerek
- régi beton műtárgyak vegyszerálló bélése.

Kivitel:

- alapkivitel
- kármentővel
- síktetejű
- kúpos tetejű
- síkfenekű
- ferde fenekű

10.3. Keverés

Keverési feladatok, célok:

Egyfázisú folyadék

Cél: a koncentráció kiegyenlítése. A különböző koncentrációjú helyek – keverés hatására – az áramlás hatására helyet cserélnek, a koncentráció is kiegyenlítődik.

Kétfázisú folyadék

(folyadék-folyadék extrakció)

→ keverés → két fázist emulgeáltatjuk,
folyadék-folyadék fázisegyensúly
kialakulását gyorsítjuk meg.

A keverőkészülékek kialakítása

A kialakítás halmazállapottól, állagtól függ. A keverendő anyagok jelentős hányada legtöbbször folyadék, így elsősorban a folyadékkeverőkre térünk ki.

Keverendő anyag

Jellemzése keverés előtti és utáni állapotban. A fontosabb jellemzők:

- viszkozitás
- sűrűség
- koncentráció
- hőmérséklet hatása ezekre.

A keverés teljesítményszükséglete

$$P = M \cdot 2\pi n = 1,962 c_f \rho n^3 d^5 = \xi \rho n^3 d^5.$$

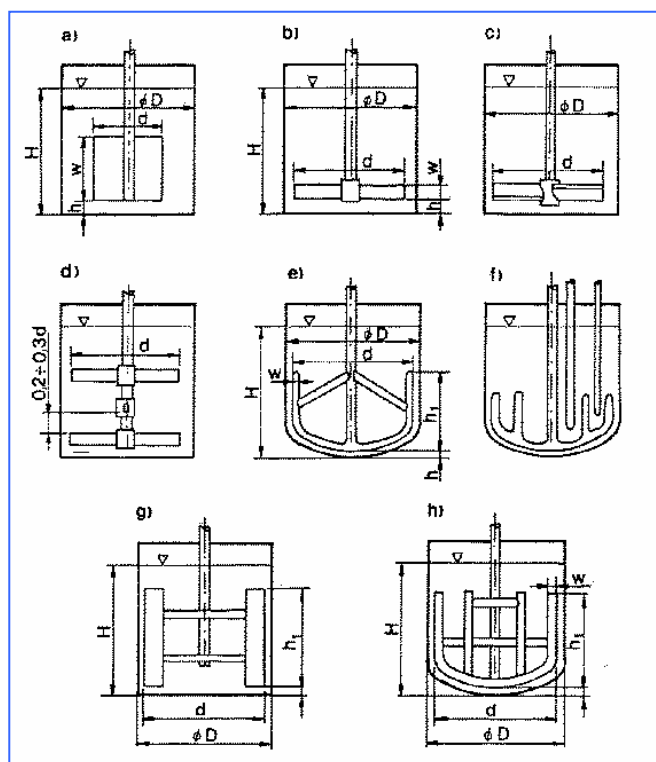
A képlet szerint a fordulatszám harmadik, a keverő „átmérő” ötödik hatványával arányos. A c_f (ξ) tényező számítással nem, csak méréssel határozható meg. Minden keverőtípusra (és a változó méretarányokat is figyelembe véve) kísérletileg meg kell határozni.

Tölcsérképződés

Nagy fordulatszám esetén lép fel, változik az áramlás „képe”.

Keverő típusok:

Leggyakrabban propelleres keverő kerül alkalmazásra. Speciális, kémelő keveréshez az alábbi típusok lehetségesek:



10.8. ábra

a – lapkeverő b – karos keverő c – ferde d – többkarú karos e – horgony
(anker) keverő f – ujjkeverő g – kalodás keverő (sík fenekű edényben) h –
kalodás

11. ÜLEPÍTÉS, ÜLEPÍTŐ BERENDEZÉSEK

A szilárd-folyadék rendszerek elválasztása

A három legfontosabb művelete

- ülepítés
- szűrés
- centrifugálás.

Mindhárom eljárásnál diszperz heterogén rendszert kell kezelni.

A cél lehet:

- szuszpenzió (zagy) iszaptartalmának növelése és lehetőleg a szilárdanyag-tartalom töményítése,
- tiszta folyadék kinyerése.

11.1. Ülepítés

Meghatározás

(folyékony) heterogén rendszerek szétválasztása nehézségi erő hatására.

Cél: (folyékony) heterogén rendszerek esetén

- az iszap víztartalmának csökkentése
zagysűrítés,
- vagy tiszta folyadék nyerése
derítés.

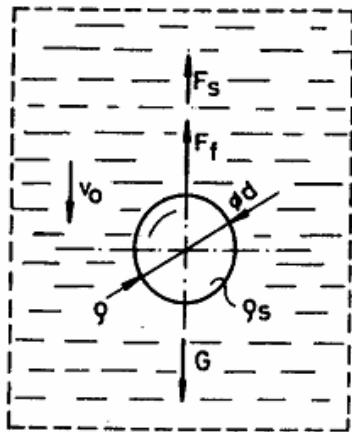
Az ülepítés számos technológiában alkalmazott művelet, mint például: ivóvíz előállítás, szennyvíztisztítás, levegőtisztítás, cukorgyártás stb.

Az ülepítő tervezésénél a legfontosabb az ülepedési sebesség meghatározása. Az ülepedési sebesség meghatározza, hogy a kívánt tisztaságot illetve az elválasztást elérjük mekkora készületekre van szükség, milyen kialakítású legyen a készülék. Az ülepedési sebesség függ az ülepedő anyag tulajdonságaitól (sűrűség, alak, méret) és a folytonos közegtől (sűrűség, viszkozitás).

Az ülepedési sebesség

Egyszerűsítések: A fluidum nyugvó, inkompresszibilis, newtoni fluidum. A nyugvó rendszerben csak egyetlen részecske van, amely a berendezés falaitól távol ülepszik.

A szemcse állandó sebességgel, ülepedési sebességgel esik. Hat rá a súlyerő, a közegnek amelyben esik (gáz vagy folyadék) a felhajtó ereje és az áramlási közegellenállás. Az ülepedési sebesség: v_0 , m/s. (11.1. ábra). A ξ – ellenállási tényező – függ a szemcse alakjától és a Re-számtól. A közegellenállást a részecskék felületén létrejövő súrlódás okozza.



$$G - F_f = F_s,$$

$$\frac{d^3 \pi}{6} g (\rho_s - \rho) = \xi \frac{d^2 \pi \rho}{4} \frac{v_0^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{4gd(\rho_s - \rho)}{3\xi\rho}}$$

11.1. ábra

Az ülepedő részecskékre ható erő

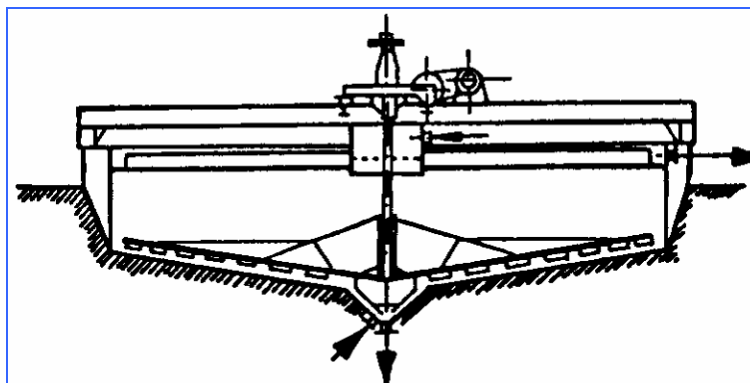
Ülepedési Reynolds szám

$Re < 0,6$ -Stokes tartomány (lamináris tartomány).

11.2. Ülepítőberendezés(ek)

Dorr-sűrítőkád/Dorr-ülepítő

A folytonos üzemű ülepítő-berendezések közül a leginkább használt a Dorrsűrítőkád. Hengeres, nagy átmérőjű tartály (átmérő akár 200 m is lehet). A fenékre leülepedett iszapot lassan forgó (percenként 0,02 fordulat) radiális karokra erősített terelőlapátok központi alsó ürítőnyíláshoz szállítják, ahol (membránszivattyúra kapcsolt) csővezetékbe kerül (11.2. ábra). A derített tiszta folyadék körös-körül a tartály felső peremén ömlik át.



11.2. ábra

Dorr-ülepítő vázlat

11.3. Szennyvíztelepi ülepítők

A nyers szennyvízben található lebegőanyagok az előtisztítás szennyvíztelepen kívüli szakaszában és csatornahálózatban a viszonylag nagy áramlási sebesség miatt transzportálódnak, elméletileg nem ülepednek le. A szennyvíztelepre bekerülve a lebegőanyagok (LA) fokozatos

eltávolítása történik, az előző bejegyzés végén említett homokfogóban, illetve előülepítőben észlelhető egyre lassabb áramlási sebességnek köszönhetően. A cikkben ismerjük meg a szennyvíztelepi ülepítés folyamatát és módjait.

Az alacsonyabb áramlási sebesség hatására a homokfogóban a szennyvíz sűrűségénél lényegesen nagyobb sűrűségű homokszemcsék a gravitáció hatására a fenékre ülepednek.

Az előülepítőben pedig a finomabb szemcséjű, a szennyvíznél nagyobb sűrűségű szerves lebegőanyagok ülepednek le, míg a szennyvíznél kisebb sűrűségű szerves lebegőanyagok pedig a felszínre úsznak (flotálódnak – részletezve a későbbiekben).

Így, a szennyvíztisztítás során a szuszpendált (nem oldódó) anyagok legnagyobb része vagy a gravitációs ülepítés, vagy a flotáció révén távolítható el.

A legtöbb biológiai szennyvíztisztító telepen a rács, kommunitor vagy a homokfogó után (amennyiben vannak ilyen berendezések) az ülepítő vagy a flotáló medence következik. Az ülepítő három helyen fordulhat elő: *előülepítő*, *közbenső ülepítő* és *utóülepítő* – jellemzője, hogy a szennyvízben található viszonylag kis mennyiségű lebegő anyagot nagy szennyvíztér-fogatból hatékonyan képes eltávolítani.

(A *komminutorok* /késes aprítók/ olyan aprítóberendezések, amelyek a durva szennyeződések 6-20 mm méretűre darabolják, de az aprított anyagokat a szennyvízben hagyják. A rávezetett szennyvízben lévő durva szennyeződések az aprítóelemek (kések, tárcsák, fogak) addig darabolják, míg azok a komminutor rácsos hengerpalástján át nem férnek és a szennyvízzel továbbhaladhatnak. Előnyei: alacsony üzemeltetési munkaerőigény, a kellemetlen környezeti szaghatásoktól (szag, légy féreg) mentesség, az aprított rácsszemét együttkezelésének lehetősége az iszappal)

Előülepítő

Az előülepítő (az ülepítő medencék közül sorban az első) a biológiai tisztítóegység előtt van, elsődleges célja ezen egység tehermentesítése a szuszpendált, részben pelyhesedett /a pelyhépződés egy bonyolult, alapvetően biológiai folyamat, amelynek során gyorsan ülepedő, jól tömörödő iszappelyhek jönnek létre/, szerves anyagok legnagyobb részétől. Amennyiben a fizikai előülepítés kémiai pelyhesítéssel is kombinálva van, akkor az oldható foszfátok és egyéb oldott anyagok eltávolítását is segíti, illetve a lebegőanyagok magasabb arányú eltávolítását is lehetővé teszi.

Közbenső ülepítő

A közbenső ülepítő a kétlépcsős biológiai rendszerben a két biológiai egység között helyezkedik el, célja az első biológiai lépcsőben képződő eleveniszap jelentős részének az eltávolítása.

Utóülepítő

Feladata a biológiai tisztítás során képződő pelyhes eleveniszap szeparálása, az eleveniszap időszakos tározása, bizonyos mértékű sűrítése, és a recirkulációs eleveniszap visszavezetése. Itt további ülepíthető lebegőanyag-mennyiség kerül eltávolításra.

Az ülepítők közötti alapvető különbség az ülepítendő iszap sűrűségénél jelentkezik, mégpedig az előülepítőtől kezdődően egyre kisebb sűrűségű iszapként. Ezzel együtt nő az ülepítők-ből elfolyó víz tisztasága is.

Az ülepítő medencékben számos tényező van, amelyek az ülepítést befolyásolhatják, ezek

közül a legfontosabbak:

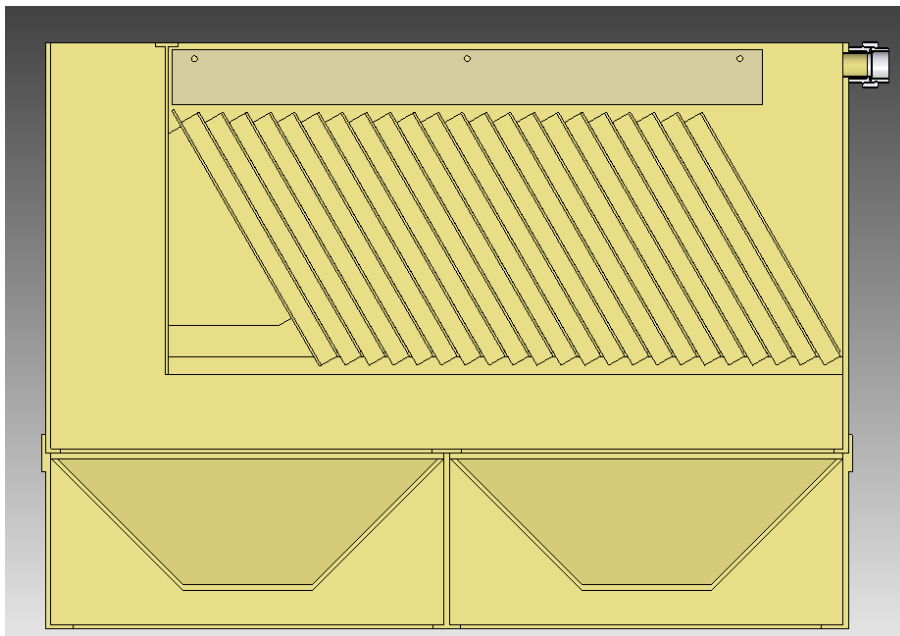
- hőmérséklet: az áramló szennyvíz hőmérséklete befolyásolja a térfogatát, így részecskék közötti kölcsönhatást és végül az ülepedés milyenségét
- szélhatás (nagyobb ülepítők esetében)
- (hidraulikai) rövidzárlat, vagyis a tervezettnél nagyobb áramlási sebesség kialakulása, így kisebb mértékű ülepedés jelentkezik
- tartózkodási idő: a körülményektől függ az optimális időhossz, általában 2-3 óra, amikor ideális az ülepedés
- a lebegőanyag-koncentráció eloszlása az ülepítőben: befolyásolja az áramlásviszonyokat
- a medence geometriai kialakítása: alapvetően befolyásolja az áramlásviszonyokat, így a rövidzárlat kialakulását, valamint az ülepedés milyenségét. Általánosan használt forma a kör alakú, befelé mélyülő ülepítő medence
- bukón átjutó szennyvíz mennyisége: a szennyvíz az elő- és utóülepítőből valamilyen típusú bukó közvetítésével jut az elvezető vályúba
- felületi és lebegőanyag terhelés: a szennyvíz minőségétől és összetételétől, a LA tulajdonságaitól és a tisztítási követelményektől függ, egy általános számítási módszer alapján lehet kalkulálni
- iszapfelfúvódás
- iszapfelúszás

Ferde lemezes ülepítő:

A vízkezelési gyakorlatban gyakran használt ülepítő típus a ferde lemezes ülepítő. Egyszerű építési módja és viszonylag hatékony ülepítési hatásfoka miatt terjedt el.

Működési elve:

Alulról felfelé történő áramlás mellett a víz a ferde lemezek közötti keskeny térbe kerül. A lemezek kisimítják az áramlást, az egymáshoz közeli falak miatt lamináris-közeli áramlást kapunk. A vízben úszó pelyhek vagy kolloidok lamináris áramlás mellett könnyebben ülepednek. Ezek ráülnek a ferde lemezekre, ahol bizonyos rétegvastagság elérése után gravitációsan az iszapgyűjtő kamrákba csúsznak, ahonnan el lehet vezetni vagy ki lehet szívni.



11.3. ábra

Ferde lemezes ülepítő

12. SZŰRÉS. SZŰRÉSI EGYENLET. SZŰRŐBERENDEZÉSEK

12.1. Szűrés

Meghatározás:

A szűrés nyomáskülönbség (mint hajtóerő) hatására végbemenő, hidrodinamikai szétválasztó művelet.

A nyomáskülönbség előidézhető:

- Gravitációs úton.
- Szivattyúval.
- Vákuumszivattyúval.

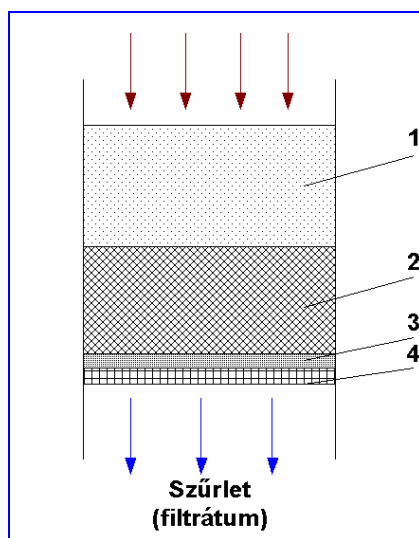
Célja:

- folyadék-szilárd rendszerek (szuszpenziók) vagy
- gáz-szilárd rendszerek (poros levegő), illetve
- gáz-folyadék rendszerek szétválasztása.

Megvalósítás:

A szűrendő közeget egy porózus rétegen – a szűrő közegen – vezetik keresztül, amely a leválasztandó szilárd részecskék jelentős részét visszatartja, a tisztítandó folyadék-halmazállapotú közeget pedig átengedi. (12.1. ábra).

- szuszpenzió porózus rétegen
- folyadék
 - át >> szűrlet
 - vissza >> iszaplepeny (szilárd)
- szűrőbetét
- két térre oszt
- nyomáskülönbség
 - két mód
 - szuszpenzió fölött – gáz
 - szűrőbetét mögött – vákuum
- probléma
 - pórusok eltömődése



12.1. ábra

A szűrés elvi vázlata

1– szuszpenzió, 2 – iszaplepleny, 3 – szűrőközeg (szűrőkendő), 4 – tartórács

A szűrők legfontosabb műszaki adatai:

Üzem mód: szakaszos vagy folyamatos

- Szűrőfelület (A , m^2), $0,1 m^2 \dots 1000 m^2$
- Fajlagos szűrőfelület (A/V , m^2/m^3), $0,1 m^2/m^3 \dots 15 m^2/m^3$, ahol V a készüléktérfogat.
- Alkalmazott nyomáskülönbség (Δp , bar), $0,2 \text{ bar} \dots 15 \text{ bar}$
- Lepényvastagság (L , mm), $2 \text{ mm} \dots 500 \text{ mm}$

A szűrésnek két alapvető típusát különböztetjük meg:

Felületi szűrés:

általában perforált lemezzel, szitalemezzel, drótszövettel, szűrővászonnal vagy szűrőpapírral történik. A felületen kivált szilárd anyag, szűrőlepleny a továbbiakban szűrőréteggént viselkedik.

Mélyiségi szűrés:

kavics-, homok, ill. koksztöltésű szűrőkkel történik, pl.: a talajon átszivárgó víz is mélyiségi szűréssel tisztul.

Felületi szűrés:

A leválasztott részecskék nem hatolnak a szűrőközeg belsejébe, felületen összefüggő réteg alakul ki, a továbbiakban szűrőként viselkedik.

↳ eszköz:

– szitalemez, drótszövet, szűrővászón

Felületi (vagy "lepleny") szűrés esetén az (iszap) réteg eltávolítása szerint a szűrés lehet

↳ szakaszos

↳ folyamatos.

Mélységi szűrés:

A részecskék a szemcsés vagy szálás szűrőközeg belsejébe hatolnak és ott, annak szabálytalan alakú, de a leválasztandó részecskéknél nagyobb keresztmetszetű csatornáiban, üregeiben a tehetetlenségi és felületi erők hatására kiválnak, lerakódnak.

A szüredék maga is mint finom szűrő szerepel.

Töltés: kavics, homok, koks.

Szűrési segédanyag

Ha a folyadékban lebegő részecskék *kis mennyiségben* vagy *kis méretben* vannak jelen, segédanyag hozzáadás szükséges.

Ennek lényege, hogy a lebegő részek egy részét saját pórusaiban felületileg megköti a segédanyag, s utána már azt kell szűrni.

A segédanyag lehet:

- finom faforgács
- aktív szén

12. 2. A szűrés sebessége, szűrési kísérletek

Szakaszos művelet esetén a szűrő teljesítményét számszerűen a szűrés sebessége jellemzi, amely az 1 m^2 szűrőfelületen egységnyi idő alatt áthaladó szűrt folyadék mennyiségét jelenti:

$$v = \frac{1}{A} \frac{dV}{dt} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \text{h}} \right] \quad (12.1)$$

ahol:

v – szűrési sebesség,

t – szűrési idő,

V – szűrt folyadék mennyisége.

A szűrési sebesség továbbá egyenesen arányos a szűrőközeg két oldala közötti nyomáskülönbséggel (Δp) valamint fordítottan arányos a folyadék dinamikai viszkozitásával (μ) és a szűrési ellenállással (R). A szűrési ellenállás két részből tevődik össze: a szűrőközeg kezdeti (R_m) ellenállásából és a szűrőlepeny ellenállásából (R_1). Így:

$$v = \frac{\Delta p}{\mu (R_m + R_1)} \quad (12.2)$$

R_1 azonban a szűrés során a szűrőlepeny vastagságának növekedésével folyamatosan változik. Az L_1 iszapréteg vastagsága a szűrlet-térfoga (V), a szűrőfelület (A) és az egységnyi szűrlet-térfogat közben kapott iszap mennyiségének (x_0) függvényében:

$$L_1 = x_0 \frac{V}{A} \quad (12.3)$$

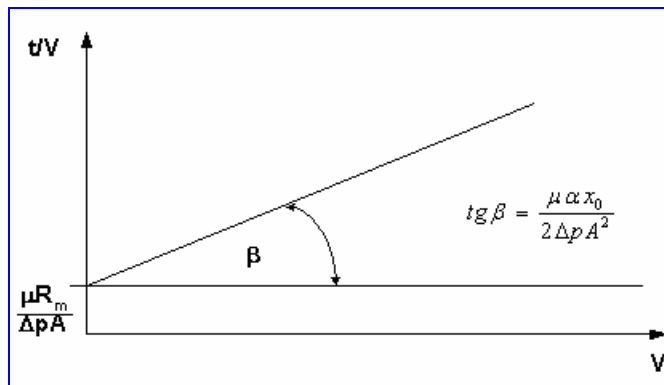
R_1 értéke az iszapréteg vastagságából és az iszap fajlagos ellenállásából (α) kapható:

$$R_1 = \alpha L_1 = \alpha x_0 \frac{V}{A} \quad (12.4)$$

A (12.2) és a (12.4) egyenletekből kapható a szűrés általános differenciálegyenlete, melynek megoldása az alábbi alakra hozható:

$$\frac{t}{V} = \frac{\mu \alpha x_0}{2 \Delta p A^2} V + \frac{\mu R_m}{\Delta p A} \quad (12.5)$$

Ha a folyadék viszkozitását és a nyomáskülönbséget állandónak tekintjük, akkor a t/V kifejezést ábrázolva V függvényében egyenest kapunk (12.2. ábra). A tengelymetszet és a az iránytangens értékéből a hiányzó két állandó (R_m és αx_0) visszaszámolható.



12.2. ábra

A szűrési kísérlet értékelése, eredménye

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\mu \alpha x_0}{2 \Delta p A^2} \quad (12.6)$$

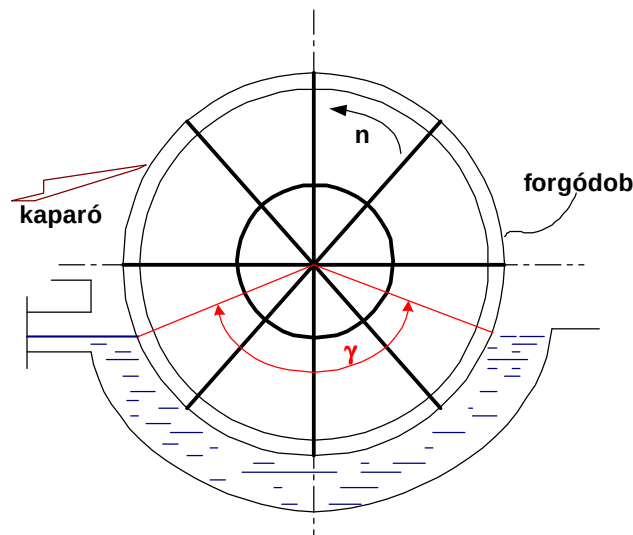
Folytonos szűrés esetén Δp értéke és a szűrő felületén található iszapréteg vastagsága (L_1) állandó, tehát ezek fogják meghatározni a szűrési teljesítményt.

Gyakran alkalmazott folytonos szűrő a vákuum-dobszűrő (12.3. ábra), ahol a szűrési idő:

$$t = \frac{D \pi \frac{\gamma}{360}}{D \pi n} = \frac{\gamma}{360 n} \quad (12.7)$$

ahol:

- D – dobátmérő, [m],
- γ – bemerülési szög,
- n – fordulatszám, [1/s]



12.3. ábra
A vákuum-dobszűrő vázlata

Szűrőpapírok, szűrőlapok (szűrőrétegek)

A szűrőlapokat cellulózszálból préselik. Jellemző adatuk aáteresztőképesség (D_x): a tiszta 20 °C-os víz mennyisége (liter), amely időegység alatt a szűrőfelület egységén adott nyomáskülönbség hatására áthalad.

A szűrőlapokat, vagy szűrőrétegeket élesre szűrés esetén alkalmazzák 50 μm -nél kisebb lebegő, zavarosodást okozó anyagok eltávolítására.

12.3. Szűrőberendezések

Az alábbi válogatás szennyvíztisztítással kapcsolatos anyagra épül.

Cserélhető betétes szűrők

Általános ismertető:

A szilárd, lebegő anyagok kiszűrése felületi vagy mélységi szűréssel az RO berendezések megbízható működésének előfeltétele. Alkalmazásuk megnöveli az RO membránok élettartamát, és teljesítményét. Előszűréssel a bejövő víz lebegő-anyag tartalma, a biológiai szűrése, szerves-anyagok eltávolítása történik. Felületi vagy mélységi-szűréssel a technológiai rendszerben következő RO/NF egységek teljesítménye, biztonsággal tartható, a membránok élettartama megnő, a rendszer üzemeltetési és karbantartási költségei csökkennek.

Alkalmazási terület-példák:

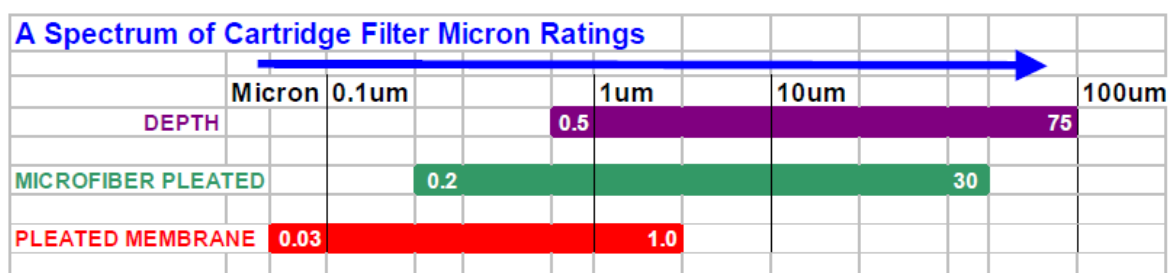
- Ivóvíz előállítás
- Kémiai szűrés
- Élelmiszeripar
- Gyógyszeripar
- Galvánipar
-

Felépítés:

A cserélhető betétes szűrők a szűrőházból és a szűrést végző szűrő-betétből állnak. A kis teljesítményű szűrőházak egy darab, az ipari betétes szűrők 3, 6 vagy 7 db szűrőbetét befogadására alkalmasak.

A szűrőbetétek kialakításától, anyagától, és méretétől függően különböző feladatok ellátására alkalmasak. A pórusméret szerint különböző méretű és eredetű anyagokat tudunk a vízből kiszűrni. Pl. ahol fennáll a biológia lerakódás veszélye a membránrendszereknél, ott az 1 mikronos szűrő a vízben található baktériumok, és férgek túlnyomó részét kiszűri.

Szűrőbetét résméret-tartománya:



12.4. ábra

Szűrőbetét résméret-tartomány

Szűrőházak:

Műanyag szűrőház

Egyszerűen felszerelhető, a szűrőház átlátszó, így a lebegőanyag szűrőbetétek eltömődöttsége könnyen ellenőrizhető.

12.1. táblázat

Műanyag szűrőház

Szűrőbetétek		Csatlakozás	Bekötési hossz [mm]	Szűrőház magassága [mm]	
száma	hossza				
1	10"	1/2", 3/4", 1",	122	315	
	20"	1 1/4", 1 1/2"		620	

Ipari cserélhető betétes szűrőházak:

A több szűrőbetétet is befogadó ipari cserélhető betétes szűrők nagy térfogatáramok megszüntésére alkalmasak. A szűrőház rozsdamentes anyagból készül légtelenítő és ürítő csomaggal. kis helyigényű, kezelése egyszerű. a berendezés megbízható üzemű, karbantartási igénye minimális.

12.2 táblázat

	Szűrőbetétek			Csatlakozás	Bekö- tési hossz [mm]	Szűrőház ma- gassága [mm]
	száma	hossza	Teljesítmény m ³			
	3	20"	6	1 ½"	228	822
		30"	9			1081
		40"	12			1340
	6	20"	12	2"	293	826
		30"	18			1085
		40"	24			1344
	7	30"	21	2"	293	1085
		40"	28			1344

Szűrőbetétek

Lemosható szűrőbetétek:

A lemosható kivitelű szűrők egy henger alakú szűrőszita segítségével szűrik ki a lebegőanyagokat. A szűrőszita *felületi szűrést* végez, a ráakódott szilárd szennyeződések *folyóvíz alatt* egyszerűen *letisztíthatók*, majd a betét a szűrőházba visszahelyezhető.

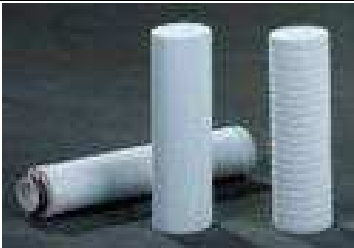
12.3 táblázat

	Szűrőbetét hossza	Szűrési résméret [μm]	Méret [mm]
	10"	80	Ø64 × 248
	20"		Ø64 × 508

Mélységi szűrést végző szűrőbetétek

A termikus hőkezeléssel gyártott polipropilén szálakból álló 3 rétegű szűrőbetétek mélységi szűrést végeznek, így nagyobb mennyiségű lebegő szennyezőanyag visszatartására alkalmasak. A nagyobb visszatartó-éposség megnöveli a szűrő élettartamát. Magas vegyszerállóság jellemzi. Az eltömődött szűrőbetétet cserélni kell.

12.4 táblázat

	Szűrőbetét hossza	Szűrési résméret [μm]	Méret [mm]
	10"	1 / 5 / 10 / 20 / 50	Ø64 × 248
	20"		Ø64 × 508
	30"		Ø64 × 762
	40"		Ø64 × 1060

Kombinált szűrőbetétek:

A **polietilén anyagú**, szűrőbetét **felületi és mélységi szűrést** végez. Szűrőanyaga vegyszerálló, szálszakadással nem kell számolni. Felülete részben tisztítható, így **élettartama hosszabb** a normál mélységi szűrőknél. Az eltömődött szűrőbetét cserélni kell. Belső furat mérete: $\frac{3}{4}$ ", 1 $\frac{1}{4}$ "

12.5. táblázat

	Szűrőbetét hossza	Szűrési résméreték [μm]	Méreték [mm]
	10"	25 / 50 / 100	$\varnothing 64 \times 248$
	20"		$\varnothing 64 \times 508$
	30"		$\varnothing 64 \times 762$

Mikroszűrők:

A **membránnal illetve mikroszálakkal** szűrő betétek ultratiszta vizek, nagy tisztaságú vegyszerek és folyadékok **mikroszűrésére alkalmazhatók**. A kialakításuk biztosítja a pórusméretek nagyfokú méretazonosságát, így a szűrési résméret rendkívül pontos, kis szórással rendelkezik. Szűrő anyaga: polipropilén membrán.

12.6. táblázat

	Szűrőbetét hossza	Szűrési résméreték [μm]	Méreték [mm]
	10"	0,2	$\varnothing 64 \times 248$
	20"		$\varnothing 64 \times 508$
	30"		$\varnothing 64 \times 762$
	40"		$\varnothing 64 \times 1016$

Pleated szűrők

A rakott technikából következik a megnövekedett szűrési felület ami nagyobb visszatartó képességet garantál, illetve kisebb kezdeti nyomásesést.



12.5. ábra

Pleated szűrő

(forrás. GE Pleated filters attributes presentation)

A gyertyás szűrőkkel szembeni kezelési követelmények:

- szűrőház leüríthető legyen
- szűrőház légteleníthető legyen

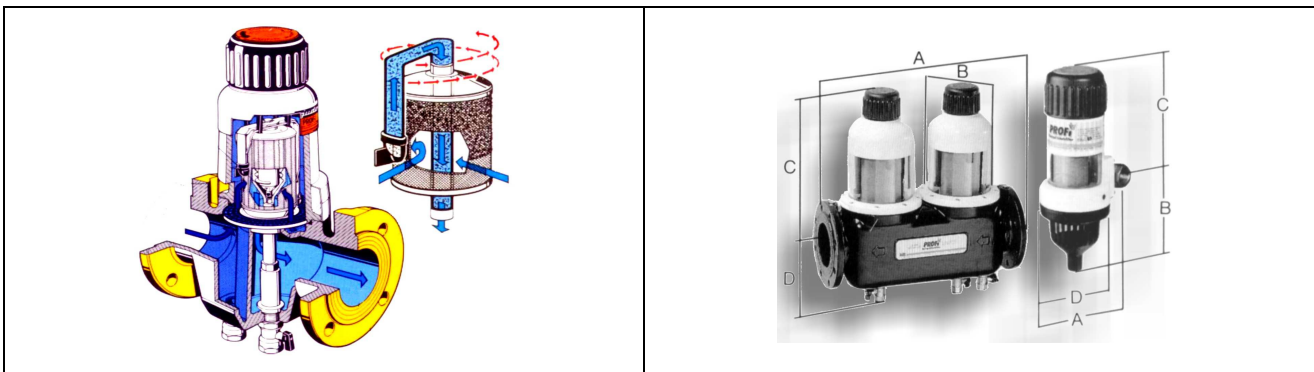
- szűrőgyertya könnyen cserélhető legyen
- szűrőház fedél egyszerűen bontható legyen a gyertyacserét megkönnyítendő

Szűrők kiválasztásának, méretezésének, tervezésének szempontjai:

- bejövő víz paraméterei (zavarosság, SDI, biológia stb.)
- vízkezelő technológiai sor megelőző, illetve következő lépése
- vízkezelés célja
- környezeti körülmények (hőmérséklet, nyomás)

VISSZAÖBLÍTHETŐ IPARI SZŰRŐK

5



A BERENDEZÉS MŰKÖDÉSE, ALKALMAZÁSA:

A vízben található lebegőanyagok eltávolítására szolgáló visszamosható szűrők a bennük található speciális ezüst bevonatú szűrőszita segítségével végzik a szilárd anyagok kiszűrését. Az ezüst bevonatnak köszönhetően nem szaporodnak el az algák, baktériumok. A visszamosható szűrők szűrőszitájának tisztítása ellenáramban történik. A DIN 1988 szabvány a fémes csővezetékek védelméhez előírja beszerelésüket. Műanyag vezetékek esetén pedig beszerelésük javasolt.

Kézi vezérlésű szűrőnél a visszaöblítő gomb elforgatásával tisztítható a szűrőfelület.

Automatikus vezérlésű szűrőnél a vezérlő elektronika beavatkozás nélkül végzi a lebegőanyagok eltávolítását. Történhet előre beállított időközönként vagy a szűrőn mért nyomáscsökkenés függvényében.

Mindkét esetben a szűrt víz a visszaöblítés folyamata alatt is biztosított.

MŰSZAKI ADATOK:

- üzemi nyomás max.: 10 bar
- üzemi hőmérséklet: 4 – 35 °C
- elektromos csatlakozás: 230 V (automatikusnál)

TÍPUSÁBLÁZAT:

HF-JPF								
	Méret (vízcsatlakozás) (mm)	Maximális térfogatáram (m³/h)	Méretek				Szennyvíz csatlakozás	Tömeg (kg)
			A	B	C	D		
**	¾"	4	90	160	200	125	DN25	2,5
**	1"	4,5	110	160	200	125	DN25	2,5
**	1 ¼"	5,5	136	100	330	155	DN25	8
**	1 ½"	16	142	100	330	155	DN32	8
	2"	17	240	185	330	155	DN32	15
	DN65	27	320	230	400	160	DN32	27
	DN80	50	320	230	410	170	DN50	29
	DN100	70	560	250	430	185	DN50	66
	DN125	100	560	465	440	202	DN50	110
	DN150	150	600	465	460	230	DN50	140
Vezérlés								
	K	Kézi						
	A / T	a vezérlés a szűrőszita öblítését beállított időközönként automatikusan végzi						
	A / TP	a szűrőszita visszaöblítését a beállított nyomáscsökkenés érték elérésekor automatikusan végrehajtja a berendezés elektromos vezérlése						
			Szűrési rész méret (µm)					
			30					
			100					

Rendelési példa:

HF-JPF-DN65-A/T-100µm

Maximális térfogatáram* 100 µm rész méretű, tiszta szűrőbetétre, 0,15 bar nyomáscsökkenésre, 10 °C-os ivóvízre vonatkozó térfogatáram értékek. A megengedett nyomáscsökkenés értéke legfeljebb 0,2 bar.

** csak kézi vezérléssel rendelhető

Szűrők üzemeltetési szempontjai:

A felületi vagy mélységi szűrők alkalmazásánál fontos a nyomásesést figyelni (2 bar feletti nyomásesésnél a szűrő összeroppan) ezért célszerű a szűrő előtt és után nyomástávadó elhelyezése. Amennyiben a nyomásesés eléri a 1,5 bar értéket, célszerű a szűrőgyertya cseréje.

A szita- és szövetszűrőket a vízművek felszíni víz kezelése esetén előtisztításra (apróbb uszadékok, törmelékek, falevelek, kis halak eltávolítására) használják.

A szennyvíztisztítási és a szennyvíziszap kezelési technológiákban a szita- és szövetszűrőket a következőkre használhatják:

- iszapok víztelenítésére;
- kivételes esetekben szennyvízátemelő szivattyúk védelmére;
- ipari szennyvizek kezelésére.

A szita- és szövetszűrők a rácsokkal azonos elven működnek, de eltérő a kialakításuk és így a csoportosításuk is.

A szűrőelem kialakítása szerint lehetnek:

- szalagszűrők,
- dobszűrők,
- különleges kialakítású szűrők;

A szűrőelem helyzete szerint lehetnek:

- álló szitaszűrők,
- mozgó szitaszűrők;

A szűrőelem nyílásmérete szerint lehetnek:

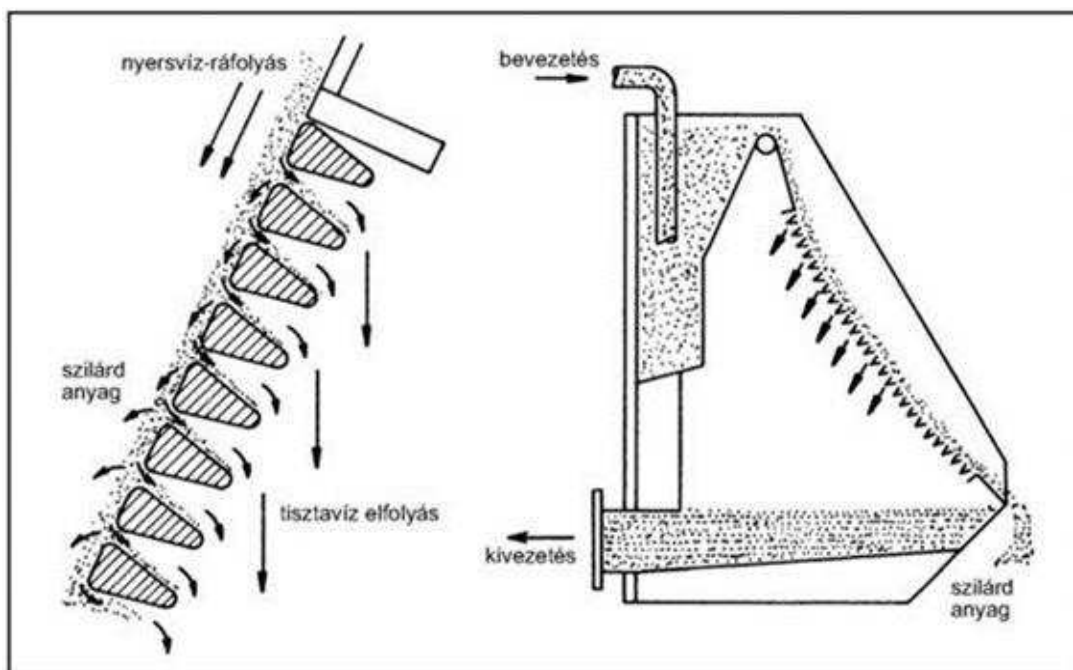
- közönséges szitaszűrők (a nyílásméret nagyobb, mint 0,1 mm),
- mikroszűrők (nyílásméret kisebb, mint 0,1 mm)

Rácsok

A rácscsalád egyik leggyakrabban alkalmazott típusa az ívszita. Felhasználási területe döntően az ipar, noha speciális esetben a kommunális szennyvizek tisztításánál is alkalmazásra kerül.

A rácsszélesség (pálcaköz) 0,1–1,5 mm között változik a kiszűrendő anyag függvényében, míg a teljes szélesség a vízhozam függvényében 0,25–2,0 m között a gyártó cégek palettája szerint szerezhető be.

Ívszitat mutat a 12.6. ábra. Az élelmiszer, a textil-és könnyűipar területén Magyarországon is elterjedt.



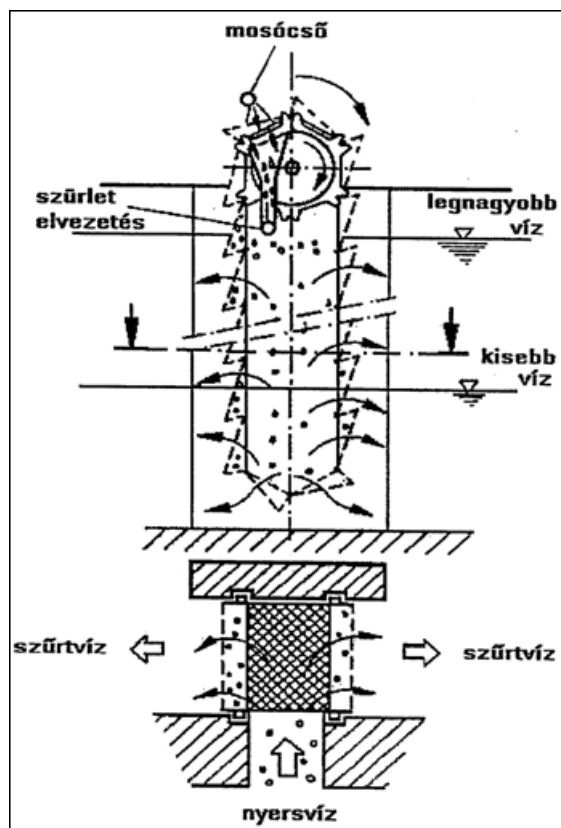
12.6. ábra
Ívszita működési elve

A szennyvízrácsok hidraulikai méretezésénél figyelembe kell venni, hogy a pálcák között a vízmozgás az 1 m/s értéket nem haladhatja meg, miután e fölött az áramló víz a szemetet is magával sodorná, továbbá hogy az elvezető csatornában az áramlási sebesség 0,5-0,8 m/s között legyen az ásványi anyagok leülepedésének megakadályozása miatt.

Fontos a rácsok lehetőleg gépi és automatizált tisztíthatósága. A gépi tisztítás különböző megoldású lehet. Általában egyenes pálcához gereblyeszerű kotrót, vagy végtelen szalagkotrót alkalmaznak. Íves rácsok esetében, ahol a pálcák egymás mellett körívek alakban helyezkednek el, folyamatos körbeforgó villáskotró távolítja el a rácsszemetet.

Szűrők

A szalagszűrő szűrőeleme végtelenített szűrőszövet szalag, vagy keretre feszített szitaszövetekből álló egymáshoz kapcsolt síkszíták végtelen láncolata. A felső hajtott tengely révén a szalagszűrő egyenletes sebességgel mozog. A leggyakoribb az a megoldás, amikor a víz belülről kifelé szűrődik (12.7. ábra).



12.7. ábra
Szalagszűrő elve



12.8. ábra.
Szalagszűrő
(Pálhidy A.: Vízisztítás)

A zárt dobszűrők működhetnek gravitációsan vagy nyomás alatt.

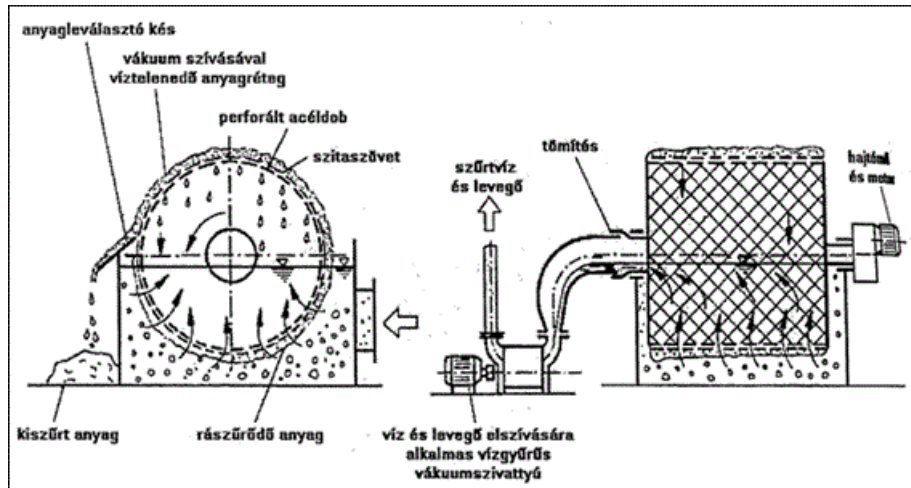
A különleges kialakítású szűrőknél a szűrőhatás növelése érdekében különböző hatásokkal (vákuum, préselés) is segítik a szűrési folyamatokat. Ezek a berendezések elsősorban a gépi

iszap-víztelenítés, vagy az ipari víz- és szennyvíz-technológia eszközei.

Leggyakoribb víztelenítési eljárások:

- • vákuum dobszűrők
- • szűrőprések.

Ezek lehetnek: nyomószűrő prések, szalagszűrő prések (12.9 – 12.11. ábra).



12. 9.

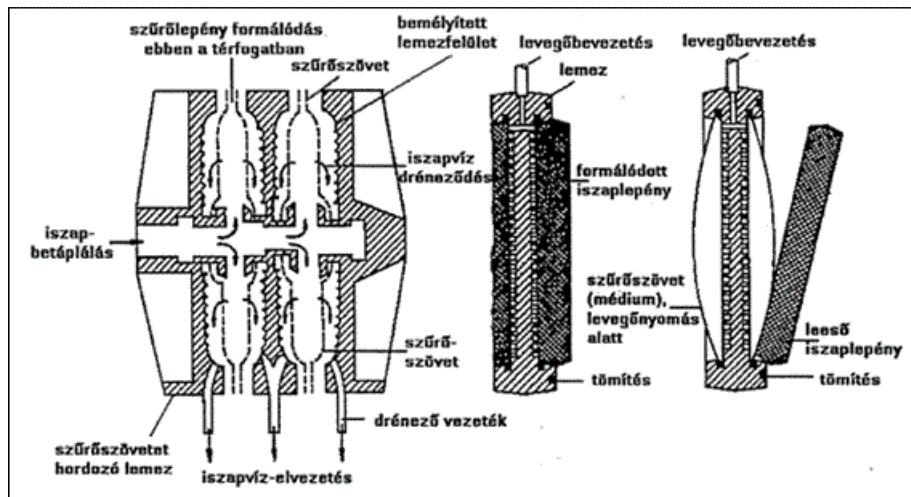
Vákuumdobszűrő



12.10. ábra

Vákuum dobszűrő működési elve

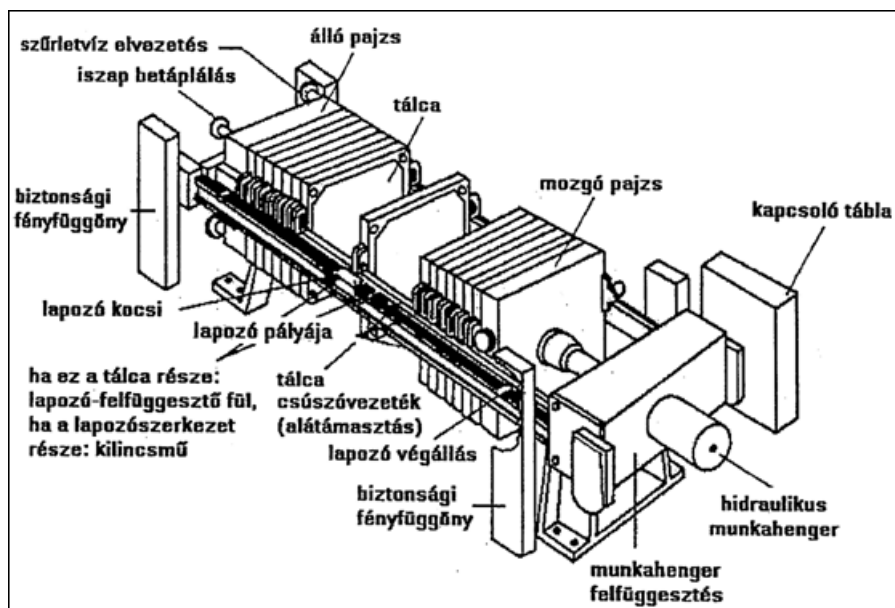
(Költő G. – Pálhidi A.: Vízműkezelő technológia 2.)



12.11. ábra

Nyomószűrő prés működési elve

(Öllös G.: Szennyvíztisztító telepek üzemeltetése II)



12.12. ábra

Nyomószűrő prés szerkezeti felépítése

(Öllös G.: Szennyvíztisztító telepek üzemeltetése II)

A szűrőrétegek száma szerint a gyorszűrők lehetnek:

- hagyományos, egyrétegű és
- kétrétegű szűrők.

A rácsok, illetve szitaszűrők kialakításánál figyelembe kell venni a

- tervezési értéket meghaladó hozamok továbbítását,
- a karbantartás lehetőségének biztosítását,
- a keletkező rácsszemét közegészségügyileg megfelelő gyűjtését, kezelését és a szállítás és elhelyezés feltételeinek biztosítását,
- a munkavédelem és egészségvédelem szempontjainak érvényesítését.

12.4. Szűrőberendezések kiválasztása

Szűrők kiválasztási táblázata					
Szuszpenzióminőség	Jól szűrhető	Közpesen szűrhető	Lassan szűrhető	Híg	Nagyon híg
Iszapképződés	2,5 cm/s	2,5 cm/min	1,3 ... 6,5 mm/min	1,3 mm/min	–
Normális koncentráció	20 %	10 ... 20 %	1 ... 10 %	5 %	0,1 %
Ülepedés jellege	gyors, nehéz szuszpenzióban tartani	jó	lassú	lassú	–
Iszapteljesítmény laborvizsgálattal kg/(h ² min)	2500	250 ... 2500	25 ... 250	25	–
Szűrési sebesség (fajlagos szűrletteljesítmény) lit/(h ² min)	200	10 ... 200	0,4 ... 0,8	0,4 ... 80	0,4 ... 80
Szűrőtípusok					
Szűrőprés					
Nyomószűrők (táskás, gyertyás)					
Vákuum dobszűrő	Cellás				
	Cella nélkül				
Tárcsás szűrő					
Tányéros szűrő					
Szalagszűrő					
Élesre szűrő berendezések (iszapoló, réteges)					

12.14. ábra

Szűrők kiválasztási táblázata

13. CENTRIFUGÁLÁS. JELZŐSZÁM. CENTRIFUGÁK ALKALMAZÁSA

13.1. Centrifugálás

Meghatározás

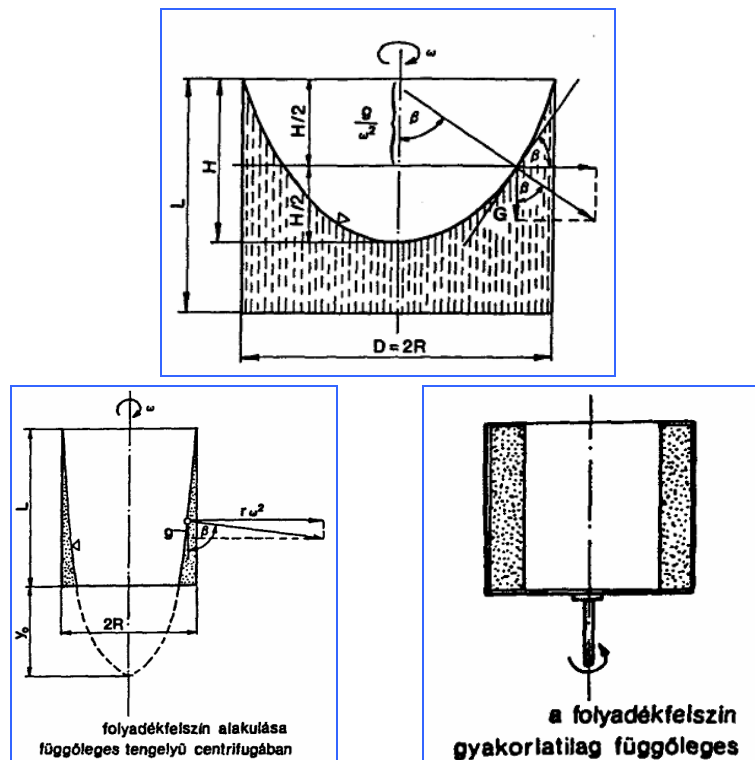
A centrifugálás: szuszpenziók és folyadékelegyek szétválasztása centrifugális erő alkalmazásával. A centrifugálás segítségével megoldható olyan szétválasztás, ami nehézségi erőterben nem.

Berendezés

A centrifuga forgó hengeres, kúpos geometriai alakzat. Működése lehet: szakaszos és folyamatos.

A célja lehet ülepítés és szűrés. Ülepítés esetén a dobfal tömör.

A folyadék felszín kialakulására mutat példát a 13.1. ábra.



A centrifugák csoportosítása a szakirodalomban nem egységes. A sokféleségre jellemző, hogy az Alfa-Laval cég több mint 200-féle típust gyárt és ezeket hat fő-osztályba sorolja. A centrifugák a vegyiparon és az élelmiszeriparon kívül megtalálhatók a textil-, timföld-, valamint az építőanyag-iparban is.

A centrifugákat műveleti és szerkezeti szempontból hat alapelv szerint lehet osztályozni.

a) az üzemvitel szerint:

- szakaszos
- mechanizált és automatizált,
- valamint folyamatos;

b) a szétválasztási mód szerint:

- szűrő- és
- ülepitő- (derítő-) centrifugák;

c) a tengely helyzete szerint:

- vízszintes,
- függőleges;

d) elrendezés szerint:

- alapra helyezett és
- függesztett (Weston):

e) az ürítés módja szerint:

- kézi erő,
- kések,
- kaparók, csigák,
- lehámozó-csövek, dugattyúk, nehézségi erő centrifugális erő felhasználásával működők;

f) a szétválasztási tényező nagysága szerint:

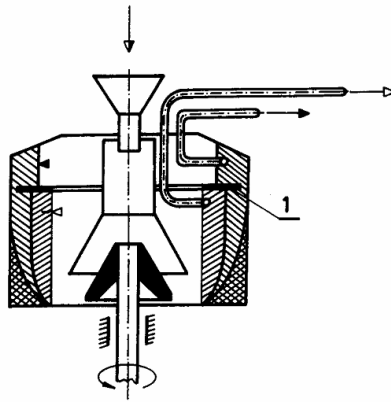
- kis jelzőszámú ($j < 3000$),
- nagy jelzőszámú ($j > 3000$)

Megjegyzés

A centrifugálás kapcsán megemlítendő a *hidrociklonozás*. Az utóbbi idők nagy tenger/óceán olajszennyezései kapcsán gyakran előkerült a hidrociklon, amely ugyan nem centrifuga, de a centrifugális erő alkalmazása a szétválasztás alapelve.

Szakaszos üzemű centrifugák

Az első centrifugák voltak. szakaszos üzeműek voltak, mind szűrő, mind ülepitő kivitelben. A szűrőcentrifugák dobja perforált lemezes, 0,5...7 mm lyukakkal. Szuszpenziók szétválasztásánál szitaszövetből (vagy vékony lyukasztott lemezből) betétet helyeznek el a dobköpeny belső oldalán perforált lemezbetétet dróthálóval támasztják alá. A lyukbőssége 4...10 mm, a huzalvastagság 1...2 mm.



13.2. ábra

Elszívócsöves ülepítő centrifuga vázlata

Két koncentrikus, forgó kúp,
belső gyorsabb,
kisebb átmérő felé,
durva rész.

Centrifugális szűrés

Nagy iszaptartalmú, jól szűrhető szuszpenzióknál. A dobköpeny perforált. Az iszap kicsi (0,5 – 5 %) nedvességtartalom.

A szakaszos üzem hátránya a gyorsítás, lassítás.

14. KAPCSOLÓDÓ TÉMÁK, EGYEBEK

Itt kívánunk majd a későbbiekben szólni olyan témákról, amelyek korábban nem szerepeltek, de fontosak vagy hasznosak lehetnek. Ilyen például a mérések kérdése, szabályozások lehetőségére utalás, ami viszont egy másik tárgynak a témája.

14.1. A hidraulikai átmérő meghatározása

A műszaki gyakorlatban gyakran előfordulnak a kör-keresztmetszettől eltérő keresztmetszetű csővezetékek, csatornák.

A nyomásesés meghatározásához szükséges csőszűrlődési tényező jó közelítéssel számítható a megfelelő összefüggések segítségével, ha a cső belső átmérőjének (d) helyére az ún, hidraulikai átmérőt helyettesítjük be. A hidraulikai átmérőt egyes szakirodalmak *egyenértékű* átmérőnek nevezik.

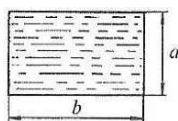
$$\frac{4 \times \text{áramlási keresztmetszet}}{\text{nedvesített kerület}}$$

Például:

Kör keresztmetszetenél:

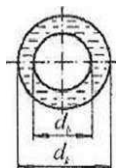
$$d_h = \frac{4 \cdot d^2 \pi}{4d\pi} = d$$

Négyszög esetén



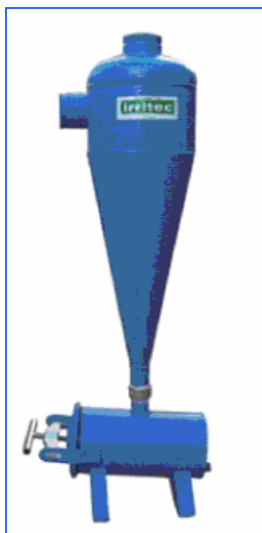
$$d_h = \frac{4ab}{2(a+b)} = \frac{2ab}{a+b}$$

Körgyűrű keresztmetszet esetén



$$d_h = \frac{4\pi(d_k^2 - d_b^2)}{4\pi(d_k + d_b)} = d_k - d_b,$$

14.2. Hidrociklon



14.1. ábra
Hidrociklon

A hidrociklonos durva szűrő a homokszemcséket, a víz térfogattömegénél nehezebb részecskéket különíti el, ezért a szerves és kémiai anyagok kiválasztására nem alkalmas. A vizet a kúp felső hengeres részébe tangenciálisan vezetjük be, ezért az lefelé haladva forgó mozgást végez. A fellépő centrifugális erő a falnak szorítja a szemcséket, melyek a nehézségi erő hatására lefelé haladva az alsó tartályban gyűlnek össze. Onnan időnként a rendszer víznyomásával kiöblíthetjük. A tisztított víz a kúpban lévő örvény közepéről a felső hengeres részen függőlegesen távozik. A ciklonok acélból készülnek, horganyzott illetve festett felületvédelemmel vannak ellátva. A tapasztalatok és mért adatok szerint a szennyeződések 97-98%-át tudják kiválasztani.

IRODALOM

- [1] Dr. Gonda Sándor, Dr. Szalczinger János: Gépészeti alapismeretek c. tantárgy „Műszaki rajz – géprajz” fejezetének segédlete, Pannon Egyetem, Veszprém, 1996
- [2] Lisztes István előadás-anyagai (személyes közlés és Moodle anyag), PE, Veszprém, 2014. május-június
- [3] Dr. Bálint András: Áramlás- és hőtechnikai gépek, Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2009
- [4] Dr. Pattantyús Á. Géza: Gyakorlati áramlástan, Tankönyvkiadó, Budapest, 1959
- [5] Dr. Antal Tamás, Kovács Zoltán: Gépüzemeltetés, Nyíregyházi Főiskola, Nyíregyháza, 2011.
- [6] Cséfalvay Edit, Mika László Tamás: Vegyipari művelettan, ELTE Kémiai Intézet, Budapest, 2008
- [7] Dr. Nagy Géza: Általános géptan, Debreceni Egyetem, Műszaki Főiskolai Kar, Debrecen, 2006.
- [8] <http://debrecenbar.com/2014/01/03/az-ulepites-folyamata-es-a-szennyviztelepi-ulepitok-i/> (2014.03.23.)
- [10] Szlivka Ferenc : Vízgyógydálkodás gépei, Szent István Egyetem, Gödöllő, 2002
- [11] Bálint András: Műszaki áramlástan, Veszprémi Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2002
- [12] Juhász György: Csővezetékek és csővezetési elemek (Tananyagkiegészítő segédlet), Debrecen, 1995
- [13] Dr. Burucs Zoltán: Környezetgazdálkodás II. (2.2.5 Hidraulikai alapismeretek), Debreceni Egyetem, (HEFOP 3.3.1.)
- [14] <http://hu.grundfos.com/content/dam/Global%20Site/Industries%20%26%20solutions/waterutility/pdf/water-treatment.pdf> (2014.07.24.)

TOVÁBBI IRODALOM

- Dr. Dezső György: Korszerű hőszállító vezetékek, Petőfi Nyomda, Kecskemét, 1985
- Fábry György: Vegyipari gépek kézikönyve, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987
- Ludvig I. - Tiba Zs.: Épületgépészeti szabványgyűjtemények, Tervezési segédlet, Debrecen 1991.
- Dr. Pöstényi Ferenc: Hullámlemez kompenzátorok, Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest,
- Ruhmann Jenő: Csőtáblázatok, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974
- Tochtermann-Bodenstein: Gépelemek I., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986
- Dr. Zsáry Árpád: Gépelemek I., Tankönyvkiadó, Budapest, 1989
- Walter Wagner: Acél csővezetékek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985
- Dittrich Ernő, PTE-PMMK Környezetmérnöki Tanszék, Vízellátás (3.-4.előadás) anyagnál
- György István (szerk): Vízügyi létesítmények kézikönyve. Műszaki könyvkiadó Budapest, 1974.
- Török László: Tervezési segédlet a település vízellátása tanulmányterv készítéséhez. Baja. 1998.
- Közműhálózatok tervezése HEFOP/2004/3.3.1/0001.01 digitális jegyzet
- Dima A. – Jordán P.: Települések közműellátása. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest, 1996.
- Öllös Géza – Borsos József: Vízellátás – Csatornázás I. Tankönyvkiadó, Budapest, 1990.
- Verba Attila: Vízgépek. Tankönyvkiadó, Budapest, 1975.
- Látrányi Jenő – Zalka András: Fogaskerek szivattyúk és hidromotorok. BME Mérnöktoábbképző Intézet, Budapest. 1982.
- Bozóky-Szezsich-Kovács-Illés: Vízellátás-csatornázás tervezési segédlet. Műegyetem kiadó, Budapest, 1999.
- Györei Lászlóné: Közműépítés II. Példatár. Nemzeti tankönyvkiadó, Budapest.
- Görözdí – Major – Zsuffa: Vízgazdálkodás példatár. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1983.
- Völgyesi István: Épületgépészeti számítások példatára. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1966.
- Lajos Tamás: Az áramlástan alapjai, BME, Budapest, 1992
- Eck, Bruno: Technische Strömungslehre Springer-Verlag Berlin (Göttingen) Heidelberg, 1958.
- Pattantyús Á. Géza: Gyakorlati áramlástan Tankönyvkiadó, Budapest, 1959.
- Füzi Olivér: Vízgépek Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.
- Brauer, Heinz: Grundlagen der Einphasen- und Mehrphasenströmungen Verlag Sauerlander, Aarau und Frankfurt am Main, 1971.
- Varga József: Hidraulikus és pneumatikus gépek kézikönyv Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1974.
- Naue,G.-Lippe,F.-Mascheck,H.J.-Schcnk,R.-Reher,E.Ü.: Technische Strömungsmechanik VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig, 1975.
- Gruber,J.-Blahó,M.: Folyadékok mechanikája. Tankönyvkiadó, Budapest, 1981.
- Öllös, G.(1994): Szennyvíztisztító telepek üzemeltetése, I. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Öllös, G.(1995): Szennyvíztisztító telepek üzemeltetése, II. Akadémiai Kiadó. Budapest.
- Pálhidy A.: Vízisztítás (Tankönyv) Budapest, Műszaki Könyvkiadó, 1983.