

DIPLOMADOLGOZAT

Magyar Brandó Adrián

2023



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Műszaki Menedzser**

**Épületautomatika rendszer tervezése és
kivitelezése**

Belső konzulens: Dr. Gergely Zoltán Albert

Külső konzulens: Stadler Márk

Készítette: Magyar Brandó Adrián

Neptun kód: FL946D
tagozat: nappali

Műszaki Intézet/ Műszaki Menedzsment Tanszék

**Gödöllő
2023**

Tartalom

1.	Bevezetés	1
1.1	Célkitűzés	1
2.	Szakirodalmi áttekintés	3
2.1	Épületfelügyeleti BMS rendszerek	3
2.2	Épületekben alkalmazott rendszerek	5
2.2.1	Fűtéstechnológia	6
2.2.2	Szellőzéstechnológia	7
2.2.3	Légkondicionálás	8
2.2.4	Hűtéstechnológia.....	10
2.3	Automatizálási eszközök és rendszerek	11
2.3.1	Vezérlés	12
2.3.2	Szabályozás.....	13
2.4	Szabályozó és vezérlő készülékek	14
2.4.1	DDC alapú vezérlő	14
2.4.2	PLC alapú vezérlő	16
2.4.3	DDC és PLC rendszerek összehasonlítása	18
2.5	SCADA Rendszerek.....	19
2.6	Kommunikáció.....	21
2.6.1	BACnet	22
2.7	Ki- és Bemeneti egységek	23
2.7.1	Analóg jelek.....	23
2.7.2	Digitális jelek.....	24
2.7.3	Érzékelők.....	25
2.7.4	Beavatkozók	25
2.8	Műszaki projektmenedzsment	26
2.8.1	Projekt folyamatok jellemzői.....	26
2.8.2	Projektvezetés	27
2.8.3	Gantt diagram	27
3.	Műszaki munka bemutatása	29
3.1	A tervezett rendszerek felépítése	29
3.2	Rendszerek tervezett működése	32
3.2.1	Légkezelő indítása.....	32
3.2.2	Zsaluk	33

3.2.3	Ventilátorok	33
3.2.4	Hőmérséklet szabályzó elemek	34
3.2.5	Páratartalom szabályzás	35
3.2.6	Helyiség nyomás szabályzások	36
3.2.7	Védelmi funkciók	37
3.2.8	Tűzvédelmi csappantyúk	37
3.2.9	Gáz riasztás	38
3.2.10	Szűrő eltömődés mérések	38
3.3	Felhasznált adatpontok tervezése	38
3.4	Perifériák tervezése	40
3.5	Villamos adatok	43
3.6	Automatika elemek	45
4.	Projektmenedzsment munka bemutatása	48
4.1	Időtervezés	48
4.2	Erőforrás tervezés	52
4.3	Költségvetés alakulása	55
4.3.1	Emberi erőforrás költségei	55
4.3.2	Anyagköltségek alakulása	57
4.3.3	Munka árazása	58
4.4	Projekt utóértékelés	60
5.	Összefoglalás	62
6.	Summary	63
7.	Felhasznált irodalom	64
8.	Táblázatok és ábrák jegyzéke	66
9.	Mellékletek	68

1. Bevezetés

Szakdolgozatomban bemutatom egy épületgépészeti rendszer automatizálásának tervezését, programozását, meghatározom a projekt kapcsán felmerülő anyag és munkadíj költségeket, továbbá bemutatom kivitelezési tevékenységek menedzselését. A cél egy olyan rendszer átadása mely megfelel a jelenleg érvényes szabványoknak, biztonsági előírásoknak. A kivitelezési tevékenység tervezése valószínűleg egy elég komplex feladat lesz mivel egy időben egyszerre több területen kell munkát végezni és a munkavégzés szervezése folyamán szükséges figyelembe venni más szakágak munkavégzését is. Excelben fogom elkészíteni a projekt Gantt diagrammját és erőforrás tervezését.

1.1 Célkitűzés

A megrendelő TRKI üzemépületét átalakítja. A 3. emeletre (+11,70m) új nagyvolumenű hatóanyag bemérő kerül kialakításra egy jelenleg használaton kívül álló területre. Valamint a felhasználó által jelenleg használt gyártóterületet alakítanak át oldatkészítő területté.

A projekt keretén belül kettő (az L05-ös és a 3.17 jelű) klímagépet kell telepíteni. Az L05 klíma rendszer a meglévő L05 helyére kerül és a vezérlő szekrénye is a meglévő GEA05-ös irányítástechnikai elosztó szekrény helyére fog kerülni a 19.5m szintű klímagépházba. Továbbá szükség lesz egy helyiség nyomásszabályzó szekrény telepítésére, mely egy szinttel lentebb 15.6m szintű szerelősinten lesz elhelyezve a helyisége A 3.17 es jelű légkezelő gép a 25.4m szintű tetőre lesz telepítve. A GEA3.17 számú vezérlőszekrény látja el a 3.17-es légkezelő vezérlését az irányítástechnikai elosztó szekrény szintén a gépházban lesz elhelyezve.

Az újonnan kialakítandó helyiségekben automatikus nyomásszabályozásokat kell kialakítani. A helyiség nyomásszabályozások a helyiségek abszolút nyomására, a telepítendő VAV légmennyiség szabályozó elemek mozgatásával valósulnak meg. GA05 jelű nyomásszabályzó szekrény az ellátott terület közelében lesz telepítve. A minőségbiztosítási előírások szerint a bemérő helyiségekben GMP „D” tisztasági fokozatú körülményeket kell biztosítani. A bemérő fülkében a nyílt felületű anyagok felett lamináris áramlást kell megvalósítani.

Az irányítástechnikai rendszer feladata az épületgépészeti rendszerek (légkezelő berendezés, fűtési rendszer) megfelelő vezérlése és szabályozása, az autonóm működésű

berendezések adatainak az összegyűjtése, valamint a kinyert adatoknak az üzemeltetők számára strukturált és érthető megjelenítése.

2. Szakirodalmi áttekintés

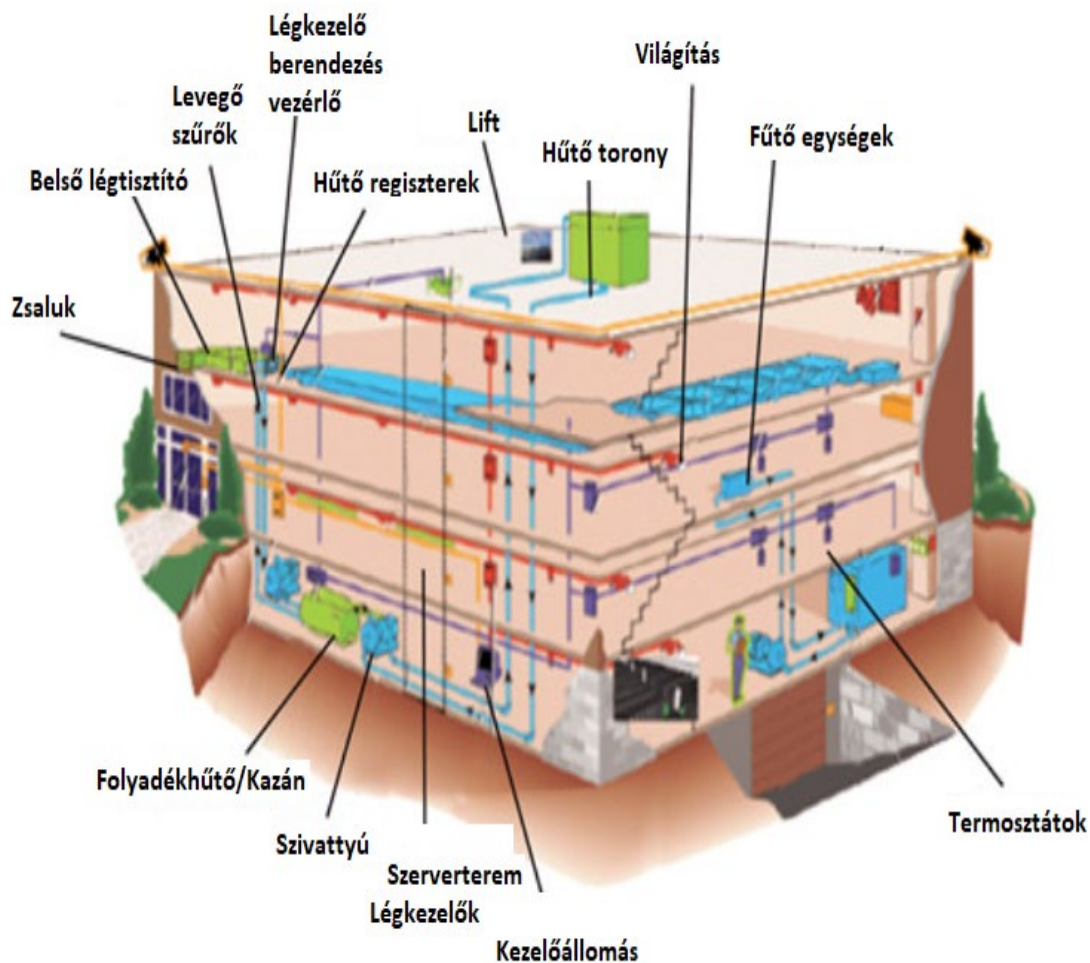
Ebben a fejezetben az épület automatizálás működéséhez és megvalósításához szükséges műszaki technológiákat és menedzsment eszközöket foglalom össze.

2.1 Épületfelügyeleti BMS rendszerek

A BMS (Building Management System), vagyis az épületfelügyeleti rendszerek egyre növekvő jelentőséggel bírnak a modern épületek fenntartásában és üzemeltetésében. [6] A BMS rendszer magába foglalja a BAS-t (Building Automation System) másnéven az épületautomatika rendszert is.

A BAS rendszer feladata, hogy a különböző épületfunkciókat (pl. fűtés, szellőzés, hűtés, világítás stb.) egy központi vezérlőrendszer alatt összehangolja és optimalizálja. Felépítése az első ábrán látható A BAS rendszer érzékelők, szabályozók és beavatkozók segítségével felügyeli az épület környezeti paramétereit (hőmérséklet, páratartalom stb.) és ezek alapján szabályozza a rendszerek működését. Az épületgépészeti rendszerek automatikus üzemmódra kapcsolhatók, időzíthetők és adott feltételek teljesülése esetén aktiválódhatnak a BAS rendszer által. A BAS rendszer a helyi irányítóegységen keresztül működtethető, de távoli hozzáférést is biztosíthat a rendszer felügyeletéhez és a beavatkozáshoz.

A BMS rendszerek kiemelkedő előnye az átfogó kép biztosítása az épület működéséről, berendezéseiről és azok hatékonyságáról, a hatékonyság növelésének lehetőségeiről. A berendezések precíz működtetésével javítja az épület energiafelhasználását, továbbá lehetővé teszi az energiafogyasztás nyomon követését, a hatékonyabb energiateljesítmény-jelentések készítését és az energiahatékony működést segítő beállítások végrehajtását. Ez jelentős megtakarítást eredményezhet az energiafogyasztás és a közműköltségek terén.



1. ábra BAS rendszer
Forrás: [6]

Egyes szoftverekkel a jelentések testre szabhatók az ügyfél preferenciái szerint, amelyek bemutatják a hatékonysági célok elérését és javaslatokat tesznek a problémák kezelésére. Ezek a jelentések segítenek az épületi működés javításában és az adatalapú stratégiák kidolgozásában.

Az épületfelügyeleti rendszerek további előnye a belső rendszerek egyszerűsítése. Összekapcsolja a szenzorokat és eszközöket egy analitikai felülettel, amely folyamatos adatgyűjtést és elemzést tesz lehetővé. Megkülönböztethetők különféle riasztási szintek, tehát segíti a riasztások prioritásának meghatározását, a problémák azonosítását és a rendszerek meghibásodásának megelőzését. Az adatalapú elemzéssel hatékonyabban végezhetők a karbantartási munkálatok, könnyebben kiszűrhetők a felesleges karbantartási folyamatok, ezáltal javítható a rendelkezésre állás és az üzemeltetés hatékonysága. A kiesési idő minimalizálásának köszönhetően javul a működési hatékonyság és csökkennek a működés kiesésből adódó költségek.

2.2 Épületekben alkalmazott rendszerek

Az épületek kiterjedt technikai infrastruktúrákat tartalmaznak és bonyolultságuk folyamatosan növekszik mivel egyre több rendszert fejlesztenek, melyek a kényelemért és a személybiztonságért, vagyonbiztonságért és az épület biztonságáért felelősek. [15] Az épületeken belül és az épületeken kívül telepített műszaki rendszereket melyek a biztonságot, kényelmet, technológiai követelményeket szolgálják mind épülettechnikának nevezhetők. Az épülettechnika rendszer lehetséges alkotóelemeit a második ábra szemlélteti.



2. ábra Épületekben alkalmazott technológiák:
Forrás: [15]

A 2. ábrán a feltüntetett technológiák:

1. légkezelő rendszer;
2. kazán és hőközpont,
3. folyadékhűtő;
4. elektromos szekrény,
5. szoba szellőztetés,
6. padlófűtés,
7. mennyezet hűtés
8. világítási rendszerek,
9. árnyékoló rendszer,
10. időjárás állomás,
11. hang és videórendszerek,
12. tűzjelző rendszer;
13. megfigyelő rendszer,
14. beléptető rendszer,
15. közlekedési rendszerek,
16. épületfelügyeleti és kezelőrendszer.

2.2.1 Fűtéstechnológia

Épületekben a központi fűtési rendszereknek többféle kialakításuk lehet. [18] Egyik lehetőség az, hogy a rendszer saját hőtermelő berendezéssel rendelkezik, amely felelős a hő előállításáért. A másik lehetőség a központi fűtési rendszerek esetében az, hogy a hő egy hőközponton keresztül jut el a fűtési rendszerhez. A hőközpontokat általában távfűtésre kapcsolt épületek vagy épületegyüttesek számára alakítják ki. A hőközpontok alapvető eleme a hőcserélő. Ez a berendezés felelős a hő átviteléért a hőközpont és a fűtési rendszer között. A hőcserélő lehetővé teszi, hogy a primer oldalon szállított hő, amely általában gőz vagy víz formában érkezik, átadódjon a szekunder oldalon található hőhordozónak, amely közvetlenül a fűtési rendszerben kering. A hőcserélő hatékony működése biztosítja, hogy a termelt hőt optimálisan használják fel a fűtési rendszerben, hozzájárulva ezzel a hatékony és gazdaságos fűtéshez.

A fűtési rendszerekben a hő elosztása és szabályozása nagyon fontos. Az osztó irányítja a hő áramlását az egyes fűtési körök között. Innen az egyes körökben működő ágak elkülönülve indulnak el és érkeznek vissza a gyűjtőhöz. Az ágak különböző célokat szolgálnak például radiátoros fűtés, fan-coil fűtés, padlófűtés stb. Ezáltal eltérő

időszakokban működnek és különféle szabályozást igényelnek. Az osztó rendszer lehetővé teszi a fűtési rendszer hatékony működését és a hő egyenletes elosztását az egész épület vagy lakás területén. Hőközponti kép a 3. ábrán látható.



3. ábra Hőközpont
Forrás: [7]

2.2.2 Szellőzéstechnológia

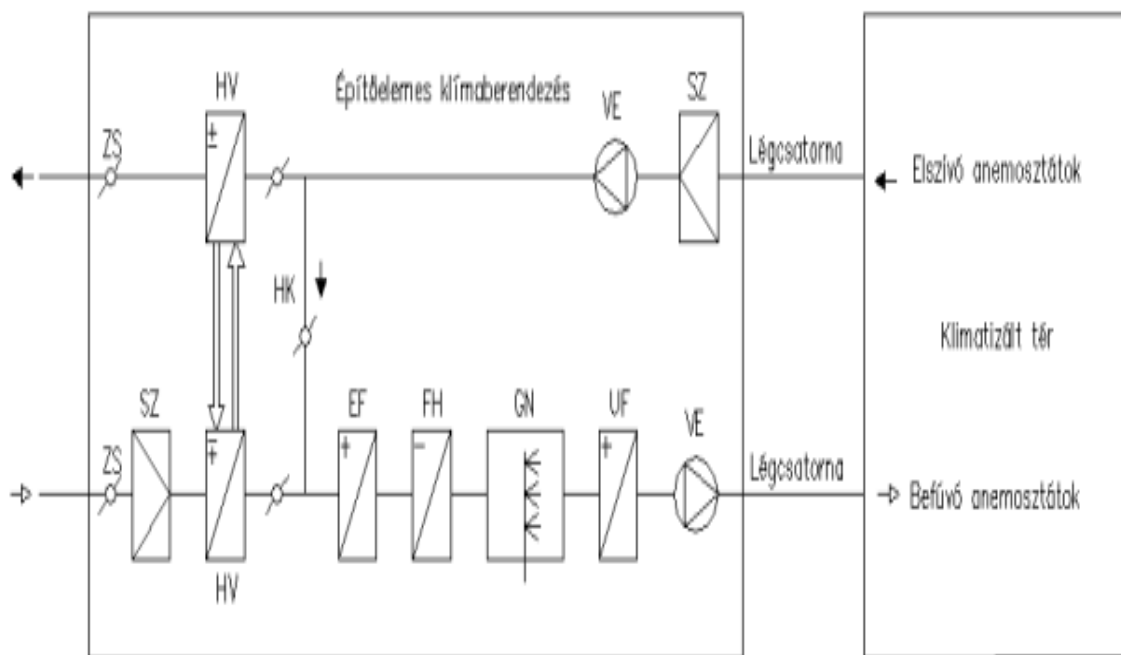
A szellőzéstechnológia a környezeti levegő cseréjét jelenti, különösen azokban az épületekben, ahol a levegő gyorsan elfogy vagy szennyeződik, például moziban, színházban, éttermekben vagy gyártási létesítményekben. [8] Mivel a mai kereskedelmi létesítmények és lakóépületek burkolata jobban szigetelt és légmentesen záró ebből kifolyólag az épületek szellőztetésére van szükség. A fűtési időszak alatt a beltéri hőmérsékletet a kívánt szinten kell tartani annak ellenére, hogy kívülről friss levegő

áramlik be. A friss levegőt hővisszanyeréssel és fűtőtekercsekkel melegítik a szellőztető egységben.

Egyes esetekben a szellőztetett teret meg kell védeni a környezet káros hatásaitól vagy éppen ellenkezőleg a környezetet kell megvédeni a helyiség levegőjétől. Az első esetben túlnyomásos szellőztetést kell megvalósítani, ilyen például egy műtő helyiség. A helyiség nyomásának 20-30 Pascallal történő megemelésével, befolyásolható a légáramlás iránya, mindig az alacsonyabb nyomású tér felé fog áramolni a levegő. Ellenkező esetben amikor a környezetet kell védeni a helyiség levegőjétől depresszív szellőztető rendszer megvalósításával lehetséges. Ekkor a helyiség nyomása alacsonyabb, mint a helyiséget körülvevő környezeté. Ezáltal a káros anyagok vagy kellemetlen szagok nem hagyhatják el a helyiségeket. Jellemzően alkalmazzák ezt a módszert például éttermek konyháiban.

2.2.3 Léghőszabályozás

A klimatizáló vagy léghőszabályozó berendezés olyan légtechnikai rendszer, amely egyszerre biztosítja a helyiségben előírt hőmérsékletet, levegőnedvességet és légnyomást. [8] Használható olyan esetekben, ahol a helyiségekben alkalmazott technológia működtetéséhez speciális környezeti körülményeket kell megvalósítani, például ahhoz, hogy a papírt hosszútávon lehessen tárolni kritikus fontosságú a megfelelő páratartalom.



4. ábra Légkezelő sémája
Forrás: [18]

Klímaberendezés általános alkotó elemeit a 4. ábra is mutatja:

- Szűrő
- Zsalu
- Hővisszanyerő
- Hármass keverőelem
- Előfűtő kalorifer
- Hűtő kalorifer
- Gőz légnedvesítő kamra
- Utófűtő kalorifer
- Ventilátor

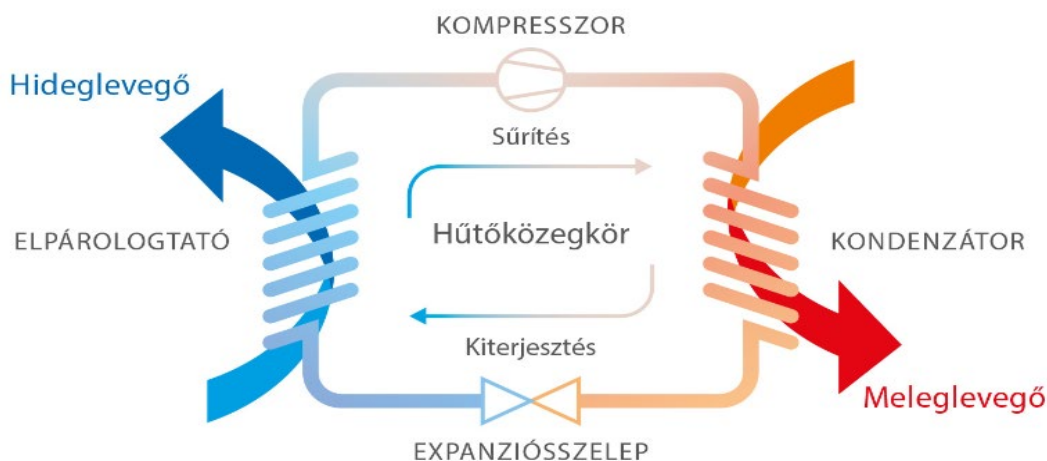
2.2.4 Hűtéstechnológia

Az épületek hűtésére egyre nagyobb igény van a megfelelő komfort érzet fenntartásához, illetve egyes technológiák üzemeltetéséhez. [15] A hűtésre alkalmazható a természetben elérhető hűtési források (például hűvös kültéri levegő, felszíni víz) valamint az energetikailag megfelelő hűtőberendezések és a környezetbarát hűtőközegek használata.

A szabad hűtés főleg átmeneti időszakokban alkalmazható amikor a környezeti levegő éjszaka lehűl a helyiség hőmérséklete alá.

A felszíni vizek hőmérséklete általában 8-18 °C között van. Ezáltal az épületek légkondicionálásában különösen statikus hűtőfelületekkel vagy úgynevezett TABS (Thermo Active Bulding System) hőaktív épületrendszerekkel kombinálva jól hasznosítható a felszíni víz.

Mivel számos esetben nem áll rendelkezésre felszíni víz és a szabadhűtés nem elegendő akkor a hideget hűtőegységgel állítják elő. A legelterjedtebb hűtőegységek működése a hűtőközeg összenyomásán alapul. A kompresszoros hűtőgép működési elve az 5. ábrán látható. A hűtőközeget összenyomásának hatására megnő a közeg nyomása és ezáltal a hőmérséklete is. A túlnyomásos közeg bekerül a kondenzátorba, ahol egy másik közeg elvonja tőle a hőt. Ahhoz, hogy a közeg gyorsabb lehűtéséhez csökkenteni kell a nyomását, ezt a feladatot az expanziós szelep látja el. Ennek következtében az alacsonyabb nyomású térben könnyen elpárolog, eközben hőt von el a hűtendő közegtől. Majd a párolgási gőzt beszívja a kompresszor és kezdődik az elejétől a folyamat.



5. ábra Hűtőgép működési elve
Forrás: [17]

2.3 Automatizálási eszközök és rendszerek

Azt az irányítási műveletet, amikor a folyamat valamennyi részművelete emberi beavatkozás nélkül önműködően megy végbe, önműködő irányításnak nevezzük [10]. Az irányítás öt műveletcsoportra bontható: érzékelés, döntéshozatal, ítéletalkotás, végrehajtás és beavatkozás.

Az automatizálási rendszerek alkotóelemei az alábbiak:

- elem: olyan szerkezeti rész, amely irányítástechnikai szempontból nem bontható további részekre. Ilyen például egy kapcsoló, egy analóg feszültségbemenet vagy egy bit logikai „ÉS” kapu.
- szerv: önállóan ellátja az irányítási feladatokat, és egy vagy több elemet tartalmaz. Az irányítási láncok általában szervekből épülnek fel, mint például érzékelők, differenciálók, végrehajtók, beavatkozók és logikai döntéshozók.
- készülék: egy vagy több szervből álló szerkezeti egység, amely feladatot lát el. Például hőszivattyúk kaszkád vezérlője.
- irányító rendszer: mindazon szerkezeti részek együttese, amelyeken keresztül az irányított rendszer irányítása megvalósul.
- irányított rendszer: Az irányított rendszer az irányítástól független létesítmény, ami az irányítás tárgyát képezi.

A technológiai folyamatok irányítása két módon történhet: vezérléssel vagy szabályozással. A vezérlés nyílt hatásláncú, míg a szabályozás zárt hatásláncú irányítás. A zárt szabályozás visszacsatolást használ a szabályozott jellemző megvalósításához, míg a nyílt vezérlés független a vezérelt jellemzőtől.

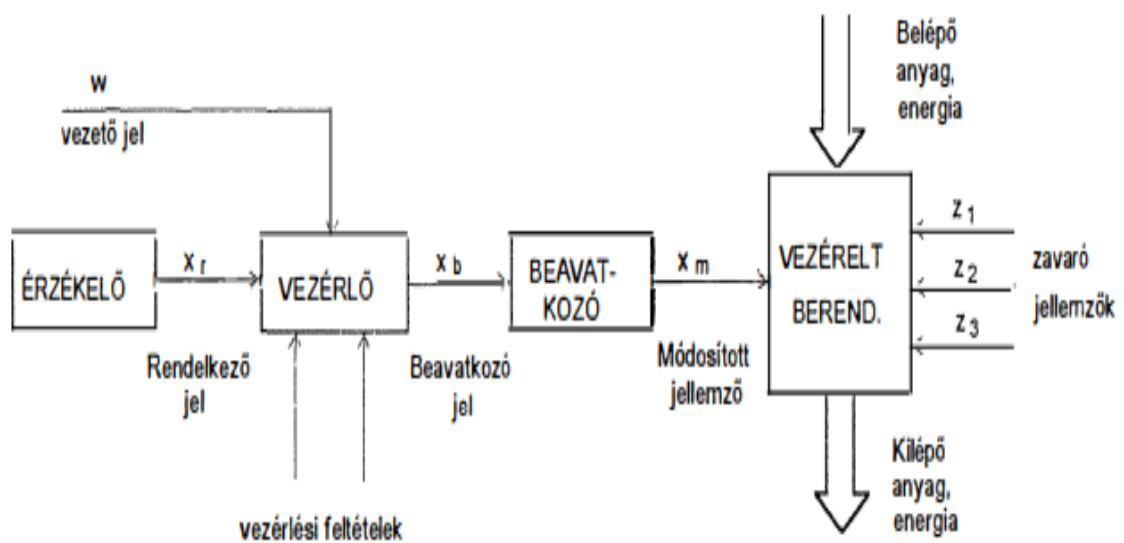
Míg korábban a szabályozó- és vezérlőkészülékek elkülönültek egymástól, ma már ugyanazzal a hardverstruktúrával rendelkeznek, csupán a szoftverükben lévő eltérések különböztetik meg őket.

A technológiai folyamatok jellegüktől függően három csoportba sorolhatók: folyamatos, diszkrét és vegyes technológiai folyamatok.

2.3.1 Vezérlés

A vezérlés fő célja, hogy a vezérelt berendezés folyamatai a vele szemben támasztott követelményeknek megfelelő módon történjenek meg, például egy előre meghatározott sorrendben és megadott idő alatt. [10] Ehhez a vezérlőberendezés jelformáló funkcióját és bemenő jeleit használják.

A bemenő jel lehet például egy időprogram adó vezető jele vagy egy érzékelő által generált rendelkező jel. Emellett a vezérlőberendezés fogadhat további jeleket, amelyek technológiai feltételek teljesülését jelentik. Az irányított rendszer befolyásolását beavatkozó szervek működtetésén keresztül valósítja meg a vezérlő berendezés. Általában az anyag vagy energiaáram módosításával érhető el a beavatkozószerv kimenő jelének módosítása, ezáltal változik meg a módosított jellemző is. Fontos megjegyezni, hogy a vezérelt berendezést külső hatások is befolyásolhatják, amelyek zavaró jellemzőkként ismertek. Ezek olyan tényezők, amelyek képesek befolyásolni a vezérelt technológiai folyamatot vagy annak jellemzőit.



6. ábra Vezérlés működési vázlat
Forrás: [10]

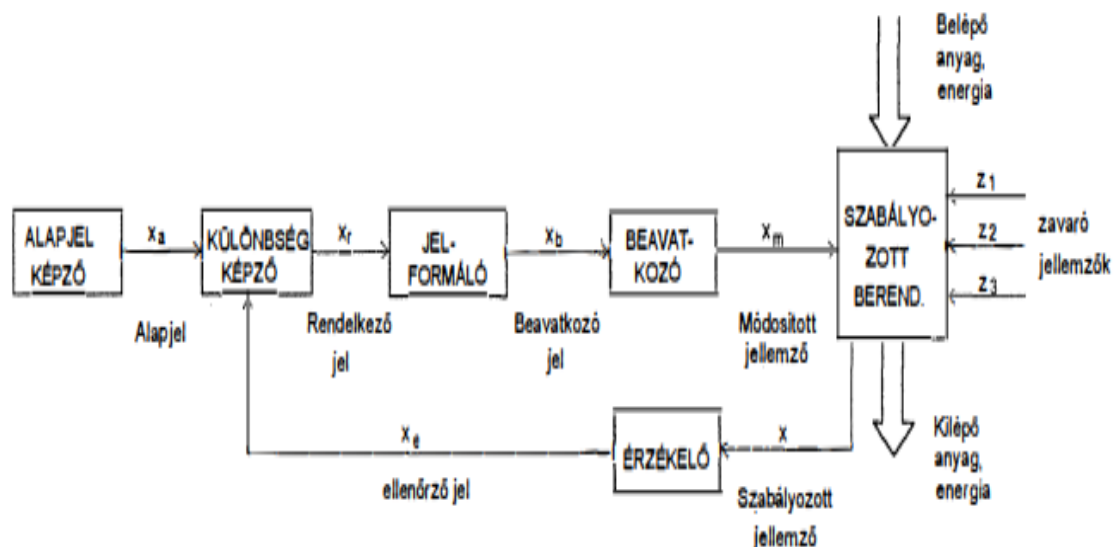
A 6 ábrán bemutatott működési elv szerint a vezető vagy rendelkező jel hatása végigfut a vezérlési láncon. Ez azt jelenti, hogy a vezérlés nyílt hatásláncú irányítás, vagyis a vezérelt folyamat nincs hatással vezérlő berendezés ítéletalkotására.

Négy különféle vezérlést különböztetünk meg:

- Menetrendi (program) vezérlés: előre meghatározott sorrendben, program alapján generálódik a rendelkező jel.
- Követő vezérlés: a rendelkező jel a vezető jel alapján alakul, tehát a vezérelt jellemző követi a vezető jelet.
- Lefutó vezérlés: a vezető jel és a vezérlési műveletek (lépések, szakaszok) végrehajtása a külső környezet és a vezérelt folyamat állapotától származó feltételek figyelembe vételével kerül meghatározásra. A műveletek csak azután futnak le miután teljesülnek a lefutáshoz meghatározott feltételek.
- Időterv-vezérlés: A rendelkező jel alakulása csak és kizárólag az időtől függ. Az időterv tároló adja a jelet a vezérelt rendszernek.

2.3.2 Szabályozás

A szabályozás lényege, hogy a technológia által megkövetelt fizikai jellemzőket, például hőmérsékletet a meghatározott értéken tartsa. Ehhez valamilyen érzékelő szervnek mérnie kell a szabályozott jellemzőt. Az érzékelő szerv állítja elő az ellenőrző jelet. A kivonó szerv meghatározza az alapjel és az ellenőrző jel különbségét. A különbség alapján alkotja a jelformáló a rendelkező jelet. [10] A szabályozott jellemző (x) a visszacsatolás által hatással van a rendelkező generálására. Ennek eredményeként egy zárt körű hatáslánc, azaz szabályozási kör jön létre. A szabályozás elvi vázlatát a 7. ábra mutatja.



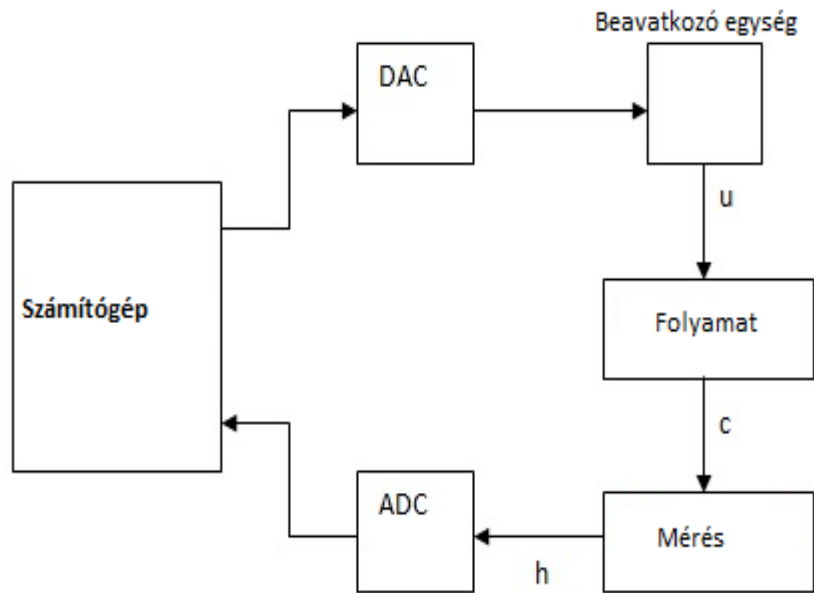
7. ábra Szabályozás működési vázlat
Forrás:[5]

2.4 Szabályozó és vezérlő készülékek

A mikroprocesszorok az 1980-as években terjedtek el, ezelőtt a vezérlő és szabályozó készülékek elsősorban analóg rendszerek voltak. A leggyakrabban használt szabályozó típusok a PID (Árányos, Integráló és Deriváló) szabályozók voltak, amelyek hatékonyan működtek számos feladatban. Az analóg szabályozók főként jelfeldolgozást végeztek, a távadók és beavatkozók közötti kapcsolatot a 4...20 mA-es analóg jel tartományban valósították meg. Az analóg szabályozókban az aritmetikai műveletek, például szorzás vagy négyzetgyökvonás, sokszor bonyolultan végezhetők el, továbbá diagnosztikájuk is nehéznek bizonyult. A mikroprocesszorok megjelenése alapvetően új lehetőségeket teremtett az irányítástechnikában. Az analóg szabályozók helyét átvette a digitális szabályozás, amely lehetővé tette egyre bonyolultabb szabályozási algoritmusok megvalósítását. A digitális szabályozók alkalmazása során a mikroprocesszorok és mikrovezérlők központi szerepet kaptak a rendszer működtetésében és a szabályozási logika megvalósításában.

2.4.1 DDC alapú vezérlő

A DDC (Direct Digital Control) vezérlők olyan vezérlőrendszerek, amelyeket digitális mikroprocesszorok működtetnek. [14] Egy DDC rendszerben az adatbevitel és -kiadás az alaplapon történik, a vezérlő logika utasításai alapján. A DDC közvetlenül kapcsolódik a folyamathoz az adatgyűjtés és vezérlés céljából. A folyamat jeleit egy számítógép által értelmezhető jelekké szükséges alakítani mielőtt azok a számítógépen feldolgozásra kerülnek. Ugyanez igaz ellenkező irányba is, a számítógép által generált jelet is a terepi eszközök számára érthető jellé kell formálni. A 8. ábra szemlélteti a DDC rendszer különböző funkcionális blokkjait. Az multiplexer mikroprocesszoros vezérlés alatt működő kapcsolóként működik. A szenzorok és a jeladók analóg jeleit kapcsolja és jeleníti meg kimeneten. A számítógép és az IO-k tápellátását 24V-os tápegység biztosítja.



8. ábra DDCrendszer elemei
Forrás: [3]

A rendszer elemei:

- Tápegység
- Alaplap
- MUX
- ADC(Analog Digital Converter)
- DAC(Digital Analog Converter)
- ZOH(Zero Order Hold)
- Kommunikációs port
- I/O portok

Az ADC átalakítja a szenzorokból származó analóg értékeket digitális jelekké, hogy a digitális feldolgozó egység ezeket értelmezni tudja. A digitális vezérlési logika kimenetét DAC(Digital Analog Converter) továbbítja a beavatkozó egységekhez.

A mikroprocesszor a következő feladatokat végzi el

- Beolvassa a jeladókból származó folyamatváltozókat a multiplexer és az ADC segítségével.
- Meghatározza a hibát, és végrehajtja a vezérlési stratégiát minden vezérlőlőhurokban.
- A DAC segítségével átalakítja a korrekciós értéket kimeneti jelre, melyet a beavatkozó értelmezni tud.

A digitális vezérlőlőhurok részét képező más fontos hardverelemek:

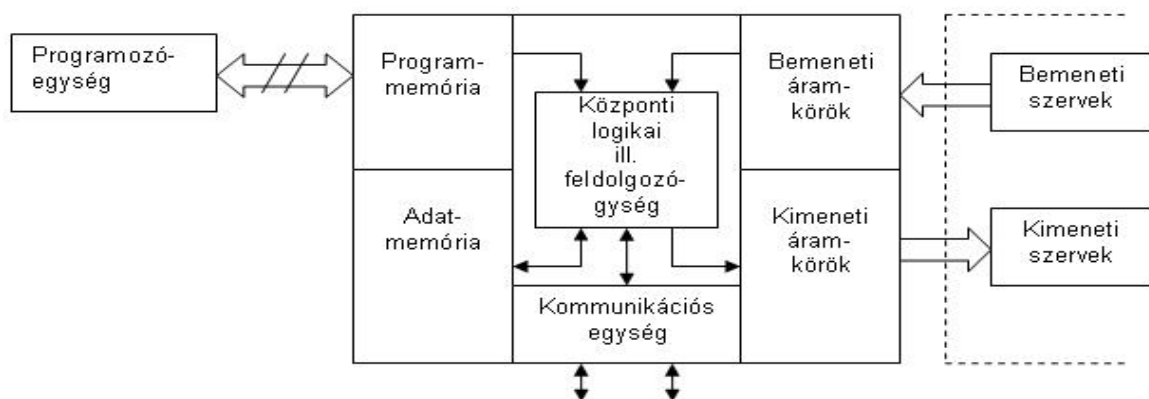
Mintavételező: általában fix időközönként működik. Amikor a kapcsoló záródik, mintát vesz az adott időpillanatban. Amennyiben a forrásjel folytonos, a mintavételező kimenete impulzusok sorozata, és minden impulzus nagysága megegyezik a folytonos jel nagyságával a mintavételezés pillanatában.

Minta-tartó eszközök: a DAC kimenete impulzusok sorozata. Ha ezt vezérlő jelként van használva, akkor például egy szelepnél a pulzus jelenlétében nyitja, hiányában pedig zárja a szelepet. Ezen probléma megoldására használják a minta-tartót, amely megtartja a DAC jelét. A leggyakoribb típus a ZOH, ahol minden impulzust addig tart, amíg a következő impulzus meg nem érkezik.

2.4.2 PLC alapú vezérlő

A PLC-k (Programozható Logikai Vezérlő) az 1970-es években a General Motors cég pályázatával kezdték térhódításukat. Az elmúlt 50 év elteltével még mindig nagyon fontos a szerepük az automatizálási területen. Ez idő alatt folyamatos funkcionális fejlődésüknek köszönhetően már nagy méretű, komplex rendszerek irányítására is képesek. A PLC interfészeket használ a jelek fogadására és kiadására egyaránt. [1] A bemenetek felelősek a gép aktuális állapotának vizsgálatáért, érzékelőket vagy kétállapotú jelzéseket lehet csatlakoztatni. A kimenetek pedig működtetik a beavatkozókat.

A PLC-k lehetnek moduláris vagy kompakt felépítésűek. A moduláris PLC-k jellemzője, hogy speciális funkciókat ellátó modulokból épülnek fel, amelyek egymáshoz kapcsolhatók, így bármikor módosíthatók a célnak megfelelően. A kompakt PLC-k hardverstruktúrája nem módosítható, egy házon belül helyezkedik el a hardver mely elemei a következők: processzor, memória, kommunikációs csatornák, és néhány ki- és bemenetet. Moduláris vagy kompakt felépítésüktől függetlenül a funkcionális felépítésük hasonló.



9. ábra PLC-k funkcionális felépítése
Forrás: [1]

A 9. ábrán látható PLC funkcionális felépítése a következő elemekből áll: központi logikai egység (CPU), programmemória (EPROM, EEPROM, FlashROM), adatmemória (RAM), bemeneti és kimeneti áramkörök, számláló és időzítő egység, kommunikációs egység, és tápegység.

A CPU hajtja végre a programozott utasításokat. A programvégrehajtás a mai modern számítógépekkel ellentétben soros és ciklikus. Mivel akár másodpercek ezredrésze alatt lefut a teljes program, így látszólag valós idejű. A program memóriában található a vezérlőprogram. Az adatmemóriában helyezkednek el a programban kezelt változók értékei.

A PLC programozása során grafikus és szöveges programozási eljárások is alkalmazhatók.

Grafikus eljárások:

- Létradiagrammos programozás, elsők között fejlesztették, a relés kapcsolásokhoz hasonlít a felépítése
- . A funkció blokk diagram: a Boole-algebra szimbólumrendszerét használja. A különböző szimbólumok, például logikai kapuk, számlálók és időzítők összekapcsolásával készíthető el a program
- A sorrendi folyamatábrás programozás nagyon jól alkalmazható szekvenciális technológiák automatizálására.

Szöveges programozási eljárások:

- SCL vagyis a struktúrált programnyelv: a C vagy más magas szintű programnyelvekhez hasonlít. A szintaktikája is a magas szintű programnyelvek szintaktikájához hasonló.
- Utasításlistás programozás: A program megírása jóval bonyolultabb mint a többi eljárás esetében, viszont előnye, hogy kevesebb helyet foglal a programmemóriában, ráadásul a ciklusideje is csökken a többi eljáráshoz képest.

2.4.3 DDC és PLC rendszerek összehasonlítása

Felhasználási terület szerint:

- DDC: A DDC vezérlőket gyakran használják épületautomatizálási rendszerekben a HVAC (fűtés, szellőztetés és légkondicionálás) rendszerek, világítás, biztonsági rendszerek és más épületfunkciók monitorozására és vezérlésére.
- PLC: A PLC vezérlőket széles körben használják ipari automatizálásban, gépek és folyamatok vezérlésére, például gyártósorok, szerelési sorok, szállítórendszerek és robotalkalmazások működtetésére, de alkalmazhatók épületautomatizálásban is.

DDC előnyök [9]:

- Kifejezetten HVAC automatizálási alkalmazásokhoz tervezve.
- Olcsóbb, mint a PLC.
- Általában beépített kommunikációs protokollokat tartalmaznak más eszközök és rendszerek integrálásához, megkönnyítve ezzel a rendszerintegrátori munkát.
- Hatékonyan képesek valós idejű vezérlési feladatokat kezelni.
- Gyorsan fejlődik.
- Beépített HVAC funkciók.
- Gyakran rendelkeznek energiakezelési funkciókkal a rendszer teljesítményének optimalizálásához.

DDC Hátrányok:

- Korlátozott számítási képességek.
- Egy processzort alkalmaz, ezáltal nem támogatja a redundáns megoldásokat, sokkal bonyolultabb a kivitelezése.
- Lassabb válaszidő.
- Korlátozott, gyártókra jellemző fejlesztőkörnyezettel rendelkezik.
- Nem feltétlenül alkalmas bonyolult alkalmazásokra az épület automatizálás területén kívül.
- Kevesebb biztonsági funkcióval rendelkezik, mint a PLC.

PLC előnyök:

- Robusztus és megbízható működés, zord ipari környezetben is.
- Kifejezetten I/O (bemenet/kimenet) modulokat tartalmaznak, hogy könnyen lehessen csatlakoztatni a különböző érzékelőket és beavatkozókat.
- Piacra kerülés előtt hosszas tesztelési folyamatok.

- Gyorsabb válaszüidő.
- Támogatják az ipari kommunikációs protokollokat.
- Támogatják a logikai vezérléshez tervezett programozási nyelveket, mint például létradiagram és függvényblokk-diagram.
- Támogatja a redundáns rendszerek implementálását.

PLC Hátrányok:

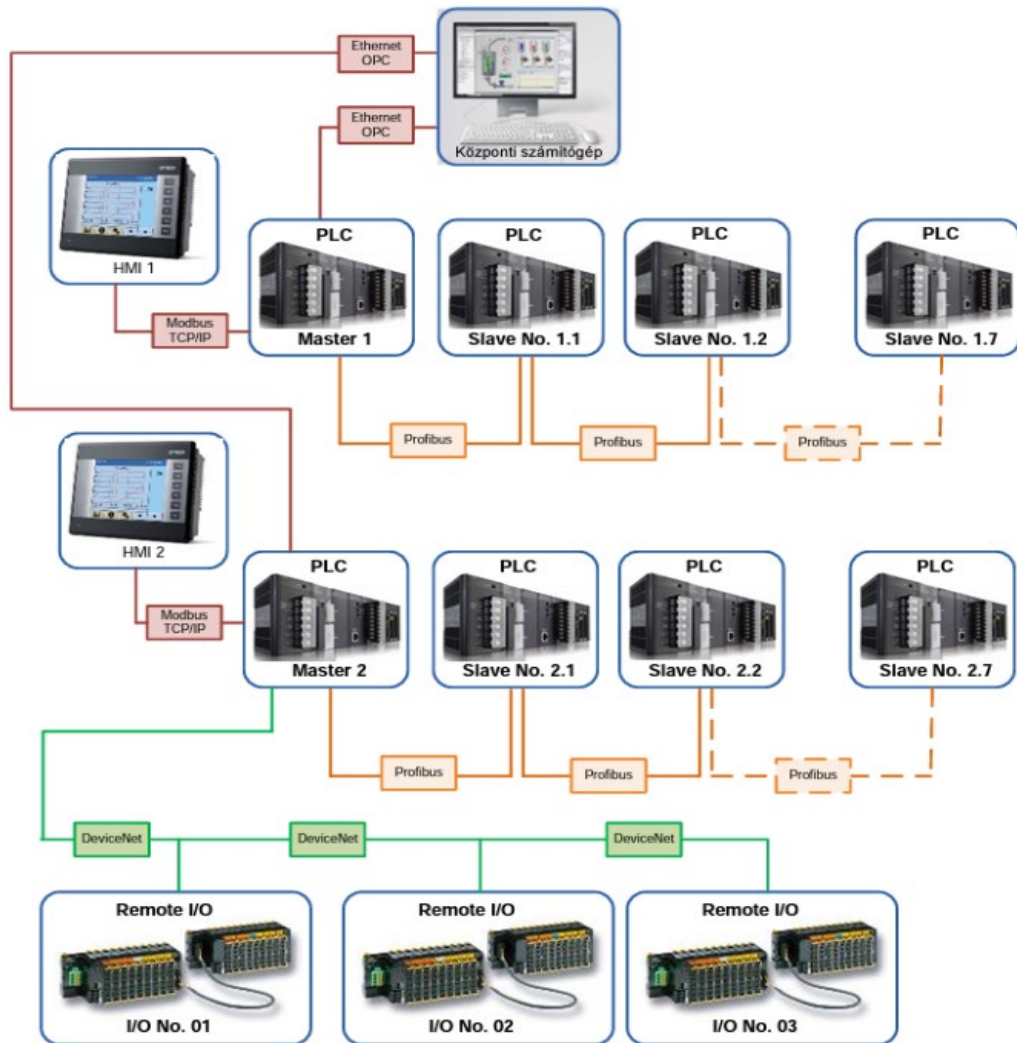
- Magasabb beszerzési költségek.
- Magasabb beüzemelési költségek.
- Hosszabb a programozási folyamat.
- Bonyolultabb beüzemelés.
- Hatékony használatához speciális programozási ismeretek szükségesek.

Az épület automatizálás feladatok elvégzésére a PLC és DDC egyaránt alkalmas. Kevésbé kritikus jelentőségű környezetben megfelelő választás a DDC mivel olcsóbb a telepítési költsége és gyorsabban megvalósítható a telepítés. Mivel a DDC-k alkalmazása kifejezetten a HVAC rendszereket célozza meg, így a gyártók számos beépített HVAC funkciót szolgáltatnak melyek egyszerűsítik a programozás folyamatát.

Kritikus jelentőségű rendszerek esetében jobb választásnak bizonyul a PLC, megbízhatóbb, alacsonyabb a válaszüideje és van lehetőség redundáns rendszereket építeni. A beszerzési és telepítési költségek azonban magasabbak.

2.5 SCADA Rendszerek

Az ipari felügyeleti és adatgyűjtő (SCADA) rendszerek olyan összetett rendszerek, amelyek vizuális elemekkel szemléltetik az ipari folyamatok állapotát és paramétereit, lehetőséget nyújtva a felhasználók számára a folyamatok felügyeletére és szükség esetén azok módosítására, valamint lehetővé teszik az adatok gyűjtését, tárolását és elemzését. [11] A SCADA rendszerekhez tartozik a mérés, szabályozás és végrehajtás technikai elemei, amelyek a folyamatok működtetését és irányítását végzik. Továbbá az összetettebb SCADA rendszer része lehet az energetikai rendszer és a kommunikációs hálózat, mely biztosítja az adatátvitelt a felsőbb szinten elhelyezkedő számítógépes rendszerrel is. 10. ábra a rendszer felépítését mutatja.



10. ábra SCADA rendszer struktúra
Forrás:[11]

A számítógépes rendszer (SCADA szerver) a rendszer központi része, amelyre telepített szoftverek segítségével a folyamatok megjelenítése, adatgyűjtése és analízise történik. Ez a számítógépes rendszer lehetővé teszi a felhasználók számára az interakciót a folyamatokkal, beleértve a paraméterek beállítását és a beavatkozást is.

A SCADA rendszerek hibrid rendszereknek tekinthetők, mivel kombinálják az analóg és digitális technológiákat. A mérés és szabályozás technikai eszközei általában mikroprocesszorokon alapulnak, amelyek lehetővé teszik a pontos és precíz működést. A számítógépes rendszerek fejlődésével pedig a digitális technológia egyre inkább átveszi a vezető szerepet a SCADA rendszerekben is.

A jól megtervezett és beállított rendszerek alkalmazásának számos előnye lehet a gyártási folyamatokban. Az optimalizált paraméterbeállítások és a folyamatok felügyelete révén hatékonyabbá és megbízhatóbbá teheti a termelést. A hibák gyorsabb észlelése és

elhárítása csökkentheti a leállások időtartamát és minimalizálhatja a veszteségeket. Az adatgyűjtés és analízis lehetősége segíthet az előzetes karbantartás tervezésében és a rendszer teljesítményének optimalizálásában.

A SCADA rendszerek alkalmazása során jelentős megtakarítás érhető el az erőforrások hatékonyabb kihasználása és a selejt termékek kialakulási okának feltárása révén. A gyártási paraméterek elemzésével és optimalizálásával javítható a termékek minősége. A folyamatos állapotfigyelésnek köszönhetően könnyen tervehetők a megelőző karbantartások.

2.6 Kommunikáció

A kommunikáció leggyakrabban soros adatátvitel formájában történik, ami azt jelenti, hogy az adatok bitenként egymás után kerülnek továbbításra. [1] A soros átvitel során az adatokat általában elektromos jelek vagy fényimpulzusok formájában továbbítják.

Az adatátvitel történhet alap- vagy szélessávú módon. Az alapsávú átvitel kizárólag digitális jelátvitelt teszi lehetővé, ahol diszkrét elektromos vagy fényimpulzusokkal reprezentáljuk az adatokat. Ez azt jelenti, hogy az adatok csak két állapotban lehetnek jelen vagy hiányozhatnak.

A szélessávú átvitel lehetőséget ad az analóg átvitelre is, ami azt jelenti, hogy az adatok folytonosan változó elektromágneses vivőhullámokkal kerülnek továbbításra. Az adatok a vivőhullám valamely jellemzőjét modulálják, például a fázist, frekvenciát vagy amplitúdót.

A soros átvitel kettő vagy több pont között történhet. A pont-pont közötti kommunikáció alkalmazható két eszköz közötti adatcserére. A több pont közötti kommunikációt általában hálózatokban használják. Ilyen hálózatokban az adatok általában több soros vonalon keresztül haladnak, és pont-pont kapcsolatokat hoznak létre az egyes eszközök között.

Az Ethernet-hálózat különösen hasznos nagy adatmennyiségek vagy nagy távolságok esetén, mivel lehetővé teszi a gyors és megbízható adatátvitelt a számítógépek, szerverek és más hálózati eszközök között.

2.6.1 BACnet

Az 1980-as évek elején megjelentek a digitális mikroprocesszorokon alapuló közvetlen digitális vezérlésű (DDC) rendszerek. [16] Az épületiparban az egyik korai és legsikeresebb alkalmazási területük az épületek fűtési, szellőztetési és légkondicionálási (HVAC) vezérlőrendszerei voltak, amiket a mai napig előszeretettel alkalmaznak. A DDC rendszerek pontosabbak voltak a tisztán elektronikus és pneumatikus vezérlőrendszerekhez képest, ezen felül az energia költségeket is lecsökkentették. Ennek a technológiának a lehetőségeit kiaknázva megszületett az "intelligens épület" koncepciója, amely egy rendszerbe összefoglalta a HVAC rendszereket, a világításvezérlést, a biztonságtechnikát, a tűzérzékelést, és a tűzjelzést.

A gyártók eszközeik gyártása folyamán saját, nem egységes kommunikációs protokollokat fejlesztettek és használtak. Ez azt eredményezte, hogy a különféle gyártók eszközeit nem lehetett egy rendszerbe összeállítani. Vagyis, ha egy rendszert elkezdtek Siemens termékekkel, a bővítésére is csak Siemens termékekkel volt lehetséges. A rendszerek elterjedésével párhuzamosan növekedett az igény egy szabványos kommunikációs protokollra, hogy különböző gyártók épületautomatika eszközei képesek legyenek kommunikálni egymással.

A BACnet vagyis Building Automation Control Network biztosítja az adatátvitelt különféle eszközök között. A BACnet nem határozza meg a vezérlők belső konfigurációját, azok az adatok melyeknek látszódnuk kell a kommunikációs hálózaton szabványos objektumként jelennek meg.

A BACnet rétegzett protokollarchitektúrát alkalmaz, amely az Open Systems Interconnection (OSI) Alapreferencia-modelljén alapul. Az OSI modell 1., 2., 3. és 7. rétegeket használja, ahogy az a 11. ábrán látható. Az általános alkalmazási réteg és hálózati réteg protokollok alkalmazhatók négy lehetőséggel a helyi hálózati (LAN) technológiákhoz, vagy egy pont-pont (PTP) protokoll, amely alkalmas távfelügyeleti telefonos kommunikációra. A hálózati réteg lehetővé teszi a különböző LAN-ok összekapcsolását egy internethálózat létrehozásához.

BACnet alkalmazási réteg					
BACnet hálózati réteg					IP
IEEE 802.2		MS/TP	PTP	LON Talk	IEEE 802.2
IEEE 802.3	ARCNET	RS 485	RS 232		IEEE 802.3

11. ábra BACnet rétegek
Forrás: [16]

2.7 Ki- és Bemeneti egységek

2.7.1 Analóg jelek

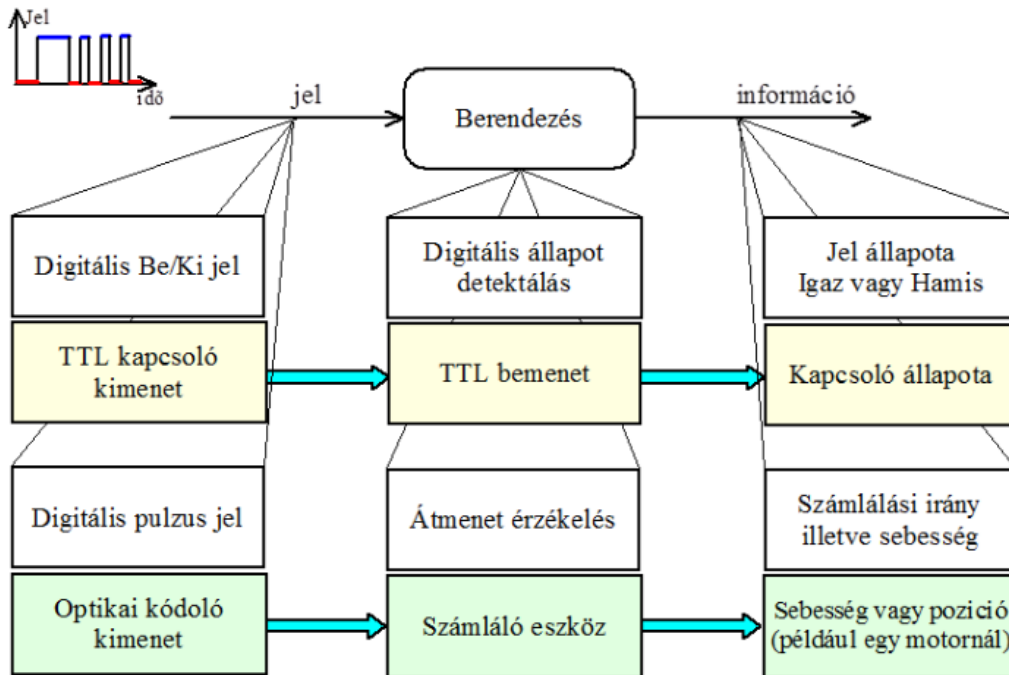
Az analóg jelek folyamatosan változnak az idő függvényében, lehetnek villamos vagy pneumatikus jelek. [11] A villamos analóg jelek közé tartozhatnak egyenáramú jelek, mint például feszültség vagy áramerősség, valamint váltakozó áramú jelek, amelyeket amplitúdó, frekvencia és fázishelyzet jellemzi. Az impulzusjeleknek is lehet analóg jellege, amelyeknek van amplitúdója, frekvenciája és szélessége. A pneumatikus jelek pedig a nyomást használják információ hordozóként.

A feszültség-jelátvitel feszültségosztó elven működik, hátránya, hogy hibaforrások lehetnek az ellenállások változása miatt. Az áramjelátvitel pedig az áramosztóhoz hasonlóan működik, és itt is az ellenállások változása lehet a hibaforrás. Az áramjelátvitel általában előnyösebb olyan esetekben, amikor az áramkör ellenállása külső okok miatt is változhat. A feszültségjelek szokásos értékei általában nem szabványosak, de a jellemző értékeik 0-3V, 0-5V, 0-10V, 2-10V, míg az áramjeleknek vannak szabványosított értékei, például a 0-20 mA vagy 4-20 mA tartományok.

A pneumatikus technika a túlnyomású levegőt vagy semleges gázt használja jelként és munkavégzésre is. A pneumatikus jelek áramköröket alkotnak, és a levegőnyomást három tartományban alkalmazzák: kisnyomású (1...100 mbar), közepes tartományú (1...2 bar) és nagynyomású (6...10 bar).

2.7.2 Digitális jelek

A digitális jelek alapvetően két értéket vehetnek fel, például 0 és 1, vagy hamis és igaz. [10] Lehetnek logikai ki és bemeneti jelek melynek az adott időpillanatban az értéke az átadott információ. Másik jeltípus a logikai pulzushordozó, ebben az esetben a logikai jelek állapotváltozásából kerül meghatározásra az információ.



12. ábra Digitális jelek alkalmazása
Forrás: [5]

Az irányítástechnikában a digitális jelek fontos szerepet játszanak a rendszerek vezérlésében és kommunikációjában. A digitális jelek feldolgozása és átalakítása lehetővé teszi a rendszerek állapotának érzékelését, a kívánt beavatkozás elérését.

A digitális jelek előnyei közé tartozik a zajtűrés, az információvesztés minimalizálása és a megbízhatóbb kommunikáció. Emellett a digitális jelek könnyen manipulálhatók, tömöríthetők és könnyen összeadhatók, ami különösen előnyös az információfeldolgozásban és a kommunikációs rendszerekben.

A leggyakoribb formája a terepbusz, amely a terepi követelményeket kielégítő, soros digitális jelátvitelt valósít meg. A terepbusznak számos változata van, mint például a PROFIBUS, Interbus S, Modbus, FOUNDATION Fieldbus, IEC1158-2 (H1), és Controller Area Network (CAN-bus).

2.7.3 Érzékelők

Az érzékelők olyan eszközök, amelyek érzékelik a fizikai jelenségeket, például hőmérsékletet, nyomást, páratartalmat vagy más változókat és azokat elektromos jelekké alakítják. [4] Kulcsfontosságú szerepet játszanak a rendszerek működésének megértésében és felügyeletében. Azáltal, hogy képesek valós idejű adatokat gyűjteni és továbbítani, lehetővé teszik a rendszerek számára, hogy reagáljanak a változásokra, optimalizálják a működést és védjék a rendszer biztonságát. Az érzékelők adatokat szolgáltatnak a rendszer irányítóegységei vagy számítógépek számára, amelyek ezeket az információkat feldolgozzák, értelmezik és ez alapján döntenek a szükséges beavatkozásokról és irányításról.

A digitális érzékelők olyan jeleket használnak, amelyek kétállapotúak vagy digitálisak. Ezek a jelek általában egyszerű visszajelzést nyújtanak, hogy bekövetkezett-e a változás, például, hogy zárva van-e egy ajtó vagy nincs zárva. A digitális érzékelők különböző elveken működhetnek.

Az analóg érzékelők viszont folytonos jeleket használnak, amelyek egy tartományon belül tetszőleges értéket vehetnek fel. Az analóg jelek lehetővé teszik a pontosabb mérési eredményeket és a részletes információkat a mérési paraméterekről. Példák erre a hőmérsékletmérés, nyomásmérés vagy feszültségérzékelés. Az analóg érzékelők olyan jeleket generálnak, amelyek arányosak a mért fizikai jelenség intenzitásával vagy mértékével.

2.7.4 Beavatkozók

A beavatkozók feladata, hogy a rendszer által meghozott döntéseket gyakorlatba helyezze és a rendszer környezetét a program és a gyűjtött információknak megfelelően megváltoztassa. [4] Ez magában foglalja a környezeti paraméterek módosítását, például a mozgást, erőhatást vagy más fizikai hatásokat.

Az egység feladatait többnyire mechanikus energia felhasználásával végezzük. Az energia átalakulási folyamata során az energiát több lépésben alakítjuk át, hogy a rendszer számára hasznos legyen. Gyakran az elsődleges energiaforrás a villamos energia, amelyet villamos hajtások segítségével alakítunk át mechanikai energiává.

Az átalakítások típusától függően különböző rendszerekről beszélhetünk, mint például villamos, pneumatikus és hidraulikus rendszerek. Az egyes rendszerek előnyei és hátrányai befolyásolják a rendszer kiválasztását az adott feladatokhoz. A villamos

rendszerek például könnyen szabályozhatók és integrálhatók más rendszerekbe, de magasabb energiafogyasztással járhatnak. A pneumatikus rendszerek gyors reakcióidővel és nagy terhelhetőséggel rendelkeznek, de kevésbé precízek. A hidraulikus rendszerek nagy erőt képesek előállítani, de nagyobb méretűek és összetettebbek.

Az egység kialakításakor és a rendszer tervezésekor figyelembe kell venni az adott feladat követelményeit, a rendszer hatékonyságát, a rendelkezésre álló erőforrásokat és a gazdaságosságot. A megfelelő rendszer kiválasztása és tervezése kulcsfontosságú a hatékony és megbízható működés eléréséhez.

2.8 Műszaki projektmenedzsment

A műszaki projektmenedzsment célja a műszaki projektek hatékony és sikeres végrehajtása, figyelembe véve a projekthez tartozó műszaki követelményeket, korlátokat és szakmai szempontokat.

A projektmenedzser együttműködik a műszaki szakemberekkel, hogy azonosítsák a műszaki követelményeket és kidolgozzák a műszaki specifikációkat. Ez magában foglalja a tervezési dokumentációt, a műszaki rajzokat és a technikai részletek kidolgozását. A projektek teljesítése során fontos az emberi és anyagi erőforrások megfelelő koordinálása. A menedzser feladata megalkotni és betartatni a projektütemtervet és a határidőket.

2.8.1 Projekt folyamatok jellemzői

A projekt olyan egyedi tevékenységek sorozata, melyeket a meghatározott sorrendben kell teljesíteni. [13] A tevékenységek elvégzendő feladatokat, és a feladatok elvégzéséhez szükséges munkamennyiséget jelentik. A tevékenységek sorrendje a műszaki összefüggéseken alapszik. A sorrend megállapítását úgy kell elvégezni, hogy egy tevékenység vagy tevékenység sorozat kimenete, azaz a tevékenység végrehajtásával elért eredmény bemeneti feltétele a következő tevékenységnek. A projektfolyamatot általában egyedinek tekinthető tevékenységek jellemzik. Sok esetben hasonlóak, például építőipari projektek esetén, ha két projekt célja is egy ház megépítése. Tegyük fel, hogy két teljesen egyforma házat kell megépíteni, ebben az esetben jelentős eltérések lesznek a két projekt végrehajtása során, például a telkek elhelyezkedése, az időjárás vagy a kivitelező brigádok felkészültségéből fakadóan. A projekt menedzser feladata kezelni a projekt kapcsán felmerülő egyedi problémákat.

2.8.2 Projektvezetés

A projekt során számos komplex tevékenységnek kell megtörténnie, és ezeknek a tevékenységeknek a sikeres tervezésében és végrehajtásában segítenek a folyamatszervezésben alkalmazott menedzsment technikák. [2] A legalapvetőbb módszer a folyamatszervezés során a modellezés. A modellezés lényege, hogy megkapjuk a valós folyamatok leegyszerűsített mását, ez a projektteam tagjai számára is megkönnyíti a teljes projekt folyamat megértését, a menedzser számára pedig a folyamatok irányítását. A folyamatok lényegét általában a transzformáció határozza meg, amely az adott rendszert egy állapotból egy másik állapotba juttatja.

A folyamatszervezésben gyakran alkalmazott modell a szimbolikus modell, amely a folyamatok valós elemeit és tényezőit szimbólumokkal, jelképekkel és logikai összefüggésekkel írja le. Ezek a szimbolikus modellek lehetnek statikusak vagy dinamikusak. A gyakorlatban általában a dinamikus szimbolikus modellek használata a legelterjedtebb, további előnyeik közé tartozik hogy a megmutatják a logikai összekapcsolódásokat is. Egyszerűen és kevésbé félreérthetően tartalmazzák a valós folyamatok lényegét. A projekt teljesítése folyamán könnyen összehasonlítható a valós állapot a tervezett előrehaladással.

A projektekben általánosan alkalmazott ábrázolási technikák két fő csoportra oszthatók az időterv megjelenítésére: oszlop- vagy sávdigramok és hálódigramok. Az oszlop- vagy sávdigramok idővonalon ábrázolják a tevékenységeket és azok időtartamát, lehetővé téve a folyamatok egymásra épülésének és az időbeli relációknak a megjelenítését. A hálódigramok pedig az egyes tevékenységeket és azok közötti függőségeket ábrázolják, lehetővé téve a projektstruktúra és az időbeli ütemezés vizuális reprezentációját.

Mindkét módszernek előnyei és alkalmazási területei vannak a projektmenedzsmentben, és a konkrét projekttől, az igényektől és a preferenciáktól függ, hogy melyiket alkalmazzuk a tevékenységfolyamat időtervének hatékony megjelenítésére.

2.8.3 Gantt diagram

A Gantt-diagram egy olyan eszköz, amely segít a projektütemterv átlátható és könnyen követhető megjelenítésében. [13] Az aktivitások időbeni sorrendjét jól ábrázolja, és hasznos eszköz a tervezés, az erőforrások ütemezése és a projektállapot jelentés során. Azonban fontos megjegyezni, hogy a Gantt-diagramok általában nem tartalmazzák a feladatok közötti függőségeket, amelyek az egyes feladatok végrehajtásának sorrendjét és

kapcsolatait határozzák meg. Néhány projektmenedzsment szoftver lehetőséget biztosít a függőségek megjelenítésére, de ez gyakran zavaros és nehezen értelmezhető eredményhez vezethet. Emiatt a projektmenedzsereknek és csapatoknak figyelniük kell a feladatok közötti függőségek kezelésére, akár külön dokumentumokban vagy egyéb módszerekkel, hogy a projekt megfelelően működjön és az időzírási követelményeket betartsa.

A Gantt diagramm elkészítésének legelső lépése az projekttevékenységek azonosítása és felsorolása. [2] Fontos minden olyan tevékenységet feltüntetni melyek a projekt végrehajtása szempontjából elengedhetetlenek. Következő lépés a feladatok sorrendjének és a logikai kapcsolati függőségek meghatározása. Ilyenkor kell megállapítani az egyes tevékenységek közötti kapcsolatokat. Ezután időt és erőforrást kell rendelni a tevékenységekhez. A projekt időtartamától függően és igényeitől függően, de általában napokban vagy hetekben kell megadni az időtartamokat. A tevékenységekhez időbeli és erőforrásokkal kapcsolatos információkat rendelünk, például kezdési és befejezési időpontokat, időtartamokat, illetve a szükséges erőforrásokat. A végső lépés Gantt-diagram létrehozása. A Gantt-diagramban az egyes tevékenységek vízszintesen elhelyezkedő oszlopokkal vagy sávokkal vannak ábrázolva az időskálában. Az sávok hossza arányos a tevékenységek tervezett időtartamával. A tevékenységek felsorolása a diagram bal oldalán található.

A függőségek a következők lehetnek [12]:

- Előzmény-függőség (Finish to Start, FS): leggyakoribb kapcsolat, egy tevékenység csak akkor kezdődik el, ha másik befejeződik.
- Kezdeti függőség (Start to Start, SS): Egy tevékenység csak akkor kezdődhet el ha a másik is elkezdődik.
- Végződési függőség (Finish to Finish, FF): az egyik tevékenység csak akkor fejeződik be amikor a másik is befejeződött.
- Kezdeti és végződési függőség (Start to Finish, SF): legritkább kapcsolattípus, az egyik tevékenység elkezdése előzménye a másik tevékenység befejezésének.
- Időszaki függőség: a tevékenység csak meghatározott időpontban vagy időszakban végezhető el.
- Erőforrás függőség.

A jól elkészített Gantt-diagramról leolvashatók a szükséges tevékenységek, azok kezdeti és befejezési időpontjai, a hozzájuk tartozó erőforrások és a teljes projekt átfutási ideje

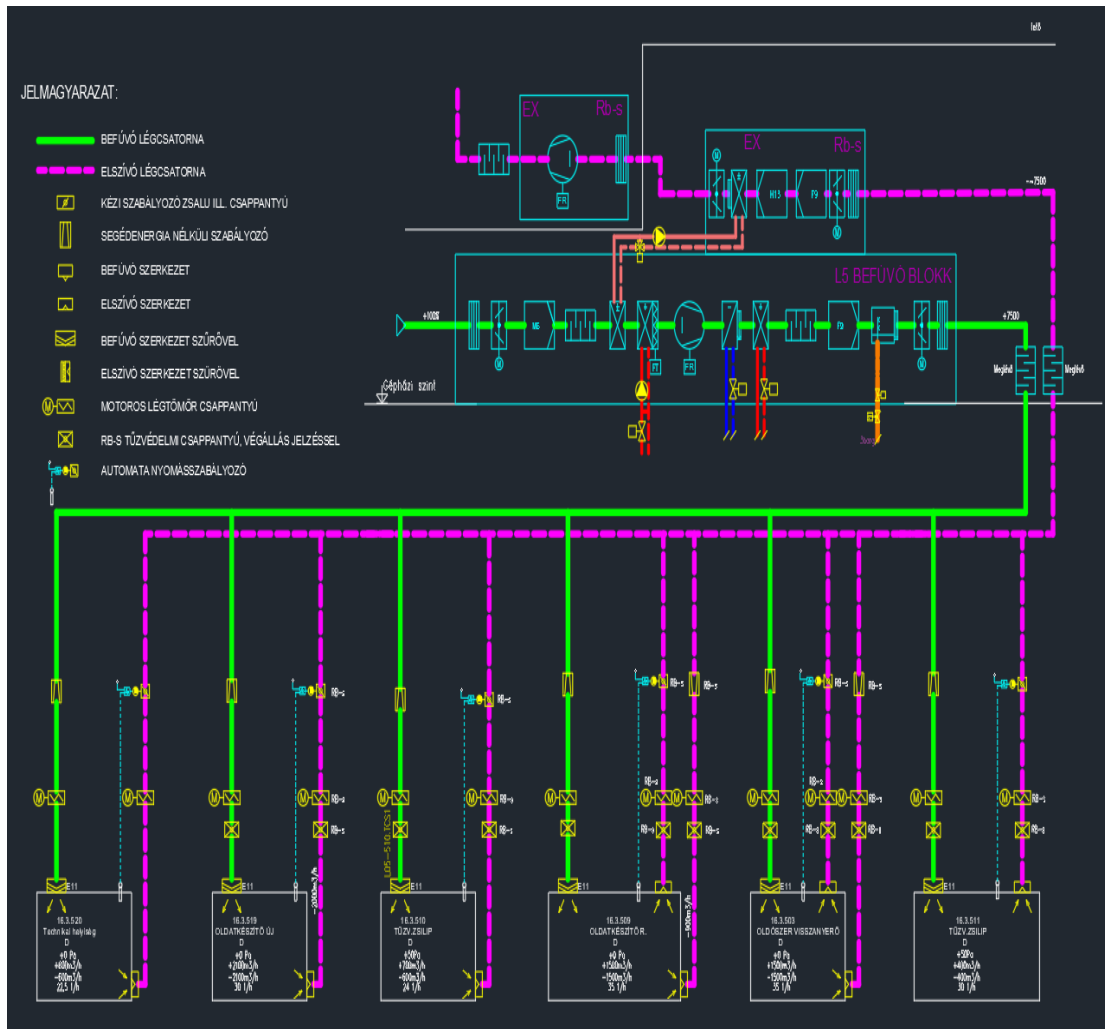
3. Műszaki munka bemutatása

3.1 A tervezett rendszerek felépítése

Az automatika rendszerek megtervezéséhez és azok kivitelezéséhez tartozó költségek és időtartam meghatározásához először meg kell ismerni a rendszerek gépészeti felépítését és azok elhelyezkedését.

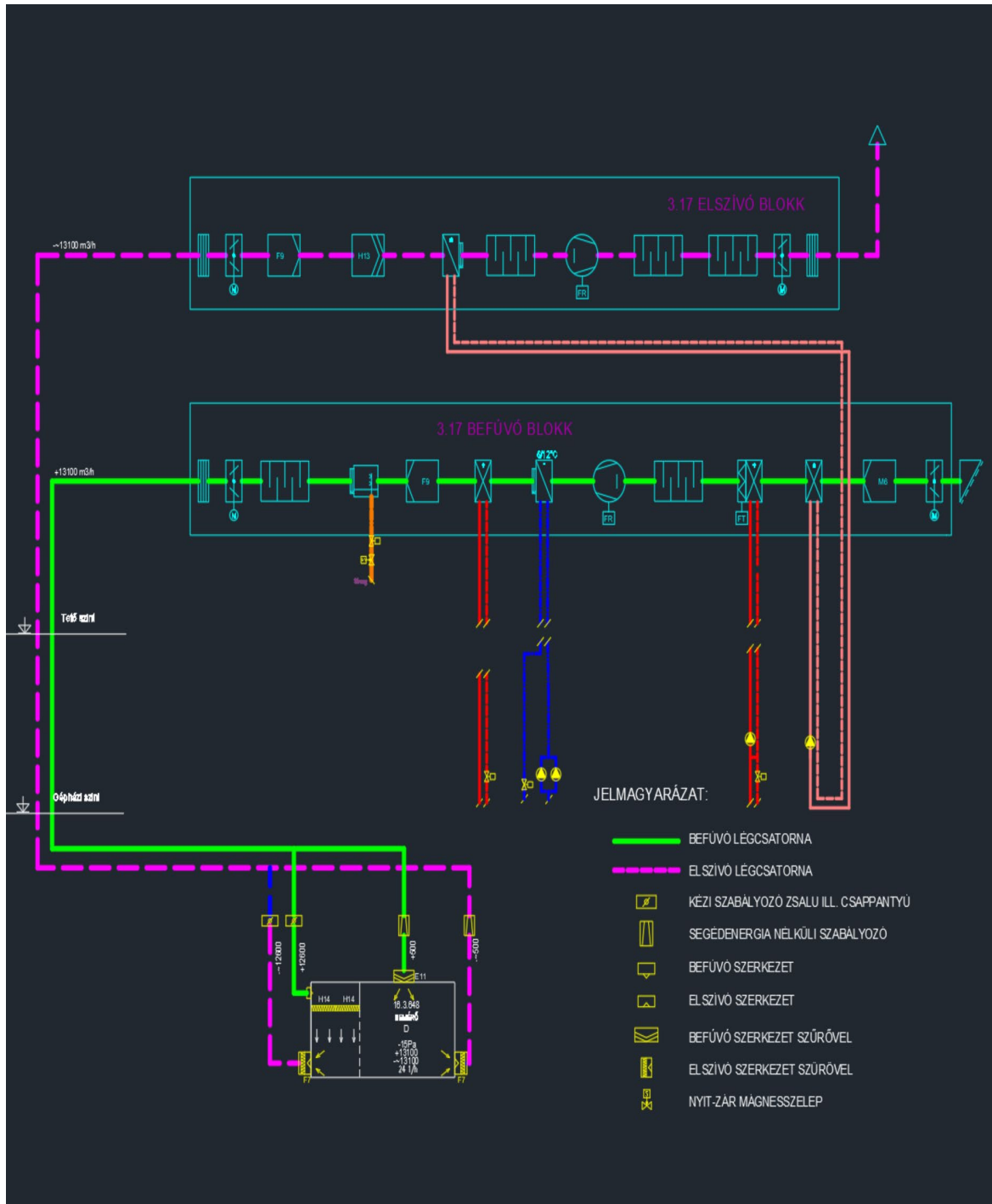
A projekt keretein belül funkció szerint kettő területet lehet megkülönböztetni, az egyik az oldatkészítő területet a másik pedig a hatóanyag bemérő területet. Mindkét terület az TRKI épület 3. emeleti gyártóterületen található. Az oldatkészítő terület hat robbanásveszélyes besorolású helyiségből áll. Az oldatkészítő helyiségek a korábban is üzemelő L05 klímarendszer ellátási területéhez tartoznak. A hatóanyag bemérő egy helyiségből áll, ennek a helyiségnek a légellátását egy külön klímarendszernek, a 3.17-es klímának kell ellátnia a technológia magas légcseréi igénye miatt. A minőségbiztosítási előírások szerint mindkét terület helyiségeiben GMP D tisztasági fokozatú körülményeket kell biztosítani, továbbá a bemérő fülkében a nyílt felületű anyagok felett a levegő lamináris áramlását kell megvalósítani.

Az L05 klímagép egy 100 % frisslevegős légkezelő berendezés, ahogyan a korábbi is. Az elszívó ventilátor azonban nem a klímagépházba kerül, hanem a gépház külső falához. Ennek oka, hogy a kezelt terület és ezáltal a teljes elszívó légcatorna is robbanásveszélyes besorolású. Mivel az elszívó ág a ventilátor előtt depressziós, ezért ezen az oldalon nem kell az esetleges tömítetlenségi hibák miatt a légcatorna körüli területet robbanásveszélyes besorolásúvá minősíteni. Ez egyébként is gondot jelentene a zárt klímagépházban. Az elszívó ventilátor nyomott oldala azonban már robbanásveszélyes, ezért született az a döntés, hogy az épületen kívülre kerüljön. Az elszívó ventilátor tehát a tetőre kerül. A kidobást felvezetik a tetőszik fölé, így az esetlegesen oldószer gőzöket tartalmazó levegő nem tud visszakerülni egy másik beszíváson keresztül sem. A rendszer kapcsolási vázlatát a 13. ábra mutatja.



13. ábra L05 Klímarendszer, oldatkészítők

A 3.17 számú klímagép is 100 % frisslevegős légkezelő berendezés. Mivel a gépházban már nincs elegendő hely új klímagép számára így a befűvő és az elszívó blokk is a gépház feletti tetőszintre telepített acélszerkezetű pódiumra kerül. A bemérő helyiségben lamináris sátor kerül kialakításra. A lamináris sátor alatt biztosítani kell a 0,45m/sec légáramlási sebességet. A rendszer kapcsolási vázlat a 14. ábrán látható.



14. ábra 3.17 számú klímarendszer, hatóanyag bemérő terület

A rendszerek működtetéséhez tervezetten az alábbi három vezérlőszekrény kerül megépítésre és telepítésre:

- GEA05: Az L5 jelű klímagép vezérlését látja el, ez egy 2 000x1 000x400 mm méretű acél vezérlőszekrény. Az L05-ös számú légkezelő mellé terveztem a klímagépházba. A költségek alakulása szempontjából előnyös az elhelyezkedés, ugyanis jelentős megtakarítás érhető el az alacsonyabb nyomvonal építési költségekkel.
- GEA3.17: A vezérlőszekrény egy 2 000x1 000x400 mm méretű acél szekrény. Ide kerül minden szükséges a 3.17 klímagéphez tartozó védelmi, szabályzó és vezérlő készülék. A vezérlő szekrény nem a klímagép mellé kerül a tetőre, hanem egy szinttel alá, a gépházba. Fontos volt figyelembe venni azt, hogy a gépházban az elosztó szekrény védettebb a környezeti hatásoktól. Azonban ez a megoldás nyomvonal építés szempontjából költségesebb.
- GA05: Ez egy kompakt, fali kivitelű acél vezérlőszekrény. Ebbe kerülnek be a védelmi, tápellátást biztosító, vezérlő és szabályozó rendszer elemei, valamint a nyomástávadók. Mivel az oldatkészítő területhez jelentős mennyiségű a helyiségekhez közeli eszközt kell telepíteni, ezért célszerű egy kihelyezett I/O szekrényt telepíteni az ellátott terület közelébe, ezért ez a szekrény a 4. emeleti szerelőszintre kerül. Így nem kell a 3. emelet és az 5. emelet közötti kábelezést kiépíteni, valamint a nyomástávadók is elérhetőek lesznek karbantartás, javítás céljából, és nem a tisztatérbe kerülnek.

3.2 Rendszerek tervezett működése

Az automatika rendszerhez szükséges eszközök kiválasztása és a program elkészítése előtt, meghatároztam az egyes rendszer elemek működésével szemben támasztott követelményeket.

3.2.1 Légkezelő indítása

Mindkét rendszer esetében a légkezelő indításának feltétele, hogy a kapcsolószekrényen található rendszerkapcsoló „BE” állásban legyen. A rendszerkapcsoló „KI” állásában a légkezelő nem indítható el. Az indítás kétféleképpen történhet, ha a rendszerkapcsoló „BE” állásban van: óraprogram alapján vagy kézi indítással.

A légkezelő elindulásának további feltétele, hogy az adott légkezelőn ne legyen a működést érintő kritikus hiba (tűzjelzés, fázishiba, zsalu, ventilátor hibák, tűzcsappantyú hiba).

3.2.2 Zsaluk

A zsaluszerkezetek csak üzemelő klímablokknál lehetnek nyitott állásban, a légcsatorna hálózat nem kívánt szellőzésének elkerülése végett. A funkció kiszolgálására motoros, rugó-visszatérítéses nyit-zár zsalumozgatókkal terveztem, pozíció visszajelzéssel. A zsaluk a légkezelő indulásakor nyitnak ki.

Ha egy előre meghatározott időn belül a zsalumozgatóktól nem érkezik meg a kiadott igénynek megfelelő pozíció visszajelzés, akkor zsalu hiba keletkezik. Üzemelő légkezelő esetén ez a hiba a légkezelőt leállítja.

Az oldatkészítő helyiségekben, álló légkezelő esetén a helyiségek közti átszellőzés elkerülése végett a helyiség befúvó és elszívó légcsatornájába is zsaluszerkezetet kell beépíteni, működtetése azonos a légkezelőn elhelyezett zsalukéval.

3.2.3 Ventilátorok

A befúvó- illetve elszívó ventilátorok indításának feltétele, hogy egyik ventilátoron se legyen nem nyugtázott hibajelzés. A ventilátorok frekvenciaváltóval működtetett motorok. A ventilátorokon a következő hibákat kezeli a rendszer. Ventilátor indítás hiba, ha a program az adott ventilátort elindítja, és a beállított késleltetési időn belül nem érkezik meg az üzemjelzés, illetve, ha a ventilátor nincs elindítva, de üzemjelzés érkezik, akkor a rendszeren ventilátor indítás hiba keletkezik. Az üzemjelzést a ventilátor nyomó és szívó ága közti nyomáskülönbség kapcsoló adja, mivel ékszíjas ventilátorokról van szó nem elegendő a frekvencia váltó üzemjele csak nyomáskülönbség figyelésével generálható valós üzemjelzés. Ventilátor hiba: amikor a ventilátor hővédelme leold, vagy a tiltókapcsoló le van kapcsolva, vagy a frekvenciaváltó hibajelzést generál, akkor ventilátor hiba keletkezik.

Mind a befúvó, mind az elszívó ágban 1-1 ventilátor kerül telepítésre. A befúvó ventilátor szoftveres keresztreteszben van az elszívó ventilátorral. Ha az egyik leáll, a másiknak is le kell állni. Minden ventilátor motort külön-külön frekvenciaváltó működtet. A hiba és üzemjelzések is minden motor esetében külön-külön feldolgozásra kerülnek.

A ventilátorok fordulatszám szabályozása a befúvó, illetve az elszívó gerinc abszolút nyomásának értékére történik, tehát mind a befúvó mind az elszívó ágba nyomás távadó beépítése szükségesek. Az előírt nyomás értékek a légtechnikai beszabályozás során kerülnek megállapításra.

A szabályzásnak három állapota lehetséges. Kézi mód: a ventilátor fordulatszáma a kezelő terminálról vagy a felügyeleti rendszerről kézi értékre lett állítva. Ebben az esetben

a szabályzó kimenete a kézzel beállított kimeneti értéket veszi fel, így mikor a fordulatszám automata üzembe vissza lesz kapcsolva, a szabályzás a kézi értékről indul el, ezzel a megoldással a kézi/automata váltás a szabályzás részéről lengésmentessé válik. Aktív: a ventilátor el van indítva, és a szabályzás automata üzemben történik. Ki: a ventilátor le van állítva, a szabályzás működése fel van függesztve. Ebben az esetben a ventilátor felé kimenő vezérlő jel értéke 0V, de a szabályzó kimenete őrzi az utolsó automata üzemmódhoz tartozó értéket. Induláskor a szabályzó erről az értékről indul, így lehetővé téve az indulási szabályzási lengések elkerülését.

Indulás után a beállított szabályozás indítás késleltetési idő lejártáig a szabályzás kimenete tartja az utolsó automatikus értéket, majd ezen idő lejárta után kezd a szabályzó kör automatikusan működni.

3.2.4 Hőmérséklet szabályzó elemek

A Szabályzó kör az elszívott levegő hőmérsékletet tartja a beállított értékek között. A légkezelő hőmérséklet szabályzása kaszkád szabályozással kell megvalósítani. Az elszívott levegő hőmérséklete, és a beállított alapjelek alapján határozza meg a szabályzó, hogy milyen hőmérsékletű levegőt kell befűjni, az így kapott értéket használja a slave szabályzó alapjelként, és működteti a beavatkozó szerveget, hogy a befűjt levegő hőmérséklete a számított érték legyen.

A hőmérséklet szabályzás több fokozaton keresztül valósul meg mivel a gépészeti egység tartalmaz: közvetítő közeges hővisszanyerőt, előfűtő kalorifert, hűtő kalorifert és utófűtő kalorifert.

A hővisszanyerő az elszívott levegőből nyer vissza fűtő- vagy hűtő energiát attól függően, hogy az elszívott levegő hőmérséklete a külső levegőjéhez képest milyen irányban tér el. A szabályzás a befűjt levegő hőmérsékletét tartja a számított értéken fűtési, illetve hűtési igény esetén. A szabályzó kör akkor működik, ha az elszívott levegő és a külső levegő hőmérsékletének aránya a befűtés szabályozásának függvényében ezt lehetővé teszi. A hővisszanyerőt akkor lehet hatékonyan üzemeltetni, ha az elszívott és a frisslevegő különbségének abszolút értéke nagyobb mint 5°C.

A gépészeti felépítés szerint a 3.17 légkezelő hővisszanyerő köre nem tartalmaz szabályzó szelepet. A teljesítmény szabályozását a keringtető szivattyú szabályozásán keresztül kell megvalósítani. Ennek a kialakításnak a jellemzője, hogy a szabályozás a szivattyú fordulatszámának 20...100% közötti tartományában működik. Ennek oka, hogy gyártói leírás szerint nem lehet a szivattyút 20 százaléknál alacsonyabb fordulatszámon

üzemeltetni. Amennyiben a hővisszanyerő üzemeltetésének feltétele adott, azaz van miből hőt visszanyerni, akkor a befűvésbe telepített hőmérséklet érzékelő által mért érték alapján, a beállított alapjel (kívánt érték) eléréséhez a vezérlő egy PI típusú szabályozási elv szerint az analóg kimenetet változtatva szabályozza az áramló folyadék mennyiségét, ezzel a hővisszanyerő teljesítményét. Az L05 légkezelő berendezés hővisszanyerő körébe beépítésre kerül egy kétutas, háromjáratú szelep és egy fix fordulátú cirkulációs szivattyú. Ebben a kialakításban a szelep szabályozásával változtatható a hővisszanyerő teljesítménye. A szivattyú indítása és leállítása a szabályzó szelep pozíciója alapján történik.

Az előfűtés szabályzás a befűjt levegő hőmérsékletét tartja a számított értéken fűtési igény esetén. A szabályzó kör kimenete az előfűtő körbe beépített keverőszelepet működteti. A szabályzó kör akkor működik, ha a hűtési szabályzó kör kimenete 0%, és a befűjt levegő hőmérséklete kisebb, mint a fűtési számított alapjel. A szivattyú indítása és leállítása a szabályzó szelep pozíció visszajelzése alapján valósul meg. Mélni kell kaloriferből kilépő víz hőmérsékletét, ennek a távadónak a jele a skandináv fagyvédelmi szabályzó ellenőrző jele. Ha a kilépő víz hőmérséklete egy előre beállított hőmérséklet alá csökken, akkor egy gyors beavatkozású fagyvédelmi szabályzó működteti az előfűtő szelepet amíg a fagyveszély megszűnik, vagyis a kilépő víz hőmérséklete a beállított érték fölé melegszik.

A hűtés szabályzás a befűjt levegő hőmérsékletét tartja a számított értéken hűtési igény esetén. Ez a hűtő szelep működtetésén keresztül valósul meg. A szabályzó kör akkor működik, ha mindkét fűtési szabályzó kör kimenete 0%, és a befűjt levegő hőmérséklete nagyobb, mint a hűtési számított alapjel. A hűtési gerincen lévő nyomásfokozó szivattyúk miatt nem szükséges szekunder kör szivattyú beépítése a hűtési körbe. A hűtés kilépő víz hőmérsékletét is mélni kell, tájékoztató jelleggel, hogy valóban keresztül halad-e a rendszeren a tervezett hideg energia.

Az utófűtés szabályzó az utófűtő szelepet működteti, a gépészeti kialakítás megegyezik a hűtési kör kialakításával. Két esetben működik a szabályzó, ha az előfűtő szabályzó kimenete 100% és további hőenergia szükséges vagy akkor, ha van fűtési igény, de az előfűtő szabályzó tiltva van.

3.2.5 Páratartalom szabályzás

Ez a szabályzás is az elszívott értéket tartja a beállított tartományban, az elszívott levegő relatív páratartalma alapján meghatározza a szabályzó, hogy mennyi legyen befűjt levegő

abszolút páratartalma. A befűjt nedvesség felső határának betartása abból a szempontból is kritikus, mert a túltelített levegőből esetlegesen kicsapódó nedvesség a légszatóna más szakaszain lecsapódhat. A levegő nedvességtartamát a technológia, illetve a minőségi előírások szerinti előírt értéken kell tartani, jellemzően 40-60%rH értékek között.

Nyáron a túl magas nedvességtartalom miatt kell a levegőt szárítani. Ez a hűtő és az utófűtő szabályzókon keresztül valósul meg. A hűtő regiszteren a levegőt annak harmatpontja alá hűtve a víz egy része kicsapódik, ezt a levegőt az utófűtő regiszter visszafűti, így csökken a relatív páratartalma.

Télen, amikor a levegő nedvességtartama csekély, nedvesíteni kell a teret. Ezt a befűjt légszatónába telepített gőznedvesítő szabályozásával lehet megvalósítani. A nedvesítő berendezés steril gőzt porlaszt a levegőbe.

3.2.6 Helyiség nyomás szabályzások

Az L05 rendszer esetében, hogy a helyiségek nyomása szabályozható legyen az előírt légszere tartása mellett. Minden helyiség a befűvő légszatónájában állandó térfogatáramú Trox RN szabályzók, és minden helyiség elszívó légszatónájában Trox TVR változó térfogatáramú szabályzók úgy nevezett VAV-ok (Variable Air Volume) kerülnek beépítésre. A megfelelően beállított légmennyiségekkel biztosítható a helyiségekben az előírt nyomás. Minden helyiség nyomását külön szabályzás tartja a felügyeleti rendszeren beállított értéken. A szabályzó kimenete szabályozza az elszívó ágba épített Trox TCU3 szabályzó berendezés légmennyiség alapjelét. A TCU3 szabályzó pedig működteti az elszívó ágra szerelt mozgatókat.

A helyiségek nyomását abszolút nyomáshoz viszonyítva kell mérni. Minden szabályozott helyiség ajtóinak állapotát figyelni kell, csak zárt ajtónál működhet a szabályzás, ha egy ajtó nyitva van fel kell függeszteni a helyiségnyomás szabályzást, ezzel elkerülhetők az ajtók nyitása által generált lengések.

A 3.17-es rendszeren a helyiség nyomás szabályzását az elszívó ventilátor fordulatszámának változtatásával kell megvalósítani. Ezt egy kaszkád szabályzással kell megvalósítani. A master szabályzó helyiség nyomás alapján határozza meg a légszatóna gerinc nyomását, a slave szabályzó pedig a ventilátor fordulatszámát szabályozza. A master szabályzó kimenetének minimum és maximum értékét légtechnikai beszabályzáskor kell megállapítani.

3.2.7 Védelmi funkciók

A hővisszanyerő után az előfűtő érintkezik közvetlenül a külső levegővel. Néhány esetben például, ha a hővisszanyerő regiszter nem működik megfelelően, vagy a kalorifer valamely pontja eltömődött, előfordulhat, hogy fennáll az elfagyásának a veszélye. Mindkét rendszert tekintve, a korábban ismertetett skandináv fagyvédelem mellé további fagyvédelmi funkció alkalmazása szükséges. A tényleges elfagyást egy kapilláris-csöves fagyvédelmi termosztáttal kell megelőzni. A fagyvédelmi termosztát a beállított 5°C – érték alatt jelzést ad. Ennek hatására a légkezelő leáll és a fűtés teljes teljesítménnyel bekapcsol.

További fagyvédelmi funkciók alkalmazása a 3.17-es gép esetében azért indokolt, mivel a 3.17 klímarendszer a tetőn helyezkedik el. Sem a hűtő- sem a fűtővíz hálózat nem fagyálló közeggel töltött, ezért a külső térben lévő csővezetékekben a víz megfagyhat. Üzemszerűen a fűtővíz nem fagyhat meg, de meghibásodás vagy leállás idején a fűtővíz elfagyásának is fennállhat a veszélye. Ennek elkerülése érdekében minden vezeték kültéri szakaszára termosztátot és csőfűtést kell felszerelni. Az önszabályozó fűtőkábel a gyártó által megadott értéknél nem fűt tovább, ezért ennek alkalmazásához nem kell külön szabályzás. Az irányítástechnikai rendszer egy engedélyező jellel bekapcsolja a fűtőkábel tápellátását, ha a külső levegő hőmérséklete ezt indokolja.

A hővisszanyerőn nagyon alacsony külső levegő hőmérséklet esetén képes az elszívó oldalon vékony jégréteg kialakulni. Ez akkor fordulhat elő, ha a hővisszanyerő közeg hideg és az elszívott levegő kellően párás. Ebben az esetben a hővisszanyerőn a jégréteg miatt megnő a levegő nyomáskülönbsége. Ez egy nyomáskülönbség kapcsolóval kell felügyelni és ilyen esetben a hővisszanyerést le kell állítani. Így a lerakódott jég az elszívott levegő hőjétől leolvad a hőcserélőről.

3.2.8 Tűzvédelmi csappantyúk

A légtechnikai hálózat tűzszakasz határon történő átvezetéseit csak tűzcsappantyúk beépítésével lehet kialakítani. A tűzcsappantyúk nyitását nem a DDC vezérlő kezdeményezi. Tápfeszültség megléte esetén nyitnak a tűzcsappantyúk, a tűzcsappantyúkba beépített olvadó betét hő hatására megolvad, ekkor zár a tűzcsappantyú, illetve tűz esetén feszültségmentes potenciál osztóról kell megtáplálni, ezáltal tűzjelzés esetén bezár az összes tűzcsappantyú. A tűzcsappantyúknak rendelkezniük kell mind nyitott, mind zárt állapot visszajelzéssel. A rendszer csak a tűzcsappantyúk nyitott állapotában engedélyezi a ventilátorok működtetését.

3.2.9 Gáz riasztás

Mivel az L05 kiszolgált területe oldószeres, így az potenciálisan robbanásveszélyes terület. Figyelni kell a helyiségek oldószerkoncentrációját. Az érzékelő nem BMS szállítás, viszont a BMS rendszernek fel kell dolgoznia az oldószer érzékelő jelét. Két különböző jelet kezel a BMS rendszer: ARH 20% jelzés csak figyelmeztetés, egy hibát generál a BMS rendszer. Ha a levegő eléri a 40%-os koncentrációt már riasztásként kezelendő. Ebben az esetben üzemelő légkezelőt nem lehet a felügyeleti rendszerről leállítani, csak helyszínről a rendszerkapcsoló „KI” állásba fordításával kapcsolható le. Riasztás esetén teljesen kinyitnak az elszívó VAV-ok és 100% lesz az elszívó ventilátor szabályzó jele, ezáltal megnövekszik a helyiségek elszívása.

3.2.10 Szűrő eltömődés mérések

A légkezelők befúvó és elszívó ágába is 2-2 szűrő kerül telepítésre. A 3.17 légkezelőhöz tartozó légszatórna hálózatba beépítésre kerül egy további szűrő a LAF sátor elé. Ezen szűrők esetében nyomáskülönbség távadó figyelmezteti a szűrők légoldali ellenállását. Ha az ellenállás értéke magasabb, mint a beállított érték, akkor szűrő eltömődés hiba keletkezik. Így elkerülhető a túl korai karbantartás, csak a ténylegesen elkoszolódott szűrő esetén kell azt takarítani vagy cserélni. Alacsony érték riasztással a rendszer jelzi, ha átszakadt vagy benne sincs a gépben szűrő. Mind az alacsony mind a magas hibajelzés értéke konfigurálható.

3.3 Felhasznált adatpontok tervezése

Az előző bekezdésben ismertetett működés megvalósításához szükséges nagy mennyiségű információt gyűjteni a rendszer állapotáról. Meghatároztam azokat a szükséges bemeneteket és kimeneteket melyek alkalmazása célszerű a monitorozáshoz és a beavatkozáshoz. A korábban ismertetett működésben nem részletezett jeleket is figyelembe véve. A rendszerben számos nagy áramfelvételű villamos berendezést kell működtetni. Ezen motorok túláram védelméhez motorvédő kapcsolók lettek betervezve, kapcsolásuk mágneskapcsolóval kerül megvalósításra. Minden motorhoz szükséges tiltókapcsoló felszerelése, hogy azt a helyszínen feszültség mentesíteni lehessen. A tiltókapcsolók állását figyelmezteti a DDC. Egyéb villamos hálózatot érintő információk, mint például a túlfeszültség levezető vagy a fázisfigyelő jelzései bekerülnek a BMS rendszerbe. További információk nyerhetők ki a ventilátorok frekvenciaváltóiból, ugyanis a Danfoss FC102-es típusú frekvenciaváltók rendelkeznek Modbus interfésszel.

Kiolvasható a motor aktuális frekvenciája, áram felvétele, teljesítménye, üzemórája vagy a frekvenciaváltó hibakódjai. Ezeket meghatároztam és tételesen kilistáztam az 1. mellékletben.

Összegezve a melléklet tartalmát: a 3.17 klímagép összes ki és bemenete a GEA3.17-es szekrényben kap helyet, a kapcsolószekrény adatpont összesítőjét az 1. táblázat mutatja:

1. táblázat GEA3.17 Adatpont összesítő

GEA3.17		
DI	Digitális bemenet összesen	51
DO	Digitális kimenet összesen	20
AI	Analóg bemenet összesen	25
AO	Analóg kimenet összesen	8
MODBUS	MODBUS jelek összesen	22
	Mindösszesen	126

Az L05 rendszer vezérlését két vezérlőszekrény látja el, ezek a GEA05 és a GA05. A GEA05 vezérlőszekrényben vannak a klímagéphez tartozó adatpontok Az adatpont listát a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat GEA05 Adatpont összesítő

GEA05		
DI	Digitális bemenet összesen	32
DO	Digitális kimenet összesen	12
AI	Analóg bemenet összesen	32
AO	Analóg kimenet összesen	8
MODBUS	MODBUS jelek összesen	22
	Mindösszesen	106

A GA05 vezérlőszekrénybe kell bekötni az oldatkészítő helyiségben vagy azok közelében elhelyezkedő perifériákat. A vezérlő szekrénybe bekötött adatpontok összesítését a 3. táblázat mutatja.

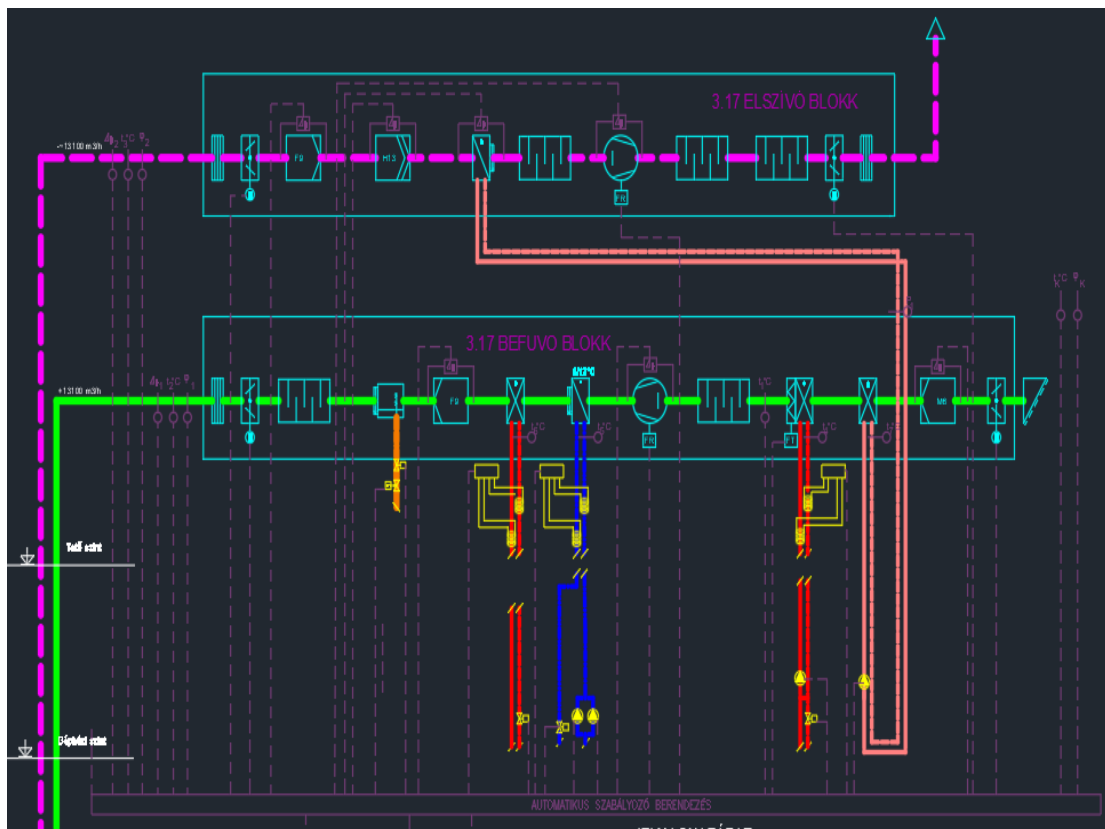
3. táblázat GA05 Adatpont összesítő

GA05		
DI	Digitális bemenet összesen	80
DO	Digitális kimenet összesen	18
AI	Analóg bemenet összesen	16
AO	Analóg kimenet összesen	8
MODBUS	MODBUS jelek összesen	0
	Mindösszesen	122

3.4 Perifériák tervezése

Az adatpontok meghatározása után kiválasztottam az adatpontok kezeléséhez szükséges terepi eszközöket, az eszközök, berendezések egy része gépész szállítási terjedelem. Elkészítettem a rendszerek automata sémárajzait.

A 3.17 es légkezelő berendezés sémárajza a 15. ábrán szerepel.



15. ábra 3.17 légkezelő perifériák

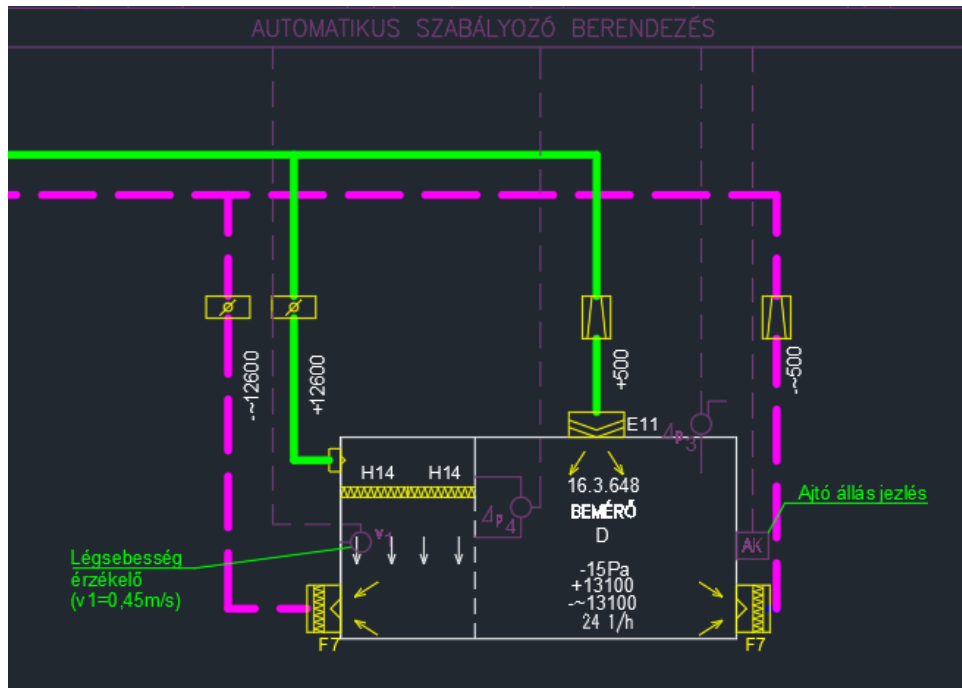
A befűvásra tervezett irányítástechnikai elemek a légáramlás irányának sorrendjében:

- külső levegő hőmérséklet és páratartalom távadó,
- frisslevegős zsalumozgató,
- előszűrő eltömődés figyelés (nyomáskülönbség távadó),
- hővisszanyerő regiszter (szivattyú szabályzás és jelzések, szelep, hőmérő, nyomásmérés),
- előfűtő regiszter (szivattyú jelzések, szelepmozgató, hőmérséklet, csőfűtés),
- fagytermosztát,
- előfűtő utáni levegő hőmérséklet távadó,
- befűvó ventilátor (szabályzás, nyomáskülönbség kapcsoló),
- hűtő regiszter (szivattyú jelzések, szelepmozgató, hőmérséklet távadó, csőfűtés),
- utófűtő regiszter (szivattyújelzések, szelepmozgató, hőmérséklet távadó, csőfűtés),
- utószűrő eltömődés figyelés (nyomáskülönbség távadó),
- nedvesítő (szabályozó szelep, biztonsági szelep),
- befűvó zsalumozgató,
- befűjt hőmérséklet és páratartalom távadó,
- befűjt légcsatorna nyomás távadó.

Elszívásra tervezett eszközök légáramlás irányának sorrendjében:

- elszívott nyomás távadó,
- elszívott hőmérséklet és páratartalom távadó,
- elszívó zsalumozgató,
- elszívás előszűrő nyomás távadó,
- elszívás utószűrő nyomástavadó,
- hővisszanyerő eltömődés figyelés (dP kapcsoló),
- elszívó ventilátor (szabályzás, dP kapcsoló).

A bemérő helyiség sémaraaja a 16. ábrán szerepel.

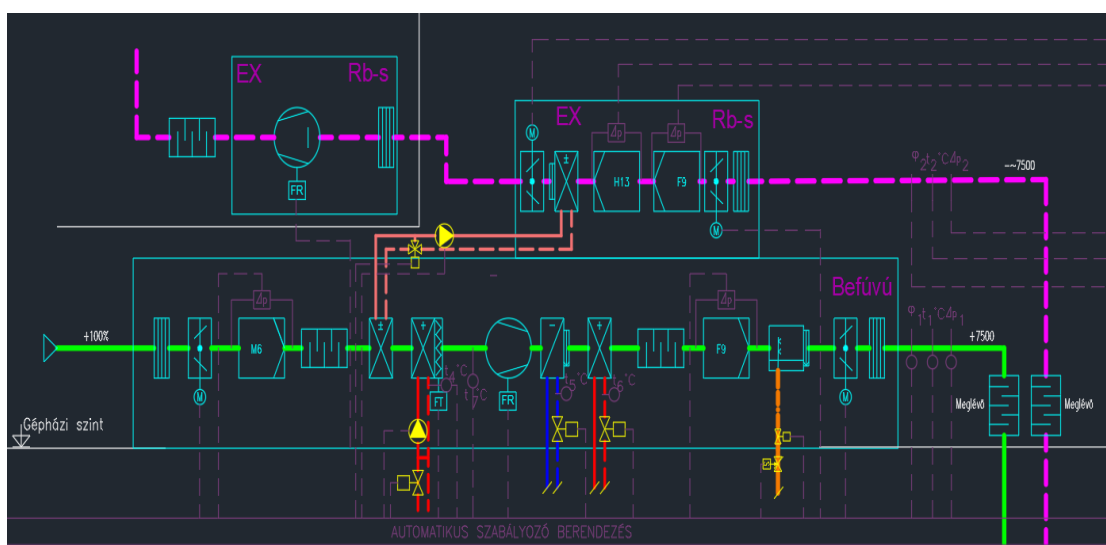


16. ábra Bemérő helyiség periferiák

Bemérő helyiség irányítástechnikai elemek az alábbiak:

- LAF sátor alatti légsebesség távadó,
- HEPA szűrő nyomáskülönbőség távadó,
- helyiség nyomás távadó,
- ajtókontakt jelzés.

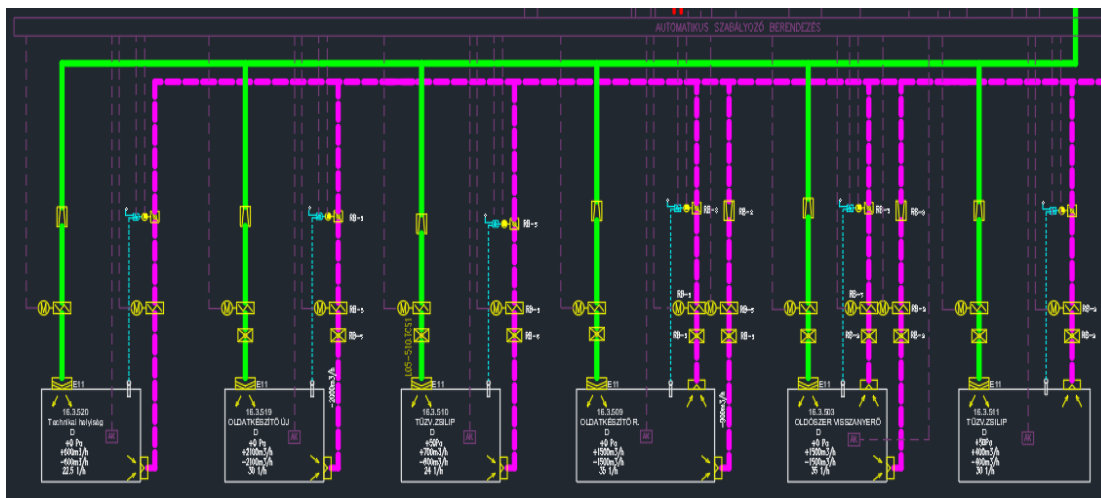
Az L05 légkezelő tervezett perifériáit a 17. ábra mutatja.



17. ábra L05 légkezelő perifériák

A perifériák típusa és elrendezése mindkét rendszer esetében megközelítőleg azonos, azzal a különbséggel, hogy az L05 elszívása robbanásbiztos kivitelű, tehát olyan perifériákat lehet csak alkalmazni melyek rendelkeznek ATEX tanúsítvánnyal.

Az oldatkészítő helyiségek perifériáit a 18. ábra mutatja.



18. ábra Oldatkészítő helyiségek perifériák

Minden helyiségbe beépítésre kerülnek ajtó kontakt jelzések, helyiség nyomásmérések. A légszatórna hálózatba leválasztó zsaluk befűvésba és elszívásba egyaránt, továbbá minden helyiségnek egy elszívó ágába egy légmennyiség szabályzó.

3.5 Villamos adatok

A GEA3.17-es irányítástechnikai elosztóból az alábbi táblázatban szereplő kiefeszűltsűgű villamos fogyasztókat kell megtáplálni. A fogyasztók ismeretében kiszámoltam az összes teljesítményt és áramfelvételt, ezt a 4. táblázatban mutatom be.

4. táblázat GEA3.17 kiefeszűltsűgű fogyasztók

s.sz	Megnevezés	Teljesítmény (W)	Áramfelvétel (A)	L1 fázis	L2 fázis	L3 fázis
1.	3.17 befűvő gép	11000	21	21	21	21
2.	3.17 elszívó gép	15000	28	28	28	28
3.	Előfűtő szivattyú	120	1	0	1	0
4.	Hővisszanyerő szivattyú	510	2,2	0	2,2	0
5.	Hűtőszivattyú 1	1480	6,5	0	0	6,5
6.	Hűtőszivattyú 2	1480	6,5	0	6,5	0
7.	Utőfűtő szivattyú	120	1	0	0	1
8.	Kapcsolószekrény világítás	263	0,1	0	0	0
9.	Kapcsolószekrény szellőztetés	17	0,1	0,1	0	0
10.	Kapcsolószekrény dugaszoló aljzat	2300	10	10	0	10
	Összesen:	32038 W	76 A	59 A	59 A	57A

A GEA3.17 szekrény a betáplálását a tőle 30 méterre elhelyezkedő 167-es számú kapcsolótérből az E2 elosztó F9-es leágazásáról kell kialakítani. A távolságot és a működés közbeni terhelést is figyelembe véve NYY-J 5x25 mm² keresztmetszetű kábel megfelelő. A számításhoz az $A(mm^2) = (\sqrt{3} \cdot p \cdot I \cdot \cos\varphi) \div U_e$ képletet használtam.

A GEA3.17 3VA1180-3EE32-0AA0 típusú, 3 pólusú terhelés szakaszoló kapcsolóval került tervezésre. TM220 termikus védelemmel, kioldóárama 55...80A között állítható, zárlati szilárdsága 25 kA.

A DDC vezérlők zavartalan működésének biztosítása céljából a kapcsolószekrény kettős betáplálású, a másodlagos betáplálást az 1UP1/55 szünetmentes elektromos elosztóból az F9 -es kismegszakítóról kell megoldani.

A GEA05 szekrény villamos fogyasztóit az 5. táblázatban szemléltetem.

5. táblázat GEA05 kiefeszültségű fogyasztók

s.sz	Megnevezés	Teljesítmény (W)	Áram-felvétel (A)	L1 fázis	L2 fázis	L3 fázis
1	L05 befűvő motor	11000	20,7	20,7	20,7	20,7
2	L05 elszívó motor	11000	20,7	20,7	20,7	20,7
3	L05 előfűtő szivattyú	133	1,1	0	1,1	0
4	L05 hő- visszanyerő szivattyú	433	2,3	2,3	0	0
6	Kapcsolószekrény világítás	11	0,1	0,1	0	0
7	Kapcsolószekrény szellőztetés	17	0,1	0,1	0	0
8	Kapcsolószekrény dugaszoló aljzat	2300	10	0	0	10
	Összesen:	23566 W	54,86 A	43,9 A	42,5 A	51,4 A

GEA05 kapcsolószekrény a betáplálása szintén a 167-es számú kapcsolótér E2 számú elosztójából az F10-es leágazásról kialakítandó. Ettől a rendszertől az erősáramú elosztó szekrény 30 méter távolságra helyezkedik el. A megfelelő tápkábel NYY-J 5x16.

A főkapcsoló kioldóárama 44...63A között állítható, zárlati szilárdsága 36kA (3VA1163-4EE32-0AA0). A beépített elektromos berendezéseket 2-es típusú túlfeszültség levezetővel szükséges védeni.

A tervezett védelmi eszközök Siemens gyártmányú, egyedileg méretezett védelmi eszközök.

GA05 irányítástechnikai elosztó fogyasztóit a 6. táblázat foglaltam össze.

6. táblázat GA05 kisfeszültségű fogyasztók

s.sz	Megnevezés	Teljesítmény (W)	Áram-felvétel (A)
1.	Tápegység 24V DC	277	2
2.	Transzformátor 24V AC	263	1,9
3.	Kapcsolószekrény világítás	0,011	0,012
4.	Kapcsolószekrény szellőztetés	0,017	0,07
5.	Kapcsolószekrény dugaszoló aljzat (eseti)	1380	6
	Összesen:	1920 W	9,98 A

A GA05 technológia közelébe elhelyezett nyomásszabályozós szekrény esetében nincs szükség erőátviteli kábelekre, így csak szünetmentes tápellátással rendelkezik. Az irányítástechnikai elosztó betáplálása a 4. emeleti szerelőszintű szünetmentes elosztóból (1UP1.131/42) biztosítandó. A távolságot és a működés közbeni terhelést is figyelembe véve a tervezett NYY-J 3x2,5 mm² keresztmetszetű kábel megfelelő.

3.6 Automatika elemek

A kapcsolószekrényben minden erősáramú berendezést megfelelő védelemmel szükséges ellátni. A védelmi eszközök (kismegszakítók, motorvédő kapcsolók), a szükséges és illesztett kioldási korlátozással és megfelelő zárlatvédelemmel rendelkeznek (10-36kA).

A túlfeszültség ellen II. típusú túlfeszültség levezetőt terveztem melyek TT és TN-S rendszerben alkalmazhatók.

A nagy mennyiségű villamos energiájú berendezéseket mágneskapcsolókon keresztül kapcsolja a DDC. Minden digitális kontakt jelzése leválasztó relére van kötve, nem egyből a DDC modulok sorkapcsaira, ezzel védve a DDC-t az esetleges meghibásodásoktól például egy zárlat esetén. A mágneskapcsolók és az automatika leválasztó relék is 24V DC feszültségű vezérléssel kerültek tervezésre.

Minden, a vezérlőszekrényen kívülről érkező jelzés automatika relén keresztül leválasztásra kerül. A külső eszközökön keresztül visszavezetett jelek szintén 24V DC feszültséggel lettek tervezve.

A rendszer működéséhez kétféle vezérlő feszültség kerül alkalmazásra: 24V AC feszültség a szalmozgatók, szelepmeghajtók működtető feszültsége, valamint a DDC vezérlők tápfeszültsége. 24V DC feszültséggel lett tervezve a belső automatika vezérlő feszültségek, külső jelzésadók például a szivattyúk üzem és hibajelei, tiltókapcsolók segédérintkezői.

A 24V DC feszültséget két kapcsolóüzemű tápegység biztosítja egy redundancia modullal kiegészítve, melynek a kimenete rövidzár védett. A tápegységek öndiagnosztikával rendelkeznek, amely hibajele a vezérlőszekrényben feldolgozható.

A 24V AC feszültséget egy 230V/24V- 315...500VA teljesítményű biztonsági transzformátor állítja elő.

A Robbanásbiztos kivitelű terepi eszközök galvanikus leválasztón keresztül bekötendők a kontroller moduljaira.

A központi irányító kontroller a GEA3.17-es irányítástechnikai elosztószekrényben egy Siemens PXC100.E-D DDC kontroller, ez a vezérlő 200 fizikai adatpont feldolgozására képes és további 400 TXI2.OPEN adatpont tud kezelni. A GEA05 és GA05 irányítástechnikai elosztókhoz tartozó eszközöket egy DDC kezeli, a kettőben kezelt adatpontok száma magasabb mint a PXC100.E-D vezérlő korlátjai, így oda egy PXC200-E.D került betervezésre. Ez a vezérlő 350 fizikai adatpontot tud feldolgozni, a TXI-OPEN adatpontokkal együtt pedig összesen 1 000 adatpontot. Ahogyan az 1. 2. és 3. táblázatban bemutattam, mindkét kontrollerben lesz lehetőség a rendszerek későbbi bővítésére. A kontrollerben futó szoftver gondoskodik a ki- és bemenetek kezeléséről, a vezérlési és szabályozási algoritmusok futtatásáról.

A kontroller BACNet IP kommunikációs protokollon keresztül kapcsolódik a BMS épületfelügyeleti rendszerrel.

A PXC vezérlők modulárisan bővíthetők, attól függően, hogy milyen típusú jeleket kell feldolgozniuk bővíthetők ki és bemeneti modulokkal.

A digitális (kétállapotú) bemeneti jeleket Siemens TXM1.16D típusú, 16 bemenet fogadására alkalmas modulok fogadják. A jelek, kapcsolók, mágneskapcsoló segédérintkezők, motorvédő kapcsolók segédérintkezőinek potenciálmentes kontaktusait fogadják.

A digitális (kétállapotú) kimeneti működtető jeleket Siemens TXM1.6R-M típusú, hat relé kimenettel rendelkező modulok kezelik. A modulok jelzik a kimenetek jelenlegi állapotát, és szükség esetén helyileg nyomógombbal felülvezérelhető kivitelűek, tehát az esetleges kézi beavatkozásokhoz egyéb szerviz kapcsolókra nincs szükség.

Az analóg jeleket (méréseket) a Siemens TXM1.8X Szuper univerzális moduljain keresztül fogadja a vezérlő. A mérőműszerek által szolgáltatott jelek 4-20 mA jelszintűek. Ennek előnye az esetleges vezeték szakadásokból, vagy eszközhibából adódó hibák azonnali kezelhetősége, ezt élőnullás jelnek nevezzük. Áramhurkos mérőköre megoldja a nagyfrekvenciás zavarvédelmet. Azok az eszközök, amelyek csak 0(2)-10V DC

feszültség jelet képesek szolgáltatni például a szelepmozgatók visszajelzése, szintén ezekre a modulokra kerülnek bekötésre.

A szabályozó szelepek, változtatható fordulatszámú szivattyúk, valamint a frekvenciaváltók szabályozó jeleihez Siemens TXM1.8U-ML univerzális, helyileg kézzel felülvezérelhető modulok kezelik. Ezek 0-10V DC szabványos jelet biztosítanak a szabályozott berendezések számára. A helyi felülvezérelhetőség segíti a vészeseti üzemeltetést azzal, hogy a beavatkozók szabályozó jelei helyben beállíthatók.

A frekvenciaváltók, vagy EC motorok esetében lehetőség van azokból RS485 Modbus soros kommunikációs vonalon is adatokat kiolvasni, paramétereket azokba visszaírni. Ennek megvalósítása a TXI2.OPEN modullal lehetséges. Egy modullal 160 Modbus adatot lehet feldolgozni.

A GEA05 és GA05 irányítástechnikai elosztókat egy DDC vezérli, a szekrények közötti kommunikációhoz TXA1.IBE szigetbővítő modul beépítése szükséges mindkét szekrénybe, a két modul összeköttetése egy kéteres árnyékolt kábellel kivitelezhető. Az összeköttetés RS485- soros kommunikációs technológián alapszik.

A helyi kezelés, karbantartás, üzemvitel megfelelő biztosítása érdekében szükséges egy helyi kezelői felületet biztosítani. Ez egy Siemens PXM50.E Bacnet IP 15" képátlójú, színes grafikus kezelő panel. Ezáltal az egyes alrendszerek a kapcsolószekrények mellől felügyelhetők akkor is, ha a BMS szerverrel esetleg nem lenne kapcsolat.

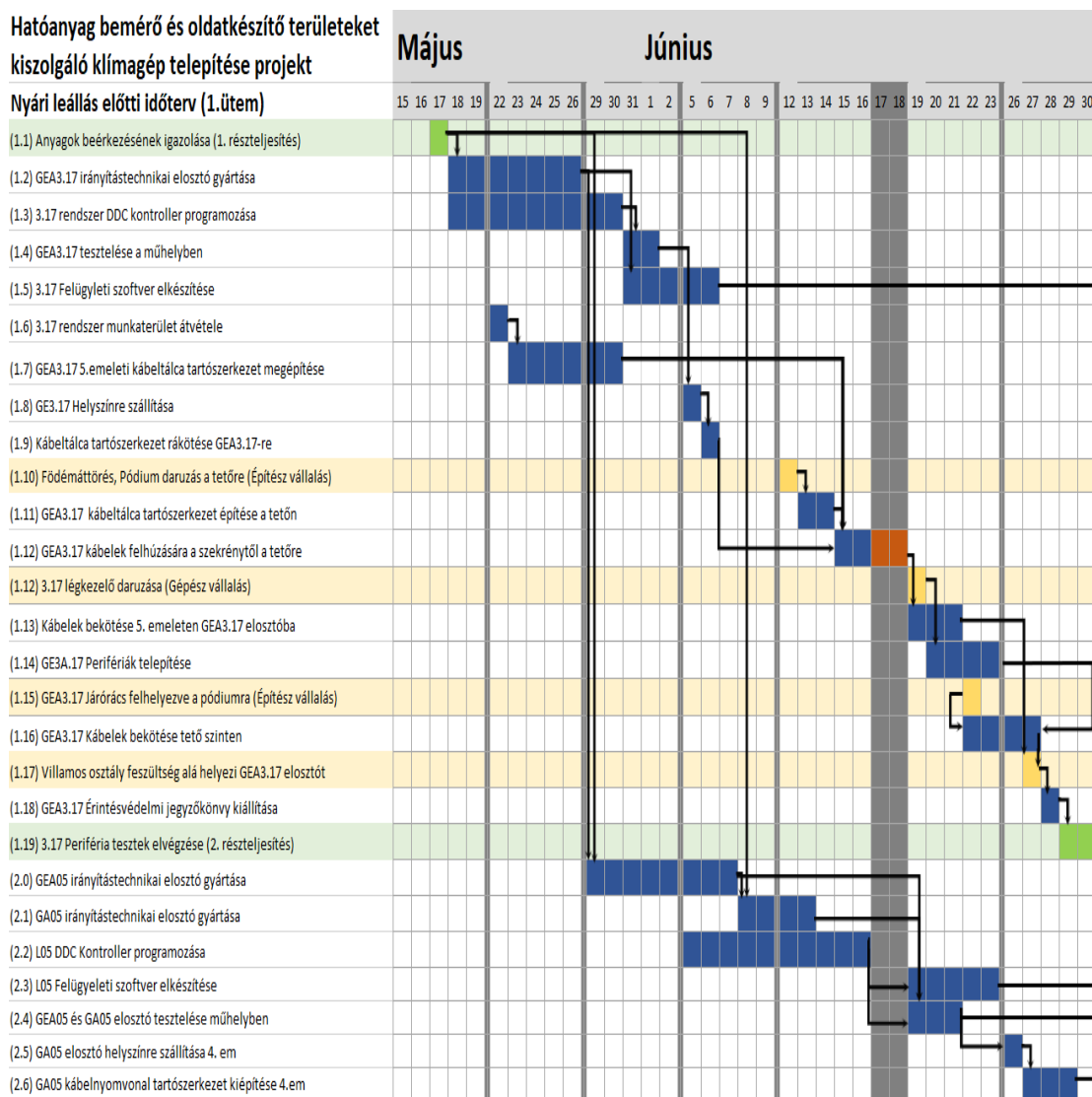
4. Projektmenedzsment munka bemutatása

4.1 Időtervezés

A projekt pontos műszaki tartalmának ismeretében meghatároztam a teljesítéshez szükséges anyagi és emberi erőforrásokat, és azon tevékenységeket melyek sorrendi végrehajtásával elérhető a projekteredmény.

A kivitelezési folyamatot célszerű két egymástól különálló ütemre bontani, az első ütemben kell elvégezni a 3.17 légkezelő rendszerhez tartozó gépházi, illetve tetőszinti munkálatokat. A második ütem tartalmazza az L05 rendszer bontását, rekonstrukcióját és az üzemi területen elvégzendő munkákat, ezért ezt az ütemet az üzem négy hetes nyári leállása alatt kell megvalósítani.

Mindkét ütem időtervét elkészítettem, az első ütem időtervét a 19. ábrán mutatom be.



19. ábra Projekt 1. ütemének időterve.

- Kék mezővel jelöltem a tevékenységek időtartamát.
- Zöld mező jelöli az egyes mérőföldköveket.
- Sárgával jelölve a cégünkötől független, de tovább haladás szempontjából elengedhetetlen tevékenységeket.
- Szürke mező jelöli a hétvégeket.
- Piros mező a túlórával járó hétvégi munkavégzést.

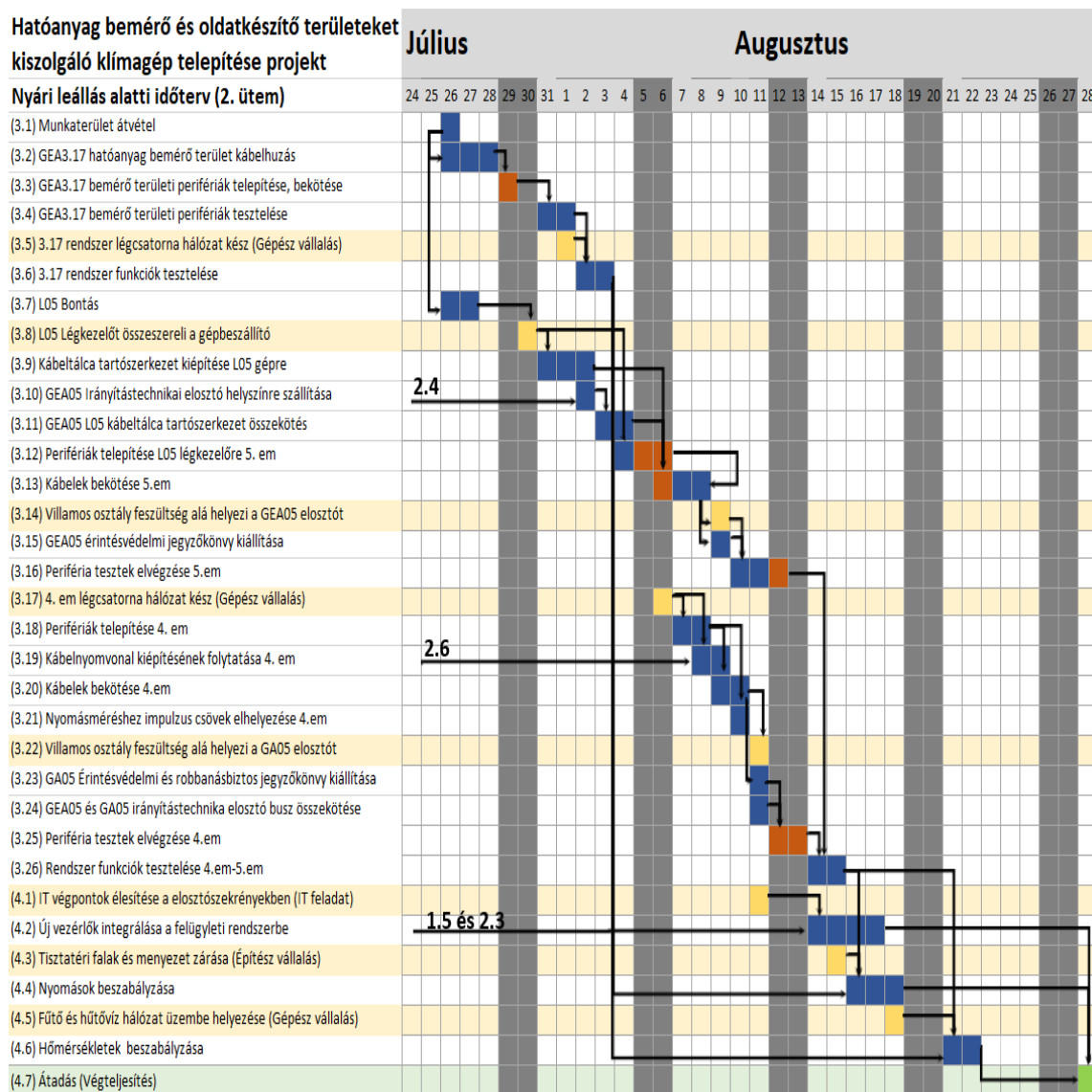
A munkavégzés 0. fázisa az anyagrendelés, ezért a munka már az időterven jelölt tevékenységek előtt megkezdődik. Az anyagrendelés és a beérkezés között kb. 6-8 hétnek kell eltelnie. A projektvezető és a mérnökök meg kell, hogy ismerjék a projekt pontos műszaki tartalmát. Tervezetten az anyagok beérkezése a projekt első mérőföldköve.

Az első fázisban rendelkezésre állnak a projekt kivitelezéséhez szükséges szerelési anyagok, irányítástechnikai eszközök. Ekkor kell megkezdeni műhely és a mérnöki munkákat melyek magukba foglalják a kapcsolószekrények gyártását, DDC-k programozását, felügyeleti szoftver elkészítését. A munkaterület átvétel után kell megkezdeni a helyszíni munkavégzést, az 5. emeleten. Az ütemterv készítése és persze a kivitelezés közben muszáj igazodni más kivitelező cégekhez és a megrendelő ütemezéséhez is. Az építész kivitelező készíti el a födémáttörést az 5. emelet és a tetőszint között 06.12-én. A födémáttörésen keresztül kell összekötni a kapcsolószekrényt a 3.17 légkezelő berendezéssel. A pódium daruzása is 06.12-re van tervezve. A tetőn a pódium szintje alá el kell helyezni a kábeltálca nyomvonalat és tetőszint fölé felhúzni a szükséges kábeleket. Azért indokolt a hétvégi munkavégzés, hogy be lehessen fejezni ezeket a tevékenységeket 06.19 előtt, mivel a pódium és a tetőszint közti távolság 550 mm, így, ha felkerül a légkezelő ellehetetleníti az álló helyzetben történő munkavégzést. Az új légkezelő telepítését követően fel kell szerelni az új érzékelőket, beavatkozókat, a villanymotorokat be kell kötni. Az 1.12 tevékenység: a kábelek felhúzása a tetőszintre, azért csak a tetőig lehet felhúzni, mert a kábeleket a pódiumra telepített járórácson kialakított kábelátvezető nyílásokon keresztül kell a járórács szintje fölé juttatni. A járórács elhelyezésének dátuma 06.22, ezután kell elkezdni a telepített perifériák bekötését. Miután minden periféria a helyére került és minden kábel be van kötve terepi és szekrény oldalon is a megrendelő villamos osztálya felkapcsolja a GEA3.17-es kapcsolószekrény tápellátását. Tervezetten a második mérőföldkö a periféria tesztek elvégzése, mielőtt ezt a munkafolyamatot el lehet kezdeni ki kell állítani villamos

berendezések érintésvédelmi felülvizsgálatának a jegyzőkönyvét. Az érintésvédelmi méréseket és a jegyzőkönyv kiállítását külsős vállalkozó végzi.

Az első fázissal párhuzamosan el kell kezdeni a második fázist, ami során az oldatkészítő területekhez tartozó elosztók gyártása, azok programozása, és tesztelése történik. Ezeket a munkafolyamatokat akkor célszerű elkezdni amikor a műhelyi dolgozók és mérnökök felszabadulnak az első fázis feladatai alól. GA05 irányítástechnikai elosztó elhelyezése és a hozzá tartozó rövidebb kábelnyomvonal szakasz megépítése még az 1. ütemben elvégezhető, ugyanis 4. emeleti szerelőszinten lehetséges a munkavégzés a nyári leállás megkezdése előtt is. Ezen tevékenységek elvégzésével kevésbé lesz terhelve a kivitelező brigád a nyári leállás ideje alatt. Az 1. ütem tervezett átfutási ideje 44 nap.

A második ütem időtervét a 20. ábra mutatja, jelölései megegyeznek a 19. ábra jelöléseivel.



20. ábra Projekt 2. ütemének időterve.

A második ütem 07.26-án indul és tervezetten 08.28-án kerül átadásra. A második ütem átfutási ideje 33 nap, viszont hosszabb tevékenységek sorozata. Ebből kifolyólag a kivitelezés felgyorsítása miatt gyakrabban szükséges a hétvégi munkavégzés is.

Ebben az ütemben kerülnek befejezésre a hatóanyag bemérő terület azon munkafolyamatai melyekre korábban nem volt lehetőség. Ezek az üzemi területen történő kábelhúzási feladatok, üzemi perifériák elhelyezése és beüzemelése. A gépész kivitelező ekkor szereli teljesen össze a 3.17 légkezelőhöz tartozó légcsatorna hálózatot. A légcsatorna hálózat összeszerelését követően elindítható a rendszer, tesztelni kell a programban megvalósított funkciókat.

Az oldatkészítő terület légkezelőjét is le kell állítani 25-én. Az új L05 klímagép telepítése előtt az összes jelenlegi szerelvényt el kell bontani. A kábeleket csak oly mértékben lehetséges visszabontani, amennyire a kábeltálcákban hozzáférhetők. A kibontott alkatrészeket, vezérlőszekrényt a megrendelő részére dokumentáltan át kell adni. A gépbeszállító 07.30-ra szereli össze az új L05 légkezelő gépet. Ezt követően a kivitelező brigádnak 9 nap alatt el kell végezni minden szerelési munkát az 5. emeleten. Ezt követően kell felkapcsolni és tesztelni a GEA05 kapcsolószekrényt és a hozzá tartozó terepi eszközöket. Ez alatt a gépész kivitelező megépíti az L05 légkezelő 4. emeleti légcsatorna hálózatát. Ahogy szabadul fel munkaerő az 5. emeleten, át kell azt csoportosítani a 4. emeleti szerelészintre, hogy a terepi szerelések elkészüljenek 08.11-re. Ezután már csak a projekt menedzserre és a mérnök kollegákra van szükség, akik a működés közben tesztelik a rendszert.

A megrendelő AIT automatizálási osztály feladata élesíteni a kiépített IT végpontokat a GEA3.17 és GEA05 irányítástechnikai elosztószekrényekben, ez a tevékenység elengedhetetlen feltétele, hogy a kontrollereket integrálni lehessen a DesigoCC felügyeleti rendszerbe. A nyomások beszabályzásához fontos, hogy minden nyomástartott helyiség légtömör legyen. Az építész kivitelező feladata a tisztatéri falak, álmennyezeti lapok zárása és ajtók alatti fűsík elhelyezése, ezekkel tervezetten 08.15-én végeznek. A nyomások beszabályzását a kapcsolószekrények mellől kell elkezdeni mivel csak későbbi időpontban lesz elérhető a felügyeleti rendszer, azonban 08.18-tól már az irodából is finomhangolhatók a szabályzások. Miután rendelkezésre áll a hideg és a meleg energia el kell végezni a hőmérséklet szabályzók finomhangolását.

Az átadást csak 08.28-ra tervezték, ha valami nem tervek szerint alakul három munkanap és további két nap hétvége tartalék rendelkezésre áll az elmaradások pótlására. Így a projekt 2 ütemének összesített átfutási ideje tervezetten 103 nap.

4.2 Erőforrás tervezés

A projekt időtervén túl tervezni kell a humán és anyagi erőforrásokkal egyaránt. A humán erőforrás tervezésének alapjául az időterv és a korábbi tapasztalatok szolgáltak.

Az időtervek tagolásához hasonlóan az erőforrás terveket is ütemekre bontva készítettem el.

Az erőforrásokat beosztások szerint különböztetem meg az adott napra szükséges munkaerőket, mivel különböző beosztások különböző bérsávban helyezkednek el, így lehet a későbbiekben kalkulálni a költségvetés elkészítésénél és az ajánlat adásnál. A munkavállalók beosztásai az alábbiak:

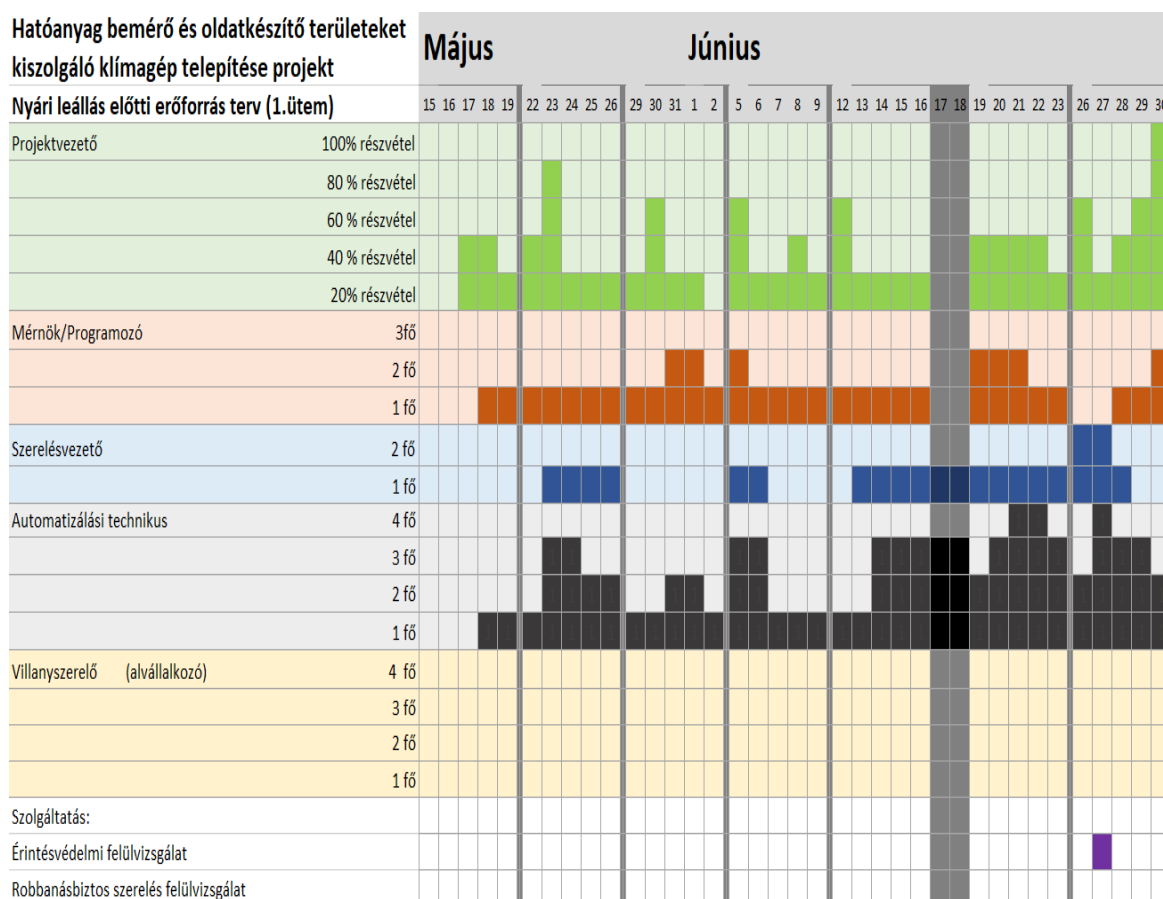
- Projektvezető
- Mérnök/ programozó
- Szerelésvezető
- Automatizálási technikus

A saját munkavállalókon kívül felkerült az erőforrás tervre villanyszerelő munkaerő tétel, mivel a cég létszáma nem elegendő a projekt végrehajtására, ebből adódóan alvállalkozóhoz kell kiszervezni a terepi munkavégzés egy részét. Az ipari automatizálásban jártas villanyszerelő alvállalkozó végzi el a L05-ös rendszer bontásával és szerelésével kapcsolatos munkák jelentős részét. Ezen kívül szolgáltatások igénybevételére is szükség van, mivel a cégnél senki nem rendelkezik érintésvédelmi felülvizsgáló és robbanásbiztos berendezés szerelő szakképesítéssel, ezért szükséges más céget megbízni ezekkel a feladatokkal.

Az 1. ütem erőforrás tervét a 21. ábra mutatja. Minden beosztás esetében a sötétebb rubrika jelzi, hogy ezen a projekten dolgozik az adott napon. Színjelölések:

- Zöld sáv: a projektmenedzser terheltsége adott nap,
- Piros sáv: a mérnökök létszámát jelzi adott nap,
- Kék sáv: a szerelés vezetők foglalkoztatottságát,
- Világos szürke sáv: technikusok létszámát
- Sárga sáv: a villanyszerelők létszámát
- Fehér sáv a szolgáltatások igénybevételét jelöli,

Sötétszürke oszlopokban sötétebb színes jelzés a hétvégi munkavégzést jelöli.



21. ábra Projekt 1. ütemének erőforrásterve.

A projektvezető felelőssége, hogy a projekt végig gördülékenyen és a tervek szerint haladjon. Mindegyik tevékenységben részt vesz, viszont nagy részében csak ellenőrzés, támogatás jelleggel, azaz nem 100%-os leterheltséggel. Néhány komplexebb tevékenységnél, más szakágakkal történő szorosabb együttműködés esetén, részteljesítések előtt szükséges a projektvezető teljeskörű figyelme a munkálatok során.

A mérnök és programozó munkavállalók végzik a DDC vezérlő programozását, az irányítástechnikai elosztó tesztelését, felügyeleti szoftver elkészítését és a periféria tesztekben is kiveszik a részüket. Összesen két mérnök dolgozik a projektnek ezen ütemén.

Minden terepi szerelési munkafolyamatnál jelen kell, hogy legyen egy szerelésvezető, ő koordinálja a technikus, illetve villanyszerelő munkatársakat és felelősséget vállal a helyszínen a munkavégzés minőségéért. Amennyiben egyszerre több munkaterületen zajlik munkavégzés minden munkaterületen jelen kell, hogy legyen egy szerelésvezető.

Automatizálási technikusokra van szükség a legnagyobb számban. Az ő feladatuk az irányítástechnikai elosztó gyártása, a mérnök munkájának támogatása a tesztelés folyamán. Ezen felül minden terepi kivitelezési munkában részt vesznek a megfelelő

[illegible]

A második ütem erőforrás diagrammja ahogyan a 22. ábrán látható jelentősen telítettebb az első ütemnél. A szűk határidők teljesítésének érdekében a második ütem ideje alatt minden munkavállaló napi 10 órát dolgozik. A létszám 11 főre emelkedett, szűkebbek lettek a tevékenység teljesítési határidők. Ennek következtében az irányítás maximális hatékonysága kulcsfontosságú, ami indokolja a projektmenedzser magasabb százalékos részvételét az egyes tevékenységekben. Mivel a szerelési munkákat szorosabb határidővel kell elvégezni, mint az első ütemben, az összes szabad technikusunk és az alvállalkozó villanyszerelői is ezekre a tevékenységekre kell összpontosítsanak, ebből kifolyólag a tesztelés és beüzemelés munkafolyamatoknál mindkét mérnök és számos esetben a projektvezető jelenléte is szükséges.

Villanyszerelő alvállalkozó feladta az 5. emeleti szerelések befejezéséig terjed ki, amivel tervezetten 08.08-án végeznek, szükség esetén rendelkezésre kell bocsásson két embert a periféria tesztek végzése folyamán esetlegesen feltárt szereléstechikai és kötési hibák kijavítására.

A GEA05 és GA05 irányítástechnikai elosztó felkapcsolását követően le kell szerződni az érintésvédelmi felülvizsgálatot végző céggel, hogy a szükséges méréseket végezze el és a kért jegyzőkönyveket mihamarabb állítsa ki. Továbbá a robbanásbiztos berendezések szereléstechikáját vizsgálja felül, és készítse el a szükséges minősítő iratot.

4.3 Költségvetés alakulása

4.3.1 Emberi erőforrás költségei

Az erőforrás terveket felhasználva lehet kalkulálni a projekt megvalósításához szükséges munkabér költségekkel.

A projekt első ütemében a megszokott napi 8 órás munkarend kerül alkalmazásra. Összeszámolva a 16. ábrán feltüntetett emberi erőforrásokat megkaptam egyes erőforrások munkanapjainak számát.

A 7. táblázatban szemléltetem beosztások szerinti bontásban a tervezett munkanapok és munkaórák számát, a tervezett túlórák számát és az összes ezen a projekten dolgozó munkavállaló számát. Az egyes beosztásokhoz felsorolt költségek a munkabér, és a járulékok kifizetése után értendő összes kiadás. Azokban a beosztásokban melyekben több munkavállaló szerepel a költségnél az adott csoport átlagával számoltam. Hétvégi munkavégzés esetén másfélszeres szorzóval számoltam a költségeket.

Az első ütemben tervezetten 1 172.8 munkaóra, és ezzel kapcsolatosan 6 423 040 Ft a munkabér és járulék kiadások összege és további 60 000 Ft az igénybe vett szolgáltatások költsége. Az összes munka költség tehát 6 483 040 Ft.

7. táblázat Munkaerő ráfordítások, költségek 1. ütem

1. ütem munkaóra ráfordítások, költségek	Tervezett munkanapok	Tervezett munkaórák	Túlórák	Szükséges létszám	Költség/ fő/óra	Összes költség
Projektvezető	11.6	92.8	0	1	7800	723840
Mérnök/programozó	34	272	0	2	7100	1931200
Szerelésvezető	23	184	16	2	5450	1046400
Automatizálási techikus	78	624	48	4	4200	2721600
Villanyszerelő	0	0	0	0	7150	0
Összesen:	146.6	1172.8	64	9	---	6423040
Egyéb költségek 1. ütemben:	Költség /alkalom	Igénybevételek száma	Költség			
Érintésvédelmi felülvizsgálat	60000	1	60000			
Robbanásbiztos felülvizsgálat	70000	0				
ÉV+RB kombinálva	110000	0				
					Mindösszesen:	6483040

A 8. táblázat a második ütem munkabér költségeinek összesítését mutatja. Mivel ebben az ütemben 10 órás egy munkanap, a megszokott 8 óra helyett, és a projekten dolgozó munkások száma is megemelkedett 3 fővel, így jelentősen megugrott a tervezett munkaórák és ezzel együtt a túlórák száma is. Minden csoportból lesz olyan munkavállaló akinek túlóráznia kell. Összesen 1 668 munkaórával kalkulálok, amiből 230 óra túlóra.

Az alvállalkozóval az előzetesen megtárgyalt szerződéses összeg 3 146 000 Ft. Az órabér költségek ebben az esetben csak tájékoztató jellegűek. Ha a műszaki tartalom változatlan de több munkaóra alatt végeznek a munkával, mint ami az időtervben szerepel a költség változatlan marad.

A 2. ütem becsült összes költsége 11 248 150 Ft, ebből 7 932 150 Ft a saját munkavállalók fizetésének költsége, többi az alvállalkozó díja, és további 170 000 Ft az érintésvédelmi és a robbanásbiztos szerelésttechnikai felülvizsgáló díja.

8. táblázat Munkaerő ráfordítások, költségek 2. ütem

2. ütem munkaóra ráfordítások, költségek	Tervezett munkanapok	Tervezett munkaórák	Túlórák	Szükséges létszám	Költség/ fő/óra	Összes költség
Projektvezető	19.8	198	30	1	7800	1661400
Mérnök/programozó	37	370	40	2	7100	2769000
Szerelésvezető	29	290	50	2	5450	1716750
Automatizálási technikusi	41	410	30	3	4200	1785000
Villanyszerelő	40	400	80	4	7150	3146000
Összesen:	166.8	1668	230	12	---	11078150
Egyéb költségek 1. ütemben:	Költség /alkalom	Igénybevételek száma	Költség			
Érintésvédelmi felülvizsgálat	60000	1	60000			
Robbanásbiztos felülvizsgálat	70000	0				
ÉV+RB kombinálva	110000	1	110000			
Mindösszesen:						11248150

Minden emberi erőforrással és szolgáltatással kapcsolatos kiadás összegezve 17 665 190 Ft. Fontos erre a célra betervezni a kalkulált összegem felül további 10%-ot arra az esetre, ha a munkálatok valami miatt hosszabbra nyúlnak és többletköltségek jelentkeznek.

4.3.2 Anyagköltségek alakulása

Az anyagköltségek számításához minden szükséges tételt gondosan meghatároztam, ezt az 2. melléklet „A” és „H” oszlop közti része tartalmazza. A mellékletben a tételek listaára van feltüntetve. Összeszámoltam az anyagok listaárat. Egyes beszállítóktól kap a cégünk projektkezdvményt melyek az alábbi módon alakulnak:

- Siemens hardverek anyag 40%
- Siemens szoftver licensz 20%
- Schneider-Electric 38%
- Kábelekre 12 %

A kedvezmények levonása utáni anyagköltségek alakulását a 9. táblázat mutatja szekrényekre bontva:

9. táblázat Összesített anyagköltségek számítása

Tételszám	Tétel szövege	Anyag listaárak	Anyag beszerzési ár
I	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai elosztó		
1	GEA05 kapcsolószekrény	3 214 480 Ft	2 233 973 Ft
2	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai DDC	4 775 332 Ft	2 865 199 Ft
2	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai terepi eszközök	3 110 075 Ft	2 601 529 Ft
2	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai kábelek	1 503 254 Ft	1 443 499 Ft
5	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai szolgáltatások	792 000 Ft	633 600 Ft
		13 395 140 Ft	9 777 801 Ft
II	GA05 légtechnikai irányítástechnikai elosztó		
1	GA05 kapcsolószekrény	2 436 111 Ft	1 982 322 Ft
2	GA05 irányítástechnikai DDC	1 833 339 Ft	1 100 003 Ft
3	GA05 irányítástechnikai terepi eszközök	657 657 Ft	638 253 Ft
4	GA05 irányítástechnikai kábelek	875 850 Ft	822 147 Ft
5	GA05 irányítástechnikai szolgáltatások	- Ft	- Ft
		5 802 956 Ft	4 542 726 Ft
III	GEA3.17 légtechnikai irányítástechnikai elosztó		
1	GEA3.17 kapcsolószekrény	2 584 348 Ft	1 720 728 Ft
2	GEA3.17 irányítástechnikai DDC	4 505 852 Ft	2 821 279 Ft
3	GEA3.17 irányítástechnikai terepi eszközök	1 804 948 Ft	1 167 360 Ft
4	GEA3.17 irányítástechnikai kábelek	1 978 950 Ft	1 803 876 Ft
5	GEA3.17 irányítástechnikai szolgáltatások	- Ft	- Ft
		10 874 098 Ft	7 513 243 Ft
Összesített anyagköltségek:		30 072 194 Ft	21 833 769 Ft

Az összes anyagköltség tehát 21 833 769 Ft.

4.3.3 Munka árazása

Az ajánlati dokumentumot elkészítettem melyet 2. melléklet tartalmaz. Szerepelnek benne tételesen az egyes anyag és díj költségek is részletes bontásban. Díj költségek meghatározásakor két rezsióradíj kategóriát használtam, 19 500 Ft mérnöki rezsióradíj esetén és 9 150 Ft technikus rezsióradíj esetén. Mérnöki bérkategóriába tartoznak a mérnökök és a projektvezető és a technikus bérkategóriába a szerelésvezető, az automatizálási technikusok, és a villanyszerelők. Anyagköltségek meghatározásakor az adott kereskedő által alkalmazott árat, vagyis a listaárat vettem figyelembe. Az anyagköltségekből 10% és a munkadíj költségekből pedig 15% kedvezmény adható, mivel az anyagok jelentős részét funkcionális, viszonteladói kedvezménnyel, listaár alatt sikerül beszerezni és a munkadíj kiadások is jelentősen a rezsióradíjából kalkulált ár alatt vannak.

Összesítettem az ajánlat tartalmát a 10. táblázatban.

10. táblázat Ajánlati árazás

Tételszám	Tétel szövege	Anyag listaárak:	Ajánlati ár 10% kedvezménnyel	Díj összesen	Ajánlati díj 15% kedvezménnyel
I	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai elosztó				
1	GEA05 kapcsolószelekrény	3 214 480 Ft	2 893 032 Ft	1 530 000 Ft	1 300 500 Ft
2	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai DDC	4 775 332 Ft	4 297 798 Ft	1 908 000 Ft	1 621 800 Ft
3	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai terepi eszközök	3 110 075 Ft	2 799 067 Ft	429 033 Ft	364 678 Ft
4	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai kábelek	1 503 254 Ft	1 352 929 Ft	2 760 250 Ft	2 346 213 Ft
5	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai szolgáltatások	792 000 Ft	712 800 Ft	4 749 000 Ft	4 036 650 Ft
		13 395 140 Ft	12 055 626 Ft	11 376 283 Ft	9 669 841 Ft
I	GA05 légtechnikai irányítástechnikai elosztó				
1	GA05 kapcsolószelekrény	2 436 111 Ft	2 192 500 Ft	1 530 000 Ft	1 300 500 Ft
2	GA05 irányítástechnikai DDC	1 833 339 Ft	1 650 005 Ft	2 196 000 Ft	1 866 600 Ft
3	GA05 irányítástechnikai terepi eszközök	657 657 Ft	591 891 Ft	607 800 Ft	516 630 Ft
4	GA05 irányítástechnikai kábelek	875 850 Ft	788 265 Ft	2 076 000 Ft	1 764 600 Ft
5	GA05 irányítástechnikai szolgáltatások	- Ft	- Ft	4 757 000 Ft	4 043 450 Ft
		5 802 956 Ft	5 222 661 Ft	11 166 800 Ft	9 491 780 Ft
I	GEA3.17 légtechnikai irányítástechnikai elosztó				
1	GEA3.17 kapcsolószelekrény	2 584 348 Ft	2 325 913 Ft	1 530 000 Ft	1 300 500 Ft
2	GEA3.17 irányítástechnikai DDC	4 505 852 Ft	4 055 266 Ft	2 268 000 Ft	1 927 800 Ft
3	GEA3.17 irányítástechnikai terepi eszközök	1 804 948 Ft	1 624 453 Ft	484 300 Ft	411 655 Ft
4	GEA3.17 irányítástechnikai kábelek	1 978 950 Ft	1 781 055 Ft	5 278 000 Ft	4 486 300 Ft
5	GEA3.17 irányítástechnikai szolgáltatások	- Ft	- Ft	4 986 000 Ft	4 238 100 Ft
		10 874 098 Ft	9 786 688 Ft	14 546 300 Ft	12 364 355 Ft
Összesen:			30 072 194 Ft		37 089 383 Ft
Felajánlott kedvezmény: 10% és 15%			-3 007 219 Ft		-5 563 407 Ft
Ajánlati ár:			27 064 975 Ft		31 525 976 Ft
Mindösszesen:			58 590 950 Ft		

Amennyiben a megrendelő elfogadja az ajánlatot 58 590 950 Ft a projekt utáni árbevétel. Ezt összevetve a korábbi fejezetek kalkulációival megkaptam a projekt várható profitját anyag és munka költségek szerinti bontásban, a számokat a 11. táblázatban össze.

11. táblázat Költségvetés összefoglaló

Tétel	Kiadás	Bevétel	Profit	Profit%
Anyag:	21 833 769 Ft	27 064 975 Ft	5 231 205 Ft	24%
Munka:	17 665 190 Ft	31 525 976 Ft	13 860 786 Ft	78%
Összesen:	39 498 959 Ft	58 590 950 Ft	19 091 991 Ft	48%

4.4 Projekt utóértékelés

A projekt végrehajtása során kulcsfontosságúak voltak a különböző tervdokumentumok. Ezek a tervek olyan útmutatást és iránymutatást nyújtottak, amelyek nélkül nagyon nehéz lett volna hatékonyan és eredményesen végrehajtani a projektet. Külön kiemelném az időterv fontosságát, hiszen lehetővé tette a tevékenységek nyomkövetését. Felügyelhető volt hogy sikerült-e az előzetesen eltervezett ütemben haladni. Ez segített abban, hogy az összes munka határidőreidőre elkészüljön, és a projekt ne csússzon.

Az erőforrás tervnek köszönhetően előre lehetett készülni a szükséges munkaerő, felszerelések és egyéb erőforrások allokációjára. Ennek eredményeként hatékonyan tudtuk koordinálni és felügyelni a szükséges erőforrásokat. Ez azért is különösen fontos volt mivel egyszerre több projekt van folyamatban.

Az anyagköltségek az előzetes tervek szerint alakultak, azonban a munkadíj költségekben volt változás. Mindkét ütem kivitelezése folyamán voltak eltérések az ütemtervtől. Az első ütemben csak minimális eltérések voltak pozitív és negatív irányban egyaránt, ezért ezek nem okoztak változást a költségekben.

A második ütemben több esetben jelentkezett kisebb csúszás melynek okai szervezési és műszaki okai is voltak. Mivel a leállás megkezdésével minden kivitelező egyszerre kezdte meg a munkavégzést, munkaterület zsúfoltságából adódóan bonyolultabb volt a munkavégzés a tervezettnél, ennek következtében július 30-án vasárnap kellett befejezni a perifériák bekötését. A jövőben az erőforrások megtervezésekor egyeztetni kell más kivitelezőkkel, hogy hány emberrel terveznek felvonulni a munkaterületre, és gondosabban figyelembe kell venni a helyszín adottságait.

A legnagyobb csúszást egy műszaki probléma okozta, a probléma az oldatkészítő helyiségek nyomás szabályzásának megvalósításánál jelentkezett. A probléma okának feltárásához két mérnök és egy technikus egy napi munkájára, és a kijavítása pedig egy szerelésvezető és három technikus másfél napi munkájára volt szükség.

A csúszások ellenére is, a kivitelezés végére még a szerződéses határidőn belül sikerült elérni, hogy a projekteredmény megfeleljen a vele szemben támasztott követelményeknek és kiállításra kerültek az ezt igazoló beüzemelési jegyzőkönyvek is. Azonban részletezett problémák és egyéb csúszások következtében szükséges volt a tervezetten felül további 8 órában a projektmenedzseri részvétel, 30 óra mérnöki munka, 30 óra szerelésvezetői munka és 90 óra technikus munkát. Ezeknek a munkáknak a többletköltsége 1 225 350 Ft-ba került mivel a jelentős leterheltség miatt minden órát túlóráként kellett

kifizetni. Ez a többletköltség belefér abba az előzetesen erre a célra szánt összegbe, amit még a tervezés folyamán meghatároztam.

A jövőben a saját munkavállalók leterheltségének csökkentése miatt célszerűbb lesz a munka nagyobb részét kiszervezni alvállalkozóhoz. Az ajánlati árakat összevetve az alvállalkozói szerződéssel látható, hogy még így is nyereséges alvállalkozóval dolgoztatni, azonban nagyobb volumenű munkára leszerződve feltehetőleg sikerülne kedvezőbb alvállalkozói díjazásban megegyezni.

A projekt zárásárákor megállapított nyereség 17 866 641 Ft.

5. Összefoglalás

A diplomadolgozatom célja komplex épületgépészeti rendszerek automata működtetésének megtervezése és kivitelezése volt. A tervezés a rendszerek összetettségéből kifolyólag különösen nagy alaposságot igényelt. Különösen azért, mert a műszaki tervezés az alapja a projekteredmény megvalósításának, továbbá elengedhetetlen a részletes kidolgozás a projekt megfelelő árazásához. Ehhez először meg kell ismerni a gépészeti rendszerek felépítését és tervezett elhelyezkedését, figyelembe véve a helyszíni adottságokat is.

Épület automatizálásban bevált gyakorlatok és saját tapasztalatok alapján meghatároztam az egyes gépészeti elemek működésével szemben támasztott követelményeket. Elkészítettem a programozáshoz szükséges adatpontok listáját. Az adatpontok tervezése folyamán fontos volt figyelembe vennem a működési követelményeket. Kiválasztottam az adatpontok kezeléséhez szükséges irányítástechnikai terepi eszközöket. Elkészítettem a rendszerek automata sémarajzát melyen felvannak tüntetve a betervezett perifériák. A rendszerek működtetéséhez három vezérlő szekrényt terveztem. Meghatároztam tehát a kivitelezéshez szükséges szekrényanyagokat, terepi eszközöket, kábeleket és szerelési anyagokat.

Elkészítettem a kivitelezési folyamat két egymástól elkülönülő ütemre bontott időtervét. Az időterv készítése közben figyelembe vettem és fel is tüntettem a tevékenységek közötti függőségi viszonyokat. Elkészítettem mind a két ütem erőforrás tervezését napi bontásban. Az erőforrás terveken bérsávok alapján különböztettem meg a saját munkaerőt, emellett tájékoztató jelleggel feltüntettem az alvállalkozókat is. A tervezett emberi erőforrás igények ismeretében kiszámoltam annak a költségeit.

Az elkészült műszaki tervek alapján elkészítettem a rendszerek költségvetési tábláját, amit a gyártóktól bekért listaárak alapján töltöttem ki. Vezetői és projekt kedvezményeknek köszönhetően, a listaárak alatt be tudtam szerezni a szükséges anyagokat. Elkészítettem az ajánlatkérő felé kimenő ajánlatot.

A projekt kivitelezése folyamán jelentkeztek többletköltségek, melynek oka kivitelezési tevékenységek elhúzódása volt. A többletköltségek ellenére is sikeresen zárult a projekt.

6. Summary

The aim of my diploma thesis was to design and implement the automatic operation of complex building mechanical systems. Due to the complexity of these systems, the design required a particularly high level of precision. This was crucial because the technical design forms the foundation for the project's successful realization, and detailed planning is essential for accurate cost estimation too. To achieve this, it was necessary to first understand the structure and planned placement of the mechanical systems, taking into account the on-site conditions.

Based on established practices in building automation and my own experience, I defined the requirements for the operation of various mechanical components. I compiled a list of data points necessary for programming. When designing these data points, it was crucial to consider the operational requirements. I selected field devices for managing these data points. I created an automation schematic that included the planned peripherals required for system operation. For operating the systems, I designed three control cabinets. As a result, I determined the materials, field devices, cables, and installation materials necessary for implementation.

I created a project schedule that was divided into two distinct phases. During the schedule's development, I took into consideration and highlighted the dependencies between activities. I also prepared resource plans for both phases on a daily basis. In these resource plans, I categorized labor costs based on wage bands, distinguishing between our own workforce and subcontractors. Taking into account the planned human resource requirements, I calculated the associated costs.

Using the completed technical designs as a basis, I prepared the budget for the systems, which I filled out based on the list prices obtained from manufacturers. However, thanks to reseller and project discounts, I was able to procure the necessary materials below list prices. I prepared a quotation for the client.

During the project execution, there were additional costs incurred due to delays in the construction activities. Despite these extra costs, the project was successfully completed.

7. Felhasznált irodalom

- [1] Ajtonyi István, Gyuricza István (2010): Programozható irányítóberendezések, hálózatok és rendszerek. Budapest: Műszaki Könyvkiadó
- [2] Daróczi Miklós (2019): Projektmenedzsment 7. fejezet. Gödöllő: Szent István Egyetem
- [3] Electronic and Communications (2019): Direct Digital Control Block Diagram. Electronics and Communications weboldala. Letöltés dátuma: 2023.06.17 URL: <https://www.electronicsandcommunications.com/2019/01/direct-digital-control-block-diagram.html>
- [4] Forgó Zoltán (2009): Bevezetés a mechatronikába Kolozsvár: Erdélyi Múzeum Egyedület
- [5] Huba Antal, Lipovszki György (2014): Méréselmélet, H. n.: MOGI BME
- [6] ICONIC Plus (2016): BAS Applications, Energy Saving In Buildings LinkedIn honlapja. Letöltés dátuma 2023.06.18. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/bas-applications-energy-saving-buildings-iconic-plus>
- [7] Indapp (2017): Hőközpontok. Indapp honlapja. Letöltés dátuma: 2023.06.19 URL: <http://indapp.hu/wp-content/uploads/2017/03/Hőközpontok.pdf>
- [8] Magyar Zoltán, Szikra Csaba (2003): Légtechnika rendszerek elemei és felépítése Letöltés dátuma: 2023.06.19. URL: <https://adoc.pub/download/vocational-education-training-for-building-observation-opera.html>
- [9] McKenney's (2021) PLC VS. DDC: CHOOSING THE RIGHT CONTROLS FOR YOUR FACILITY McKenney's honlapja. Letöltés dátuma 2023.06.15. URL: <https://www.mckenneys.com/2021/03/plc-vs-ddc-choosing-the-right-controls-for-your-facility/>
- [10] Petz Ernő (1996): Bevezető irányítástechnikai alapismeretek. Budapest: K n.
- [11] Pletl Szilveszter, Kincses Zoltán (2014): PLC és SCADA rendszerek. H. n.: Szegedi Tudományegyetem
- [12] Projekt Management Institute (2017): A guide to the project management body of knowledge. Sixth Edition. Newtown Square: Project Management Institute
- [13] Robert K. Wysocki (2019): Traditional, Agile, Extreme, Hybrid Eighth Edition. Indianapolis: John Wiley and Sons

- [14] Ross Montgomery, Robert McDowall (2008): Fundamentals of HVAC control systems. Tullie Circle: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
- [15] Siemens Industry Inc. (2022): Introduction to building technology Alpharetta: Siemens Industry Inc. Letöltés dátuma 2023.06.22 URL: <https://sid.siemens.com/v/u/A6V10096099>
- [16] Steven T. Bushby (1997): BACnet™ - A standard communication infrastructure for intelligent buildings. Automation in Construction 6 (5-6) 1997, 529-540. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology
- [17] Trotec GmbH (2023): Gyakorlati ismeretek klimatizálásból. Letöltés dátuma: 2023.06.22 URL: <https://hu.trotec.com/termek-es-szolgalatasok/gepek-homecomfort/klimatizalas/gyakorlati-ismeretek-klimatizalasbol/>
- [18] Verbai Zoltán, Kalmár Tünde, Csáky Imre, Kalmár Ferenc (2013): Épülettechnikai rendszerek és rendszerelemek Budapest: TERC Kft.

8. Táblázatok és ábrák jegyzéke

Táblázatok jegyzéke:

1. táblázat GEA3.17 Adatpont összesítő	39
2. táblázat GEA05 Adatpont összesítő	39
3. táblázat GA05 Adatpont összesítő	40
4. táblázat GEA3.17 kisfeszültségű fogyasztók.....	43
5. táblázat GEA05 kisfeszültségű fogyasztók.....	44
6. táblázatGA05 kisfeszültségű fogyasztók.....	45
7. táblázat Munkaerő ráfordítások, költségek 1. ütem	56
8. táblázat Munkaerő ráfordítások, költségek 2. ütem	57
9. táblázat Összesített anyagköltségek számítása	58
10. táblázat Ajánlati árazás	59
11. táblázat Költségvetés összefoglaló	59

Ábrák jegyzéke:

1. ábra BAS rendszer Forrás: [6].....	4
2. ábra Épületekben alkalmazott technológiák: Forrás: [15].....	5
3. ábra Hőközpont Forrás: [7].....	7
4. ábra Légkezelő sémarajza Forrás: [18].....	9
5. ábra Hűtőgép működési elve Forrás: [17].....	10
6. ábra Vezérlés működési vázlat Forrás: [10].....	12
7. ábra Szabályzás működési vázlat Forrás:[5].....	13
8. ábra DDCrendszer elemei Forrás: [3].....	15
9. ábra PLC-k funkcionális felépítése Forrás: [1]	16
10. ábra SCADA rendszer struktúra Forrás:[11]	20
11. ábra BACnet rétegek Forrás: [16]	23
12. ábra Digitális jelek alkalmazása Forrás: [5].....	24
13. ábra L05 Klímarendszer, oldatkészítők	30
14. ábra 3.17 számú klímarendszer, hatóanyag bemérő terület	31
15. ábra3.17 légkezelő perifériák	40
16. ábra Bemérő helyiség perifériák	42
17. ábra L05 légkezelő perifériák.....	42
18. ábra Oldatkészítő helyiségek perifériák.....	43
19. ábra Projekt 1. ütemének időterve.....	48

20. ábra Projekt 2. ütemének időterve.....	50
21. ábra Projekt 1. ütemének erőforrásterve.....	53
22. ábra. ábra Projekt 2. ütemének erőforrásterve.	54

9. Mellékletek

1. melléklet. Tervezett adatpontok

GEA05

Digitális bementek

Modul	Csatorna	Megnevezés	Állapot
D1.1-2	1	Túlfeszültség	HIBA-REND BEN
D1.1-4	2	Fázishiba	HIBA-REND BEN
D1.1-6	3	Tűzjelzés	HIBA-REND BEN
D1.1-8	4	Nyugtázás	KI-BE
D1.1-10	5	Gáz riasztás 20%	HIBA-REND BEN
D1.1-12	6	Gáz riasztás 40%	HIBA-REND BEN
D1.1-14	7	---	---
D1.1-16	8	Rendszerkapcsoló	KI-BE
D1.1-19	9	L05 Befűvés hiba	HIBA-REND BEN
D1.1-21	10	L05 Befűvés üzemel	ÁLL-ÜZEMEL
D1.1-23	11	L05 Befűvés tiltókapcsoló	KI-BE
D1.1-25	12	L05 Elszívás hiba	HIBA-REND BEN
D1.1-27	13	L05 Elszívás üzemel	ÁLL-ÜZEMEL
D1.1-29	14	L05 Elszívás tiltókapcsoló	KI-BE
D1.1-31	15	L05 Frisslevegős zsalu nyitva	KI-BE
D1.1-33	16	L05 Frisslevegős zsalu zárva	KI-BE
D1.2-2	17	L05 Befűvő zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-4	18	L05 Befűvő zsalu zárva	KI-BE
D1.2-6	19	L05 Elszívó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-8	20	L05 Elszívó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-10	21	L05 Kidobó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-12	22	L05 Kidobó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-14	23	---	---
D1.2-16	24	L05 Fagyhiba	HIBA-REND BEN
D1.2-19	25	L05 Hővisszanyerő szivattyú hiba	HIBA-REND BEN
D1.2-21	26	L05 Hővisszanyerő szivattyú üzemel	ÁLL-ÜZEMEL
D1.2-23	27	L05 Hővisszanyerő szivattyú tiltókapcsoló	KI-BE
D1.2-25	28	L05 Előfűtő szivattyú hiba	HIBA-REND BEN
D1.2-27	29	L05 Előfűtő szivattyú üzemel	ÁLL-ÜZEMEL
D1.2-29	30	L05 Előfűtő szivattyú tiltókapcsoló	KI-BE
D1.2-31	31	Befűvés légáramlás	HIBA-REND BEN
D1.2-33	32	Elszívás légáramlás	HIBA-REND BEN

Digitális kimenetek

Modul	Csatorna	Megnevezés	
D1.3-2	1	L05 Befűvő ventilátor indítás	INDIT-LEÁLLIT
D1.3-8	2	L05 Elszívó ventilátor indítás	INDIT-LEÁLLIT
D1.3-14	3	L05 Frisslevegős zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.3-21	4	L05 Befűvő zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.3-27	5	L05 Elszívó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.3-33	6	L05 Kidobó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.4-2	7	L05 Hővisszanyerő szivattyú indítás	INDIT-LEÁLLIT
D1.4-8	8	L05 Előfűtő szivattyú indítás	INDIT-LEÁLLIT
D1.4-14	9	---	---

D1.4-21	10	---	---
D1.4-27	11	L05 Üzemel jelzés	KI-BE
D1.4-33	12	L05 Hibajelző lámpa	KI-BE

Analóg bementek

Modul	Csatorna	Megnevezés	Mérőeszköz	Jel típus	Méréstartomány
D1.5-4	1	L05 Frisslevegő hőmérséklet	QAM2171.040	4-20mA	-50...50°C
D1.5-8	2	L05 Előfűtő utáni	QAM2171.040	4-20mA	0...50°C
D1.5-12	3	L05 Befűjt levegő hőmérséklet	QFM2171	4-20mA	0...50°C
D1.5-16	4	L05 Befűjt levegő páratartalom	QFM2171	4-20mA	0...100%rH
D1.5-21	5	L05 Befűvás légcsatorna nyomás	QBM3120-10	4-20mA	0...1000Pa
D1.5-25	6	L05 Hővisszanyerő nyomás	QBE2103-P6	4-20mA	0...6bar
D1.5-29	7	L05 Előfűtő víz hőmérséklet	QAE2174.010	4-20mA	-10...120°C
D1.5-33	8	L05 Hűtő víz hőmérséklet	QAE2174.010	4-20mA	-10...120°C
D1.6-4	9	L05 Utófűtő víz hőmérséklet	QAE2174.010	4-20mA	-10...120°C
D1.6-8	10	L05 Frisslevegő szűrő nyomás	QBM3120-10	4-20mA	0...1000Pa
D1.6-12	11	L05 Befűvás szűrő nyomás	QBM3120-10	4-20mA	0...1000Pa
D1.6-16	12	L05 Hővisszanyerő víz hőmérséklet	QAE2120.010	4-20mA	-30...140°C
D1.6-21	13	L05 Hővisszanyerő szelep pozíció		0-10V	0...100%
D1.6-25	14	L05 Utófűtő szelep pozíció		0-10V	0...100%
D1.6-29	15	L05 Hűtő szelep pozíció		0-10V	0...100%
D1.6-33	16	L05 Előfűtő szelep pozíció		0-10V	0...100%
D1.7-4	17	L05 Elszívott páratartalom	ExProCTF-150	4-20mA	0...100 %rH
D1.7-8	18	L05 Elszívott hőmérséklet	ExProCTF-150	4-20mA	-40...125 °C
D1.7-12	19	L05 Elszívás légcsatorna nyomás	DT7001	4-20mA	0...1000Pa
D1.7-16	20	L05 Elszívás szűrő 1 nyomás	DT7001	4-20mA	0...1000Pa
D1.7-21	21	L05 Elszívás szűrő 2 nyomás	DT7001	4-20mA	0...1000Pa
D1.7-25	22	---	---	---	---
D1.7-29	23	---	---	---	---
D1.7-33	24	---	---	---	---

Analóg kimenetek

Modul	Csatorna	Megnevezés	Jel típus
D1.8-4	1	L05 Hővisszanyerő szelep szabályozás	0-10V
D1.8-8	2	L05 Előfűtő szelep szabályozás	0-10V
D1.8-12	3	L05 Hűtő szelep szabályozás	0-10V
D1.8-16	4	L05 Utófűtő szelep szabályozás	0-10V
D1.8-21	5	L05 Nedvesítő szelep szabályzás	2-10V-
D1.8-25	6	L05 Befűvő ventilátor szabályozás	0-10V
D1.8-29	7	L05 elszívó ventilátor szabályozás	0-10V
D1.8-33	8	---	---

GA05

Digitális bementek

Modul	Csatorna	Megnevezés	Állapot
-------	----------	------------	---------

D1.1-2	1	Tűzjelzés	HIBA-RENDBEN
D1.1-4	2	---	---
D1.1-6	3	Nyugtázás	KI-BE
D1.1-8	4	---	--
D1.1-10	5	---	--
D1.1-12	6	---	--
D1.1-14	7	---	--
D1.1-16	8	---	--
D1.1-19	9	520-524 Helyiség	NYITVA-ZÁRVA
D1.1-21	10	519-510 Helyiség	NYITVA-ZÁRVA
D1.1-23	11	510-524 Helyiség	NYITVA-ZÁRVA
D1.1-25	12	510-509 Helyiség	NYITVA-ZÁRVA
D1.1-27	13	503-511 Helyiség	NYITVA-ZÁRVA
D1.1-29	14	511-516 Helyiség	NYITVA-ZÁRVA
D1.1-31	15	---	---
D1.1-33	16	---	---
D1.2-2	17	520 Befúvó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-4	18	520 Befúvó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-6	19	520 Elszívó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-8	20	520 Elszívó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-10	21	519 Befúvó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-12	22	519 Befúvó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-14	23	519 Elszívó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-16	24	519 Elszívó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-19	25	510 Befúvó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-21	26	510 Befúvó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-23	27	510 Elszívó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-25	28	510 Elszívó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-27	29	509 Befúvó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-29	30	509 Befúvó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-31	31	509 Elszívó zsalu 1 nyitva	KI-BE
D1.2-33	32	509 Elszívó zsalu 1 zárva	KI-BE
D1.3-2	33	503 Befúvó zsalu nyitva	KI-BE
D1.3-4	34	503 Befúvó zsalu zárva	KI-BE
D1.3-6	35	503 Elszívó zsalu nyitva	KI-BE
D1.3-8	36	503 Elszívó zsalu zárva	KI-BE
D1.3-10	37	511 Befúvó zsalu nyitva	KI-BE
D1.3-12	38	511 Befúvó zsalu zárva	KI-BE
D1.3-14	39	511 Elszívó zsalu nyitva	KI-BE
D1.3-16	40	511 Elszívó zsalu zárva	KI-BE
D1.3-19	41	---	---
D1.3-21	42	---	---
D1.3-23	43	---	---
D1.3-25	44	---	---
D1.3-27	45	519 Befúvó tűzcsappantyú nyitva	KI-BE
D1.3-29	46	519 Befúvó tűzcsappantyú zárva	KI-BE
D1.3-31	47	519 Elszívó tűzcsappantyú nyitva	KI-BE
D1.3-33	48	519 Elszívó tűzcsappantyú zárva	KI-BE

D1.4-2	49	510 Befúvó tűzcsappantyú nyitva	KI-BE
D1.4-4	50	510 Befúvó tűzcsappantyú zárva	KI-BE
D1.4-6	51	510 Elszívó tűzcsappantyú nyitva	KI-BE
D1.4-8	52	510 Elszívó tűzcsappantyú zárva	KI-BE
D1.4-10	53	509 Befúvó tűzcsappantyú nyitva	KI-BE
D1.4-12	54	509 Befúvó tűzcsappantyú zárva	KI-BE
D1.4-14	55	509 Elszívó tűzcsappantyú 1 nyitva	KI-BE
D1.4-16	56	509 Elszívó tűzcsappantyú 1 zárva	KI-BE
D1.4-19	57	503 Befúvó tűzcsappantyú nyitva	KI-BE
D1.4-21	58	503 Befúvó tűzcsappantyú zárva	KI-BE
D1.4-23	59	503 Elszívó tűzcsappantyú nyitva	KI-BE
D1.4-25	60	503 Elszívó tűzcsappantyú zárva	KI-BE
D1.4-27	61	511 Befúvó tűzcsappantyú nyitva	KI-BE
D1.4-29	62	511 Befúvó tűzcsappantyú zárva	KI-BE
D1.4-31	63	511 Elszívó tűzcsappantyú nyitva	KI-BE
D1.4-33	64	511 Elszívó tűzcsappantyú zárva	KI-BE
D1.5-2	65	509 Elszívó zsalu 2 nyitva	KI-BE
D1.5-4	66	509 Elszívó zsalu 2 zárva	KI-BE
D1.5-6	67	503 Elszívó zsalu 2 nyitva	KI-BE
D1.5-8	68	503 Elszívó zsalu 2 zárva	KI-BE
D1.5-10	69	509 Elszívó tűzcsappantyú 2 nyitva	KI-BE
D1.5-12	70	509 Elszívó tűzcsappantyú 2 zárva	KI-BE
D1.5-14	71	503 Elszívó tűzcsappantyú 2 nyitva	KI-BE
D1.5-16	72	503 Elszívó tűzcsappantyú 2 zárva	KI-BE
D1.5-19	73	---	--
D1.5-21	74	---	--
D1.5-23	75	---	--
D1.5-25	76	---	--
D1.5-27	77	---	--
D1.5-29	78	---	--
D1.5-31	79	---	--
D1.5-33	80	---	--

Digitális kimenetek

Modul	Csatorna	Megnevezés	
D1.9-2	1	Hibajelzés	KI-BE
D1.9-8	2	Üzemjelzés	KI-BE
D1.9-14	3	520 Befúvó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.9-21	4	520 Elszívó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.9-27	5	519 Befúvó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.9-33	6	519 Elszívó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.10-2	7	510 Befúvó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.10-8	8	510 Elszívó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.10-14	9	509 Befúvó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.10-21	10	509 Elszívó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS

D1.10-27	11	503 Befúvó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.10-33	12	503 Elszívó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.11-2	13	511 Befúvó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.11-8	14	511 Elszívó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.11-14	15	L05 Üzemel/Áll	ÜZEMEL-ÁLL
D1.11-21	16	L05-40% ARH	HIBA-RENDBEN
D1.11-27	17	---	---
D1.11-33	18	---	---

Analóg bemenetek

Modul	Csatorna	Megnevezés	Mérőeszköz	Jel típus	Méréstartomány
D1.6-4	1	519 helyiség nyomás	DT7001	4-20mA	-50...50 Pa
D1.6-8	2	509 helyiség nyomás	DT7001	4-20mA	-50...50 Pa
D1.6-12	3	503 helyiség nyomás	DT7001	4-20mA	-50...50 Pa
D1.6-16	4	511 helyiség nyomás	DT7001	4-20mA	0...100 Pa
D1.6-21	5	520 helyiség nyomás	DT700	4-20mA	-50...50 Pa
D1.6-25	6	510 helyiség nyomás	DT7001	4-20mA	0...100 Pa
D1.6-29	7	---	---	---	---
D1.6-33	8	---	---	---	---
D1.8-4	9	520 helyiség légáramlás	LMV-D3-MP-F-TR	0-10V	0-1828m3/h
D1.8-8	10	519 helyiség légáramlás	TCU3	0-10V	0-6279m3/h
D1.8-12	11	510 helyiség légáramlás	TCU3	0-10V	0-928m3/h
D1.8-16	12	509 helyiség légáramlás	TCU3	0-10V	0-1512m3/h
D1.8-21	13	503 helyiség légáramlás	TCU3	0-10V	0-2292m3/h
D1.8-25	14	511 helyiség légáramlás	TCU3	0-10V	0-928m3/h
D1.8-29	15	---	---	---	---
D1.8-33	16	---	---	---	---

Analóg kimenetek

Modul	Csatorna	Megnevezés	Jel típus
D1.7-4	1	520 légmennyiség alapjel	0-10V
D1.7-8	2	519 légmennyiség alapjel	0-10V
D1.7-12	3	510 légmennyiség alapjel	0-10V
D1.7-16	4	509 légmennyiség alapjel	0-10V
D1.7-21	5	503 légmennyiség alapjel	0-10V
D1.7-25	6	511 légmennyiség alapjel	0-10V
D1.7-29	7	---	---
D1.7-33	8	---	---

GEA3.17

Digitális bemenetek

Modul	Csatorna	Megnevezés	Állapot
D1.1-2	1	Tűzjelzés	HIBA-RENDBEN
D1.1-4	2	Tűlfesz levezető	---
D1.1-6	3	Nyugtázás	KI-BE
D1.1-8	4	Rendszerkapcsoló	KI-BE
D1.1-10	5	---	--
D1.1-12	6	---	--
D1.1-14	7	Közlekedő ajtókontakt	NYITVA-ZÁRVA
D1.1-16	8	---	--

D1.1-19	9	3.17 Befúvás hiba	HIBA-REND BEN
D1.1-21	10	L05 Befúvás üzemel	ÁLL-ÜZEMEL
D1.1-23	11	L05 Befúvás tiltókapcsoló	KI-BE
D1.1-25	12	L05 Elszívás hiba	HIBA-REND BEN
D1.1-27	13	L05 Elszívás üzemel	ÁLL-ÜZEMEL
D1.1-29	14	L05 Elszívás tiltókapcsoló	KI-BE
D1.1-31	15	L05 Fagyhiba	HIBA-REND BEN
D1.1-33	16	Hővisszanyerő eltömődés	HIBA-REND BEN
D1.2-2	17	L05 Frisslevegős zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-4	18	L05 Frisslevegős zsalu zárva	KI-BE
D1.2-6	19	L05 Befúvó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-8	20	L05 Befúvó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-10	21	L05 Elszívó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-12	22	L05 Elszívó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-14	23	L05 Kidobó zsalu nyitva	KI-BE
D1.2-16	24	L05 Kidobó zsalu zárva	KI-BE
D1.2-19	25	L05 Hővisszanyerő szivattyú hiba	HIBA-REND BEN
D1.2-21	26	L05 Hővisszanyerő szivattyú üzemel	ÁLL-ÜZEMEL
D1.2-23	27	L05 Hővisszanyerő szivattyú tiltókapcsoló	KI-BE
D1.2-25	28	L05 Előfűtő szivattyú hiba	HIBA-REND BEN
D1.2-27	29	L05 Előfűtő szivattyú üzemel	ÁLL-ÜZEMEL
D1.2-29	30	L05 Előfűtő szivattyú tiltókapcsoló	KI-BE
D1.2-31	31	L05 Hűtő szivattyú 1 hiba	HIBA-REND BEN
D1.2-33	32	L05 Hűtő szivattyú 1 üzemel	ÁLL-ÜZEMEL
D1.3-2	33	L05 Hűtő szivattyú 1 tiltókapcsoló	KI-BE
D1.3-4	34	L05 Hűtő szivattyú 2 hiba	HIBA-REND BEN
D1.3-6	35	L05 Hűtő szivattyú 2 üzemel	ÁLL-ÜZEMEL
D1.3-8	36	L05 Hűtő szivattyú 2 tiltókapcsoló	KI-BE
D1.3-10	37	Előfűtés csőfűtés üzemel	KI-BE
D1.3-12	38	Előfűtés csőfűtés túláram hiba	HIBA-REND BEN
D1.3-14	39	Utófűtés csőfűtés üzemel	KI-BE
D1.3-16	40	Utófűtés csőfűtés túláram hiba	HIBA-REND BEN
D1.3-19	41	Hűtés csőfűtés üzemel	KI-BE
D1.3-21	42	Hűtés csőfűtés túláram hiba	HIBA-REND BEN
D1.3-23	43	Előfűtés csőtermosztás	HIBA-REND BEN
D1.3-25	44	Utófűtés csőtermosztás	HIBA-REND BEN
D1.3-27	45	Hűtés csőtermosztás	HIBA-REND BEN
D1.3-29	46	Befúvás légáramlás	HIBA-REND BEN
D1.3-31	47	Elszívás légáramlás	HIBA-REND BEN
D1.3-33	48	---	---

Digitális kimenetek

Modul	Csatorna	Megnevezés	
D1.4-2	1	Befúvó ventilátor indítás	KI-BE
D1.4-8	2	Elszívó ventilátor indítás	KI-BE

D1.4-14	3	Frisslevegő zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.4-21	4	Befúvó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.4-27	5	Elszívó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.4-33	6	Kidobó zsalu nyitás	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.5-2	7	Hővisszanyerő szivattyú indítás	KI-BE
D1.5-8	8	Előfűtő szivattyú indítás	KI-BE
D1.5-14	9	Hűtő szivattyú 1 indítás	KI-BE
D1.5-21	10	Hűtő szivattyú 2 indítás	KI-BE
D1.5-27	11	Előfűtés fűtőkábel engedélyezés	KI-BE
D1.5-33	12	Utófűtés fűtőkábel engedélyezés	KI-BE
D1.6-2	13	Hűtés fűtőkábel engedélyezés	KI-BE
D1.6-8	14	Gőz biztonsági szelep	NYITÁS-ZÁRÁS
D1.6-14	15	Hibajelzés	KI-BE
D1.6-21	16	Rendszer üzemjelzés	ÁLL-ÜZEMEL
D1.6-27	17	---	---
D1.6-33	18	---	---

Analóg bemenetek

Modul	Csatorna	Megnevezés	Mérőeszköz	Jel típus	Méréstartomány
D1.7-4	1	L05 Befűjt levegő hőmérséklet	QFM2171	4-20mA	0...50°C
D1.7-8	2	L05 Befűjt levegő páratartalom	QFM2171	4-20mA	0...100%rH
D1.7-12	3	L05 Elszívott levegő hőmérséklet	QFM2171	4-20mA	0...50°C
D1.7-16	4	L05 Elszívott levegő páratartalom	QFM2171	4-20mA	0...100%rH
D1.7-21	5	L05 Befúvás légcsatorna nyomás	QBM3120-25	4-20mA	0...2500Pa
D1.7-25	6	L05 Elszívás légcsatorna nyomás	QBM3120-25	4-20mA	0...2500Pa
D1.7-29	7	L05 Előkezelt levegő hőmérséklet	QAF2171.040	4-20mA	-10...120°C
D1.7-33	8	L05 Hővisszanyerő kör hőmérséklet	QAE2174.010	4-20mA	-10...120°C
D1.8-4	9	L05 Előfűtő víz hőmérséklet	QAE2174.010	4-20mA	-10...120°C
D1.8-8	10	L05 Hűtő víz hőmérséklet	QAE2174.010	4-20mA	-10...120°C
D1.8-12	11	L05 Utófűtő víz hőmérséklet	QAE2174.010	4-20mA	-10...120°C
D1.8-16	12	L05 Frisslevegős szűrő nyomás	QBM3120-10	4-20mA	0...1000Pa
D1.8-21	13	L05 Befúvás szűrő nyomás	QBM3120-10	4-20mA	0...1000Pa
D1.8-25	14	L05 Elszívás előszűrő nyomás	QBM3120-10	4-20mA	0...1000Pa
D1.8-29	15	L05 Elszívás utószűrő nyomás	QBM3120-10	4-20mA	0...1000Pa
D1.8-33	16	L05 Hővisszanyerő kör nyomás	QBE3103.6	4-20mA	0...6 bar
D1.9-4	17	LAF alatti légsebesség	TA10283GE80	4-20mA	0...1m/s
D1.9-8	18	LAF szűrő nyomás	QBM3120-10	4-20mA	0...1000Pa
D1.9-12	19	Bemérő helyiség nyomás	QBM3120-1U	4-20mA	+/- 100 Pa
D1.9-16	20	Külső levegő hőm	QAM2171.040	4-20mA	-50...50 °C
D1.9-21	21	Előfűtés szelep pozíció		0-10V	0...100%
D1.9-25	22	Hűtés szelep pozíció	QAE2174.010	0-10V	0...100%
D1.9-29	23	Utófűtés szelep pozíció	QAE2174.010	0-10V	0...100%
D1.9-33	24	Gőznedvesítő szelep pozíció	QAE2174.010	0-10V	0...100%

Analóg kimenetek

Modul	Csatorna	Megnevezés	Jel típus
D1.10-4	1	Befúvó ventilátor szabályzás	0-10V
D1.10-8	2	Elszívó ventilátor szabályzás	0-10V
D1.10-12	3	Előfűtő szelep szabályzás	0-10V
D1.10-16	4	Hűtőfűtő szelep szabályzás	0-10V
D1.10-21	5	Utófűtő szelep szabályzás	2-10V-
D1.10-25	6	Hővisszanyerő szivattyú szabályzás	0-10V
D1.10-29	7	Anyagtároló helyiség CAV	0-10V
D1.10-33	8	---	---

2. Melléklet

GEA05

Oldatkészítő területek L05 irányítástechnikai rendszer								Euro	400
Sorszám	Tétel szövege	Gyártó	Azonosító	Egység	Menny.	Anyag egységár	Anyag összesen:	Díj egységre	Díj összesen
I	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai elosztó								
I/1	Kapcsolószekrény								
1	SF szerelőlappal 2D (2000*1200*400)	SE	NSYSF2012402DP	klt	1	588 114 Ft	588 114 Ft	1 530 000 Ft	1 530 000 Ft
2	Mellső lábazat (1200*100)	SE	NSYSPF12100	klt	2	55 945 Ft	111 890 Ft	- Ft	- Ft
3	2 oldalsó lábazati elem (400*100)	SE	NSYSPS4100	klt	2	5 139 Ft	10 277 Ft	- Ft	- Ft
4	2 std oldallap (2000*400)	SE	NSY2SP204	klt	1	102 097 Ft	102 097 Ft	- Ft	- Ft
5	ajtónyitás kapcsoló faliszekrény világításhoz	SE	NSYINLCRN	klt	2	24 722 Ft	49 444 Ft	- Ft	- Ft
6	LED világítótest kapcsolóval , 230V/11W/IP20	SE	NSYLAMLDS	klt	2	57 786 Ft	115 573 Ft	- Ft	- Ft
7	Bekötő csatlakozó kábel IEC LED lámpa	SE	NSYLAM3M	klt	2	10 857 Ft	21 715 Ft	- Ft	- Ft
8	hűtő ventilátor, 230Vac, 165m³/óra, 223x223	SE	NSYCVF85M230PF	klt	2	74 280 Ft	148 559 Ft	- Ft	- Ft
9	szűrőház, szűrővel, 223x223	SE	NSYCAG223LPF	klt	2	16 869 Ft	33 738 Ft	- Ft	- Ft
10	ventilátor termosztát	SE	NSYCCOTHO	klt	1	15 060 Ft	15 060 Ft	- Ft	- Ft
11	KOMPAKT MEGSZAKÍTÓ _IEC_FS160_80A_3P_36KA_TM_ATFM	SIEMENS	3VA1163-4EE32-0AA0	klt	1	67 691 Ft	67 691 Ft	- Ft	- Ft
12	door mounted rotary operator emergency-off IEC IP65 with door interlock 24V DC lighting kit accessory for: 3VA1 100/160	SIEMENS	3VA9157-0FK27	klt	1	46 017 Ft	46 017 Ft	- Ft	- Ft
13	motorvédő 1,1...1,6 A, csavaros	SIEMENS	3RV2011-1AA15	klt	1	31 008 Ft	31 008 Ft	- Ft	- Ft
14	motorvédő 2,2-3,2A,csavaros 1NO+1NC	SIEMENS	3RV2011-1DA15	klt	1	30 212 Ft	30 212 Ft	- Ft	- Ft
15	motorvédő 27-32A,csavaros, 1NO	SIEMENS	3RV2021-4EA15	klt	2	59 124 Ft	118 248 Ft	- Ft	- Ft
16	Kézi kapcsoló,d22, előlapi, 2 állású, 90° megvilágítható	SIEMENS	3SU1130-2BF60-1MA0	klt	1	5 594 Ft	5 594 Ft	- Ft	- Ft
17	Világító piros nyomógomb,d22, előlapi NC	SIEMENS	3SU1102-0AB20-1CA0	klt	3	14 567 Ft	43 701 Ft	- Ft	- Ft
18	Fázisőr relé, 3p,160-690V, 2C/O	SIEMENS	3UG4615-1CR20	klt	1	82 921 Ft	82 921 Ft	- Ft	- Ft
19	Transzformátor 230/24, 250VA	SIEMENS	4AM4042-4TN00-0EA0	klt	2	106 256 Ft	212 512 Ft	- Ft	- Ft
20	4P Túlfeszültség levezető II osztály C/T2/II 350V TN-S/TT TJ	SIEMENS	5SD7424-1	klt	1	139 977 Ft	139 977 Ft	- Ft	- Ft
21	Potenciálosztó 80A	SIEMENS	5ST2501	klt	1	9 117 Ft	9 117 Ft	- Ft	- Ft
22	FI relé 30mA/10A C/10kA/tip AC/ 1+n	SIEMENS	5SU1354-7KK10	klt	1	38 732 Ft	38 732 Ft	- Ft	- Ft
23	Kismegszakító 1P C 1A/10kA	SIEMENS	5SY4101-7	klt	1	4 106 Ft	4 106 Ft	- Ft	- Ft
24	Kismegszakító 1P C 6A/10kA	SIEMENS	5SY4106-7	klt	2	3 983 Ft	7 965 Ft	- Ft	- Ft
25	Kismegszakító 1P C 10A/10kA	SIEMENS	5SY4110-7	klt	2	3 983 Ft	7 965 Ft	- Ft	- Ft
26	Kismegszakító 1P C 16A/10kA	SIEMENS	5SY4116-7	klt	1	3 310 Ft	3 310 Ft	- Ft	- Ft
27	Kismegszakító 2P C 6A/10kA	SIEMENS	5SY4206-7	klt	4	12 989 Ft	51 956 Ft	- Ft	- Ft
28	Kismegszakító 2P C 10A/10kA	SIEMENS	5SY4210-7	klt	1	10 824 Ft	10 824 Ft	- Ft	- Ft
29	Kismegszakító 3P C 1A/10kA	SIEMENS	5SY4301-7	klt	1	15 322 Ft	15 322 Ft	- Ft	- Ft
30	kompakt dugalj DIN sínre	SIEMENS	5TE6800	klt	1	5 322 Ft	5 322 Ft	- Ft	- Ft
31	SITOP PSU100C 24V DC 10A	SIEMENS	6EP1334-1LB00	klt	2	47 970 Ft	95 940 Ft	- Ft	- Ft
32	FC102 /11kW frekvenciaváltó	DANFOSS	FC102P11K5T4P55H3XGB0	klt	0	574 336 Ft	- Ft	- Ft	- Ft
33	PTC kártya Ex	DANFOSS	MCB112	klt	0	110 846 Ft	- Ft	- Ft	- Ft
34	Relé+aljzat+LED modul, 24V DC	SIEMENS	LZS:RT4B4L24	klt	32	9 049 Ft	289 568 Ft	- Ft	- Ft
35	2,5 mm ² sorkapocs rugós szürke	PC	ST 2,5	klt	40	605 Ft	24 200 Ft	- Ft	- Ft
36	2,5 mm ² sorkapocs rugós kék	PC	ST 2,5 BU	klt	5	605 Ft	3 025 Ft	- Ft	- Ft
37	2,5 mm ² sorkapocs rugós zöld-sárga	PC	ST 2,5-PE	klt	5	1 306 Ft	6 530 Ft	- Ft	- Ft
38	1,5mm ² sorkapocs rugós szürke	PC	ST 1,5	klt	140	351 Ft	49 140 Ft	- Ft	- Ft

Oldatkészítő területek L05 irányítástechnikai rendszer								Euro	400
Sorszám	Tétel szövege	Gyártó	Azonosító	Egység	Menny.	Anyag egységár	Anyag összesen:	Díj egységre	Díj összesen
39	1,5mm ² sorkapocs rugós kék	PC	ST 1,5 BU	kl	0	351 Ft	- Ft	- Ft	- Ft
40	1,5mm ² sorkapocs rugós zöld-sárga	PC	ST 1,5-PE	kl	0	1 314 Ft	- Ft	- Ft	- Ft
41	Potenciál elosztó	PC	PTFIX 6X1,5-NS15A RD/BN	kl	4	1 734 Ft	6 935 Ft	- Ft	- Ft
42	DT1300 Gyújtószikramentes leválasztó / tápegység	DATCON	DT 1300 I4 I4 18	kl	3	46 592 Ft	139 776 Ft	- Ft	- Ft
						- Ft			
43	Szerelési anyagok (perforált kábelcsatorna, TS35 szerelősín, érvéghüvelyek, csavarok, vezetékek egyebek	VEGYES	NA	kl	1	470 400 Ft	470 400 Ft	- Ft	- Ft
						- Ft			
	Összesen					- Ft	3 214 480 Ft		1 530 000 Ft
						- Ft			

GEA05

Oldatkészítő területek L05 irányítástechnikai rendszer								Euro	400
Sorszám	Tétel szövege	Gyártó	Azonosító	Egység	Menny.	Anyag egységár	Anyag összesen:	Díj egységre	Díj összesen
I/2	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai DDC					- Ft			
1	DDC Kontroller ETHERNET	SIEMENS	PXC200-E-D	kl/t	1	1 493 000 Ft	1 493 000 Ft	- Ft	- Ft
2	PXM50.E BACnet/ IP Touch Panel 15"	SIEMENS	PXM50.E-D	kl/t	1	1 591 050 Ft	1 591 050 Ft	- Ft	- Ft
3	Tápegység modul	SIEMENS	TSX1.12F10	kl/t	2	72 110 Ft	144 220 Ft	- Ft	- Ft
4	Sziget bővítő modul	SIEMENS	TXA1.IBE	kl/t	1	54 710 Ft	54 710 Ft	- Ft	- Ft
5	RS485-Modbus modul	SIEMENS	TXi2.OPEN	kl/t	1	196 280 Ft	196 280 Ft	- Ft	- Ft
6	Felülvezérelhető relé kimeneti modul	SIEMENS	TXM1.6R-M	kl/t	2	137 440 Ft	274 880 Ft	- Ft	- Ft
7	Felülvezérelhető univerzális modul	SIEMENS	TXM1.8U-ML	kl/t	2	186 581 Ft	373 162 Ft	- Ft	- Ft
8	Szuperuniverzális modul	SIEMENS	TXM1.8X	kl/t	3	158 450 Ft	475 350 Ft	- Ft	- Ft
9	Digitális bemeneti modul	SIEMENS	TXM1.16D	kl/t	2	86 340 Ft	172 680 Ft	- Ft	- Ft
						- Ft	- Ft	- Ft	- Ft
11	DDC programozás/adatpont			kl/t	106	- Ft	- Ft	18 000 Ft	1 908 000 Ft
12	DDC üzembe helyezés/adatpont			kl/t	106	- Ft	- Ft	- Ft	- Ft
						- Ft			
	Összesen					- Ft	4 775 332 Ft		1 908 000 Ft
						- Ft			

Oldatkészítő területek L05 irányítástechnikai rendszer								Euro	400
Sorszám	Tétel szövege	Gyártó	Azonosító	Egység	Menny.	Anyag egységár	Anyag összesen:	Díj egységre	Díj összesen
I/3	GE05 légtechnikai irányítástechnikai terepi eszközök					- Ft			
1	merülő °C távadó, 100mm, 4-20mA+ ALT-SB100	SIEMENS	QAE2174.010	kl/t	2	54 400 Ft	108 800 Ft	13 900 Ft	27 800 Ft
2	fagyvédő termosztát	SIEMENS	QAF81.6	kl/t	1	67 300 Ft	67 300 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
3	4-20 mA hőmérséklet távadó, légcsatornás, 24Vdc	SIEMENS	QAM2171.040	kl/t	3	55 830 Ft	167 490 Ft	13 900 Ft	41 700 Ft
4	Nyomástávadó 0-6bar/4...20mA	SIEMENS	QBE2103-P6	kl/t	1	89 150 Ft	90 642 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
5	4-20 mA hőmérséklet távadó, légcsatornás, 24Vdc Ex	SCHISCHEK	ExPro-CTF-150	kl/t	1	544.56 €	217 124 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
6	4-20mA DP távadó 1000Pa	SIEMENS	QBM3120-10	kl/t	3	85 720 Ft	257 160 Ft	13 900 Ft	41 700 Ft
7	kombi távadó, légcsatornás, 24Vac/dc	SIEMENS	QFM2171	kl/t	1	82 490 Ft	82 490 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
8	Nyit-zár zsalumozgató Ex /15Nm /24V	SCHISCHEK	ExMax-15-SF	kl/t	2	1 450.40 €	1 160 320 Ft	36 667 Ft	73 333 Ft
9	Rögzítő lemez EXMax zsalumozgatóhoz	SCHISCHEK	MKK-S	kl/t	2	36.96 €	29 568 Ft	7 400 Ft	14 800 Ft
10	Ex kötődoboz, 3db M20x1,5. 8-11 sorkapocs	SCHISCHEK	ExBox-BF	kl/t	2	147.84 €	118 272 Ft	7 400 Ft	14 800 Ft
11	Tokozott Ex kapcsoló	Stahl	8146/5-V37-301-50-0050	kl/t	1	180 566 Ft	180 566 Ft	22 000 Ft	22 000 Ft
12	Tokozott kapcsoló	Eaton	P1-32/I2/SVB-SW/HI11	kl/t	3	43 787 Ft	131 361 Ft	13 900 Ft	41 700 Ft
13						- Ft		- Ft	
14	szelep meghajtó, 24Vac/dc, 0-10V/4-20mA	SIEMENS	SAX61.03	kl/t	1	181 810 Ft	181 810 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
15	Kétutú szelep, DN40, kvs=25 löket: 20mm	SIEMENS	VXF32.40-25	kl/t	1	122 472 Ft	122 472 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
16	Zsalumozgató motor, AC24V, 2-pont, forgó, 18Nm, rugóvisszatérítés, 90/15 sec.	SIEMENS	GCA126.1E	kl/t	2	96 600 Ft	193 200 Ft	13 900 Ft	27 800 Ft
	Frekvenciaváltók bekötése				2	- Ft	- Ft	20 000 Ft	40 000 Ft
						- Ft			
						- Ft			
	Összesen					- Ft	3 110 075 Ft		429 033 Ft
						- Ft			

Oldatkészítő területek L05 irányítástechnikai rendszer								Euro	400
Sorszám	Tétel szövege	Gyártó	Azonosító	Egység	Menny.	Anyag egységár	Anyag összesen:	Díj egységre	Díj összesen
I/4	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai kábelek					- Ft			
1	Erőátviteli kábel 0,6/1kV	LAPP-KABEL	NYI-J 5X16 RE	m	35	3 360 Ft	117 600 Ft	1 450 Ft	50 750 Ft
2	Irányítástechnikai kábel	LAPP-KABEL	ZYSLCY-JB 4G4	m	30	2 020 Ft	60 600 Ft	1 450 Ft	43 500 Ft
3	Irányítástechnikai kábel	LAPP-KABEL	LiYCY 4x0,75	m	120	360 Ft	43 200 Ft	1 450 Ft	174 000 Ft
4	Erőátviteli kábel	LAPP-KABEL	YSL-CY 2X0,75 BU	m	60	538 Ft	32 256 Ft	1 450 Ft	87 000 Ft
5	Erőátviteli kábel	LAPP-KABEL	LiYCY 2X0,75	m	190	248 Ft	47 250 Ft	1 450 Ft	326 250 Ft
6	Irányítástechnikai kábel	LAPP-KABEL	YSL-CY-JZ 4X4	m	30	711 Ft	21 336 Ft	1 450 Ft	43 500 Ft
7	Irányítástechnikai kábel	LAPP-KABEL	YSLCY-OZ 7X0,75 BU	m	30	230 Ft	6 888 Ft	1 450 Ft	43 500 Ft
8	Irányítástechnikai kábel	LAPP-KABEL	YSLY-JZ 10X0,75	m	44	682 Ft	29 568 Ft	1 450 Ft	87 000 Ft
9	Irányítástechnikai kábel	LAPP-KABEL	YSLY-JZ 3X1	m	70	240 Ft	16 800 Ft	1 450 Ft	101 500 Ft
10	Irányítástechnikai kábel	LAPP-KABEL	YSLY-JZ 3X2,5	m	35	540 Ft	18 900 Ft	1 450 Ft	50 750 Ft
11	Irányítástechnikai kábel	LAPP-KABEL	YSLY-JZ 5X0,75	m	50	655 Ft	32 760 Ft	1 450 Ft	72 500 Ft
12	Irányítástechnikai kábel	LAPP-KABEL	YSLY-JZ 5X1	m	50	1 064 Ft	53 200 Ft	1 450 Ft	72 500 Ft
13	Irányítástechnikai kábel	LAPP-KABEL	YSLY-OZ 2X0,75	m	110	160 Ft	17 600 Ft	1 450 Ft	159 500 Ft
14	RS485 EIB kommunikációs kábel	BELDEN	3106-A	m	100	1 997 Ft	199 696 Ft	1 450 Ft	145 000 Ft
15	EPH kialakítása az EPH csomóponttól,		EPH	klt	1	358 400 Ft	358 400 Ft	717 000 Ft	717 000 Ft
16	Erősáram és automatika leállások gerinc tartószerkezetétől		MÜ II 25 védőcső TRL	m	200	780 Ft	156 000 Ft	1 450 Ft	290 000 Ft
17	Erősáram és automatika tartószerkezet kialakítás a villamos kivitelezés részeként megvalósul	OBO	60x100 tűzihorganyzott	m	40	7 280 Ft	291 200 Ft	7 400 Ft	296 000 Ft
						- Ft			
						- Ft			
						- Ft			
	összesen					- Ft	1 503 254 Ft		2 760 250 Ft
						- Ft			

Oldatkészítő területek L05 irányítástechnikai rendszer								Euro	400
Sorszám	Tétel szövege	Gyártó	Azonosító	Egység	Menny.	Anyag egységár	Anyag összesen:	Díj egységre	Díj összesen
I/5	GEA05 légtechnikai irányítástechnikai szolgáltatások					- Ft			
1	Desigo CC felügyeleti megjelenítő grafikus képek elkészítése, tesztelése		CCA-500-BA	klt	1	792 000 Ft	792 000 Ft	1 908 000 Ft	1 908 000 Ft
2	Irányítástechnikai vezérlő üzembe helyezés: Tesztelés, szabályozó és vezérlőkörök ellenőrzése, dokumentálása, jegyzőkönyv készítése			klt	1	- Ft	- Ft	1 908 000 Ft	1 908 000 Ft
3	Megvalósulási dokumentáció: - Vezérlőszekrény megvalósulási terv - Kábel nyomvonal terv - Beüzemelési jegyzőkönyv beállítási paraméterekkel - SAP szereltegység lista - kezelési utasítás - Jognyilatkozatok		DOKU_megval	klt	1	- Ft	- Ft	658 000 Ft	658 000 Ft
4	Érintésvédelmi mérés és jegyzőkönyv készítés, robbanásveszélyes berendezés első minősítése		DOKU_ÉV	klt	1	- Ft	- Ft	275 000 Ft	275 000 Ft
	összesen						792 000 Ft		4 749 000 Ft
	összesen						13 395 140 Ft		11 376 283 Ft

Nagyvolumenű hatóanyag bemérő átalakítása - BMS									
Sorszám	Tétel szövege	Gyártó	Azonosító	Egység	Menny.	Anyag egységár	Anyag összesen:	Díj egységre	Díj összesen
III	GEA3.17 légtechnikai irányítástechnikai elosztó								
III/1									
1	SF szerelőlappal (2000*1000*400)	SE	NSYSF201040P	kl	1	558 999 Ft	558 999 Ft	1 530 000 Ft	1 530 000 Ft
2	Oldallap pár 2000*400	SE	NSY2SP204	kl	1	100 275 Ft	100 275 Ft	- Ft	- Ft
3	Mellső lábazati elem - 100mm - 1000mm hosszú	SE	NSYSPF10100	kl	1	58 494 Ft	58 494 Ft	- Ft	- Ft
4	Oldalsó lábazati elem - 100mm	SE	NSYSPS4100	kl	1	6 269 Ft	6 269 Ft	- Ft	- Ft
5	LED világítótest kapcsolóval , 230V/11W/IP20	SE	NSYLAM LDS	kl	1	74 200 Ft	74 200 Ft	- Ft	- Ft
6	Bekötő csatlakozó kábel IEC LED lámpa	SE	NSYLAM3M	kl	1	10 663 Ft	10 663 Ft	- Ft	- Ft
7	ajtónyitás kapcsoló faliszekrény világításhoz	SE	NSYINLCRN	kl	1	24 280 Ft	24 280 Ft	- Ft	- Ft
8	hűtő ventilátor, 230Vac, 165m³/óra, 223x223	SE	NSYCVF165M230PF	kl	1	72 953 Ft	72 953 Ft	- Ft	- Ft
9	szűrőház, szűrővel, 223x223	SE	NSYCAG223LPF	kl	1	16 869 Ft	16 869 Ft	- Ft	- Ft
10	KOMPAKT MEGSZAKÍTÓ IEC FS100 80A/3P/25KA	SIEMENS	3VA1180-3EE32-0AA0	kl	1	74 228 Ft	74 228 Ft	- Ft	- Ft
11	Rotációs hajtás 3VA1.. szakaszolóhoz vész funkció, világítással	SIEMENS	3VA9157-0FK27	kl	1	46 017 Ft	46 017 Ft	- Ft	- Ft
12	Mágneskapcsoló 3p.7A, 24Vdc	SIEMENS	3RT2015-1BB41	kl	1	12 049 Ft	12 049 Ft	- Ft	- Ft
13	motorvédő 0,9-1,25A, csavaros 1NO+1NC	SIEMENS	3RV2011-0KA15	kl	1	33 431 Ft	33 431 Ft	- Ft	- Ft
14	motorvédő 2,2-3,2A,csavaros 1NO+1NC	SIEMENS	3RV2011-1DA15	kl	2	30 212 Ft	60 424 Ft	- Ft	- Ft
15	motorvédő 5,5-8A,csavaros 1NO+1NC	SIEMENS	3RV2011-1HA15	kl	2	34 670 Ft	69 340 Ft	- Ft	- Ft
16	motorvédő 20-25A,csavaros 1NO	SIEMENS	3RV2021-4DA15	kl	1	48 599 Ft	48 599 Ft	- Ft	- Ft
17	motorvédő 27-32A,csavaros, 1NO	SIEMENS	3RV2021-4EA15	kl	1	59 124 Ft	59 124 Ft	- Ft	- Ft
18	Világító piros nyomógomb,d22, előlapi NO	SIEMENS	3SU1102-0AB20-1BA0	kl	1	7 464 Ft	7 464 Ft	- Ft	- Ft
19	Kézi kapcsoló,d22, előlapi, 2 állású, 90° megvilágítható	SIEMENS	3SU1130-2BF60-1MA0	kl	1	14 567 Ft	14 567 Ft	- Ft	- Ft
20	Fázisőr relé, 3p,160-690V, 2C/O	SIEMENS	3UG4615-1CR20	kl	1	82 921 Ft	82 921 Ft	- Ft	- Ft
21	Transzformátor 230/24, 400VA	SIEMENS	4AM4642-4TN00-0EA0	kl	1	106 256 Ft	106 256 Ft	- Ft	- Ft
22	4P Túlfeszültség levezető II osztály C/T2/II 350V TN-S/TT TJ	SIEMENS	5SD7424-1	kl	1	139 977 Ft	139 977 Ft	- Ft	- Ft
23	FI relé 30mA/10A C/10kA/tip AC/ 1+n	SIEMENS	5SU1354-7KK10	kl	2	38 732 Ft	77 464 Ft	- Ft	- Ft
24	Kismegszakító 2P C 6A/10kA	SIEMENS	5SY4206-7	kl	2	12 989 Ft	25 978 Ft	- Ft	- Ft
25	Kismegszakító 2P C 16A/10kA	SIEMENS	5SY4216-7	kl	1	10 824 Ft	10 824 Ft	- Ft	- Ft
26	Kismegszakító 2P C 16A/10kA	SIEMENS	5SY4516-7	kl	1	7 331 Ft	7 331 Ft	- Ft	- Ft

27	kompakt dugalj DIN sínre	SIEMENS	5TE6800	klt	1	5 322 Ft	5 322 Ft	- Ft	- Ft
28	SITOP PSU100C 24V DC 10A	SIEMENS	6EP1334-1LB00	klt	1	47 970 Ft	47 970 Ft	- Ft	- Ft
29	Relé+aljzat+LED modul, 24V DC	SIEMENS	LZS:RT4B4L24	klt	39	9 049 Ft	352 911 Ft	- Ft	- Ft
9	Sorkapocs 6mm2	PC	ST 6	klt	6	732 Ft	4 392 Ft	- Ft	- Ft
10	Sorkapocs 6mm2	PC	ST 6-PE	klt	2	732 Ft	1 464 Ft	- Ft	- Ft
11	Sorkapocs 2,5mm2	PC	ST 2,5	klt	30	605 Ft	18 150 Ft	- Ft	- Ft
12	Sorkapocs 2,5mm2	PC	ST 2,5 BU	klt	5	605 Ft	3 025 Ft	- Ft	- Ft
13	Sorkapocs 2,5mm2	PC	ST 2,5-PE	klt	5	1 306 Ft	6 530 Ft	- Ft	- Ft
14	Sorkapocs 1,5mm2	PC	ST 1,5	klt	120	351 Ft	42 120 Ft	- Ft	- Ft
15	Sorkapocs 1,5mm2	PC	ST 1,5 BU	klt	0	351 Ft	- Ft	- Ft	- Ft
16	Sorkapocs 1,5mm2	PC	ST 1,5-PE	klt	0	- Ft	- Ft	- Ft	- Ft
17	Potenciál elosztó	PC	PTFIX 6X1,5-NS15A RD/B	klt	2	1 734 Ft	3 468 Ft	- Ft	- Ft
18	Szerelési anyag	VEGYES	NA	klt	1	300 000 Ft	300 000 Ft	- Ft	- Ft
	összesen						2 584 348 Ft		1 530 000 Ft

III/2	GEA3.17 irányítástechnikai DDC								
1	Automation station BACnet/IP, with up to 52 data points	SIEMENS	PXC100-E.D	klt	1	1 006 030 Ft	1 006 030 Ft	- Ft	- Ft
2	BACnet/ IP Touch Panel 15.0" with integrated web server	SIEMENS	PXM50.E	klt	1	1 591 050 Ft	1 591 050 Ft	- Ft	- Ft
3	Desigo TX-I/O tápegység 1.2A, biztosíték: 10A	SIEMENS	TXS1.12F10	klt	1	72 110 Ft	72 110 Ft	- Ft	- Ft
4	Desigo TX-I/O bus-csatlakozó modul, biztosíték: 10A	SIEMENS	TXS1.EF10	klt	1	20 920 Ft	20 920 Ft	- Ft	- Ft
5	Modul 16 digitális bemenettel	SIEMENS	TXM1.16D	klt	3	86 340 Ft	259 020 Ft	- Ft	- Ft
6	6 csatornás kimeneti relé modul felülvezérelhető	SIEMENS	TXM1.6R-M	klt	4	137 440 Ft	549 760 Ft	- Ft	- Ft
7	Modul 8 univerzális I/O-val, 4-20mA	SIEMENS	TXM1.8X	klt	4	158 450 Ft	633 800 Ft	- Ft	- Ft
8	Felülvezérelhető univerzális modul	SIEMENS	TXM1.8U-ML	klt	2	186 581 Ft	373 162 Ft	- Ft	- Ft
9	DDC programozás/adatpont			klt	126	- Ft	- Ft	18 000 Ft	2 268 000 Ft
10	DDC üzembe helyezés/adatpont			klt	126	- Ft	- Ft	- Ft	- Ft
11	RS485-Modbus modul	SIEMENS	TXI2.OPEN	klt	1	196 280 Ft	196 280 Ft	- Ft	- Ft
	összesen						4 505 852 Ft		2 268 000 Ft
III/3	GEA3,17 irányítástechnikai terepi eszközök								
1	24V zsalu meghajtó, rugós, 2állású	SIEMENS	GCA126.1E	klt	4	96 600 Ft	386 400 Ft	13 900 Ft	55 600 Ft
2	merülő °C távadó, 100mm, 4-20mA	SIEMENS	QAE2174.010	klt	4	54 400 Ft	217 600 Ft	13 900 Ft	55 600 Ft
3	védőhüvely 100mm	SIEMENS	ALT-SB100	klt	4	5 540 Ft	22 160 Ft	13 900 Ft	55 600 Ft
4	fagyvédő termosztát	SIEMENS	QAF81.6	klt	1	67 300 Ft	67 300 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
5	4-20 mA hőmérséklet távadó, légcsatornás, 24Vdc	SIEMENS	QAM2171.040	klt	2	55 830 Ft	111 660 Ft	13 900 Ft	27 800 Ft
6	Nyomástávadó 0-6bar/0...10V	SIEMENS	QBE2003-P6	klt	1	89 150 Ft	89 150 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
7	4-20mA DP távadó 1000Pa	SIEMENS	QBM3120-10	klt	6	85 720 Ft	514 320 Ft	13 900 Ft	83 400 Ft
8	Nyomás különbség kapcsoló	SIEMENS	QBM81-3	klt	1	20 400 Ft	20 400 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
9	kombi távadó, légcsatornás, 24Vac/dc	SIEMENS	QFM2171	klt	2	82 490 Ft	164 980 Ft	13 900 Ft	27 800 Ft
10	Kézi kapcsoló, tokozott, 3p, 20A	EATON	T0-2-8900/I1/SVB-SW	klt	4	30 301 Ft	121 204 Ft	13 900 Ft	55 600 Ft
11	Kézi kapcsoló, tokozott, 3p, 32A	EATON	P1-32/I2/SVB-SW/HI11	klt	2	43 787 Ft	87 574 Ft	13 900 Ft	27 800 Ft
12	100x100x40 mm műanyag kötődoboz	OBO	AI4	klt	4	550 Ft	2 200 Ft	3 350 Ft	13 400 Ft
13	Frekvenciaváltók bekötése				2	- Ft	- Ft	20 000 Ft	40 000 Ft
	összesen						1 804 948 Ft		484 300 Ft

III/4	GEA3.17 irányítástechnikai kábelek								
1	Erőátviteli kábel 0,6/1kV	LAPP	NYJ-J 5X25 RE	m	50	5 970 Ft	298 500 Ft	1 450 Ft	72 500 Ft
2	Árnyékolt motorkábel 0,6/1kV	LAPP	2YSLCY-JB 4G6	m	50	2 770 Ft	138 500 Ft	1 450 Ft	72 500 Ft
3	Árnyékolt motorkábel 0,6/1kV	LAPP	2YSLCY-JB 4G4	m	50	2 020 Ft	101 000 Ft	1 450 Ft	72 500 Ft
4	Árnyékolt irányítástechnikai kábel	LAPP	LiYCY 2X0,75	m	910	248 Ft	225 750 Ft	1 450 Ft	1 558 750 Ft
5	Árnyékolt irányítástechnikai kábel	LAPP	LiYCY 4x0,75	m	690	360 Ft	248 400 Ft	1 450 Ft	1 000 500 Ft
6	Árnyékolt irányítástechnikai kábel 0,6/1kV	LAPP	YSL-CY-JZ 4X4	m	17	771 Ft	13 300 Ft	1 450 Ft	14 500 Ft
7	Árnyékolt irányítástechnikai kábel 0,6/1kV	LAPP	YSL-CY-JZ 4X6	m	10	1 147 Ft	19 500 Ft	1 450 Ft	14 500 Ft
8	Irányítástechnikai kábel	LAPP	YSLY-JZ 3X1	m	210	240 Ft	50 400 Ft	1 450 Ft	304 500 Ft
9	Irányítástechnikai kábel	LAPP	YSLY-JZ 3X1,5	m	180	350 Ft	63 000 Ft	1 450 Ft	261 000 Ft
10	Irányítástechnikai kábel	LAPP	YSLY-JZ 3X2,5	m	50	540 Ft	27 000 Ft	1 450 Ft	72 500 Ft
11	Irányítástechnikai kábel	LAPP	YSLY-JZ 7X0,75	m	480	410 Ft	196 800 Ft	1 450 Ft	696 000 Ft
12	Irányítástechnikai kábel	LAPP	YSLY-OZ 2x0,75	m	480	160 Ft	76 800 Ft	1 450 Ft	696 000 Ft
13	Árnyékolt irányítástechnikai kábel	LAPP	LiYCy 4x0,75	m	0	- Ft	- Ft	1 450 Ft	- Ft
14	Perforált fém kábeltálca	OBO	60x100 tűzihorganyzott	m	50	7 280 Ft	364 000 Ft	5 445 Ft	272 250 Ft
15	MŰII műanyag védőcső	OBO	Ø25 mm	m	200	780 Ft	156 000 Ft	850 Ft	170 000 Ft
	összesen						1 978 950 Ft		5 278 000 Ft

III/5	GEA3.17 irányítástechnikai szolgáltatások								
1	Irányítástechnikai vezérlő üzembe helyezés: Tesztelés, szabályozó és vezérlőkörök ellenőrzése, dokumentálása, jegyzőkönyv készítése			klt	1	- Ft	- Ft	2 268 000 Ft	2 268 000 Ft
2	DesigoCC épületfelügyeleti rendszer fejlesztése, adatpont bővítés 100 adatponttal, grafikus képek elkészítése, üzembe helyezése, tesztelése Anyagköltség: CCA-500-BA		CCA-500-BA	klt	0	792 000 Ft	- Ft	2 268 000 Ft	2 268 000 Ft
3	Megvalósulási dokumentáció: - Vezérlőszekrény megvalósulási terv - Kábel nyomvonal terv - Beüzemelési jegyzőkönyv beállítási paraméterekkel - SAP szereltegység lista - kezelési utasítás - Jognyilatkozatok		DOKU_megval	klt	1	- Ft	- Ft	375 000 Ft	375 000 Ft
4	Érintésvédelmi mérés és jegyzőkönyv készítés		DOKU_ÉV	klt	1	- Ft	- Ft	75 000 Ft	75 000 Ft
	összesen						- Ft		4 986 000 Ft
	összesen						10 874 098 Ft		14 546 300 Ft

Nagyvolumenű hatóanyag bemérő átalakítása - BMS									
Sorszám	Tétel szövege	Gyártó	Azonosító	Egység	Menny.	Anyag egységár	Anyag összesen:	Díj egységre	Díj összesen
III	GEA3.17 légtechnikai irányítástechnikai elosztó								
III/1									
1	SF szerelőlappal (2000*1000*400)	SE	NSYSF201040P	kl	1	558 999 Ft	558 999 Ft	1 530 000 Ft	1 530 000 Ft
2	Oldallap pár 2000*400	SE	NSY2SP204	kl	1	100 275 Ft	100 275 Ft	- Ft	- Ft
3	Mellső lábazati elem - 100mm - 1000mm hosszú	SE	NSYSPF10100	kl	1	58 494 Ft	58 494 Ft	- Ft	- Ft
4	Oldalsó lábazati elem - 100mm	SE	NSYSPS4100	kl	1	6 269 Ft	6 269 Ft	- Ft	- Ft
5	LED világítótest kapcsolóval , 230V/11W/IP20	SE	NSYLAM LDS	kl	1	74 200 Ft	74 200 Ft	- Ft	- Ft
6	Bekötő csatlakozó kábel IEC LED lámpa	SE	NSYLAM3M	kl	1	10 663 Ft	10 663 Ft	- Ft	- Ft
7	ajtónyitás kapcsoló faliszekrény világításhoz	SE	NSYINLCRN	kl	1	24 280 Ft	24 280 Ft	- Ft	- Ft
8	hűtő ventilátor, 230Vac, 165m³/óra, 223x223	SE	NSYCVF165M230PF	kl	1	72 953 Ft	72 953 Ft	- Ft	- Ft
9	szűrőház, szűrővel, 223x223	SE	NSYCAG223LPF	kl	1	16 869 Ft	16 869 Ft	- Ft	- Ft
10	KOMPAKT MEGSZAKÍTÓ IEC FS100 80A/3P/25KA	SIEMENS	3VA1180-3EE32-0AA0	kl	1	74 228 Ft	74 228 Ft	- Ft	- Ft
11	Rotációs hajtás 3VA1.. szakaszolóhoz vész funkció, világítással	SIEMENS	3VA9157-0FK27	kl	1	46 017 Ft	46 017 Ft	- Ft	- Ft
12	Mágneskapcsoló 3p.7A, 24Vdc	SIEMENS	3RT2015-1BB41	kl	1	12 049 Ft	12 049 Ft	- Ft	- Ft
13	motorvédő 0,9-1,25A, csavaros 1NO+1NC	SIEMENS	3RV2011-0KA15	kl	1	33 431 Ft	33 431 Ft	- Ft	- Ft
14	motorvédő 2,2-3,2A,csavaros 1NO+1NC	SIEMENS	3RV2011-1DA15	kl	2	30 212 Ft	60 424 Ft	- Ft	- Ft
15	motorvédő 5,5-8A,csavaros 1NO+1NC	SIEMENS	3RV2011-1HA15	kl	2	34 670 Ft	69 340 Ft	- Ft	- Ft
16	motorvédő 20-25A,csavaros 1NO	SIEMENS	3RV2021-4DA15	kl	1	48 599 Ft	48 599 Ft	- Ft	- Ft
17	motorvédő 27-32A,csavaros, 1NO	SIEMENS	3RV2021-4EA15	kl	1	59 124 Ft	59 124 Ft	- Ft	- Ft
18	Világító piros nyomógomb,d22, előlapi NO	SIEMENS	3SU1102-0AB20-1BA0	kl	1	7 464 Ft	7 464 Ft	- Ft	- Ft
19	Kézi kapcsoló,d22, előlapi, 2 állású, 90° megvilágítható	SIEMENS	3SU1130-2BF60-1MA0	kl	1	14 567 Ft	14 567 Ft	- Ft	- Ft
20	Fázisőr relé, 3p,160-690V, 2C/O	SIEMENS	3UG4615-1CR20	kl	1	82 921 Ft	82 921 Ft	- Ft	- Ft
21	Transzformátor 230/24, 400VA	SIEMENS	4AM4642-4TN00-0EA0	kl	1	106 256 Ft	106 256 Ft	- Ft	- Ft
22	4P Túlfeszültség levezető II osztály C/T2/II 350V TN-S/TT TJ	SIEMENS	5SD7424-1	kl	1	139 977 Ft	139 977 Ft	- Ft	- Ft
23	FI relé 30mA/10A C/10kA/tip AC/ 1+n	SIEMENS	5SU1354-7KK10	kl	2	38 732 Ft	77 464 Ft	- Ft	- Ft
24	Kismegszakító 2P C 6A/10kA	SIEMENS	5SY4206-7	kl	2	12 989 Ft	25 978 Ft	- Ft	- Ft
25	Kismegszakító 2P C 16A/10kA	SIEMENS	5SY4216-7	kl	1	10 824 Ft	10 824 Ft	- Ft	- Ft
26	Kismegszakító 2P C 16A/10kA	SIEMENS	5SY4516-7	kl	1	7 331 Ft	7 331 Ft	- Ft	- Ft

27	kompekt dugalj DIN sínre	SIEMENS	5TE6800	klt	1	5 322 Ft	5 322 Ft	- Ft	- Ft
28	SITOP PSU100C 24V DC 10A	SIEMENS	6EP1334-1LB00	klt	1	47 970 Ft	47 970 Ft	- Ft	- Ft
29	Relé+aljzat+LED modul, 24V DC	SIEMENS	LZS:RT4B4L24	klt	39	9 049 Ft	352 911 Ft	- Ft	- Ft
9	Sorkapocs 6mm2	PC	ST 6	klt	6	732 Ft	4 392 Ft	- Ft	- Ft
10	Sorkapocs 6mm2	PC	ST 6-PE	klt	2	732 Ft	1 464 Ft	- Ft	- Ft
11	Sorkapocs 2,5mm2	PC	ST 2,5	klt	30	605 Ft	18 150 Ft	- Ft	- Ft
12	Sorkapocs 2,5mm2	PC	ST 2,5 BU	klt	5	605 Ft	3 025 Ft	- Ft	- Ft
13	Sorkapocs 2,5mm2	PC	ST 2,5-PE	klt	5	1 306 Ft	6 530 Ft	- Ft	- Ft
14	Sorkapocs 1,5mm2	PC	ST 1,5	klt	120	351 Ft	42 120 Ft	- Ft	- Ft
15	Sorkapocs 1,5mm2	PC	ST 1,5 BU	klt	0	351 Ft	- Ft	- Ft	- Ft
16	Sorkapocs 1,5mm2	PC	ST 1,5-PE	klt	0	- Ft	- Ft	- Ft	- Ft
17	Potenciál elosztó	PC	PTFIX 6X1,5-NS15A RD/B	klt	2	1 734 Ft	3 468 Ft	- Ft	- Ft
18	Szerelési anyag	VEGYES	NA	klt	1	300 000 Ft	300 000 Ft	- Ft	- Ft
	összesen						2 584 348 Ft		1 530 000 Ft

III/2	GEA3.17 irányítástechnikai DDC								
1	Automation station BACnet/IP, with up to 52 data points	SIEMENS	PXC100-E.D	klt	1	1 006 030 Ft	1 006 030 Ft	- Ft	- Ft
2	BACnet/ IP Touch Panel 15.0" with integrated web server	SIEMENS	PXM50.E	klt	1	1 591 050 Ft	1 591 050 Ft	- Ft	- Ft
3	Desigo TX-I/O tápegység 1.2A, biztosíték: 10A	SIEMENS	TXS1.12F10	klt	1	72 110 Ft	72 110 Ft	- Ft	- Ft
4	Desigo TX-I/O bus-csatlakozó modul, biztosíték: 10A	SIEMENS	TXS1.EF10	klt	1	20 920 Ft	20 920 Ft	- Ft	- Ft
5	Modul 16 digitális bemenettel	SIEMENS	TXM1.16D	klt	3	86 340 Ft	259 020 Ft	- Ft	- Ft
6	6 csatornás kimeneti relé modul felülvezérelhető	SIEMENS	TXM1.6R-M	klt	4	137 440 Ft	549 760 Ft	- Ft	- Ft
7	Modul 8 univerzális I/O-val, 4-20mA	SIEMENS	TXM1.8X	klt	4	158 450 Ft	633 800 Ft	- Ft	- Ft
8	Felülvezérelhető univerzális modul	SIEMENS	TXM1.8U-ML	klt	2	186 581 Ft	373 162 Ft	- Ft	- Ft
9	DDC programozás/adatpont			klt	126	- Ft	- Ft	18 000 Ft	2 268 000 Ft
10	DDC üzembe helyezés/adatpont			klt	126	- Ft	- Ft	- Ft	- Ft
11	RS485-Modbus modul	SIEMENS	TXI2.OPEN	klt	1	196 280 Ft	196 280 Ft	- Ft	- Ft
	összesen						4 505 852 Ft		2 268 000 Ft
III/3	GEA3,17 irányítástechnikai terepi eszközök								
1	24V zsalu meghajtó, rugós, 2állású	SIEMENS	GCA126.1E	klt	4	96 600 Ft	386 400 Ft	13 900 Ft	55 600 Ft
2	merülő °C távadó, 100mm, 4-20mA	SIEMENS	QAE2174.010	klt	4	54 400 Ft	217 600 Ft	13 900 Ft	55 600 Ft
3	védőhüvely 100mm	SIEMENS	ALT-SB100	klt	4	5 540 Ft	22 160 Ft	13 900 Ft	55 600 Ft
4	fagyvédő termosztát	SIEMENS	QAF81.6	klt	1	67 300 Ft	67 300 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
5	4-20 mA hőmérséklet távadó, légcsatornás, 24Vdc	SIEMENS	QAM2171.040	klt	2	55 830 Ft	111 660 Ft	13 900 Ft	27 800 Ft
6	Nyomástávadó 0-6bar/0...10V	SIEMENS	QBE2003-P6	klt	1	89 150 Ft	89 150 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
7	4-20mA DP távadó 1000Pa	SIEMENS	QBM3120-10	klt	6	85 720 Ft	514 320 Ft	13 900 Ft	83 400 Ft
8	Nyomás különbség kapcsoló	SIEMENS	QBM81-3	klt	1	20 400 Ft	20 400 Ft	13 900 Ft	13 900 Ft
9	kombi távadó, légcsatornás, 24Vac/dc	SIEMENS	QFM2171	klt	2	82 490 Ft	164 980 Ft	13 900 Ft	27 800 Ft
10	Kézi kapcsoló, tokozott, 3p, 20A	EATON	T0-2-8900/I1/SVB-SW	klt	4	30 301 Ft	121 204 Ft	13 900 Ft	55 600 Ft
11	Kézi kapcsoló, tokozott, 3p, 32A	EATON	P1-32/I2/SVB-SW/HI11	klt	2	43 787 Ft	87 574 Ft	13 900 Ft	27 800 Ft
12	100x100x40 mm műanyag kötődoboz	OBO	AI4	klt	4	550 Ft	2 200 Ft	3 350 Ft	13 400 Ft
13	Frekvenciaváltók bekötése				2	- Ft	- Ft	20 000 Ft	40 000 Ft
	összesen						1 804 948 Ft		484 300 Ft

III/4	GEA3.17 irányítástechnikai kábelek								
1	Erőátviteli kábel 0,6/1kV	LAPP	NYJ-J 5X25 RE	m	50	5 970 Ft	298 500 Ft	1 450 Ft	72 500 Ft
2	Árnyékolt motorkábel 0,6/1kV	LAPP	2YSLCY-JB 4G6	m	50	2 770 Ft	138 500 Ft	1 450 Ft	72 500 Ft
3	Árnyékolt motorkábel 0,6/1kV	LAPP	2YSLCY-JB 4G4	m	50	2 020 Ft	101 000 Ft	1 450 Ft	72 500 Ft
4	Árnyékolt irányítástechnikai kábel	LAPP	LiYCY 2X0,75	m	910	248 Ft	225 750 Ft	1 450 Ft	1 558 750 Ft
5	Árnyékolt irányítástechnikai kábel	LAPP	LiYCY 4x0,75	m	690	360 Ft	248 400 Ft	1 450 Ft	1 000 500 Ft
6	Árnyékolt irányítástechnikai kábel 0,6/1kV	LAPP	YSL-CY-JZ 4X4	m	17	771 Ft	13 300 Ft	1 450 Ft	14 500 Ft
7	Árnyékolt irányítástechnikai kábel 0,6/1kV	LAPP	YSL-CY-JZ 4X6	m	10	1 147 Ft	19 500 Ft	1 450 Ft	14 500 Ft
8	Irányítástechnikai kábel	LAPP	YSLY-JZ 3X1	m	210	240 Ft	50 400 Ft	1 450 Ft	304 500 Ft
9	Irányítástechnikai kábel	LAPP	YSLY-JZ 3X1,5	m	180	350 Ft	63 000 Ft	1 450 Ft	261 000 Ft
10	Irányítástechnikai kábel	LAPP	YSLY-JZ 3X2,5	m	50	540 Ft	27 000 Ft	1 450 Ft	72 500 Ft
11	Irányítástechnikai kábel	LAPP	YSLY-JZ 7X0,75	m	480	410 Ft	196 800 Ft	1 450 Ft	696 000 Ft
12	Irányítástechnikai kábel	LAPP	YSLY-OZ 2x0,75	m	480	160 Ft	76 800 Ft	1 450 Ft	696 000 Ft
13	Árnyékolt irányítástechnikai kábel	LAPP	LiYCy 4x0,75	m	0	- Ft	- Ft	1 450 Ft	- Ft
14	Perforált fém kábeltálca	OBO	60x100 tűzihorganyzott	m	50	7 280 Ft	364 000 Ft	5 445 Ft	272 250 Ft
15	MŰII műanyag védőcső	OBO	Ø25 mm	m	200	780 Ft	156 000 Ft	850 Ft	170 000 Ft
	összesen						1 978 950 Ft		5 278 000 Ft

III/5	GEA3.17 irányítástechnikai szolgáltatások								
1	Irányítástechnikai vezérlő üzembe helyezés: Tesztelés, szabályozó és vezérlőkörök ellenőrzése, dokumentálása, jegyzőkönyv készítése			klt	1	- Ft	- Ft	2 268 000 Ft	2 268 000 Ft
2	DesigoCC épületfelügyeleti rendszer fejlesztése, adatpont bővítés 100 adatponttal, grafikus képek elkészítése, üzembe helyezése, tesztelése Anyagköltség: CCA-500-BA		CCA-500-BA	klt	0	792 000 Ft	- Ft	2 268 000 Ft	2 268 000 Ft
3	Megvalósulási dokumentáció: - Vezérlőszekrény megvalósulási terv - Kábel nyomvonal terv - Beüzemelési jegyzőkönyv beállítási paraméterekkel - SAP szereltegység lista - kezelési utasítás - Jognyilatkozatok		DOKU_megval	klt	1	- Ft	- Ft	375 000 Ft	375 000 Ft
4	Érintésvédelmi mérés és jegyzőkönyv készítés		DOKU_ÉV	klt	1	- Ft	- Ft	75 000 Ft	75 000 Ft
	összesen						- Ft		4 986 000 Ft
	összesen						10 874 098 Ft		14 546 300 Ft

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

A hallgató neve: MAGYAR BRÁNDÓ ADRIÁN
A Hallgató Neptun kódja: FL9660
A dolgozat címe: ÉPÜLET AUTOMATIKA RENDSZER TERVEZÉSE ÉS HÍVITELEZÉSE
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: MŰSZAKI INTÉZET, SZENT ISTVÁN CAMPUS
A konzulens tanszékének a neve: JÁRMŰTECHNIKA TANSZÉK

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, és az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlan állítottam, tudomásul veszem, hogy a záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023 év 10 hó 30 nap


Hallgató aláírása

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függeléke: A MATE egységes szakdolgozat /
diplomadolgozat / záródolgozat / portfólió készítési útmutatója

4.1. sz. melléklete: Konzulensi nyilatkozat

NYILATKOZAT

MAGYAR BRANDÓ ADRIÁN (név) (hallgató Neptun azonosítója: FL9460)
konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az
irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól
tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő
védésre javaslom / nem javaslom².

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem³

Kelt: 2023 év 11 hó 02 nap

Gergely Zoltán
belső konzulens

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő alá húzandó.

³ A megfelelő alá húzandó.