



LABORATÓRIUMI MŰVELETEK

Ebben a modulban az Általános laboratóriumi technikus szakképesítés laboratóriumi műveletekkel, valamint ipari folyamatokkal, műveletekkel, félüzemi gyakorlatokkal összefüggő alapozó ismeretanyagot foglaltuk össze.

A program nyolc központi szóbeli tétel kidolgozásához és az ezzel összefüggő írásbeli feladatok megoldásához szükséges tananyagot, valamint a műveleti laboratóriumi gyakorlatok anyagához ad segítséget. Feltételezi az aktív önálló tanulást és a feladatok, mintapéldák maradéktalan megoldását.

Laboratóriumi műveletek (1)

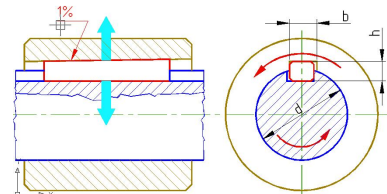
Laboratóriumi műveletek alatt ebben a modulban az üzemi laboratóriumban vagy kísérleti üzemben előforduló, gépi segítséggel végzett anyagelőkészítő, hűtő, fűtő, keverő, aprító stb. munkálatokat értjük. Annak érdekében, hogy a vegyiparban leggyakrabban előforduló gépek, eszközök, készülékek működését megértsük és használatát elsajátítsuk, a következőkben áttekintjük a műszaki géptan legfontosabb ismereteit, az ábrázolási módokat, a gépek és készülékek azonosításához, működésük felismeréséhez szükséges mértékig.

GÉPEK, GÉPELEMEK, FOLYAMATOK ÁBRÁZOLÁSA ÉS VIZSGÁLATUK

GÉPELEMEK FOGALMA, CSOPORTOSÍTÁSA

- Gépek, szerkezetek önálló tulajdonságú részei **NEM ALKATRÉSZEK!**
- Erőt, nyomatékot, teljesítményt közvetítenek
- Jellemző csoportok:
 - KÖTŐGÉPELEMEK (csavar, szegecs, ék, retesz)
 - TÁMASZTÓ GÉPELEMEK (csapágy, tartó, rugó)
 - FORGÓ GÉPELEMEK (tengely, tengelykapcsoló)
 - HAJTÓMŰVEK (dörzshajtás, fogaskerék-hajtás)
 - EGYÉB GÉPELEMEK (pl. tartályok.....)

A felsorolás gyakran önkényes, és az egyes típusok között átfedések is lehetnek. Például az ék és a retesz egyszerre kötő gépelem is és forgó gépelem is. Ezt úgy kell érteni, hogy egy tengely és a rászert tárcsa együttfutását, mint kötőgépelem, a retesz biztosítja, de a retesz egyúttal forgómozgással átadott teljesítmény továbbítására szolgál. (Erőt ad át!)





Nem győzzük hangsúlyozni, hogy a gépelemek **nem tévesztendőek össze az alkatrészekkel.** Egy hajtómű – például egy gépkocsi sebességváltója – tucatnyi alkatrészt tartalmazhat, mégis működés szempontjából egy egységet alkot. Ugyanígy egy **vegyipari tartály** az összes szerelvényével, csomópontokkal és alátámasztásokkal egy egységnek, vegyipari gépelemnek (is) tekinthető.

GÉPEMEK ÁBRÁZOLÁSA

A gépelemek ábrázolása nem igényel különösebb rajzi tehetséget, hanem az ábrázolási szabályok pontos ismeretét, elsajátítását.

- **ÁBRÁZOLÁSI MÓDOK:**
 - **szabadkézi vázlat, elvi ábrák;**
 - **perspektivikus térbeli ábrák;**
 - **axonometrikus (torzított perspektíva) ábrák**
 - **vetületi ábrázolás**
- **ÁBRÁZOLÁSI SZABVÁNYOK ÉS SZABÁLYOK**

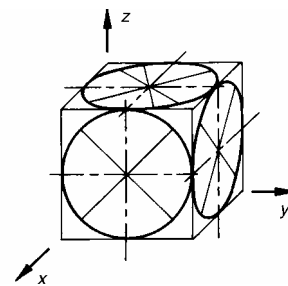
A műszaki rajzokat szabványos előírások szerint készítjük. A legfontosabb szabványok:

- **rajzlap-méretetek és méretarányok (nagyítás, kicsinyítés)**
- **vonaltípustagságok**
- **vonaltípusok (kontúr, szerkesztő, méretező, szimmetria stb.)**
- **különleges jelölések (metszet, kitörés, menet, egyszerűsítés)**
- **méretezés és méretmegadás (méretek, jelölések, tűrések)**

Az ábrázolási ismereteket legtöbbször torzított térbeli ábrák, ún. axonometrikus rajzok segítségével tanulmányozzuk. Az axonometria szó görög eredetű, és kissé pontatlan, értelmező fordításban „tengelyre szerkesztést” jelent. Különböző szerkesztési módok léteznek, ebből a műszaki gyakorlatban a **frontális axonometria** használatos. Jellemzői:

- 45° -os tengelyek
- 1:1 / 1:2 méretezés
- könnyen szerkeszthető, viszont:
- fontos a nézősík kiválasztása

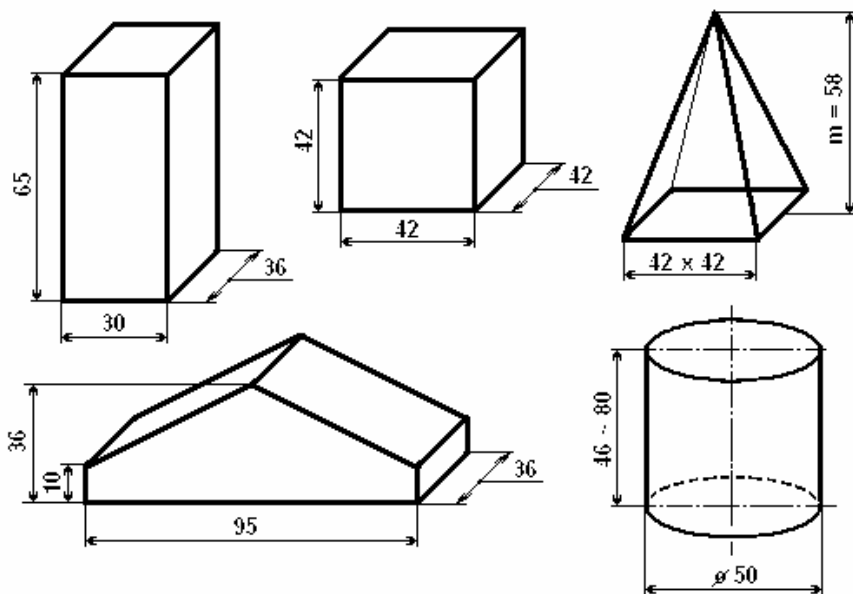
Az ábrán látható kocka előlnézeti képe az eredeti alaknak és méreteknél megfelelő, viszont a rajzlap síkjára „merőleges” ábraelemeket az eredeti nagyságuk felében ábrázoljuk, így a kocka lapjára rajzolt szabályos kör ferde ellipszissé torzul.





Gyakorló ábrák:

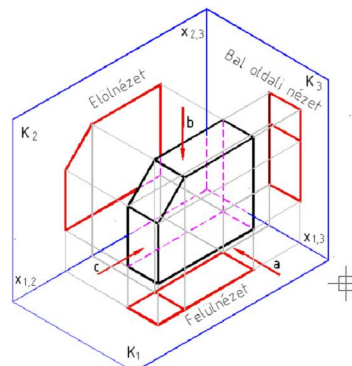
Illesszünk össze három különböző elemet, és készítsük el az axonometrikus rajzot!



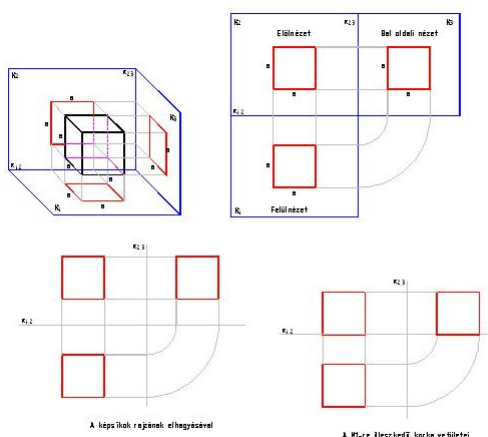
A műszaki életben a **vetületi ábrákat** használjuk. Ezek a térbeli tárgy oldalainak szabályos „kivetítése” az oldalakkal párhuzamos síkokra.

–Nézetek, mint képsíkok (elől-, felül-, oldalnézet)

–A gyakorlatban, ha jól választunk, elég egy képsík!



A három **képsíkot** egymás mellett elrendezve kiterítjük!



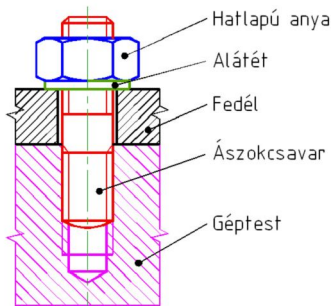
Megállapodás szerint a tárgy előlnézetéhez képest a felülnézet **alulra**, a baloldali oldalnézet **jobbra** kerül. A képsíkok egymáshoz képest elmozdíthatók. Az összetartozó pontokat a **vetítívonalak** jelölik ki.





A metszet célja, hogy a valóságban **nem látható részeket** megmutassa! Ilyenek lehetnek:

- Üreges belső kialakítású gépelemek
- Egymásba illesztett alkatrészek, gépcsoportok!



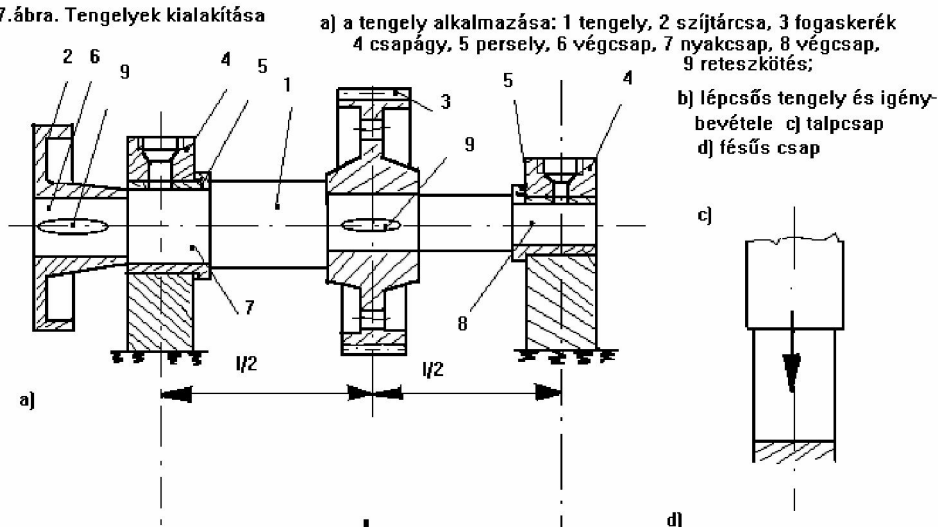
A példán látható metszet azt mutatja meg, ahogyan egy készülék **fedelét** a géptestben kialakított menetes furatba csavart **ászokcsavar** segítségével rögzítünk, úgy, hogy az ászokcsavarra **hatlapú anyacsavart** tekerünk.

Az egyes metszett darabokat a különböző irányú ferde vonalkák jelölik. A csavart és az anyát ugyanakkor nem metsszük el!!

Az ábrán a menetet a csavarorsóra rajzolt vékony vonallal (jelkép) ábrázoljuk!

Példaként tanulmányozzuk az alábbi ábrát!

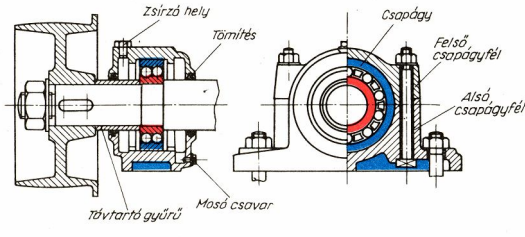
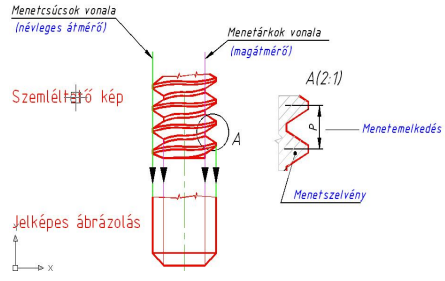
7. ábra. Tengelyek kialakítása



A **lépcsős tengelyre** balról egy **hajtótárcsát** szereltek retesszel. Középen **fogaskerék** metszeti rajza látható. A fogaskerékre az ábra alsó és felső részén látható pontvonal utal, ez jelkép. A fogaskerék teste „könnyített”, elvékonyított, sőt még furatok is vannak benne. A tengelyt két oldalról **csapágy** fogja közre. A csapágy**persely** színes fémből készült, és külön furaton lehet a kenőanyagot hozzávezetni. Ezek **siklócsapágyak**.



Készítsünk az előző példához hasonló szöveges elemzést az ábrán látható gördülő csapágyról!

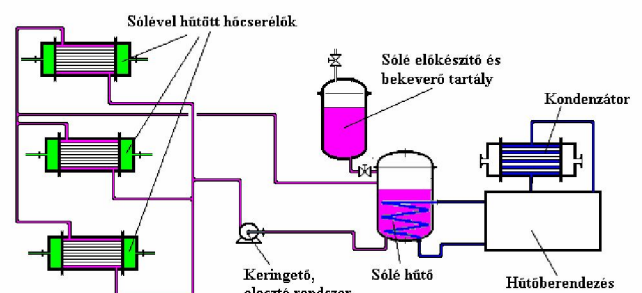
	
	<p>Az ábrázolás gyakori velejárója a jelképek alkalmazása, ilyen lehet például:</p> <ul style="list-style-type: none">– csavarmenet ábrázolása (ld. baloldalon);– fogaskerék ábrázolása;– hengeres testeken kialakított síkfelület ábrázolása (pl. szelepscso);– gépek, készülékek vonalas ábrái;– „robbantott” szerelési ábrák;– folyamatábrákon alkalmazott jelölések

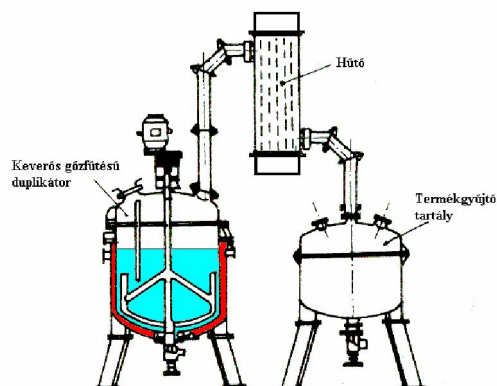
FOLYAMATÁBRÁK

A vegyipari műveleteket és folyamatokat vonalas ábrarendszerben jelenítjük meg. Ezek jellemzői:

- **SZABVÁNYOS JELKÉPRENDSZER ALKALMAZÁSA**
- **SÍKBA KITERÍTETT „DISZPOZÍCIÓ” (ELRENDEZÉS)**
 - Tartályok és készülékek logikai sorrendje;
 - Csövek, szerelvények funkcionális szempontból;
 - Műszerek a beírható (vagy számítógépes kijelzésre);
- **SPECIÁLIS CÉLÚ SZALAGDIAGRAMOK, ENERGIA ÁBRÁK**
 - Valódi energia ábra, léptékarányos – szélességi – csíkok;
 - Időbeli lefutást ábrázoló, ütemterv jellegű diagramok;
- **IRÁNYÍTÓTERMI MŰSZEREK ÁBRÁI**

Jobboldalon egy hűtőfolyadék előállító és keringető üzembrészlet **funkcionális**, működés bemutató folyamatábrája látható!





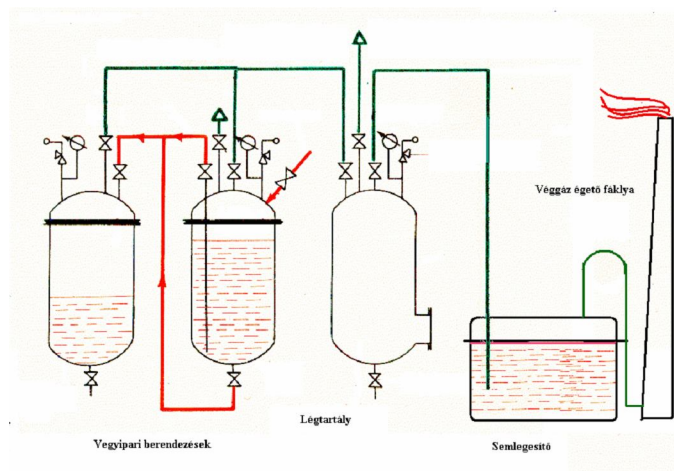
Ez az ábra egy szakaszos üzemetetésű lepárló **térbeli elrendezését** – diszpozícióját – szemlélteti!

(A szakaszos üzemetetés azt jelenti, hogy a baloldali, metszetben látható, horgonny alakú keverővel ellátott, a köpenye felől gőzzel fűtött tartályba betöltik az anyagot, majd az illékonyabb alkotójában dúsabb oldószert elpárologtatva, azt egy külön hűtőben cseppfolyósítják, és a jobboldali tartályban gyűjtik. Ha az alapanyag elfogy, a

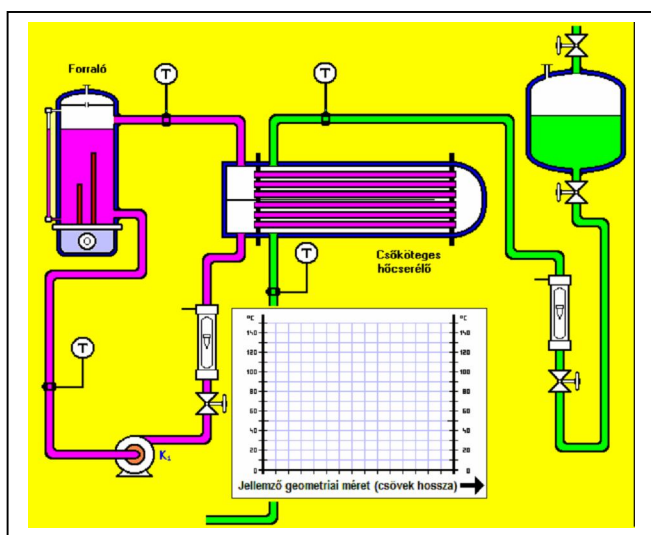
berendezés fűtését leállítják, és új anyaggal feltöltve az eljárást előlről kezdik.)

A „valódi” **folyamatábrák** a készülékek összekapcsolását, a kezelő szerelvényeket (például szelepek), és a legfontosabb műszereket is tartalmazzák!

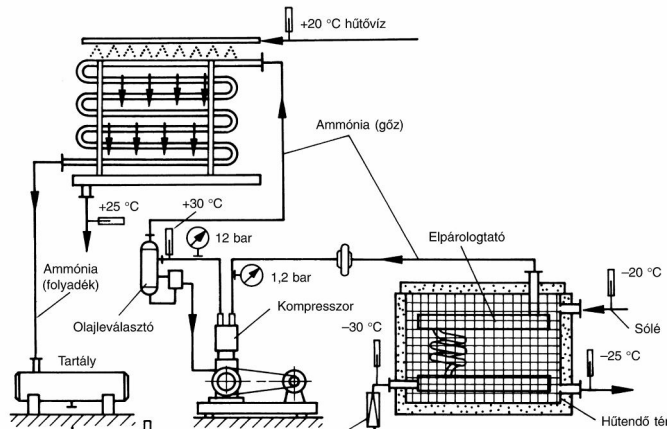
Az oldalsó ábrát tanulmányozva magyarázzuk el mi a különbség a légtelenítő és a veszélyes anyag lefűvató rendszer között!



Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy az ábrákra nem mindig rajzoljuk rá a berendezésekhez tartozó, logikailag szükséges, de a folyamat értelmezése szempontjából lényegtelen elemeket. Így például **légtelenítő szelepet** csak akkor rajzolunk egy tartályra, ha annak a technológiában külön szerep is van. Egyébként „tudjuk”, hogy a tartály szükséges tartozéka a légtelenítő szelep.



A folyamatábrákat gyakran alkalmazzák az üzem irányítótermében működő számítógépes képernyőkön is. Ilyenkor az ábrák a leolvasási helyekkel, és az eredményeket vagy folyamatot értékelő diagramok kijelzésével is kombinálhatók. Ezeket az ábrákat **irányítótermi** folyamatábrának nevezzük. Gyakran az anyagok áramlását animáció is szemlélteti!



Az ábrán kompresszoros hűtőberendezés folyamatábrája látható. Ezzel a készülékkel például a hűtéshez használt 0 °C-nál alacsonyabb hőmérsékletű sólé folyadékot lehet lehűteni.

A hűtéshez **alacsony nyomású** ammóniát használnak, ami -30 °C hőmérsékleten elpárolog. Az ehhez szükséges hőt a sóléből vonja el, ezért a sólé lehül!

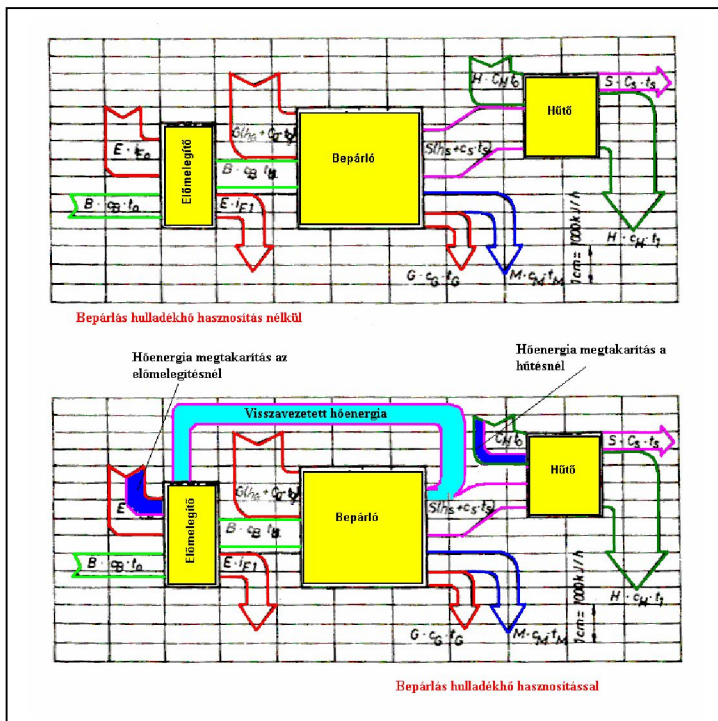
A folyamat hasonló a háztartási hűtőszekrényhez. Ott a hőelvonást az élelmiszer biztosítja.

Az ammóniagőzt ezután a **kompresszor** 0,12 MPa-ról 1,2 MPa nyomásra sűríti, aminek következtében az ammónia felmelegszik. A meleg gőzt a **kondenzátorban** cseppfolyósítjuk, majd a fojtószelepen keresztül keringetjük vissza az alacsony nyomású térbe.

A folyamatábrán nem csak a folyamat, hanem annak műszaki adatai (nyomás, hőmérséklet), valamint az anyagok mozgási iránya is nyomon követhető.

ANYAG- ÉS ENERGIAÁRAMLÁS ÁBRÁZOLÁSA

A folyamatábrák különleges csoportját alkotják az anyagok és energiák áramlását szemléltető **szalagdiagramok**.



A szalagdiagramon a berendezéseket csak négyzetes vagy téglalap alakú blokkok jelölik. Az anyagok és az energiák áramlását a mennyiséggel arányos szélességű szalag mutatja! Ez gyakran segíti a gazdaságos üzemeltetést!

Például egy bepárló berendezés működtetéséhez felhasznált gőz egy része megtakarítható, ha a művelet során kapott párával az alapanyagot előmelegítjük. Lényegében az ilyen ábrák adják meg a tervezési alapot a hulladékhő felhasználásnak és energiagazdálkodásnak.

MÉRÉSI ADATOK FELDOLGOZÁSA

Az ipari folyamatokat méréssel ellenőrizzük. Általában mérjük a folyamatban résztvevő anyagok mennyiségét, nyomását, hőmérsékletét. Ezek alapmérések. De hasonló módon mérhető egy tartályban lévő folyadék szintje, vagy sűrűsége, vagy egy csőben áramló anyag koncentrációja, viszkozitása stb.

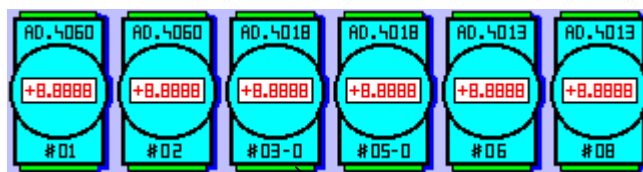
– A MÉRÉSI ADATGYŰJTÉS TÁRGYA, FOGALMA

- **Műszaki folyamatokról diszkrét információ;**
- **Analóg vagy digitális, esetleg ezek átalakított formája;**
- **Speciális informatikai eszközökkel – online módon, elektronikus tárolással**

A műszaki folyamatokat mindig egy adott pillanatban ellenőrizzük. Ilyenkor egy vagy több adatot olvasunk le a műszerekről lehetőleg egyszerre, vagy olyan kis időeltéréssel, ami a mérések értékelése szempontjából lényegtelen. Egy-egy mérési adathalmazt nevezünk diszkrét mérésnek vagy rekordnak.

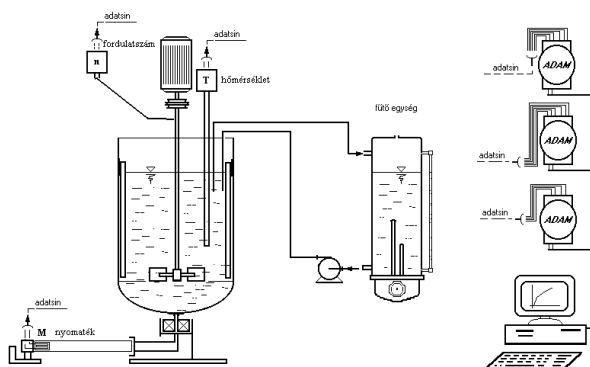
Az egymást követő rekordok halmaza a mérési sorozat. A rekordok közötti „távolság” legtöbbször az idő, ami azt jelenti, hogy meghatározott időközökben végezzük el a méréseket.

Az ipari folyamatokat manapság már elektronikus mérési adatgyűjtő rendszer segítségével ellenőrizzük. A mérési adatgyűjtő a folyamat jellemzőit – ezeket **analóg jeleknek** nevezzük – alakítja át a számítógép számára **digitális adatokká**.



ADAM mérési
adatgyűjtő modulok

Természetesen ismerni kell az átalakítás matematikai formuláját.

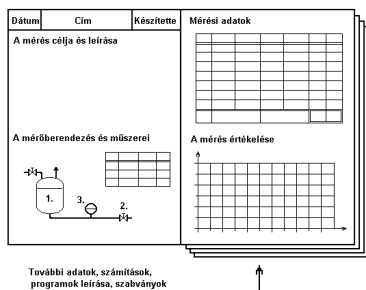


A képen, példaként egy **keverőt** látunk. A folyadékot tárcsás turbina keverő keveri. A keveréshez szükséges **teljesítményt** különleges műszer méri. A folyadék fűthető egy kis termosztát segítségével.

A keverő **fordulatszámát, teljesítményét** és a folyadék **hőmérsékletét** megfelelő elektromos érzékelőkkel mérjük. Az érzékelők 3 darab ADAM modulhoz csatlakoznak, amelyek a mérési adatokat a **számítógép** felé továbbítják!



A mérési adatokat táblázatba foglaljuk. A táblázat a mérési dokumentáció része.



A mérési dokumentáció rögzíti a mérés célját, az alkalmazott módszereket, a mérés lépéseit, a berendezések folyamatábráját és adatait.

A táblázat oszlopaiba kerülnek az azonos tartalmú adatok.

Az első oszlop legtöbbször az idő adatot tartalmazza, mellette ezt követően a mennyiségi és pl. a hőmérsékleti adatokat rögzítjük.

A táblázat jobb oldalán már számított eredmények is lehetnek. (Például a Q és a k oszlopban)

A táblázatban a mért mennyiséget és mértékegységét mindig fel kell tüntetni. Célszerű a műszerről való leolvasásnak megfelelő mértékegységgel rögzíteni az adatot, bár ezeket majd át kell alakítani azonos nagyságrendű SI értékekké.

Például a mintatáblázatban a „hideg folyadék” mennyiségét l/h (liter-per-óra) értékben rögzítettük, de a hőmennyiségi számításokat majd a m³/s –ra való átalakítás után tudjuk elvégezni. Az első három sor adatával számolva:

$$700 \text{ l/h, vagy másképpen } 700 \text{ dm}^3/\text{h} = (700 \cdot 0,001)/3600 = 0,000194 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$900 \text{ l/h, vagy másképpen } 900 \text{ dm}^3/\text{h} = (900 \cdot 0,001)/3600 = 0,00025 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$1000 \text{ l/h, vagy másképpen } 1 \text{ m}^3/\text{h} = (1000 \cdot 0,001)/3600 = 0,000278 \text{ m}^3/\text{s}$$

...és így tovább.

Idő	V_Hideg	T_Gőz	T_Be	T_Ki	T_Log	Q_átad.	k
min	l/h	°C	°C	°C	°C	kW	W/m ² K
2	700	120	17	85	62.9	55.9	710
4	900	120	22	85	61.1	66.6	870
6	1000	115	21	85	56	75.1	1073
8	600	120	17	85	62.9	47.9	608

– A MÉRÉSI ADATOK ÁBRÁZOLÁSA

A műszaki folyamat sokkal szemléletesebb és áttekinthetőbb, ha mérési adatainkat diagramban ábrázoljuk. Ez megmutatja a folyamat lefutását, jellegzetes pontjait, szélső értékeit. Ezáltal az optimális üzemeltetés egyik fontos eszköze. A mérési adatokat többféle módon lehet ábrázolni:

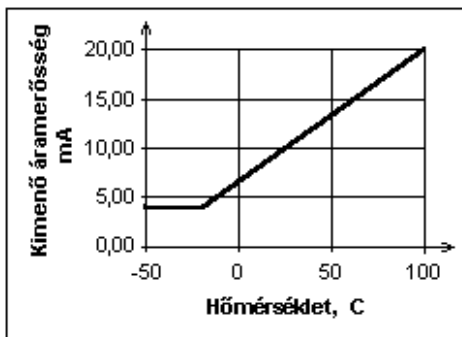
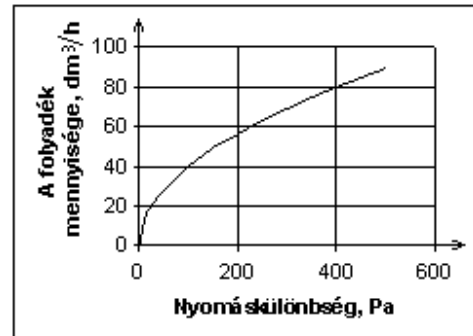
- **Hagyományos koordináta rendszerben;**
- **Transzformált koordináta rendszerben (pl. logaritmikus, vagy reciprok)**
- **Transzformált függvény alakjában**
- **Grafikus elemeket felhasználva**



Az utolsóként említett ábrázolási mód inkább statisztikai kimutatásokhoz használatos, a műszaki gyakorlatban az első három az elterjedt.

A legegyszerűbb ábrázolás a **hagyományos koordinátarendszer** használatát igényli. A tengelyek a „0” pontban metszik egymást, a léptékek tizes osztásúak.

A jobboldali ábrán látható diagram egy olyan műszer kalibrációs görbéje, amelynél az érzékelőn fellépő nyomáskülönbségből a folyadék mennyiségét lehet megállapítani.

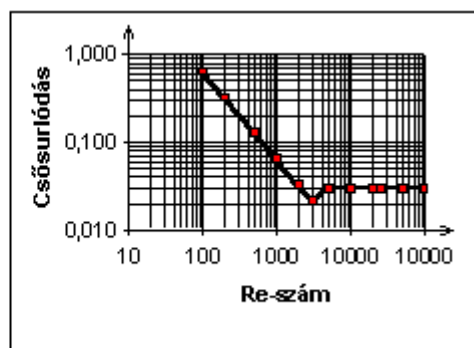
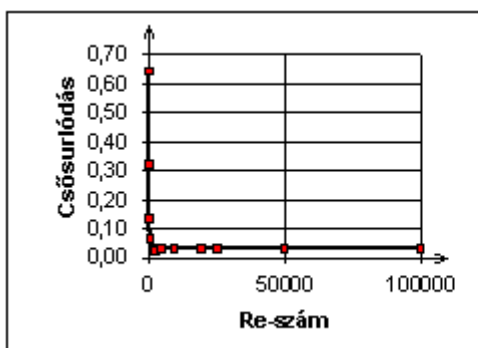


A baloldali ábra egy elektromos hőmérsékletérzékelő – termoelem – csatlakozóin mérhető áramerősséget mutatja, a hőmérséklet függvényében. Az érzékelő kb. $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ értéknél kezdi mérni a hőmérsékletet, ezért a diagram koordinátarendszerét ennél nagyobb mértékben – célszerűen $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ -tól kezdve eltolták.

Ez a fajta műszer például közvetlenül csatlakoztatható az áramerősség mérésére alkalmas ADAM modulhoz!

A tizes osztású (decimális) diagramot tetszés szerint skálázhatjuk, de célszerű előnybe részesíteni a 2-vel és 5-el osztható léptékeket, különösen ha miliméterpapírt használunk. Gyakori hiba, hogy a 20 cm széles papíron 15 cm-et osztunk fel száz részre! Ebben az esetben a diagram minden egyes osztása 0,6667 egységgel különbözik a mellette levőtől!

Logaritmikus léptékű diagramot akkor használunk, ha valamelyik adat igen széles határok között változhat. Az alábbi ábrán egy közönséges vízvezeték áramlási ellenállásának változását látjuk az áramlás minősége függvényében. A minőségi jellemző Re-szám (Reynold-szám) 1 és 100000 között változhat! Ha azt akarjuk, hogy diagramunk elférjen a papíron, akkor a 100 és 1000 közötti – egyébként fontos értékek – reménytelenül összezsúfolódnak, látszólag a 0 értékhez tartoznak!



Figyeljük meg, hogy mind a két tengelyen alkalmaztuk a logaritmikus léptéket!



Ha a léptéket úgy készítjük el, hogy az osztást $\lg 10=1$, $\lg 100=2$, $\lg 1000=3$...stb. centiméter értékben mérjük fel, akkor részletesen láthatóvá válik a csősurlódási együttható értéke az alacsonyabb Re-szám tartományban is.

Kiegészítő magyarázat:

A folyadékok áramlása a csőben réteges (lamináris), vagy örvénylő (turbulens) lehet. Az áramlási kép, vagy turbulencia erősségét fejezi ki a Reynold-szám. Minél nagyobb ez az érték, annál erősebb az örvénylés. Viszont, érdekes módon, a csővezeték ellenállása az örvénylő áramlással szemben kisebb, mint a réteges áramlás esetében. Mérésekkel igazolható, hogy a legkisebb ellenállás a $Re=3200$ -as értéknél van, ezt követően viszont az áramlással szembeni ellenállás már alig függ a turbulensségtől.

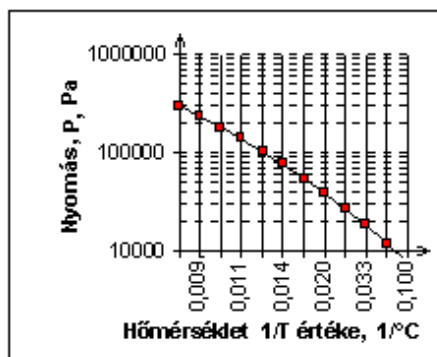
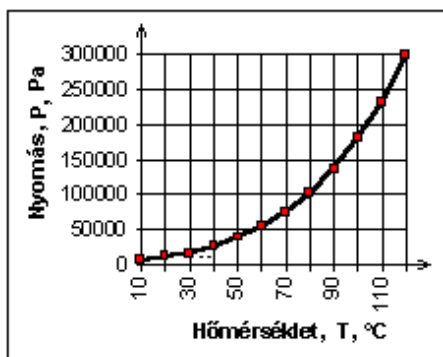
A logaritmikus diagram egyetlen hibája, hogy a **dekádok** közötti értékek nem egyforma távolságra vannak egymástól. A diagram osztása „sűrűsödik”. Ha például a 100-as érték 2 cm-re van a függőleges tengelytől, és az 1000-es osztás 3 cm-re, akkor a 200-hoz 2,301 cm, a 300-hoz 2,477 cm és a 400-hoz 2,602 cm tartozik. Ez a logaritmikus átalakításból fakad.

Másik probléma, hogy a logaritmikus diagramban nem lehet ábrázolni a 0 értéket! A „0” tengelyre az 1 kerül, míg a $\log 0,1=-1$, a $\log(0,01)=-2$...stb. értékeket kapunk.

A műszaki folyamatok könnyebb elemzése érdekében gyakran törekszünk a mérési adatsor ábrájának „**kiegyenesítésére**”. Az egyenes egyenletével könnyű számolni. Ha a diagram két pontjának adatait ismerjük, akkor bármely más pont koordinátái is kiszámíthatók.

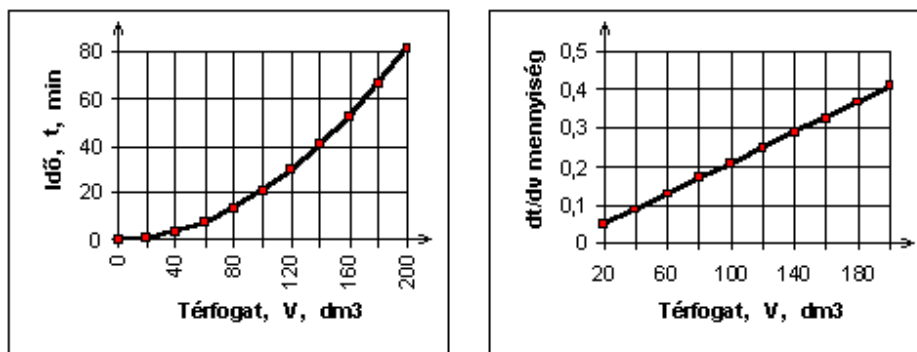
Az $Y = m * X + b$ egyenlet univerzálisan alkalmazható. Két pont ismeretében kiszámítjuk az egyenes meredekségét (m) és a függőleges tengelyen való metszéspontját (b).

Ha ismerjük a folyamatot leíró függvény jellegét, megkísérelhetjük magának a diagramnak a **transzformációját**. Erre jellegzetes példa a folyadékok gőznyomás-hőmérséklet függősége. Kísérleti adatokból tudjuk, hogy a folyadékok feletti gőznyomás a hőmérséklet növekedésével exponenciális arányban növekszik. Viszont, ha a mérési adatokat úgy alakítjuk át, hogy a hőmérséklet helyett, annak reciprok értékét – vagyis T helyett az $1/T$ értéket –, míg a gőznyomás helyett annak logaritmikus értékét – vagyis P helyett $\log P$ -t – ábrázolunk, akkor egyenest kapunk:



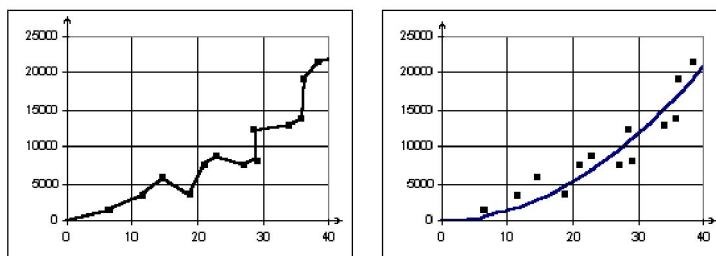


Hasonló módon „kiegyenesíthető” a szakaszos szűrésről készített szűrőgörbe, ha minden szomszédos mérési pont különbségét viszonyítjuk a szűréshez szükséges idők különbségéhez.



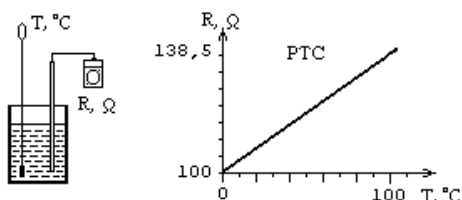
Figyeljük meg a fenti ábrán azt a ritka esetet, amikor nem az idő a független változó (X)! Ennél a vizsgálatnál a különböző térfogatú szűrlet előállításához szükséges időt vizsgáltuk.

Végül ejtsünk néhány szót a mérési pontok ábrázolásáról! Mérési adataink **szórást** mutatnak, ami mérési hibából, a körülmények ingadozásából ered. Soha ne kössük össze a pontokat cikk-cakk vonallal. A helyes eljárás a pontok közé rajzolt **közelítő görbe** alkalmazása!



Gyakorló feladat:

Az ábrán látható egyszerű készülékkel PTC típusú ellenálláshőmérőt hitelesítenek. Az edényben lévő folyadékot melegítik, és egyszerre olvassák le a hagyományos hőmérő által mutatott értéket, valamint a hőmérsékletérzékelő ellenállását. Az érzékelő ellenállása a hőmérséklettel arányosan nő, és a diagramban feltüntetett tartományban lineáris.



1. Számítsuk ki a kalibrációs diagram meredekségét (m) és tengelymetszetét (b) két pont ismeretében!
2. Mekkora lesz az érzékelő ellenállása 45 °C-nál?
3. Mekkora a folyadék hőmérséklete, ha az érzékelőhöz kapcsolt műszer 127 Ω ellenállást mutat?

(Megoldás: $m=0,385$; $b=100$; $R_{45} = 117,32$; $T_{127} = 70,13$ °C)