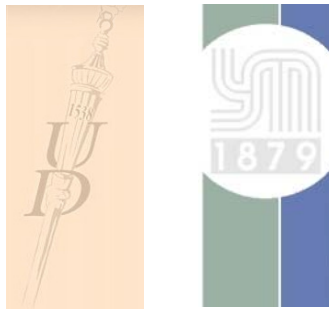




EURÓPAI UNIÓ
STRUKTURÁLIS ALAPOK



K
Ö
N
Z
M
Ű
V
E
K

PMKGNB 270 segédlet a PTE PMMK építőmérnök hallgatói részére

„Az építés- és az építőmérnök képzés szerkezeti és tartalmi fejlesztése”

HEFOP/2004/3.3.1/0001.01

KÖZMŰVEK

PÁLNÉ SCHREINER JUDIT

Pécsi Tudományegyetem, Pollack Mihály Műszaki Kar,
Közmű, Geodézia és Környezetvédelem Tanszék

2007

Részletes tantárgyprogram:

Hét	Ea/Gyak./Lab.	Témakör
1.	2 óra előadás	Közművek csoportosítása, elrendezésük
	3 óra gyakorlat	Féléves rajzfeladat kiadása, vízigények meghatározása
2.	2 óra előadás	Vízbeszerzés
	3 óra gyakorlat	Gravitációs csatornarendszer vonalvezetésének tervezése I.
3.	2 óra előadás	Víz tisztítás
	3 óra gyakorlat	Gravitációs csatornarendszer vonalvezetésének tervezése II.
4.	2 óra előadás	Vízellátó hálózat kialakítása; Szivattyúk tározók
	3 óra gyakorlat	Próba hossz-szelvény tervezése
5.	2 óra előadás	Gravitációs csatornahálózat
	3 óra gyakorlat	Mértékadó szennyvízmennyiségek meghatározása
6.	2 óra előadás	Nyomás alatti- és vákuumos csatornahálózat
	3 óra gyakorlat	Gravitációs csatornahálózat hidraulikai méretezése
7.	2 óra előadás	1.zárthelyi dolgozat
	3 óra gyakorlat	Részletes helyszínrajz tervezése
8.	2 óra előadás	A csatornahálózat fő részei
	3 óra gyakorlat	Részletes hossz-szelvény tervezése
9	2 óra előadás	Aknák; A csatornahálózat építésének menete, anyagok
	3 óra gyakorlat	Keresztszelvények tervezése
10.	ŐSZI SZÜNET	
11.	2 óra előadás	Szennyvíztisztítás
	3 óra gyakorlat	Rajz konzultáció
12.	2 óra előadás	Gázellátás
	3 óra gyakorlat	Műszaki leírás készítése; rajz konzultáció
13.	2 óra előadás	Villamos energiaellátás
	3 óra gyakorlat	Közműálagút folyosó (munkahely) látogatás
14.	2 óra előadás	Hőenergia, távközlés
	3 óra gyakorlat	Rajz konzultáció
15.	2 óra előadás	2.zárthelyi dolgozat
	3 óra gyakorlat	Féléves rajzfeladat beadása

TARTALOM

1. A KÖZMŰVEK OSZTÁLYOZÁSA	5
2. A VÍZ TULAJDONSÁGAI	6
2.1. FIZIKAI TULAJDONSÁGOK.....	6
2.2. KÉMIAI TULAJDONSÁGOK	7
2.3. BIOLÓGIAI TULAJDONSÁGOK.....	9
3. VÍZELLÁTÁS	11
3.1. VÍZBESZERZÉSEK.....	12
3.2. VÍZTISZTÍTÁS.....	23
3.3. VÍZIGÉNYEK	31
3.4. A SZIVATTYÚ, A HÁLÓZAT ÉS TÁROZÓ MINT HIDRAULIKAI EGYSÉG.....	33
3.5. VÍZELLÁTÓ HÁLÓZAT.....	34
3.6. SZIVATTYÚ.....	40
3.7. TÁROZÓK.....	44
4. CSATORNÁZÁS	47
4.1. CSATORNA- RENDSZEREK OSZTÁLYOZÁSA	47
4.2. CSATORNÁK SZENNYVÍZTERHELÉSEI.....	55
4.3. CSATORNÁK HIDRAULIKAI MÉRETEZÉSE.....	60
4.4. CSATORNÁK VÍZSZINTES- ÉS FÜGGŐLEGES VONALVEZETÉSÉNEK SZABÁLYAI.....	63
4.5. ZÁRT SZELVÉNYŰ CSATORNÁK KIALAKÍTÁSA	65
5. SZENNYVÍZTISZTÍTÁS	81
5.1. MECHANIKAI SZENNYVÍZTISZTÍTÁS.....	82
5.2. BIOLÓGIAI SZENNYVÍZTISZTÍTÁS.....	83
5.3. KÉMIAI UTÓTISZTÍTÁS.....	84
5.4. BIOLÓGIAI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ ZSEBTELEPEK.....	84
5.5. SZENNYVÍZISZAPOK KEZELÉSE.....	85
6. GÁZELLÁTÁS	86
7. TÁVHŐ ELLÁTÁS	89
8. VILLAMOSENERGIA ELLÁTÁS	91
9. TÁVKÖZLÉS	93
10. KÖZMŰ RENDSZEREK	95
IRODALOMJEGYZÉK	96

1. A KÖZMŰVEK OSZTÁLYOZÁSA

A közművek feladata a letelepedés tényéből fakadó, hosszú időre el nem halasztható közösségi igények kielégítése, vezetékrendszerek és egyéb létesítmények segítségével, szolgáltatás formájában, üzemszerűen működő gazdasági szervezetek tevékenysége során.

A közművek termelőegységből, szolgáltatóegységből és fogyasztói szolgálatból állnak.

A közművek

- termékeket (ivóvíz, ipari víz, melegvíz, forróvíz, gőz, gáz, villamos energia) juttatnak el közvetlenül a fogyasztóhoz,
- gondoskodnak a csapadék- és szennyvizek elvezetéséről, kezeléséről,
- a közterületek megvilágításáról, és
- kielégítik a távközlési igényeket.

Közműveket területi kiterjedés, a szállított közeg és a tulajdonviszonyok alapján csoportosíthatjuk.

TERÜLETI KITERJEDÉSE SZERINT:

- lokális (vízelvezetés),
- regionális (víz-, vagy elektromosenergia-ellátás művei),
- kontinentális (gáz- és olajvezetékek),
- globális (hírközlés).

SZÁLLÍTOTT KÖZEG ALAPJÁN:

VÍZGAZDÁLKODÁSI KÖZMŰVEK (VÍZI KÖZMŰVEK):

- vízellátás (ivó-, ipari víz)
- vízelvezetés (szenny- és csapadékvíz elvezetés, szennyvízkezelés és tisztítás)

ENERGIAELLÁTÓ KÖZMŰVEK:

- villamos energia,
- vezetékes gáz,
- közvetlen hőenergia ellátás (fűtés, távhő, melegvíz)

TÁVKÖZLÉSI KÖZMŰVEK:

- hírközlő közművek
- egyéb távközlő közművek

A TULAJDONVISZONYOK SZERINT LEHETNEK:

- *állami* tulajdonú-,
- *önkormányzati* tulajdonú,
- *társult (vegyes)* tulajdonú közművek.

Az Országos Településrendezési és Építési Követelmények (OTÉK) a lakó- és üdülőtérületek közműellátási fokozatairól kimondja, hogy az építési telek

2. A VÍZ TULAJDONSÁGAI

A vízminőség a víz fizikai, fiziko-kémiai kémiai, bakterológiai, általános biológiai és radiológiai tulajdonságainak összessége. A vízminőségi tulajdonságok közül az alábbiakat szükséges ismernünk:

2.1. FIZIKAI TULAJDONSÁGOK

Hőmérséklet

- a felszíni vizekre a meteorológiai viszonyok vannak hatással, hőmérsékletük erősen ingadozó, késve követi a levegő hőmérsékletváltozását, hőmérsékleti rétegződés jellemzi;
- a felszín alatti vizekre a geotermikus gradiens van hatással, hőmérsékletük állandóbb, kiegyensúlyozottabb, minél mélyebben van annál nagyobb és kevésbé változó a hőmérséklete.

Lényeges a hőmérséklet és a vizek biológiai élete közötti kapcsolat. A hőmérséklet emelkedésével a biológiai élet, a mikroorganizmusok tevékenysége megélénkül, ezért a hőmérséklet befolyásolja: viszkozitást, íz- és szaghatást, és a mikrobiológiai folyamatokat. Az ivóvíz szabvány szerinti hőmérséklete 7 - 12 °C, amit 0,1 pontosságú hőmérővel kell mérni.

Íz- és szaghatás

A vízbe természetes és mesterséges úton bejutó oldott anyagok (H_2S ; $CaSO_4$; $MgSO_4$; $NaCl$) idézik elő. Az íz- és szaghatást befolyásolja a víz hőmérséklete, a gázok és oldott anyagok milyensége, a vas- és mangántartalom, az algák és egyéb növényi szervezetek és az ipari szennyeződések. Vizsgálata érzékszervi úton történik.

Szín

A víz színét a benne lévő oldott és lebegő anyagok okozzák. A tiszta víz kis mennyiségben, vékony rétegben színtelen, vastag rétegben és áteső fényben halványkék. Az ettől eltérő színt a lebegő- és oldott anyagok okozhatják

Lebegőanyagtartalom

A víz lebegőanyagtartalmát, a vízben lévő szuszpendált (szemcsés vagy pehelyszerű) anyagok okozzák. A gyakorlatban átlátszóságról és zavarosságról beszélünk. Az ivóvíz maximálisan megengedett lebegőanyagtartalma $L_A^{\max} = 2 \frac{mg}{l}$, az átlátszóság és zavarosság határa $L_A = 3 \frac{mg}{l}$.

Sűrűség

A víz sűrűsége függ a hőmérséklettől és az oldott sótartalomtól. A kémiaailag tiszta víz sűrűsége, 4°C-on $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3 = 1000 \text{ kg/m}^3$ (4°C-on, kémiaailag tiszta víz).

Viszkozitás (belső súrlódás, a folyadék nyúlóssága)

A víz viszkozitása függ a vízben mozgó test keresztmetszetétől, a mozgó test felületétől, a mozgás sebességétől, a hőmérséklettől. A víz viszkozitása 0°C-on kétszer akkora, mint 20°C-on. A víz belső súrlódásának értéke 100-szor akkora, mint a levegőé. A viszkozitás és a sűrűség befolyásolja: az ülepítést, a derítést, a szűrést és a kutak vízzadó-képességét.

2.2. KÉMIAI TULAJDONSÁGOK

Szervesanyagtartalom

KOI (kémiai oxigénigény): a vízben lévő szerves anyagok kémiai oldásához, lebontásához szükséges oxigénye mennyisége (mg/l-ben).

BOI (biokémiai oxigénigény): a vízben lévő szerves anyagok baktériumok (mikroorganizmusok) által történő lebontásához szükséges oxigén mennyisége (mg/l-ben). KOI > BOI

pH érték (hidrogén-ion koncentráció)

A kémiaailag tiszta, normál hőmérsékletű (25 °C) vízben nem csak H_2O molekulák vannak, hanem a molekulák mellett szabad hidrogén-ionok (H^+), és szabad hidroxil-ionok (OH^-) is vannak.

Egyensúly esetén (semleges hatás) 1 liter vízben 10^{-7} gramm H^+ , és 10^{-7} gramm OH^- van. Ha ez az egyensúly felborul, akkor a víz savas vagy lúgos lesz.

pH érték: a hidrogén-ion koncentráció tízes alapú, negatív logaritmus.

$H^+ 10^{-3}$ gramm + $OH^- 10^{-11}$ gramm pH 3 = savas

$H^+ 10^{-8}$ gramm + $OH^- 10^{-6}$ gramm pH 8 = lúgos

Savas víz $0 < \text{pH} < 7$

Lúgos víz $7 < \text{pH} < 14$

Semleges víz pH= 7

Felszíni vizek általában lúgosak.

Keménység

A vízben lévő kalcium- (Ca^{++}), és magnézium-ionok (Mg^{++}) okozzák. Ha CO_3 okozza a keménységet akkor karbonát (KK), vagy változó keménységről, ha nem CO_3 (Cl^- , SO_4^{--}) okozza a keménységet, akkor nem karbonát (NKK), vagy állandó keménységről beszélünk. A két keménység összege adja az összes keménységet.

KK + NKK = ÖK (összes keménység)

Keménységet német keménység fokban fejezzük ki. Jele: nk°

1 nk°-ú az a víz, amelynek 1 literjében 10 mg CaO-val egyenértékű Ca^{++} , ill. Mg^{++} só van oldva.

Vas-, (Fe^+), és mangán (Mn^{++}) tartalom

A talajból és a vas- és mangántartalmú kőzetekből oldódik a vízbe. Az egészségre nem káros, de a víz zavaros lesz tőle, tinta ízt eredményez. A benne mosott ruhát megfogja, a vezetékben lerakódik, szűkületet, dugulást okozhat, ami csőtörést eredményezhet. A lerakódásokban a vas- és mangánbaktériumok elszaporodhatnak, ami vízminőség romlást eredményezhet.

Ivóvíz határértéke: Fe = 0,2-0,3 mg/l; Mn = 0,1-0,2 mg/l; $(Fe + Mn)^{max} = 0,3$ mg/l

Nitrogén vegyületek

A nitrogén vegyületek a felszíni vizek O_2 tartalmát csökkentik.

Előfordulási formái: nitrát NO_3^- ; nitrit NO_2^- ; ammónia NH_3 ; ammónium-ion NH_4^+ .

Előbbi két forma régebbi-, utóbbi kettő friss szerves szennyeződésre utal.

Hatásukra a növényi szervezetek túlszaporodnak, vízvirágzás jön létre. A vízi élővilágra toxikus hatással van. A magas nitrogén tartalom a fertőtlenítést nehezíti, ami egészségügyi károsodást okozhat.

Foszfor vegyületek

Az algák számára nélkülözhetetlen, de ha túl sok van belőle akkor túlszaporodhatnak, ami a későbbiekben vízminőség romláshoz vezethet.

Oldott oxigéntartalom (O_2)

Az oxigén gyengén oldódik a vízben, azzal nem lép reakcióba.

Az oxigén koncentrációt növelheti: a légköri diffúzió, a fotoszintézis, az O_2 dús hígító víz és az oxidálószeresek.

Az oxigén koncentrációt csökkentheti: a szerves anyagok aerob lebomlása, az algák O_2 fogyasztása, az O_2 szegény hígító víz, és a redukáló szerek.

2.3. BIOLÓGIAI TULAJDONSÁGOK

A víz biológiai tulajdonsága a benne nagy számban előforduló vízi szervezetektől függ.

Anyag és energiaforgalom szempontjából ezek a vízi szervezetek lehetnek:

- termelők: szervesanyagból szervesanyagot
- fogyasztók: előzők által létrehozott anyagokat fogyasztják
- lebontók: szervesanyagból szervesanyagot;

rendszerint:

- növények: baktériumok, algák, moszatok, vírusok
- állatok: egysejtűek, többsejtűek ...gerincesek.

A vízminőség négy tulajdonság csoportja:

-halobitás: a víz biológiai szempontból fontos, szervesanyag kémiai tulajdonságainak összessége, a környezet adottsága;

-trofitás: az ökoszisztéma elsődleges szervesanyag termelője, feltételei: a fény, a szervesanyag, a klorofil tartalmú növényi szervezetek;

-szaprobilitás: a vízi ökoszisztéma szervesanyag-lebontóképessége, feltételei: a lebontásra képes szervesanyagok és a heterotróf baktériumtömeg

-toxicitás: a víznek a mérgező voltát fejezi ki, szerves- ill. szervesanyag mérgező anyagok jelenléte jellemzi.

Vízvizsgálati módok:

- a./ Ellenőrző egészségügyi vizsgálat
- b./ Egyszerű vizsgálat
- c./ Részletes vizsgálat

A vízminőségi osztályok jellemzése:

I. osztály: kiváló víz

Mesterséges szennyező anyagoktól mentes, tiszta, természetes állapotú víz, amelyben az oldottanyag-tartalom kevés, közel teljes az oxigéntelítettség, a tápanyagterhelés csekély és szennyvízbaktérium gyakorlatilag nincs.

II. osztály: jó víz

Külső szennyezőanyagokkal és biológiailag hasznosítható tápanyagokkal kismértékben terhelt, mezotróf jellegű víz. A vízben oldott és lebegő, szerves és szervetlen anyagok mennyisége, valamint az oxigénháztartás jellemzőinek évszakos és napszakos változása az életfeltételeket nem rontja. A vízi szervezetek fajgazdagsága nagy, egyedszámuk kicsi, beleértve a mikroorganizmusokat. A víz természetes szagú és színű. Szennyvízbaktérium igen kevés.

III. osztály: tűrhető víz

Mérsékelten szennyezett (pl. tisztított szennyvizekkel már terhelt) víz, amelyben a szerves és szervetlen anyagok, valamint a biológiailag hasznosítható tápanyagterhelés eutrofizálódást eredményezhet. Szennyvízbaktériumok következetesen kimutathatók. Az oxigénháztartás jellemzőinek évszakos és napszakos ingadozása, továbbá, az esetenként előforduló káros vegyületek átmenetileg kedvezőtlen életfeltételeket teremthetnek. Az életközösségben a fajok számának csökkenése és egyes fajok tömeges elszaporodása vízszíneződést is előidézhet. Esetenként szennyezésre utaló szag és szín is előfordul.

IV. osztály: szennyezett víz

Külső eredetű szerves és szervetlen anyagokkal, illetve szennyvizekkel terhelt, biológiailag hozzáférhető tápanyagokban gazdag víz. Az oxigénháztartás jellemzői tág határok között változnak, előfordul az anaerob állapot is. A nagy mennyiségű szerves anyag biológiai lebontása, a baktériumok száma (ezen belül a szennyvízbaktériumok uralkodóvá válnak), valamint az egysejtűek tömeges előfordulása jellemző. A víz zavaros, esetenként színe változó, előfordulhat vízvirágzás is.

A biológiailag káros anyagok koncentrációja esetenként a krónikus toxicitásnak megfelelő értéket is elérheti. Ez a vízminőség kedvezőtlenül hat a magasabb rendű vízi növényekre és a soksejtű állatokra.

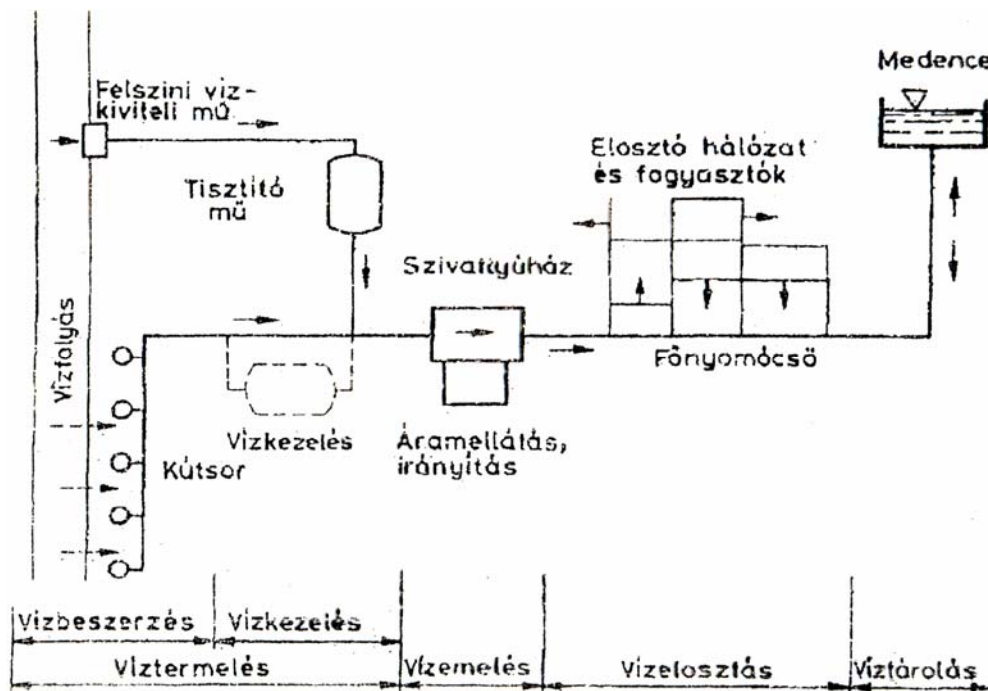
V. osztály: erősen szennyezett víz

Különbféle eredetű szerves és szervetlen anyagokkal, szennyvizekkel erősen terhelt, esetenként toxikus víz. Szennyvízbaktérium-tartalma közelít a nyers szennyvizekéhez. A biológiailag káros anyagok és az oxigénhiány korlátozzák az életfeltételeket. A víz átlátszósága általában kicsi, zavaros. Szaga bűzös, színe jellemző és változó. A bomlástermékek és a káros anyagok koncentrációja igen nagy, a vízi élet számára krónikus, esetenként akut toxikus szintet jelent.

3. VÍZELLÁTÁS

A vízellátás feladata a fogyasztói igények kielégítése megfelelő mennyiségben, megfelelő minőségben, és megfelelő energiatartalommal.

Ezt a feladatot a vízellátó rendszer alrendszerai látják el. A megfelelő mennyiségről a vízbeszerzés gondoskodik, a megfelelő minőségről a víztisztítás, vízkezelés és a megfelelő energiatartalomról a szivattyúk, a hálózat és a tározók együttese, mely elemek együtt hidraulikai egységet alkotnak (1.ábra).



1. ábra A vízellátó rendszer felépítés

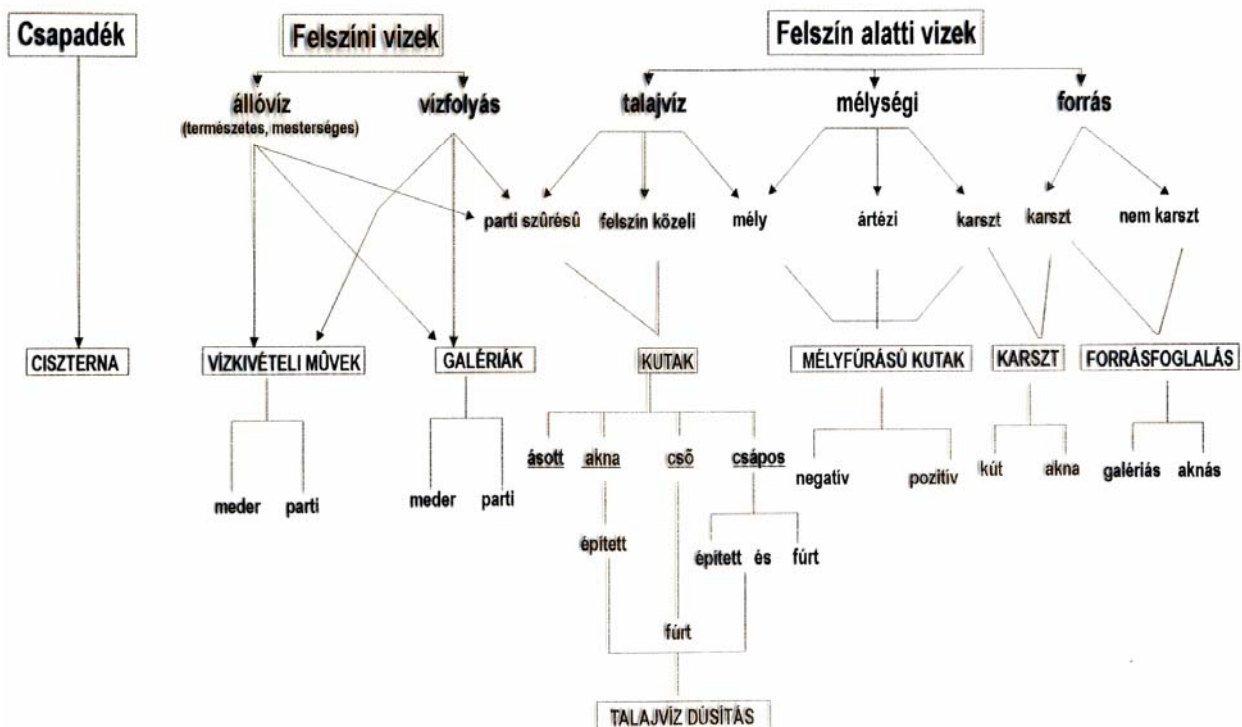
3.1. VÍZBESZERZÉSEK

A vízbeszerzés alkalmazott tudománya a vízföldtan, a hidrogeológia. Ehhez a témához a „Hidrologia” tantárgyban tanultakat szükséges felfrissíteni. A vízbeszerzéseket a víz eredete alapján csoportosítjuk (2.ábra).

A vízellátás során a vízbeszerzés történhet:

- csapadékvízből,
- felszín alatti vízből, és
- felszíni vízből.

VÍZELŐFORDULÁSOK és VÍZBESZERZÉSEK



2. ábra Vízelőfordulások és beszerzések

3.1.1. Csapadékvíz beszerzés

Jelentősége hazai viszonylatban csekély. Műtárgya a ciszterna.

A ciszterna feladata: a csapadékvizek összegyűjtése felhasználás céljából ott, ahol egyéb módon nem lehet vízhez jutni.

A ciszterna tulajdonképpen egy vízgyűjtőmedence, amit a vízgyűjtőfelület mélypontján építünk meg. A medencének két fő része van (beömlési oldal, kivételi oldal), melyet egy szűrő választ el egymástól.

3.1.2. Felszín alatti vízbeszerzés

A felszín alatti vizek osztályozása:

- kisebb mélységben: talajvíz, partiszűrésű víz, forrás;
- nagyobb mélységben: rétegvíz, karsztvíz, ásvány-, és gyógyvíz.

Kisebb mélységben

A talajvíz a felszín és az első vízzáró réteg között helyezkedik el. Könnyen szennyeződik, de könnyen feltárható. A parti szűrésű víz vízhozama és vízminősége általában jó. A forrásokhoz a „Hidrológiában” tanultakat szükséges felfrissíteni.

Nagyobb mélységben

A rétegvíz két vízzáró réteg közötti víztartó rétegekből ered. A fölül lévő talajrétegek nyomást gyakorolnak a víztartó rétegre. A nyugalmi vízszint, ha a terepszint fölött áll be, akkor pozitív artézi kút, ha a terepszint alatt, akkor negatív artézi kút. A 25 °C feletti vizek hévizek. A karsztvíz a mészkő és dolomit kőzetek hasadékaiban fordul elő. Nehezen feltárható, igen változó vízhozamú. Vízminősége jó.

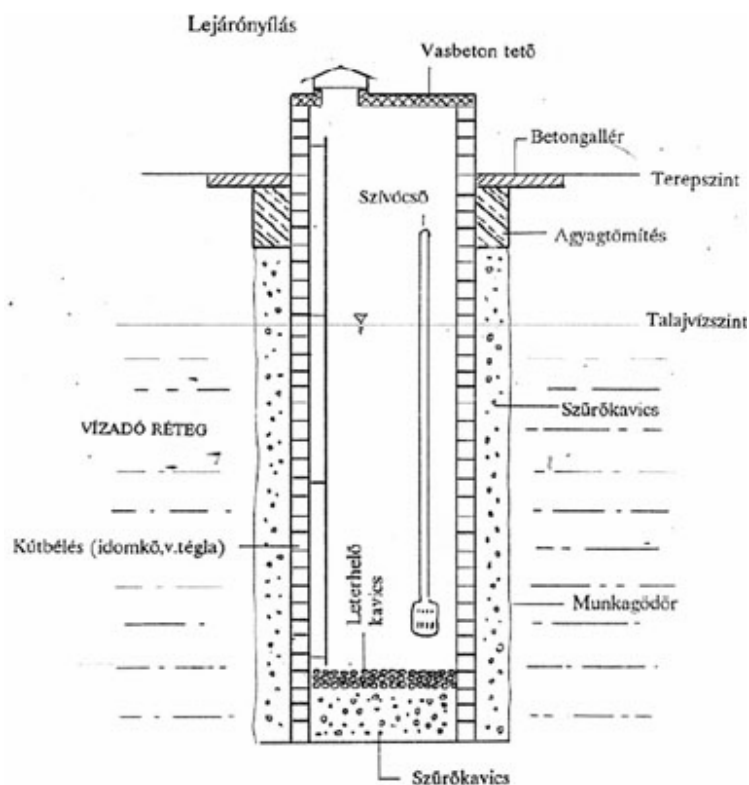
Ásott kút (3.ábra)

Nagy mennyiségű vizet tárol, ezért gyenge vízadó képességű rétegben is jól használható. Az előre kialakított munkagödörbe utólag építik be a kútbélelést, ezért csak állékony talajban létesíthető. Bélelése leggyakrabban betongyűrűvel történik, de készülhet téglá, vagy kőfalazattal is. A kútbélés aljára (hézagos ill. perforált kútbélés esetén köré is) 6 - 16 mm átmérőjű mosott vegyes szemcséjű kavics kerül. Ez a kavicsréteg akadályozza meg a talaj finomabb szemcséinek bejutását a kútba.

Jellemző mélysége: 4-10 méter, vízhozama: 0,5-5,0 m³/d, átmérője: 0,8-3,0 méter

Fő részei:

- kútfej - biztosítja a kútba való lejutást, a kút szellőzését, védi a kutat a külső szennyeződésektől;
- kútváz (kútbélés) - tömör, hézagos vagy perforált, anyaga lehet kő, téglá vagy beton;
- szűrőrétteg - a kút alján, vagy a kút alján és az oldalán;
- kút tartozékok - szivattyú, csövek, szerelvények, létra (hágcsó).



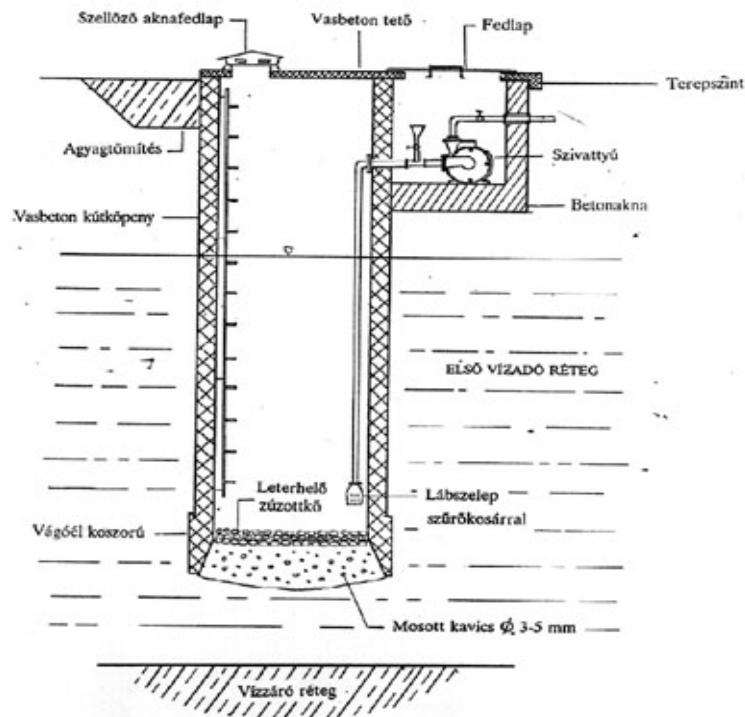
3. ábra Ásott kút

Süllyesztett (akna) kút(4.ábra)

Fő részei:

- kútfej - biztosítja a kútba való lejutást, a kút szellőzését, védi a kutat a külső szennyeződésektől;
- kútbélés (kútköpeny) - rendszerint a felszínen készül vasbetonból, majd földkitermelés mellett süllyesztik le,
- szűrőrétteg - csak alulról táplálkozik, így a szűrőrétteg az alján van;
- kút tartozékok - szivattyú, csövek, szerelvények, létra (hágcsó).

átmérő: 0,8-3,0 m
 mélység: 8-12 m
 vízhozam: 300-500 m³/nap



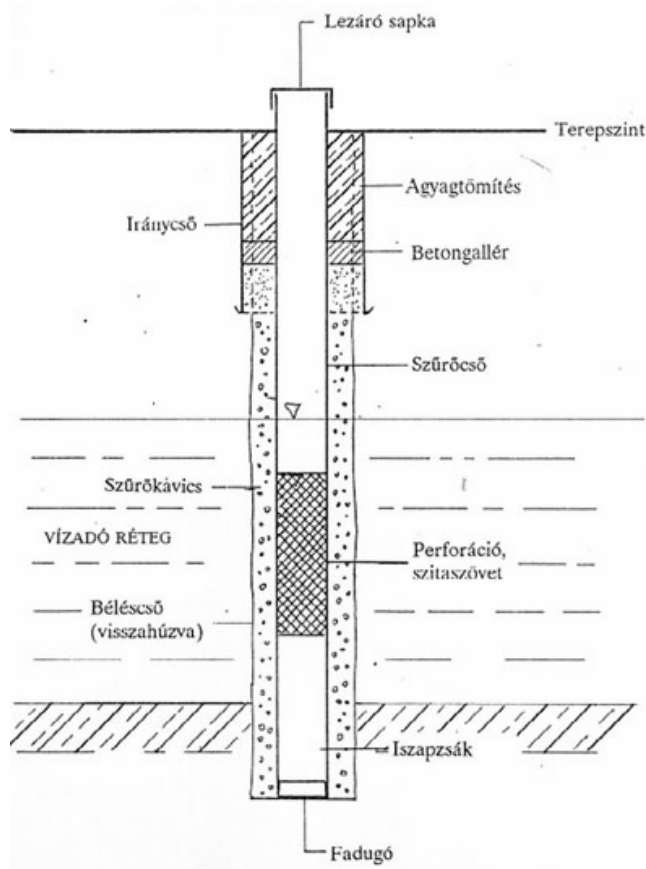
4. ábra Süllyesztett kút

Csókút (5.ábra)

Sekély mélységű fúrt kút, maximum 30 m mély, nincs benne tározott víz, durvább szemcséjű vízadó rétegek megcsapolására szolgál, általában kútsorba telepítik, vízhozama: 200-500 m³/nap.

Az építés menete:

- iránycső lehelyezése néhány méter mélységbe; feladata kettős: függőlegesen tartás, felső rétegek vízének kizárása (szennyeződés miatt);
- iránycső cement dugójának elkészítése;
- a cementdugó megszilárdulása után tovább fúrás egy kisebb átmérővel, ekkor történik a bélésűcsővek lejuttatása a megfelelő mélységbe;
- megfelelő mélység elérése után a bélésűcső védelme mellett lejutatják a szűrőcsövet;
- kavicsszűrő betöltése a védőcső visszahúzása mellett;
- tisztító szivattyúzás és a vízhozam-görbe meghatározása.



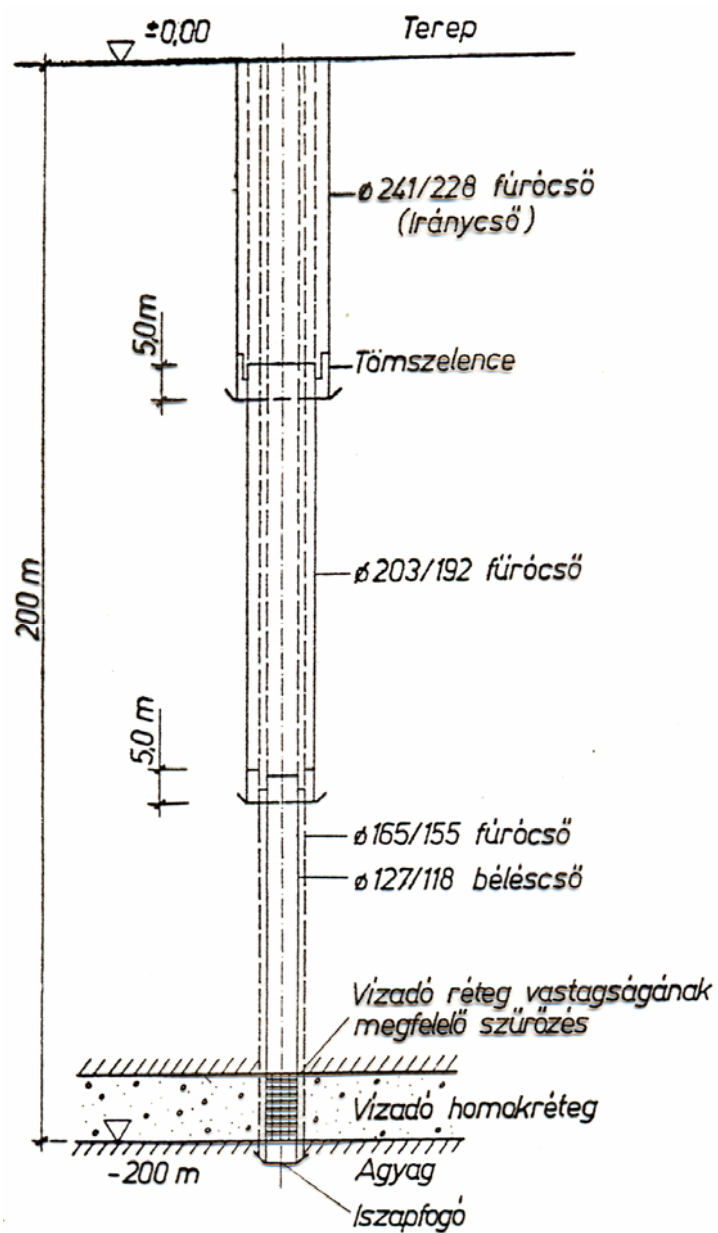
5. ábra Csőkút

Mélyfúrású kút(6.ábra)

Mélyebben lévő rétegvizek kiemelésére szolgál (több 100 m).

Építésének menete:

- iránycső lemélyítése;
- kereső előfúrás;
- harántolt rétegek fizikai tulajdonságainak a mérése, a vízadó rétegek pontos helyének a megkeresése;
- béléscső elhelyezése a furat tömítése mellett;
- szűrőcső lehelyezése a béléscső védelme alatt;
- béléscső palástcementezése;
- tisztító szivattyúzás.



6. ábra Mélyfúrású kút

Csápos kút (7.ábra)

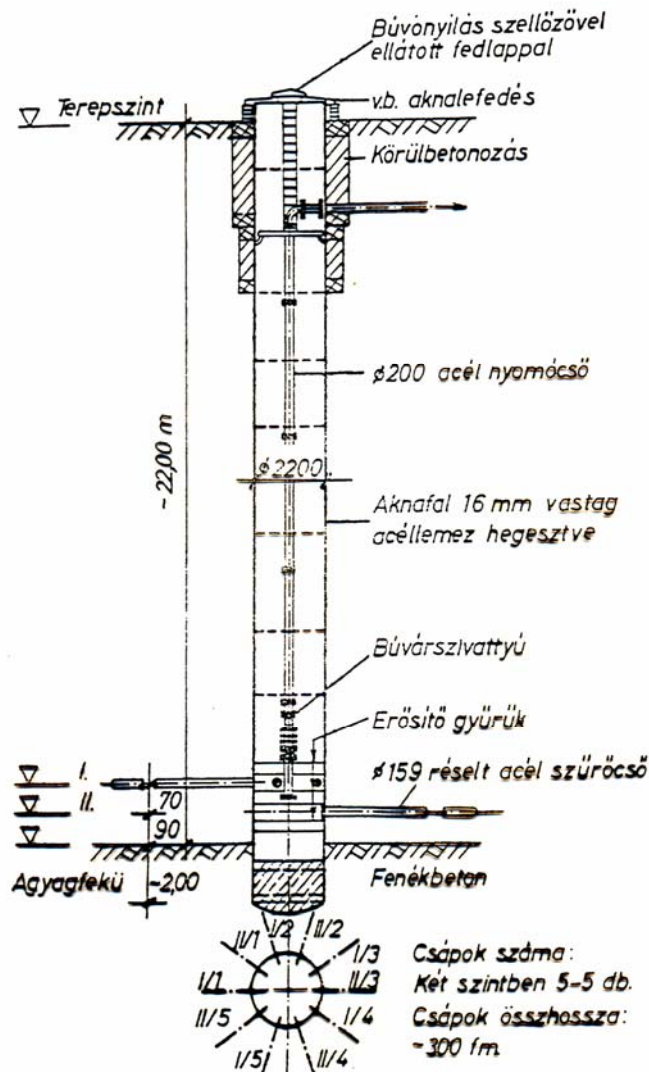
Vékonyabb homokos-kavicsos rétegek megcsapolására szolgál, a vízadóréteg minimális vastagságának 4-8 m-nek kell lennie.

Két fő része van az akna és a csápok.

- Az akna: vízzáró akna, melyet rendszerint úgy süllyesztenek le. Nagy az átmérője és kettős a funkciója. Az építés során munkatérként szolgál, abból történik a csápok kihajtása, üzemeléskor pedig víztározóként funkcionál.
- A csápok: vízszintes szűrőcsövek melyek átmérője 30-40 cm, a hossza pedig 30-60 m. A csápok kihajtása kétsorban történik, minden sorban általában 5-5 csápot helyeznek el.

Két fajta csápos kút különböztetünk meg:

- a normál csápos kút vasbetonból készül, 5 m átmérőjű, és napi 8-12000 m³ vizet ad;
- a törpe csápos kút acélból készül d=2,2 m átmérővel, kapacitása pedig 5-8000 m³/nap.



7. ábra Törpe csáposkút

Forrásfoglalások

A forrásokot változó vízmennyiség és változó vízminőség jellemez. A források osztályozása Kessler szerint, az ingadozási arányszám alapján történik. Az ingadozási arány: a forrás használhatóságának megítéléséhez ad kiindulási alapot.

Ingadozási arány: $I=Q_{\max}/Q_{\min}$

- ha $I=1,0-3,0$ kitűnő,
- ha $I=3,1-5,0$ igen jó,
- ha $I=5,1-10,0$ jó,
- ha $I=10,1-20,0$ mérsékelt,
- ha $I>20,1$ rossz a forrás minősítése.

Források osztályozása *a foglалás módja szerint*:

- vonal mentén fakadó források,
- alulról fakadó források, és
- egy ponton fakadó források.

Források osztályozása *a gyűjtés rendszere szerint*: galériás és aknás.

Talajvíz dúszítás

A vízfolyás menti homokos-kavicsos rétegben lévő vízszintet mesterségesen megemelik. Talajvíz duzzasztás elve: a talajvíz áramlási irányára merőlegesen vízzáró mag készül, így az eredeti talajvízszint felduzzad.

Fő részei:

- a vízkivételi szivattyú,
- az ülepítő medence,
- a szivárogtató medence és
- a kútsor a víznyeréshez.

A kinyert víz igen jó minőségű, mert a szivárogtatás során a szennyező anyagok kiszűrődnek.

3.1.3. Felszíni vízbeszerzés

Felszíni vízkivételi művek biztosítják a megfelelő mennyiségű vizek kártétel nélküli beszerzését és továbbítását a vízmű felé.

Két fő fajtáját különböztetjük meg: az ivó-, és az iparivíz célut.

A beszerzés három helyről történhet:

- vízfolyásból,
- tóból, és
- mesterséges tározóból.

A létesítéshez ismerni kell a vízfolyás adatait:

- a vízjárást, /LNV, NV, KÖV, KV, LKV/
- a jégképződési viszonyokat,
- a hordalék- és lebegőanyag tartalmat,
- a hőmérséklet viszonyokat, és
- az 1 évre visszamenő kémiai, biológiai, és bakteriológiai tulajdonságokat.

A vízkivétel helye lehet a vízfolyás:

- egyenes vagy mosott oldalán,
- lakott terület fölött,
- a vízfolyás irányához képest 45^o-os szögben úgy, hogy
- a víztakarás minimum 1,5 - 2,0 m legyen.

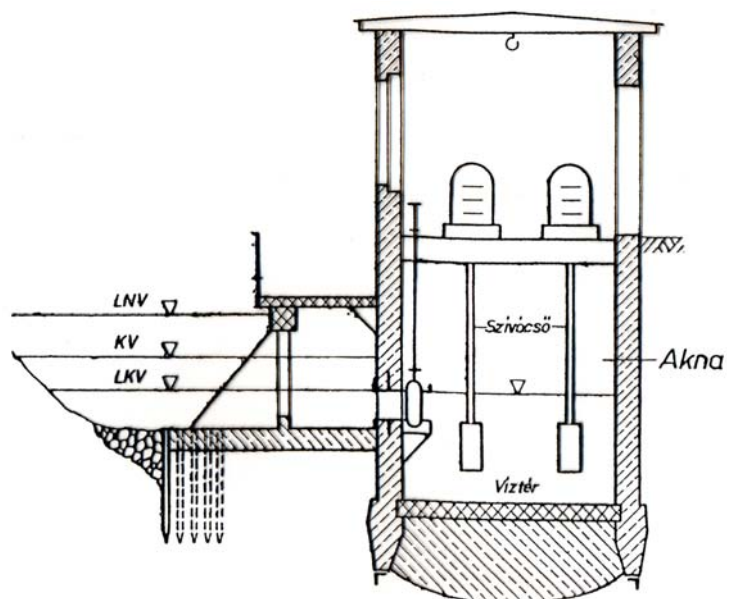
Aknás vízbeszerzés (8.ábra)

- Erősen változó vízállás,
- alacsony vízmélység,
- nagy vízingadozás esetén

célszerű ezt a módszert alkalmazni, abban az esetben, ha van árvízvédelmi töltés. Mindig a domború partra kell helyezni, ahol a sodorvonal megközelíti a partot.

Az aknás vízbeszerzésnél adódó üzemelési problémák:

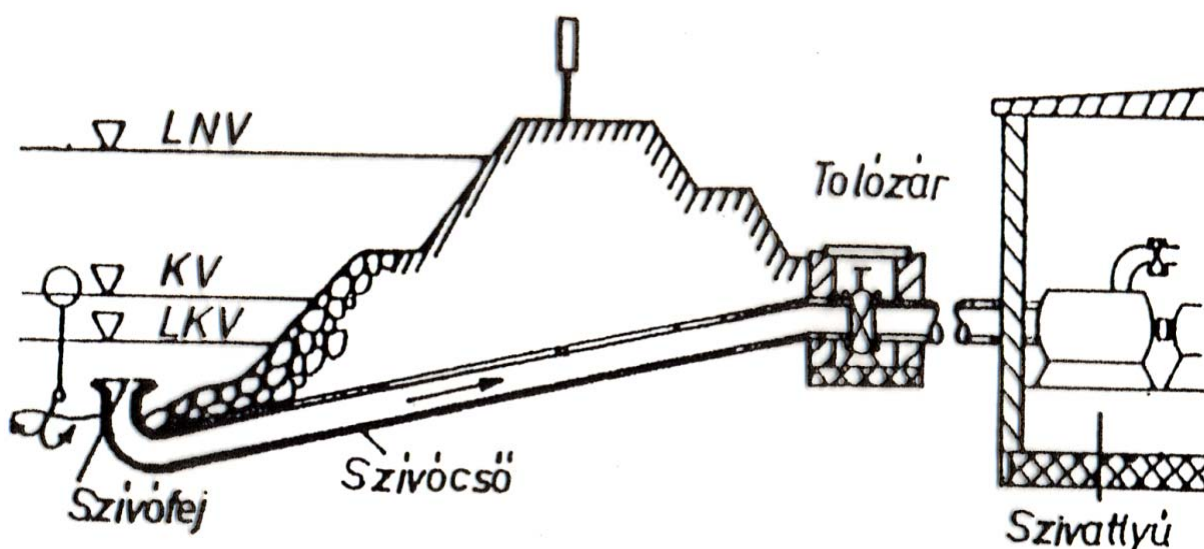
- a parterózió,
- a rács jegesedése és
- a rácstisztítás.



8. ábra Aknás vízkivétel

Szívófejes vízkivétel (folyóból)

Erősen változó vízjárású folyóknál alkalmazzák. A szívófej a sodorvonalig benyúlik és ezt bolyával, fényyel jelölni kell. A szívófejet kaloda védi, tetején ráccsal. A beszívási sebesség 0,2-0,3 m/s (minél kevesebb lebegőanyag jusson a vezetékbe), az áramlási sebesség a vezetékben 0,5-1,0 m/s (a beszívott lebegőanyagok ne tudjanak leülepedeni). A vezetéket párosan építik ki, így ellenmosatásnál felváltva üzemelnek (9.ábra).



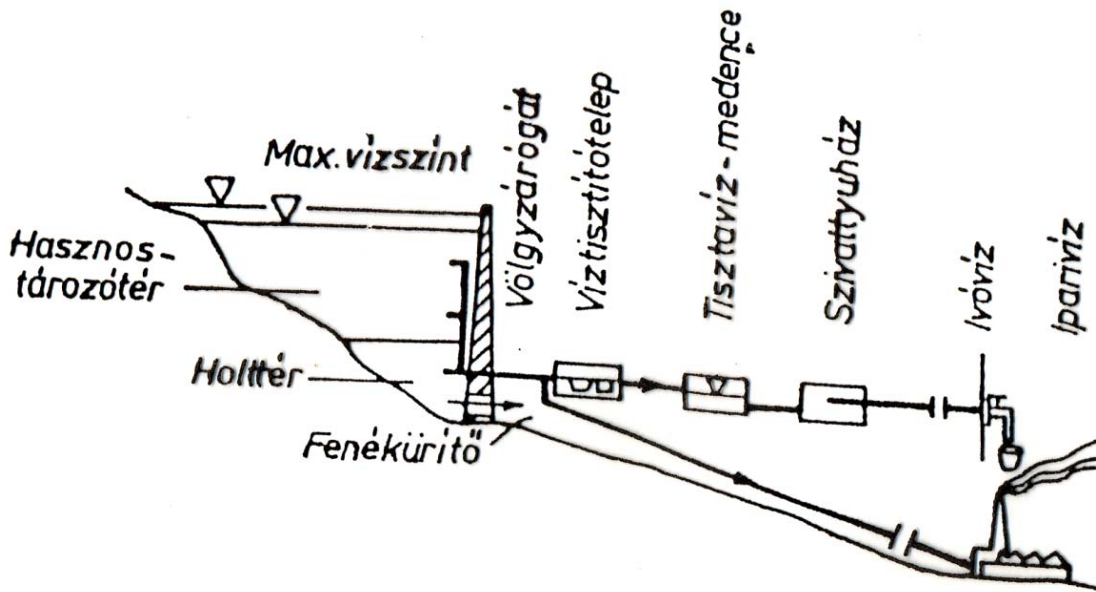
9. ábra Szívófejes vízkivétel tóból

Szívófejes vízkivétel (tóból)

A szívófej a parttól 200-300 méterre nyúlik be, a vízmélységnek legalább 2,5-3,0 méternek kell lennie. A kaloda felső síkja a téli vízszint alatt 1,0-1,5 méterre legyen. A kiépítése hasonló, mint a folyónál.

Mesterséges tározó (10.ábra)

A mesterséges tározó megváltoztatja a vízfolyás eredeti tulajdonságát, feldúsul a víz ásványi-anyag tartalma, és a kis vízáramlás esetén oxigén szegény rétegek alakulnak ki. Előbbiek miatt vízkivételi szinteket kell kialakítani, hogy mindig a legkedvezőbb rétegekből lehessen vizet vételezni.



10. ábra Vízkivétel mesterséges tározóból

Galériák

A galériák vízszintes szűrőcsövek, melyek a vízfolyások partján vagy a vízfolyások medrében helyezhetők el.

Ennek alapján két fajtáját különböztetjük meg.

Parti-galéria kialakítása

A galériacső a vízfolyás irányával párhuzamosan, a medren kívül, a parton épül. Lényeges, az agyagréteg (agyag dugó) beépítése a víz felülről történő szennyeződésének megakadályozására. A gyűjtő kutak egymástól maximum 300 m-re épülhetnek, a két kút között ellenőrző aknát kell építeni. Az építésnél vigyázni kell a kavics tisztaságára és a fertőzés elkerülésére.

Medergaléria kialakítása

A medergaléria két fő része a galériacső és a szivornya.

A galériacső a mederben a vízfolyás irányában fekszik; a szivornya pedig a vizet a parton lévő gyűjtőkútba továbbítja.

Építése:

galériacső - víz alatti kotrással (búvármunka);

szivornya - szádfalas munkaárokban;

gyűjtőkút - kútsüllyesztéssel.

Lényeges, hogy a szivornya legmagasabb pontján légteleníthető legyen.

3.2. VÍZTISZTÍTÁS

A víztisztítás, vízkezelés feladata a vízzel szemben támasztott követelmények kielégítése, a fogyasztói igénynek megfelelő tisztaságú víz előállítása. A fogyasztói igény lehet ivóvíz (kommunális) vagy ipari minőségű.

A víztisztítás során célszerűen összehangolt műveleteket hajtunk végre, e műveletek sorozata, kombinációja adja meg a tisztítási technológiát. A technológián belül mindig érvényesül a nagytól a kicsi felé haladás, a tisztítási technológia mindig a nyersvíz minőségétől és az elérni kívánt céltól függ. Vagyis attól, hogy miből mit szeretnénk előállítani.

A tisztítás folyamán két fő célunk van: az úszó és lebegőanyagok eltávolítása, és az oldott anyagok eltávolítása és pótlása. Tulajdonképpen fázisátadásról van szó, bizonyos anyagokat eltávolítunk, bizonyos anyagokat pedig beviszünk a vízbe.

A tisztítási eljárásokat jellegüktől függően fizikai, kémiai, és biológiai csoportokba sorolhatjuk.

Víztisztítási eljárások

Tisztítási eljárás	Szennyeződés formája	Tisztítóberendezés	
Mechanikai	Úszó (és lebegő) szilárd	Gereb, dob- és szalagszűrő	
	Lebegő	durva, $\Phi < 10^{-1}$ mm	Homokfogó
		finom $10^{-1} > \Phi > 10^{-4}$ mm	Üleptetőmedence + szűrés
Mechanikai Kémiai	igen finom $\Phi < 10^{-4}$ mm	Derítőmedence + szűrés	
	Oldott	Savtalanító, vastalanító, mangántalanító, lágyító stb.	
Kémiai	Bakteriális	Klórozás, ózon stb.	
Mechanikai Kémiai Biológiai	Lebegőanyag Oldott Bakteriális	Kutak, galériák, talajvizdusítás stb.	

11. ábra Víztisztítási eljárások

3.2.1. Gerebszűrés

Célja a vízen úszó és vízben lebegő durvább, szilárd szennyeződés eltávolítása (fa, ág, széna, jég).

Feladata:

- a technológiai berendezések védelme,
- a további műveletek tehermentesítése, és
- a rácscsémét külön útra terelése.

Felépítése:

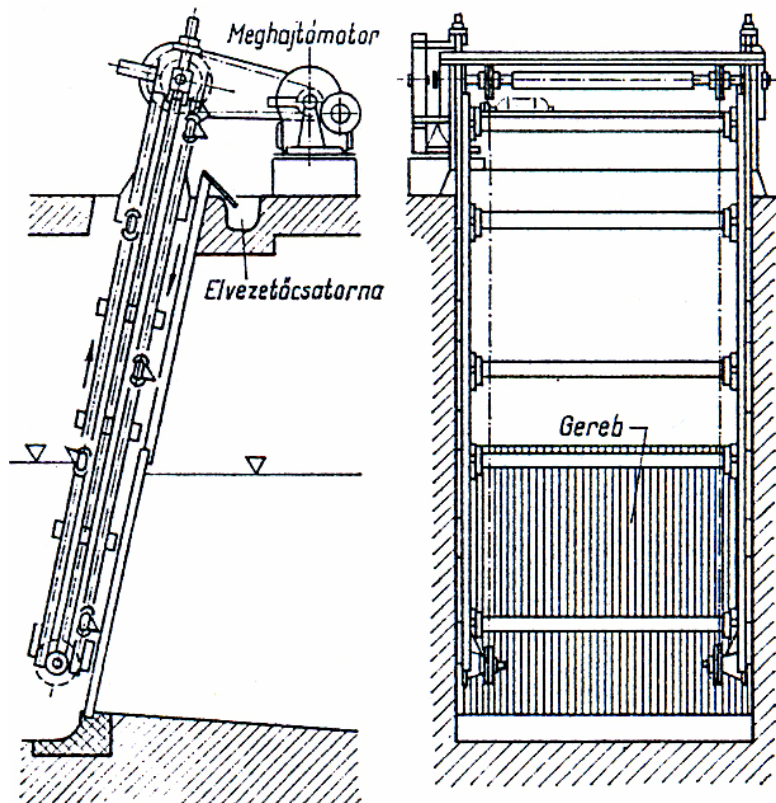
- egymással párhuzamos, egymástól meghatározott távolságra lévő rácspálcák és
- a tisztítóberendezés.

Pálcaköz szerint megkülönböztetünk: durva gerebet (20-30mm) és finom gerebet (1,5-15mm). A rács síkjának elhelyezkedése szerint: függőlegest vagy ferdet.

A rácspálcák alakja változatos: kör, négyszög, ellipszis stb.

A gereb tisztítása történhet: kézzel (30-45° dőlés esetén) vagy géppel (folyamatosan vagy periodikusan).

Üzemelési problémát: a korrózió, a mechanikus rongálódás és télen a jegesedés okozhat.



12. ábra Gereb kialakítása

3.2.2. Szitaszűrés

A vizet vékony, fém vagy műanyag szitaanyagon vezetjük keresztül. A tisztítási folyamat elve megegyezik a gerebszűrési elvével.

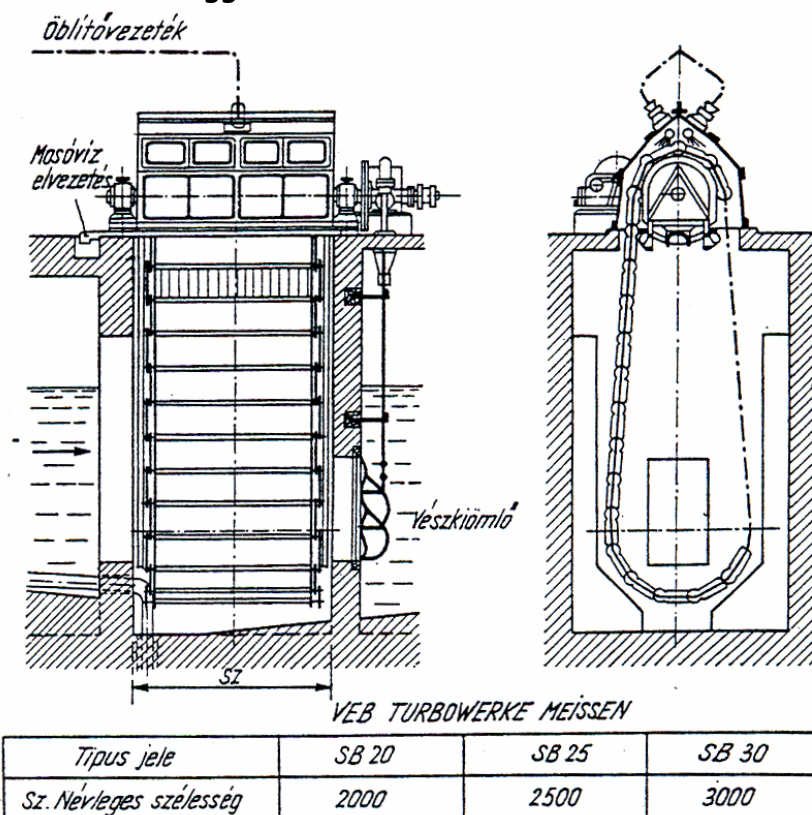
Feladata: kiszűrni a finomabb szennyeződések, csökkenteni a derítő terhelését, és ha a tisztítótelep messze van a vízbeszerzés helyétől, akkor csökkenti a biológiai folyamatok beindulását.

A szitaszűrők fajtái:

- síkszita szűrő,
- szalagszűrő,
- dobszűrő.

A síkszita szűrő kialakítása hasonló a gereb kialakításához, de itt a víz útjába szitaszövetet állítanak.

A szalagszűrő egy körbe forgó, végtelenített szitaszalagból áll, folyamatos öblítéssel. Jellemzője, hogy belülről kifelé tisztít. A szalagszűrő függőleges vagy enyhén dőlt kialakítású. A szűrési sebessége 0,04 - 0,5 m/sec. A körbeforgási sebessége egyenlő a szűrési sebességgel.



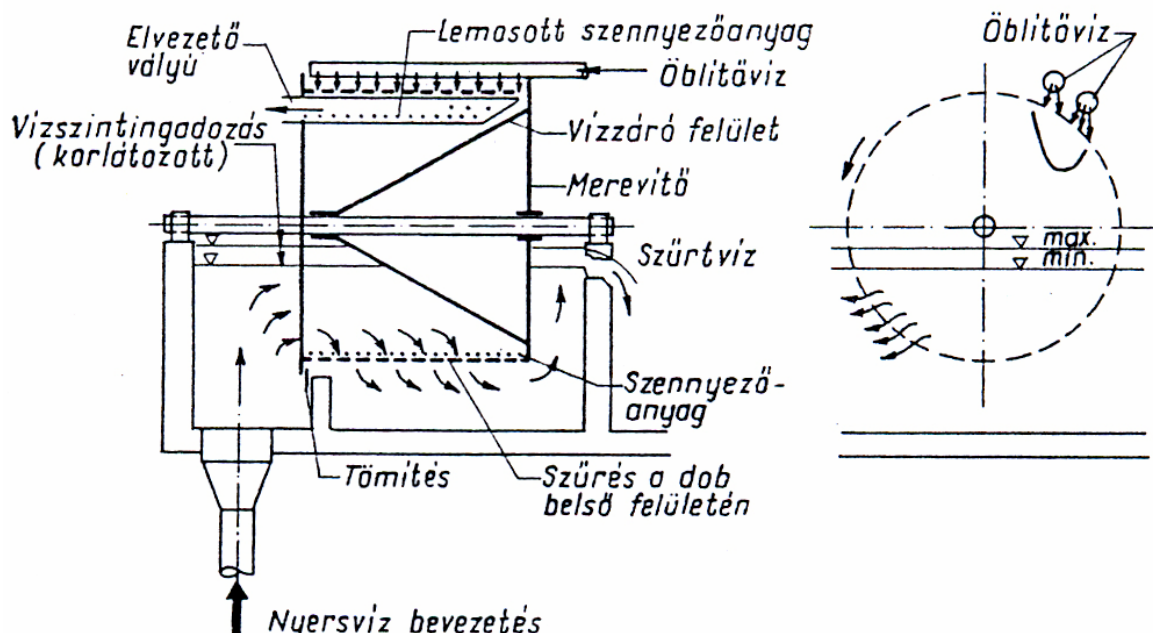
13. ábra Szalagszűrő

Dobszűrő: körbeforgó henger alakú dob, amelyre különböző finomságú szitaháló van felerősítve.

Két fő típusa van,

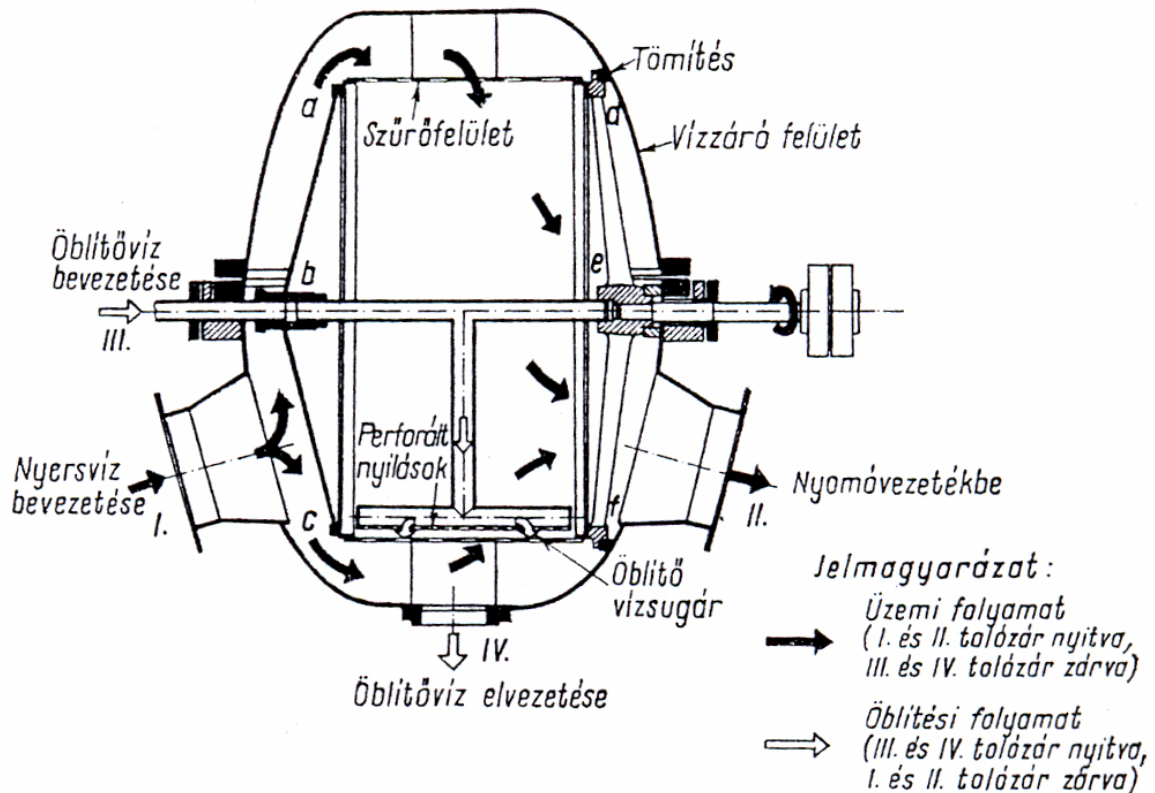
- a nyitott, gravitációs, folyamatos öblítéssel, és
- a zárt, nyomás alatti, szakaszos öblítéssel.

Nyitott, gravitációs dobszűrő folyamatos öblítéssel: jellemzője a nagy műtárgy méret (a hasznos felület a dob 40%), és a nagy öblítővíz igénye (2,5-3%). Előnye hogy egyszerű és üzembiztos, hátránya pedig a nagy méret, az érzékenység a vízingerőzésre, és a nagy öblítővíz igény (14.ábra).



14. ábra Nyitott, gravitációs dobszűrő

Zárt, nyomás alatti dobszűrő, szakaszos öblítéssel: jellemzője, hogy a víz kívülről befelé áramlik, a dob egész felülete víz alatt van. A tisztítási folyamat két szakaszból áll a szűrésből és az öblítésből. Telepítése esetén minimum két szűrő szükséges, amíg az egyiket tisztítják, addig a másik dolgozik. Ott célszerű alkalmazni, ahol a nyersvíz nyomás alatt érkezik és a következő műtárgy is nyomás alatti. A szűrőellenállás értékét mérni kell, 150-200 mm-nél tisztítani kell, öblítővíz igény: 0,4-0,6% (15.ábra).



15. ábra Zárt, nyomás alatti dobszűrő

3.2.3. Ülepítés

A kiülepités fajsúly (sűrűség) különbségen alapul. A vezetéken érkező víz a műtárgyba kerül, s a hirtelen szelvéynövekedés hatására az áramlási sebesség lecsökken. Ez az ülepités egyik feltétele.

Különálló (diszkrét) anyagok eltávolítása

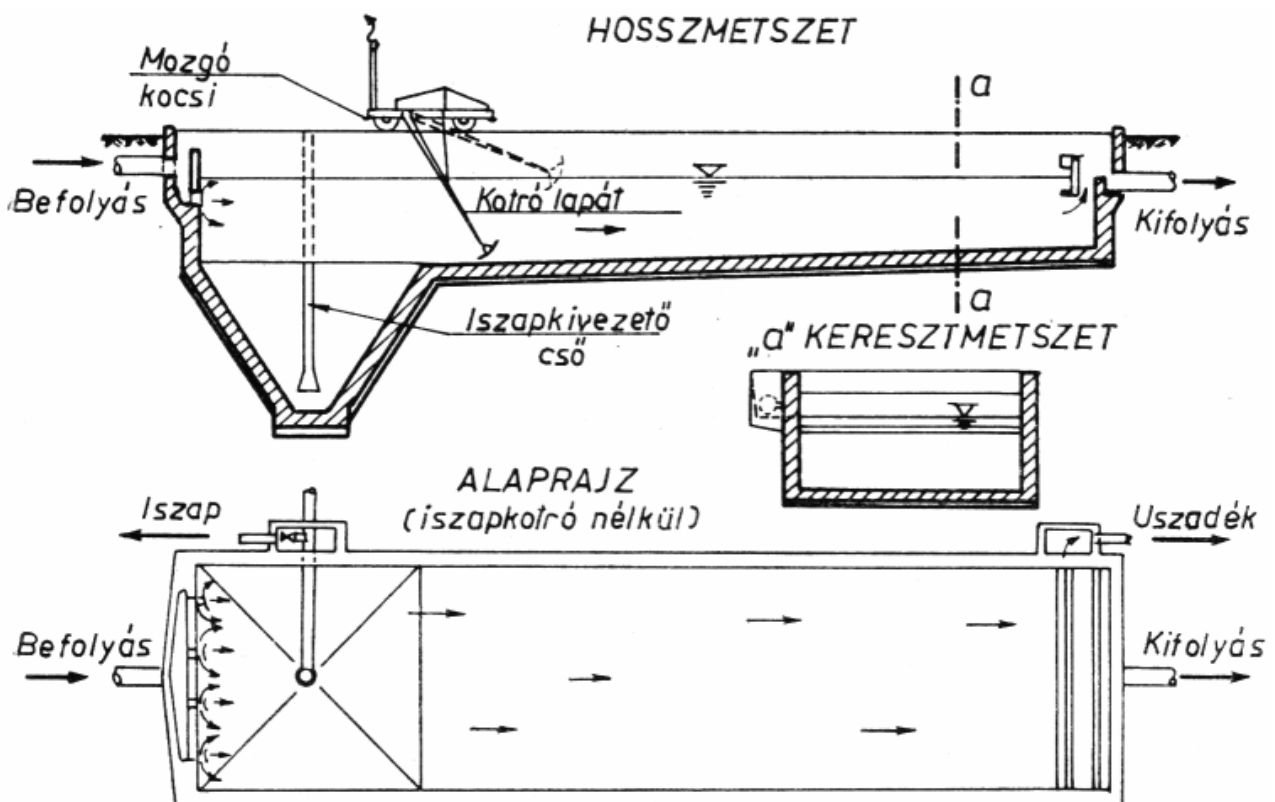
A diszkrét lebegőanyagok 0,1 mm-nél nagyobb átmérőjűek, eltávolításuk homokfogókkal történik.

Homokfogók működésének lényege, hogy a víz áramlási sebességét lecsökkentjük 20-30 cm/sec-ra, lehetőséget biztosítva arra, hogy a w ülepedési sebességű anyagoknak legyen idejük leülepedni. Kiindulási adat azon szemcse átmérője, amit még ki akarunk ülepitni. Az ülepedő szemcse mozgáspályája lineáris.

Homokfogó célja:

- a gépészeti berendezések védelme,
- a lerakódások megakadályozása, és
- a derítő terhelésének csökkentése.

Főbb típusai: a vízszintes átfolyású, függőleges átfolyású, és a légbefúvásos.



16. ábra Hosszanti átfolyású homokfogó

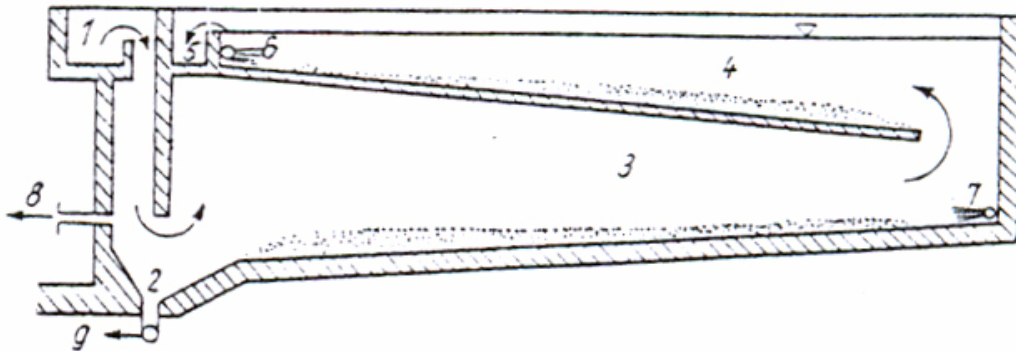
Pelyhesedő lebegőanyagok eltávolítása

A pelyhesedő lebegőanyagok olyan egymással ütköző és pelyhesedő, tömegüket időben növelő szemcsék, amelyek ülepedési sebessége időben változik, és eltávolításuk az ülepitő medencékben történik. Ülepitő medencék feladata a víztisztításban, a 0,02-0,1 mm átmérőjű, pelyhesedő anyagok eltávolítása, amik lassan ülepednek, de vegyszeres kezelést nem igénylenek. A derítés fázisszétválasztó terét is ülepitőknek nevezik.

Az ülepitőmedence a pelyhek időben változó tömege és térfogata miatt nem méretezhetők hidraulikailag egyértelműen. A méretezésnél figyelembe veendő szempontok a felületi terhelés, a vízréteg vastagsága, az ülepedés ideje.

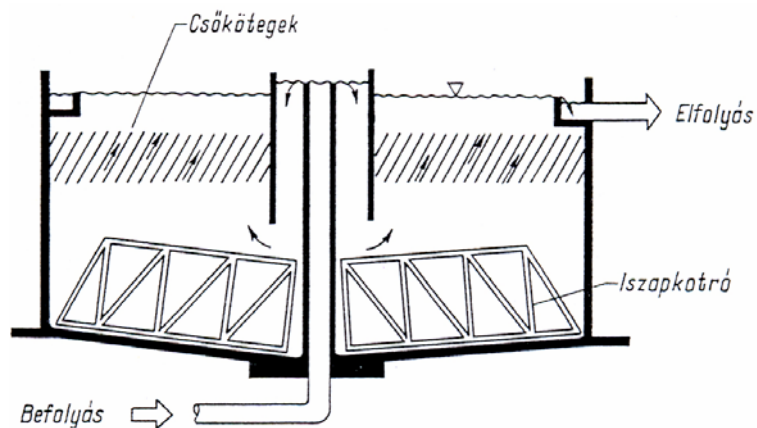
Ülepítő medencék típusai:

- függőleges átfolyású - főképp derítőknél alkalmazzák.
- vízszintes átfolyású - a vízszintes, hosszanti átfolyású ülepitő medencék kialakítása hasonló, mint a homokfogóké, de a $v \sim 1 \text{ cm/s}$; a vízszintes; a sugárirányú átfolyású ülepitő medencék perifériás vagy középső bevezetésűek lehetnek, ilyen medence például a Dorr-típusú ülepitő medence
- többszintes ülepitők - speciális kialakításuk lehetővé teszi, hogy egy adott méretű műtárgyban megnöveljük az ülepitési út hosszát, fajtái a sorba kapcsolt és a párhuzamos kialakítású



17.ábra Kétszintes soros kapcsolású ülepitőmedence

- osztott terű ülepitők - az ülepitőtérbe lemezeket, csőkötegeket helyeznek s ezáltal, a felületi terhelést 3-6 szorosára növelik



18.ábra Csőkötegekkel osztott terű ülepitő medence

3.2.4. Flotáció (felúsztatás)

A flotáció feladata, a vízzel közel azonos sűrűségű, nehezen ülepezhető és nehezen pelyhesíthető anyagok eltávolítása (túl nagy ülepezőre lenne szükség).

Fajtái a légbefúvásos, az elektroflotálás, a túlnyomásos és a vákuumos.

- A légbefúvásos flotálás során légbuborékot vezetnek a vízbe, melyek segítségével a lebegőanyagok felúsznak.
- Elektroflotáláskor áramot vezetnek a vízbe, melynek hatására hidrogén és oxigén gázbuborékok keletkeznek, melyek felúsznak a medence felszínére magukkal ragadva a lebegőanyagokat.
- A túlnyomásos flotáció során a levegő nyomását 1-3 barral növelik a víztér felett, bekeverik a vízbe, majd hirtelen a nyomást lecsökkentik melynek következtében lehetőség adódik a felúszásra.
- A vákuumos flotáció során a levegő nyomását 1-3 barral növelik a víztér felett, bekeverik a vízbe, majd hirtelen a víz felett vákuumot hoznak létre, melynek következtében lehetőség adódik a felúszásra.

3.2.5. Derítés

Ha a tisztítandó vízben kolloidális méretű lebegőanyagok, vagy kolloidális oldott anyagok vannak azt derítéssel lehet eltávolítani.

Az ilyen szemcsék a víztérben zög-zugos pályán haladnak, a Brown-féle mozgás törvényeinek vannak alávetve és rendszerint agyagásványokból épülnek fel. Jellemzőjük, hogy a víznél nagyobb a sűrűségük, de a felületükön lévő negatív töltés okozta taszító erő miatt, mechanikai úton nem ülepezhetőek.

Ahhoz, hogy a kolloid részecske ülepedhessen, elektrokémiai folyamatok segítségével hívása szükséges. Először a kolloid szemcsék töltésével ellentétes töltésű kolloidokat juttatnak a vízbe, s így a negatív feszültségi állapot közömbösíthető. Ezután szemcsék között a vonzóerő válik uralkodóvá, a kolloid szemcsék a pelyhekhez tapadnak, pelyhek képződnek és a nehezebb fajsúly és a semleges töltés lehetővé teszi ülepezésüket.

Derítés tehát elektrokémiai folyamat, ahol megfelelő fizikai és elektrokémiai beavatkozással a kolloid részecskéket sokszorta nagyobb pelyhekké növelik, ill. az oldott részecskéket oldhatatlan csapadékká alakítják át és az így már ülepezhetővé vált anyagokat kiülepítik.

A derítés célja, hogy a víz olyan mértékig váljon tisztulttá, hogy már gyorszűrőre bocsátható.

A derítőszer két csoportja ismert: az alumínium vegyületek és a vas vegyületek.

3.2.6. Gyorsszűrés

A gyorszűrűket a vas- és mangántalanításnál is használják.

A gyorszűrés műtárgyai a zárt- és nyitott gyorszűrők, melyek álló és fekvő kivitelben is készülnek.

3.2.7. Lassúszűrés

A lassúszűrő az ivóvíztisztításban az egyetlen olyan műtárgy, ahol a mechanikai tisztítás mellett biológiai tisztítás is lezajlik.

3.2.8. Kémiai víztisztítási eljárások

Az ivóvíztisztításban a kémiai eljárások közé tartozik a *savtalanítás*, a *vízlágyítás* és a *csínátlanítás*, *fertőtlenítés* melyek részletes tárgyalása nem része a „Közművek” tantárgynak.

3.3. VÍZIGÉNYEK

A vízigényt általánosan $Q \left(\frac{l}{d} \right) = L (f\ddot{o}) \cdot \bar{q} \left(\frac{l}{f\ddot{o}, d} \right)$ összefüggéssel határozhatjuk meg, ahol Q - a vízigény, L - az ellátott lakos szám, \bar{q} - az átlagos, fajlagos vízigény.

Mindkét tényező időben változik, L függ: a demográfiai előrejelzéstől, az urbanisztikai előrejelzéstől, és a belső népvándorlástól; \bar{q} függ: a földrajzi helyzettől, az ellátottság színvonalától, az életmódtól, a szokásoktól, az életszínvonalától, a gazdasági helyzettől, és az egyéb közművekkel való ellátottságtól és a fogyasztói ártól.

Egy város napi vízigényét, az alábbiak szerint határozhatjuk meg:

$Q_{\text{város}} = Q_{\text{kommunális}} + Q_{\text{ipari}} + Q_{\text{mezőgazdasági}} + Q_{\text{tűzvíz}} + Q_{\text{hálózati veszteség}} + Q_{\text{vízmű saját igénye}}$

- $Q_{\text{kommunális}}$ az a vízmennyiség, amely az ember mindennapos életéhez, higiénikus életkörülményeinek biztosításához szükséges.
 $Q_{\text{kommunális}} = Q_{\text{lakosság}} + Q_{\text{intézmény}}$
 $Q_{\text{lakosság}}$, a lakosság háztartásában a vízigény
 $Q_{\text{intézmény}}$, a lakosságot kiszolgáló intézmények vízigénye

- $Q_{\text{ipari}} = Q_{\text{technológiai}} + Q_{\text{járolékos}}$
 $Q_{\text{járolékos}}$, az üzemben dolgozók szociális célú vízigényét foglalja magában
 $Q_{\text{technológiai}}$, termék előállításához szükséges vízmennyiség
- $Q_{\text{mezőgazdasági}} = Q_{\text{technológiai}} + Q_{\text{járolékos}}$
 $Q_{\text{járolékos}}$, az üzemben dolgozók szociális célú vízigényét foglalja magában
 $Q_{\text{technológiai}}$, termék előállításához szükséges vízmennyiség
- $Q_{\text{tűzvíz}}$, az Országos Tűzvédelmi Szabályzat tartalmazza
- $Q_{\text{hálózati veszteség}}$ az értéke $\sim 10\%$
- $Q_{\text{vízmű saját igénye}}$ az értéke $\sim 3\%$

A mértékadó vízigényeket a méretezés során használjuk, és az alábbi fajtáit különböztetjük meg:

Átlagos napi vízigény
$$\bar{Q}_d = \sum_{i=1}^n L_i \cdot \bar{q}_i \left(\frac{m^3}{d} \right)$$

Legnagyobb napi vízigény
$$Q_d^{\max} = \sum_{i=1}^n \beta_d \cdot \bar{Q}_d \left(\frac{m^3}{d} \text{ vagy } \frac{l}{s} \right)$$

ahol β_d – évszakos egyenlőgyenségi tényező (1,2 – 3,2)

Átlagos órai vízigény
$$\bar{Q}_h = \frac{\bar{Q}_d}{24} \left(\frac{m^3}{h} \text{ vagy } \frac{l}{h} \right)$$

Legnagyobb órai vízigény
$$Q_h^{\max} = \frac{\beta_d \cdot \beta_h}{24} \cdot \bar{Q}_d = \frac{\beta_h}{24} \cdot Q_d^{\max} \left(\frac{m^3}{h} \text{ vagy } \frac{l}{h} \right)$$

ahol β_h – órai egyenlőtlenlégi tényező

Legkisebb napi vízigény
$$Q_d^{\min} = (0,8 - 0,9) \cdot \bar{Q}_d \left(\frac{m^3}{d} \right)$$

Legnagyobb vízigény
$$Q_{\max} = \frac{V}{T} \left(\frac{l}{\min} \text{ vagy } \frac{l}{s} \right)$$

ahol V – igényeltvíztérfogat,
 T – vízvételzés idő

3.4. A SZIVATTYÚ, A HÁLÓZAT ÉS TÁROZÓ MINT HIDRAULIKAI EGYSÉG

A víztisztító telepről általában szivattyúzással juttatják a vizet, a fogyasztókat ellátó vízellátó hálózatba. A hálózati szivattyúk szívómedencéje a tisztítótelep úgynevezett tisztavíz medencéje.

A víz szétosztásának vizsgálatánál figyelembe kell venni, hogy a fogyasztói igények egy napon belül, de az év folyamán is állandóan változnak.

Feltételezve, hogy a pillanatnyi vízfogyasztás a pillanatnyi vízigénnyel megegyezik, a pillanatnyi vízfogyasztást jelöljük $\sum Q_f$ -fel. Miután ez a vízmennyiség kilép a hálózatból, ezért ez negatív mennyiség legyen. A hálózati szivattyúzás pillanatnyi mennyiségét jelöljük $\sum Q_{sz}$ -szel, s mivel belépő vízmennyiséget képvisel, legyen pozitív. A $\sum Q_f + \sum Q_{sz}$ mennyiség a nap folyamán állandóan változik. Ha $\sum Q_{sz} > |\sum Q_f|$, akkor a hálózatba szállított vízmennyiség több mint a pillanatnyi vízfogyasztás; ha viszont $\sum Q_{sz} < |\sum Q_f|$, akkor a hálózati szivattyúzás nem fedezi a pillanatnyi vízfogyasztást. A hálózati szivattyúzással igazodhatnak a fogyasztói vízigények változásához, de teljes mértékben a köztük fennálló különbség nem küszöbölhető ki. A különbségek kiegyenlítéséről a tározók segítségével lehet gondoskodni.

Legyen a tározó pillanatnyi vízforgalma $\sum Q_t$. A \sum jel alkalmazása azért szükséges, mert a nagyszámú fogyasztót, több szivattyútelep és több tározó szolgálja ki.

Most már felírható a kontinuitás egyenlete:
$$\sum Q_f + \sum Q_{sz} + \sum Q_t = 0$$

Megállapítható, hogy $\sum Q_t$ egyaránt lehet pozitív vagy negatív.

Ha $\sum Q_{sz} > |\sum Q_f|$, akkor a hálózat táplálja a tározót ($\sum Q_t$ negatív),

ha viszont $\sum Q_{sz} < |\sum Q_f|$, akkor a tározó is vizet ad a hálózatba ($\sum Q_t$ pozitív).

Az egyenletből látható, hogy a szivattyúkat, a hálózatot és a tározókat egységes hidraulikai rendszernek kell tekinteni. A fenti egyenlet minden tagja időben változó mennyiségek.

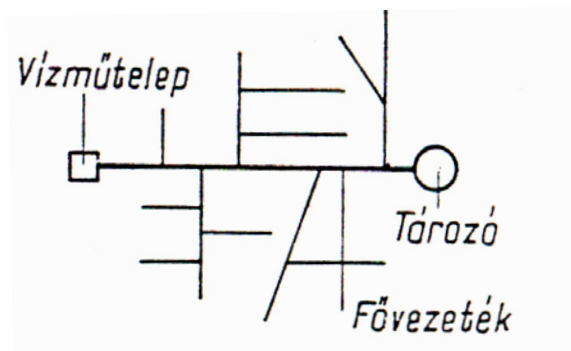
3.5. VÍZELLÁTÓ HÁLÓZAT

Vízellátó hálózatnak nevezzük, a vizet a fogyasztóhoz szállító vezetékek összessége.

3.5.1. A vízellátó hálózat vonalvezetési változatai

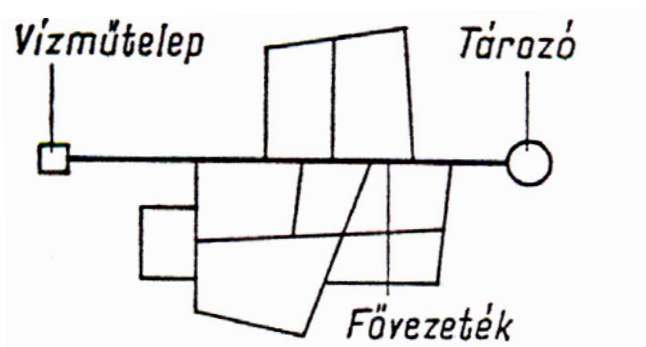
Az ellátandó terület jellegétől függően a hálózat vonalvezetése lehet: *elágazó, összekapcsolt, körvezetékes, vagy vegyes.*

Elágazó hálózat esetén a vezetékszakaszok vakon végződnek, minden ág csak egy irányból kap vizet, kicsi az üzembiztonság, a legkisebb csőhosszal építhető, nagy a nyomásingadozás a fogyasztás függvényében, a vak ágakon vízpangás jöhet létre (vízminőség romlás).



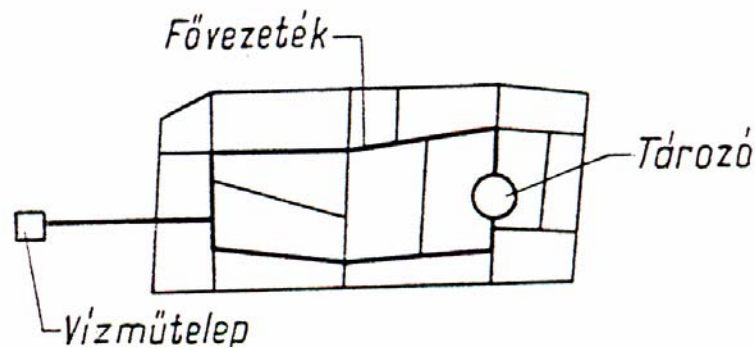
19.ábra Elágazó vízellátó hálózat

*Összekapcsolt hálózat*nál nincs vakon végződő ág, nagyobb csőszükséggel építhető, a fogyasztó legalább két részből kaphat vizet, üzem biztos, csőtörésnél szakaszolható.



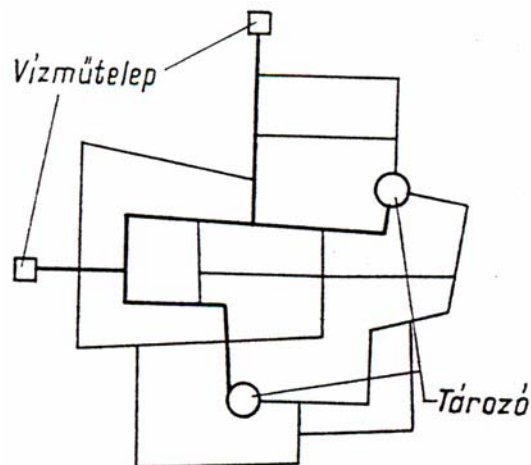
20.ábra Összekapcsolt vízellátó hálózat

Körvezetékes hálózat esetén a fővezeték egy önmagába visszatérő kört alkot, melyhez másodrendű kör is csatlakozhat, egy szakasz több oldalról kap vizet, nagy az üzembiztonsága, és a legnagyobb csőhosszal építhető.



21.ábra Körvezeték vízellátó hálózat

A *vegyes hálózat* az összekapcsolt és a körvezeték kombinációja, a nagyvárosokban fejlődött ki és több oldali betáplálás és tározás jellemzi.



22.ábra Vegyes vízellátó hálózat

3.5.2. A helyszínrajzi vonalvezetés szabályai

A szivattyú és a tározó közötti vezeték a *fővezeték* vagy gerincevezeték.

Ha a vízmű a város határán kívül esik, akkor az ún. *tápvezeték* szállítja a vizet.

Ha a vízvezeték nagy távolságon szállítja a vizet és távol esik a várostól, akkor *távvezeték* a neve.

A fogyasztók az *elosztóvezeték*ről kapják a vizet, de fővezetékéről is kaphatják, ha a fővezeték átmérője kisebb mint 400mm.

A fővezeték az úttest alá kerül, az elosztóvezeték a zöldsávban vagy a járda alá. A nyomott vezeték mindig az utca meleg oldalán legyen.

A vezeték falaktól való minimális távolsága 4 m, a fák gyökérszélétől 1,5 m, más közművektől 1,5 m. Ha a fenti távolságok nem biztosíthatóak, akkor védőcső szükséges.

Védőcsövet kell alkalmazni még a vasútnál, útnál és vízátfolyásoknál történő keresztezésekkor. A csövek acélból készülnek, az egyik végén aknát, a másik végén vízzáró kapcsolatot kell elhelyezni. A keresztezés előtt és után tolózárat kell beépíteni.

Védőcső szerepe, hogy védi a vezetéket a dinamikus hatásoktól, csőtörés esetén védi a keresztező közműveket és védi az ivóvizet az esetleges szennyeződésektől.

3.5.3. Magassági vonalvezetés szabályai

A magassági elhelyezéshez a viszonyítási alapsík, az útszegély melletti meglévő vagy tervezett folyóka meglévő pontján átmenő vízszintes sík.

A víz nyomás alatt áramlik, ezért a vezetékkel közel párhuzamosan követhető a terepvonal az alábbi megkötésekkel:

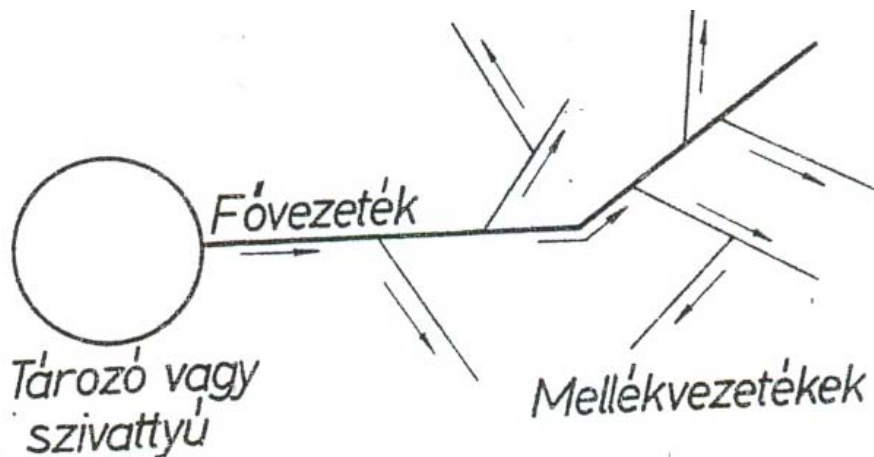
- a vezeték felett minimum 1,2 m földtakarásnak kell lenni,
- a vízszintes szakaszokat kerülni kell, mert légzsákok alakulhatnak ki,
- min.0,15% lejtés vagy emelkedés vezetendő a cső,
- minél kevesebb magas és mélypontja legyen a hálózatnak,
- a vezeték ne kerüljön a nyomásvonal felé,
- a vezeték magas pontjaira légtelenítőt, a mély pontjaira leürítőt kell beépíteni.

3.5.4. Hálózat hidraulikai vizsgálata

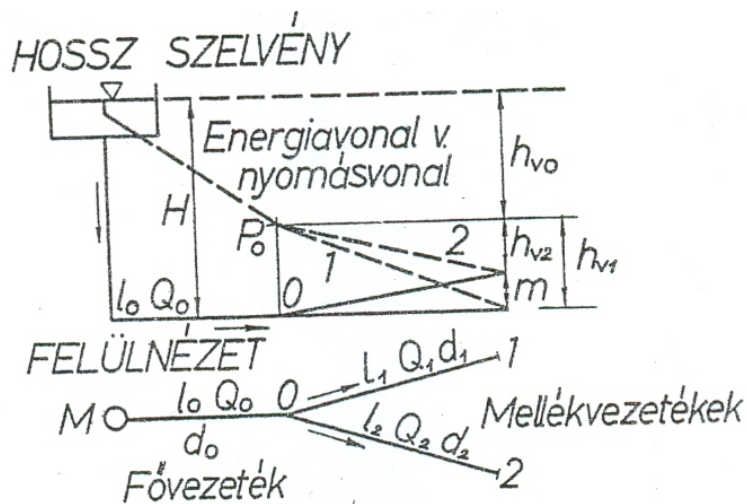
Az elosztóvezeték rendszerek két fő típusát különböztetjük meg.

Elágazó rendszerű az a hálózat, amelynél a fővezetékből mellékvezetékek ágaznak le. Körvezetékes rendszerű az a hálózat, amelynél a fővezetékhez kapcsolódó körvezetékek zárt rendszert alkotnak.

Elágazó rendszerű vízellátó hálózat



23.ábra Elágazó rendszerű vízellátó hálózat



24.ábra Elágazó hálózat hidraulikai vizsgálata

$$Q_0 = Q_1 + Q_2$$

$$h_{v0} = \lambda_0 \cdot \frac{l_0}{d_0} \cdot \frac{v_0^2}{2 \cdot g} = \lambda_0 \cdot \frac{l_0}{d_0} \cdot \frac{(Q_1 + Q_2)^2}{2 \cdot g \cdot A_0^2}$$

$$h_{v1} = \lambda_1 \cdot \frac{l_1}{d_1} \cdot \frac{v_1^2}{2 \cdot g} = \lambda_1 \cdot \frac{l_1}{d_1} \cdot \frac{Q_1^2}{2 \cdot g \cdot A_1^2}$$

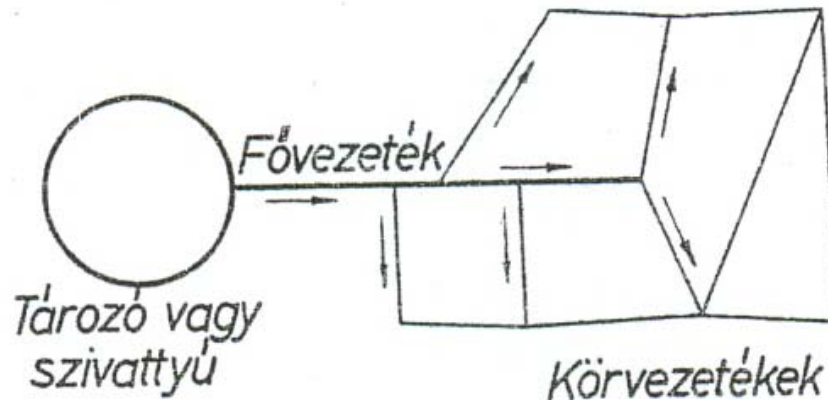
$$h_{v2} = \lambda_2 \cdot \frac{l_2}{d_2} \cdot \frac{v_2^2}{2 \cdot g} = \lambda_2 \cdot \frac{l_2}{d_2} \cdot \frac{Q_2^2}{2 \cdot g \cdot A_2^2}$$

$$h_{v1} + h_{v0} = H$$

$$h_{v2} + h_{v0} = H - h$$

$$h_{v0} = ? \quad h_{v1} = ? \quad h_{v2} = ? \quad Q_1 = ? \quad Q_2 = ?$$

Körvezetékes rendszerű vízellátó hálózat



25.ábra Körvezetékes vízellátó hálózat

A körvezetékes rendszer többféleképpen méretezhető:

- A *szabatos módszer* lényege, hogy a körgyűrűk számától függően több ismeretlenes egyenletrendszert írnak fel.

folytonosság, csomópontokra: $\sum Q = 0$; minden körvezetékre: $\sum h_v = 0$

Ismeretlenek száma = minden csomópont + minden körvezeték

- Egy másik lehetséges mód a *fokozatos közelítés* elvén alapuló úgynevezett Cross módszer.

A körvezetékes hálózat vizsgálata során, az alábbi tényezőket kell meghatározni:

- ágak átmérőjét,
- egyes pontokon az üzemi nyomás nagyságát,
- ágak mértékadó vízszállítását,
- áramlási sebességeket az ágakban,
- magas tározó üzemi vízszintjét,
- hálózati szivattyú méretezését (ellenőrző jelleggel).

A hálózat vizsgálata ellenőrző és nem méretező jellegű, mivel túl sok ismeretlen van, amelyek egymásra hatnak.

Az ellenőrzés technikája a következő:

1. Alapadatként az egyes ágak mértékadó vízszállítása számítható.
2. Feltételezzük az egyes ágak átmérőjét és a tározó üzemi vízszintjét.
3. a.) Vizsgáljuk a felvett átmérők esetén a kialakuló sebességeket és a súrlódási veszteségeket.
b.) A súrlódási veszteségek és a tározó üzemi vízszintje ismeretében számítható az egyes pontokban a nyomás.
4. a.) Ha a sebességek vagy a relatív súrlódási veszteségek nem felelnek meg, új átmérő vissza 2 pont.
b.) Ha az üzemi nyomás nem megfelelő a tározó üzemi vízszintjét kell változtatni, vissza 2. pont.
5. Változtatások után vissza 3. pontra és újra ellenőrzés.

A csőátmérők felvétele: a fővezetékeket előzetesen számítjuk, majd ehhez viszonyítva lehet becsülni a többi vezeték átmérőjét.

- A szivattyú és a csőhálózat közötti szakaszt mindig Q_{sziv}^{max} -ra választjuk.
- Átfolyásos tározónál a tározó és a hálózat közötti szakasz Q_{fogy}^{max} -ra választjuk.
- Ellennyomó tározónál és oldal tározónál, a tározó és a hálózat közötti szakaszt $(Q_{sz} + Q_F)^{max}$ -ra választjuk.
- Súlyponti tározó: részleges üzemű.
- Másod és harmadrendű fővezetékek az általuk táplált terület rész Q_h^{max} szállítják.

Méretezési üzemállapotok: A maximális töltődés és a maximális ürülés. Ezen kívül a hálózatot vizsgálni kell különleges esetekre, ez az ellenőrzési üzemállapot (pl: csőtörés, tűz), eljártsszuk, a mi lenne, ha... esetet

Mértékadó üzemállapotok: A hálózat egyes pontjaiban uralkodó nyomás pillanatnyi értéke több tényezőtől függ, ezek:

- ⇒ a magastározó vízfelszínének a magassága,
- ⇒ a magastározó és a vizsgált pont közötti nyomáskülönbség.

3.5.5. A vízellátó hálózat kialakítása

Csőanyagok:

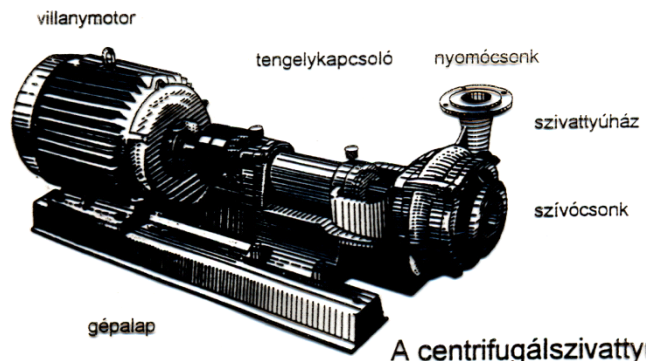
- *Öntöttvas csövek* - ma már csak, mint idomokat használják, ~ 60 év élettartam;
- *gömbgrafitos öntöttvas* - ~ 100 év, korrózióálló, nehéz, 5m hosszú;
- *acélcső* - anyaga korrodál, de egyes esetekben (nagy nyomás) szükséges, védőcsőként és út alatti átsajtolásnál használják;
- *feszített vb. cső* - nagy átmérők (600-1800 mm) és távvezeték esetén;
- *azbesztcement nyomócső* - leggyakoribb, ~ 50 év, hidraulikailag jó, vízzáró, közepes ár;
- *KM-PVC; KPE nyomócsövek*.

Műtárgyak:

- aknák,
- vasút-, közút- alatti műtárgyak,
- nyomás szabályozók,
- meder alatti átvezetés műtárgyai.

3.6. SZIVATTYÚ

A szivattyúk, a folyadékok munkavégző képességét növelő berendezések. A vízellátásban leggyakrabban használt típusok: az örvény vagy centrifugál, a bűvár és a mamut. Régebben a dugattyús szivattyúk voltak elterjedtebbek, manapság a centrifugál szivattyúk. A *centrifugál szivattyú* fő része a járókerék, mely nagy frekvencián járómozgást végez. A víz tengelyirányban érkezik és a lapátokat nagy energiával hagyja el. Egy szivattyúban több járókerék is lehet, s így az emelőmagot növelheti. A szivattyút egy villanymotor hajtja. A két részt a tengelykapcsoló köti össze, ami nagy fordulatszámmal forog (1440-2880 fordulat/min), ezért szükséges a közös gépalap.



26.ábra Centrifugál szivattyú fő részei

Szivattyúk működés szerinti csoportosítása:

- térfogat-kiszorítás elvén működő szivattyú pl: dugattyú,
- forgásba-hozott testekkel átadott energia alapján működő pl: centrifugál és
- az egyéb elven működő szivattyúk, mint pl: csiga, mamut.

A szivattyúk leggyakoribb alkalmazási helye a vízellátásban:

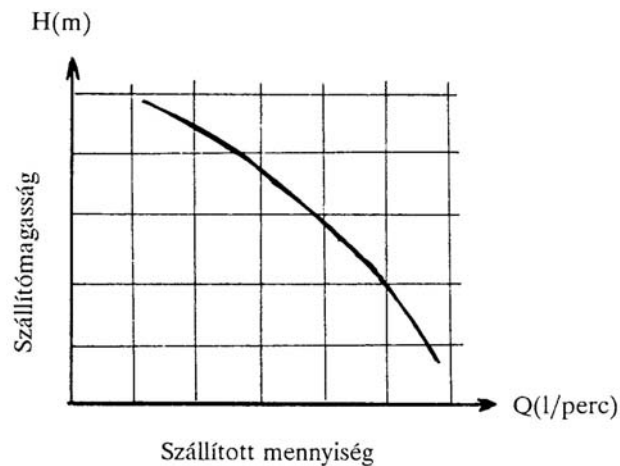
- vízkivételi műveknél,
- vízbeszerzésnél,
- víztisztító-telepek technológiai szivattyúi,
- hálózati szivattyú,
- nyomásfokozó szivattyú.

Szivattyúk jellemző belső adatai:

- Q - vízszállítóképesség (l/min, l/s)
- H_m - manometrikus emelőmagasság, szállítómagasság (m)
- M - hajtónyomaték (Nm)
- P - teljesítmény (W)
- N - fordulatszám (1/min)
- η - hatásfok (%)

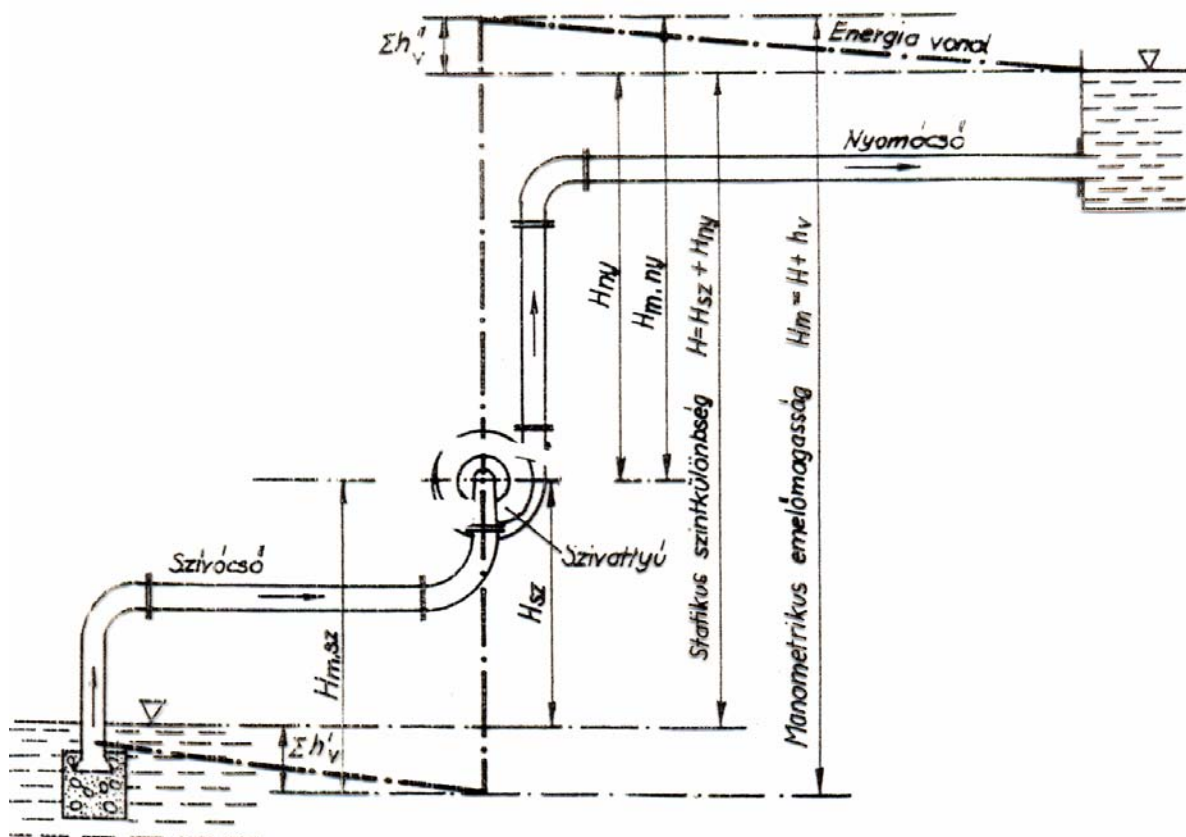
A szivattyúk jelleggörbéje az adatok közti kapcsolatot mutatja.

A szivattyú szívócsövével egy ún. szívómedencéből szívja fel a folyadékot, amelyet nyomócsövével egy felső medencébe nyom.



27.ábra Szivattyú jelleggörbéje

Mind a szívó-, mind a nyomóoldalon súrlódási- és helyiveszteségek lépnek fel. A szivattyú tehát nem a statikus (geodéziai) szintkülönbségre, hanem a veszteségekkel megnövelt manometrikus emelőmagasságra szállítja a folyadékot. A szívócsövet és a nyomócsövet is rövid csővezetéknek kell méretezni.



28.ábra Centrifugál szivattyú emelőmagasságának meghatározása

$$H_m = H_m^{sz} + H_m^{ny}$$

$$H_m = H_{st}^{sz} + \sum h_v^{sz} + H_{st}^{ny} + \sum h_v^{ny}$$

$$H_m = \sum H_{st} + \sum h_v$$

Szivattyúk elhelyezésének lehetőségei:

- Szívócsöves kialakítás - a szivattyú a szívómedence felett helyezkedik el. Ritkán alkalmazzák, mert kedvezőtlen az üzemeltetése. Indításkor légteleníteni kell, és lábszelepet szükséges alkalmazni. A szívás mélysége korlátozott. Előnye, hogy a szivattyút száraz helyre lehet telepíteni.
- Ráfolyásos kialakítás - a gépház lesüllyesztésével a szivattyú a szívómedence szintje alá kerül.
- Búvárszivattyú - a szivattyúnak nincs szívóoldala. Mélyfúrású kutak vízkivételére alkalmas, kicsi a helyigény, kedvező karbantartási tulajdonságok jellemzik. Nedves közegre nem érzékeny, érintésvédelmi problémák nincsenek.

Szivattyúk összekapcsolása:

A szivattyúk összekapcsolásával a jellemző belső adatok módosíthatók.

Sorosan a közel azonos vízszállítású szivattyúkat lehet összekapcsolni, és ennek következtében nő az emelőmagasságuk.

Párhuzamosan közel azonos járómagasságú szivattyúkat lehet összekapcsolni, és ennek következtében nő a vízszállításuk.

A vízmű szivattyútelepeken, ha 1 működő szivattyú van, akkor 100%-os tartalékot kell képezni, ha 2 vagy több szivattyú van, 30%-os tartalékot kell képezni. A szivattyúzás menetrendjével igazodni kell az érvényes energiagazdálkodási szempontokhoz.

3.7. TÁROZÓK

A víz tározása több feladat egyidejű megoldását teszi lehetővé. Ezek:

- a vízbeszerzés és a vízfogyasztás közötti eltérés kiegyenlítése,
- a víz tározása, csőtörés, tűz stb. céljaira,
- a hálózati nyomás előírt szinten való tartása.

A tározókat a tározás célja, valamint a fogyasztási helyhez viszonyított elhelyezkedés szempontjából csoportosíthatjuk.

A tározás célja szerint vannak:

- Magaslati tározók, melyek a fogyasztási hely feletti természetes magaslaton épített medencék, illetve síkvidéken a víztornyok. Ezek mindhárom tározási feladatot ellátják.
- Mély elhelyezésű medencék, amelyek csak tűzbiztonság miatt tartalékolnak vizet.
- Hidroforok, amelyek csak egy-egy magasház vagy magasház csoport, kisebb fogyasztói vízigénynél nyernek alkalmazást. Gyakorlatilag mindhárom tározási feladatot ellátják.

Magasság szerint megkülönböztetjük:

- a magas (üzemi vízszintje az ellátandó terület felett van, nyomást is biztosít), és
- a mély (üzemi vízszintjük az ellátandó terület alatt van) tározókat.

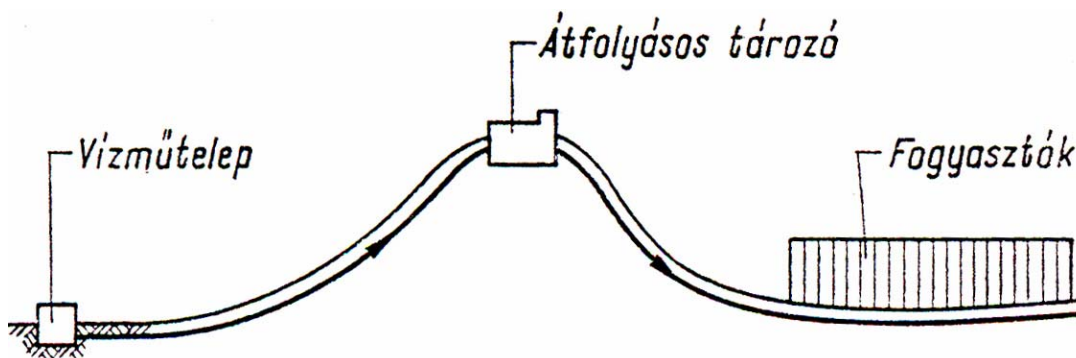
Rendeltetés szerint a tározó lehet:

- a víztermelés és a hálózati szivattyúzás különbségét kiegyenlítő tározó (tisztavíz medence),
- a hálózati szivattyúzás és a fogyasztás különbségét kiegyenlítő tározó,

- hálózati nyomást szabályzó tározó (magas tározó), vagy
- különleges célokat szolgáló tározó (tűzivíz tározó).

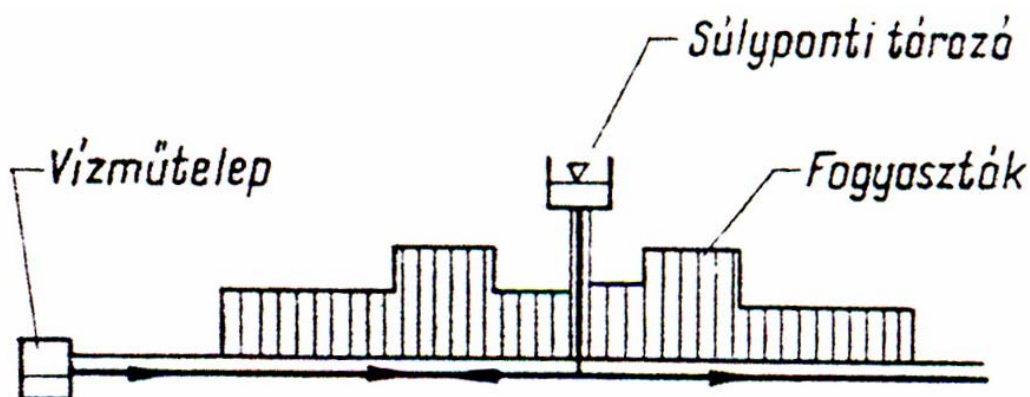
A tározók elhelyezése történhet:

- A fogyasztási terület előtt. Ekkor *átfolyásos* medencéről beszélhetünk. E megoldás a nyomások alakulása szempontjából a legkedvezőtlenebb. Az átfolyásos medence vízének nyomásszintjét ugyanis úgy kell megállapítani, hogy az biztosítani tudja a legtávolabbi fogyasztóhoz történő vízeljutás lehetőségét, vagyis a súrlódási ellenállás legyőzését.



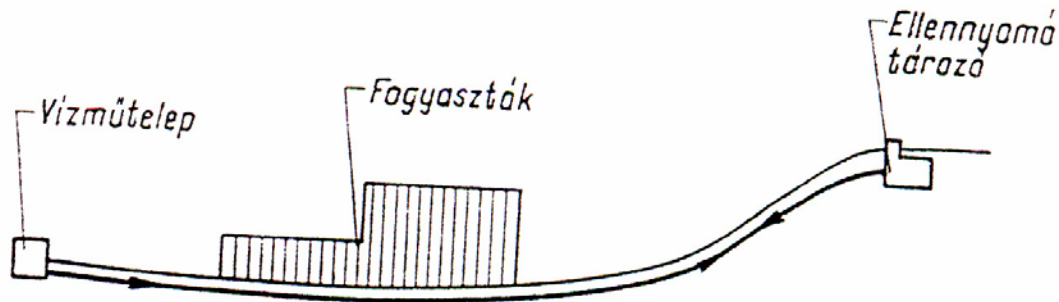
29.ábra Átfolyásos tározó kialakítása

- A fogyasztás *súlypontjában*. Ez a tározó elhelyezés az egyenletes nyomás biztosításának lehetősége miatt igen kedvező.



30.ábra Súlyponti tározó kialakítása

- A fogyasztási terület mögötti megoldást *ellennyomó* medencés tározásnak nevezzük. Az ivóvízhálózat kétoldalról táplálkozik, üzembiztonsági szempontból ez a legkedvezőbb megoldás.



31.ábra Ellennyomó tározó kialakítása

Az egyes elhelyezési lehetőségeket vizsgálva megállapítható, hogy elsősorban súlypontban elhelyezett földalatti medence, vagy az ellennyomó medence a kedvező. Víztoronyt csak ott alkalmaznak, ahol az előző műtárgyak a kedvezőtlen terepadottságok miatt nem létesíthetők.

Tározó térfogat-meghatározása

A tározónak a pillanatnyilag adódó vízfelesleget vagy vízhiányt kell raktároznia.

Cél: a tározás, a fogyasztás és a szivattyúzás közti eltérés kiegyenlítése. Ha a tározandó víz mennyiségét akarjuk vizsgálni, akkor a szivattyúzás és tározás összegének az időbeni változását kell figyelembe venni. Ez az érték időben változik, valamint előjelet is válthat.

A legtöbb esetben 24 órás kiegyenlítésű tározókat terveznek, de üdülő vagy vízszegény területeken heti kiegyenlítésű tározó szükséges. Minél hosszabb a kiegyenlítési idő, annál nagyobb a tározó térfogata. Egy rendszeren belül minimum 2 tározó szükséges: a víztisztító telep tisztavíz medencéje és a hálózaton belül lévő magastározó. E két tározó térfogata a napi fogyasztás ~30%-át tározza.

4. CSATORNÁZÁS

A csatornázás feladatát az úgynevezett *csatornamű* látja el, melyet két alrendszerre oszthatunk. Az egyik része a *csatornahálózat*, melynek a szennyvíz és csapadékvíz összegyűjtése és elszállítása a feladata, a másik része a *szennyvíztisztító telep* ahol a szennyvíz és csapadékvíz tisztítása és elhelyezése (befogadó) történik.

4.1. CSATORNA- RENDSZEREK OSZTÁLYOZÁSA

A csatornarendszereket osztályozhatjuk:

- a szennyvíz és csapadékvíz összegyűjtése, elvezetése (*egyesített, elválasztott és vegyes csatornarendszerek*) és
- áramlástan szempontból (*gravitációs /szabadfelszíni vízmozgás /, nyomás alatti, és vákuumos csatornázási rendszerek*).

4.1.1. Gravitációs csatorna rendszer

Az egyesített rendszerű gravitációs csatorna

Az egyesített rendszerű gravitációs csatorna jellemzője, hogy a szennyvíz és csapadékvíz egy csatornarendszerben áramlik.

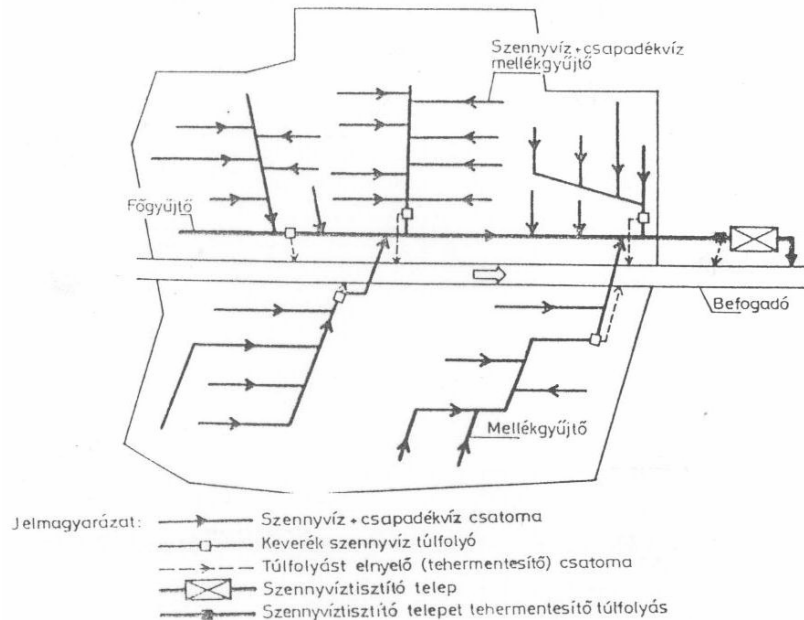
Akkor célszerű ezt a rendszert alkalmazni, ha:

- a különböző szennyvíz fajták együttes mechanikai és biológiai tisztítása előnyös vagy lehetséges,
- a közterület keresztmetszévénye már olyan zsúfolt, hogy nincs mód párhuzamos csatornahálózatot építeni,
- sík területen, ahol kellő esésviszonyok hiányában az elválasztott rendszerű csatornák közül főleg a szennyvízcsatorna eldugulási veszélye nagy,
- a befogadó terhelhetősége és hozama nagy, így a biológiai tisztítás elkerülhető.

További jellemzője e rendszernek, hogy:

- a szennyvíztisztító telepre érkező szennyvíz ún. „kevert” állapotú,
- a rendszert a csapadékvíz mennyiségére kell méretezni,

- a nagy keresztmetszetek kiküszöbölése végett bizonyos távolságokban (a hidraulikai- és szennyezőanyag terhelés csökkentése végett) meg kell csapolni a rendszert és a keverékvíz egy részét a legközelebbi befogadóba lehet vezetni.



32.ábra Egyesített gravitációs csatornarendszer helyszínrajzi kialakítása

Az ilyen kialakítású csatornák előnye, hogy:

- csapadékos időszakban jelentős a csapadékvíz mennyisége, aminek következtében a lebegőanyagok lerakódásának és a szelvény eldugulásának a veszélye csökken,
- a csatornahálózat csapadék hatására bekövetkező természetes öblítődése mind közegészségügyi, mind műszaki szempontból kedvező,
- az épületek telekhatáron kívül haladó közcsatornára való rácsatlakozásakor csak egy bekötőcsatorna szükséges.

Hátránya e rendszereknek, hogy:

- gazdasági okokból a maximális csapadékvíz mennyiségnél kisebb, úgynevezett mértékadó mennyiségre méretezzük, s emiatt a víz a csatornában néha visszaduzzadhat, a mélyebben fekvő helységeket eláraszthatja,
- nagy átmérőjű csatornát kell legalább 2,5-3,0 m mélységre telepíteni.

Az oldalbukós túlfolyó zápor idején tehermentesíti a csatornarendszert azáltal, hogy a csatornába épített bukón túlfolyik az a víz mennyiség, melyet a szennyvíztelep már nem tudna fogadni. Így a kevert szennyvíznek ez a része tisztítatlanul kerül közvetlenül a befogadóba.

Szintén a szennyvíztelep tehermentesítése a feladata a záportározóknak (csapadékvíz-tározóknak) is.

A záportározóknak három alaptípusát különböztetjük meg:

- *Átfolyásos tározó medence* (az érkező kevert-szennyvíz teljes mennyisége átfolyik rajta a szennyvíztisztító telep felé, csak késve, késleltetve kerül tisztításra, de ez által a telepet hidraulikailag tehermentesíti zápor idején),
- *Túlfolyásos tározó medence* (az érkező kevert-szennyvíznek csak az a része kerül a szennyvíztelepre, amelyet az a záporidején fogadni tud, a felesleg a túlfolyón keresztül, tisztítatlanul kerül a befogadóba)
- *Ülepítő tározó medence* (a zápor idején érkező kevert-szennyvizet nem a szennyvíztelep felé vezeti, hanem részleges mechanikai tisztítás - ülepítés - után közvetlenül a befogadóba; azaz ez a tározó típus nincs közvetlen kapcsolatban a szennyvízteleppel).

Az elválasztott rendszerű csatorna

Az elválasztott rendszerű csatornahálózatban a szennyvíz és csapadékvíz egymástól független, külön áramlik.

Az ilyen rendszer létesítése akkor javasolt, ha:

- a befogadó vízhozama és terhelhetősége csekély, és ezért nagyfokú biológiai tisztításra van szükség,
- a csatornázandó település a befogadó vízfolyás mellett hosszan terül el, és a csapadékvizek több helyen közvetlenül bevezethetők a vízfolyásba.

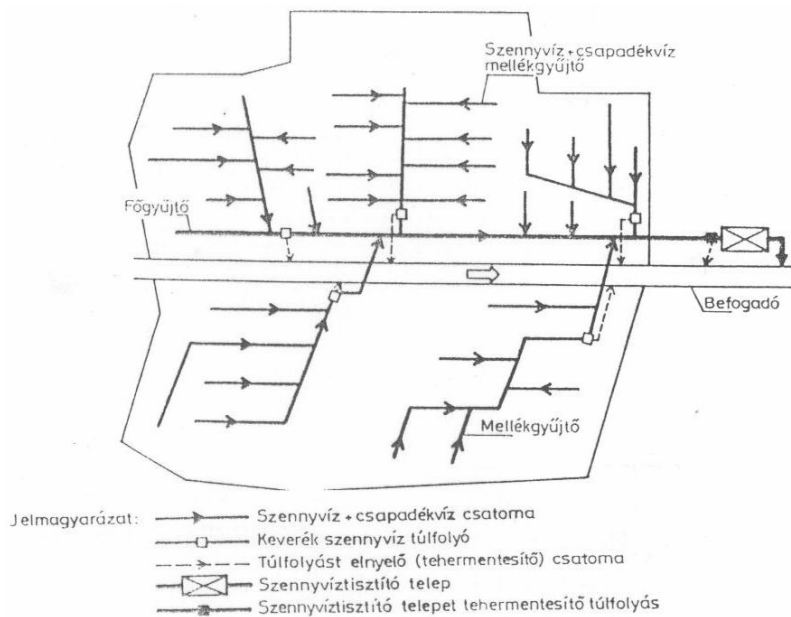
További jellemzője a rendszernek, hogy a szennyvíz teljes mennyiségben tisztításra kerül, a csapadékvíz túlnyomó többsége tisztítás nélkül folyik a befogadóba. Az úttest alatt két csatorna található és a a rendszeren belül

a szennyvíz gravitációsan, nyomás alatt, vagy vákuumos üzem alatt áramlik, mindhárom esetben zárt szelvényű csatornában;

a csapadékvíz mindig gravitációsan, zárt szelvényű csatornában, nyílt felszíni árokhálózatban, vagy fedett árkos elvezetésben.

Előnye a rendszernek, hogy a hidraulikailag jól méretezett hálózatban visszaduzzasztás nem fordul elő.

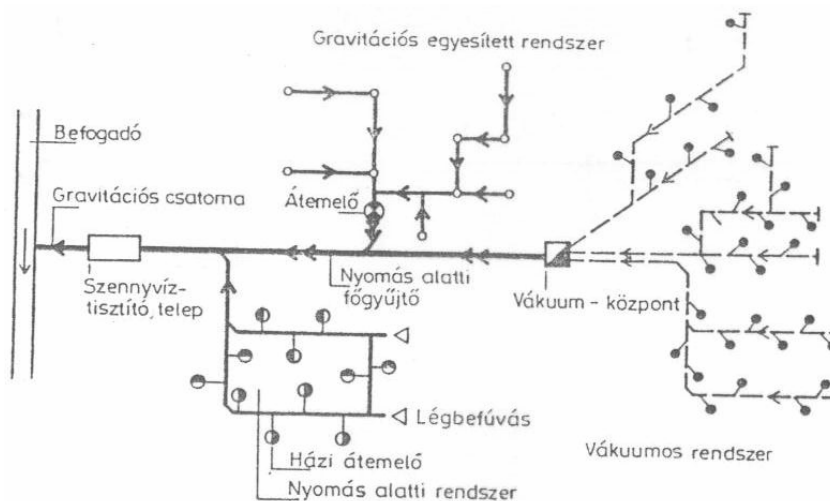
Hátránya, hogy két csatorna számára kell helyet biztosítani, ami a keskeny úttest alatt gondot jelenthet



33.ábra Elválasztott rendszerű gravitációs csatornarendszer helyszínrajzi kialakítása

A vegyes csatorna rendszer

Az egyesített és elválasztott csatornarendszer ötvözete, egy településen belül viseli magán mindkettő előnyeit, hátrányait.



34.ábra Jellegetes vegyes csatorna rendszer

4.1.2. Nyomás alatti csatorna rendszer

A nyomás alatti csatornarendszer működéséhez külső energiaforrás szükséges. A szennyvíz szivattyú és/vagy kompresszor hatására mozog. Ez a rendszer tulajdonképpen a vízelosztó hálózat fordítottjaként is felfogható.

A vízellátó hálózatban egy nyomáskeltő központ és nagyszámú megcsapoló van, míg a nyomás alatti csatornarendszerben számos nyomáskeltő központ (az átemelők) és egyetlen megcsapoló található.

A rendszer *előnye*, hogy:

- a csatorna magasságilag mentesül a kötöttségektől, és
- a szennyvíz tartózkodási ideje a csatornarendszerben lecsökken (maximum 6 óra lehet).

Hátránya a rendszernek

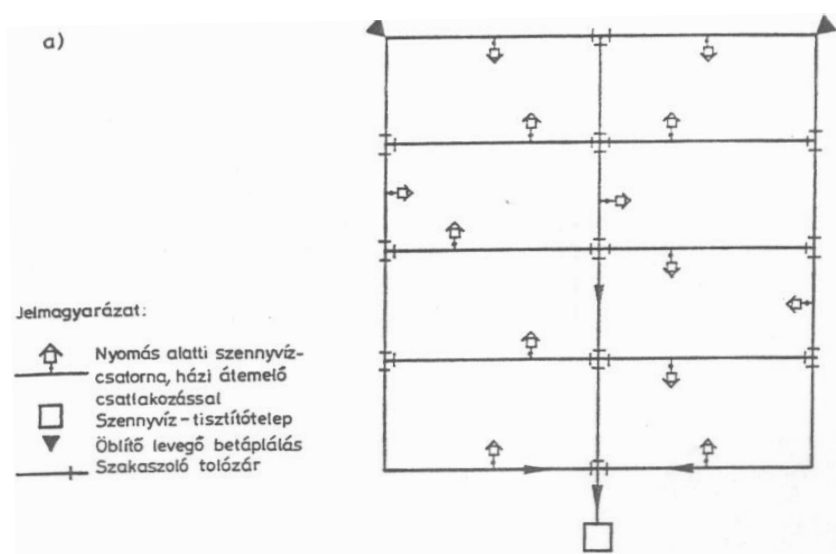
- az állandó üzemelési költség (szivattyú és kompresszor) és
- a fenntartási költség.

Alkalmazását indokolhatja a csatornabeli tartózkodási idő lerövidítése, valamint ha a domborzati viszonyok miatt műszakilag nem lehet gravitációs rendszert létesíteni.

A nyomás alatti csatorna rendszer helyszínrajzi kialakítása

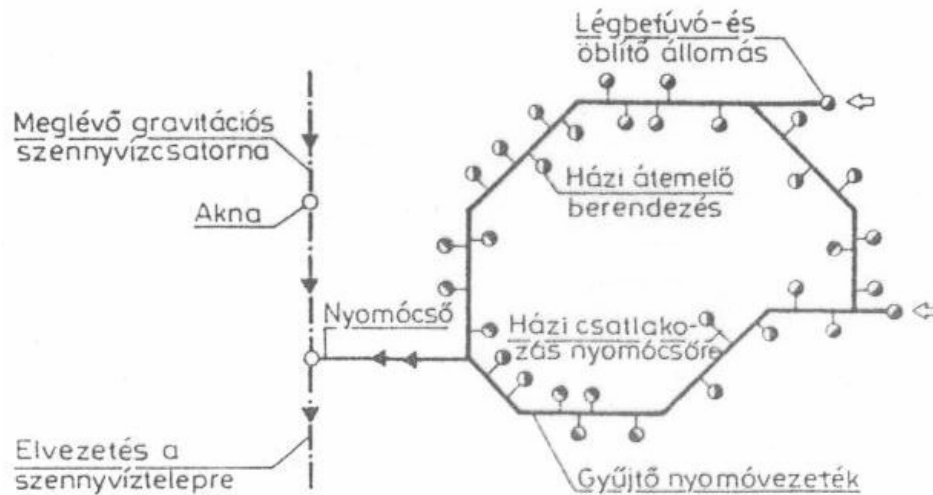
A helyszínrajzi kialakítás két típusát különböztetjük meg.

Az *elágazó (ágas)* jellemzője, hogy hidraulikailag egyértelműen méretezhető, és minden egyes házhoz vagy házcsoporthoz átemelő szivattyú szükséges.



35.ábra Nyomás alatti ágas csatornarendszer elvi kialakítása

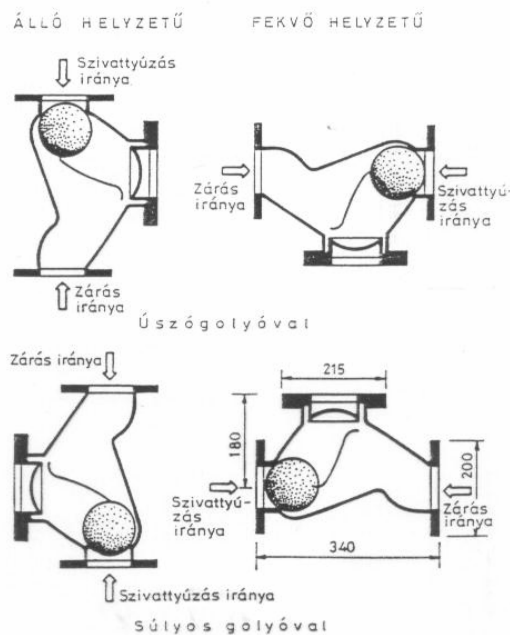
A körvezetékes jellemzője, hogy szakaszoló tolózárok jelenlétében mindig elágazóvá alakul üzem közben, és minden egyes házhoz vagy házcsoporthoz átemelő szivattyúra van szükség.



36.ábra Nyomás alatti körvezetékes csatornarendszer

Nyomás alatti csatorna az átemelés módja szerint

Ahhoz, hogy a nyomás alatti rendszert megértsük, ismerni kell *visszacsapó szelep* működését. A visszacsapó szelep a házi bekötés és a nyomóvezetékes között helyezkedik el és biztosítja, hogy a szennyvíz ne áramolhasson vissza az átemelő előtti gravitációs csatornába.

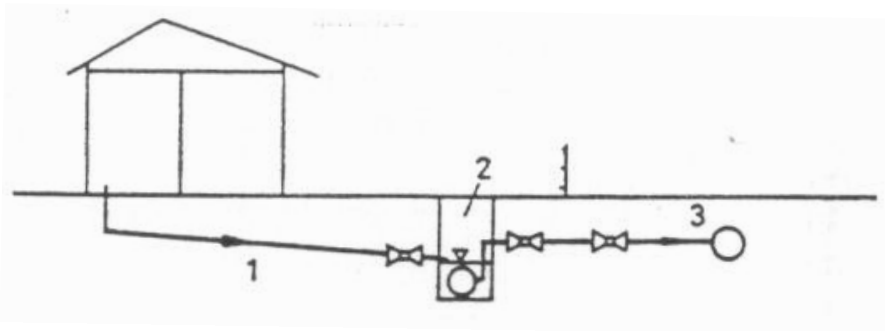


37.ábra Visszacsapó szelep fajták

Kisnyomású merülő szivattyús rendszer ($H_m^{\max} = 15\text{ m}$)

Jellemzője, hogy:

- a gyűjtővezetékben teltszelvényű áramlás van (hosszú áramlási idővel jár),
- minden szivattyúbekapcsoláskor a gyűjtővezetékben lévő teljes szennyvíz mennyiséget meg kell mozgatni,
- a szennyvíz szakaszosan érkezik a fogadóhelyre,
- időszakonként sűrített levegős öblítés szükséges (a rothadás elkerülése végett).

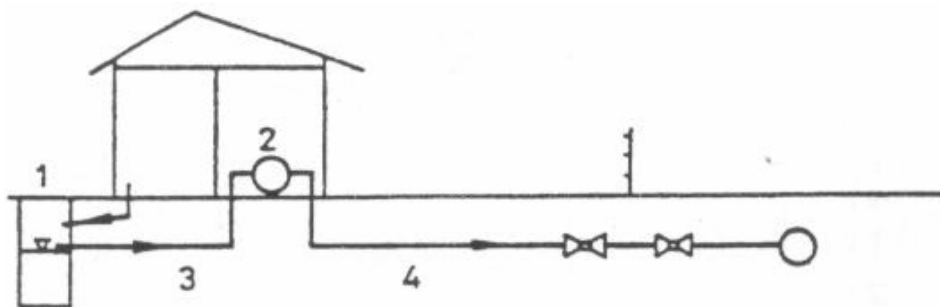


38.ábra Kisnyomású merülőszivattyús rendszer

Nagynyomású pneumatikus rendszer

Jellemzője, hogy

- a gyűjtővezetékben nincs telt szelvényű az áramlás, folyadék-levegő-iszap fázisok különböztethetőek meg,
- a levegő hatása megakadályozza a vezetékben a rothadást,
- a szállítóteljesítmény rugalmasan illeszthető a mindenkori szennyvíz-mennyiséghez,
- az áramlási rendszer összetett és eléggé kiszámíthatatlan,
- a nyomóvezetékek a terepszinttel párhuzamosan fektethetők.



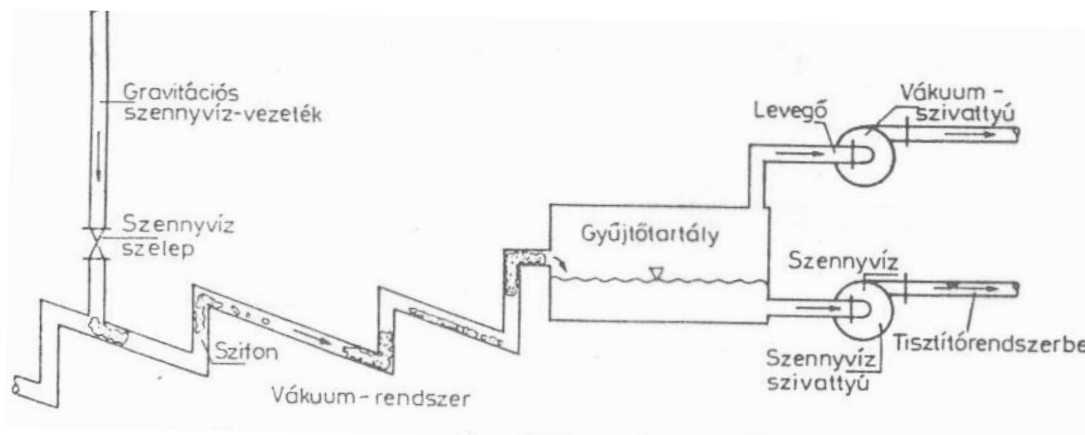
39.ábra Nagynyomású pneumatikus rendszer

4.1.3. Vákuumos csatorna rendszer

A vákuumos szennyvíz csatorna rendszer kialakításának első gondolata először 1888-ban vetődött fel. A tényleges gyakorlati megvalósítása először 1959-ben Svédországba történt.

Maga a rendszer két fő részből áll:

- a vákuum központból /mely egy vákuumszivattyú, és egy eleje kapcsolt szennyvízgyűjtő vákuumtartály (melyben 0,5 - 0,8 bar vákuum van)/,
- és az eleje kapcsolt vákuumos szennyvízvezetékekből.



40.ábra A vákuumos szennyvízgyűjtő rendszer működési elve és elemei

A vákuumos szennyvíz szelep működése:

- A vákuumos szennyvíz szelep automatikusan nyílik, ha a mögötte lévő gravitációs csatornában bizonyos mennyiségű (10-15 liter) szennyvíz összegyűlt.
- Amikor a szennyvíz áthaladt a szelepen, önműködően zárul. A szelep úgy van beállítva, hogy a szennyvíz mennyiség 2-2,5-szeresét kitevő levegő is a rendszerbe jusson.

A vákuumvezetékben a szennyvíz csak addig áramlik, amíg a szelep nyitva van, ezért az áramlás szakaszos.

A szennyvíz a vákuum vezeték rendszerben úgynevezett „szennyvízdugó” formájában áramlik. A szakaszos áramlás fázisai:

1. A szennyvízdugó a vezetékben haladva a gravitáció és a csősúrlódás hatására szétesik.
2. Amikor a nyomáskülönbség kiegyenlítődik, a szennyvíz a vezeték lejtését követve gravitációsan áramlik a szifon aljáig.
3. A szifon alján újra szennyvízdugó alakul ki, s innen a folyamat kezdődik előlről.

A szifont a dugók kialakulását segítő kell megépíteni. A „szennyvízdugók” a gyűjtőtartály felé haladva egyre sűrűsödnek.

A vákuumos rendszer jellemzője, hogy:

- mindig ágas kialakítású,
- a minimális fektetési mélység 80 cm,
- a vezeték a tereppel párhuzamosan halad,
- a minimális lejtés (hogy a szifonban a gravitációs mozgás létrejöhessen),
- a maximális áramlási sebesség 5 m/s,
- a szifonokat egymástól 600d - 800d távolságra kell elhelyezni,
- ha a fő vákuumvezetékbe mellékág csatlakozik, akkor oda visszacsapó szelepet kell beépíteni.

4.2. CSATORNÁK SZENNYVÍZTERHELÉSEI

A szennyvízterhelések meghatározásánál mindig szem előtt kell tartani, hogy nem a jelenre, hanem a jövőre (50 év) tervezünk.

4.2.1. Kommunális szennyvízmennyiségek meghatározása

Lakóterületek szennyvízmennyiségeinek meghatározása

Átlagos fajlagos vízigeny értékével számolva

A keletkező szennyvíz mennyiségét a felhasznált vízmennyiségből számoljuk. Mivel a vízhasználat során veszteségek keletkeznek (locsolás, párolgás) ezért a vízmennyiséget csökkentett értékkel vesszük figyelembe.

$$\bar{q}_{sz} \left[\frac{l}{f\ddot{o}, d} \right] = (0,8-1,0) \cdot \bar{q}_{viz} \left[\frac{l}{f\ddot{o}, d} \right]$$

A fajlagos szennyvíz kibocsátás maximális értékét a lakosság függvényében az alábbiak szerint lehet számítani:

$$q_{sz}^{\max} \left[\frac{l}{h, f\ddot{o}} \right] = z \left[\frac{d}{h} \right] \cdot \bar{q}_{sz} \left[\frac{l}{d, f\ddot{o}} \right], \text{ ahol}$$

z a napi egyenlőtlenégi mutató - értéke $\frac{1}{10} - \frac{1}{14} \left[\frac{d}{h} \right]$ - a település jellegétől és nagyságából függő szám.

Ha a lakosság nagyobb, mint 3000 fő, akkor: $z = \frac{1}{14}$,

ha a lakosság 1500-3000 fő között van, akkor: $z = \frac{1}{12}$, és

ha a lakosság 1500 fő alatt van, akkor: $z = \frac{1}{10}$.

Az órai csúcsérték a lakosságon kívül a település jellegétől is függ.

$$\overline{Q}_{lak} \left(\frac{l}{d}; \frac{m^3}{d} \right) = N (f\ddot{o}) \cdot \overline{q}_{sz} \left(\frac{l}{f\ddot{o}, d} \right)$$

\overline{Q}_{lak} - a lakosság átlagos napi szennyvízmennyisége

N - lakosság

\overline{q}_{sz} - átlagos fajlagos szennyvízmennyiség

Átlagos fajlagos szennyvíz kibocsátás mért értékével számolva

Az átlagos fajlagos szennyvíz kibocsátás (\overline{q}_{sz}) mértékegysége lehet:

- $\left[\frac{l}{f\ddot{o}, d} \right]$, lakos számra vonatkoztatva,
- $\left[\frac{l}{ha, d} \right]$, területre vonatkoztatva,
- $\left[\frac{l}{km, d} \right]$, csatorna hossza vonatkoztatva.

$$\overline{Q}_{lak} \left(\frac{l}{d}; \frac{m^3}{d} \right) = N (f\ddot{o}) \cdot \overline{q}_{sz} \left(\frac{l}{f\ddot{o}, d} \right)$$

\overline{Q}_{lak} - a lakosság átlagos napi szennyvízmennyisége

N - lakosság

\overline{q}_{sz} - átlagos fajlagos szennyvízmennyiség

Intézmények szennyvízmennyiségeinek meghatározása

Az alapfokú intézményeknél, mint például az óvoda, általános iskola, polgármesteri hivatal, nem kell külön számolni. Ezen intézmények szennyvíz mennyisége a lakossági szennyvíz mennyiségben már benne van.

Az egyedi intézményeknél, mint például kórház, egyetem, főiskola, nagyobb étterem, külön kell számolni. Ha az intézmény egy ponton csatlakozik a hálózatra, akkor a

szennyvíz mennyiségét $\left(Q_{\text{int}} \left[\frac{l}{s} \right] \right)$ koncentráltan kell ráterhelni a csatornára, ha pedig több ponton csatlakozik, akkor fajlagos értéket számolva $\left(q_{sz} \left[\frac{l}{km, d} \text{ vagy } \frac{l}{ha, d} \right] \right)$ megoszló terhelésként kell a csatornára terhelni.

A kommunális szennyvízmennyiségeket a lakossági és az intézményi szennyvízmennyiségek összege adja: $Q_{\text{kom}} = Q_{\text{lak}} + Q_{\text{int}}$

4.2.2. Ipari szennyvízmennyiségek meghatározása

Az ipari üzemek szennyvízmennyisége a technológiai szennyvíz és a járulékos szennyvíz összegéből adódik. $Q_{\text{ipar}} = Q_{\text{te ch}} + Q_{\text{jár}}$

A technológiai szennyvíz egy adott termék gyártásakor keletkező szennyvízmennyiséget határozza meg. Mennyiségének meghatározásához a gyártól vízmérleget kell kérni. A technológiai szennyvíz számítása az alábbi képlettel történik:

$$Q_{\text{te ch}} = Q_{\text{be}} - Q_{\text{beép}} - Q_{\text{rec}} - Q_{\text{hull}} \text{ ahol,}$$

$Q_{\text{te ch}}$ - a technológiai szennyvízmennyisége,

Q_{be} - az üzembe beérkező vízmennyiség,

$Q_{\text{beép}}$ - a termékbe beépítésre kerülő vízmennyiség,

Q_{rec} - a gyártás során visszaforgatott vízmennyiség,

Q_{hull} - a termék gyártása során keletkező szennyezett-, hulladék víz.

A járulékos szennyvíz egy adott termék gyártásakor az üzemben dolgozók szociális célú vízhasználatokor keletkező szennyvízmennyiséget határozza meg. Mennyiségének meghatározása a lakossági szennyvíz mennyiséghez hasonló módon történik.

Az ipari üzem által kibocsátott szennyvíz mennyiséget műszakonként, az alábbi összefüggés alapján kell vizsgálni.

$$Q_{\text{tech}}^{\max} + \bar{Q}_{\text{jár}} \quad \left\{ \begin{array}{l} > \\ < \end{array} \right. \quad \bar{Q}_{\text{tech}} + Q_{\text{jár}}^{\max}$$

A két érték közül a nagyobb érték adja meg az ipari szennyvíz mennyiséget. Fontos, hogy ezt a számítást műszakonként el kell végezni.

4.2.3. A csatorna csapadékvíz terheléseinek meghatározása

Magyarország területének nagy részén a záporcsapadék mértékadó, egyes síkvidékeken pedig a tavaszi záporból és a hóolvadásból származó mennyiség.

Mértékadó csapadéknak nevezzük azt a p valószínűségű záporcsapadékot, amelynek időtartama megegyezik az összegyülekezési idejével.

A p [%] azt fejezi ki, hogy mekkora értékű területet kell megvédeni a csapadéktól.

A védendő terület értékétől függően p értéke 1-10 % között lehet.

Az összegyülekezési időt a $t_{cs} = t_1 + t_2$ képlettel számoljuk, ahol

- t_1 a csapadék felszínen való lefolyásának ideje,
- t_2 az adott szelvényig a csatornában való lefolyás ideje.

A csapadékvízből származó mértékadó vízhozamot a „Hidrológia” tantárgyban tanultak alapján lehet meghatározni.

4.2.4. Fajlagos szennyvízmennyiséget növelő vízmennyiségek

Infiltrációs vízmennyiség

Az infiltrációs vízmennyiséggel akkor kell számolni, ha a talajvíz a csatorna felső záradék vonala (csatorna keresztmetszvény felső érintője) felett van.

Fajlagos értékét tapasztalati képlet segítségével tudjuk kiszámolni:

$$q_i = 4 \cdot (h \cdot d \cdot L \cdot a + A \cdot x \cdot h) \left[\frac{l}{h, km} \right] \text{ ahol,}$$

$$q_i \left[\frac{l}{h, km} \right] - \text{ az infiltráció fajlagos értéke,}$$

h [m] - a csatorna felső záradékvonala fölötti talajvíz magasság,

d [cm] - csatorna átmérője,

L [km] - csatorna hossza,

a - csatorna anyagától függő tényező, aminek az értéke:

műanyag csatorna esetén 0,1; beton csatorna esetén 0,75

A [m²] - akna víz alatt lévő belső felülete,

x [db] - adott csatorna szakaszon lévő aknák száma.

$$Q_i \left[\frac{l}{h} \right] = q_i \left[\frac{l}{h, km} \right] \cdot L [km] \text{ ahol, } Q_i \left[\frac{l}{h} \right] - \text{ az infiltrációból származó szennyvízmennyiség}$$

A gyártó cégek szerint, új műanyag csatornánál nem kell infiltrációval számolni.

Szabálytalan csapadékvíz bekötésből adódó (inflow) vízmennyiség

A szabálytalan csapadékvíz bekötésből adódó vízmennyiséggel csak elválasztott rendszerű csatornánál kell számolni.

A mennyiség meghatározása történhet helyszíni méréssel (ha mód van rá!), vagy ha nincs rá mód, akkor a mértékadó szennyvízhozam értékét 10 %-kal kell növelni.

4.2.5. Egy település napi szennyvízmennyisége

Az előzőekben láttuk, hogy a települési szennyvizek négy forrásból eredhetnek:

- kommunális szennyvízből, amely lakóházakból és intézményekből származik,
- ipari szennyvízből,
- csapadékvíz mennyiségéből, ami a felszíni lefolyásokból keletkezik, és
- beszivárgásból és befolyásból, amely az infiltrációból és a szabálytalan csapadékvíz bekötésekből ered.

Egy település napi szennyvízmennyisége tehát az alábbi összefüggéssel számítható:

$$\bar{Q}_d = Q_{kom} + Q_{ip} + Q_{cs} + (Q_i + Q_b)$$

4.3. CSATORNÁK HIDRAULIKAI MÉRETEZÉSE

4.3.1. Gravitációs csatornák méretezése

A gravitációs csatornahálózatban a szenny- és a csapadékvíz szabadfelszínű, vagyis részleges teltségű áramlással halad.

Szennyvíz csatorna

Rendelkezésre álló alapadatok:

- a mértékadó szennyvízterhelések: - napi átlagos szennyvízmennyiség \bar{Q}_d
- órai maximális szennyvízterhelés Q_h^{\max}
- az egyes területek lejtésviszonyai I [‰]
- a csőszakasz hossza L [m]
-

A teljesítendő feltételek:

- minimális átmérő: $d = 20$ [cm]
- minimális sebesség: $v_{\min} = 0,4 \left[\frac{m}{s} \right]$
- maximális sebesség: $v_{\max} = 3,0 \left[\frac{m}{s} \right]$
- minimális lejtés: $I_{\min} = 3 \left[\frac{0}{100} \right]$
- maximális lejtés: $I_{\max} = 20 - 70 \left[\frac{0}{100} \right]$ (a csatorna anyagától függően)

A kör keresztmetszvényű zárt csatornák, áramlásának átmeneti tartományára érvényes, telt szelvényhez tartozó áramlási középsebesség (v_k) körszelvény esetén a Prandtl-Kármán-Colebrook képlettel számítható.

$$v_k = \left[-2,0 \lg \left(\frac{2,51 \nu}{d \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot d \cdot I}} + \frac{k}{3,71 \cdot d} \right) \right] \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot d \cdot I}$$

Tehát az áramlási középsebesség függ a folyadék kinematikai viszkozitástól, a csatorna átmérőjétől, a vízszínvonal lejtésétől és a csőfal érdességétől.

$$v_k = f(\nu, d, I, k)$$

A nem kör keresztmetszvényű csatornák hidraulikai méretezése a permanens egyenletes vízmozgást feltételező $Q = A \cdot v$ és a $v = C \cdot \sqrt{R \cdot I}$ összefüggésen alapul.

A C tényező értéke a kis Kutter-féle $C = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{n + \sqrt{R}}$ összefüggésből határozható meg,

ahol n az érdességi tényező.

Csapadékvíz csatorna

Permanens, egyenletes vízmozgás esetén az áramlási középsebességet az alábbi módon

lehet számítani: $v_k = K_{st} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$

ahol $K_{st} \left[\frac{m^{\frac{1}{3}}}{s} \right]$ - a Manning-Strickler féle sebességtényező,

$R = \frac{A}{K} [m]$ - a hidraulikus sugár,

$I \left[\frac{0}{00} \right]$ - a vízszín esése.

Nem permanens, időben változó áramlás esetén (pl. nagy intenzitású zápor esetén)

egyszerűsített méretezést alkalmazunk $Q_{30} = \frac{0,019 + 0,08147 \cdot \sqrt{I}}{n} \cdot d^{\frac{8}{3}}$

ahol $Q_{30} \left[\frac{m^3}{s} \right]$ - a szállítandó vízmennyiség, legfeljebb 30 m csatorna hosszon,

$I \left[\frac{0}{100} \right]$ - a vízszín esése,

$n = \frac{1}{K_{st}} \left[\frac{s}{m^{\frac{1}{3}}} \right]$ - a csatorna érdességi tényezője,

$d [cm]$ - a csatorna átmérője.

4.3.2. Szennyvíz nyomócsövek méretezése

A szennyvíz nyomócsövek hidraulikai méretezésekor teltszelvényű, nyomás alatti vezetéknek kell méretezni. Áramlástanilag szempontból kétfajta csővezeték típusról beszélünk.

*Rövid csővezeték*ről akkor beszélünk, ha a helyi veszteségek jelentősek a hosszmenti súrlódási veszteségekhez képest és így mindkét veszteségtípust figyelembe kell vennünk.

$$h_v = \sum \lambda_i \cdot \frac{l_i}{d_i} \cdot \frac{v_i^2}{2g} + \sum \xi_i \cdot \frac{v_i^2}{2g}$$

*Hosszú csővezeték*nél a helyi veszteségek a súrlódási veszteségekhez képest kicsik, ezért elhanyagolhatók, így csak a súrlódási veszteségekkel számolunk.

$$h_v = \sum \lambda_i \cdot \frac{l_i}{d_i} \cdot \frac{v_i^2}{2g}$$

4.4. CSATORNÁK VÍZSZINTES- ÉS FÜGGŐLEGES VONALVEZETÉSÉNEK SZABÁLYAI

4.4.1. Vízzintes vonalvezetés szabályai

A csatornát lehetőleg közterületen kell vezetni, mert biztosítani kell a tisztítójárművel történő megközelítést.

Gravitációs csatornánál az aknák közti távolság maximum 50m lehet, mert a jelenleg használatos tisztító berendezések ~25-30 m-t tudnak teljesíteni.

A nyomvonalat úgy kell kialakítani, hogy a szennyvíz a lehető leggyorsabban a befogadóba ill. a szivattyútelepre jusson.

A szennyvíz csatornabeli tartózkodási ideje maximális 6 óra lehet, ha ennél tovább tartózkodik ott, akkor anaerob (levegőmentes) folyamatok indulnak meg, azaz berothad, bűdös lesz.

A gravitációs hálózatot magassági kötöttsége miatt a közművesítés vezérelemének kell tekinteni. Lakóterületen belül a gravitációs szennyvízcsatornát az úttest tengelyvonalaiba kell (kellene) tervezni.

Villamos vasút alá csatornát helyezni tilos!

Mezőgazdasági területen a burkolt úttesten kívül vezetjük, úgy hogy a csatorna könnyen megközelíthető legyen, mezőgazdasági út alá tilos fektetni (károsodna).

A csatorna más közművel (út, vasút, vízfolyás) való keresztezésének számát minimálisra kell csökkenteni, és mindig biztosítani kell a vízszintes védőtávolságokat

4.4.2. Magassági vonalvezetés szabályai

Gravitációs csatorna

Domborzatilag tagolt településen a főgyűjtőket a mélyvonulatokban kell vezetni.

Síkvidéken az ellátandó terület középvonalaiban kell vezetni, hogy lehetőleg közel azonos átmérőjű csatornából épüljön a rendszer.

Minimális fektetési mélység szennyvíznél 1,50 m +d; csapadékvíznél 0,80 m +d.

Maximális fektetési mélység 6,00 méter.

Minimális lejtés: $I_{\min} = 3 \left[\frac{0}{100} \right]$

Maximális lejtés: $I_{\max} = 20 - 70 \left[\frac{0}{100} \right]$ (a csatorna anyagától függően)

Minimális átmérő: $d = 20$ [cm]

Minimális sebesség: $v_{\min} = 0,4 \left[\frac{m}{s} \right]$

Maximális sebesség: $v_{\max} = 3,0 \left[\frac{m}{s} \right]$

Az úsztatási mélység minimum 3 cm kell legyen

Nyomás alatti csatorna

Minimális fektetési mélység 1,20 m +d; maximális fektetési mélység 3,00 méter.

A magassági vonalvezetésre vonatkozó előírások ugyanazok, mint a vízvezetéké: a vezeték a tereppel közel párhuzamosan $I_{\min} = 1,5 \left[\frac{0}{100} \right]$ vezethetjük úgy, hogy a magas és mélypontok számát minimálisra csökkentsük. A magas pontokon légtelenítőt, a mélyeken leürítőt kell beépíteni. 1000 m-ként öblítőaknát kell elhelyezni a vezetéken. Szerepét az ürítő v. légtelenítő akna is betöltheti.

4.5. ZÁRT SZELVÉNYŰ CSATORNÁK KIALAKÍTÁSA

4.5.1. A gyakorlatban használt csatorna anyagok

A csatornázásban az utóbbi időkben a műanyag csövek terjedésének és a csőanyagokkal szembeni igényesség növekedésének lehetünk tanúi. Nagy teret hódítanak a különféle műanyagcsövek, melyekhez olyan rendszerszemléletet fejlesztettek, ami a hálózatépítés egészét is kielégíti. Előbbiek mellett megjelentek a mázas és mázatlan kőanyagcsövek. Napjainkban betoncsövek helyett szendvicsszerkezetű poliészterbeton csöveket is alkalmaznak.

A korszerű csőanyagokkal szemben támasztott műszaki és a gazdasági követelmények az alábbiak:

Műszaki követelmények:

1. vízszállító képesség,
2. erőtani biztonság,
3. vízzáróság,
4. kopásállóság, koptatási (eróziós) ellenállás,
5. korrózióval szembeni kellő ellenállás,
6. megfelelő élettartam,
7. tisztíthatóság.

Gazdasági követelmények:

1. alacsony fajlagos építési költség:
 - olcsó beszerzési ár, illetve olcsó hálózat építés,
 - kis falvastagság, kis térfogatsűrűség, hosszú csőelemek,
 - jó gépesíthetőség, kis élőmunka ráfordítási igény,
2. kis fenntartási-, üzemelési költségigény.

A fenti követelményeket a különböző csőanyagok különböző mértékben elégítik ki.

A vízszállító képességet a keresztmetszvény belső méretei, az esés és a belső felületének súrlódási tényezője befolyásolja.

Erőtani biztonság a csatornahálózatnál - mivel a vizek benne általában gravitációsan áramlanak, olyan nagyságrendű belső nyomások, amelyekre a szelvényt külön méretezni kellene, rendszerint nem lépnek fel (kivéve szennyvíznyomócsövek). A csatornák szelvényét négy külső erőhatás figyelembe vételével kell méretezni. Ezek csatorna felett haladó járművek terhelése, a csatorna feletti földréteg súlya, a földnyomás és a külső víznyomás. A terheléseket minden változatban meg kell vizsgálni. A legkedvezőtlenebb kombináció lesz a mértékadó. Az előregyártott csatorna szelvények falvastagságát kellő biztonsággal készítik, és a várható igénybevételnek megfelelő élnyomás próbának vetik alá. A talajvízzel kapcsolatos terheléseket (oldalnyomás, vízfelhajtó erő) a legmagasabb talajvízszint alapulvételével kell számítani.

A csatornahálózat vízzárósága kétféle szempontból fontos. A megfelelő vízzárósággal épített csatornahálózattal meg kell akadályozni, hogy a szennyvíz a hálózatból a talajba juthasson (*exfiltráció*) és elszennyezze a környező talajt. Nagyobb szenny- és/vagy csapadékvíz mennyiségnek a talajba jutása a csatorna környezetében kimosásokat, úttest szakadásokat, esetleges földcsúszásokat is okozhat. Kevésbé veszélyes, ha a magas talajvíz jut be a hálózatba (*infiltráció*). A rendszerbe kerülő víz növeli a levezetett vízmennyiséget, túlterheli a csatornahálózatot és a szennyvíztisztító telepet, ahol műszaki zavarokat és többlet üzemköltséget okozhat.

Csatornarongórást, kopást a vízben lévő hordalék okozhat. A hatás nagysága a hordalék anyagától és a vízsebességétől függ. Védelmet jelenthet a csatorna anyagának kopással szemben tanúsított ellenálló-képessége, illetve a fenéknek és oldalaknak kemény, kopásálló anyaggal való burkolása.

A hálózatban külső korróziós károkat a talaj és a talajvíz szulfát vagy más vegyianyag-tartalma okozhat. A belső korróziót a levezetett szennyvíz sav-, szulfát- vagy más agresszív anyagtartalma, illetve az infiltrált agresszív talajvíz okozhat. A korrózióval szemben az anyagok ellenállása igen különböző. Az ellenállóképességet a felület kezelésével, szigetelésével vagy korrózióval szemben érzéketlen építőanyag alkalmazásával lehet növelni.

A csatorna anyagát és építési módját úgy kell megválasztani, hogy a hálózat élettartama legalább 50 év legyen. A hálózat idő előtti tönkremenetele dugulásokat, úttest beszakadásokat., pince elöntéseket okozhat. A csatornahálózat felújítása nagy költséggel jár és a munkák a közúti forgalmat erősen zavarják. Az élettartam a gazdaságosságot is közelről érinti (amortizációs leírás).

A csatorna rendszer üzemelési költségének jelentős hányada a hálózat tisztításának költsége, melyet a lerakódott hordalék és szennyvíziszap mennyisége, minősége, valamint a tisztítási mód határoz meg. A magasnyomású tisztítóberendezések vastagabb falú csöveket igényelnek. A felérdesedés növeli a súrlódási együtthatót, ami hidraulikailag káros.

A közműhálózatok csővezetékei több szempont szerint osztályozhatók.

Anyag szerint megkülönbözik :

- a fémes anyagú,
- a cement kötőanyagú,
- a kerámia és
- a műanyag csöveket. Ez utóbbiak lehetnek hőre lágyuló és hőre keményedő csövek.

A rendszer merevség szerinti osztályozása ugyancsak fontos szempont: a merev, rugalmas és átmeneti kategóriákba sorolható csövek a környező talaj- és a cső összenyomódásának a viszonyától függnnek.

A falszerkezet kialakítása is fontos tényező, mely szerint megkülönböztetik a:

- homogén,
- bordás,
- üreges és
- különböző anyagokból (rétegekből) álló vegyes falszerkezeteket.

A csőkötés alapján:

- felnyíló kötésű,
- húzóerő felvételére alkalmas,
- a cső anyagával homogén és
- eltérő anyagú lehetőségekről beszélnek.

Erőtani szempontból a tokos, mint felnyíló; a hegesztés, mint húzóerő felvételére alkalmas, folyamatos csőszálat eredményező kötés van jelen.

A legfontosabb osztályozási szempont a *funkció* szerinti megkülönböztetés, mely szerint gravitációs és nyomó csöveket különböztetnek meg.

Műanyag csövek

Már az 1800-as évek közepén előállítottak laboratóriumi körülmények között makromolekulákat (PVC), de az első világháború alatt az alapanyaghiány kikényszerítette kísérletezések után a nagyipari gyártásra csak az 1930-as évek második felében került sor. Az első PVC csövek 1936-ban a berlini olimpiai stadion melletti lakótelepeken kerültek a föld alá, ahol részben ma is működnek. A PVC csövek kereskedelmi célra történő gyártására a 40-es évektől, a PE csövek nagymennyiségű felhasználására pedig a 60-as évek végétől került sor. A műanyagoknak manapság

számos fajtája ismert. A közműhálózat sajátosságaitól függően választják meg az alkalmazott csőanyag típust. Csatornák (gravitációs, nyomott vagy vákuumos) műanyag alapanyagaként általában a kemény PVC (polivinilklorid), a KPE (polietilén), a PP (polipropilén), az ÜPE (üvegszál-erősítésű poliészter) és az epoxigyanta jöhetne szóba [6]. A PP anyagú csövek elsősorban ipari létesítmények - vegyi üzemek - szennyvízelvezetésére alkalmasak, kommunális szennyvízhez magas árak miatt csak különleges esetekben célszerű alkalmazni.

Kemény PVC anyagú - narancsbarna színű - gravitációs (KG) csatornacsövek

A csatornaépítésben a kemény PVC anyagú csövekkel az elmúlt évtizedek során kedvező tapasztalatokat szereztek. A vezeték teherbírása és vízszállító-képessége az előírt követelményeket kielégítette, a kivitelezés pedig a kis csősúly miatt lényegesen egyszerűbb lett. Hazánkban két alaptípust alkalmaznak, az egyik a sima külső csőfállal, a másik a külső bordázattal kialakított csőfajta. Ez utóbbi a műanyag csőrendszerek második generációjának tekinthető. Ennek sajátosságai a következők:

- a csövek és idomok teherbírását nemcsak a csőfal, hanem a külső bordázat is adja;
- a kötő-tömörítő gumigyűrű a tokból átkerült a cső (vagy az idom) csonkjának végére;
- a külső bordák közötti mélyedés a kötő-tömítő gyűrű fészke is, ugyanis a méretei a cső teljes hosszán át nagy pontossággal azonosak, tehát a cső bárhol elvágható, és köthető;
- a bordás csőből épített csatornahálózat nagyobb lejtés esetén is kellő állékonysággal rendelkezik, a talajon nem tud lecsúszni, ezért ilyen körülmények közötti építéskor a megcsúszás elleni betonfogak építése vagy elhagyható, vagy csak igen nagy lejtéseknél szükséges.

A sima külső felületű KG PVC csövek hazai gyártói a Pannonpipe Kft és a Wavin-Pemű Kft. E csöveket is rendszerszemlélettel, széles idomválasztékkal gyártják. A KG csövek tokos kialakításúak, a tömítő gyűrű részére megfelelő horonnyal ellátva készülnek.

Kemény polietilén (KPE) csövek

A csövek anyaga kemény polietilén (KPE). Az anyag nem önkioltó tulajdonságú, önmagában ég. A KPE csövek általában fekete színűek, a korommal végzett stabilizálás miatt. (A gázvezeték a csövek sárga, vagy sárga csíkos színben is készülnek.) A cső felülete sima, alkotói a csőtengellyel párhuzamosak, a keresztmetszete kör. Kisméretű hosszanti barázdák - ha a falvastagság tűrésén belül esnek - megengedettek. A Wavin-Pemű Kft a KPE csöveket öt nyomásfokozat felvételére alkalmasan gyártja. A KPE cső általában ellenáll a házi és ipari szennyvíz korróziós hatásának, azonban minden esetben ellenőrizni kell, hogy a vezetendő szennyvíz, folyadék, vagy talajvíz nem tartalmaz-e polietilénre ártalmas anyagokat. A csővezeték oldhatatlan kötéseit tükröhegesztéssel készülnek. A kis átmérőjű tartományokban (16 mm - 110 mm között) hegesztés nélküli kötésük ún. gyorskötőidomokkal is elkészíthetők. Külföldön használnak olyan csőkötéseket, amikor a tokos KPE vezeték tokjának belső felületén beépített fűtőszál biztosítja a hegesztett csőkötés elkészítését.

Betoncsövek

A beton anyagú csövek a legelterjedtebbek. Népszerűségét olcsósága indokolja. Rendszerint nagyobb átmérők ($\varnothing > 0,8 - 1,0$ m) esetén alkalmazzák. 1-2 méteres hosszban, kör és tojás szelvényben gyártják.

Kőanyag csövek

A kőanyag csöveket az emberiség évezredek óta használja szenny- és csapadékvíz-elvezetésre. Már a rómaiak is készítettek égetett agyagból tokos kötésű csöveket. Ezek maradványai a mai napig működőképeseek. A városok fejlődésével a múlt század végén nagy igény mutatkozott a szennyvízelvezetésre is. Ennek megoldására is szinte kivétel nélkül kerámia anyagú csöveket használtak fel (falazott főgyűjtők, kőanyagcsövek). A második világháború után a betoncsövek gyártásának fejlődésével a kőanyagcsövek felhasználása jelentős mértékben csökkent, majd a hazai gyártás megszűnésével, a rossz minőségű import csövek miatt ez a csőtípus lassan a feledés homályába merült. Időközben megjelentek a csatornázásban a műanyag-termékek is, olcsó alternatívát kínálva. Nyugat-Európában azonban a környezet-védelmi kérdések, valamint a PVC csövekről szerzett kedvezőtlen tapasztalatok miatt a hetvenes évek végén ismét a régi, de bevált anyag fejlesztésébe fogtak. Ekkor alakultak ki a jelenleg is alkalmazott korszerű tömítési rendszerek, és a gyártástechnológia is nagyot fejlődött. A kőanyag csöveket gondos agyag előkészítés után nedvesen sajtolják, majd szárítás után magas hőfokon kiégetik. A korszerű gyártástechnológiának köszönhetően napjainkban kőanyag-csövek nem igénylik a sómázazást, mivel a belső felületük tökéletesen sima, és a csövek teljesen vízzáróak. A Hepworth cég a világon egyedülálló technológiával gyártja a SuperSleve csöveket, amelyek a hagyományos alagútkemencétől teljesen eltérő szerkezeti kialakítású ún. „gördülőkemencében” kerülnek kiégetésre 2-3 óra alatt. Ennek következtében kiváló minőségű anyag kerül a vásárlókhoz. A kőanyagcsövekből nyomott szennyvízvezeték nem készíthető az alapanyag rideg tulajdonsága miatt. További jellemzője, hogy agresszív szennyvizekkel szembeni ellenállása kiváló; könnyen törik; rövid (1,0 m) csőhosszal gyártják; a legdrágább csőanyag.

Monolitikusan, a helyszínen készülő csatorna (betonból vagy falazó elemekből)

A monolitikus csatorna építését speciális körülmények (pl: süllyedésre, talajmozgásra, csúszásra hajlamos területeken) indokolhatják.

Azbesztcement

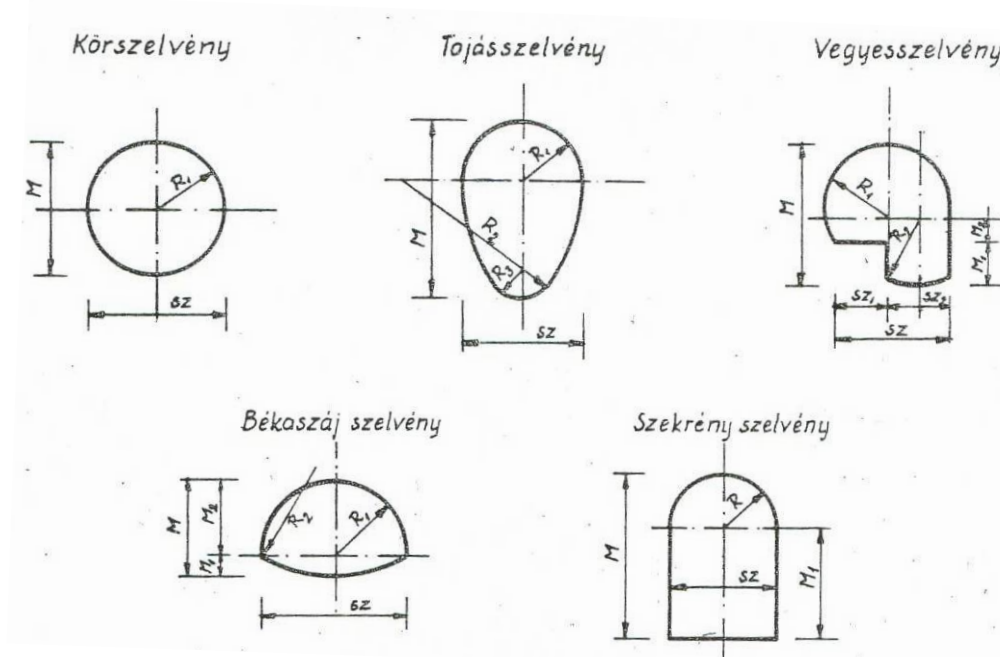
Manapság már nem építenek belőle csatornát, de beépítve találkozhatunk vele. Előnye a jó vízzáróság; hátránya, hogy törékeny és drága.

4.5.2. Zárt szennyvíz csatorna átmérőtől függő elnevezése

- nem mászható csatorna ($D < 80 \text{ cm}$)
- mászható csatorna ($D = 80\text{-}150 \text{ cm}$)
- járható csatorna ($150 \text{ cm} < D$)

4.5.3. Alkalmazott szelvény típusok

- Körszelvény: ha mód van rá, ezt kell alkalmazni, hidraulikailag a legkedvezőbb;
- Normál tojásszelvény: teherbírása kedvezőbb a körszelvélynél;
- Békaszáj szelvény;
- Parabolaszelvény (padkás és normál);
- Körszelet szelvény;
- Párizsi szelvény,
- Vegyes szelvény,
- Szekrény szelvény.



41.ábra Csatornák gyakori szelvény típusai

4.5.4. Csőfektetés

A csatornaépítés fázisai következők:

- a kitűzés,
- a munkaárok kiemelése,
- a munkaárok dúcolása,
- belterületen szükséges átjárók megépítése,
- a víztelenítés,
- a munkaárkot keresztező közművek védelme,
- az ágyazat elkészítése,
- a cső épségének beépítés előtti ellenőrzése,
- a cső adott irányú elhelyezése az árokfenéken,
- a csőkötés készítése,
- a cső irányba állítása és rögzítése,
- a csőkötés vizsgálata.

Az árokban lévő csöveket meg kell óvni minden mechanikai hatástól, különösen a visszatöltés és tömörítés alatt. A csövek pontszerű felfekvése még átmenetileg sem engedhető meg. Tokos csövek esetén, a tokon való felfekvést különös gonddal kell kiküszöbölni. Műanyag csővezetékek árokba fektetésekor a vezetékrendszer hosszú élettartamát a gondos, jól tömörített alá- és beágyazás biztosítja.

4.5.5. Ágyazat kialakítása

Az előregyártott csatornák alatt az egyenletes felfekvést mindig ágyazattal kell biztosítani.

- Az ágyazat vastagsága a cső átmérőjének 15 %-a, de minimum 10 cm.
- Az ágyazat tömöríthetősége: $T_{ry}^{\min} = 85 \%$
- Az ágyazat maximális szemnagysága: $D_{\max} = 15 \text{ mm}$
- Az ágyazatot minimum 90°-os szögben kell elkészíteni.
- A cső fölé minimum 30 cm-es magasságig olyan talajt kell visszatölteni, amelynek a tömörödés után tömörsége minimum 85 %.
- A cső statikai teherbírása növelhető betonba való ágyazásával.

4.5.6. Csatorna tartozékok és műtárgyak

Tartozékok:

- bekötések,
- aknák,
- víznyelők,
- csatlakozások, elágazások,
- zsír-, benzin-, és olajfogók.

Műtárgyak

- aknák,
- vészkiömlők,
- keresztezések,
- kitorcolások,
- átemelők.

Aknák

Az aknák rendeltetése, hogy biztosítják a csatornába való lejutást, a csatorna ellenőrzését, tisztítását, karbantartását, valamint a csatorna szellőzését.

Az aknák helye lehet iránytörésnél, szelvényváltásnál, lejtésváltásnál, csatorna bekötésnél, elágazásnál, a csatorna kezdő- és végpontján.

Aknák alaprajzi elhelyezkedése

- ha a csatorna átmérője $\varnothing < 80$ cm, akkor tengelyaknát kell alkalmazni
(a csőtengely egybeesik az akna tengelyével)
- ha a csatorna átmérője $\varnothing > 80$ cm, akkor
előre-gyártott csatorna esetén oldal- vagy tengelyaknát
monolit csatorna esetén oldalaknát kell alkalmazni.

Aknák fő szerkezeti részei: a fedlap a lebúvónyílással, a felsőszűkítő, a leszálló rész, az alsószűkítő és az aknakamra.

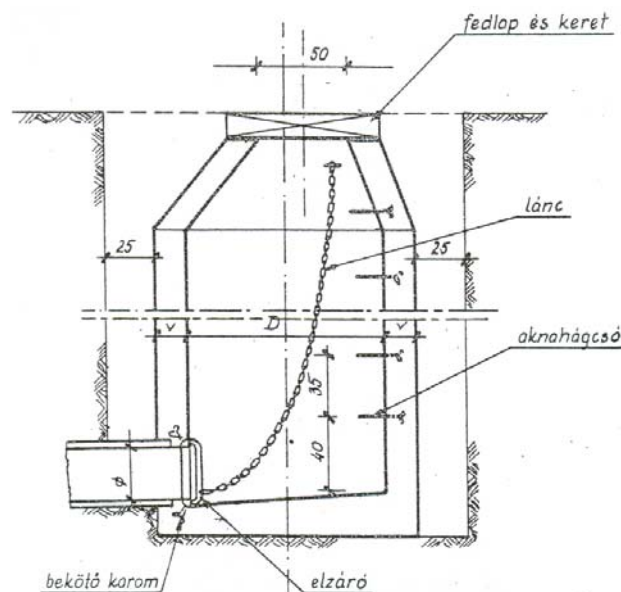
Az aknák egymástól való távolságát:

- a csatornarendszer anyaga és rendszerének sajátosságai,
- a szennyvíz összetétele,
- a csőre történő rákötések száma,
- a csatorna átmérője, és lejtése,
- a tisztító- és vizsgáló eszközök hatótávolsága határozza meg.

Szerkesztési szabályok

- Monolit aknák esetén 50 cm-es csőcsonkot kell bebetonozni. Ha az akna kamra előre gyártott, akkor a csőcsonkokat utólag helyezik be (a vízzáróságot tömítőanyaggal kell biztosítani.)

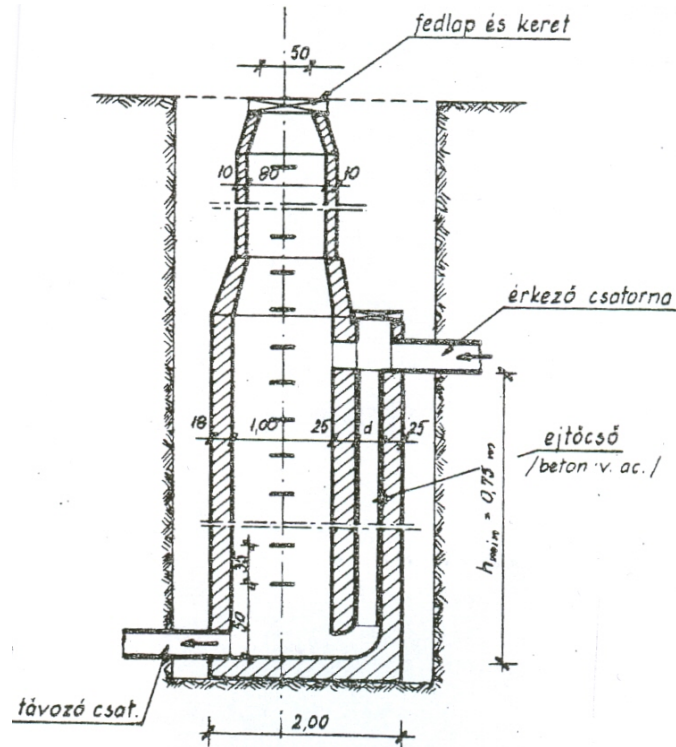
- Az aknakamra minimális átmérője 1,0 m; minimális magassága 1,0 m; de a legfelső betorkolló cső felett minimum 20 cm-nek kell lenni.
- Az aknakamra fenekét előre gyártott aknakamra esetén, a helyszínen monolit folyókával kell ellátni.
- Az aknába való lejutást hágcsóval kell biztosítani, a foktáv 35 cm. A legalsó fok maximum 50 cm-re lehet a folyási fenékszíntől.



42.ábra Elzárószerkezettel ellátott (öblítő) végakna

Bukóaknák

- Ha a betorkolló csövek közti magasság különbség kisebb, mint 20 cm, akkor a folyókát surrantószerűen kell kialakítani.
- Ha a csatorna átmérő kisebb mint 50 cm; a vízhozam kisebb, mint $0,3 \frac{m^3}{s}$; és az érkező és távozó csatorna közti szintkülönbség kisebb mint 75 cm akkor az akna szabad bukással alakítható ki.
- Ha az érkező és távozó csatorna közti szintkülönbség nagyobb mint 75 cm, akkor ejtőcsöves bukóaknát kell betervezni.



43.ábra Ejtőcsöves bukóakna kialakítás

Öblítőakna

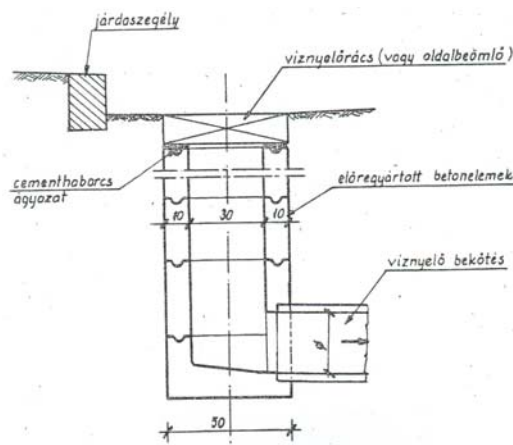
- Azon szakaszok felett kell elhelyezni, ahol a száraz idei úsztatási mélység $h < 3$ cm; a szárazidei középsebesség $V < 0,4$ m/s.
- Öblítőakna lehet közbenső vagy végakna is. Közbenső aknaként öblítő akna csak akkor alkalmazható, ha az akna által okozott felduzzasztás a felette lévő területen károsodást nem okoz.
- Az öblítőakna térfogata legfeljebb $V_{\max} = 2,5 \text{ m}^3$, de legalább egy aknaköznek megfelelő csőtérfogat.
- A minimálisan felduzzasztott vízmélységnek legalább 1,0 méternek kell lennie.
- Az akna feltölthető vezetékes vízből (drága) vagy bármely más vízből. (Vezetékes víz és akna közvetlenül nem csatlakoztatható, mert egészségügyi problémákat okozhat!)
- Ha a csatorna átmérője nagyobb, mint 50 cm, akkor gépi nagy nyomású öblítésre van szükség.

Víznyelő akna

Feladata az úttestre hullott vagy oda folyó csapadékvíz befogadása és bevezetése a csapadékvíz csatornahálózatba.

Beömlésük alapján két alap típust különböztetünk meg:

- *Függőleges beömlésű* az akna, ha a víz vízszintes víznyelő rácson keresztül jut be a csatornába. Általában nagy ejtésű utaknál alkalmazzák. A rács a forgalom irányára merőleges.
- Az *oldalbeömlésű* akna a közúti forgalmat nem zavarja, a víz függőleges víznyelő rácson keresztül jut be a csatornába. Általában 30 méterenkénti sűrűséggel, mélyebb fenékkal, úgynevezett iszapfogóval látják el. A bekötővezeték minimum 2,2 % eséssel építik. Régen a helyszínen betonozták vagy falazták. Manapság négyzetes keresztmetszetű, előregyártott betonelemekből, vagy 30 cm tokos betoncsövekből építik.



44.ábra Függőleges beömlésű víznyelő akna

Házi bekötőakna

A házi bekötőakna az ingatlan víztelenítését szolgálja.

Az ingatlanon keletkezett vizet a csatornába háromféleképpen lehet vezetni:

- aknán keresztül ($d_{\min} = 15 \text{ cm}; 10 \frac{0}{00} < I < 50 \frac{0}{00}$)
- közvetlenül a csatornába bekötő idommal,
- ha a csatorna átmérője nagyobb, mint 60 cm, akkor közvetlenül bekötő idom nélkül is ráköthető.

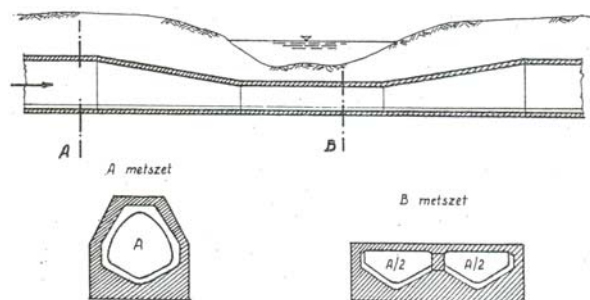
Mérőaknák

A mérőaknákat nagy szennyvíz kibocsátású üzemek, gyárak esetén célszerű alkalmazni, ha a csatornadíjat a mért szennyvízmennyiség után fizetik. A mérőaknába mérőbukót vagy mérőszűkületet építenek be, azáltal történik a mennyiségmérés.

Keresztező műtárgyak

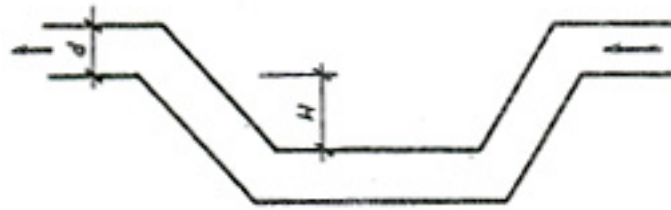
Keresztező műtárgyat kell építeni akkor, ha a csatorna vasúttal, úttal, vízfolyással vagy terepmélyedésekkel találkozik. A keresztezéseknek két alaptípusát különböztetjük meg.

- *A szoros keresztezésnél (csőáteresz)* - a csatorna fenékszintje nem változik, a bújtatás kisebb, mint az átmérő.

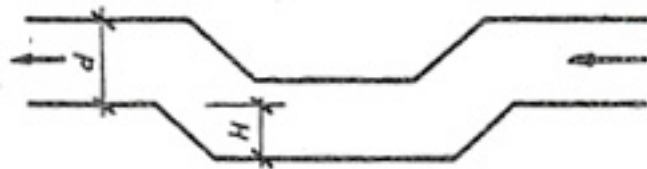


45.ábra Szoros keresztezés (csőáteresz)

- *A bújtatónál* - csatorna fenékszint a keresztezésnél megtörik. A bújtató részei a beömlési fej, a leszállócső, a középsőcső, a felszállócső és a kiömlési fej. A bújtatásnak két fajtáját különböztetjük meg, a teljes- (ha $H > d$) és a részleges bújtatást (ha $H < d$).



46.ábra Teljes bújrató



47.ábra Részleges bújrató

Bújrató alkalmazásának szabályai:

- beömlési-kiömlési fejnél aknát kell építeni,
- ha a $1 \text{ m/s} < v < 3 \text{ m/s}$ nem biztosító, akkor 2 vagy több párhuzamos vezetékkel kell építeni,
- ha a szennyvíz szárazanyagtartalma 200 g/l feletti, akkor a bújrató előtt mindig homokfogó műtárgyat kell építeni (drága, állandó üzemelés költség, ezért kerülni kell)
- ha a csatornába durvább szennyezőanyag érkezik, akkor a bújrató aknába durva rácst kell elhelyezni,
- az akna által okozott visszaduzzasztásnak 10 cm -nél nem lehet több.

5. SZENNYVÍZTISZTÍTÁS

A lefolyásra kerülő kommunális (házi) szennyvíz mennyisége a nap folyamán ciklusosan változik. Ez függ a lakosság szokásaitól, illetve az ingázók számától az adott településen. Általában 120 l/lakos,d szennyvízmennyiséggel kell számolni, ahol a számításba veendő lefolyási idő 14 óra. A vidéki városokban, illetve azokon a területeken, ahol a fürdőszoba ellátottság esetleg kisebb, a szennyvíz mennyisége, 100 l/lakos,d és a lefolyási idő 12 óra. Ebben az összegyűlt szennyvízben közel átlagosan 54 g/fő,d BOI_5 szerves anyagterhelést vehetünk számításba.

Az ipari szennyvizek esetében a biológiai oxigénigény alapján mért szerves anyagterhelés mellett a KOI/BOI aránnyal jellemezhető lebonthatóságot is figyelembe kell venni. Azoknál a szennyvizeknél, ahol a KOI/BOI₅ arány 8-nál nagyobb sok, nehezen bontható szintetikus szerves szennyezéssel kell számolni.

A különböző településeken keletkező házi szennyvizekben lévő szennyeződések fajtái alapvetően megegyeznek, arányuk azonban jelentős mértékben eltérhet egymástól. Amennyiben a házi és az ipari szennyvizek együtt kerülnek bevezetésre, az eltérés még nagyobb.

A tisztítás szempontjából a *házi szennyvizekben* lévő szennyeződések az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

- Úszó szennyeződések, halmazállapot szerint folyékonyak vagy szilárdak, a szennyvíz felszínén úsznak általában.
- Ülepíthető lebegőanyagok, a kolloidálisnál nagyobb szilárdszemcsék, ezek lehetnek szerves és szervetlen formájúak.
- Nem ülepíthető lebegőanyagok közé azokat a szerves és szervetlen kolloidális méretű szemcséket soroljuk, amelyek a Brown-féle mozgást végeznek.
- A szennyvízben oldott szennyeződések valójában szerves vagy szervetlen vegyületek és elegyek, amelyek mechanikai módszerekkel nem távolíthatók el.
- Görgetett szennyeződések, amelyek a csatorna fenekén a szennyvíz mozgási energiája következtében jut tovább a befogadóig, illetve azt tisztító telepig.

A kommunális szennyvizek döntően háztartási szennyvizet tartalmaznak, így ezeket háztartási, települési és városi szennyvízként is szokták említeni a keletkezés eredete szerint.

A tisztítás fokát a befogadó viszonyai és a szennyvíz mennyisége, gazdasági szempontok, valamint tisztítási határértékek határozzák meg. A városi szennyvizek esetében a tisztítás során három fokozatot különítenek el, amelynek technológiai kivitelezése során számos alternatíva lehetséges.

Az *elsődleges tisztítás* célja a durva szennyeződések eltávolítása, illetve a lebegőanyagok kivonása. Ezt a tisztítási eljárást mechanikai tisztításnak is nevezik, célja a szennyvíz biológiai tisztításra történő előkészítése. Önállóan csak ritkán felel meg az innen kikerülő tisztított szennyvíz a befogadó által támasztott minőségnek, ezért legtöbb esetben.

Másodlagos tisztítási fokozatra is szükség van, melynek célja a nem ülepszítható kolloidok és oldott szerves anyagok eltávolítása. Ezt a tisztítást biológiai tisztításnak is szokták nevezni, mivel a tisztítás biológiai folyamatok révén következik be.

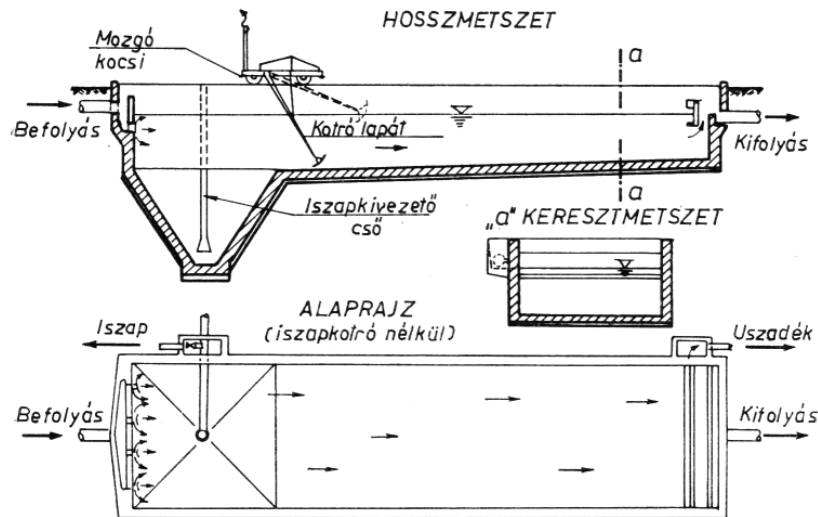
A *harmadlagos tisztítási fokozat* a másodlagos tisztítás eredményeként létrejött sók, illetve a szennyvízben még megtalálható tápelemek (nitrogén, foszfor tartalmú vegyületek) eltávolítása. Ezek a befogadóba bejutva alga túlburjánzást okoznak, amelynek eredményeképpen fellépő eutrofizáció következtében jelentős vízszennyezéssel lehet számolni. A tápanyagok eltávolítása kémiai és biológiai módszerekkel történhet.

5.1. MECHANIKAI SZENNYVÍZTISZTÍTÁS

A szennyvizek mechanikai tisztítása a viszonylag egyszerű és régen alkalmazott tisztítási eljárások közé tartozik. Ennek célja, a nagyméretű, durva úszó és lebegő szennyeződések eltávolítása a szennyvízben lévő ásványi és szerves lebegőanyagok valamint folyékony és szilárd úszóanyagok eltávolítása.

A mechanikai tisztítóberendezések az alábbi műtárgyakat foglalják magukba:

- Kő és kavicsfogók, szennyvízrácsok, szűrők és aprító szűrők, ahol a nagyméretű, úszó és lebegő szilárd anyagokat távolítják el szűrőhatás és aprítás révén.
- Homokfogók, melyben a nagyrészt kisméretű ásványi anyagok gravitációs esetleg centrifugális elven történő eltávolítását oldják meg.
- Ülepítők, nagyrészt kisméretű úszó és lebegőanyagok gravitációs esetleg centrifugális erősegítségével oldják meg a tisztítást.
- Hidrociklonok, nagyrészt kisméretű úszó és lebegő szilárd anyagok centrifugális erőhatás illetve kisebb mértékben gravitációs erő hatására távolítják el.
- Úsztató berendezések, flotációs medencék, sűrítők és oldó medencék ahol a kisméretű úszó és folyékony, esetleg szilárd anyagok eltávolítását általában gravitációs erő hatására vagy flotációval illetve sűrítéssel oldják meg.



48.ábra Hosszanti átfolyású homokfogó

5.2. BIOLÓGIAI SZENNYVÍZTISZTÍTÁS

A mechanikailag eltávolítható szennyezés után a még magas szerves és lebegő anyagtartalmú szennyvizet mesterséges vagy természetes biológia folyamatok révén tisztítják tovább. A biológiai szennyvíztisztítás a mikroorganizmusokban lejátszódó biokémiai reakciókon alapul. A biológiai tisztítás lényegében az élővizekben illetve a talajban lejátszódó tisztításhoz hasonlít. Attól függően, hogy a mikroorganizmusok működésükhöz oxigént igényelnek-e, beszélhetünk aerob, illetve ha nem igényelnek, sőt tevékenységükre káros akkor anaerob mikroorganizmusokról, és ennek megfelelően aerob illetve anaerob tisztításról.

Az aerob és az anaerob szennyvíztisztítás során a mikroszervezetek a szennyvízben található szerves anyagokat használják fel energiatermelésre, lebontási termékeik, kis molekulájú stabil vegyületek, mint például szén-dioxid, metán, kén-hidrogén, ammónia stb. A szerves anyagnak a sejtekbe beépült része ülepítéssel eltávolítható a rendszerből, mielőtt a megtisztított szennyvíz a befogadó vízfolyásba kerülne. Az energiatermelés során a szerves anyag többi részéből képződő stabil végtermék egy része gáz alakban távozik a rendszerből. Az aerob folyamatok biztosításához állandó oxigénellátásra van szükség, amelyet mesterséges levegő bejuttatással, levegőztetéssel biztosítanak a tisztítóberendezésben.

A biokémiai folyamatok vagy természetes, vagy mesterséges úton mennek végbe. A természetes folyamatok játszódnak le az élővizek öntisztulása során a szennyvízöntözésnél és a talajon való átszűrésnél. Mesterséges eljárások azok, melyek során a mikroorganizmusok tevékenységéhez szükséges feltételek mesterségesen emberi beavatkozás után teremthetők meg. A természetes és mesterséges folyamatok alapfolyamatait tekintve lényegében azonosak és technológiailag kombinálhatóak. A mesterséges berendezések segítségével azonban a folyamatok kisebb helyen és gyorsabban játszódhatnak le, amelynek az ára a magasabb energia és üzemeltetési költsége.

5.3. KÉMIAI UTÓTISZTÍTÁS

A kémiai tisztítás lépései:

- a koaguláció - a vegyszerek gyors bekeverése eredményeként a nagyon finom részecskék mikropelyhekké tömörülnek;
- a flokkuláció - a koaguláció után következő folyamat, amikor a szennyvizet gyengén kell keverni, így már nagyobb pelyhek keletkeznek.

A folyadék-szilárd anyag szeparációját ülepités, flotáció vagy szűrés biztosítja. A kémiai tisztítás, mint utótisztítás az előülepitő vagy az utőülepitő után kapcsolt medencékben történik.

5.4. BIOLÓGIAI SZENNYVÍZTISZTÍTÓ ZSEBTELEPEK

A nagy tisztító telepeken kialakított technológiákból összerakott kisebb kapacitású szennyvíztisztítóknak (zsebtelepeknek) az egyes moduláris részei hasonlóak a nagy tisztítókhöz. Az első lépcső minden esetben valamilyen szennyvízrács, illetve szennyvízülepitő, ahol a durva szennyeződések és az ásványi anyagokat választják le. A második része általában egy olyan biológiai tartály, amelyben sűrített levegőt osztanak szét valamilyen kerámia vagy rozsdamentes acélfejen keresztül, és ebben a tartályban a biológiai mikroba tömeg végzi az oxigén adagolása mellett a szennyvíz szerves anyagjainak a lebontását. Az utolsó része a rendszernek általában valamilyen ülepitő, ahol a fölös iszapot választják le, illetve az iszap visszacirkuláltatását végzik a fő tisztító reaktortestbe. Általában 20.000 lakosegyenértékig alakítanak ki olyan zsebtelepeket, amelyeket még különböző iszap utókezelő, iszapprésszel, iszapcentrifugákkal is ki lehet egészíteni.

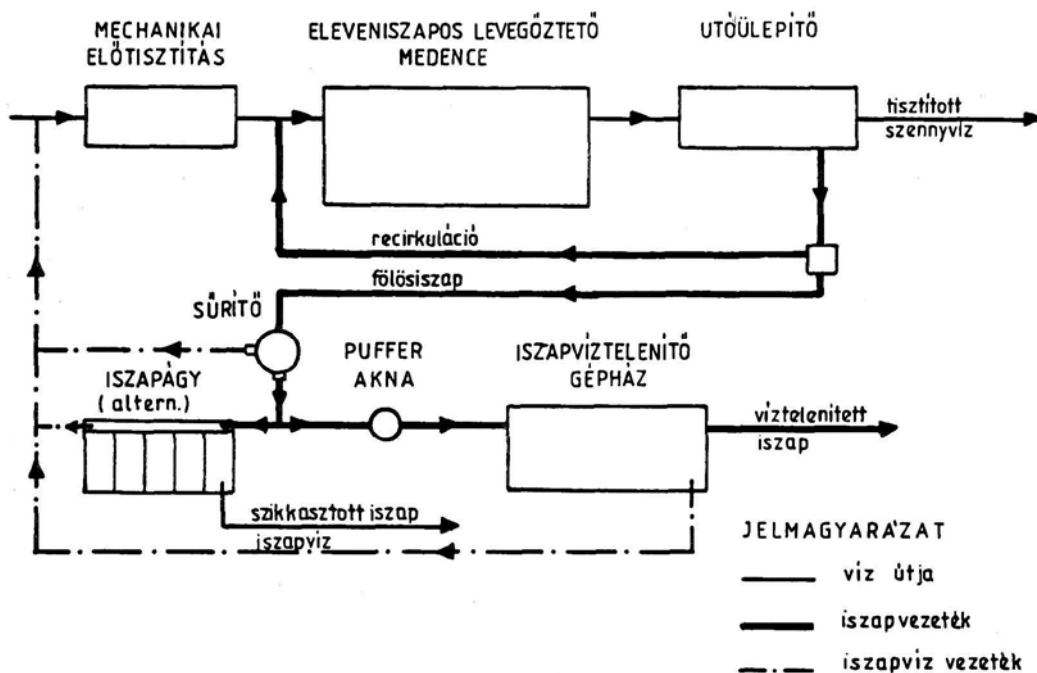
5.5. SZENNYVÍZISZAPOK KEZELÉSE

A szennyvíz tisztítása során másodlagos anyagként szennyvíziszap (szilárdfázis) keletkezik. Az eddig megismertekből következik, hogy a keletkező iszapok tulajdonságai illetve környezetvédelmi, közegészségügyi problémái szorosan összefüggenek a kezelés mikéntjével. A szennyvíztisztítási módszerek meghatározása során mindig figyelemmel kell lenni a szennyvíziszap elhelyezésére. A szennyvíziszapokban felgyülemelő nehézfémek toxikussá tehetik azt, illetve fertőzőek, mivel bennük féregpeték, patogén baktériumok, vírusok, stb. találhatóak. A szennyvíziszap további kezelése számos esetben megegyezik a hulladékkezelési technológiák területén is alkalmazott megoldásokkal.

A szennyvíziszap kezelésre alapvetően igaz hogy, a kezelési technológia milyensége a folyamat legkritikusabb részétől, azaz az elhelyezés illetőleg a hasznosítás módjától, valamint az érkező szennyvíz összetételétől függ.

A szennyvíziszap kezelés célja az anyag nedvességtartalmának csökkentése, bűz, szagártalom, fertőzőképesség csökkentése illetve megszüntetése.

A szennyvíziszap minősége jellemző az adott településre, leginkább a tisztítása technológiára, s így településenként változhat. Ezek a tényezők befolyásolják a későbbi felhasználási módot. A tisztítási technológiák hatásfokának javítása, illetve a fokozatok számának emelkedése általában az iszap mennyiségének növekedéséhez is vezet.



49.ábra A szennyvíz iszap kezelésének fázisai

Az iszapkezelés és elhelyezés fontosabb eljárásai:

- stabilizálása,
- iszapsűrítés,
- kondicionálás,
- iszap fertőtlenítése,
- víztelenítés,
- szárítás,
- komposztálás,
- szállítás, deponálás, elhelyezés.

6. GÁZELLÁTÁS

A gázenergia-szolgáltatás főleg települések belterületén és iparterületeken nagy jelentőségű, ahol a nagyszámú fogyasztó olcsó, higiénikus, könnyen szabályozható energiaforráshoz jut. A gázenergia-igényeket a fogyasztók jellege, a felhasználás módja és célja, továbbá a felhasználás készülékei határozzák meg. Az igények közüzemi kielégítésére két mód terjedt el, a városigáz- és a földgáz ellátás.

Az előző században a városi gáz ellátás dominált. A városi gázt szilárd tüzelőanyagokból (kőszén) állítottak elő. A világ nagy földgáz mezőinek feltárásával és a kontinenseket behálózó távvezetékek kiépítésével a földgázszolgáltatás került előtérbe. A hazai rendszerek jellemzője, hogy az országos távvezeték rendszerből átvett földgázt szolgáltatják a fogyasztóknak.

6.1. A gázellátás alrendszerei

A gázszolgáltató rendszerek általában a következő létesítményekből tevődnek össze:

- gáztermelés,
- gázkezelés,
- gázszállítás,
- nyomásszabályozás,
- gázelosztás,
- gáztárolás.

6.2. Gázvezetékek nyomástól függő elnevezése

A gázvezetéseket az üzemi nyomás ($p_{\bar{u}}$) alapján csoportosítják:

- kisnyomású gázvezeték: $p_{\bar{u}} \leq 100$ mbar,
- középnyomású gázvezeték: $100 \text{ mbar} < p_{\bar{u}} \leq 3$ bar,
- nagy középnyomású gázvezeték: $3 < p_{\bar{u}} \leq 10$ bar,
- nagynyomású gázvezeték: $p_{\bar{u}} > 10$ bar

Az építési költségek csökkentése vagy egyéb kényszerhelyzetek miatt néha emelt kisnyomáson biztosítják a szükséges gázenergiát. Az üzemi nyomás ilyen esetben legfeljebb 1000 mbar lehet.

6.3. A gázellátó hálózat alkotó elemei

A gázellátás rendszere a leginkább a vízellátási hálózatokhoz hasonlítható. Alapvető különbség, hogy a gáz szétosztása, tehát a hálózat is veszélyes üzemnek tekinthető. Az elosztóhálózatok nyomvonalára, anyagára, erőtani méretezésére és műtárgyainak kialakítására vonatkozó általános követelmények hasonlatosak a vízellátó rendszerekéhez. A gázhálózatok elemei az alábbiak:

- távvezeték - a termelőtelep és a gázfogadó állomás között helyezkedik el,
- gázelosztó vezeték - a gázt a fogyasztókhoz szállító vezeték (ez a közművezeték),
- csatlakozó vezeték - a fogyasztói gázmérőig tartó bekötővezeték.

A hálózatok anyagaként varrat nélküli és spirálhegesztésű, szigetelt acélcsövet, de nagyobb részt KPE csövet használnak fel.

A KPE cső rendkívüli előnye, hogy rossz vezető képessége miatt egyedülálló az ellenállása a szokásos korrozív hatásokkal szemben.

Az acél csővezetéseket és szerelvényeiket a külső korrózió ellen az alábbiak szerint lehet és kell védeni:

- passzív védelemmel - a passzív korrózióvédelem alkalmazásának feltétele a jó anyagminőség és a kellő szigetelést nyújtó, időtálló bevonat. Magyarországon az acélcsöveket, az 1970-es évek közepe óta, többnyire ragasztott, csévélt, műanyag lemezzel szigetelték és azt fóliával védték. Ez a szigetelés gondos kezelést igényelt a szállítás, a tárolás és az elhelyezés során. A gázipari felhasználású acélcsöveket újabban a gyártóműben extrudálással felhordott KPE védőburkolattal látják el,
- aktív védelemmel - aktív védelemként a szívkötéses, galván-anódos, és külső áramforrású katódos korrózióvédelem alkalmazható. Ezek költségigénye jelentős, valamint gondos előkészítést és körültekintő tervezést kívánnak meg, különös tekintettel a gázvezeték közelében lévő fémes földalatti vezetésekre és szerkezetekre;
- egyidejű aktív és passzív védelmével.

7. TÁVHŐ ELLÁTÁS

A távhőszolgáltatás az épületek hőellátásának korszerű módja, amit az egész világon elterjedten használnak. A központi fűtéstől abban különbözik, hogy a tüzelőanyag elégetése nem az épületekben, hanem attól távolabb, olykor nagy távolságban történik.

A hőellátás kommunális és ipari igényeket kiszolgáló tevékenység.

Területi kiterjedés alapján megkülönböztetik:

- az egyedi központi fűtést (egy épületen belül),
- a tömbfűtést,
- a körzetfűtést,
- a városfűtést és
- a fűtőerőműveketl.

A távhőellátáson belül a távfűtés csak azokon a területeken létjogosult, ahol a hőigénysűrűség eléri a $40\text{-}60 \text{ MW/km}^2$ értéket.

A távhőellátó rendszer elemei:

- távvezeték - a fogyasztói területig szállítja a hőenergiát,
- gerincvezeték - a fogyasztói területről a hőenergiát a fogyasztói körzetekbe irányítja,
- elosztóvezeték - a gerincvezetékből a hőfogadó irányába vezet,
- bekötővezeték - az elosztóvezetékből a fogyasztói hőközpontokba vezet
- fogyasztói hálózat - a hőfogadóból kiindulva a hőfogyasztó saját körzetén belül látja el a felhasználóberendezéseket,
- elosztóközpont - a rendszer közbenső pontján átveszi, átalakítja, elosztja és méri a hőhordozót.

Hőhordozó közeg szerint:

- melegvíz-fűtési rendszerről,
- forróvíz fűtési rendszerről,
- kisnyomású gőz-távűtésről, és
- középnyomású gőz-távűtésről beszélhetünk.

A vezetékek kiépítése lehet:

- sugaras - a fogyasztó csak meghatározott úton látható el;
- körvezetékes - a gerincvezeték kört alkot;
- egyvezetékes rendszer - gőz hőhordozó esetében használatos, akkor, ha nagy a szállítási távolság, ha korlátlan mennyiségben található megfelelő minőségű víz és a kondenzvíz a felhasználási helyen hasznosítható;
- kétvezetékes rendszer - meleg- és forró víz hőhordozónál a leggyakoribb;
- háromvezetékes rendszer - ritkábban használatos, ott indokolt, ahol a téli és nyári hőigény között igen jelentős eltérés van.

A csőhálózatok méretezését hidraulikai és szilárdsági szempontból egyaránt el kell végezni. A szilárdsági méretezés a csővezeték falvastagságának meghatározásához szükséges. Ennél a maximális üzemi nyomást kell figyelembe venni. Az üzemelő csővezetékben a nyomás három részből tevődik össze:

- hidrosztatikus nyomás, amelynek értéke a csővezeték legmagasabb pontjának függvénye,
- párolgási nyomás, a hőszállító közeg hőfokának függvénye (130-180°C között: 2,8-10,1 bar)
- keringési nyomás, amely a csővezetékrendszer hosszától, a csőkeresztmetszettől és a hőszállító közeg sebességétől függ.

8. VILLAMOSENERGIA ELLÁTÁS

A villamos energia csak jelentéktelen mennyiségben tárolható. Ez azt jelenti, hogy az energia termelő erőművek kapacitásának minden esetben nagyobbak kell lennie, mint a csúcstherhelések. A csúcsterhelések itt is - mint a többi közműnél - időben változnak. Ezen, de egyéb okok miatt is, a villamosenergia-iparban döntő jelentősége van az egyes rendszerek közötti kooperációnak.

Az elektromos energiát az elektromos távvezetékhalozatok juttatják el a forrástól a felhasználás helyére, ahol szétosztják a fogyasztók között. A forrás bármilyen erőmű lehet. Közben állomások, transzformátorok, távvezeték-oszlopok és kábelek biztosítják az elektromosság állandó áramlását.

A villamosenergia ellátás három részre osztható:

- Erőművek,
- Elektromos hálózat,
- Fogyasztók.

A üzemelése alapján az erőmű lehet:

- atom,
- szénhidrogén,
- szén, és
- megújuló energiaforrás.

Hazánkban ellátás rendszere az alábbiak szerint alakult ki:

- alaphálózat: 400 (220) kV-os, amelybe az erőművek közvetlenül táplálják be a villamos energiát,
- főelosztó-hálózat: 120 kV-os csomóponti állomásokból látják el energiával a területi terhelési súlypontokat,

- középfeszültségű elosztóhálózat: régebben 35-, jelenleg 20- és nagyvárosok belterületén 10 kV-os, amely a főelosztó-hálózati alállomásokról szállítja az energiát a fogyasztói területen elhelyezett közép-, illetve kiefeszültségű transzformátor állomásokig.

Az alaphálózatok szinte kizárólag **szabadvezeték**ként létesülnek. A főelosztó- és elosztóhálózatokat - főleg városi területeken - **kábelhálózat**ként alakítják ki. Ez részben a megközelítési távolságok kötöttségeivel, másrészt esztétikai igényekkel hozható összefüggésbe.

A villamosenergia nagytávolságú, gazdaságos átvitelének egyetlen lehetősége a **szabadvezeték**. A nyomvonal megválasztását a szabadvezeték feszültség szintje határozza meg. A nagyfeszültségű hálózat csak mezőgazdasági terület felett, a középfeszültségű hálózat utak mellett mehet. A fogyasztóhoz kiefeszültségű hálózatok továbbítják a villamosenergiát. Többségükben szabadvezetékesek és ilyenek a fogyasztói csatlakozások is.

A szabadvezetékek tartószerkezeteit többféleképpen osztályozhatjuk:

- az építési anyag szerint: fa-, vasbeton, különleges acélbeton és acéloszlopok;
- szerkezet alakja szerint: zárt törzsű, csuklós portál-, keret- és ökörfejes oszlopok acélból az alap-és főelosztó-hálózatok részére; iker-, vak-, kitámasztott, kikötött és rácsos oszlopok fából és vasbetonból, elsősorban középfeszültségnél alacsonyabb feszültség szint részére;
- az oszlopszerkezet rendeltetése szerint: tartó-, sarok-, sarokfeszítő-, feszítő-, végfeszítő-, elágazó-, keresztező- és transzformátortartó oszlopokat különböztethetünk meg.

A **kábelhálózatokat** a szabadvezeték helyett használják. Főként városi és ipartelepek villamosenergia ellátására szolgálnak, főelosztóként vagy elosztóhálózatként egyaránt. A kábelek nyomvonala a meglévő vagy tervezett létesítményekkel lehetőleg párhuzamosan haladjon, kereszteződés esetén pedig lehetőleg merőleges legyen a létesítményre

A nagyfeszültségű kábelek fektetési mélysége:

60 kV	1,0m
120 kV	1,2 m
220-400 kV	1,5m.

9. TÁVKÖZLÉS

A távközlő berendezések azok a közhasznú vezetékes-, vagy vezeték nélküli rendszerek, amelyek hírek, üzenetek, állapotok távjelzésére, továbbá forgalmi és közüzemi távirányításra, távvezérlésre használhatók. A fejlődése az utóbbi évtizedben igen jelentős volt. Különös jelentőségű a tömegkommunikáció a vezetékes és vezeték nélküli rendszereinek fejlődése.

A vezeték nélküli rendszerek fejlesztéséhez a település esztétikáját is jelentősen érintő tornyok, átvadó állomások és egyéb létesítmények tartoznak. Az elkövetkező évek fontos feladata a jeltovábbító rendszerek oszlopszerkezeteinek újra értékelése és a telepítések átgondolása, a tájat zavaró-, felesleges tornyok megszüntetése.

A városi vezetékes távbeszélő-állomások számának gyors növekedése a kábelek számát, és így az elfoglalt területet jelentősen növeli. A posta szolgáltatásai közül a levél-, csomag-, távirat- és hírlaptovábbítás is fontos feladat. Nagyobb külföldi városokban ezek részére gyűjtőközművek létesítését tervezik. A távközlési létesítmények költségigényes eleme a vezeték.

Ezek közül a legelterjedtebbek a távbeszélő hálózatok, amelyek föld felett és föld alatt egyaránt elhelyezhetők. Mindkét hálózati rendszer közös tulajdonsága, hogy a nyomvonalaik az utak és vasutak vonalvezetését követik. Ez alól csak a villamosított vasútvonalak képeznek kivételt, a hálózati zavarok miatt.

A föld feletti hálózatokat kisebb településeken, vagy nagyobb települések alárendeltebb részein alkalmazzák. Ezek tartószerkezetei a betongyámokhoz erősített, átítatott fenyőfaoszlopok. Egyre ritkábban alkalmazzák az épületfalakra rögzített tartókonzolokat. Oszlopsoros vonalakon a vég-és törésponti oszlopokat, továbbá a szabályos távolságokban ismétlődő közbenső oszlopokat huzal-merevítéssel látják el. Városok belterületén és fontos helyközi nyomvonalaknál főként kábelt alkalmaznak.

A föld alatti kábeleket általában alépítményben helyezik el. Az alépítmény megtervezése és kialakítása megegyezik az elektromos energiaellátásnál ismerttetett kialakításokkal. A védőcső megoldás különleges esete a fénykábelek védelme, melyeknél a PE nyomócső-, és az ezekhez tartozó mechanikai szorítókötések alkalmazása került előtérbe. Az alépítmények szerves részei az aknák és a szekrények, amelyeket magassági- vagy vízszintes iránytöréseknél, elosztó- és táphelyeken, helyközi kábelek

nyomvonalán, az erősítők védelmére, továbbá kábelbefűzési céllal létesítenek. Ezek hazai viszonylatban monolit beton és vasbeton szerkezetűek. Külföldön gyakori a PE aknák alkalmazása. Az akna-, és szekrényméretetek tipizáltak, de a változó helyszíni adottságoknak megfelelően gyakori az egyedi aknaépítés is.

10. KÖZMŰ RENDSZEREK

A közművek egyedi- és közműrendszerként történő tervezése során az elhelyezést az MSZ 7487 szabványsorozat 1980-ban kiadott módosítása szerint célszerű előirányozni. A módosítás óta eltelt időszakban bekövetkezett legfontosabb változást a 123/1997. (VII.18.) Kormányrendelet jelenti, mely módosítja a vízszállító- és elosztó vezetékek védősávjára vonatkozó előírásokat.

IRODALOMJEGYZÉK

Darabos Péter-Mészáros Pál: Közművek (Kézirat, 2004)

Dima András-Jordán Péter: Települések közműellátása (Tankönyvkiadó, 1991)

Mészáros Pál: Települések közművesítése (Műszaki Könyvkiadó, 1983)

Dr. Öllős Géza: Csatornázás-szennyvíztisztítás (AQUA kiadó, 1990)

Dr. Öllős Géza: Vízellátás K+F (VÍZDOK, 1987)

Dr. Öllős Géza-Dr. Borsos József: Vízellátás-csatornázás I. (Műegyetemi kiadó, 1994)

Petróczky Ferenc: Közműépítés (Kenguru kiadó, 1997)