

DIPLOMADOLGOZAT

Németh Viktor Balázs

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Műszaki Intézet
Műszaki Menedzser Mesterképzési Szak

Légkezelő szabályzó rendszer tervezése PLC segítségével

Belső konzulens: Dr. Gergely Zoltán Albert

Belső konzulens intézete/tanszéke: Műszaki Intézet

Külső konzulens: Valenta László, termelési igazgató

Készítette: Németh Viktor Balázs

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	5
1.1 Célkitűzés	5
1.2 Welltech ZRt.	5
1.2.1 Fő tevékenységi területei	5
1.3 Mi is az épületautomatika?	6
1.4 Jelentősége	7
2. Szakirodalmi áttekintés	9
2.1 PLC	9
2.1.1 Általánosságban a PLC vezérlőegységekről	9
2.1.2 PLC-k felépítése	9
2.2 Szabályzás – és vezérléstechnika alapjai	12
2.2.1 Vezérlés	12
2.2.2 Szabályzás	13
2.3 Légtechnikák és hűtés-fűtésvezérlés	14
2.3.1 Zsaluk, zsalumozgató motorok	15
2.3.2 Levegőszűrők	15
2.3.3 Sterilszűrők	16
2.3.4 Hangsillapító	17
2.3.5 Hűtő-fűtő kalorifer	17
2.3.6 Hővisszanyerők	18
2.3.7 Ventilátorok	18
2.3.8 Légnedvesítő berendezés	19
2.3.9 Higrosztát	19
2.3.10 Szelepmozgató	19
2.3.11 Nyomáskülönbség kapcsoló	19
2.3.12 Fagyvédelmi termosztát	20
2.3.13 Hőmérséklet érzékelő	20
2.3.14 Nyomástávadó	21
2.4 Tűzvédelem	21
2.5 Műszaki projektmenedzsment	22
2.5.1 Projekt	22
2.5.2 Kommunikáció	23
2.5.3 Kockázatelemzés	24
2.5.4 Minőségellenőrzés	24
2.5.5 Költségtervezés	25
2.5.6 Költségbecslési technikák	27
2.6 Gantt-diagram	27
3. műszaki munka bemutatása	29
3.1 Projektkörnyezet bemutatása	29
3.2 Műtő légtechnikától elvárt peremfeltételek	30
3.3 A követelmények megvalósítása	31
3.3.1 Fagyveszély	31
3.3.2 Tűzjelzés	35

3.3.3	Kontroller kiválasztásának okai	36
3.3.4	A kontroller specifikációi	37
3.3.5	Modulok	38
3.4	A kellő adatpontmennyiség kiszámítása	41
3.4.1	Számítási módszer bemutatása	41
3.4.2	SZK9-s műtő légkezelő adatpont igénye	43
3.5	A program bemutatása	47
3.5.1	Légkezelő program	48
4.	Projektmenedzsment munka bemutatása	55
4.1	A légkezelő üzembe helyezésének folyamata	55
4.1.1	Tervezés	55
4.1.2	Kivitelezés	55
4.1.3	A projekt lezárása	55
4.2	Időtervezés	56
4.3	Költségtervezés	58
4.3.1	Erőforrások költségei	58
4.3.2	Légtechnika anyagköltségei	59
4.3.3	Szolgáltatások költségei	59
4.4	A munka árazása	60
4.5	Prognosztizáció	61
4.6	A profit kalkulálása	61
4.6.1	Anyagköltségek profitja	61
4.6.2	Emberi erőforrás profitja	63
4.6.3	Szolgáltatások profitja	63
4.6.4	Összes profit	64
5.	Következtetések és javaslatok	65
6.	Összefoglalás	66
7.	Summary	67
8.	Irodalomjegyzék	68
9.	Köszönetnyilvánítás	70

1. BEVEZETÉS

Diplomadolgozatom témája egy légkezelő szabályzó rendszer tervezése PLC segítségével a Budai Irgalmasrendi Korházban. Azért választottam ezt a témát, mivel rendkívül közel áll hozzám az épületautomatika. Jelenleg a Welltech Zrt-nél dolgozom projekt kivitelezésen automatizálási villamosmérnökként.

1.1 Célkitűzés

Diplomadolgozatom első egységében szeretném bemutatni az épületautomatika világát és jelentőségét napjainkban. Ezt követően rövid bemutatásra kerül a Welltech ZRt. és főbb tevékenységi körei.

Diplomadolgozatom szakirodalmi áttekintés fejezetében szeretném bemutatni a PLC vezérlőeszközöket általánosságban, majd ezt követően a felépítésüket. A következő fejezetben betekintést nyújtok a szabályzás- és vezérléstechnika alapjaiba. Ezt követően részletezni fogom a légtechnikák feladatát és felépítését, majd kitérek a tűzvédelem fontosságára is.

Diplomadolgozatom gazdasági egységében bemutatom a műszaki projektmenedzsment eszközeit, itt beszélni fogok a projektről általánosságban, a kommunikáció jelentőségéről, a minőségellenőrzésről, valamint a kockázatelemzés fontosságáról. A következő egységben a költségtervezéssel fogok foglalkozni, melyben a költségbecslési technikákról lesz szó. A Gantt-diagram ismertetése után szakirodalmi kutatás egység befejeződik.

Az diplomadolgozatom második részben beszélni fogok a projektkörnyezetről általánosságban és be fogom mutatni az általam megírt légtechnika programját, valamint sémájának elemzését. A következő lépésben a projekt gazdasági hátterét fogom bővebben kifejteni táblázatokkal számolásokkal és diagramokkal. Végül a következtetések, javaslatok kielemezésével zárul a diplomadolgozatom.

1.2 Welltech ZRt.

1.2.1 Fő tevékenységi területei

A Welltech ZRt. Vállalkozás területének fő szerepe az ajánlatkérések kezelése és az ajánlatadási folyamat koordinálása. Ez a terület felelős az ügyfél igényeinek felméréseért, a

költségvetési tervezésért és a versenyképes, részletes ajánlatok kidolgozásáért. Szoros együttműködésben áll a Projekt kivitelezéssel, biztosítva, hogy az ajánlatok teljes mértékben megfeleljenek a technikai és pénzügyi követelményeknek, ezzel hozzájárulva a vállalat üzleti sikeréhez.

A Projekt kivitelezés a Welltech ZRt. tervezési és kivitelezési tevékenységeinek központja. Ez a terület felelős a projekttervezésért, az épületautomatika rendszerek kivitelezéséért, valamint a projektek menedzseléséért. A Projekt kivitelezés biztosítja, hogy minden projekt megfeleljen a legmagasabb szakmai és minőségi elvárásoknak, és hatékonyan valósuljon meg a megadott határidőn belül.

A Szerviz terület felelős a Welltech ZRt. javítási, karbantartási és modernizációs tevékenységeinek ellátásáért. A Szerviz terület kulcsfontosságú a vállalat hosszú távú ügyfélkapcsolatainak fenntartásában, biztosítva a rendszerek folyamatos működését és hatékonyságát.

1.3 Mi is az épületautomatika?

Az épületautomatizálás azért alkották meg, hogy az emberek számára egy kényelmes, kellemes környezetet teremtsen, minimalizálja az üzemeltetési díjakat. (Domingues , et al., 2016) Legfőbb célja, hogy egy olyan egységet alkosson, mely részben vagy teljes mértékben képes legyen önálló irányítást alkalmazni. (Lowery & Sorenson, 2015) Manapság az idő előrehaladtával egyre nagyobb szükség van az épületek, energiahatékonyság növelésére. Pontosan ebből az okból kifolyólag érdemes egy jól megtervezett épületautomatikai rendszert megvalósítani.

Főbb felhasználási területei:

- Irodaházak
- Szállodák
- Kórházak
- Gyárak
- Bevásárló központok
- Lakóparkok
- Családi házak

Ahogy haladunk előre az időben egyre nagyobb az épületautomatikai rendszerektől elvárt teljesítmény és az épületekkel szemben támasztott energetikai normák is növekednek.

Például:

- rövidebb szerelési és átépítési idő
- üzemeltetési költségek redukálása
- jelentősebb kényelmi funkciók
- nagyobb biztonság
- a helyiségek berendezésének átalakításánál és megtervezésénél nagyobb flexibilitás

Ezen igények a teljesítéséhez több információátvitelre van szükség. Ebből kifolyólag nagy mértékben meg fog nőni installációs technika használatával a villamos vezetők száma. Ennek az lesz az eredménye, hogy növekedni fognak a szerelési költségek és a hibadiagnosztika is egyre bonyolultabbá válik.

1.4 Jelentősége

Az épületautomatika szenzorok használatával figyeli az automatika rendszerek működését. A szenzorok adatot biztosítanak az automatikának. Ezen információkat felhasználva fog a kiépített automatikai rendszer vezérlést vagy szabályzást végrehajtani. Ezen rendszerek irányítják, valamint befolyásolják az épületekben zajló komplex folyamatokat.

Az épületautomatizáló rendszerek elektromos készülékeket igény szerint működtetnek, a külvilágtól elzárt épületek esetén pedig folyamatosan ellenőrzik a belső páratartalmat, külső- és belső hőmérsékletet, szélesebbeséget, megvilágítást, szélirányt, nyomást és a levegő minőségét is. Az érzékelőkből kinyert adatok felhasználásával az automatikai rendszer beavatkozásokat fog végrehajtani. (Dibowski, et al., 2010)

Manapság az épületautomatikai rendszerek alapfeltételei közé tartozik, hogy az automatika egy olyan környezetet alakítson ki, mely kellemes a benne dolgozók számára. Automatizált épületekben többnyire kis energiaigényű eszközöket használnak, melyeket számos elektromos hálózattal kapcsolnak össze. Sok esetben még a passzív házként tervezett épületeknek is szükségük van valamilyen automatizálási rendszerre, hogy az árnyékolást, a hő tárolását, a szellőzést és nem utolsósorban az elektromos berendezések működtetését irányítsák.

A fontos feladatok közé tartozik a beérkezett hibák figyelemmel tartása is, továbbá információinak tárolása. Üzemzavar, hiba esetén az automatikának figyelmeztetést kell küldenie az épületfelügyeleti rendszer számára, ami legtöbbször a diszpécseri szobában helyezkedik el. Ilyen helyzetekben a karbantartásért felelős céget vagy szakember segítségét kell kérni.

Épületautomatizálás használatával nagy mértékben csökkenthetjük az épület karbantartási-
valamint épület energetikai költségeit. Sok esetben ezen költségek megtakarításával fedezik az
épület üzemeltetését.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1 PLC

2.1.1 Általánosságban a PLC vezérlőegységekről

PLC rövidítése a "Programmable Logic Controller"-nak, magyarul Programozható Logikai Vezérlőegység. Egy olyan elektronikus eszköz, mely információkat fogad a csatlakoztatott érzékelőktől vagy bemeneti eszközöktől. Ezen értékeket, adatokat feldolgozva a kontrolleren lévő program alapján kimeneteket irányít és számos más feladatot lát el. (Alphonsus & Abdullah, 2016) Ezt a tényezőt rendkívül fontos figyelembe venni, mivel a jelenlegi piac olyan termékeket és technológiákat követel meg, melyek rugalmasan alkalmazkodnak az vevői igényekhez.

Kivitelezés szerint a PLC-eket két nagy csoportra tudjuk felosztani:

- kompakt felépítésű PLC-k
- moduláris szerkezetű PLC-k

A kompakt felépítésű PLC-eket a legtöbb esetben egyszerűbb vezérlési feladatok végrehajtására szokták alkalmazni. Nagy előnyt jelent a kis kompakt kialakítás, valamint könnyedén lehet végrehajtani a program megírását. Hátrányuk az, hogy a ki és bemeneti portok száma nem növelhető. (Ferenczi , 2017)

A moduláris PLC-k önálló funkcionális egységekkel rendelkeznek, melyek modulként csatolhatóak egymáshoz, ez lehetővé teszi azt, hogy a be- és kimeneti pontjaiknak száma rugalmasan változzon. A moduláris PLC-eket ipari gyártósorok és folyamatirányító rendszerek feladatainak vezérlésére fejlesztették ki.

2.1.2 PLC-k felépítése

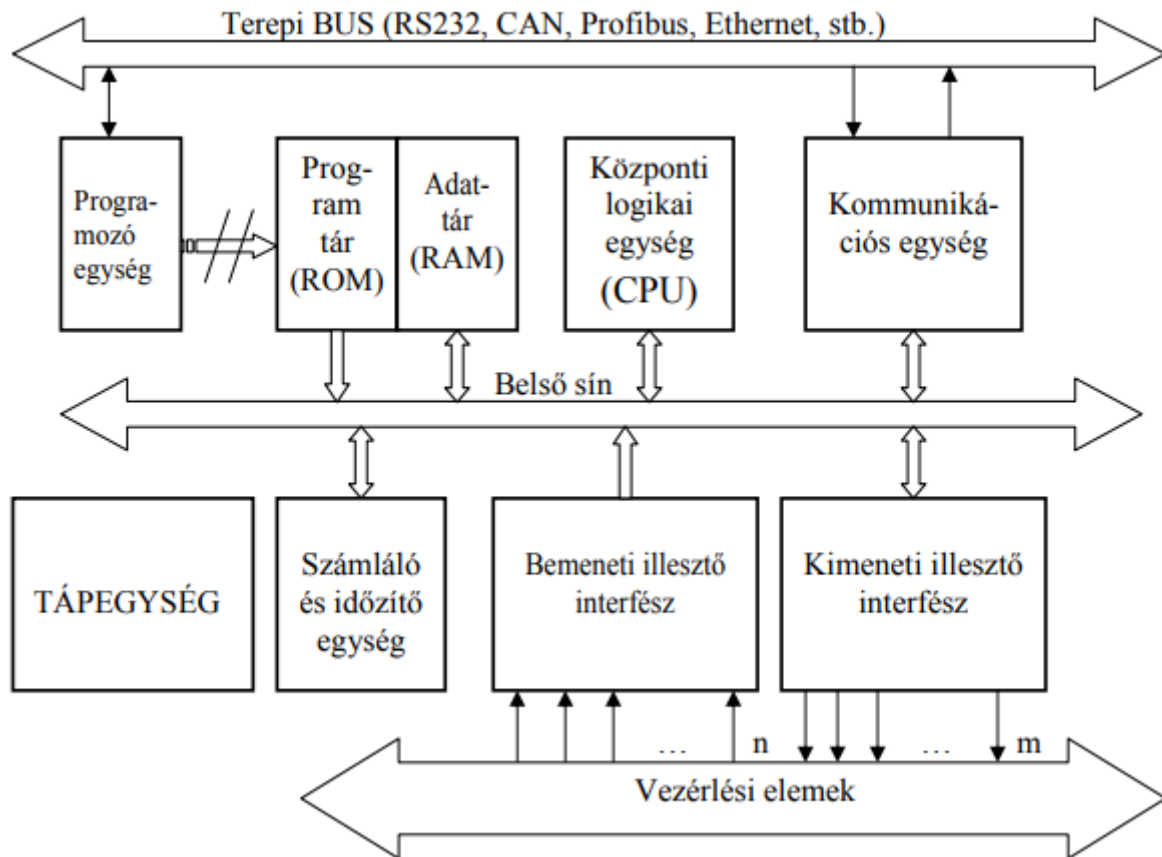
A kompakt és a moduláris szerkezetű PLC-k nagyon hasonló felépítéssel rendelkeznek funkcionális szempontból (1. ábra).

Fontosabb elemei:

- CPU (Central Processor Unit), azaz központi logikai egység
- memóriaegység (EEPROM, EPROM, FLASHROM)
- adatmemória (RAM) vagyis Random Access Memory
- bemeneti illesztő egység (Input Unit)

- kimeneti illesztő egység (Output Unit)
- kommunikációs egység
- Időzítésért és számlálásért felelős egység
- tápegység

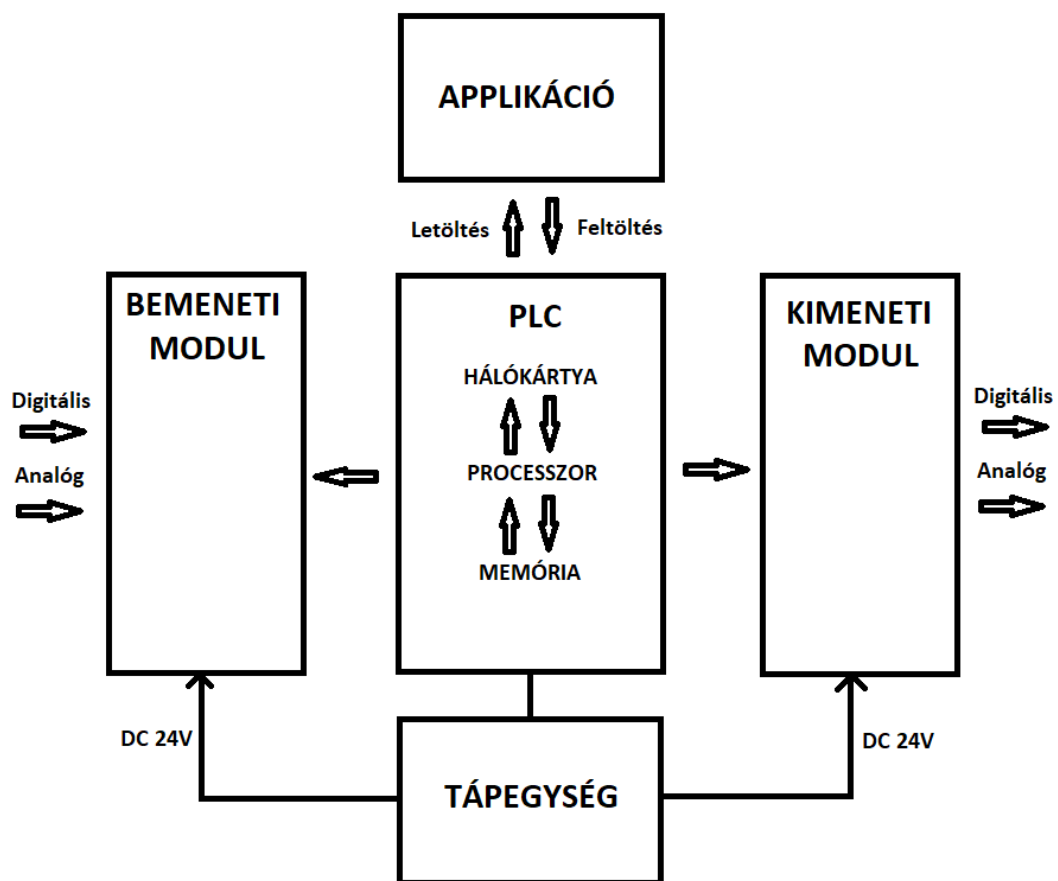
1. ábra
 PLC felépítése
 Forrás: (Ferenczi, 2017)



Összességében kijelenthetjük, hogy a PLC egy speciális eszköz, melyet ipari folyamatok irányítására, automatizálására használnak. Ennek eredményeként általában ipari környezetben fordulnak elő és számos feladatkört látnak el. (2. ábra) Ezen feladatok közé tartozik az ipari gépek működtetése, adatgyűjtés és feldolgozás, valamint a folyamatok automatizálása.

A PLC-k kiváltképpen elterjedtek az ipari automatizálásban, fontos szerepük van az ipari folyamatok hatékony és megbízható irányításában. (Bolton, 2015)

2. ábra
PLC alkalmazása
Forrás: Saját szerkesztés



2.2 Szabályzás – és vezérléstechnika alapjai

Ahhoz, hogy megértsük az irányított folyamatok működési elvét, szükséges megismerni az épületautomatikában alkalmazott két fő irányítási módszert, a vezérlést és a szabályzást.

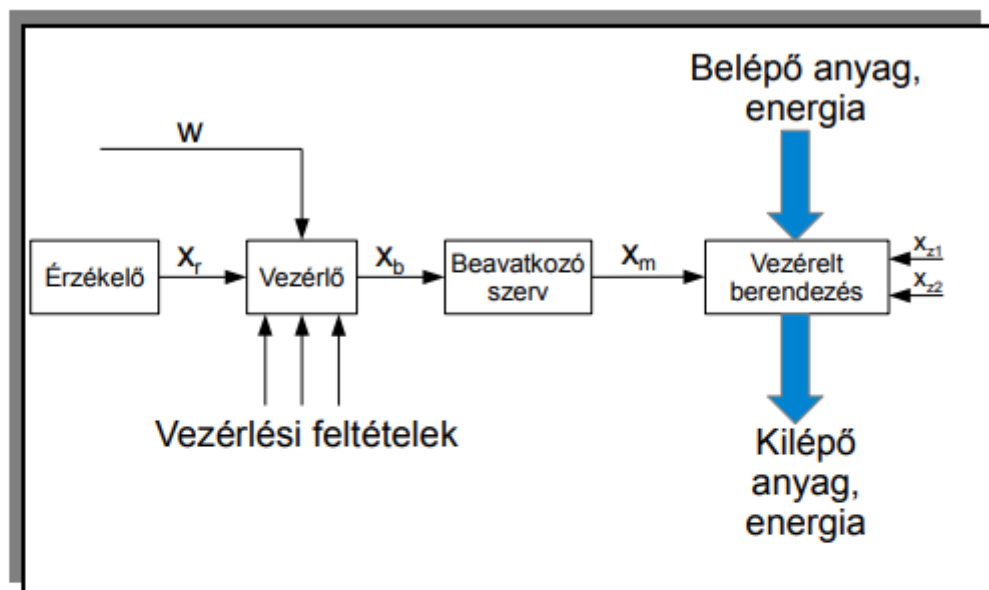
2.2.1 Vezérlés

Egy olyan irányítási tevékenységről beszélhetünk, ahol a vezérlés és a beavatkozás nem kizárólag a vezérelt jellemző értékétől függ, hanem a vezérelt szakasz más jellemzőitől vagy feltételeitől is függhet. (Heim, 1970) A vezérelt jellemző értékének változása nem befolyásolja a vezérlő berendezést. Ez egy nyitott hatásláncú tevékenység, azaz a kimenet felől nincs visszacsatolás vissza a bemenethez, azonban van lehetőség beavatkozásra a folyamatban. (Varga, 2019) (3. ábra)

3. ábra

Vezérlés elvi működési blokkja

Forrás: (Varga, 2019)



- w : vezető jel
- x_r : rendelkező jel
- x_b : beavatkozó jel
- x_m : módosított jellemző
- x_{z1} , x_{z2} : zavaró jellemzők

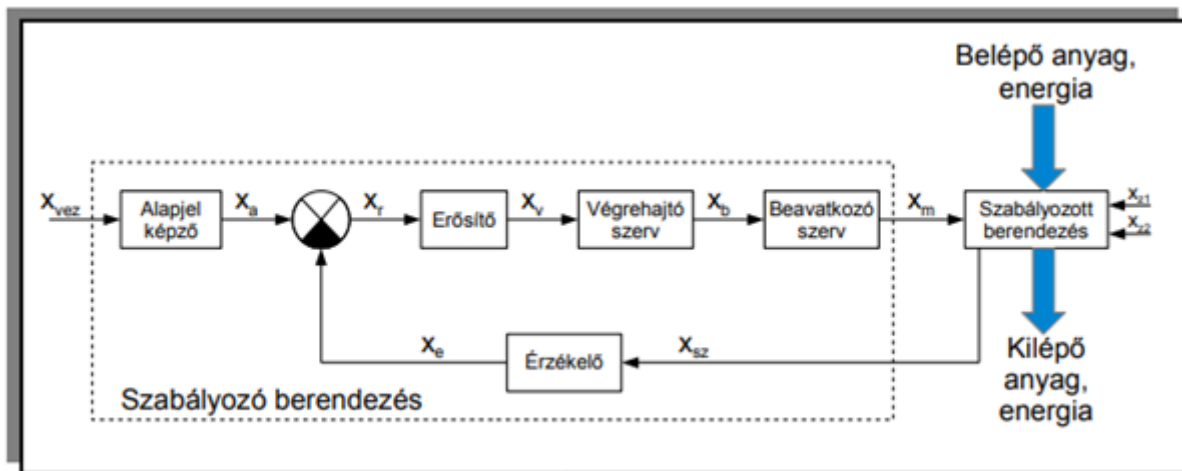
2.2.2 Szabályzás

Olyan irányítási folyamatról beszélhetünk, melyben az irányított jellemző változását összevetjük a szabályozás célkitűzésével. A visszacsatolt érték alapján attól függően, hogy az eltérés milyen előjellel és nagysággal rendelkezik, befolyásoljuk a folyamatokat annak érdekében, hogy az eltérést minimalizálhassuk vagy teljesen megszüntessük. Ez egy zárt hatásláncú tevékenység, amely során beavatkozunk a folyamatba. (4. ábra)

4. ábra

Szabályzáselvi működési blokkja

Forrás: (Varga, 2019)



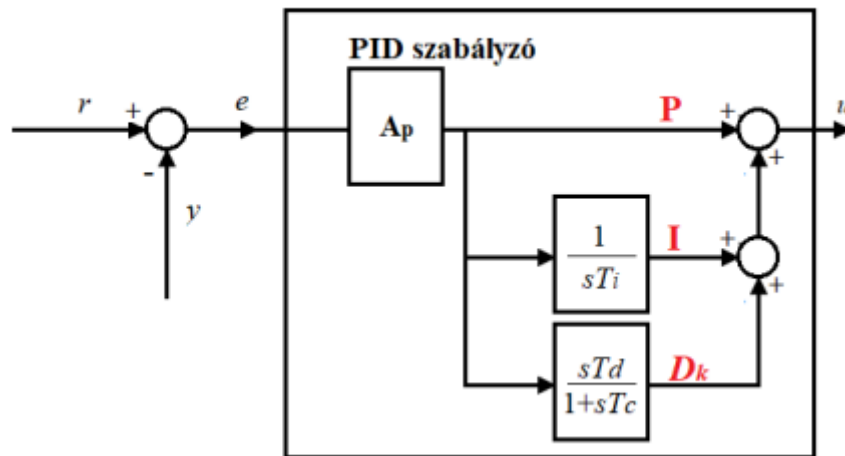
PID szabályzás

Azokban a folyamatokban, ahol a cél egy gyorsabb beavatkozás mellett egy pontos, magas stabilitással rendelkező szabályzás elérése, szükség van egy olyan PID (proportionális-integráló-derivatív) szabályozóra, amely hatékonyan kombinálja ezt a három elemet. (5. ábra) PID-szabályzó működési elve az, hogy az arányos "P", az integrált "I" és a derivált "D" tagokat egyedileg kell beállítani vagy "hangolni". (Aström, 2002)

A PID szabályzásra nagyon jó példa egy fűtési radiátoros kör kívánt alapjel elérése. Ha az osztón nem jelenik meg a kívánt hőmérséklet, akkor a hőmérséklet emelésére van szükség. Ebben tud segítségünkre válni PID szabályzó, ugyanis hogyha nem elég az adott hőmérséklet, akkor a PID szabályzó magasabb nyitási értéket fog adni a körben lévő szelepnek, ami ezáltal több hőenergiát enged a radiátorokra.

A PID szabályzót mindig az adott körülményeknek megfelelően szükséges beállítani, annak érdekében, hogy elkerülhessünk a lengő szabályzási jelenséget.

5. ábra
 PID szabályzó felépítése
 Forrás: Óbudai Egyetem automatika I. jegyzet



2.3 Légtechnikák és hűtés-fűtésvezérlés

A Légtechnikák feladata az, hogy megfelelő szinten tartsák azokat az értékeket melyeket a légtechnika beszabályzók beállítanak. Ilyen érték például a hőmérséklet, nyomás, páratartalom és a légtömegáram. (6. ábra)

6. ábra
 Légkezelő
 Forrás: (Daikin, 2019)



A légtechnikák széles körben elterjedt gépek. Sok épületben van szükség valamilyen légkezelő berendezésre. Például irodaházakban, melyekben egy olyan kellemes környezetet kell

kialakítaniuk, ahol a benne dolgozók kényelmesen tudják végezni munkájukat, egy gyógyszergyárban, ahol nagyon fontos a káros anyagok kiszűrése az elszívott levegőből, vagy éppen egy orvosi műtőben, ahol kulcsfontosságú tényező a hőmérséklet szabvány szerinti szinten tartása. Nélkülözhetetlen eszközzé váltak a légkezelők a technika fejlődésével.

Ahogy a Föld legtöbb területén, így Magyarországon is megfigyelhető a hőmérséklet változása az évszakok cserélődése során. Ez alapján bizonyos évszakokban szükség van a hőmérséklet növelésére vagy éppen csökkentésére.

Ennek érdekében találták ki az épületautomatikában a hűtés- és fűtésszabályzást, melynek feladata a hőmérséklet megfelelő tartományban tartása. Annak érdekében, hogy egy kiegyensúlyozott hőmérsékletű környezetet alakítsunk ki egy épületben szükségünk lehet egy automatikai rendszerre, amely elvégzi helyettünk ezt a feladatot még akkor is, ha éppen nem tartózkodunk a létesítményben. A hűtés- és fűtésszabályzás használatával jelentősen csökkenthetjük egy épület energiafelhasználását. (Csáki, et al., 2013)

2.3.1 Zsaluk, zsalumozgató motorok

A légkezelőkben a legtöbb esetben több zsalu található. Beszélhetünk friss levegő oldali zsaluról, kidobott levegő oldali zsaluról, valamint keverőzsaluról. A friss- és kidobott levegő oldali zsaluknak csak akkor kell kinyitniuk, amikor a légtechnikát használatba akarjuk venni. Sok esetben késleltetéssel vagy a zsaluk nyitva állapot visszajelzése alapján indítják el a légkezelőben elhelyezkedő ventilátorokat. Ezekkel a megoldásokkal kerülhetjük el a légcsatornában kialakuló túlnyomást. (Horyński, et al., 2012)

Amikor a légkezelő nyugalmi állapotban van, akkor az előbb említett zsaluknak zárt állapotban kell lenniük, ezzel megakadályozzák azt, hogy télen a légkezelőben fagyveszély alakuljon ki a fűtési kaloriferben.

A keverő zsaluk feladata az, hogy szabályozzák az elszívott és a befűjt friss levegő arányát. Ellentétben a friss- és elszívott oldali zsalukkal szemben a keverőzsaluk nem kétállapotúak (nyitva, zárva), hanem motorjaik segítségével a leggyakrabban DC 0-10V-os feszültséggel szabályozhatóak. Ebből kifolyólag 0 és 100%-közötti nyitott állapotot tudunk elérni, amivel az automatika finoman tudja hangolni kevert levegő arányát.

2.3.2 Levegőszűrők

A levegőszűrők (7. ábra) kivételesen fontosak főleg egy kórházi létesítmény esetén. A szűrők fontos szerepet játszanak a befűjt levegő minőségének javításában és az egészséges környezet

kialakításában. A levegőszűrők célja az, hogy a légtechnika által beszívott friss levegőben lévő port kiszűrje, ezzel meggátolva bármely szennyeződés bejutását a kórházba. A légszűrőben úgy kell beépíteni a levegőszűrőket, hogy azok könnyedén hozzáférhetőek legyenek karbantartási szempontokból, valamint tisztításuk, cseréjük is egyszerűen meg tudjon valósulni. (Min, et al., 2018)

7. ábra
Levegőszűrők
Forrás: (Zephron, 2021)



Szűrők csoportosítása:

- Por és pollen szűrők
- Szén szűrők
- HEPA szűrők
- UV-C fényszűrők
- Elektrosztatikus szűrők

A kórházakban kettő- illetve háromlépcsős levegőszűrést használnak. Elsőként durvaszűrőket (G4, G5) szokás alkalmazni, ezután következnek a finomszűrők (F7, F8, F9), majd a legutolsó szinten a HEPA szűrők (H12, H13, H14).

2.3.3 Sterilszűrők

A steril szűrők, vagy másnéven tisztatér-szűrők a legspeciálisabb csoportot képviselik a levegőszűrés szempontjából. Akkor van rájuk szükség, mikor a befűjt levegő minőségének a lehető legtisztábbnak kell lennie. Minden szűrőt, amely ebbe az osztályba tartozik, kötelezően

nyomáskülönbség kapcsolóval kell figyelni. Ez azért fontos, mivel minél koszosabb lesz a szűrő, annál nagyobb lesz a nyomáskülönbség a szűrő előtti- és utáni tér között. Ennek segítségével meg tudjuk határozni, hogy mikor szükséges a szűrők cseréje vagy tisztítása. A szűrőházban részecskeszűrőket minden esetben le kell zárni.

Fontos megjegyezni, hogy steriliszűrők után szigorúan tilos hajlékony légszűrő elemeket, zsákokat, hangcsillapítókat és egyéb légtechnikai eszközöket elhelyezni.

2.3.4 Hangcsillapító

A hangcsillapító eszközök célja az, hogy minimalizálják a légkezelő berendezés működéséből eredő zajt. A zajcsillapítás nem csak a kórházakban fontos szempont, hanem például otthonokban, irodákban vagy ipari létesítményekben is. Fontos faktor az is, hogy a zajszint csökkentésével a légkezelőnek továbbra is hatékonyan kell működnie a légtisztítás és hűtés/fűtés terén.

A hangcsillapítókat az első- és a második szűrőfokozat között szükséges elhelyezni. Semmilyen esetben sem helyezhető el steriliszűrő után. Különbséget tehetünk szívott- és nyomott oldali hangcsillapító között.

A hangcsillapító kulisszákból épül fel, ezen kulisszáknak felülete sima kopásálló és víztaszító, továbbá fontos szempont az is, hogy rozsdamentes anyagból készüljenek.

2.3.5 Hűtő-fűtő kalorifer

A hűtő- fűtő kaloriferekben található csöveket és lamellákat a legtöbb esetben rézből vagy acélból valósítják meg, külsejük gyakran horgonyzott, ezzel elkerülve a korróziót. A kaloriferekben folyadék halmazállapotú közeg található (pl.: glikol, glikol és víz keveréke vagy egyéb folyadékok).

Méretezésüknél nagy szereppel bír az, hogy milyen közeget szeretnénk alkalmazni, mennyi a ki- és belépési hőmérséklet, valamint a beszívott levegő mennyisége. (Verbai, et al., 2013)

Működésük elvük egyszerű, a szivattyú által keringtetett víz beáramlik a kaloriferbe. A kalorifer lamelláin keresztül áthalad a levegő, ennek hatására átveszi a kalorifer hőenergiáját. Ezzel elérhető a kívánt befűjt levegő hőmérséklet.

2.3.6 Hővisszanyerők

A légkezelőknél a hővisszanyerés sokféleképpen történhet. A Budai Irgalmasrendi Kórházban a közvetítő közeges és a keresztlemezes hővisszanyerés került megvalósításra. Ezeket szeretném alábbiakban bővebben kifejteni.

Keresztlemezes hővisszanyerés

A keresztlemezes hővisszanyerés használatakor az elszívás és a befűvés fizikailag nem érintkeznek egymással, ezért nedvességátvitel nem következik be. Keresztlemezes hővisszanyerés használatakor semmilyen segédenergia nem szükséges a hővisszanyerés működtetéséhez, (pl.: motorok) a hatásfok maximum 70 %-os lehet. Működése úgy zajlik, hogy az elszívott levegő áthalad egy hőcserélőn, itt történik meg a hőleadás. Ezt a hőt fel tudjuk használni a friss levegőnk felmelegítésére vagy éppen lehűtésére, ezzel energiát takarítunk meg. (Lowery & Sorenson, 2015)

Közvetítő közeges hővisszanyerés

A keresztlemezes hővisszanyeréshez hasonlóan a légáramok itt sincsenek fizikai kapcsolatban. A légkezelőn belül az elszívás és a befűvés oldalán is megtalálható egy-egy kalorifer. A keresztlemezes hővisszanyeréssel ellentétben itt a közeg valamilyen folyadék. A két kalorifer között a folyadékot egy szivattyú szállítja. A hővisszanyerési folyamat úgy valósul meg, hogy az elszívott levegő áthalad a kaloriferen és ezáltal átadja neki a hőenergiát. Miután megtörtént a hőenergia átadása a szivattyú által a folyadék átjut a befűvés oldalára, ahol át tudja adni a felvett hőenergiát a másik kalorifernek. A hővisszanyerés mértékét is lehet természetesen állítani. Ennek érdekében egy 0-10V-os szelepet hívunk segítségül. Amikor a szelep zárva van abban az esetben teljes mértékben meggátolja a hővisszanyerést, ellentétben amikor nyitva van akkor maximális hővisszanyerésről beszélhetünk (0-10 V-os szabályzás miatt köztes állapotok is megvalósulhatnak 0 és 100% között).

2.3.7 Ventilátorok

A ventilátorok olyan alapkomponeisei a légkezelőknek melyek a levegő szállításáért felelősek. Ha ventilátorokról beszélünk, akkor érdemes a légkezelőn belül két oldalt megkülönböztetni. Az egyik a szívott a másik pedig a nyomott oldal. A szívott oldalon mindig egy negatív nyomás alakul ki, ezzel ellentétben a nyomott oldalon pozitív nyomás jelenik meg. Befűvő ventilátorokat célszerű két levegőszűrő közé beépíteni, ezzel elkerülve a víz lecsapódását. Ékszíjas ventilátorok használatakor érdemes egy nyomáskülönbség kapcsolót is beépíteni, mely figyelmezteti azt, hogy nincs-e elszakadva az ékszíj.

Ventilátorok fajtái:

- Radiális (centrifugális): a levegőt a tengelyével párhuzamosan beszívja és merőlegesen továbbítja azt tovább a legcsatornában
- Tangenciális (keresztáramú): a levegő radiális irányba lép be, de ebben az esetben kétszer van átvezetve a ventilátorkeréken, majd tengely irányában kilép
- Axiális: a levegőt a tengelye irányába beszívja és ugyanebben az irányában továbbítja

2.3.8 Légnedvesítő berendezés

A légnedvesítő berendezés használatával növelhetjük a befűjt levegő páratartalmát vagy akár egy általunk megszabott páratartalom szinten tartása is lehetséges. A légnedvesítőket minden esetben a légcsatornában elhelyezkedő szűrők után szükséges beépíteni. Fontos megjegyezni a légnedvesítők méretezésénél azt is, hogy a nedvesítési határ lezárásánál a befűjt levegőben lévő páratartalom nem haladhatja meg a 90%-ot. A kórházak speciális területein, mint például a műtőkben kizárólag olyan párasítók lehet alkalmazni, melyek gőzzel működnek. Erre higiéniai okok miatt van szükség.

2.3.9 Higrosztát

A higrosztát párasítás, vagy páratlanítás szabályzásáért felelős a légkezelőkben. A higrosztát egy rezisztív ellenállás mérésével határozza meg a páratartalom mértékét, emellett, ha biztosítva van a belső helység hőmérsékletének értéke, akkor a higrosztát ki tudja számolni a befűjt levegő ideális páratartalmát a beállított értéknek megfelelően.

2.3.10 Szelepmozgató

A szelepmozgatók felelősek a szelepek helyzetének megváltoztatásáért. A kétállapotú szelepek esetében a szelepmozgató teljesen kinyitja vagy teljesen bezárja a szelepet. Szabályozható szelepek esetén automatika szinten a legtöbbször 0-10V DC feszültséggel (vagy 4-20 mA) történik a szelepek irányítása, ahol 1V 10%-nak felel meg (0 és 100% között).

2.3.11 Nyomáskülönbség kapcsoló

Manapság a nyomáskülönbség kapcsolók használata rendkívül elterjedt a légtechnikák világában.

Felhasználásuk alapján többféle kapcsolót különböztetünk meg:

- Túlnyomás figyelésére szolgáló nyomáskülönbség kapcsoló

- Szűrő elpiszkolódását ellenőrző nyomáskülönbség kapcsoló
- Légáram megszűnését figyelő nyomáskülönbség kapcsoló

Működési elvüket tekintve két tér között figyelik a nyomás értékét és beállítás szerint fognak normál vagy hiba visszajelzést szolgáltatni az automatika felé, ami egyes esetben beavatkozásokat is végez hiba esetén. Erre jó példa a túlnyomás figyelésére szolgáló nyomáskülönbség kapcsoló. Azért használják a légtechnikai berendezéseknél, mert ezzel elkerülhető a túlnyomás által okozott károk keletkezése. Amint a nyomáskülönbség átlépi a beüzemelők által beállított értéket, az automatika azonnal leállítja a légszállításért felelős ventilátorokat a gépben, ezzel elkerüli a légszatórna szétrobbanását.

2.3.12 Fagyvédelmi termosztát

A fagyvédelmi termosztátok alkalmazása nélkülözhetetlen azon régiókban, ahol az évszakok váltakozása során a hőmérséklet fagypontra alá csökken. Ezen eszköz rendeltetészerű használatával a légtechnikában megtalálható kaloriferekben nem fog fagykár/jegesedés kialakulni.

A fagyvédelmi termosztátok rendelkeznek egy mikrokapcsolóval és egy kapilláris csővel, mely gázzal van feltöltve. Normál esetben a gázok hőtágulása miatt a beállított értéknél magasabb hőmérséklet esetén a csőben lévő gáz térfogata megnövekszik, ezzel ellentartva a mikrokapcsolót. Ellentétben amikor a hőmérséklet a beállított érték alá csökken, akkor a csőben lévő gáz térfogata lecsökken és a mikrokapcsoló hibát fog jelezni az automatika felé.

Hiba esetén a ventilátorokat meg kell állítani, valamint a fűtési szelepet 100%-ra ki kell nyitni, annak érdekében, hogy elkerüljük a fagyveszélyt. Hiba esetén a légkezelő nyugtaköteles, tehát a gép a hiba megszűnését követően sem fog magától visszaindulni.

A legtöbb esetben a fagyvédő termosztátokat 5-7°C közé szokás beállítani.

2.3.13 Hőmérséklet érzékelő

A légkezelők kardinális feladatai közé tartozik a megfelelő hőmérsékletű levegő előállítása. Ez kivitelezhetetlen feladat anélkül, hogy ismernénk a légkezelő bizonyos területein a levegő hőmérsékletét. A hőmérséklet érzékelése egy PTC karakterisztikával rendelkező félvezető elemmel valósul meg. Ilyen karakterisztika esetén minél nagyobb az ellenállás értéke attól nagyobb lesz hőmérséklet értéke is. Mivel egy nem lineáris képletről beszélünk, ezért a controller feladata a karakterisztika linearizálása.

A hőmérők által küldött adatok alapján a légkezelő a beállított PID szabályzás által hozza működésbe a szelepeket és állítja őket a megfelelő állapotba, ezzel meghatározza a kaloriferekre jutó hőenergia mennyiségét. A hőmérséklet szabályzás történhet elszívott és befűjt hőmérsékletre.

Hőmérők csoportosítása elhelyezkedés szerint:

- Befűjt levegő hőmérséklet
- Elszívott levegő hőmérséklet
- Friss levegő hőmérséklet
- Kidobott levegő hőmérséklet
- Hővisszanyerés utáni hőmérséklet

2.3.14 Nyomástávadó

A nyomástávadó figyeli a légkezelőben lévő nyomást a külső légköri nyomáshoz képest. Erre az eszközre azért van szükség, mert minden automatizált épületben meghatározzák azt a légmennyiséget, melyet a légtechnikának be kell fűjni és el kell szívni. Ebből következőleg a ventilátoroknak szükségük nyomás adatokra ahhoz, hogy a megfelelő légmennyiséget tudják biztosítani az adott épületbe. (Főiskola, 2014)

A szabályzás a legtöbb esetben fix alapjelre szokott történni, ami azt jelenti, hogy a gép mindig az automatikás szakemberek által beállított nyomásértéket szeretné elérni, ez alapján fogja szabályozni a motorok teljesítményét.

2.4 Tűzvédelem

Egy szabvány szerint kialakított tűzvédelmi rendszerre minden ipari létesítménynek, irodaháznak és közintézménynek szüksége van. A tűzvédelmi rendszerek legfőbb célja az, hogy meggátolják a tűz kialakulását, valamint nagy mértékben csökkentse az épületben lévő tűz által okozott károkat. Továbbá kulcsfontosságú az érintett épületben és annak környezetében lévő emberek egészségének megőrzése.

Tűz esetén az automatika kardinális feladatai közé tartozik a hőmérséklet változásának észrevétele, továbbá a keletkezett füst érzékelése. Vészhelyzet esetén az automatika riasztást küld a tűzoltóságnak, valamint az épületben beépített tűzcsappantyúk bezárnak, ezzel elkerülve a tűz áttérjedését egyik tűzszakaszhatárból a másikba. (Liu, et al., 2002)

2.5 Műszaki projektmenedzsment

A műszaki projektmenedzsment egy olyan összetett folyamat melynek során a projektmenedzser fontos feladatokat hajt végre annak érdekében, hogy az adott projekt sikeresen tudjon befejeződni. Ennek a tevékenységsorozatnak a végrehajtásával biztosítják azt, hogy a projektek céljai, mint például a termékfejlesztés, infrastrukturális fejlesztések vagy új technológiák bevezetése, megvalósuljanak a meghatározott időn- és költségvetésen belül a megrendelők elvárásainak megfelelően. (Nicholas & Steyn, 2020)

A projektmenedzsment folyamat első lépése a projekttervezés. Ebben a szakaszban meg kell határozni a projekt pontos célkitűzéseit és követelményeit. Ezenkívül szükséges ütemezni a projekt kivitelezés feladatait, valamint a feladatok figyelembevételével erőforrástervet kell készíteni.

Miután elkészítettük a projekttervet a projekt irányítás és végrehajtás fejezet kezdődik. A projektmenedzser felelős a kivitelező csapat irányításáért és koordinálásáért. A menedzser legfőbb feladatai közé tartozik az erőforrások felügyelete a feladatok végrehajtásának ellenőrzése, valamint az, hogy kövesse a projekt előrehaladottságát a meghatározott mérföldkövek alapján.

2.5.1 Projekt

A projekt, mint kifejezés egy előre meghatározott cél megvalósítására irányuló pontosan megszervezett tevékenységeket foglal magába. A cél a legtöbb esetben valamilyen szolgáltatás, teljesen új termék vagy esetleg valami féle projekt eredmény létrehozása. (Munns & Bjeirmi, 1996)

Fontos azt is megemlíteni, hogy minden projekt egyedi célokkal és tervekkel rendelkezik. A projekteket a legtöbb esetben jellemzik az alábbi paraméterek:

- Korlátozott időtartam: A projektek meglehetősen sok esetben rendelkeznek kezdeti és befejezési időponttal. Ebben az előre meghatározott időtartamban a projekt kivitelező csapatnak minden tevékenységet el kell végezniük, melyek szükségesek az adott cél eléréséhez.
- Korlátozott erőforrások: A projekt kivitelezéséhez szükséges emberi- anyagi és pénzügyi erőforrások minden esetben behatároltak, fontos ezen tényezők nyomon követése a projekt megvalósítási szakaszban.

- Szervezett struktúra: A projekteket manapság strukturált módon szokás megtervezni és irányítani. A projektek rendelkeznek egy vagy akár több projektvezetővel és egy projektkivitelező csapattal.
- Kockázatok: Egy projekt során minden esetben merülnek fel kockázatok. Ezeket figyelembe kell venni a tervezési szakaszban és a megvalósítás idején is egyaránt.
- Rendszeres értékelés és irányítás: A projekt folyamatos értékelése és irányítása szükséges annak biztosítása érdekében, hogy a cél eléréséhez elengedhetetlen lépéseket megtegyék, ezáltal a projekt a tervezett időben és költségvetésen belül meg tudjon valósulni.

2.5.2 Kommunikáció

A kommunikáció kulcsfontosságú szerepet játszik a projektmenedzsmentben.

A kommunikáció lehetővé teszi a csapatmunka hatékony támogatását. Egy projekt kivitelezés során a csapatok különböző feladatokat hajtanak végre, ezáltal gyakran van szükség az információk és az erőforrások megosztására. A hatékony kommunikáció segíti a csapatokat a közös együttműködésben, valamint abban is, hogy megértsék egymás szükségleteit és a projektre vonatkozó irányelveket.

Továbbá, a kommunikáció elengedhetetlen a projektben érdekelt felek tájékoztatásában. Az érdekelt felek közé tartoznak a befektetők, a projekt megrendelői, vezetősége és egyéb szereplők is. A rendszeres kommunikáció lehetővé teszi számukra, hogy kellőképpen tájékozottak legyenek a projekt állapotáról, az előrehaladottságról és a projektben felmerülő problémákról. A pontos kommunikáció javítja a megrendelők és a kivitelezők közötti kapcsolatot és a bizalmat is.

Ezenfelül, a kommunikáció nélkülözhetetlen a problémák azonosításában és megoldásában. A projekt során felmerülő problémák, kihívások kezelése sok esetben kommunikációs folyamatokon keresztül történik meg. A nyílt kommunikáció lehetőséget ad a csapatnak arra, hogy azonnal felismerje és megoldja a projekt megvalósítása során kialakult akadályokat, mielőtt azok komolyabb problémákká válnának. (Zulch, 2014)

Összességében kijelenthetjük, hogy a kommunikáció alapvető fontosságú a projektmenedzsment sikeréhez és a projekt teljesítéséhez.

2.5.3 Kockázatelemzés

A kommunikációhoz hasonlóan a kockázatelemzésnek lényeges szerepe van a projektmenedzsmentben. A kockázatelemzés egy folyamat, mely lehetővé teszi azt, hogy a projektmenedzser felismerje és időben kezelje a lehetséges kockázatokat, amelyek befolyásolhatják a projektet. (Junkes, et al., 2015)

Az első lépésben azonosítják, valamint dokumentálják a potenciális kockázati tényezőket. A kockázati tényezők lehetnek belső vagy külső eredetűek is.

Például:

- Anyagi
- Technikai
- Időbeni
- Piaci

A projektben felmerülő kockázatok azonosítása segít a kivitelező csapatnak és a vezetőségnek is jobban megérteni a projektkörnyezetet és az esetleges kihívásokat.

A következő lépés az értékelés, melynek során minden kockázatot rangsorolnak annak valószínűsége alapján. Az értékelés után a projektmenedzser ki tudja elemezni a legkritikusabb kockázati tényezőket. Priorizálja ezeket annak érdekében, hogy minden kockázatot megfelelően lehessen kezelni és tisztázódjon a kockázatok súlya az adott projektben.

Miután megtörtént az azonosítás és az értékelés szükség van olyan kockázatkezelési stratégiák kidolgozására, melyek részben vagy teljes mérték megszüntetik az azonosított kockázatokat.

Fontos megjegyezni, hogy a kockázatelemzés és -kezelés egy olyan folyamat, amelyet a projekt teljes élettartama alatt végrehajtanak. A projekt véghezvitele során folyamatosan figyelemmel kell kísérni a kockázatokat és ezen kockázatok változásait. Szükség esetén frissíteni kell a kockázatkezelési tervet is.

Egy hatékony kockázatelemzés elkészítésével a projektmenedzser előre fel tud készülni az előre nem látható kihívásokra, valamint képes minimalizálni a projekt késéseit és költségvetési túllépéseit.

2.5.4 Minőségellenőrzés

A projektmenedzsmentben kifejezetten fontos a minőségellenőrzés amiatt vagy a projekt kivitelezés megfelelő minőségben zajlódjon le. Ez egy olyan folyamat mely a projekt kezdetétől egészen a lezárásig jelen van.

A minőségellenőrzés megkezdése előtt nagyon fontos meghatározni a projekt minőségi követelményeit. Ezen követelmények fogják meghatározni azt, hogy a projekten milyen szintű szakmai minőséget kell elérni a végeredményben.

Beszélhetünk általános követelményekről, ilyen például egy adott termék megbízhatósága vagy teljesítménye, továbbá beszélhetünk specifikus követelményekről is, melyek pontosan meghatározzák azt, hogy milyen feltételek szerint szükséges működnie az adott terméknek. (Mitra, 2016)

Miután meghatároztuk a projekt minőségi követelményeit a következő lépés a minőségellenőrzési terv kidolgozása. Ez a terv határozza azt, hogy egyes folyamatokban mikor lesznek végrehajtva a minőségellenőrzési tevékenységek, továbbá azon eszközök, melyekkel a minőségellenőrzés megtörténik. Ez a terv gyakran része a projekttervnek, és részletes útmutatást nyújt a minőségellenőrzési folyamatokról.

Egy folyamatban lévő projekt esetén a minőségellenőrzés mindig aktívan történik. Az ellenőrző személyek megállapítják, hogy a kivitelezők meghatározott követelmények szerint valósítják-e meg a feladatukat.

Abban az esetben, ha a minőségellenőrzés során hibák vagy hiányosságok lépnek fel, a kivitelező csapatnak minél hamarabb javítani kell a kialakult problémát.

A minőségellenőrzés is létfontosságú a projekt sikeressége szempontjából, mivel a megrendelők elvárják, hogy az általuk meghatározott feltételek szerint legyen kialakítva a projekt minden egyes eleme.

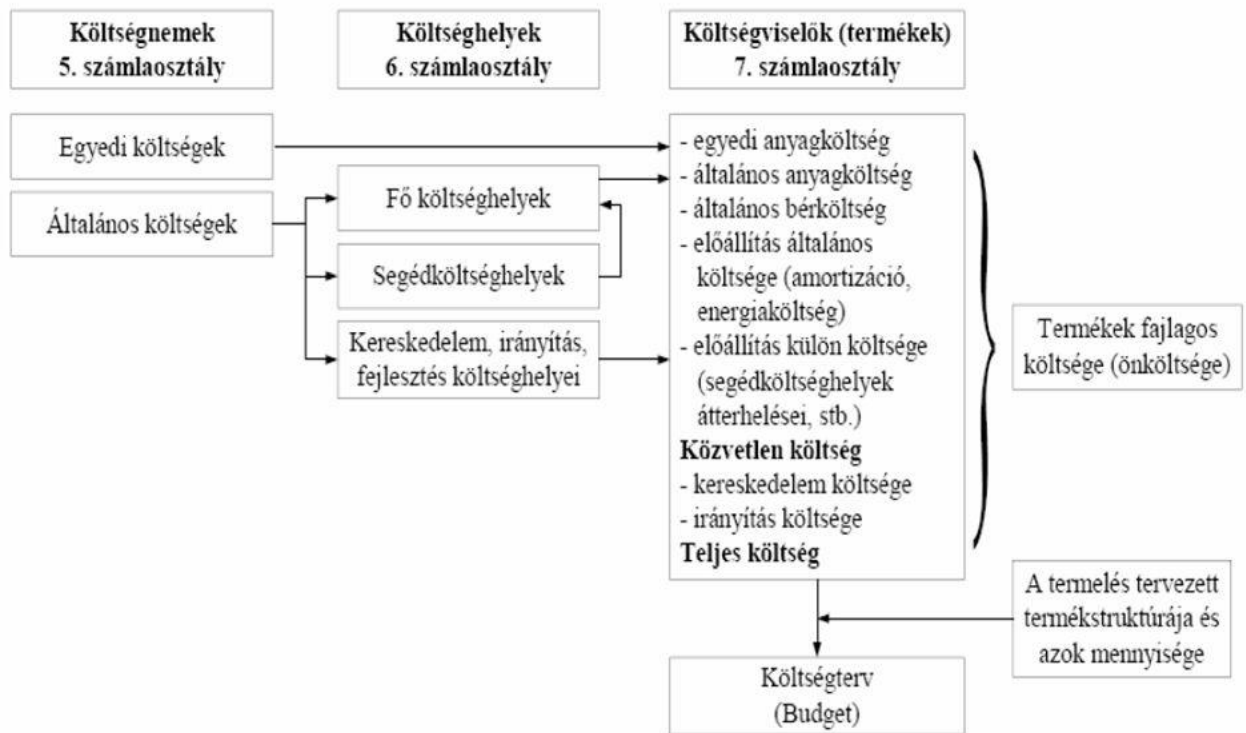
2.5.5 Költségtervezés

Függetlenül attól, hogy milyen tevékenységeket végeznek el egy projekt megvalósítása során mindig vannak költségvonzatai, amelyek hatással vannak a szervezet projektből származó nyereségére.

Elismert tény, hogy a költség- és bevételtervezéssel foglalkozó emberek jobban meg tudják becsülni a projekt költségeit annak kivitelezése és megvalósítása előtt, ami a költségtervezést a projekttervezés alapvető szempontjává teszi. A projektek várható kiadásai elsősorban a munkaerő, az anyagok, a technológia bérlése vagy beszerzése, külső szakértők, tanácsadók, alvállalkozók és külső finanszírozás költségeit foglalják magukban. (Jarjabka, 2020)

A költségek több kategóriába sorolhatók, beleértve a közvetlen költségeket (pl. tervek, programok és gépek), a közvetett költségeket (pl. biztonság, utazás, oktatás), az időalapú költségeket (pl. inflációs hatások és büntetések) és a munkaerőköltségeket. (8. ábra)

A klasszikus költségtervezés ábrája



Egy projekt tervezési szakaszában elengedhetetlen a költségterv elkészítése.

Amikor becslést készítünk a projekttervezés első időszakában, azt nagyságrendi becslésnek nevezzük. Ez a becslés az idő előrehaladtával mindig kifinomultabb lesz, ahogy egyre többet tudunk meg a projektről.

2.5.6 Költségbeadási technikák

Analóg beadási

Egy beadási, amely más projektbeadási alapul, analóg beadási-nevezzük. Ha egy hasonló projekt költségét elemizzük, akkor észszerűen feltételezhető, hogy a jelenlegi projekt körülbelül ugyanannyiba fog kerülni.

A hasonló projektek kiválasztása és a kiigazítás mértéke a beadási készítő személy megítélésén múlik. Ezen beadási technika alkalmazása azért tud hatékony lenni, mivel a hasonlítás-képp megfigyelt projekt költségei ismertek. (Jarjabka, 2020)

Parametrikus beadási

A parametrikus beadási, vagy másnéven egységáras számítási módszert akkor lehet a leghatékonyabban alkalmazni, ha a projekt terveiből egyértelműen meg lehet határozni a célok eléréséhez szükséges emberi erőforrás mértékét, szükséges munkaórák számát stb. Ha ezek az adatok megvannak, akkor a tervezett tevékenységek összes költsége kiszámolható a tényezők egységárának és mennyiségének összeszorzásával.

Szállítói ajánlattételek elemzése

A szállítói ajánlattételek elemzésének módszerét a legtöbbször akkor érdemes használni, ha a projektet több alvállalkozó cég között versenyeztetjük. Az alvállalkozók által megküldött ajánlatok kielemezésével költségbeadási végezhetünk. Arra azonban érdemes odafigyelni, hogy ezen ajánlatokban az esetek túlnyomó részében a profit is bele van kalkulálva.

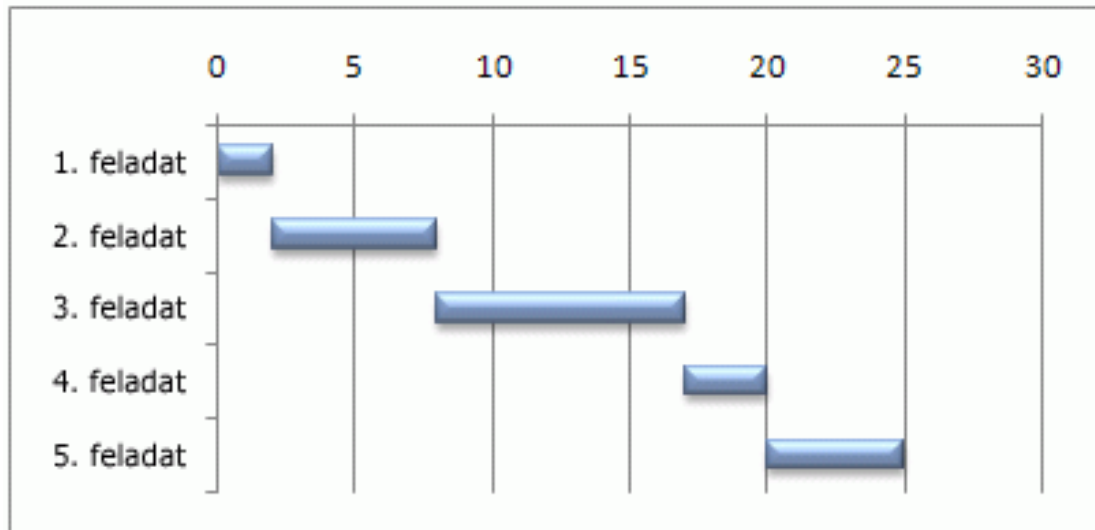
Tartalék elemzés

A tartalék elemzés széles körben alkalmazott technika a vállalkozások vagy projektek pénzügyi tervezésében és a költségtervezésben is egyaránt. Célja az, hogy megállapítsa azokat a tevékenységeket munkákat, melyek váratlanok, vagy nem tervezettek. Ezen tevékenységekre tartalékköltséget kell felszámolni. A tartalék elemzés csökkenti a projekt kivitelezésének kockázatait, valamint a kivitelező cég profitjának minimalizálódását.

2.6 Gantt-diagram

A Gantt-diagram egy olyan eszköz, melyet a projektmenedzsmentben alkalmaznak a projekttervezés időbeli ütemezésének ábrázolására. (Maylor, 2001) A Gantt-diagram (9. ábra) vízszintes sorokkal, valamint oszlopokkal rendelkezik, amik megjelenítik a feladatokat és azok végrehajtásának időbeli elrendezését.

9. ábra
Gantt-diagram
Forrás: (Microsoft, 2021)



A Gantt-diagramban a legtöbb esetben az idő vízszintes tengelye látható, napok, hetek vagy hónapok szerint van beosztva. A függőleges tengelyen pedig a projekt feladatai helyezkednek el, részfeladatai vagy azok az egységek láthatók, amelyek időben történő végrehajtása szükséges.

Minden feladathoz vagy egységhez egy sávot vagy oszlopot rendelünk a diagramban, amely a feladat kezdetétől a befejezésig tart, jelölve a feladat időtartamát és azok időbeli elrendezését.

A Gantt diagram előnyei közé tartozik, hogy vizuális ábrázolást biztosít a projekt időbeli ütemezéséről és a feladatok közötti függőségekről. Ennek segítségével könnyedén nyomon tudjuk követni azt, hogy egyes feladatok mikor kezdődnek és mikor fognak befejeződni, valamint azt is, ha egyes feladatok között átfedések vagy függőségek alakulnak ki.

Ezek alapján kijelenthetjük, hogy a Gantt-diagram alkalmazása segíti a projektmenedzsereket és a csapatokat a hatékonyabb tervezésben, továbbá feladatok időbeli elosztásában és időzítésének optimalizálásában. A Gantt diagramot használják projektmenedzsment szoftverekben, például a Microsoft Projectben.

3. MŰSZAKI MUNKA BEMUTATÁSA

3.1 Projektkörnyezet bemutatása

A Budai Irgalmasrendi Kórház 1903-ban épült Kiss István és Fligauf Károly tervei szerint. 1027 Budapest, Frankel Leó út 17-19 szám alatt található meg. Az épületet két fő részre lehet felosztani, beszélhetünk központi és a műemlék épületről. (10. ábra)

10. ábra

Budai Irgalmasrendi Kórház az utcáról

Forrás: (PestBuda, 2020)



A kórház állapota nagy mértékben romlott az idő múlásával. Ez természetesen a gépészeti és automatikai rendszereken is meglátszott. A légtechnikák és a vízgépészeti rendszerek üzemeltetése egyre nehezebbé, körülményesebbé vált a kézi működtetés végett. A kórházban 2019-ben kezdődött meg még a covid megjelenése előtt a modernizáció és az épületgépészeti és épületautomatikai rendszerek újraalkotása és a mai napig nem záródott le a projekt teljes mértékben.

A diplomadolgozatom témájához a központi épület a legfőképpen releváns, mivel ennek az épületnek a 2. emeletén elhelyezkedő műtő légtechnikát fogom a későbbiekben bemutatni.

3.2 Műtő légtechnikától elvárt peremfeltételek

A légkezelő gépek beltéri vagy kültéri kivitelű, közvetítőközege vagy lemezes hővisszanyerő rendszerrel, (előfűtő), fűtési, hűtési- regiszterrel, lezáró zsalukkal, szűrőkkel szükséges ellátni. A rendszerben a befűvő- és elszívó változó fordulatszámú hajtású ventilátorral kell elhelyezni, melyeknek az adott gerincvezetékben állandó statikus nyomást kell megvalósítaniuk.

A teljes rendszer beszabályozása a gépész tervekben leírtak szerint kell történjen.

A friss levegő- illetve az elszívó ágban elhelyezett zsaluzatokat rugós visszatérítésű mozgatómotorokkal kell felszerelni. A hővisszanyerő segítségével folyamatos hőmérséklet szabályozást szükséges végezni.

A légkezelő berendezések 100% frisslevegő mennyiséggel biztosítják az előírt légcserét az ellátott területen.

A légkezelők vezérlése a következő általános funkciókat el kell, hogy lássa:

- **Fagyvédelem:** légoldali egyfokozatú, automatikusan visszaálló fagyvédő termosztát beépítése szükséges. A termosztát fagyveszély határa 5°C legyen. Amennyiben a légcsatorna hőmérséklet normál tartományba emelkedik, a rendszer hardveres nyugtázást követően újra induljon el.
- **Szűrő ellenőrzés:** A szűrők légoldali ellenállását egy nyomáskülönbség kapcsoló folyamatosan ellenőrizze, és a szűrők elpiszkolódását jelezze a felügyeleti rendszer felé.
- **Tűzjelzés:** A berendezés, a tűzjelző központtól érkező lokális tűzjelzés hatására a ventilátorok azonnal álljanak meg, nyugta után induljanak el, ha a tűzjelzés helyreállt.

A légkezelő indítása a következő feltételrendszer együttes teljesülése esetén történjen meg:

- Bekapcsolási parancs a kontrollertől
- Motorvédelem rendben
- Betápláló feszültség rendben (feszültségfigyelés)
- Fagyvédelem rendben
- Tiltókapcsolók felkapcsolva
- Tűzjelzés rendben
- Tűzcsappantyúk nyitva

Alkőzponti szabályozási alapfunkciók a következők legyenek:

- Befűjt hőmérséklet szabályozás (beavatkozók – hővisszanyerő, hűtőegységek, levegő visszakeverés, fűtési-, hűtési kalorifer szelep)

- Statikus légszabályozás - változó fordulatszámú motor hajtás
- Helyiség nyomásszabályozás

3.3 A követelmények megvalósítása

Ebben az egységben be fogom mutatni, hogy a megrendelők által meghatározott peremfeltételek megvalósítása hogyan valósult meg a gyakorlatban.

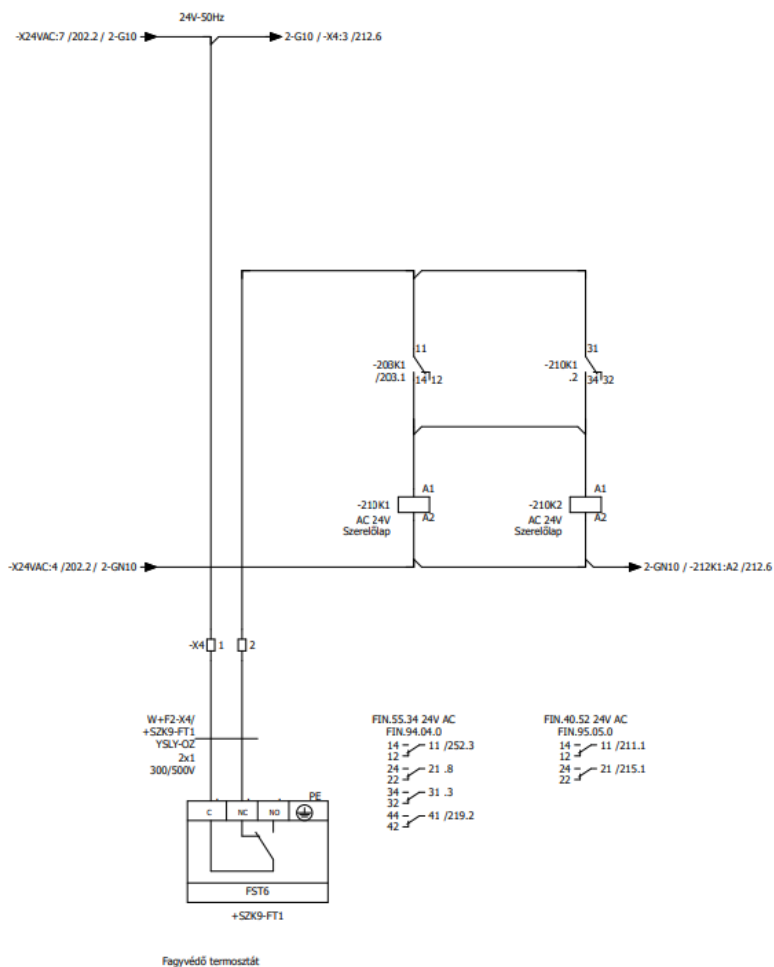
3.3.1 Fagyveszély

A következő képen figyelhetjük meg a fagyvédő termosztát bekötési rajzát. (11. ábra) A fagyvédő termosztátok működését a szakirodalmi áttekintés fejezetben pontosan ismertettem.

11. ábra

Fagyvédő termosztát bekötése

Forrás: Welltech belső hálózat



A fagyvédő termosztátoknál nagyon fontos megjegyezni az, hogy a hibát adó kontaktoknak minden esetben NC-s (Normál esetben zárt) kontaktoknak kell lennie. Ennek azért van nagy jelentősége, mivel, ha NO (Normál esetben nyitott) kontaktust alkalmazunk, akkor a kábel sérülése vagy szakadása esetén az érzékelő soha nem fogja tudni továbbítani nekünk a hiba kontaktust.

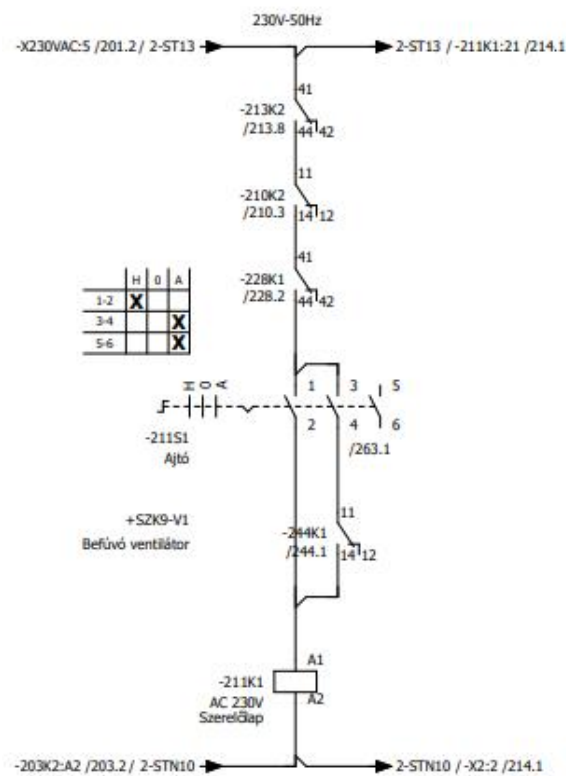
Ennek a megoldásnak a megvalósítását láthatjuk az általam beszűrt képen is. Normál esetben, amikor nincs hiba, akkor a 210K1-es relé meg van húzva, és öntartás alakul ki. Amikor viszont az érzékelő hibát ad akkor bontja a kontaktust, aminek az lesz az eredménye, hogy a relé ki fog ejteni. Amikor megszűnik a hiba, akkor nem fog automatikusan visszaállni normálra a kontaktus. Ahhoz, hogy újra normál állapotba kerüljön, nyugtázni szükséges.

Ilyenkor a 203K1-es relé meghúzza a 210K1-et, ami újból normál állapotot fog eredményezni. A 210K2-es relé a kapcsolószekrény ajtaján lévő piros led kijelzéséért felelős a ventilátorok indítási feltételében természetesen szerepel (210K2) a fagyvédő termosztát retesze, tehát fagyveszély esetén a ventilátorok meg fognak állni, ezt láthatjuk a következő képen (12. ábra).

12. ábra

Ventilátor reteszfeltétel

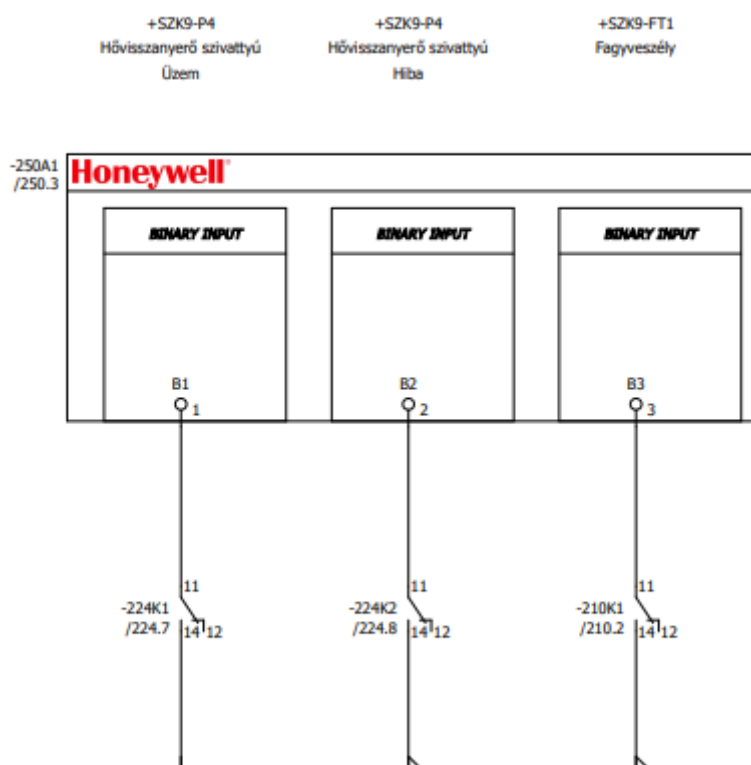
Forrás: Welltech belső hálózat



Felmerülhet az a kérdés is, hogy az EAGLE controllerünk hogyan fogja érzékelni ezt az állapotváltozást. A válasz egészen egyszerű, mint ahogy azt az előzőekben bemutattam, az

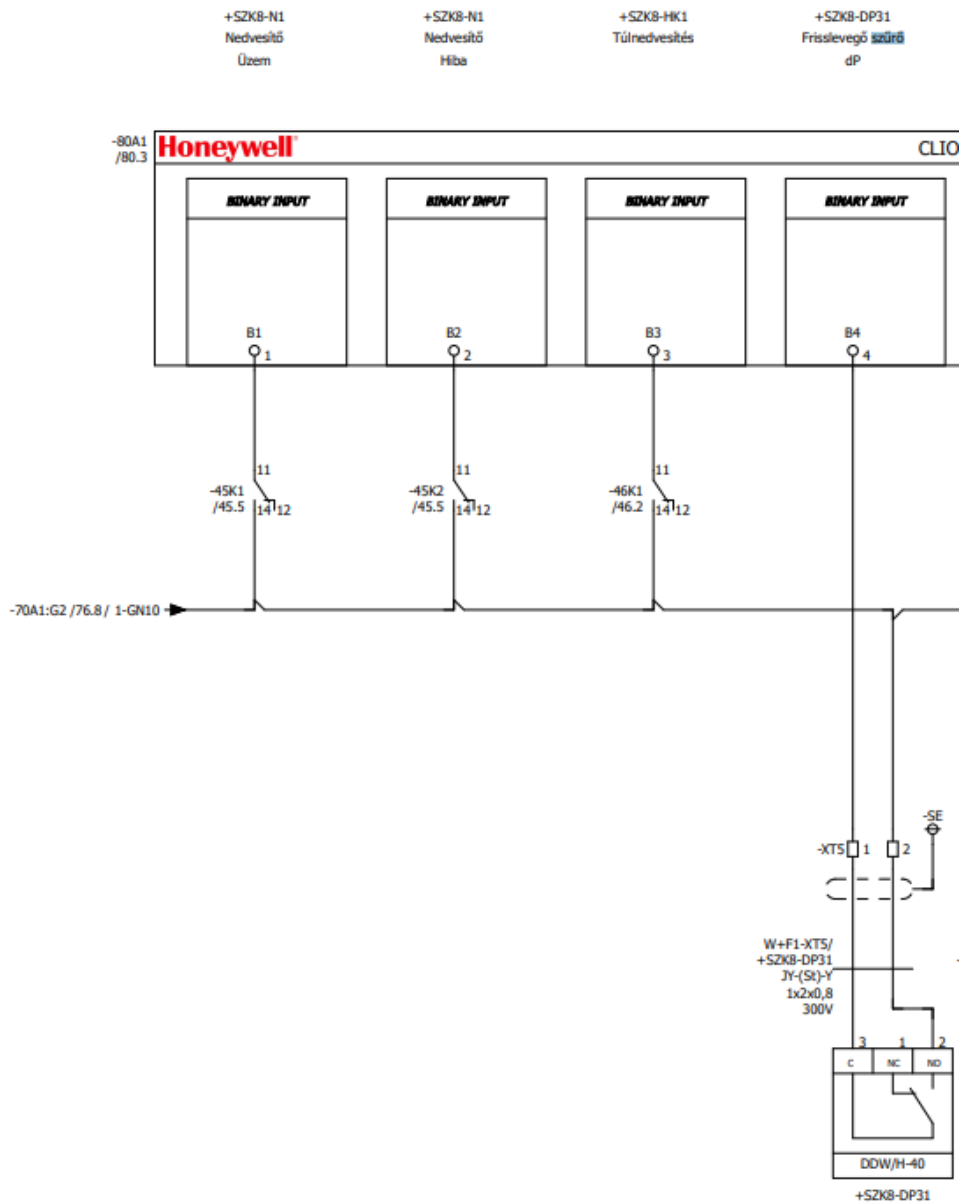
EAGLE rendelkezik 2 db GND (föld) kimenettel. A megoldás úgy néz ki, hogy kiküldjük a GND-t a fagyvédő termosztátunk reléjének egyik morzsjére és ezt a GND-t várjuk vissza egy digitális bemeneti pontra. Természetesen ezt is NC-re kell kötni és ez alapján, ha a GND visszaérkezik a bemenethez, akkor normál állapotról beszélhetünk, ellenkezőleg, ha nem érkezik vissza, akkor hiba alakult ki. Ezt megfigyelhetjük az alábbiakban beszúrt ábrán is, (13. ábra), a fagyveszély jelzése a 250A1-es modul 3. DI pontján található.

13. ábra
 Kontroller bemeneti pontja
 Forrás: Welltech belső hálózat



A működési elv nagyon hasonlít a fagyvédő termosztáthoz, annyi a különbség, hogy ez a jelzés nincs benne a ventilátorok indítási reteszében. Tehát hiba esetén nem fog megállni a légkezelő, csak jelzést fog adni a felügyeletre, hogy bizony az üzemeltetésnek cserélni kell a szűrőket, mert túlságosan elpiszkolódtak. A fagyvédő termosztáthoz hasonlóan itt is NC-s kontaktot figyelhetünk meg, annak érdekében, hogy a kábel szakadása esetén is bejőjön a hiba a felügyeletre. (14. ábra)

14. ábra
 Szűrő elpiszkolódás figyelése
 Forrás: Welltech belső hálózat



Az képen megfigyelhető, hogy az állapotfigyelés ugyanúgy, mint az előző esetben szárazkontakt figyeléssel történik. Én példaképpen most a frisslevegő szűrőt választottam ki, melynek jelzése a 80A1-es modul 4. DI pontján helyezkedik el.

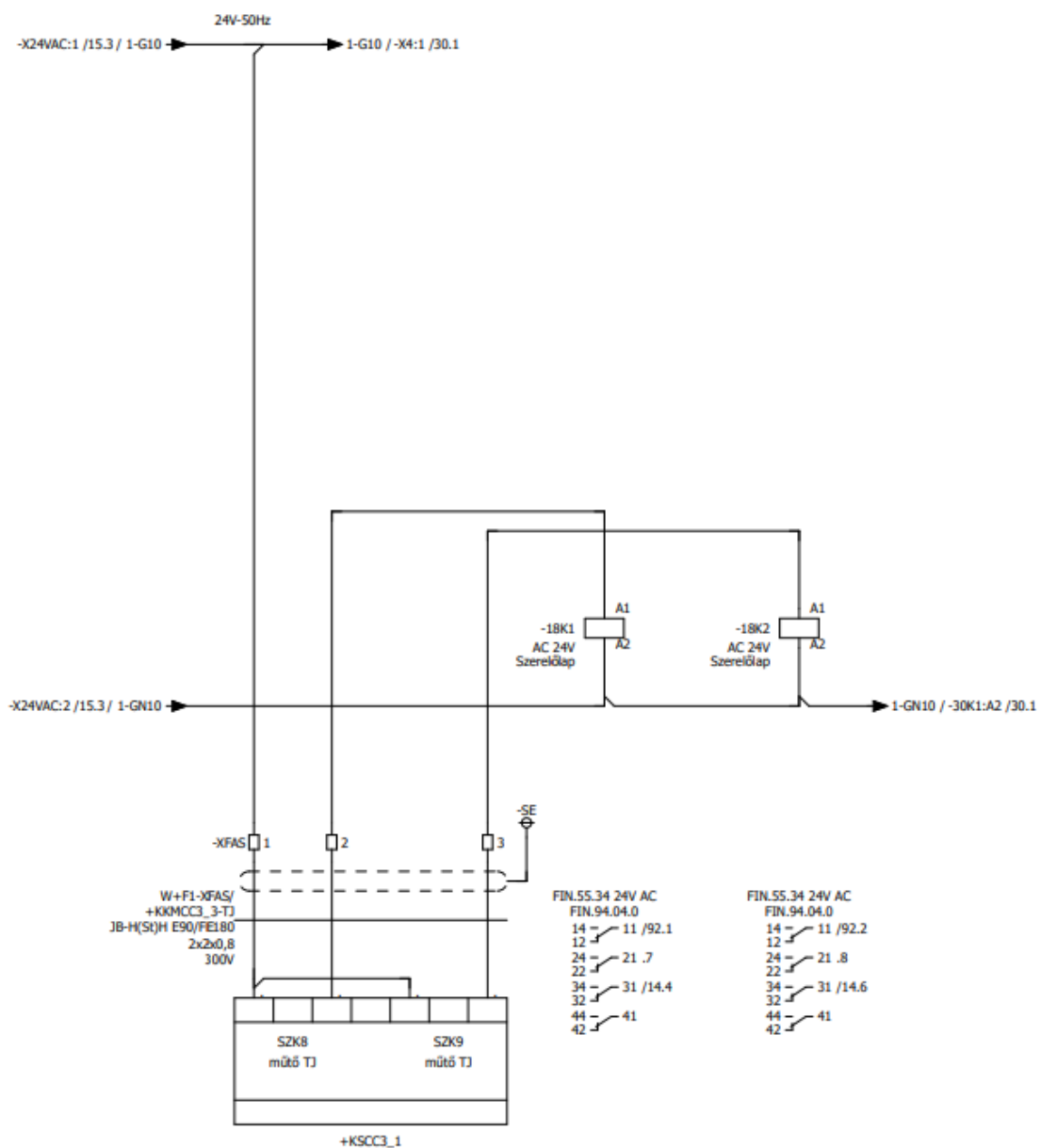
3.3.2 Tűzjelzés

A tűzjelzés működésének megvalósítása a Budai Irgalmasrendi Kórházban úgy valósult meg, hogy az automatika elosztóból 24V AC feszültséget küldünk ki a tüzes elosztóba (KSCC3_1), majd ezt a 24V-ot várjuk vissza. Abban az esetben, ha visszaérkezik a 24V, akkor meg fog húzni a 18K2-es relé, ami a normál állapotot fogja eredményezni (itt is természetesen NC-s logika). (15. ábra)

15. ábra

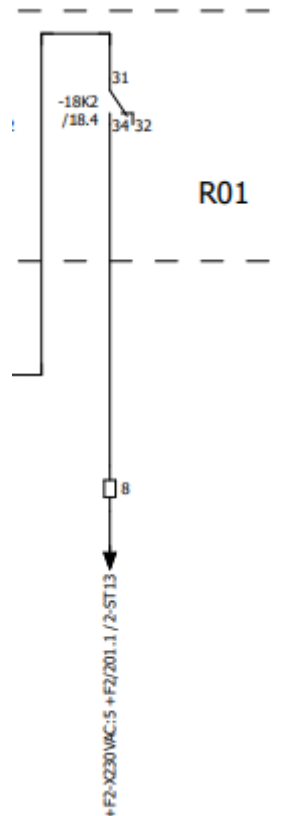
Tűzjelzés logikája

Forrás: Welltech belső hálózat



Hiba esetén a 18K2-es relé elenged, ennek hatására az az elosztóban lévő ST13-as 230V AC vezérlőfeszültség körét teljesen megszakítja (16. ábra). A 12. ábra pontosan megmutatja, hogy a ventilátorok 230V AC vezérlőfeszültsége az ST13-as vezérlőkörből érkezik, tehát tűzjelzés esetén a ventilátorok minden esetben nyugalmi állapotba kerülnek.

16. ábra
ST13-as vezérlőfeszültség logikája
Forrás: Welltech belső hálózat



3.3.3 Kontroller kiválasztásának okai

Mint ahogy azt a bevezetésben is említettem, a projektet 2019-ben megnyerte a Welltech ZRt, ahol jómagam is jelenleg a munkámat végzem. A Welltech kizárólagos partneri viszonyban van a Honeywell céggel. Ebből kifolyólag a Honeywell saját termékcsaládját (Centraline) kell alkalmazni a Welltech-es projekteken.

A Honeywell Centraline termékcsaládban több kontroller is megtalálható. Amikor a Budai Irgalmasrendi Kórház tervezési szakaszai folyamatban voltak (2019), akkor az EAGLE és a HAWK kontroller állt rendelkezésre. A két kontroller sok mindenbe hasonló, de az egyik különbség az, hogy a HAWK kontroller használatával széles körben bővíthetőek az RS-485 portok, ezáltal több külső eszköz illesztése tud megvalósulni. Az EAGLE kontroller ezzel

szemben mindössze 2 db RS-485 porttal rendelkezik, ezzel limitálva vannak az illesztési lehetőségek. Azt is fontos megemlíteni, hogy a HAWK controller nem rendelkezik fizikai ki- és bemeneti portokkal, csak kizárólag modulokkal lehet ezen ki- és bemenetek használatát megvalósítani. Az EAGLE controller ezzel ellentétben rendelkezik ki és bemenet portokkal, ezért ebben a kategóriában előnnyel rendelkezik a HAWK-kal szemben. A Budai Irgalmasrendi Kórházban a tervek alapján megállapítható volt, hogy nem lesz szükség sok külső buszrendszer illesztésére. Pontosan emiatt választotta a Welltech az EAGLE kontrollereket, ezáltal a modulok számát is minimalizálni lehetett, aminek hatására a ráfordítás költsége is csökkentek.

3.3.4 A controller specifikációi

A kórház összes elosztószekrényben az EAGLE controller (17. ábra) végzi el a gépészeti- és automatikai rendszerek irányítását. A következő egységben szeretném ismertetni a controller specifikációit, ki- és bemeneti portok számát, támogatott kommunikációs protokollokat stb.

17. ábra
Eagle controller
Forrás: saját kép



Az EAGLE a CentraLine Ethernet-alapú, szabadon programozható épületautomatizálás vezérlő eszköze. Az EAGLE támogatja a következő kommunikációs protokollokat:

- BACnet IP
- BACnet MS/TP
- LONWORKS
- MODBUS
- M-BUS

Az EAGLE nagyon sokféle épületautomatizálási feladatot tud ellátni, többek közt:

- Hűtés-fűtés vezérlés
- Légkezelő rendszerek irányítása
- Buszkommunikációval illeszthető gépészeti eszközök integrációja
- Világításvezérlés időprogrammal
- Füstelszívó rendszerek működtetése
- stb.

Az EAGLE ki- és bemeneti portjainak száma:

1. táblázat: Ki- és bemeneti pontok

Univerzális bemenet (lehet analóg és digitális bemenet is)	Analóg kimenet	Digitális bemenet	Digitális kimenet
10 db	4 db	4 db	8 db

Egy egyszerű összeadással ($10+4+4+8=26$) megállapítható, hogy az EAGLE kontrollert 26 ki- és bemenettel rendelkezik. Ezeken kívül rendelkezik még 2 db GND porttal és 2 db RS485-porttal, valamint 2 db Ethernet porttal is. A kép bal alsó részében megfigyelhetőek a kontrollert energiaellátásáért felelős bemenetek. Ez alapján könnyedén megállapítható, hogy a kontrollert 24V AC/DC feszültséggel kell meg táplálni.

3.3.5 Modulok

A modulok azért szükségesek a kontrollert alkalmazása mellett, mivel ahogy az előzőekben is említettem, az EAGLE kontrollert nem rendelkezik túl sok fizikai ki- és bemenettel. A modulok ezen a problémán tudnak a segítségünkre válni. A kontrollert és a modulokat Panelbuszos

kommunikáció alkalmazásával össze lehet kötni, ez alapján ki tudjuk bővíteni a fizikai ki- és bemenetek számát.

A Budai Irgalmasrendi Kórházban többféle modul is felhasználásra került.

Analóg kimenet modul

18. ábra

Analóg kimenet modul

Forrás: (Honeywell, 2019)



CLIOP822A

- 8 extra analóg kimenetet biztosít (18. ábra)

Az analóg kimenetek a PLC által kiküldött feszültséget (DC 0 és 10V között) adják ki a megfelelő számú kimeneti pontokon. Analóg kimenetek segítségével szokás szabályozni például a szelepeket, szivattyúkat és a VAV-okat is.

Digitális bemenet modul

19. ábra

Digitális bemenet modul

Forrás: (Honeywell, 2019)



CLIOP823A

- 12 extra digitális bemenetet biztosít (19. ábra)

A digitális bemenetek terepi eszközöktől érkeznek vissza a DI modulok felé. A modul szárazkontaktok figyelésével 0 vagy 1-es értéket ad vissza a PLC számára.

Digitális bemenetre jó példa egy szivattyú üzem-hiba állapotának figyelése vagy egy szekrényajtó státuszának megállapítása.

Analóg bemeneti modul

20. ábra

Analóg bemeneti modul

Forrás: (Honeywell, 2019)



CLIOP821A

- 8 extra analóg bemenetet biztosít (20. ábra)

Az analóg bemenetek 0 és 10V DC közötti értéket szolgáltatnak vissza a PLC felé. Az egyik legegyszerűbb példa analóg bemenetre a hőmérséklet és páratartalom érzékelő.

Digitális kimenet modul

21. ábra

Digitális kimeneti modul

Forrás: (Honeywell, 2019)



CLIOPR824A

- 6 extra digitális kimenetet biztosít (21. ábra)

A Digitális kimenet modul a bemenetén megkapott feszültséget kapcsolja, abban az esetben, ha a vezérlő erre utasítást ad, pl. szivattyúk indítása, világításkapcsolás stb. A képen látható kapcsoló a kézi működtetést biztosítja (0, 1 vagy auto állapot).

Kevert modul

A kevert modul az előzőekben bemutatott eszközök (CLIOP821A, CLIOP822A, CLIOP823A, CLIOP824A) együttes megtestesülése, tehát rendelkezik AO, AI, DI és DO ki- és bemenetekkel is egyaránt. (22. ábra)

22. ábra

Kevert modul

Forrás: (Honeywell, 2019)



3.4 A kellő adatpontmennyiség kiszámítása

A központi épületben elhelyezkedő SZK9-es légkezelő adatpont igényének kiszámítását fogom bemutatni ebben az egységben. Mivel az SZK9-es légkezelő működéséhez szükséges automatika az MKMCC3_3-as elosztóban található meg az SZK8-cal együtt, ezért ennek az elosztónak fogom bemutatni az adatpont igényét, de mindezek előtt bemutatom azt is, hogy hogyan kell általánosságban meghatározni a szükséges adatpontmennyiséget.

3.4.1 Számítási módszer bemutatása

Az aktuális projekt file PLC füle (23. ábra) szolgál arra, hogy a kiviteli tervek alapján meghatározzuk az egyes automatika szekrényekbe szükséges vezérlő elemek típusát és mennyiségét.

23. ábra

Szükséges elemek típusa mennyisége

Forrás: Welltech belső hálózat

M	U	P	Q	R	I	U	W	X	Y	Z	AB	AI	AJ	AK	
821	AI a.p	822	AO a.p	823	DI a.p	824	DO a.p	XFC	XFCL	XF830A	össz a.p	Eagle 0	Eagle 14	Eagle 26	
CLIOL821A		CLIOL82		CLIOL823		CLIOL824		XFC3A060I	XFCL3A1	CLIOP831A		CLEA2000E	CLEA2014E	CLEA2026E	
8 AI								4 AI	3 AI	8 AI			4 AI	10 AI	
		8 AO						2 AO		8 AO			2 AO	4 AO	
				12 DI				4 DI	3 DI	12 DI			4 DI	4 DI	
						6 DO		4 DO	3 DO	6 DO			4 DO	8 DO	
8		8		12		6		14	9	34			14	26	
37 273		43 598		36 701		38 556		60 963	37 257	64 881			202 478	132 925	232 718

A táblázat fejlécében láthatóak az egyes PLC elemek, illetve a különböző típusú adatpontok adott eszközön rendelkezésre álló mennyiségei, illetve a projekt kedvezményes áruk. Ez utóbbi jól mutatja, hogy az adott kártya egy adatpontra jutó fajlagos egységár alapján a MIX I/O panel a legkedvezőbb (CLIOP831A). Természetesen ha csak DI-re van szükség, akkor a CLIOP823 célszerűbb.

A sémarajzok alapján szekrényenként le kell ellenőrizni, hogy történt-e változás, ha igen, akkor módosítani kell az egyes szekrényekhez csatlakozó eszközök és berendezések adatpont igényét (24. ábra) (AI – AO – DI – DO). Az aktuális esetben $6+9+30+7=52$ adatpont lesz az igény (+10% nélkül).

24. ábra

Szükséges adatpontok száma kategóriánként a 10% ráadás előtt

Forrás: Welltech belső hálózat

	AI	AO	DI	DO	IMP	TCS	FCS	BUS	M-bus
1 Használt árlista									
2 anyag_2018									
59 MCC2									
60 belső	0	0	4	1					
61 LK2	3	5	13	3					
62 LK3	3	4	13	3					
63									
64 MCC2 jelű összesen:	6	9	30	7	0	0	0	0	
65 Beépített +	10%								
66									
67									

A csatlakoztatott eszközök adatpont-igénye alapján +10% tartalék (25. ábra) figyelembe vételével alakul ki a szükséges adatpontszám (Beépített+ 10% sorban), míg a felette lévő sorban a ténylegesen a kártyákon rendelkezésre álló adatpontok száma.

25. ábra

Adatpontok száma a +10% után

Forrás: Welltech belső hálózat

Használt árlista anyag_2018	821 CLIOL821A	AI a.p 18	822 CLIOL822	AO a.p 12	823 CLIOL823	DI a.p 6	824 CLIOL824	DO a.p 14	XFC XFC3A060C	XFCL XFCL3A1	XF830A CLIOP831A	össz a.p 72	Eagle 0 CLEA2000B	Eagle 14 CLEA2014B	Eagle 26 CLEA2026B
MCC2															
belső															
LK2															
LK3															
MCC2 jelű összesen:	0	18	0	12	1	28	0	14	0	0	1	72	0	0	1
Beépített +	10%	7		10		33		8				58			

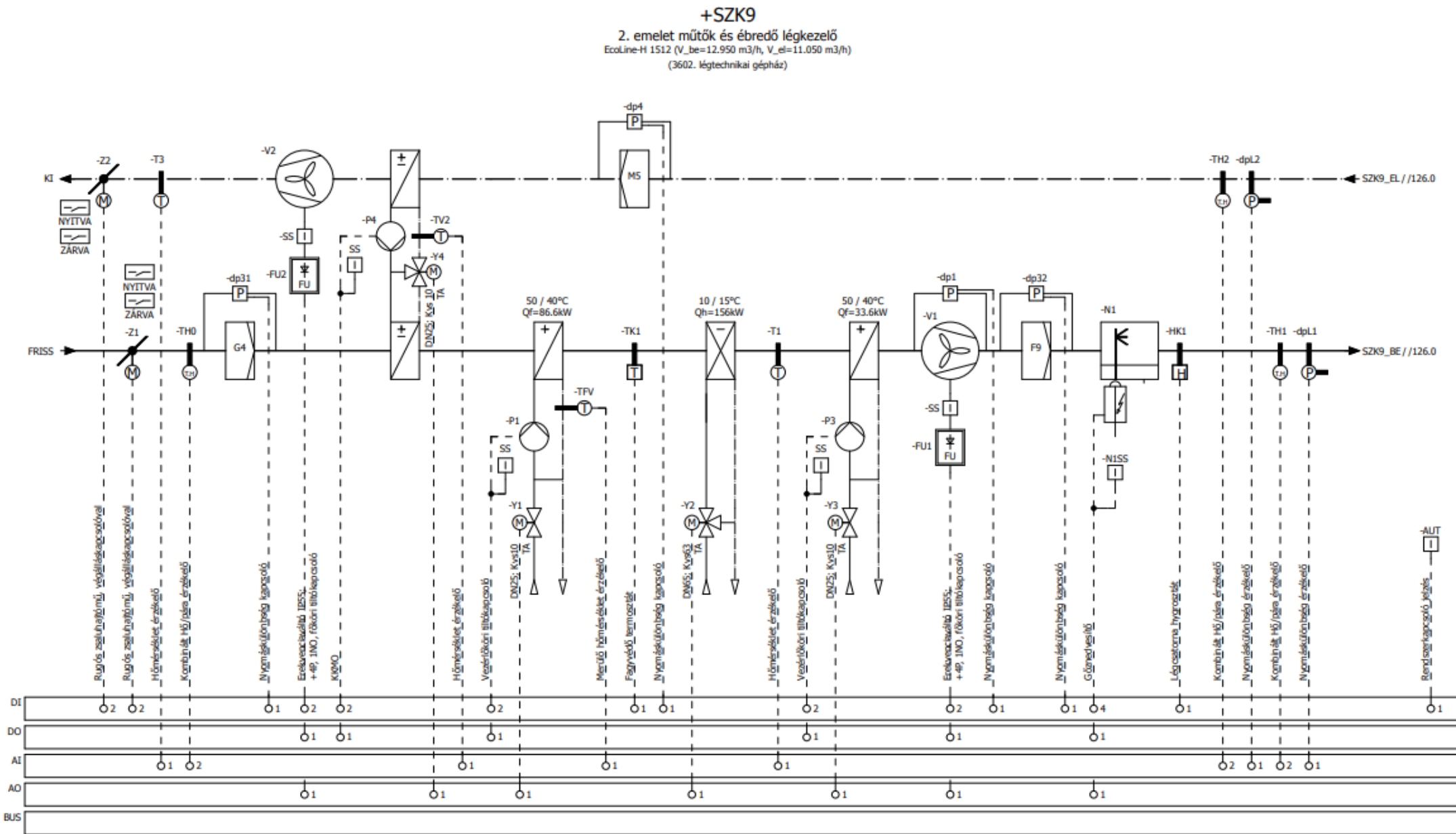
A kiválasztást úgy kell végezni figyelemmel a költségek minimalizálására is, hogy úgy összes adatpont tekintetében, mint külön-külön (adatpont-fajtánként) több (vagy minimum egyenlő) számú legyen, mint a beépített+10% tartalék. Az aktuális esetben 58 adatpont lesz a teljes igény (+10%-kal).

Egy vezérlő (Eagle) mindenképpen kell minden szekrénybe, hogy „kicsi” (14) vagy „nagy” (26) Eagle, az az összes adatpontok számától függ. A „kicsi” max. 52 adatpontot tud kezelni, míg a „nagy” 600 adatpontot. A DI számolásnál figyelembe kell venni, hogy AI használható DI-nek is (illetve fordítva), így fordulhat elő, hogy bár a DI „összesen” < „beépített+10”, de figyelembe véve a többlet AI-t összességében még 6 db tartalék van.

3.4.2 SZK9-s műtő légkezelő adatpont igénye

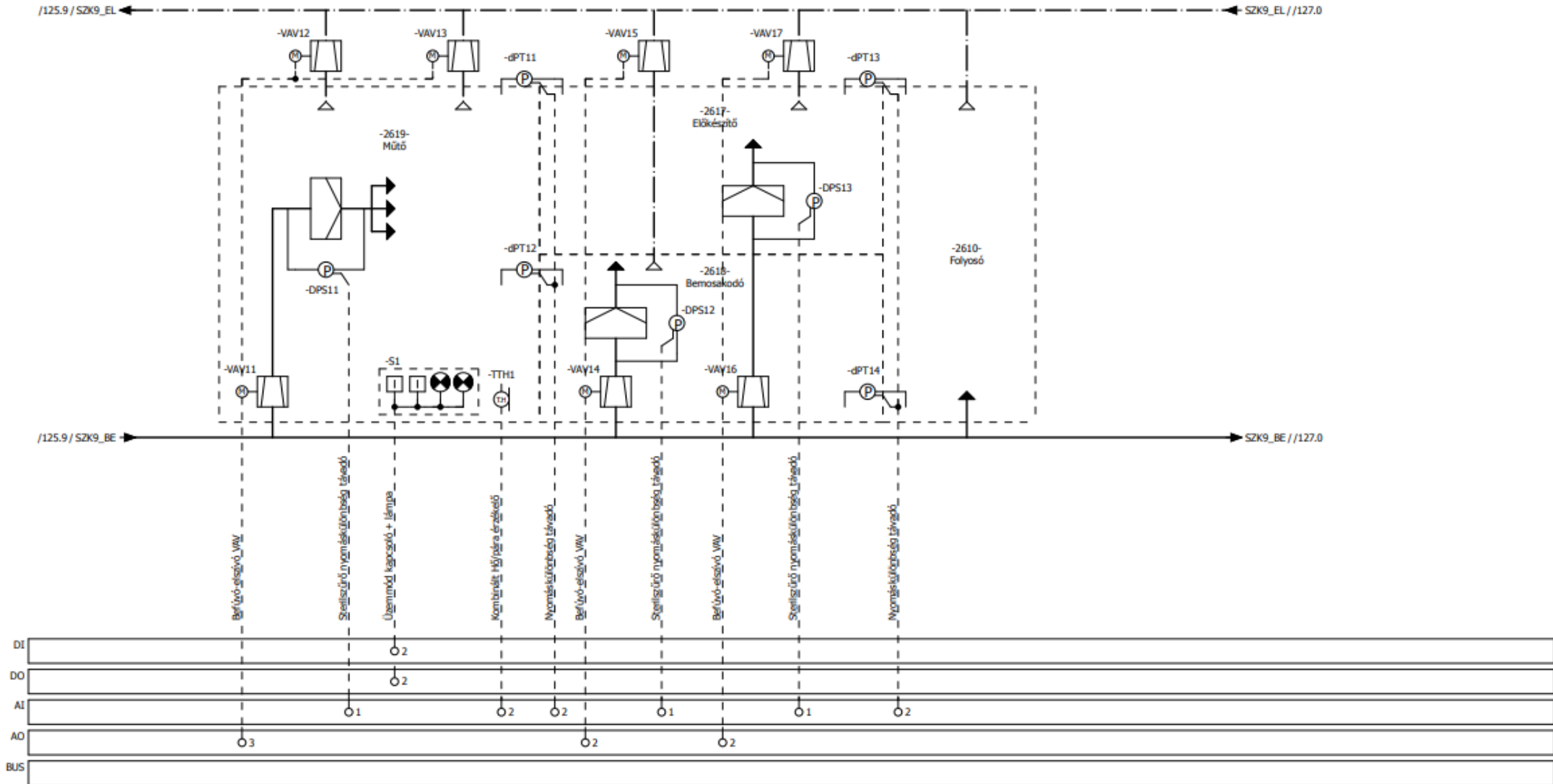
Az előzőekben bemutatott számítási módszer alapján az elő lépésben meg kell keresni az SZK9-es légkezelő sémáját (26. ábra)(27. ábra), majd ezt követően a sémán található eszközök alapján meg kell határozni a szükséges adatpontok számát.

26. ábra
 SZK9 légkezelő sémája 1. rész
 Forrás: Welltech belső hálózat



27. ábra
 SZK9 légkezelő sémája 2. rész
 Forrás: Welltech belső hálózat

+SZK9
 2. emelet műtők és ébredő légkezelő



Az előzőekben beszúrt két sémalap elemzése után megállapítható, hogy mennyi adatpontra van szükség a légkezelő működéséhez, ezt a következő táblázat mutatja (28. ábra). A táblázat adataiból megfigyelhető, hogy az MKMCC_3-as elosztószekrény teljes adatpontigénye a +10% tartalék rászámolásával 239 adatpont. Ez tartalmazza mind a két légkezelő teljes adatpontigényét. Ebből kifolyólag az SZK9-es légkezelő adatpontigénye körülbelül 239/2 tehát 110-115 adatpont.

A képről azt is megtudhatjuk, hogy milyen modulok alkalmazásával tudjuk minimalizálni a költségeket. A táblázat jobb alsó sarkában láthatunk két eltérő árat. Ez alapján megállapítható, hogy a 7db „kevert” modul beépítésével jobban járunk ugyanis közel 500.000 Forintot tudunk spórolni a másik megoldáshoz képest.

28. ábra

Szükséges adatpontok száma

Forrás: Welltech belső hálózat

	A	B	C	D	E	F	H	I	J	K	L	M	N	P	Q	R	S	U	V	X	Y	Z	AA	AC	AJ	AK	AL	AM	BM
Használt árlista anyag_2018_1		AI	AO	DI	DO	TCS	FCS	BUS	'ill.fog'	M-bus		821	AI a.p	822	AO a.p	823	DI a.p	824	DO a.p	XFC	XFCL	XF830A	össz a.p	Eagle 0	Eagle 14	Eagle 26	IFLON		
												CLIOL821		CLIOL82		CLIOL82		CLIOL82		XFCL3A060	XFCL3A1	CLIOP831A		CLEA2000	CLEA2014	CLEA2026	IF-LON		
9 KKMCC3_3 alállomás																													
0 belső		0	0	6	2																								
1 SZK8 műtő nővérdolgozó légkezelő		12	7	25	6																								
2 SZK8 műtő nővérdolgozó légkezelő zóna		9	7	2	2																								
3 SZK8 műtő nővérdolgozó légkezelő zóna		9	7	2	2																								
4 SZK9 műtő és ébredő légkezelő		12	7	25	6																								
5 SZK9 műtő és ébredő légkezelő zóna_1		9	7	2	2																								
6 SZK9 műtő és ébredő légkezelő zóna_2		9	7	2	2																								
7 SZK9 műtő és ébredő légkezelő zóna_3		9	7	2	2																								
8 SZK9 műtő és ébredő légkezelő zóna_3		0	0	8	0	4																							
9																													
0 KKMCC3_3 alállomás összesen:		69	49	74	24	4	0	0					9	82	7	60	6	76	4	32	0	0	0	250	0	0	1	0	1 213 130 Ft
1													2	82	0	60	0	88	0	50	0	0	7	280	0	0	1	0	719 378 Ft
2 Beépített +		10%	69	49	74	24								76	54			82		27			239						

3.5 A program bemutatása

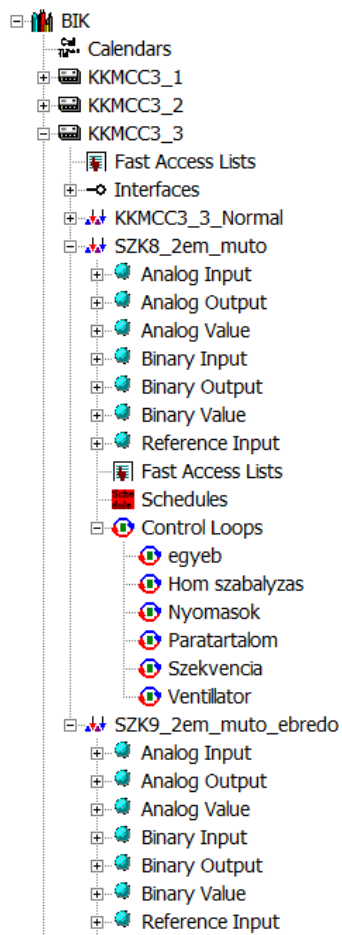
A Budai Irgalmasrendi Kórházban a Care szoftver segítségével valósítottam meg az épületautomatikai rendszerek működéséhez szükséges program megírását. A Care-t a Honeywell nevű cég fejlesztette ki a 2000-es évek elején. A „Care” szó jelentése: Computer Aided Regulation Engineering, amely egy olyan szoftver, ami teret ad a mérnöknek arra, hogy megvalósítsák az adott probléma megoldásához szükséges programot.

A program felépítését a következő beszúrt képen figyelhetjük meg. (29. ábra)

29. ábra

Program felépítése

Forrás: Welltech belső hálózat



Ami a struktúrát illeti, egy legördülő menüpontos megoldást láthatunk. A kép legtetején vehető észre a „BIK” megnevezés, ez természetesen a Budai Irgalmasrend Kórház rövidítése. Az alatta lévő egységek a projekten megtalálható kontrollerek. Ez alapján tisztán látható, hogy az általam bemutatott légkezelő (Szk9) programja a KKMCC3-as controllerben található meg.

A légkezelő mappájában (szk9_2em_muto_ebredo) találhatóak meg az adatpontok, itt beszélhetünk analóg- és digitális kimenetekről, illetve bemenetekről is egyaránt.

Végül pedig a „Control Loops” kifejezés alatt elhelyezkedő egységek (hom szabalyzas, paratartalom stb.) lesznek azok a mappák, melyekben megtalálható az általam megírt program.

3.5.1 Légkezelő program

Diplomadolgozatom témájából kifolyólag be szeretném mutatni az egyik kórházban megtalálható légkezelő programját, valamint ezen program működését.

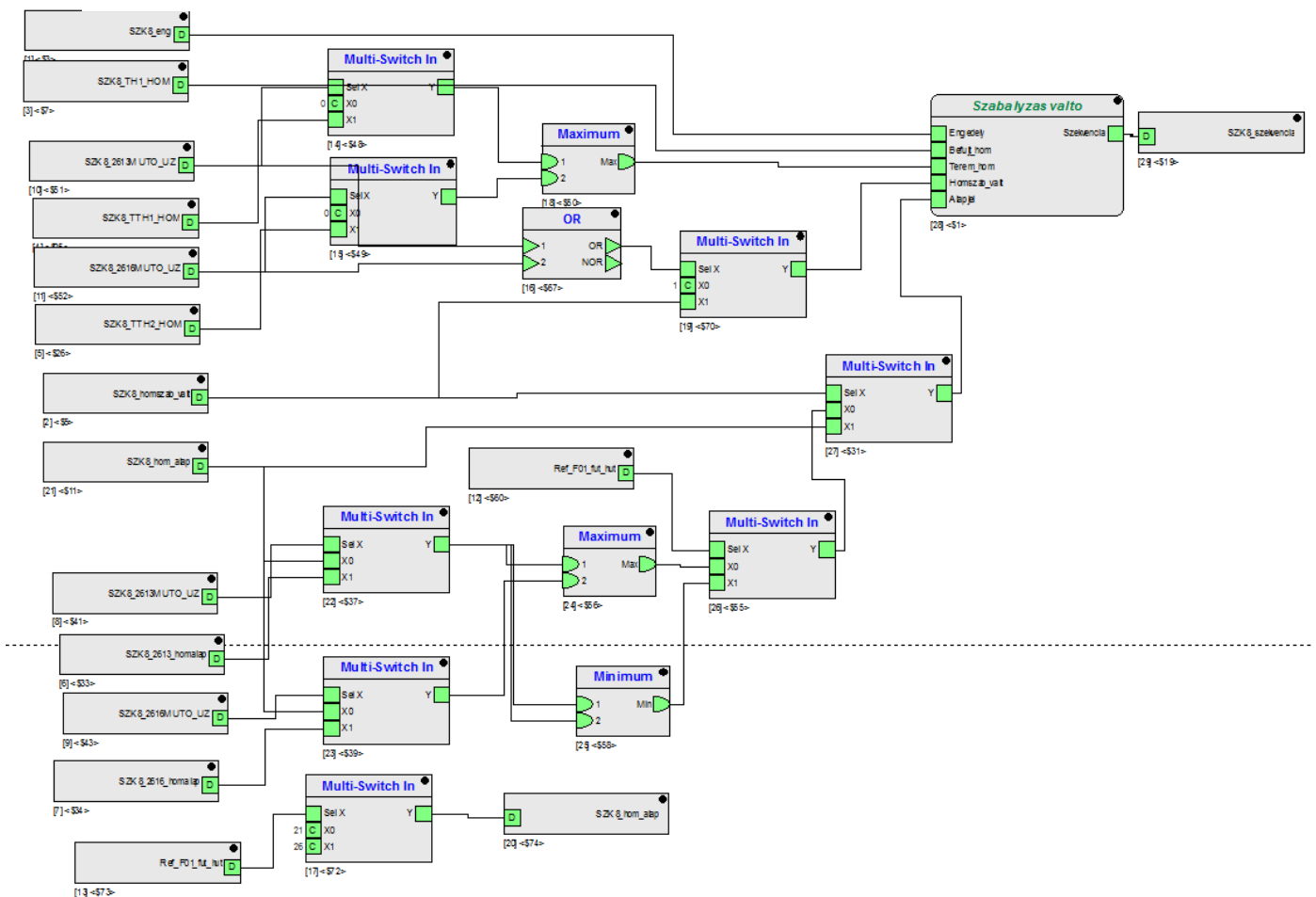
Hőmérséklet szabályzás

Egy műtő esetén rendkívül fontos az, hogy a hőmérséklet szabályzás pontos legyen és ne tudjanak kialakulni hőmérsékletingadozások a helységben. (30. ábra)

30. ábra

Hőmérséklet szabályzás

Forrás: Welltech belső hálózat



Esetünkben a hőmérséklet szabályzás fix alapjelre történik, ami azt jelenti, hogy egy megadott hőmérséklet alapjel szerint fogja a program alakítani a hőmérsékletet. Abban az esetben, ha éppen nem történik műtét a helységben, akkor a légkezelőben megtalálható egy befújt levegő

figyelésére szolgáló hőmérséklet érzékelő. Ha viszont aktívan műtét zajlik a helységben, akkor a helységben megtalálható hőmérő értékének figyelésével zajlik majd a szabályzás.

A hőmérséklet érzékelő folyamatos adatot szolgáltat a program felé, ezen érték alapján a program egy szelep szabályzásával meghatározza azt a vízmennyiséget, ami ideális a kívánt hőmérséklet eléréséhez.

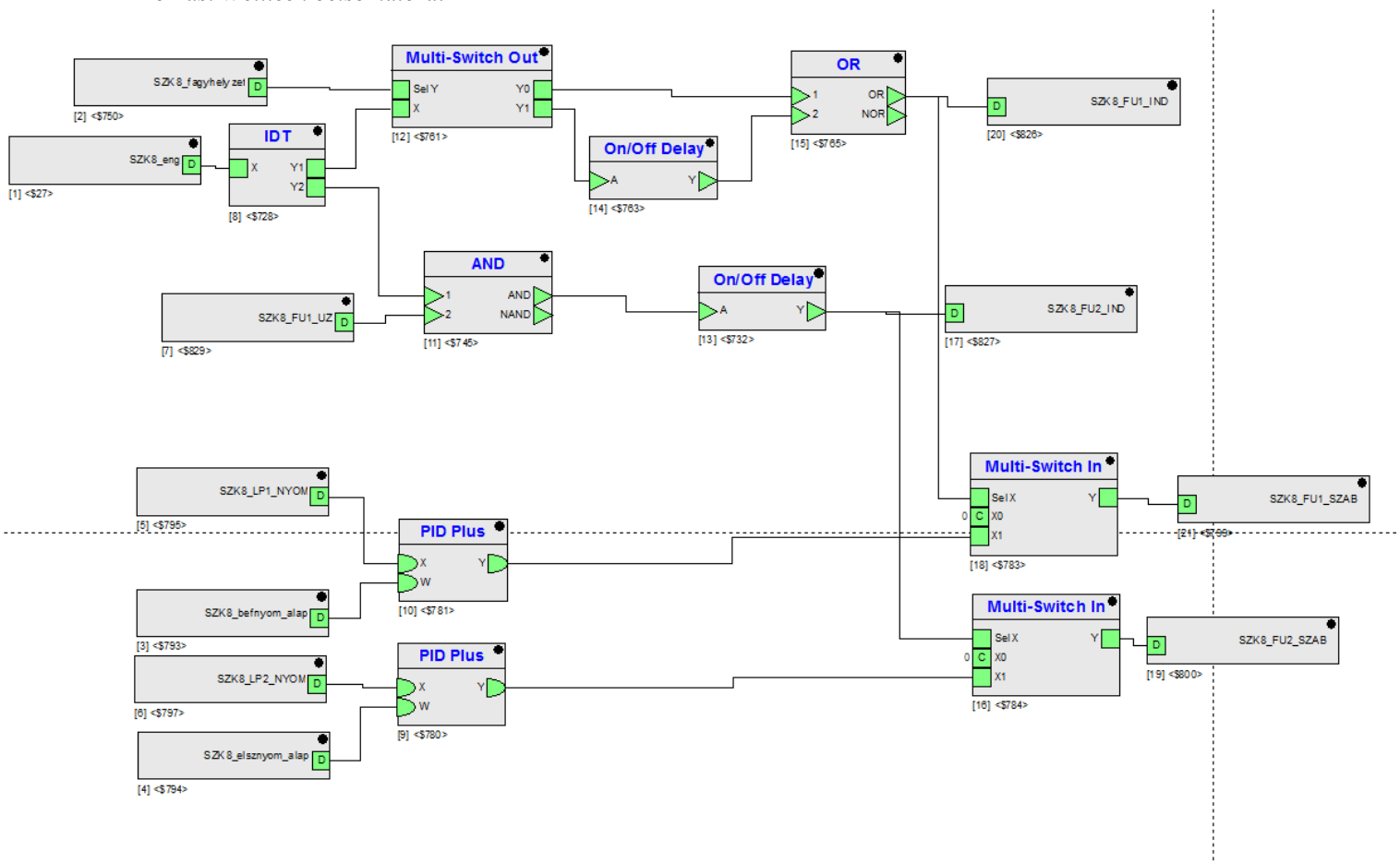
Ventilátorok működtetése

A ventilátorok működtetéséhez több feltételnek is teljesülnie kell. (31. ábra) Először is szükség van arra, hogy a légkezelő engedélyezve legyen a programban. Az engedély állapotának

31. ábra

Ventilátorok működtetése

Forrás: Welltech belső hálózat



meghatározása történhet időprogram szerint, mely pontosan meg fogja határozni azt, hogy a légkezelőnek milyen időszavokba kell működni vagy történhet kézi engedélyezéssel is az épületfelügyeleti központból. Ha megvan az engedélyünk, azaz működtetni szeretnénk a légkezelőt, abban az esetben, ha nincs fagyveszélyünk a rendszerben a ventilátorok el fognak indulni.

A ventilátoroknak egy meghatározott nyomást kell tartaniuk a befűjt- és az elszívott oldalon egyaránt. Ennek a nyomásnak a meghatározásához egy nyomás alapjelet veszünk segítségül. A nyomás alapjel egy meghatározott érték (pl.: 200 Pa). A ventilátorok mindig arra fognak törekedni, hogy a beállított nyomásértéket tartsák. A légszatórnában elhelyezkedik egy nyomástávadó készülék, melynek értékét a program folyamatosan figyeli. A visszakapott érték alapján a program kiszámolja azt, hogy mekkora teljesítményen kell járatni a motorokat, ahhoz, hogy a kívánt nyomásértékeket elérjük. A motorok fordulatszámának beállításáért a frekvenciaváltók felelnek, a program egyik analóg kimenetének használatával a frekvenciaváltó megkap egy 0- és 10V DC közötti értéket. Ennek alapján beállítja a motor fordulatszámát 0-és 100%-os tartományban.

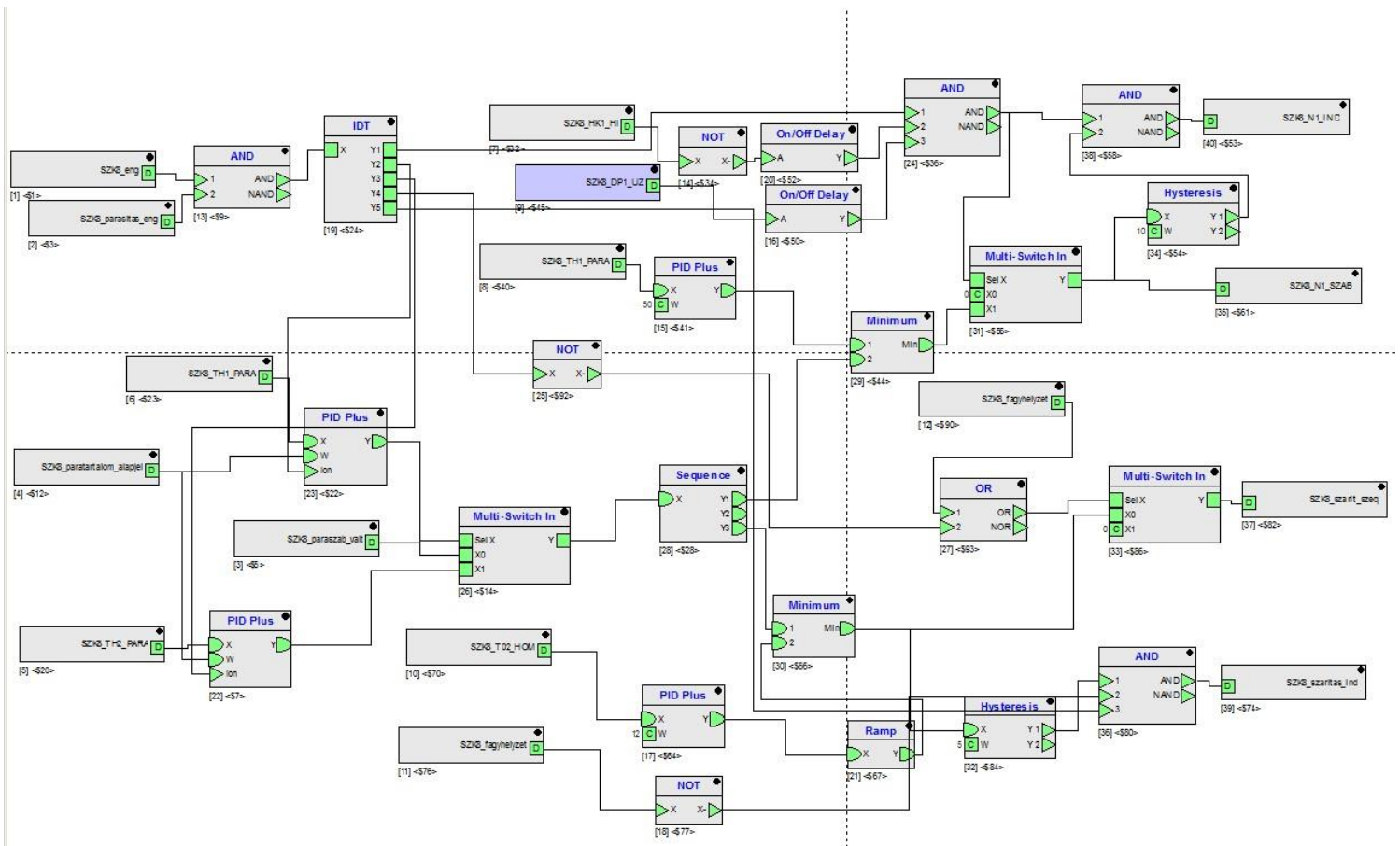
Páratartalom szabályzás

A páratartalom szabályzásnak kritikus szerepe van a műtőkben. (32. ábra) A Budai Irgalmasrendi Kórházban 40-50% közötti páratartalom tartás szükséges.

32. ábra

Páratartalom szabályzás

Forrás: Welltech belső hálózat



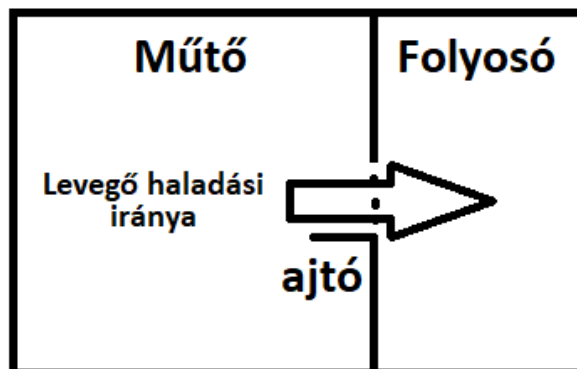
Ennek az értéknek a szinten tartásához a légkezelőben megtalálható egy nedvesítő berendezés. A nedvesítő feladata az, hogy a program szerint számolt páratartalmú levegőt előállítsa. A program úgy számolja ki a levegő nedvességtartalmának arányát, hogy figyeli az elszívott levegőben lévő páratartalmat. Ezen beérkezett érték által a program PID szabályzója meghatározza, hogy mekkora páratartalmú levegőt érdemes befűjni a kívánt értékek megvalósításához.

A legtöbb esetben télen nedvesíteni kell a levegőt, mivel szárazabb, ezzel ellentétben nyáron gyakran nagy a páratartalom a levegőben. Ilyen esetben a hűtési kaloriferrel történik meg a szárítás. Fontos megjegyezni, hogy a hűtési kaloriferrel való hűtés esetén kötelező az utófűtő használata. Erre azért van szükség, mivel szárításkor csökken a levegő páratartalma, viszont nagy mértékben le fog hűlni a befűjt levegő hőmérséklete. A nagy mértékben lehűlt levegőt az utófűtő segítségével felmelegítjük annak érdekében, hogy megfelelő hőmérsékletű levegőt fűjünk be a műtő helységekbe.

Nyomástartás

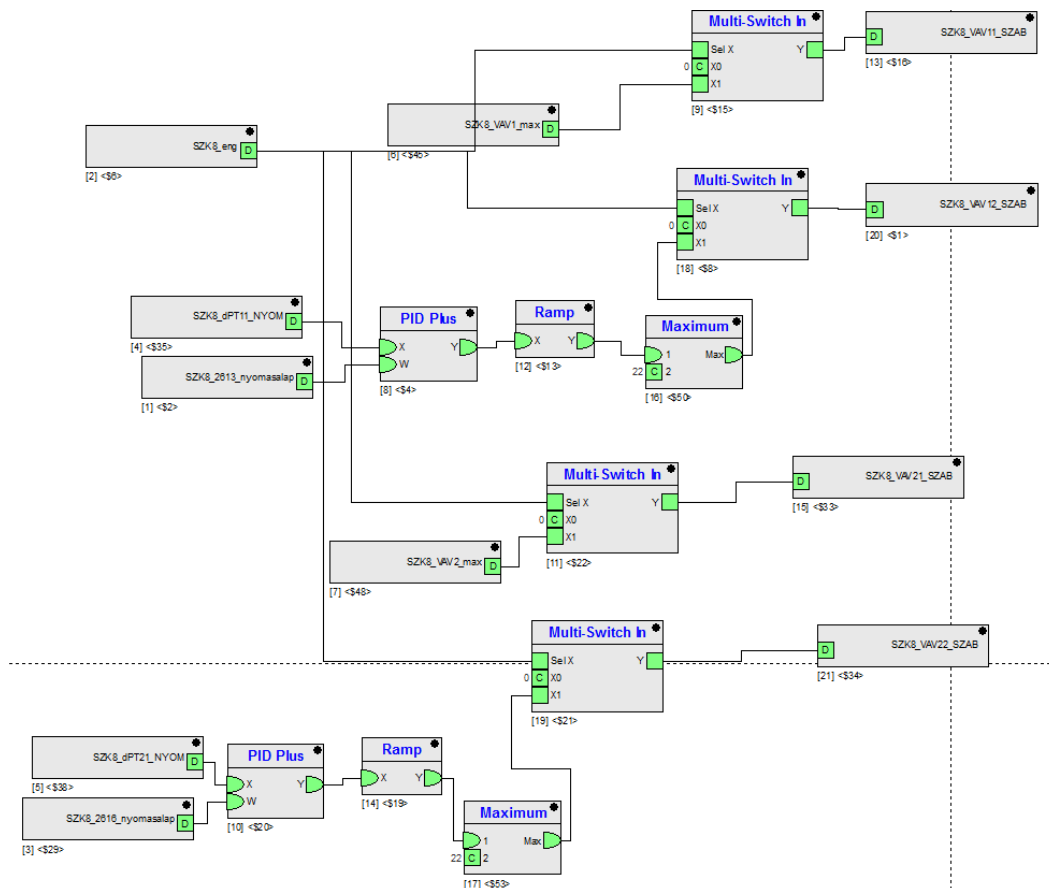
A Budai Irgalmasrendi Kórház műtő helységeiben a folyosóhoz képest túlnyomást kell tartani. Ennek azért van nagy jelentősége, mert egy műtői környezetben minden eszköznek sterilnek kell lennie, ezzel elkerülve a fertőzések és egyéb egészségügyi problémák kialakulását. Ha a műtőkben egy túlnyomásos teret hozunk létre, akkor ezzel el tudjuk kerülni azt, hogy a folyosóról bármilyen szennyeződés a műtő területére bekerüljön. Ezt az alábbi ábrán (33. ábra) szemléletesebben is bemutatom.

33. ábra
Levegő iránya
Forrás: Saját szerkesztés



Az előző Ventilátoros egységben említettem, hogy a befűvő ventilátorok fix alapjelre dolgoznak, ami alapján egységes légmennyiséget szállítanak. A befűjt levegő mértékét az úgynevezett VAV zsaluzozgató motorok (34. ábra) szabályák meg.

34. ábra
VAV szabályzás
Forrás: Welltech belső hálózat



Azért van szükség ezen motorok használatára, mivel az ajtókat aktívan használják a helységben. Ennek hatására folyamatosan változnak a nyomásértékek a folyosó és a műtő között. A VAV-ok segítségével folyamatosan meg tudjuk valósítani a 15-20 Pa értékű túlnyomást a műtőkben. Ez úgy tud megfelelően működni, hogy a nyomástávadó segítségével a program figyeli a műtő és a folyosó közötti nyomás értékét. Ennek az értéknek a felhasználásával a controller 0-10V-os szabályzással megadja a VAV-oknak a megfelelő értéket 0 és 100% között.

Tűz eseti működés

A legtöbb helyzetben a légtechnikák a tűzjelzés esetén megálnak, annak érdekében, hogy el tudjuk kerülni a tűz tovább terjedését a tűzszakaszhatárok között. A Budai Irgalmasrendi Kórházban azonban többféle tűzjelzésről beszélhetünk. Elsőként előfordulhat egy úgynevezett „szumma” tűzjelzés. Ez a jelzés egy általános tűzjelzést akar kifejezni és akkor lesz aktív, ha

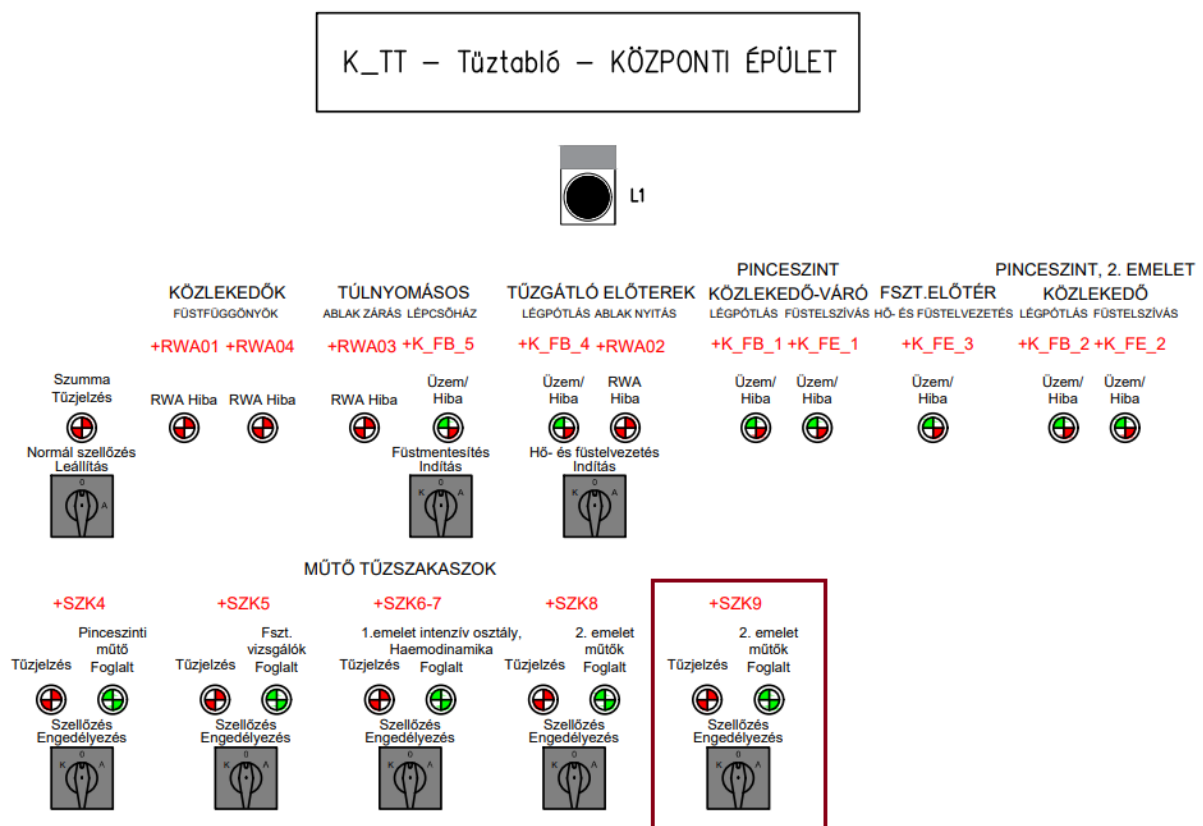
az épület bármely zónájából tűzjelzés érkezik. A szumma tűzjelzéstől sokkal specifikusabb a kiemelt zónákból érkező tűzjelzés. Ebből következtetve megállapíthatjuk, hogy a műtők a kiemelt zónákhoz tartoznak.

A műtő légkezelők esetében elvárt követelmény az, hogy aktív szumma tűzjelzés esetén is működtetni kell a gépeket. Ezt láthatjuk az alábbiakban beszúrt tűzabló képén is. (35. ábra), Tehát amikor a műtő led zölden világít (aktívan műtés zajlik), abban az esetben a légtechnika szumma tűzjelzésre nem fog megállni.

35. ábra

Műtő foglalt jelzés

Forrás: Welltech belső hálózat



Ennek a biztonságok működése azért tud megvalósulni, mivel a légkezelő légcatornái ugyanabban a tűzszakaszhatárban helyezkednek el, mint a műtő helység. A műtő légkezelőket csak abban az esetben szabad megállítani, ha ugyanabból a tűzszakaszhatárból érkezik tűzjelzés, mint amiben a műtő helység található.

A program tesztelése, ellenőrzése

A légkezelő beüzemelése után megrendelői kérés alapján 1-1 hét próbaüzemet tartottuk annak érdekében, hogy megbizonyosodjunk arról, hogy minden gép megfelelően, a kért paraméterek alapján működik. A próbaüzem során az épületfelügyeleti rendszerben beállítottam az adatpontok trendelését, ami azt jelenti, hogy minden analóg adatpontokról a rendszer meghatározott időközönként feljegyzést készít, melyet természetesen bármikor meg lehet tekinteni az épületfelügyeleti rendszerben.

Az első egy hetes próbaüzem során az eredmények alapján el kellett végezni kisebb módosításokat a programban, melyeket a megrendelővel, építésvezetéssel közösen beszéltem meg. Ilyen módosítás volt például a frekvenciaváltók felfutásának idejének gyorsítása.

A második próbaüzem során ismét kinyertem a naplózott értékeket az épületfelügyeleti rendszerből, és továbbítottam az építésvezetés felé. Szerencsére a kért módosítások az elvárt feltételeknek megfelelően működtek, a megrendelők meg voltak elégedve a légtechnika működésével.

4. PROJEKTMENEDZSMENT MUNKA BEMUTATÁSA

4.1 A légkezelő üzembe helyezésének folyamata

4.1.1 Tervezés

- A kórház bejárása a projekt kivitelezésének megkezdése előtt, légkezelő pontos fizikai helyének kiválasztása
- Villamos tervek elkészítése
- Gépészeti tervek elkészítése
- Kapcsolószekrény terveinek elkészítése
- Tervek ellenőrzése, esetleges módosítások átbeszélése, kivitelezése
- Kooperációk szervezése, kivitelezés tervezése
- Költségtervezés
- Időtervezés, tartalékidő kiszámítása
- Erőforrás tervezés
- Kockázat elemzés
- Erőforrás tervezés

4.1.2 Kivitelezés

- Kapcsolószekrény legyártása
- Nyomvonal kiépítése
- Kábelezés megvalósítása
- Programozás kivitelezése
- Légkezelő összeszerelése
- Légkezelőben megtalálható eszközök gépek beépítése
- Terepi eszközök bekötése a kapcsolószekrénybe
- Kapcsolószekrény beüzemelése
- Légtechnika beüzemelése

4.1.3 A projekt lezárása

- Műszaki ellenőr meggyőződik a pontos működésről, esetleges kérések kielégítése

- Légtechnika működésének utolsó ellenőrzése, kérés esetén a kívánt módosítások végrehajtása
- Légtechnika pontos működéséről egyszeri oktatás megtartása az üzemeltetés részére
- Végszámla kiállítása

4.2 Időtervezés

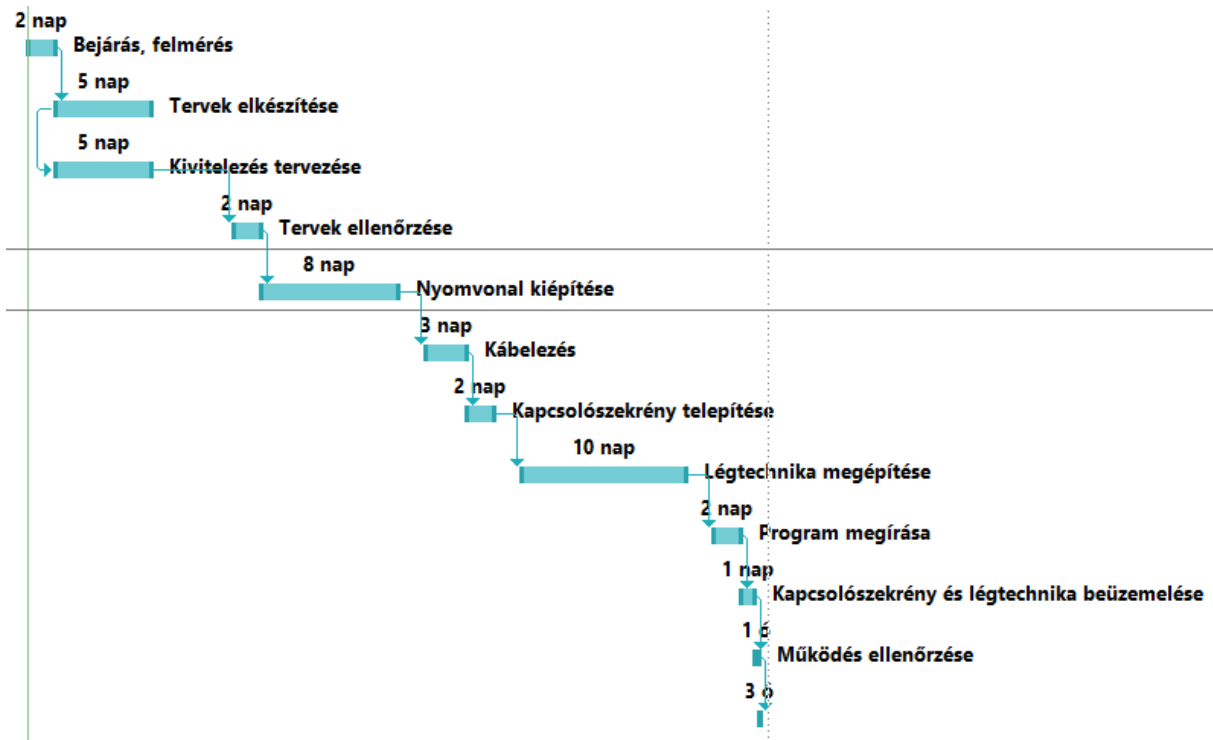
A légtechnika üzembe helyezésének időtervezését fogom bemutatni, bal oldalt találhatóak meg a tevékenységek, jobb oldalt pedig a tevékenységekhez tartozó szükséges időtartamot jelenítettem meg, ezen paramétereket mutatja be a következő táblázat.

2. táblázat: Időtervezés

Tevékenység neve	Időtartam (nap, óra)
Bejárás, felmérés	2 nap
Tervek elkészítése	5 nap
Kivitelezés tervezése	5 nap
Tervek ellenőrzése	2 nap
Nyomvonal kiépítése	8 nap
Kábelezés	3 nap
Kapcsolószekrény telepítése	2 nap
Légtechnika megépítése	10 nap
Program megírása	2 nap
Kapcsolószekrény és légtechnika beüzemelése	1 nap
Működés ellenőrzése	1 ó
Oktatás	3 ó

Az alábbiakban beszúrt Gantt-diagramon (36. ábra) megfigyelhető, hogy 1 kivétellel az összes tevékenység Kezds-befejezés kapcsolatban van egymással, tehát az adott tevékenység csak akkor kezdődhet el, ha az előtte lévő már befejeződött. A tervek elkészítése és a kivitelezés tervezésénél észrevehető, hogy ezen tevékenységek kezdés-kezdés kapcsolatban vannak egymással, tehát lebonyolításuk párhuzamosan megkezdődhet.

36. ábra
 Gantt-diagram
 Forrás: Saját szerkesztés



Az erőforrás tervezést a Gantt-diagram segítségével hajtottam végre.

3. táblázat: Emberi erőforrás tervezés

Tevékenység neve	Végrehajtó személy(ek) munkaköre	Személyek száma (db)	Időtartam(nap)
Bejárás, felmérés	Főmérnök	1	1 nap
Tervek elkészítése	Tervező mérnök	1	5 nap
Kivitelezés tervezése	Projektvezető	1	3 nap
Tervek ellenőrzése	Projektvezető	1	2 nap
Nyomvonal kiépítése	Alvállalkozó	3	4 nap
Kábelezés	Alvállalkozó	3	3 nap
Kapcsolószekrény telepítése	Alvállalkozó	3	2 nap
Légtechnika megépítése	Alvállalkozó	3	6 nap
Program megírása	Automatizálási mérnök	1	2 nap
Kapcsolószekrény és légtechnika beüzemelése	Automatizálási mérnök, technikus	2	1 nap

Működés ellenőrzése	Automatizálási mérnök, technikus	2	1 ó
Oktatás	Automatizálási mérnök	1	3 ó

4.3 Költségtervezés

A Budai Irgalmasrendi Kórház SZK9 es légkezelőjének költségeit fogom bemutatni ebben a fejezetben. A költségeket 3 nagy csoportra bontottam fel:

- Erőforrások költségei
- Anyagköltségek
- Szolgáltatási költségek

A feltüntetett árak minden esetben bruttó értékek.

4.3.1 Erőforrások költségei

A következő táblázatban figyelhetőek meg az egyes erőforrások óradíja, dolgozott óraszám, a munkában részt vett személyek száma, valamint az összes költség. Az összes költség kiszámításának képlete: $K_{\text{összes}} = x * y * z$, ahol:

x: óradíj forintban

y: dolgozott időtartam (órákban)

z: dolgozó(k) száma (db)

4. táblázat: Erőforrások költségei

Személy(ek) munkaköre	Óradíj (Ft/óra)	Dolgozott időtartam (óra)	Személy(ek) száma(db)	Összes költség (Ft)
Főmérnök	12000	8	1	96.000
Tervező mérnök	9000	40	1	360.000
Projektvezető	8000	40	1	320.000
Alvállalkozó	5700	120	3	2.052.000
Automatizálási mérnök	6990	28	1	195.720
Technikus	5000	9	1	45.000
Emberi erőforrások összes költsége (Ft)	-	-	-	3.068.720

4.3.2 Légtechnika anyagköltségei

A következő táblázatban a légtechnika anyagköltségei láthatóak tételesen felsorolva.

5. táblázat: Anyagköltségek

Anyag megnevezése	Darabszám (db)	Ft/db	Ár összesen (Ft)
Légtechnika szerkezeti elemei	1	5.899.000	5.899.000
Zsalumozgató motor, zsalu	2	128.990	257.980
Hőmérséklet érzékelő	6	17.995	107.970
Közvetítő közeges hővisszanyerő	1	564.990	564.990
Ventilátor	2	764.399	1.528.798
Frekvencia váltó	2	546.765	1.093.530
Szivattyú	3	94.567	283.701
Szelepmozgató motor, szelep	4	87.980	351.920
Szűrő	3	17.990	53.970
Nedvesítő	1	2.070.000	2.070.000
Higrosztát	1	74.325	74.325
Páratartalom érzékelő	2	25.678	51.356
Nyomáskülönbség kapcsoló	6	9876	59.256
Kalorifer	5	315.068	1.575.340
Fagyvédő termosztát	1	45.678	45.678
Ár összesen (Ft)	-	-	14.017.814

A légtechnikához tartozó kapcsolószekrény összesített költségét, valamint a kontrollerhez tartozó licenz díját fogom felsorolni az alábbi táblázatban.

6. táblázat: További anyagköltségek

Tétel megnevezése	Ár (Ft)
MKMCC3_3 kapcsolószekrény	4.897.653
Szoftver licence	398.799
Ár összesen (Ft)	5.296.452

4.3.3 Szolgáltatások költségei

A szolgáltatások költségeit az alábbi táblázat szemlélteti.

7. táblázat: Szolgáltatások költségei

Tétel megnevezése	Ár (Ft)
-------------------	---------

Kapcsolószekrény gyártmányterveinek elkészítése	78.990
PLC program megírása	156.876
PLC grafikai képek elkészítése	33.999
Érintésvédelmi mérések elvégzése, dokumentálása	41.999
Megvalósulási tervek, átadási tervdokumentáció készítése	25.990
Kezelőszemélyzet oktatása	57.890
Ár összesen (Ft)	395.744

4.4 A munka árazása

Az SZk9-es légkezelő összes költsége a következő táblázatban tekinthető meg. Fontos megjegyezni, hogy az itt feltüntetett árak még a pandémia előtti költségvetés kalkulációit mutatja be. A következő fejezetben bemutatom, hogy ezen árakat hogyan módosította a koronavírus megjelenése.

8. táblázat: Pandémia előtti összesített költségek

Költség megnevezése	Ár (Ft)
Erőforrások összes költsége	3.068.720
Anyagköltségek	19.314.266
Szolgáltatás költségei	395.744
Költségek összesen (Ft)	22.778.730

4.5 Prognosztizáció

A Budai Irgalmasrendi Kórház kivitelezésének nagy része a koronavírus okozta pandémia időszakában történt meg. A koronavírus gyökeresen megváltoztatta a kivitelezés menetét és a határidőkből is kezdett kicsúszni a projekt. Ennek nagyon sok esetben az volt az oka, hogy a kivitelezők által megrendelt anyagmennyiség nem érkezett meg időben az építkezésre, mely felborította a projekt kivitelezésének menetét.

A másik fő ok pedig az anyagköltségek megváltozása. A koronavírus megjelenése után drasztikusan megnövekedtek az anyagköltségek. Ezt főként a határok lezárása, a gyárak leállása és a megnehezített áruszállítás okozta.

Az áremelkedés miatt sok céget, a Welltech ZRt-vel együtt fenyegetett a veszteségesség kockázata. Hamar kiderült, hogy a pandémia előtti árakkal a projektet nem lehet megvalósítani. Pontosán emiatt prognosztizációs szerződés jött létre. Hosszas tárgyalások után sikerült megegyezésre jutnia a feleknek és közös megegyezés alapján 16%-kal megemelték a projekt teljes költségvetésének összegét. A következő táblázatban bemutatom a költségvetés megváltozott összegeit a prognosztizációs szerződés után.

9. táblázat: Pandémia utáni összesített költségek

Költség megnevezése	Ár (Ft)
Erőforrások összes költsége	3.559.715
Anyagköltségek	22.404.548
Szolgáltatás költségei	459.063
Költségek összesen (Ft)	26.423.326

4.6 A profit kalkulálása

4.6.1 Anyagköltségek profitja

A következő táblázatban bemutatom az anyagköltségek profitjának számítását. Természetesen ez már a prognosztizáció utáni áremelkedéssel lett kikalkulálva.

10. táblázat: Légkezelő anyagkölségeinek profitja

Anyag megnevezése	Darabszám	Ft/db	Beszerezési ár (Ft)	Eladási ár (Ft)	Árrés (Ft)	Árrés (%)
Légtechnika szerkezeti elemei	1	6.842.840	5.775.638	6.842.840	1.067.202	15,6
Zsalumozgató motor, zsalu	2	149.628	256.358	299256	42.898	14,3
Hőmérséklet érzékelő	6	20.874	107.646	125245	17.599	14,1
Közvetítő közeges hővisszanyerő	1	655.388	545.033	655.388	110.355	16,8
Ventilátor	2	886.702	1.560.663	1.773.406	212.743	12,0
Frekvencia váltó	2	634.247	1.055.703	1.268.495	212.792	16,8
Szivattyú	3	109.697	280.834	329.093	48.259	14,7
Szelepmozgató motor, szelep	4	102.056	370.928	408.227	37.299	9,1
Szűrő	3	20.868	57.986	62.605	4619	7,4
Nedvesítő	1	2.401.200	2.179.638	2.401.200	221.562	9,2
Higrosztát	1	86.217	75.954	86.217	10.263	11,9
Páratartalom érzékelő	2	29.786	52.819	59.573	6754	11,3
Nyomáskülönbség kapcsoló	6	11.456	57.754	68.736	10.982	16,0
Kalorifer	5	365.478	1.575.151	1.827.394	252.243	13,8
Fagyvédő termosztát	1	52.986	46.398	52.986	6588	12,4
Profit összesen (Ft)	-	-	13.998.503	16.260.661	2.262.158	13,9

Ha megvizsgáljuk a táblázat értékeit, akkor kijelenthetjük, hogy a szűrőkön van a legkisebb haszna a cégnek és a közvetítő közeges hővisszanyerőn keletkezik a legmagasabb árrés.

Az átlagos árrés, amivel a Welltech dolgozik az a százalékos értékek átlagából kiszámolva 13,03%.

Ami a kapcsolószekrényt és a licenszeket illeti, itt is érvényes a prognosztizáció által kialakuló 16%-os többlet költség. Ezen anyagok profitját fogom megjeleníteni az alábbi táblázatban.

11. táblázat: További anyagkölségek profitja

Tétel megnevezése	Beszerezési ár (Ft)	Eladási ár (Ft)	Árrés (Ft)	Árrés (%)
MKMCC3_3 kapcsolószekrény	4.876.599	5.681.277	804.678	14,2
Szoftver licence	316788	462606	145.818	31,5
Profit összesen (Ft)	5.193.387	6.143.883	950.496	15,5

4.6.2 Emberi erőforrás profitja

Az emberi erőforrások profitjának alakulását a 12. táblázatban figyelhetjük meg. Az összes költség kiszámításához természetesen felhasználtam az emberi erőforrás tervezés táblázat adatait (személy(ek) száma és órák száma). A táblázatból megfigyelhető, hogy a főmérnök munkáján van százalékosan a legnagyobb árrés, a technikusok munkáján pedig a legkevesebb. Forintban viszont az alvállalkozók munkáján jelenik meg a legnagyobb árrés.

12. táblázat: Emberi erőforrások profitja

Személy(ek) munkaköre	Óradíj a megrendelőknek (Ft/óra)	Óradíj a Welltech-nek (Ft/óra)	Összes költség a megrendelőnek (Ft)	Összes költség a Welltech-nek (Ft)	Árrés (Ft)	Árrés (%)
Főmérnök	13.920	8700	111.360	69.600	41.760	37,5
Tervező mérnök	10.440	6960	417.600	278.400	139.200	33,3
Projektvezető	9280	6380	371.200	255.200	116.000	31,2
Alvállalkozó	6612	5103	2.380.320	1.837.080	543.240	22,8
Automatizálási mérnök	8108	6263	227.024	175.364	51.660	22,7
Technikus	5800	4639	52.200	41.751	10.449	20
Profit összesen (Ft)	-	-	3.559.704	2.657.395	902.309	25,3

4.6.3 Szolgáltatások profitja

A szolgáltatások profitja a következő táblázatban figyelhető meg. A megrendelőknek a PLC program megírásáért kellett a legtöbb pénzt kifizetni.

13. táblázat: Szolgáltatások profitja

Tétel megnevezése	Ár Megrendelőnek (Ft)	Ár Welltech-nek (Ft)	Árrés (Ft)	Árrés (%)
Kapcsolószekrény gyártmányterveinek elkészítése	91.628	76.070	15.558	16,9
PLC program megírása	181.976	89.202	92.774	50,9
PLC grafikai képek elkészítése	39.439	24.360	15.079	38,2
Érintésvédelmi mérések elvégzése, dokumentálása	48.719	41.733	6986	14,3

Megvalósulási tervek, átadási tervdokumentáció készítése	30.148	23.895	6253	20,7
Kezelőszemélyzet oktatása	67.152	11.600	55.552	82,1
Profit összesen (Ft)	395.744	266.860	128.884	32,5

4.6.4 Összes profit

Az összes profit alakulása a 14. táblázatban figyelhető meg. A táblázat alapján tisztán látható, hogy az anyagkölségeken tudott a legmagasabb profitot realizálni a cég, a szolgáltatásokon pedig a legkevesebbet.

14. táblázat: Összes profit

Profit megnevezése	Profit (Ft)
Anyagkölségek profitja összesen	3.212.653
Szolgáltatások profitja összesen	128.884
Emberi erőforrások profitja összesen	902.309
Összes profit	4.243.846

A profitok százalékos eloszlását a következő ábra (37. ábra) mutatja.

37. ábra

Összes Profit eloszlása

Forrás: Saját szerkesztés



5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Ahogy már korábban említettem A Budai Irgalmasrendi Kórház építésének megkezdése 2019-ben kezdődött meg és sajnos a mai napig nem zárult le teljes mértékben a projekt. A projekt kivitelezési szakaszában 2020 márciusában a koronavírus okozta pandémia nagy mértékben megnehezítette a projektnek ezt a fázisát.

A koronavírus hatására a tervezett mérföldköveket nem tudták a vállalkozók időben teljesíteni és így a projekt súlyos csúszásban szenvedett. A vírus gazdaságilag is nagy mértékben megváltoztatta a projekt lebonyolítását, az árak az egekbe szöktek, ezáltal megnehezítve a vállalkozók profitjának megvalósulását.

Sok céghez hasonlóan a Welltech-et is veszélyeztette a ráfizetés kockázata. Ennek elkerülése végett közös megegyezés alapján prognosztizációs szerződéskötés valósult meg.

A saját tapasztalatom alapján ki lehet jelenteni, hogy a Budai Irgalmasrendi Kórház egy bonyolult projekt volt számomra sok szempontból.

Először is ezen projekt előtt nem foglalkoztam soha műtő légkezelő beüzemeléssel, amely sok szempontból egyedi megoldásokat kíván egy hagyományos légkezelőhöz képest.

Másodszor természetesen a koronavírus nem csak a gazdaságot alakította át, hanem a beüzemelések menetét is. A generál kivitelező által meghozott szabályok betartására minden esetben figyelni kellett, ami sokszor kellemetlenségeket tudott okozni, nehezebbé vált a beüzemelés.

Véleményem szerint rendkívül sokat fejlődtem ebben az időszakban, sok új dolgot kellett megtanuljak a gépészeti rendszerekkel kapcsolatban, valamint a kommunikációs készségeim is nagy mértékben javultak a kivitelezés során.

Van ugyanakkor néhány dolog, amit utólag másképpen hajtottam volna végre, például megtanultam, hogy minden esetben egyeztetni kell az építésvezetőkkel, megrendelőkkel a rendszer pontos működésével kapcsolatban, mert bizony sok esetben utólag egyedi kérésekkel fordulnak a beüzemelők felé, ami utólagos plusz munkát jelent. Tovább arra is rájöttem, hogy mindig hagyni kell időt a rendszer működésének visszaellenőrzésére, ugyanis a beüzemelés után is kiderülhetnek apróbb hibák, melyek megmagyarázása, javítása a projekt előrehaladtával kellemetlen szituációkhoz tud vezetni.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Diplomadolgozatom megírásának célja azt volt, hogy elmélyítsem ismereteimet egy légkezelő rendszer üzembe helyezésének menetét, műszaki és gazdasági irányból. Ebből kifolyólag választottam témámnak: „Légkezelő szabályzó rendszer tervezése PLC segítségével”. Szerencsére a projekt kivitelezésén részt tudtam venni, ezáltal testközelből tudtam végig követni a projekt folyamatait.

Diplomadolgozatom első egységében általánosságban ismertettem az épületautomatikát, valamint jelentőségét napjainkban. Ezt követően bemutattam a Welltech ZRt. főbb tevékenységi köreit. Ezután a PLC vezérlőeszközöket definiáltam, valamint betekintést nyújtottam a szabályzás- és vezérléstechnika alapjaiba. Az épületautomatika felhasználása egységben szemléltettem a légtechnikák általános felépítését, valamint a bennük elhelyezkedő gépeket, érzékelőket. Ezt követően röviden összefoglaltam a tűzvédelem jelentőségét. Ezután a műszaki projektmenedzsment főbb eszközeit mutattam be, többek közt először a projekt definiálását, a kommunikáció jelentőségét, a kockázatelemzést, minőségellenőrzést, költségtervezést és végül a Gantt-diagramot.

Diplomadolgozatom második felében általánosságban bemutattam az általam kiválasztott projekt jellemzőit. A következő fejezetben ismertettem a projektben alkalmazott PLC kiválasztásának fő okait, specifikációit, valamint a controllerrel kommunikáló modulok tulajdonságait, felhasználásukat a gyakorlatban. Ezt követően szemléltettem azt a számítási módszert, mely ahhoz kell, hogy pontosan ki tudjuk számítani az általam kiválasztott légtechnika működéséhez szükséges adatpontok számát. A módszer bemutatása után kiszámoltam a kellő adatpont mennyiségét az SZK9-es légkezelő esetében. Ezt a fejezetet követte a műtő légtechnikától elvárt peremfeltételek bemutatása, majd ezen peremfeltételek gyakorlati megvalósítása. Ezeket követően betekintést nyújtottam a cég által használt program felépítésébe, majd bemutattam az általam megírt légtechnikai program pontos működését tételesen szétválasztva. Ezt a fejezetet követte a légkezelő üzembe helyezésének folyamata, melyben leírtam ezen eljárásnak főbb egységeit. Diplomadolgozatom utolsó fejezeteibe bemutattam a projekt kivitelezéséhez szükséges időtervet, költségtervet, erőforrás tervezést, majd legvégül a munka teljes árazását és a profit alakulását.

Diplomamunkámmal átfogó képet szemléltettem a légkezelők programjának tervezéséről, gazdasági és műszaki háttéréről egyaránt.

7. SUMMARY

The aim of writing my thesis was to deepen my knowledge of the technical and economic aspects of the commissioning of an air handling system. For this reason, I chose it as my topic: "Design of an air management control system using PLC". I was fortunate to be able to participate in the execution of the project, which allowed me to follow the project's progress at first hand.

In the first unit of my thesis I gave a general introduction to building automation and its importance today. Then I presented the main activities of Welltech ZRt. Then I defined PLC control devices and gave an insight into the basics of control engineering. In a unit on the use of building automation, I illustrated the general structure of air handling systems and the machines and sensors they contain. I then briefly summarised the importance of fire protection. I then presented the main tools of technical project management, including firstly project definition, the importance of communication, risk analysis, quality control, cost planning and finally the Gantt chart.

In the second part of my thesis, I presented the characteristics of the project I chose in general. In the next chapter, I described the main reasons for choosing the PLC used in the project, its specifications, the properties of the modules communicating with the controller and their use in practice. After that, I illustrated the calculation method needed to calculate the exact number of data points required to operate the air handling system I have chosen, and after presenting this method, I calculated the amount of data points required for the air handler SZK9. This chapter was followed by a presentation of the boundary conditions expected from the operating theatre air technique and then the practical implementation of these boundary conditions. I then gave an insight into the architecture of the program used by the company, and then presented the exact operation of the air technology program I wrote, item by item. This chapter was followed by the commissioning process of the air handler, in which I described the main units of this procedure. In the final chapters of my thesis, I presented the time schedule, cost plan, resource planning, profit and finally the overall pricing of the work.

With my thesis I have presented a comprehensive picture of the design, economical and technical background of the air handlers programme.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Aström, K. J., 2002. [Online]
Available at: <https://www.cds.caltech.edu/~murray/courses/cds101/fa02/caltech/astrom-ch6.pdf>
- Alphonsus, E. R. & Abdullah, . M. O., 2016. A review on the applications of programmable logic controllers (PLCs). *Elsevier*, pp. 1185-1205.
- Bíró, A., 2015. [Online]
Available at: <https://slideplayer.hu/slide/2094849/>
[Hozzáférés dátuma: 14 03 2024].
- Bolton, W., 2015. *Programmable Logic Controllers*. Oxford: Elsevier.
- Csáki, I., Kalmár, F. & Kalmár , T., 2013. *Épületechnikai rendszerek diagnosztikája és üzemeltetése*. Budapest: TERC.Kft.
- Daikin, 2019. [Online]
Available at: https://www.daikin.hu/hu_hu/termekcsaladok/air-handling-units.html
- Dibowski, H., Ploennings, J. & Kabitzsch, K., 2010. Automated Design of Building Automation Systems. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, pp. 3606 - 3613.
- Domingues , P., Carreira, P., Vieira, R. & Kastner , W., 2016. Building automation systems: Concepts and technology review. *Elsevier*, pp. 1-12..
- Ferenczi , I., 2017. *PLC programozási alapismeretek*, Nyíregyháza: Nyíregyházi Egyetem.
- Főiskola, E., 2014. *HVAC rendszerek*. hely nélk.:Edutus Főiskola.
- Heim, L., 1970. *A szabályozástechnika kézikönyve*. hely nélk.:Műszaki könyvkiadó.
- Honeywell, 2019. [Online]
Available at: <https://prod-edam.honeywell.com/content/dam/honeywell-edam/hbt/en-us/documents/literature-and-specs/datasheets/bms-from-hco-030923/hbt-bms-en0z0979-ge51r1219.pdf>
[Hozzáférés dátuma: 15 03 2023].
- Honeywell, dátum nélk. *Engeneering manual of automatic control dor commercial buildings*. USA: Honeywell.
- Horyński, M., Pietrzyk, W. & Boguta, A., 2012. A model of an energy effi cient building automation system. *ECONTECHMOD. AN INTERNATIONAL QUARTERLY JOURNAL*, pp. 41-45.
- Jarjabka, Á., 2020. *Projektmenedzsment Ismeretek*. Pécs: ismeretlen szerző
- Junkes, M. B., Tereso , A. P. & Afonso, . P. S., 2015. The Importance of Risk Assessment in the Context of Investment Project Management: A Case Study. *Elsevie*, pp. 902-910.
- Liu, Z. G., Makar, J. M. & Kim, A. K., 2002. Network-Based Real-time Integrated Fire. *CABA Information Series*, pp. 1-18..

- Lowery, E. & Sorenson, J., 2015. *BUILDING AUTOMATION*, hely nélk.: Primera.
- Maylor, H., 2001. *European Management Journal*. hely nélk.: ismeretlen szerző
- Microsoft, 2021. *Adatok ábrázolása Excel programbeli Gantt-diagramon*. [Online]
Available at: <https://support.microsoft.com/hu-hu/office/adatok-%C3%A1br%C3%A1zol%C3%A1sa-excel-programbeli-gantt-diagramon-f8910ab4-ceda-4521-8207-f0fb34d9e2b6>
[Hozzáférés dátuma: 19 03 2024].
- Min, K. T. és mtsai., 2018. Smart home air filtering system: A randomized controlled trial for performance evaluation. *Elsevier*, pp. 62-75.
- Mitra, A., 2016. *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc..
- Munns, A. & Bjeirmi, B., 1996. The role of project management in achieving project success. *Elsevier*, pp. 81-87.
- Nicholas, J. M. & Steyn, H., 2020. *Project Management for Engineering, Business and Technology*. London: Routledge.
- PestBuda, 2020. [Online]
Available at:
https://pestbuda.hu/cikk/20201011_a_budai_irgalmasrendi_korhaz_uj_epuletszarnyaban_mar_folyik_a_betegellatas
[Hozzáférés dátuma: 24 03 2024].
- Varga, L., 2019. [Online]
Available at: https://moodle.jrobi.hu/BOCI/moodle/Automatika/Szabalyozas_es_vezerles.pdf
- Verbai, Z., Kalmár, T. & Kalmár, F., 2013. *Épülettechnikai rendszerek és rendszerelemek*. Budapest: TERC Kft..
- Zephron, 2021. [Online]
Available at: <https://szurestechnika.com/termek/legszurok/legtechnikai-szurok/#compact-legszuro>
- Zulch, B., 2014. Leadership Communication in Project Management. *Elsevier*, pp. 172-181.

9. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet nyilvánítani Ifj. Valenta Lászlónak, A Welltech ZRt termelési igazgatójának, és Dr. Gergely Zoltán Albert Tanár Úrnak, a MATE Műszaki Intézet egyetemi adjunktusának.

Mint minden diplomadolgozat megírásánál, az enyémnél is voltak gördülékenyebb szakaszok és bizony előfordultak olyan helyzetek is, amikor nehézségek alakultak ki. Szerencsére a kitartó közös munkával és a konzulenseim példamutató segítségével túl tudtam lendülni az előttem lévő akadályokon.

A közös munka során rendkívül sokat tanultam, ami véleményem szerint egy nagyon pozitív előrelépést eredményez az életemben.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

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

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat a záródolgozat/szakdolgozat/diplomadolgozat/portfólió nyilvános hozzáféréseiről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréseiről éseredetiségéről

A hallgató neve: Németh Viktor Balázs
A Hallgató Neptun kódja: LBR08D
A dolgozat címe: Légkezelő szabályzó rendszer tervezése PLC segítségével
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet
A konzulens tanszékének a neve: Elektronika 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 szellemi tulajdon-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: 2024.04.27

Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Németh Viktor Balázs (név) (hallgató Neptun azonosítója: **LBR08D**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakedolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024. év április hó 24. nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.