

MEDICOR MŰVEK

Haematológiai laboratóriumi vérdiagnosztikai mérőrendszer

Zillich Pál

A tudományos-technikai és technológiai forradalom hatása az ember tevékenységének ugyszólván minden területére, így a laboratóriumok működésére is kiterjed. Az egyik oldalról - mivel a szükséges vizsgálatok száma exponenciálisan nő - felmerül a gyorsabb, pontosabb reprodukálható mérések kialakítása, a másik: a technikai oldalról adva van a lehetőség a mechanizált, a félautomatikus és a teljesen automatizált mérőrendszerek kidolgozására. Az emberi szervezet testfolyadékainak analízálása egyre jobban előtérbe kerül és az összetevőket növekvő számban és nagyobb pontossággal határozzák meg. Ezen túlmenően kiterjedt kutatás folyik a biokémiai egyensúly megváltozását az egyensúly felbomlása előtti stádiumban jelző paraméterek mérésére, az emberi szervezet elleni támadás korai felismerésére. A problémák megoldására irányuló törekvések kapcsán számos tudományág jött létre, és nagymértékű specializálódás, differenciálódás figyelhető meg, így az orvostudomány és a technikai tudományok közötti hid kiépítéséhez, szélesítéséhez mind intenzívebb együttműködésre, a határterületekre megfelelő szakemberek képzésére van szükség.

A mérőrendszerek, automaták két, alapelveiben különböző megoldása ismeretes. A nemzetközi trendben megfigyelhető a sokcsatornás folyamatos rendszerek elterjedése és egyben alkalmazásuknak vitatása. Az utóbbi időben - a nagy automaták

üzemeltetésének és kihasználtsági fokának elemzése kapcsán - újra az alacsonyabb költségű flexibilis, szakaszos mérőrendszerek kerülnek előtérbe. A diszkrét mérőautomaták fejlesztésénél is két főirány figyelhető meg. Az egyik a meglévő automaták komputer-független szatellita állomásának kialakítása adattároláshoz, a másik kis komputer alkalmazásával on-line üzemű mérőautomata, amely egyben adatfeldolgozásra is alkalmas. Az utóbbi megoldás alkalmazása főleg ott ésszerű, ahol milliszekundumos mérési idők mellett a számítógép kihasználható. A vér alakos elemeinek és alvadási paramétereinek mérésénél azonban ez a feltétel ma még nincs biztosítva, emiatt szükséges olyan diszkrét rendszerű automaták kifejlesztése és alkalmazása is, amelyek off-line üzemben kapcsolódnak a számítógéphez.

Igy a teljes folyadékháztartást a vérre szűkítve, a vérdiagnosztikai eljárások automatizálásának néhány kérdésével, az ezzel kapcsolatos problémákkal foglalkozunk.

A vér alakos elemeinek mennyiségi és minőségi változása és a plazma kémiai összetételének vizsgálata fontos felvilágosítást nyújt az orvos diagnosztikai és gyógyító munkájában. A laboratóriumok tevékenysége módszertanilag három részre bontható:

1/ a szerológiai jelenségek vizsgálata, 2/ a vér kémiai állandóinak mérése és a vérgáz analízis, és 3/ a vér alakos elemeinek vizsgálata. A haematológiai kémiai és immunológiai egységek módszertanilag és szakmai fejlődésüket tekintve mindinkább önálló fejlődést mutatnak, a fejlettebb laboratóriumokban elkülönült osztályok formájába szerveződnek. Érthető, hogy az általános laboratóriumi szakorvosképzés számára is problémát jelent a szakterületek differenciálódása. Az előbbiekből következik, hogy a hármastagozódás, amelyhez szándékosan nem soroltuk a laboratóriumok munkakörébe tartozó bakteriológiai, parazitológiai és virológiai vizs-

gálatokat, sajátos műszerparkot igényel. Mindhárom diagnosztikai területen bizonyos követelmények azonosak:

1. a különböző laboratóriumokban végzendő eljárások standardizálása,
2. ugyanazon módszerrel végzett vizsgálatok eredményének reprodukálhatósága,
3. egy-egy vizsgálat ciklusidejének lerövidítése,
4. a vizsgálati minta mennyiségének csökkentése,
5. a nyert adatok rendszerezése és a számítástechnikai adatfeldolgozás bevezetése,
6. a szaktudomány fejlődésének megfelelően újabb eljárások beiktatása a diagnosztikai módszerek közé,
7. gazdaságosság.

Annak ellenére, hogy számos vonatkozásban a hármas diagnosztikai tagozódás közös sajátossággal bír, egy-egy terület módszertani igényei, azok automatizálási foka, a minták előfordulási aránya, illetve a vizsgálatok ciklusideje rendkívül különböző. A továbbiakban az egyes részterületek sajátos módszertani felépítésével és méréstechnikai automatizálásával szükséges foglalkozni, mielőtt a jelenleg leginkább elterjedt automatizált laboratóriumi eljárások szerepével, hasznosságával, illetve fejlődési tendenciával foglalkoznánk.

#### 1/ Szerológiai vizsgálatok.

Ezek egy része ma már autoanalizátorral végezhető. A vörösvérsejt vagy baktérium agglutináción és oldáson alapuló eljárások a kezdeti és a befejezéskor mért részecskeszám különbsége alapján automatizálhatók. A hazai gyártmányú részecskeszámláló berendezések megfelelően programozott adagoló pumpa és reakcióedény közbeiktatásával erre a célra szintén felhasználhatók.

A laboratóriumi vizsgálati eljárások automatizálása az elmúlt évtizedben jelentős fejlődést mutatott, de a nagy teljesítményű, sokcsatornás analizátorok helyett elsősorban az egy-három csatornás készülékek beállítása került előtérbe. Ennek egyik oka, hogy a laboratóriumi vizsgálatok csoportosítása gyakran nem azonos azzal a vizsgálati szériával, amelyet egy sokcsatornás készülék párhuzamosan elvégezhet és a viszonylag kis mintamennyiséggel dolgozó laboratóriumok a fél-automatizált méréstechnikát helyezik előnybe. Ezenkívül a beszerzési költség és a gazdaságos üzemeltetés is korlátozza a sokcsatornás készülékek felhasználását. Több, területileg nem távoleső intézmény vér- diagnosztikai vizsgálatainak elvégzésére felállított nagyteljesítményű sokcsatornás analizátor már gazdaságos lehet, különösen akkor, ha a mintaszállítás és a vizsgálati igények összhangban vannak. Ez elsősorban a laboratóriumi szűrővizsgálatok esetében jön számításba.

Az elmondottakból következik, hogy a laboratóriumi munka automatizálását számos tényező határozza meg, és ugyanakkor a munkahelyi körülmények alapján lehet eldönteni, hogy milyen munkafolyamatokat érdemes automatizálni. Egy csecsemőosztály mellett működő mikrokémiai módszerekkel dolgozó laboratóriumban, ahol a vérminták korlátozott mennyisége a hagyományos rutin kémiai vizsgálatok alkalmazását nem teszi lehetővé, az autoanalizátor üzemeltetése is rendkívül kétséges. Hasonlóan, azok a laboratóriumok, ahol a mintaáramlás jelentős fluktuációkat mutat [akut osztályok, intenzív terápiás egységek beteganyaga] és a vizsgálatok folytonossága összhangban áll a gyógyító munkával, a többcsatornás autoanalizátorok helyett messze előnyö-

sebb a fél-automatizált mérés technika. Ezen sajátos munkahelyi körülményektől függetlenül a mérés technika automatizálásának döntő meghatározója természetesen a laboratóriumban feldolgozandó minták mennyisége és a vizsgálati igény összetétele.

## 2/ Kémiai laboratórium.

Közepesen fejlett klinikai-kórházi laboratóriumokban folyó kémiai vizsgálatok száma 35-40 körül mozog. Ezeknek egy része, mintegy 6-8 vizsgálat sokkal nagyobb előfordulási aránnyal a rutin laboratóriumi munka zömét teszi ki. A különböző típusú és a különböző méretekben automatizált analizátorok felhasználása elsősorban ezen 6-8 vizsgálat gépesítésére terjed ki. Néhány diagnosztikailag sajátos intézménytől eltekintve az említett vizsgálatok az alábbiak:

vércukor,  
szérum fehérje,  
szérum albumin,  
karbamid nitrogén,  
bilirubin,  
szérum transzaminasok vagy elektrolitok,  
szérum tejsav dehidrogenase vagy elektrolitok.

A kereskedelemben kapható autoanalizátorok többsége számos más kémiai meghatározási folyamatra beállítható, de üzemeltetésük csekély mintaszám esetében nem kifizetődő.

A kémiai meghatározások automatizálása a mennyiségi szemléletet helyezi előtérbe, amely a laboratóriumi szaktudomány fejlődése szempontjából veszélyeket rejt magában. A többcsatornás autoanalizátorok beállítása munkaerőt szabadít fel, de ellentétben a termelő üzemek automatizálási folyamatával, az orvosi laboratóriumban mind több magasabb szakképzettségű személy

alkalmazása és sok, ma még nem gépesíthető mérési folyamat bevezetése szükséges. További problémát jelent az automatizálás területén a folyamatos és a meghatározott időben történő tömeges mintaáramlás biztosítása.

Felmerül a kérdés, hogy milyen mértékben érdemes koncentrálni a vizsgálatokat egy-egy nagyobb teljesítményű, sokcsatornás autoanalizátorra. Ha szűrővizsgálatokról van szó, ahol gyakorlatilag mindig azonos vizsgálati eljárások ismétlődnek, akkor egy sokcsatornás [6-12 párhuzamos mérés] készülék jelentős eredményt nyújt a konzervatív vagy fél-automatizált laboratóriummal szemben. A legtöbb klinikai és kórházi intézmény diagnosztikai munkájában viszont nem a szűrővizsgálati igény a legtöbb esetben közös, de ezekhez egyidőben különböző más vizsgálati kérés is csatlakozik. Ezen utóbbiak többsége ma még csak manuális módszerrel vagy fél-automatizált eljárással végezhető. Ennek figyelembevételével az 1-2 csatornás autoanalizátor rugalmasabb módon illeszkedhet be a laboratórium tevékenységébe és gazdaságosabb, mint a sokcsatornás berendezések üzemeltetése.

Az automata pipettákkal és adagolókkal, illetve higítókkal felszerelt kémiai laboratóriumban a vizsgálatok előkészítése mind a munka pontosságát, mind idejét illetően jelentősen kedvezőbb, mint a konzervatív manuális módon történő munkafolyamatoké. A félig automatizált előkészítési szakaszhoz csatlakozó fél-automatizált méréstechnika biztosítja a legkedvezőbb feltételeket a változó összetételű és mérsékelt számú minták kémiai vizsgálataiban [napi 300-400 minta és 10-15 féle vizsgálat]. A fél-automatizált méréstechnika mind beszerzés, mind üzemeltetés szempont-

jából gazdaságosabb, mint a teljes értékű autoanalizátorok beállítása.

Ha az előbbi szempontokat tekintjük, akkor arra a következtetésre juthatunk, hogy a különböző kapacitású autoanalizátorok beállítása az adott laboratórium mintaáramlásának mennyiségi és minőségi összetételének függvénye.

Leegyszerűsítve az alábbi táblázatban lehetne összegezni az előbb elmondottakat:

Napi 1000 minta felett	sokcsatornás
azonos 6-8 vizsgálati igény	automatizált
Napi 300 minta felett	1-3 csatornás
azonos 2-3 vizsgálati igény	és félautomata
Napi 300 minta alatt	mechanizált és félautomatizált méréstechnika

A haematológiai vizsgálatokon tulmenően azért foglalkozunk röviden a kémiai és szerológiai vizsgálatokkal, mivel egyrészt a haematológiai laboratórium megnevezése nem ad egy élesen elhatárolt laboratóriumi feladatkört, ugyanis a laboratóriumi mérések a nem klasszikus értelemben vett haematológiai paraméterek mérésére is kiterjednek, illetve a felépítés és felszerelés még klinikánként illetve kórházanként is különbözhet, másrészt az egész és a rész kérdésében /vagyis a teljes laboratórium és haematológiai laboratórium/ a teljes szemléletből kell kiindulni - beleértve a rendelőintézeti és a szűrőrendszer által támasztott követelményeket is.

### 3/ Haematológiai laboratórium.

A vér alakos elemeinek összetételével, a véralvadás mechanizmusának zavaraiival, a vércsoportok meghatározásával, a vér alakos elemeinek képződésében bekövet-

kező zavarok megállapításával foglalkozó egység, de működési területe munkahelyenként egyéb vérdiagnosztikai vizsgálati eljárásokra is kiterjed. A vizsgálati eljárások módszertani szempontból két nagy csoportra bonthatók: 1. részecskeszámláláson alapuló és könnyen automatizálható módszerek, és 2. sejthalak, szerkezet és szín felismerésen alapuló, ma még nem vagy csak részben automatizált vizsgálati eljárások. Az előbbi csoportba sorolható a véralvadás mechanizmusát vizsgáló eljárások egy része is [pl. a prothrombin-idő mérése]. A nem automatizált eljárásokkal mérendő minták száma megközelítően azonos nagyságrendben mozog, mint a célgépekkel mért és félig automatizált módszerekkel végzett meghatározásoké, de ciklusidejük is hosszabb. Így a fehérvérsejtek százalékos megoszlásának meghatározása, a reticulocytaszám mérése stb. a haematológiai laboratórium munkaidejének jelentős hányadát alkotja. Összehasonlításként a leggyakrabban előforduló haematológiai, diagnosztikai eljárások jelenlegi módszereit sorolja fel az alábbi táblázat /a mérendő minta előkészítését is beleértve/:

Vörösvérsejt/mm <sup>3</sup>	félaautomatizált	3-4 perc
Vörösvérsejt átmérő	félaautomatizált	3-5 perc
Haemoglobin g%	félaautomatizált	1-2 perc
Haematokrit %	félaautomatizált	1-2 perc
Fehérvérsejt/mm	félaautomatizált	3-4 perc
Prothrombin idő	félaautomatizált	30-60 mp
Minőségi vérkép	vizuális	5-10 perc
Reticulocyta szám	vizuális	5-10 perc
Thrombocyta szám	vizuális, ill. félaautomatizált	4-5 perc
Vörösvérsejt festődés	vizuális	60-120 perc
Vérsejtsüllyedés	manuális	60-120 perc



A jelzett ciklusidő értékek a minta mennyiségétől és a gyakorlattól függő átlagértékek: a félautomatizálás pedig azt jelenti, hogy bizonyos előkészítési fázis manuálisan történik /vérvétel, higitás/. Az előbbi felsorolásból következik, hogy a haematológiai munkák automatizálásának területén a legnagyobb nehézséget az alak és szín felismerésén alapuló gépi elemzés bevezetésének technikai megoldása jelenti. Valószínű, hogy a látási érzékelésen alapuló vizsgálati eljárások teljes automatizálhatóságának kérdése még éveket várat magára és esetleg az egyes eltérő szerkezeti elemek /fizikai vagy kémiai/ differenciált méréstechnikája teszi majd lehetővé a vérkép minőségi elemzését.

Fontos szempont az, hogy a mechanizált kis laboratóriumokban használt célberendezések ugyanolyan mérési elven működjenek, mint a félautomatikus és az "automatikus" mérőrendszerben használt egységek. Ebből következik, hogy az "automatikus" mérőrendszert modulegységből célszerű létrehozni, és ugyanezen modulegységek a kis és közepes laboratóriumokban mint célberendezések vagy félautomatikus mérőrendszerek szerepelnek. Így miután ugyanazzal a mérési módszerrel mérünk, a vizsgálati eredmények ugyanazon mintán jobb egyezést biztosítanak, mint különböző elven működő mérőberendezések esetén. Ezen túlmenően a vizsgálatok számának növekedésekor a meglévő és célberendezésként működő modulegységekhez mintaváltót, programadót, be- és kimeneti egységeket kell csatolni, és félautomatikus mintabevitel esetén "automatikus" mérőberendezéshez jutunk. Ez a felépítési mód rendkívül gazdaságos, mivel a szükséges kapacitásnak megfelelően részenként is megvehető, a mérőegységek cserélhetők a mérendő paramétertől függően, a moduláris felépítés miatt szervizelése és karbantartása egyszerűbb. A modulegységek ab-

ban különböznek általában használt célberendezésektől, hogy külső programvezérléssel is működtethetők a manuális kezelés mellett. E kettős követelménynek eleget tevő mérő modulegységek az 1. ábra blokk-sémái alapján építhetők fel.

A mérőegység magába foglalja a mérőrendszert, amely analóg vagy digitális jelet ad az erősítő bemenetére. A detektor mérhet konduktometriás, elektrosztatikus, induktív, fotometriás, fotokaloriméteres, fotodetektoros /sötétháttérű kondenzorral kombinálva/ és nukleáris mérési módszerrel. A mérésnél a mérődetektor az áthatások miatt lehetőleg ne érintkezzen a mérendő mintával és ez főleg az optikai és nukleáris detektoroknál valósuljon meg.

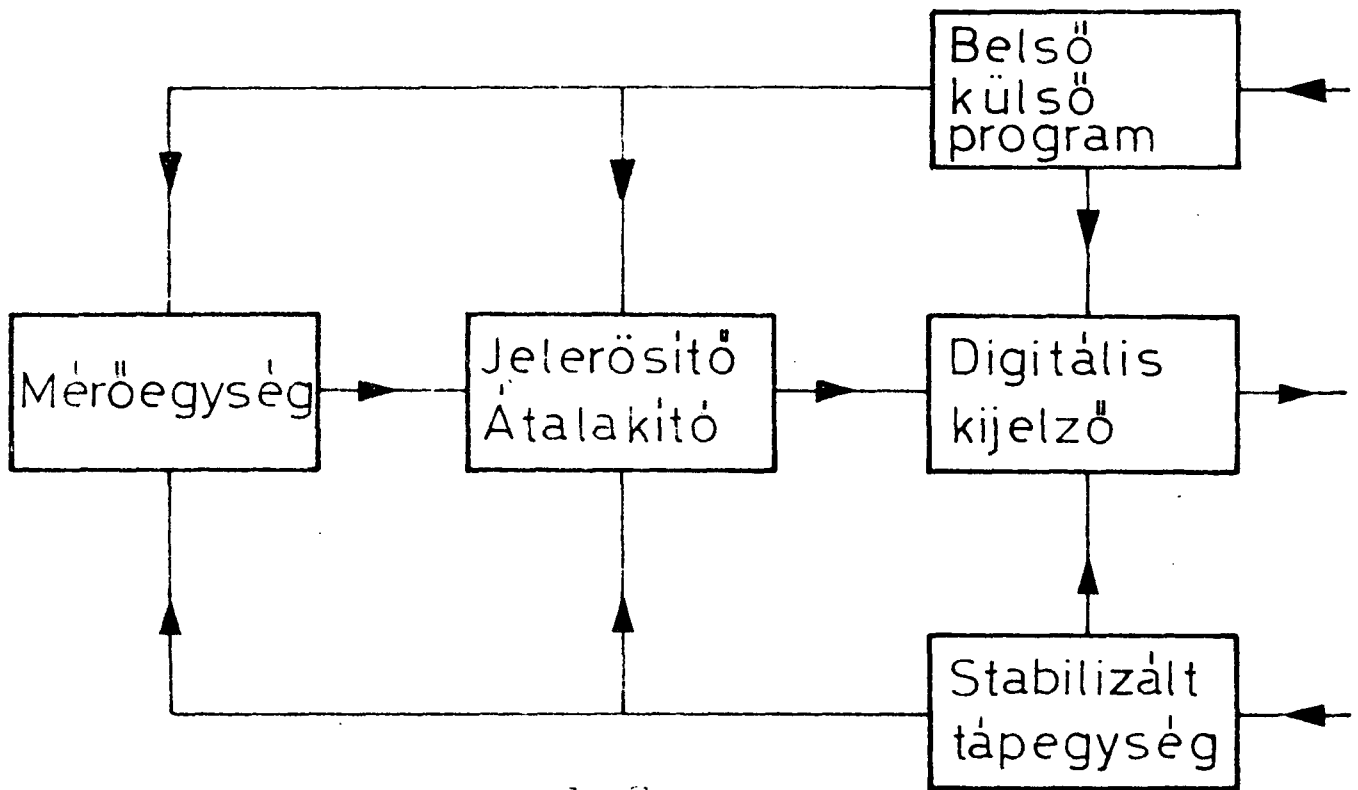
A jelerősítő lehet DC, AC, vagy impulzus erősítő. A jelátalakító lehet egy analóg-digitál konverter, míg a digitális jelek amplitudó szerinti feldolgozása amplitudó diszkriminátorral történik.

A digitális kijelző egység az információt a szükséges mértékegységben jelzi ki, pl. nixicsöves megjelenítéssel, és az adatok a kívánt kódban további tárolásra vagy feldolgozásra kerülhetnek.

A belső programot biztosító egységek lényegében a mérőmodul manuális kezelőszerveit jelentik, míg a külső programozás TTL logikai szintekkel történik, programszerinti művelet befejezésekor a modulegység visszajelzést ad, így a következő program elkezdődhet.

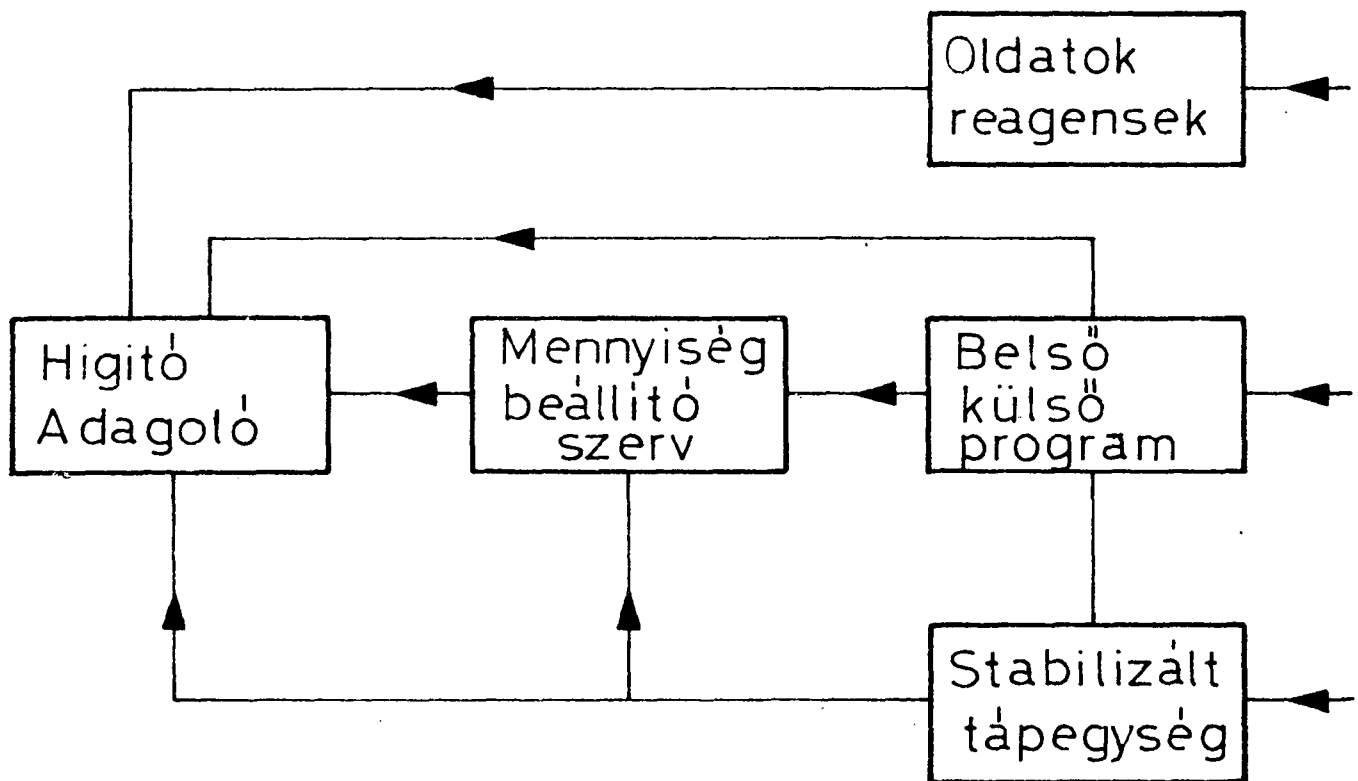
A stabilizált tápegység zavarszűrést tesz lehetővé és a hálózat ingadozásának hatását teszi a mérőmodul szempontjából indifferenssé a megfelelő egyenszintek előállítása mellett. A modulegységben belső memória is beépíthető, ami a mérési eredményt annak külső programjelre történő lehívásáig tárolja. További bővítést jelent egy olyan célszámítóegység, amely több mérés esetén átlagolást, összehasonlítást, vagy bizonyos kívánt

Mérőmodul tömbvázlata



1. ábra

Adagoló-higitó modul tömbvázlata



2. ábra

műveletek elvégzését teszi lehetővé a mérési információval.

A mechanizált laboratórium másik alapeleme az adagoló-higitó modul. [2. ábra]. A különböző oldatok, ill. reagensek adagolását ml-es és l-es tartományban kell biztosítani, a szükséges higitások és reakciók létrehozásához. Az adagoló egység a mennyiségbeállító szerv által meghatározott oldatot, ill. reagenst juttatja a mérőedénybe belső vagy külső működtetésre. A higitás elvégzéséhez a mintát tartalmazó edényzetből adott mennyiséget ki kell venni, és egy másik edényzetbe juttatni, majd a megfelelő homogenizálásról is gondoskodni kell. Az oldatot és a reagenseket tartalmazó műanyagedények az adagoló-higitóegység felső részén helyezhetők el, könnyen kezelhető elrendezésben.

Az oldatokat ill. reagenseket bizonyos méréseknél, pl. a véralvadás paramétereinek vizsgálatánál adott hőmérsékleten kell tartani és adagolni, másrészt a reakció és mérés ideje alatt is biztosítani kell a szükséges hőmérsékletet. Erre az igényre egy céltermosztát, mint modulbővítés, vagy az "automatában" egy közös termosztát felel meg.

#### A mechanizált félautomatikus és "automatikus" laboratórium

A mechanizált laboratóriumban manuális a mintaelőkészítés, a mérés és az adatfeldolgozás. A különböző célberendezések ezt a munkát pontosabbá és gyorsabbá teszik. Napi 300 minta vagy ez alatti mintaszám leméréséhez ez a módszer jó szervezés mellett 2-3 perces átlagos mérési idővel már csak több laboráns tevékenysége mellett valósítható meg. A sok irányba szerteágazó és komplex laboratóriumi vizsgálatok évi 10-12 %-os effektív növekedést mutatnak, így - különösen, ha a vizsgálatok számának fluktuációját is figyelembe vesszük - a kapacitást növelni kell.

A félautomatikus mérőegység moduláris elemekből összeépíthető. A mintabevitel még manuális, a minta előkészítése automatikus, az eredmények közvetlenül leolvashatók vagy számítógéppel rögzíthetők. A kapacitás 30-60 esetleg 120 minta mérése lehet óránként és két csatorna esetén 2 vérparamétert mérünk. A szükséges bővítés a programadó - a mintaváltó - a mérőedénytisztító /egyszer használatos eszközök esetén nincs szükség tisztításra/ és a termosztát beiktatását jelenti. Egyik megvalósítási elrendezés a 3. ábrán látható.

A programadó a start-stop, a hibajelző, a kontroll és a teljes programot biztosító logikai egységeket foglalja magába. Az időalap egy kvarc-oszcillátor frekvenciájának leosztásával, vagy ha a mérés az időalappal nincs közvetlen összefüggésben, 0,5 %-os pontosság esetén a hálózathoz is előállítható.

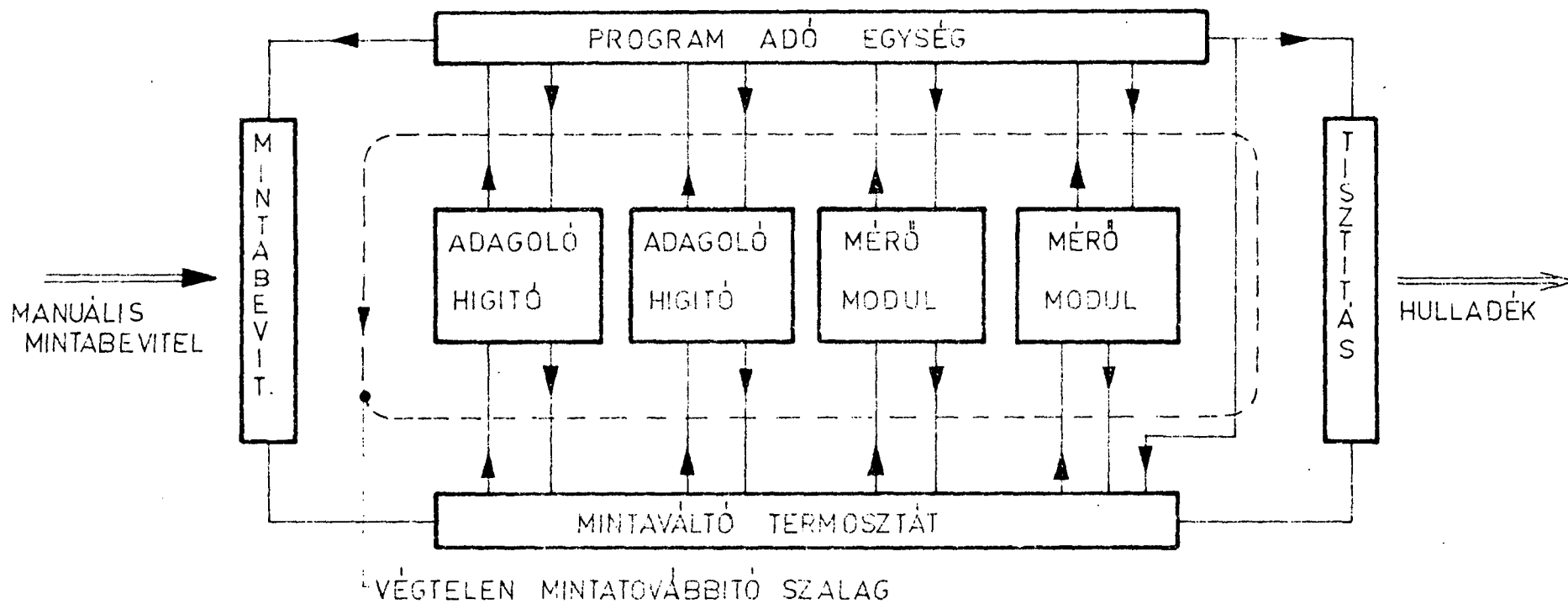
A mintaváltó és továbbító a minta előkészítési idejének figyelembevételével mellett a program szerint szakaszosan továbbítja a mintákat a mérőegységhez, visszajelzést ad a művelet befejezésekor, majd a mérés után a hulladék eltávolítása és az edényzet tisztítása következik. A készüléket egy laboráns kiszolgálja és 60 minta/óra sebesség esetén közelítően 400-500 mintát mérhet meg.

A berendezés egy vagy több csatornás kivitelben is felépíthető, itt a kihasználási fok és a gazdaságossági szempontok is mérőszámok. Nagyobb mérési sebesség mellett /120 minta/óra/ a kiszolgálás már nehezebb és legalább mintasorszámbevitel és az adatok kinyomtatása szükséges.

Központi laboratóriumok és 1000 ágyasnál nagyobb kórházak, szűrőrendszerek igényeinek kielégítéséhez már további mérőkapacitás-növelés szükséges.

Az "automatizált" laboratóriumok alatt tulajdonképpen nem teljesen automatikus mérést értünk, mivel a minta /vér, vizelet/ levétele, esetleg kódszámozása még manuális, de ettől a fázistól kezdve már minden automatikus, így az automa-

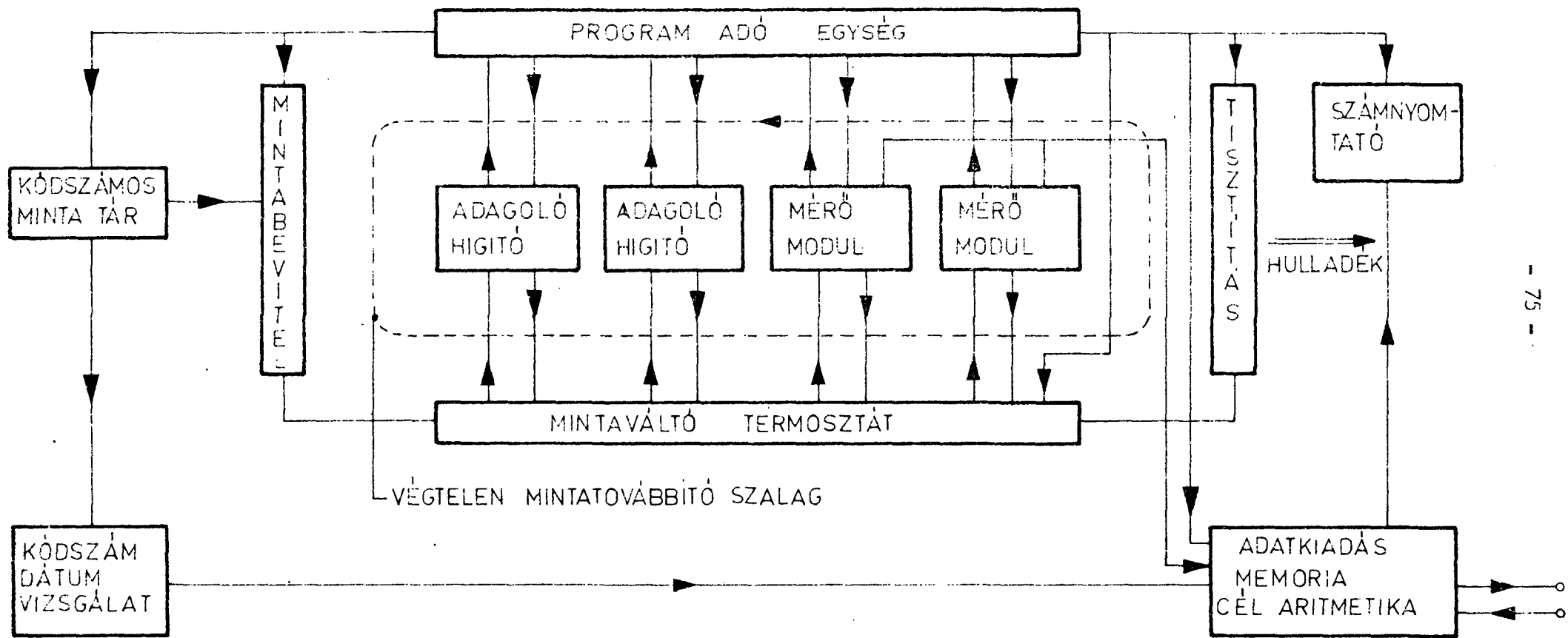
KÉTCSATORNÁS MODULÁRIS FELEPÍTÉSŰ FÉLAUTOMATIKUS  
MÉRŐRENDSZER TÖMBVÁZLATA



VÉGTELEN MINTATOVÁBBÍTÓ SZALAG

3. ábra

KÉTCSATORNÁS MODULÁRIS FELEPÍTÉSŰ  
AUTOMATIKUS MÉRŐRENDSZER



4. ábra

tizált szót idézőjelbe tesszük. Ennél az összeállításnál /lásd 4. ábra/ a kódszamos minták /100-200 db/ egy mintatárba kerülnek és a homogenizált minta bevitele automatikus, ugyanakkor a kódszám egyéb adatokkal a memóriába jut. A megfelelő előkészítés után a mintákat megmérjük, a számnyomtató /printer/ a kódszám kiírásával indul és utána a memóriából kiírva rögzíti a mérési adatokat. Ha az adatok között átlagolást vagy egyéb műveleteket kell végrehajtani, akkor minden adat a memóriában a törlésig rendelkezésre áll. A műveletek eredményei ismét tárolásra kerülnek és a kódszám az összes adatokkal a lyukszalag /számítógép/ felé lehívásra kiadható egy mérési ciklusidőn belül. Az újabb mérésnél a programadó nullázza a mérő és a tároló egységeket és a szakaszos üzemi mérőegység a mintatár készletének felhasználásáig folytatja a méréseket beavatkozás nélkül. Hiba vagy a mintatár kifogyása esetén megáll, hang és fényjelzést ad.

A mérőrendszer soros vagy szakaszos felépítésű, de felépíthető párhuzamos szakaszos kivitelben is. Nagyobb csatornaszám esetén a párhuzamos felépítés egyszerűbb, s ilyenkor a térbeli elrendezés is változik. Több automata mérőegység egyhelyen történő üzemeltetésekor a közös programot egy kis számítógép adhatja és az egyes mérőrendszerekhez a mintabevitel szinkronizálva van, így egy olyan komplex adatfeldolgozással egybekapcsolt mérőrendszerhez jutunk, amely egy adott mintán a tényleges szükséges méréseket végzi el. A későbbiekben már a mérendő paraméterek is programozhatók lesznek és a mérőrendszer flexibilitása e redundáns mérések számát minimumra csökkentik. Az említett igény laboratóriumi szűrőrendszereknél is lényeges, mivel a rutin adatok mérésekor a berendezés a normál adatoktól való eltérés esetén és az azok közti összefüggést figyelembevéve további utasítást ad a diagnózis felállításához szükséges paraméterek mérésére.



Ehhez természetesen a népesség nagy számára megfelelően kialakított normál adatok szükségesek a különböző paraméterekre, amelyek a számítógép memóriáiban rendelkezésre állnak az összehasonlítások megvalósításához.

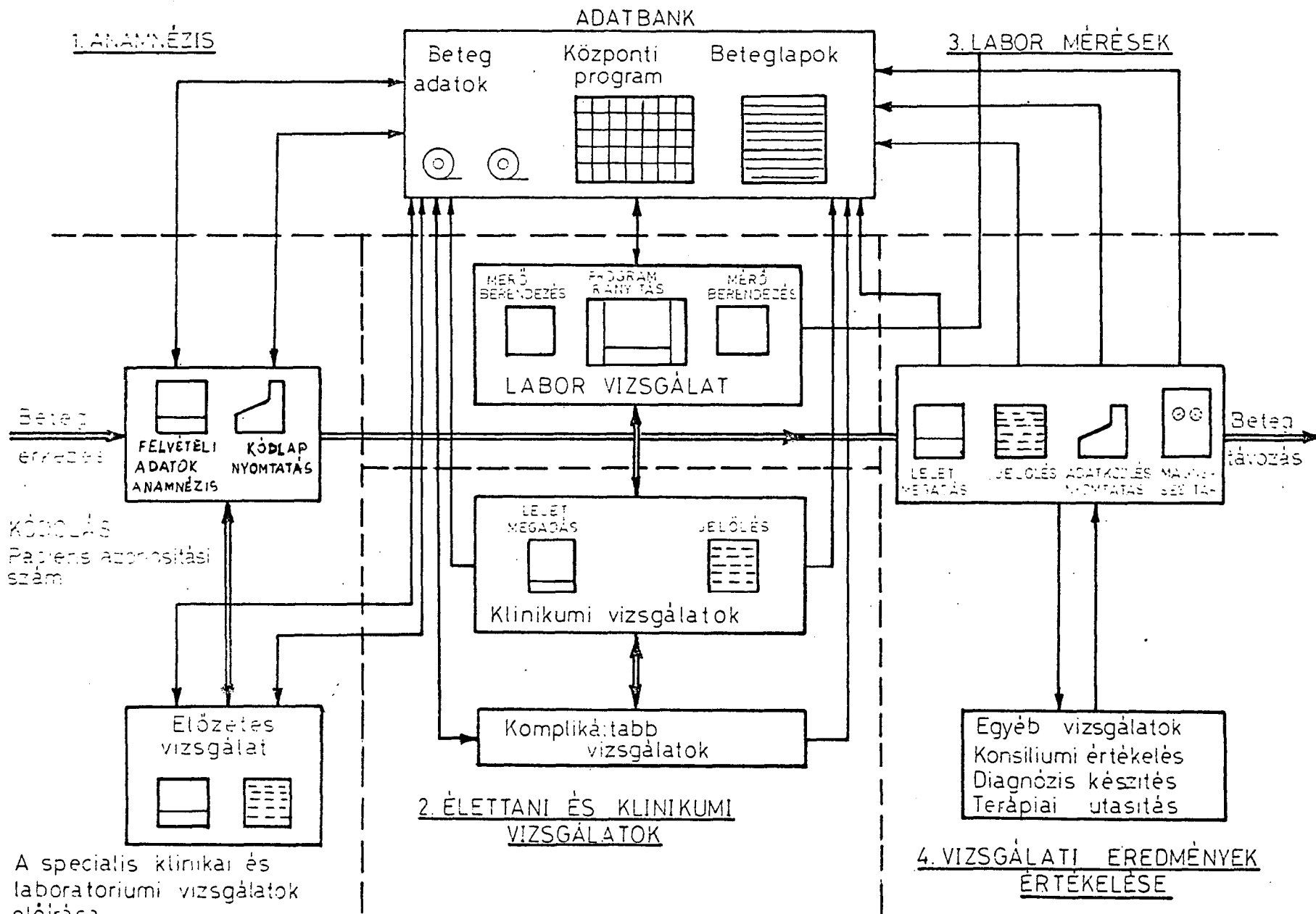
A laboratóriumba beérkező minták kódszámozása és elosztása, valamint a vizsgálandó paraméterek megjelölése egy központi helyen oldhatók meg és innen a minták a különböző mérőberendezésekhez jutnak. Egy ilyen általános sémát mutatunk be az 5. ábrán, amely az adatkiadást off-line kapcsolatban valósítja meg. Mivel a laboratóriumi vizsgálatok csak egy részét képezik a teljes vizsgálati rendszernek, ezért a kommunikáció, a gyors adatátvitel, az egyes részlegek, osztályok között is szükséges. A gyors diagnózis felállítása érdekében az intézménybe érkező páciens anamnézisének és kivizsgálásának lebonyolítása után a vizsgálatot végző orvosok előírják a szükséges klinikumi és laboratóriumi vizsgálatokat amelyek a mintavétel után egyidejűleg történnek. Az összes adat birtokában az orvosi konzilium, vagy a megfelelő specialisták valószínű diagnózist állítanak fel, amelynek alapján előírják a megfelelő terápiai kezelést, amely a páciensre vonatkozóan vagy eltávozást és utókezelést, vagy befektetést és kezelést igényel.

Egy ilyen diagnózis-felállító illetve szűrő rendszer általános felépítését mutatja a 6. ábra.

A teljes rendszeren belül a haematológiai adatok az adattárolás mellett közvetlenül a laboratóriumban számnyomtatóra is kiirandók. Az alábbiakban egy haematológiai adatlap tervezetét mutatunk be, amely várhatóan eleget tesz a követelményeknek.

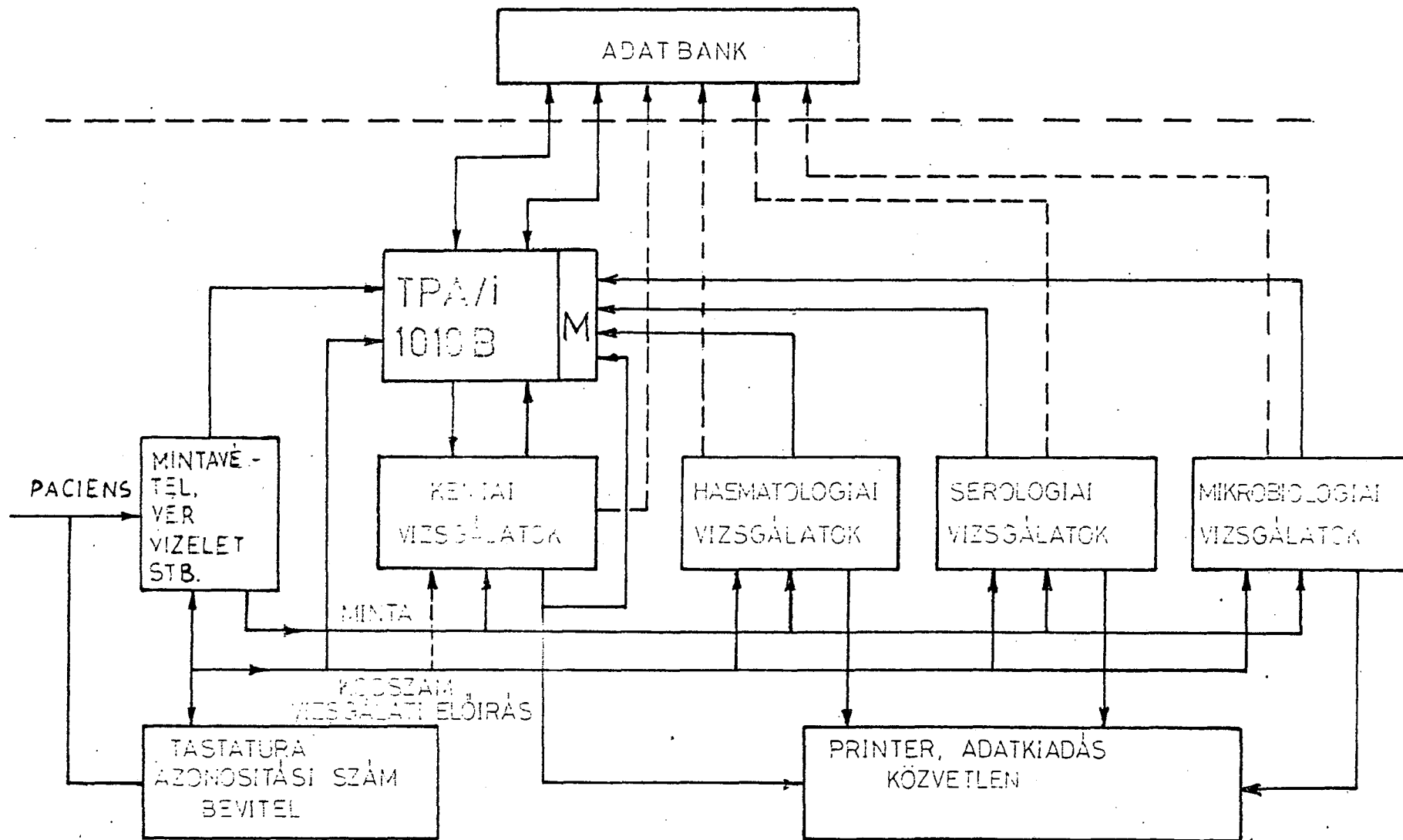
Az alfa-numerikus számnyomtatónál 15x15 karakter áll rendelkezésre, az információ bemenet soros, az alkalmazott kód BCD, TTL logikai szintek, nyomtatási sebesség 2 vagy 4 sor/sec, a

TÖBBFÁZISÚ MÉRŐRENDSZER TÖMBVÁZLATA



5. ábra

LABORATORIUMI MÉRÉSEK TÖMBVÁZLATA



6. ábra

kiírás színe fekete és a későbbiekben a normálistól eltérő adatok kiemelésére piros. Ezek alapján az alábbi lehetőségek adódnak:

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	
Nem	X	X	X	X	X				X	X	X	X	,X	X		Dátum
Születési év	X	X	X	X							X	X	,X	X		hó, nap
Intézmény kódszám	X	X	X	X				X	X	X	X	X	,X	X		Páciens kódszám
																vérparaméter Mérés eredmény
Vizsgálati kódszám	X	X	X	X	Y	Y	Y	Y	X	X	X	,X	X	Z		Dimenzió
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	,.	.	.	Fix tizedes- despont

A páciens nemének jelölése WOMAN illetve MAN vagy a latin Feminium /F/ illetve MASCULINUM /M/ rövidítéssel történhet. A dátumnál év, hó, nap jelölések /73. 03,14/ megadása szükséges.

A születési év teljes kiírást igényel /1935.01,25/ a hó és nap megadása mellett. Az intézmény kódszáma max. 9999 lehet, míg a páciens kódszáma max. néhány millióig terjedhet. A vizsgálati kódszám szintén max. 9999-ig terjedhet, míg a vérparaméter megadására /angol rövidítéssel/ 4x12 betű kombinációja áll rendelkezésre. A mérési eredmény max. hat dekádot foglalhat el, úgy hogy az utolsó két dekád előtt fix tizedesdespontot alkalmazunk. A mérési eredmény dimenziója 16 karaktert foglalhat el, azaz lehetőség van 16 féle, laboratóriumban használatos mérési dimenzió megadására.

Egy példaként haematológiai adatlap tervezetet az alábbiakban mutatunk be néhány haematológiai adatra vonatkozóan:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		M	A	N				7	3	0	3	,	1	4
1	9	3	5							0	1	,	2	5
0	1	2	8				2	4	5	6	3	,	4	1
5	4	3	6	R	B	C					4	,	7	5
5	4	3	7	W	B	C					6	,	6	0
5	4	3	8	H	B					1	5	,	3	0
5	4	3	9	P	C	V				4	5	,	7	0
5	4	4	0	M	C	V				9	0	,	9	5
5	4	4	1	M	C	H				3	2	,	0	0
5	4	4	2	M	C	H	C			3	3	,	4	0
5	4	4	3	P	B	C			1	5	2	,	0	0
5	4	4	4	P	T					1	8	,	2	0
5	4	4	5	P	T	T				2	2	,	0	0
5	4	4	6	E	S	R				1	2	,	0	0
5	4	4	7	E	S	T				8	0	,	0	0
5	4	4	8	E	O					2	,	0	0	0
5	4	4	9	B	A					1	,	0	0	0
5	4	5	0	P	M	N	I			1	,	0	0	0
5	4	5	1	P	M	N				0	,	0	0	0
5	4	5	2	L	Y	L				2	0	,	0	0
5	4	5	3	L	Y	S				8	,	0	0	0
5	4	5	4	M	O					5	,	0	0	0
5	4	5	5	B	L					3	,	0	0	0
5	4	5	6	M	Y					6	0	,	0	0

A haematológiai paramétereket a következő táblázatban tüntettük fel, az angol irodalomban használatos rövidítések alkalmazásával, a mérési módszer, a kívánatos mérési pontosság, a kívánatos reprodukálási pontosság és a dimenziók megjelölésével.

A manuálisan végzett mérések pontossága az ismert szub-

jektív hibák miatt nehezen determinálható és itt az elvileg kiyánatos mérési pontosság megadására szorítkozunk. Az analóg méréseknél az elvi hibahatárok általában nagyobbak mint a digitális méréseknél és a leolvasási hibák csökkentése miatt célszerű az analóg jeleket közvetlenül a detektor után digitalizálni. A teljes hibaanalízis ill. az egyes paraméterek a teljes mérési hiba megadása számos egyéb adat ismeretét teszi szükségessé [mintavételezési hiba, higitási hiba, reagens adagolási hiba, kenet készítési hiba, az inkubálás hőmérsékleti és idő hibái, stb.] így ezeket csak egy-egy konkrét mérési metodika elemzése kapcsán lehet figyelembe venni.

A táblázatban feltüntetett adatok tehát arra vonatkoznak, amikor a mintaelőkészítések nulla hibával történnek, ami a gyakorlatban sohasem biztosítható. Miután abszolút mérési és hitelesítési lehetőség nincs, így ugyanazon paraméternél csak relatív mérési pontosságról beszélhetünk az egyes mérési metodikák összehasonlításával.

#### A haematológiai paraméterek táblázata

Sorszám	Paraméter	Mérési módszer	Mérési pontosság	Reprodukálható pontosság	Dimenzió
1.	RBC vörösvérsejtszám	E	± 2 %	± 1 %	$\times 10^6 / \text{mm}^3$
2.	WBC fehérvérsejtszám	E	± 3 %	± 2 %	$\times 10^3 / \text{mm}^3$
3.	HB haemoglobin	OE	± 1 %	± 1 %	g%
4.	HT haematokrit	E	± 1 %	± 1 %	%
5.	MCV vörösvérsejt átlagtérfogat	E	± 2 %	± 2 %	$\mu\text{m}^3$
6.	MCH vörösvérsejt átlagos HB tartalom	E	± 3 %	± 2 %	g
7.	MCHC festődési index	E	± 3 %	± 2 %	%

Sor- szám	Paraméter	Mérési módszer	Mérési pontosság	Reprodu- kálható pontosság	Dimenzió
8.	PBC thrombocytaszám	E	$\pm 4 \%$	$\pm 2 \%$	$\times 10^3 / \text{mm}^3$
9.	PTT parciális throm- boplaszt.	E	$\pm 1 \%$	$\pm 1 \%$	sec
10.	PT prothrombin idő	E	$\pm 1 \%$	$\pm 1 \%$	sec
11.	APTT aktiv part. thrombopl.idő	E	$\pm 1 \%$	$\pm 1 \%$	sec
12.	TT thrombin idő	E	$\pm 1 \%$	$\pm 1 \%$	sec
13.	PMV thrombocyta átl.térf.	E	$\pm 5 \%$	$\pm 3 \%$	3
14.	RCY reticulocytaszám	M	$\pm 10 \%$	$\pm 5 \%$	$\%$
15.	OR ozmotikus rezis- tencia	E	$\pm 2 \%$	$\pm 2 \%$	$\%$
16.	EST RBC élettartam	E	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$	nap
17.	ESR süllyedés	E	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$	mm/óra
18.	HBEF Hb elektrophorézis	OE	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$	iu
19.	GPDH G6PD enzim vizsgá- lat	OE	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$	g
20.	PYK pyruvát kinaze	OE	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$	iu
21.	DALA delta-aminosav levulins	OE	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$	ug
22.	EO eosinophils	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\%$
23.	BA basophils	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\%$
24.	PMNI NeUT. STAB.	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\%$
25.	PMN NeUT. POLY.	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\%$
26.	LYL nagy lymphocyte	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\%$
27.	LYS kis lymphocyte	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\%$
28.	MO monocyte	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\%$
29.	BL blast cells	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\%$
30.	POMY promyelocytes	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\%$
31.	MY myelocytes	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\%$
32.	MMY metamyelocytes	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	$\%$

Sor- szám	Paraméter	Mérési módszer	Mérési pontosság	Reprodu- kálási pontosság	Dimenzió
33.	GAPA granulocyte alka- lukis pH	OE	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$	g
34.	EBL erythroblast	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	%
35.	NOBL normblobast	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	%
36.	MGBL megaloblast	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	%
37.	MYBL myeloblast	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	%
38.	POMY promyelocyta	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	%
39.	MY myelocyta	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	%
40.	MMY metamyelocyte	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	%
41.	PL plasmasejt	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	%
42.	RET reticulumsejt	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	%
43.	MKBL megakaryoblast	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	%
44.	MKC megakaryocyta	M	$\pm 10 \%$	$\pm 10 \%$	%
45.	A,B,AB,O vércsoptok	E	---	---	---
46.	RH Rh faktor	E	---	---	---
47.	SEFE Se-vas	OE	$\pm 2 \%$	$\pm 2 \%$	g%
48.	SFBC Se-vaskötő kapacit.	OE	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$	g%
49.	TBV vértérfogat	IE	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$	ml/kg
50.	SHT Schilling teszt B <sub>12</sub>	IE	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$	%
51.	PP protophyrin	OE	$\pm 3 \%$	$\pm 2 \%$	g

Jelölések: M - manuális mérés  
E - elektromos mérés  
OE - optikai és elektromos mérés  
IE - izotopos és elektromos mérés



A táblázatban feltüntetett adatok haematológiai szempontból a vérrel kapcsolatos mérésekre vonatkoznak, de korántsem teljeseek, mivel a speciális haematológiai betegségeknel egyéb mérések is előfordulnak, és nem tartalmazzák a vizelet, illetve széklet vizsgálatokat.

A mérési pontosság követelményeit úgy kellene megadni, hogy a helyes diagnózis felállítás szempontjából milyen szórárok, ill. mérési hibák engedhetők meg. Ha ezt a követelményrendszert diagnosztikai szempontból felállítjuk, akkor a mérési módszerek kialakulásánál az egyes paraméterekre vonatkozó mérési pontossági igényt kell elérni.

Adott betegségek esetén elegendő az egyes adatok normál vagy attól eltérő értékének indikálása, mivel a legtöbb diagnózis felállítás logikai lépései kizárásos alapon történnek. Más esetekben igen fontos az egyes adatok közötti korreláció, ill. keresztkorreláció.

A mérési pontosság következményeinek felállítása mellett igen fontos a nemre, korra és genetikai adottságokra vonatkozó normál értékek létrehozása is, hogy szűrésnél vagy egyéb vizsgálatoknál helyes következtetésekhez jussunk. A cél a legrövidebb diagnosztikai ut biztosítása, amelynél a redundáns mérések száma minimális, azaz a legkevesebb minta, reagens és munkaidő felhasználása mellett gyorsabban és gazdaságosabban jutunk el a célhoz.

Mint már említettük, a haematológiai mérőrendszereket modul elemekből építjük fel, amely az adott feladatnak megfelelően célszerű felépítést tesz lehetővé. Az egyes intézményekben történő mérések mellett igen nagy súlyt fektetünk a páciens melletti közvetlen vizsgálati lehetőségek kialakítására is. Laboratóriumi vizsgálatok aspektusából vizsgálva a kérdést a laboratóriumi táskadiagnosztikai mérőberendezésnél a legfontosabb és mindenkor szükséges méréseket elvégző rendezést valósítjuk meg.