

DIPLOMADOLGOZAT

MÜLLER PÉTER
Létesítménymérnök mesterszak

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Létesítménymérnök mesterképzés

**Létesítményinformatikai rendszer tervezése, okos otthon
integrációja**

Belső konzulens : Benécs József István
Tanszéki mérnök
Külső konzulens: Rédcsei Bettina Csilla
Tervezési csoportvezető
Készítette: Müller Péter
O36KYT
Létesítménymérnök mesterképzés, levelező

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MESTERSZAK
létesítményüzemeltető-energetika specializáció

DIPLOMADOLGOZAT

feladatlap

Müller Péter (O36KYT)

részére

A diplomadolgozat címe:

Létesítményinformatikai rendszer tervezése, okos otthon integrációja

Feladatkiírás:

Egy felső kategóriás családi ház létesítményinformatikai rendszerének megtervezése, ennek okos otthon rendszer integrációja. Létesítményinformatikai és okos otthon rendszerek fejlődése és mérföldkövei. Épületgépészet kapcsolata az okosotthon rendszerrel, alkalmazott vezérlések és szabályozások ismertetése.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

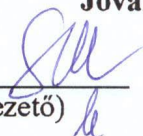
Külső konzulens: Rédecsi Bettina Csilla tervezési csoportvezető, ComplexIT Kft., 1106 Budapest, Jászberényi út 45.

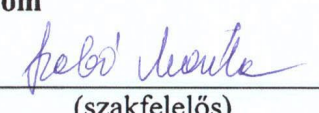
Belső konzulens: Benécs József tanszéki mérnök, MATE, Műszaki Intézet

Beadási határidő: 2023. május 02.

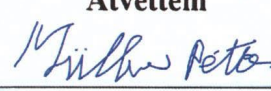
Gödöllő, 2023. április 14.

Jóváhagyom


(tanszékvezető)

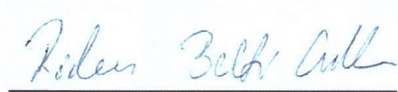

(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. április 14.


(külső konzulens)

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS.....	1
2. LÉTESÍTMÉNYINFORMATIKAI RENDSZEREK TÖRTÉNETE, FEJLŐDÉSE	3
2.1 MI IS AZ A STRUKTURÁLT HÁLÓZAT	3
2.2 STRUKTURÁLT HÁLÓZAT TÖRTÉNETE, FEJLŐDÉSE.....	4
2.2.1 Korai hálózatok: ARPANET és Ethernet	5
2.2.2 TCP/IP és az internet.....	5
2.2.3 Fejlesztések a hálózatkezelésben	6
2.2.4 A strukturált hálózatok jelenlegi fejlesztései.....	6
2.2.5 A hálózat fejlődés mérföldkövei.....	6
MAI STRUKTURÁLT HÁLÓZATOK.....	8
2.3 OTTHONI ÉS IPARI STRUKTURÁLT HÁLÓZATOK	10
3. OKOS OTTHON RENDSZEREK	12
3.1 MI IS AZ AZ OKOS OTTHON RENDSZER	12
3.2 OKOS OTTHON RENDSZEREK TÖRTÉNETE.....	13
3.3 OKOS OTTHON RENDSZEREK FEJLŐDÉSE.....	14
3.4 OKOS OTTHON RENDSZER PROTOKOLLOK.....	15
3.4.1 Wi-Fi	15
3.4.2 Bluetooth	16
3.4.3 Zigbee.....	16
3.4.4 Z-Wave	17
3.4.5 Thread	18
3.4.6 Apple HomeKit	18
3.4.7 Összegzés.....	19
3.5 OKOS OTTHON HUB/GATEWAY	19
3.5.1 Amazon Echo.....	20
3.5.2 Google Nest Hub	21
3.5.3 Samsung SmartThings Hub	21
3.5.4 Apple HomeKit	22
3.5.5 Összegzés.....	22
4. ÉPÜLETGÉPÉSZET OKOSOTTHON INTEGRÁCIÓJA	23

4.1	VEZÉRLÉS ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN	23
4.1.1	<i>Vezérlés típusai</i>	24
4.2	SZABÁLYOZÁS ÉPÜLETGÉPÉSZETBEN	24
4.2.1	<i>On/Off szabályozás</i>	25
4.2.2	<i>Analóg szabályozás</i>	25
4.2.3	<i>Digitális szabályozás</i>	26
4.2.4	<i>Időjáráskövető szabályozás</i>	26
4.2.5	<i>Okos szabályozás</i>	27
4.3	VEZÉRLÉS ÉS SZABÁLYZÁS ÖSSZEGZÉS	28
5.	ENERGETIKAI RENDELETEK ÉS SZABVÁNYOK	29
5.1	ENERGETIKAI RENDELETEK	29
5.2	ENERGETIKAI SZABVÁNYOK	31
6.	LÉTESÍTMÉNY ISMERTETÉSE	33
6.1	LÉTESÍTMÉNY ELHELYEZKEDÉSE, TULAJDONSÁGAI	33
6.2	LÉTESÍTMÉNY ÉPÜLETGÉPÉSZETE	34
6.2.1	<i>Fűtés-hűtés</i>	34
6.2.2	<i>Használati melegvízellátás</i>	35
6.2.3	<i>Garázs elszívás</i>	35
6.2.4	<i>Konyhai elszívás</i>	35
6.2.5	<i>Helyiségek szellőzése</i>	35
7.	LÉTESÍTMÉNYINFORMATIKAI RENDSZER TERVEZÉSE	36
7.1	VÉGPONTOK KIOSZTÁSA	36
7.1.1	<i>Wi-Fi access point</i>	38
7.2	VÉGPONTI KÁBELEZÉS	39
7.3	RACK SZEKRÉNY BERENDEZÉSI TERV, AKTÍV ÉS PASSZÍV HÁLÓZAT RÉSZEI	43
7.3.1	<i>Rack szekrény</i>	44
7.3.2	<i>Szolgáltatói eszköz</i>	45
7.3.3	<i>Internet gateway</i>	46
7.3.4	<i>Switch</i>	47
7.3.5	<i>Patch panel és Keystone modulok</i>	48
7.3.6	<i>Egyéb rack szekrény berendezések</i>	49

8. OKOSOTTHON RENDSZER TERVEZÉSE.....	50
8.1 OKOSOTTHON KÖZPONT KIVÁLASZTÁSA.....	50
8.2 ÉPÜLETGÉPÉSZETI CSATLAKOZÁS	51
8.2.1 NGBS iCON Smart Home kontroller.....	51
8.2.2 NGBS kiegészítő modulok	54
8.2.3 Aktuátor.....	58
8.2.4 Szobai termosztát.....	59
8.3 ENERGETIKAI SZÁMÍTÁS	61
8.3.1 Fajlagos hővesztésgtényező.....	63
8.3.2 Összesített energetikai jellemző.....	64
8.3.3 Becsült éves fogyasztás az „alap” rendszerrel	65
8.3.4 Eredmények a fejlesztéssel	66
8.3.5 Fejlesztés megtérülése	66
8.3.6 SWOT elemzés	67
8.4 ÉPÜLETGÉPÉSZETI FOLYAMAT ÁBRA	68
8.5 MÁSODLAGOS OKOSOTTHON RENDSZER KÖZPONT	70
8.5.1 Google Home Nest Hub	70
8.5.2 Google Home Nest Mini.....	71
8.6 EGYÉB ALKALMAZOTT OKOSOTTHON ESZKÖZ	72
9. EREDMÉNYEK, JAVASLATOK	74
9.1 LÉTESÍTMÉNYINFORMATIKAI RENDSZER TERVEZÉS EREDMÉNYEI	74
9.2 ÉPÜLETGÉPÉSZET OKOSOTTHON INTEGRÁCIÓJÁNAK EREDMÉNYEI.....	75
9.3 LÉTESÍTMÉNYINFORMATIKA FEJLESZTÉSI ÉS BŐVÍTÉSI JAVASLATOK	77
9.4 OKOSOTTHON FEJLESZTÉSI ÉS BŐVÍTÉSI JAVASLATOK.....	77
10. ÖSSZEGZÉS	79
11. SUMMARY	81
12. FORRÁSOK.....	83

1. Bevezetés

Diplomamunkámként, egy általam tervezett létesítményinformatikai rendszer, másnéven strukturált hálózat tervezési folyamatát fogom leírni lépésről lépésre. Gyengeáramú tervezőként több ilyen rendszert terveztem, így megpróbálom a legérdekesebb példákat felhozni az adott problémára és annak megoldására. Egyetemi tanulmányaimat ötvözve az eddigi szakmai tudásommal egy okosotthon integrációt fogok elvégezni, így összefogom kapcsolni a strukturált hálózattal a fűtés és hűtés vezérlést, valamint levegő cserélő rendszert, ezen felül pedig hangvezérlésre is alkalmassá teszem a rendszert.

A diplomamunkám keretein belül mindenképpen foglalkozni fogok azzal, hogy mi is az a létesítményinformatikai rendszer, különböző meghatározásokat vizsgállok meg különböző forrásokból. Végig veszem, a strukturált hálózat fejlődését, az egyes mérőföldkövek fejlesztéseit és újdonságait a 2010-es évekig. Ezután szakirodalmi cikkek segítségével összehasonlítom a háztartási és ipari méretű létesítményinformatikai rendszereket, ezeket egyvonalas rajzokkal is szemléltetni fogom.

Miután elértem a létesítményinformatikai rendszerrel a 2010-es évekbe, ismertetem az erre épülő új rendszert, az okos otthon rendszereket. Itt is beszámolok jóval rövidebb fejlődésükről, valamint összehasonlítom a különböző okosotthon kommunikációs protokollokat. Ezeknek mind megvannak a pozitívumai és negatívumai, így könnyen megállapíthatjuk majd, hogy nekünk melyik lesz a megfelelő.

Megvizsgálom majd, hogy a strukturált hálózatok és az okosotthon rendszereknek milyen részekből, eszközökből épülnek fel, valamint az ezek kommunikációját segítő gateway-ek vagy magyarul átjárók feladatát is ismertetem.

Ezután az épületgépészeti alapfogalmakat gyűjtöm ki és tisztázom, annak érdekében, hogy a későbbi épületgépészet integrációt elősegítsem. Az integráció folyamán energetikai számításokat és összehasonlítást végzek el kétfajta termosztát alkalmazásával, így kigyűjtöm a szükséges rendeleteket és szabványokat, amik segítenek ezen számítások elvégzésében.

Ezután folytatom az általam tervezet létesítmény ismertetésével, az épületinformatikai, majd okosotthon rendszer tervezésével, a kiviteli tervezés lépéseivel, a választott eszközök kiválasztásával és ismertetésével. Készíteni fogok terv részleteket, elvi összeköttetési rajzokat, kábelezési rajzokat., valamint energetikai számításokat és megtérülést számolok két különböző termosztát között.

Szeretnék még foglalkozni a tényleges kivitelezés menetével, a betartandó jogszabályokkal és szabványokkal. Ezeket mind, az általam tervezett rendszeren keresztül fogom szemléltetni.

A diplomamunkám célja, egy 21. századi informatikai és okosotthon rendszer áttekintése egy létesítménymérnök szempontjából, mindvégig szemmel tartva azt, hogy egy jövőt álló, jól működő, de mégis gazdaságos rendszert tervezzék, adjak át a megrendelőnek és későbbiekben akár üzemeltessenek.

2. Létesítményinformatikai rendszerek története, fejlődése

Létesítmény üzemeltetés egyik legfontosabb eszköze a strukturált hálózat. A 21. században már minden szakág IP alapon kommunikál a másikkal, vagy a központi felügyeleti rendszeren keresztül. Például egy modern irodaépület árnyékolás IP alapon van összekötve az épületgépészettel, hogy mikor, mennyi hűtésre vagy fűtésre van szükség, vagy az erősárammal is tud kommunikálni, hogy mikor, mennyi világításra van szükség.

Könnyen kijelenthetjük, hogy az épület informatikai rendszer az épület üzemeltető legnagyobb barátja és információ forrása, már csak arra kell ügyelni, hogy ez a rendszer zökkenő mentesen működjön. De érdemes az elején kezdeni a témát. Mi is az az épületinformatikai rendszer, másnéven strukturált hálózat?

2.1 Mi is az a strukturált hálózat

Összegyűjtöttem három különböző definíciót, hogy mi is az a strukturált hálózat. Ügyeltem arra, hogy a felhasznált szakirodalom különböző nézőpontokból vizsgálják a kérdést, így megvizsgálhatom, hogy milyen különbség lehet a magyarázatok között.

Andrew S. Tanenbaum és Todd Austin, Structured Computer Organization című könyve szerint a strukturált hálózat olyan számítógépes hálózat, amelyet meghatározott szabályok vagy protokollok szerint terveztek és konfiguráltak. Ezek a szabályok határozzák meg, hogy a hálózaton lévő eszközök hogyan kommunikálnak egymással, és hogyan továbbítják az adatokat a hálózaton. A strukturált hálózatok jellemzően megbízhatóbbak, hatékonyabbak és biztonságosabbak, mint a nyilvános hálózatok, mivel konkrét célokat és követelményeket szem előtt tartva tervezték őket. (Tanenbaum és Austin, 2012)

W. Richards Stevens, TCP/IP Illustrated, Volume 1: The Protocols tankönyve szerint a strukturált hálózat olyan hálózat, amelyet egy adott architektúra vagy keretrendszer szerint terveztek. Ez magában foglalhat különféle összetevőket, például útválasztókat, kapcsolókat, szervereket és egyéb eszközöket, amelyek előre meghatározott módon csatlakoznak a hálózathoz. A strukturált hálózatokat általában úgy tervezik, hogy méretezhetőek, rugalmasak és hatékonyak legyenek, és gyakran speciális protokollokat vagy szabványokat alkalmaznak az interoperabilitás és a biztonság biztosítása érdekében. (Stevens, 1994)

Todd Lamme, CompTIA Network+ című útmutatója szerint pedig, a strukturált hálózatok szabványosított protokollok, eszközök és technológiák használatát jelentik számítógépes hálózatok tervezésére és kezelésére. Ez a megközelítés magában foglalja a hálózatra vonatkozó követelmények és célok egyértelmű meghatározását, majd egy olyan hálózat tervezését és megvalósítását, amely megfelel ezeknek a követelményeknek. A strukturált hálózatkezelés segíthet a hálózat teljesítményének, megbízhatóságának és biztonságának javításában, mivel lehetővé teszi a hálózati rendszergazdák számára a hálózati forgalom és erőforrások jobb megfigyelését és kezelését. (Lamme, 2018)

Míg a strukturált hálózatokra vonatkozó három magyarázatnak van néhány közös eleme, vannak eltérések a fókuszukban és a részletességükben. Íme néhány lényeges különbség:

- Az első magyarázat a szabályok és protokollok szerepét hangsúlyozza annak meghatározásában, hogy az eszközök hogyan kommunikálnak és hogyan továbbítják az adatokat egy strukturált hálózatban. Emellett kiemeli a strukturált hálózatok előnyeit a megbízhatóság, a hatékonyság és a biztonság tekintetében.
- A második magyarázat inkább a strukturált hálózat összetevőire összpontosít, például útválasztókra (router), kapcsolókra (switch) és szerverekre, valamint arra, hogy ezek egy előre meghatározott keretrendszer vagy architektúra szerint hogyan csatlakoznak. Megemlíti továbbá a protokollok és szabványok használatát az interoperabilitás és a biztonság érdekében.
- A harmadik magyarázat átfogóbban szemléli a strukturált hálózatépítést, mint olyan folyamatot, amely magában foglalja a követelmények és célok meghatározását, a hálózat tervezését és megvalósítását, valamint a hálózati forgalom és erőforrások kezelését. Emellett kiemeli a strukturált hálózatok előnyeit a teljesítmény, a megbízhatóság és a biztonság javításában.

Összességében az eltérések a magyarázatok között viszonylag csekélyek, és mindegyik hasznos bevezetést nyújt a strukturált hálózatok fogalmába különböző nézőpontokból.

2.2 Strukturált hálózat története, fejlődése

Ahogy a fenti fejezetben már kifejtettem a strukturált hálózatok a számítógépes hálózatok együttes kapcsolatát és tervezését jelentik meghatározott protokollok és

szabványok segítségével. A hálózatépítés ezen megközelítése több évtized alatt fejlődött ki, és számos fejlesztés és innováció járult hozzá jelenlegi formájához. Ebben az áttekintésben feltárom a strukturált hálózatépítés történetét és néhány kulcsfontosságú fejlesztést, amelyek a területet alakították.

2.2.1 Korai hálózatok: ARPANET és Ethernet

A strukturált hálózatok eredete a számítógépes hálózatok kezdeti idejére vezethető vissza, amikor az Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának kutatói az 1960-as években létrehozták az ARPANET-et. Ez egy úttörő rendszer volt, amely lehetővé tette a számítógépek számára, hogy nagy távolságokon keresztül kommunikáljanak egymással, megnyitva ezzel az utat a modern hálózatépítés előtt.

Az ARPANET egyik kulcsfontosságú újítása a csomagkapcsolás (packet switching) koncepciója volt, amely az adatok kisebb egységekre való felosztását és egyenkénti továbbítását jelenti a hálózaton. Ez a megközelítés hatékonyabb volt, mint a korábbi módszerek, amelyek az adatok folyamatos adatfolyamban történő küldését tartalmazták.

Az 1970-es években egy másik kulcsfontosságú fejlesztés jelent meg a strukturált hálózatépítésben: az Ethernet. Ez a Xerox által megalkotott technológia lehetővé tette, hogy több eszköz megosszon egyetlen kommunikációs csatornán. Az Ethernet a CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) néven ismert protokollt használta, amely segített a hálózati forgalom kezelésében és az adatütközések megelőzésében. (Peterson és Davie, 2011)

2.2.2 TCP/IP és az internet

Az 1970-es és 1980-as években különféle hálózati technológiákat fejlesztettek és finomítottak, ami az 1980-as években a Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) létrehozásához vezetett. Ez a protokoll a modern internet gerincévé vált, lehetővé téve, hogy a különböző hálózatok kapcsolódjanak és kommunikáljanak egymással.

Az internet térnyerésével különböző hálózati szabványok és technológiák is megjelentek, köztük a Domain Name System (DNS), amely lehetővé tette a számítógépek számára, hogy a tartományneveket IP-címekké fordítsák le. Egy másik fontos fejlemény a World Wide Web létrehozása volt az 1990-es évek elején, amely

forradalmasította az emberek online információhoz való hozzáférését és megosztását. (Bertsekas és Gallager, 1992)

2.2.3 Fejlesztések a hálózatkezelésben

Ahogy a számítógépes hálózatok egyre összetettebbé és elterjedtebbé váltak, a hálózatkezelés egyre fontosabb fókuszterületté vált. Különféle eszközöket és technológiákat fejlesztettek ki, hogy segítsék a hálózati rendszergazdákat a hálózati forgalom figyelésében és szabályozásában, a problémák elhárításában és az erőforrások kezelésében.

Az egyik kulcsfontosságú innováció ezen a területen az 1980-as évek végén kifejlesztett Simple Network Management Protocol (SNMP) volt. Az SNMP lehetővé tette a hálózati adminisztrátorok számára, hogy egy központi helyről figyeljék és kezeljék a hálózati eszközöket szabványos parancs- és protokollkészlettel.

A hálózatkezelés további fejlesztései közé tartozott a virtuális magánhálózatok (VPN) fejlesztése, amelyek biztonságos távoli hozzáférést tettek lehetővé a hálózatokhoz, valamint olyan hálózatfigyelő eszközök létrehozását, mint a Wireshark és a Nagios. (Seifert és Edwards, 2008)

2.2.4 A strukturált hálózatok jelenlegi fejlesztései

Napjainkban a strukturált hálózatépítés folyamatosan fejlődik, és rendszeresen megjelennek új technológiák és szabványok. Az elmúlt évek egyik legjelentősebb trendje a szoftver által definiált hálózat (SDN) térnyerése, amely lehetővé teszi a hálózati rendszergazdák számára, hogy a hálózati forgalmat és erőforrásokat hardver helyett szoftveren keresztül kezeljék.

A strukturált hálózatépítés további fontos trendjei közé tartozik a felhő alapú hálózatok térnyerése, amely új, kifejezetten a felhőkörnyezetre tervezett hálózati technológiák és protokollok kifejlesztéséhez vezetett, valamint a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás növekvő alkalmazása a hálózat teljesítményének és biztonságának javítása érdekében. (Kurose és Ross, 2016)

2.2.5 A hálózat fejlődés mérföldkövei

Ebben az alfejezetben évekre bontva mutatom be a strukturált hálózat fejlődésében szerepet játszó főbb mérföldköveket. Sok fejlesztés nem csak az épületinformatikai rendszerek alapját, hanem maga a ma ismert internet kialakulását is elősegítette, hiszen a kettő kéz a kézben fejlődött.

1980-as évek – Az OSI (Open Systems Interconnection) modell kifejlesztése, amely fogalmi keretet biztosít a hálózati protokollok és eszközök interakciójának megértéséhez. Az OSI modell hét rétegből áll, amelyek mindegyike a hálózati kommunikáció egy-egy aspektusát képviseli. A rétegek a következők: Fizikai, Adatkapcsolat, Hálózat, Szállítás, Munkamenet, Prezentáció és Alkalmazás. Az OSI modell segített közös nyelvet kialakítani a hálózati mérnökök és fejlesztők számára, és alapot adott a hálózati protokollok fejlesztéséhez. (Metcalfé, 2021)

1990-es évek – A strukturált hálózat kábelezési rendszerek bevezetése, amelyek szabványokat határoznak meg a kábelek és csatlakozók fizikai elrendezésére és szervezésére a hálózatban. A strukturált hálózat kábelezési rendszerek szabványosított megközelítést biztosítanak a hálózati kábelezéshez, ami leegyszerűsíti a telepítést és a karbantartást, valamint javítja a megbízhatóságot. A legelterjedtebb strukturált kábelezési szabvány a TIA-568-C, amely meghatározza a kereskedelmi épületek réz- és száloptikai kábelezésének követelményeit. (Jain, 2001)

1995 – Kiadják a TCP/IP protokollcsomag első verzióját, amely az internet domináns hálózati protokolljává válik. A TCP/IP a Transmission Control Protocol/Internet Protocol rövidítése, és szabványos szabályokat biztosít az adatok hálózaton keresztüli továbbításához. A TCP megbízható, rendezett és hibaellenőrzött adattovábbítást, míg az IP az útválasztási és címezési funkciókat biztosítja. (Stevens, 1994)

1990-es évek vége – A VLAN-ok (virtuális helyi hálózatok) megjelenése, amelyek lehetővé teszik a hálózati rendszergazdák számára, hogy logikailag több virtuális hálózatra particionálják a fizikai hálózatot. A VLAN-ok lehetőséget biztosítanak a felhasználók és az erőforrások csoportosítására funkcionális követelményeik alapján, fizikai elkülönítés nélkül. Ez a szórési tartomány korlátozásával és az erőforrásokhoz való hozzáférés szabályozásával javítja a hálózat teljesítményét és biztonságát. (Hallberg B. , 2009)

A 2000-es évek eleje – A háromrétegű hálózati architektúra fejlesztése, amely a hálózatot különálló rétegekre (hozzáférés, elosztás és mag) választja szét, és minden réteghez specifikus funkciókat határoz meg. A hozzáférési réteg összeköttetést biztosít a végesezők számára, az elosztási réteg a több hozzáférési réteg kapcsolójáról érkező forgalmat összesíti, a magréteg pedig nagy sebességű kapcsolást

és útválasztást biztosít. A háromszintű architektúra méretezhetőséget, rugalmasságot és hibatűrést biztosít. (Zhang és Meddahi, 2017)

A 2000-es évek közepe – A vezeték nélküli LAN-ok (Local Area Networks) bevezetése a hálózati infrastruktúra szabványos részeként, ami új vezeték nélküli hálózati szabványok, például a 802.11n és 802.11ac kifejlesztéséhez vezetett. A vezeték nélküli LAN-ok mobilitást és rugalmasságot biztosítanak, lehetővé téve a felhasználók számára, hogy a vezeték nélküli hozzáférési pont hatókörén belül bárhol csatlakozzanak a hálózathoz. A legújabb vezeték nélküli szabványok nagyobb sebességet és jobb teljesítményt biztosítanak, így a vezeték nélküli hálózat egyre életképes alternatívája a vezetékes hálózatoknak. (Santos, 2007)

A 2000-es évek vége – A virtualizációs technológiák térnyerése, amelyek lehetővé teszik több virtuális gép futtatását egyetlen fizikai szerveren, ami változásokhoz vezet a hálózat tervezésében és kezelésében. A virtualizáció lehetővé teszi a hálózati rendszergazdák számára, hogy több virtuális szervert hozzanak létre egyetlen fizikai szerveren, csökkentve ezzel a hardverkööltségeket és javítva a hatékonyságot. Ugyanakkor új kihívásokat is jelent a hálózat biztonsága és kezelése terén. (Zhang és Meddahi, 2017)

2010-es évek - A szoftver által definiált hálózat (SDN) megjelenése, amely elválasztja a hálózati vezérlőszíkot az adatsíktól, és rugalmasabb és dinamikusabb hálózatkezelést tesz lehetővé. Az SDN központosított megközelítést biztosít a hálózatkezeléshez, lehetővé téve a rendszergazdák számára, hogy a hálózati viselkedést szoftver segítségével szabályozzák, ahelyett, hogy az egyes eszközökre hagyatkoznának. Ez nagyobb rugalmasságot és agilitást biztosít a hálózatkezelésben, megkönnyítve a változó üzleti követelményekhez való alkalmazkodást. (Tsugawa és Matsunaga, 2014)

Mai strukturált hálózatok

A mai modern strukturált hálózat olyan hálózati infrastruktúra, amelyet úgy terveznek, hogy támogassa az eszközök és alkalmazások széles körét, miközben nagy teljesítményt, megbízhatóságot és biztonságot nyújt. A strukturált hálózat általában több rétegből áll, beleértve a fizikai réteget (kábelezés, kapcsolók [switch], útválasztók [router]), az adatkapcsolati réteget (Ethernet, Wi-Fi), a hálózati réteget (IP, útválasztási protokollok) és az alkalmazási réteget (szoftveralkalmazások, szolgáltatások). (Sverdlova és Bohachev, 2021)

A mai modern strukturált hálózatok között számos lényeges különbség van a 15 évvel ezelőttiekhez képest, a következő felsorolásban ezeket a változásokat, fejlesztéseket ismertetem:

- **Nagyobb sávszélesség:** Az adatintenzív alkalmazások, például a videó streaming és a felhő alapú hálózatok iránti kereslet növekedésével a modern strukturált hálózatok gyakran nagyobb sávszélességet biztosítanak. Ezek a hálózati technológiák, például a 10 GbE, 40 GbE de akár 100 GbE fejlesztésével érhetőek el. (Kerner, 2007)
- **Virtualizáció:** A virtualizáció használata egyre elterjedtebbé vált a modern strukturált hálózatokban. A hálózati funkciók, például a tűzfalak és a terheléselosztók virtualizálásával a szervezetek javíthatják a rugalmasságot és a méretezhetőséget, miközben csökkentik a költségeket. (McMillan, 2015)
- **Vezeték nélküli hálózat:** A vezeték nélküli hálózatok használata egyre elterjedtebbé vált a modern strukturált hálózatokban. A mobileszközök és az IoT-eszközök terjedésével a Wi-Fi számos modern hálózat elengedhetetlen elemévé vált. (Joseph, 2019)
- **Felhőintegráció:** A modern strukturált hálózatok gyakran tartalmazzak felhőintegrációt a hibrid vagy többfelhős (multi-cloud) környezetek támogatására. Ez megköveteli, hogy a hálózat tervezők olyan hálózatokat tervezzenek, amelyek rugalmasak, méretezhetők és elég biztonságosak a felhőalapú alkalmazások és szolgáltatások támogatásához. (Tsugawa és Matsunaga, 2014)
- **Biztonság:** A biztonság kulcsfontosságú kérdéssé vált a modern strukturált hálózatokban. A kiberfenyegetések és az adatszivárgások terjedésével a hálózat tervezőknek olyan hálózatokat kell tervezniük, amelyek minden szinten biztonságosak, beleértve a fizikai réteget, az adatkapcsolati réteget és az alkalmazási réteget is. Ehhez olyan technológiák bevezetésére van szükség, mint a tűzfalak, a behatolásjelző és -megelőzési rendszerek, valamint a titkosítás. (Kotmayr és Schmitt, 2013)

2.3 Otthoni és ipari strukturált hálózatok

Fontosnak tartom azt is ismertetni, hogy mi a különbség egy háztartási méretű és egy ipari strukturált hálózat között. Diplomamunkámban egy háztartási méretű rendszert terveztek meg, azonban munkám során több ipari nagyságú rendszert terveztem már meg így úgy gondolom fontos lenne az érthetőség végett a különbségeket tisztázni.

A fő különbségek az otthoni méretű, bárki által beszerezhető strukturált hálózatok és az ipari hálózatok között a méretük, összetettségük és a biztonsági szintjük.

Az otthoni méretű strukturált hálózatot jellemzően kis számú felhasználó és eszköz, például számítógépek, okostelefonok, táblagépek és okos otthon eszközök számára tervezték. A hálózati architektúra viszonylag egyszerű, egy útválasztó vagy kapcsoló csatlakoztatja az eszközöket az internethez vagy a helyi hálózathoz. Az otthoni hálózatokban használt kábelezés jellemzően Cat5e vagy Cat6, a maximális sávszélesség pedig jellemzően 1 Gbps. Az otthoni hálózatok általában korlátozott biztonsági funkciókkal is rendelkeznek, például alapvető tűzfalakkal és jelszóval védett Wi-Fi hálózatokkal. (Beasley és Nilkaew, 2018)

Az ipari strukturált hálózatot azonban nagyobb léptékű és összetettebb kialakításra terveztek, és számos eszközt és alkalmazást támogat, például érzékelőket, vezérlőket, szervereket és automatizálási rendszereket. Az ipari hálózatok fontosabbak a küldetés szempontjából, mivel gyakran használják az ipari folyamatok vezérlésére és felügyeletére. A hálózati architektúra összetettebb, több rétegű kapcsolókkal (switch) és útválasztókkal (router), valamint különféle hálózati topológiákkal, például gyűrűvel, hálóval és csillaggal. Az ipari hálózatokban használt kábelezés jellemzően száloptikás vagy árnyékolat Cat6A vagy Cat7 csavart érpár, nagyobb sávszélességgel, például 10 Gbps vagy nagyobb. Az ipari hálózatoknak sokkal magasabb biztonsági követelményei is vannak, olyan funkciókkal, mint a behatolásészlelés és -megelőzés, a hálózatszegmentáció és az ipari tűzfalak. (Knapp és Langill, 2011)

Egy másik lényeges különbség az otthoni méretű hálózatok és az ipari hálózatok között a redundancia és a rendelkezésre állás szintje. Az ipari hálózatok gyakran redundáns útvonalakkal és tartalék rendszerekkel rendelkeznek, hogy biztosítsák a folyamatos működést és a minimális leállást meghibásodás esetén. Ilyen szintű

redundancia általában nem található meg az otthoni hálózatokban. (Beasley és Nilkaew, 2018)

Összefoglalva, a fő különbségek az otthoni méretű strukturált hálózatok és az ipari hálózatok között a méretük, összetettségük, biztonsági szintjük, valamint a redundancia és rendelkezésre állás szintje. Míg az otthoni hálózatokat személyes használatra tervezték, és korlátozott biztonsági jellemzőkkel rendelkeznek, az ipari hálózatokat kritikus fontosságú alkalmazásokhoz tervezték, és sokkal magasabb biztonsági követelményekkel és redundancia jellemzőkkel rendelkeznek. (Knapp és Langill, 2011)

Röviden, pontokba szedve ezek a főbb különbségek a két hálózat típus között.

Otthoni méretű strukturált hálózat:

- Az otthoni méretű strukturált hálózatok általában modemből, útválasztóból és néhány eszközből, például számítógépekből, okostelefonokból és okos otthoni eszközökből állnak.
- A hálózatot általában internet-hozzáférésre, fájlmegosztásra és otthoni médiastreamelésre tervezik.
- A hálózat viszonylag egyszerű, korlátozott számú eszközzel rendelkezik, és általában nem nagy megbízhatóságra vagy biztonságra tervezik.

Ipari hálózat:

- Egy ipari hálózat számos eszközből áll, mint például PLC-k, HMI-k, SCADA rendszerek, érzékelők és egyéb vezérlőeszközök.
- A hálózatot ipari vezérlésre és automatizálásra tervezik, és gyakran használják olyan kritikus infrastrukturális alkalmazásokban, mint a gyártás, az energiatermelés és a szállítás.
- A hálózat rendkívül összetett, sok eszközzel és csomóponttal rendelkezik, és magas szintű megbízhatóságot és biztonságot igényel a biztonságos és hatékony működés érdekében. Tartalmazhat redundáns rendszereket és fejlett biztonsági intézkedéseket is a kiberfenyegetésekkel szemben.

(Doherty, 2016)

Diplomamunkámban, továbbiakban az otthoni méretű strukturált hálózatokkal fogok foglalkozni. Ennek a tervezését fogom ismertetni, valamint azt, hogy miként lehet okos otthon rendszerekkel integrálni. Így szeretnék most áttérni az okos otthon rendszerek ismertetésére.

3. Okos otthon rendszerek

3.1 Mi is az az okos otthon rendszer

Ugyan úgy, mint a létesítményinformatikai rendszert prezentáló fejezetben, itt is összegyűjtöttem három különböző definíciót, különböző szakirodalmakból, hogy összehasonlítsam őket.

Steven Goodwin szerint, az okosotthon olyan lakóhely, amely internethez csatlakoztatott eszközöket használ a berendezések és rendszerek, például a világítás és a fűtés távfelügyeletére és felügyeletére. Ezeket az eszközöket gyakran okostelefon-alkalmazáson vagy hangvezérelt asszisztensen keresztül vezérlik, mint például az Amazon Alexa vagy a Google Home. Az okosotthon célja, hogy kényelmesebbé és hatékonyabbá tegye a mindennapi feladatokat, miközben csökkenti az energiafogyasztást és növeli a biztonságot. (Goodwin, 2013)

Danny Briere és Pat Hurley úgy definiálja, hogy az okos otthon rendszer olyan eszközök, érzékelők és szolgáltatások hálózatát jelenti, amelyek együttműködve automatizálják és vezérlik az otthon különböző funkcióit. Ezek a funkciók magukban foglalhatják a fűtést, hűtést, világítást, biztonságot és szórakoztatást. A rendszert úgy tervezték, hogy intelligens és érzékeny legyen, adatokat és visszajelzéseket használva a beállítások elvégzéséhez és a teljesítmény optimalizálásához. Az intelligens otthoni rendszerek számos interfészen keresztül vezérelhetők, beleértve az okostelefonos alkalmazásokat, a hangasszisztenseket és a fizikai vezérlőket. (Briere, 2007)

Végül pedig, Mark Grayson szerint, az okos otthonok az otthonok új generációja, amelyek fejlett automatizálási rendszerekkel és intelligens vezérlési technológiákkal vannak felszerelve, amelyek célja a lakók életminőségének javítása. Az okos otthonok számos előnyt kínálnak, beleértve az energiahatékonyságot, a nagyobb biztonságot, valamint a nagyobb kényelmet és kényelmet. A rendszerek jellemzően különböző érzékelőkből, eszközökből és vezérlőkből állnak, amelyek egy központi hubhoz csatlakoznak, amely okostelefonról vagy táblagépről is elérhető és vezérelhető. Az okos otthonok egyre népszerűbbek, mivel képesek egyszerűsíteni a háztartási műveleteket és csökkentik az energiafogyasztást. (Grayson, 2017)

Bár a három magyarázat nagyban megegyezik, vannak különbségek is:

- Az első magyarázat az okosotthonok kényelmét és hatékonyságát hangsúlyozza, valamint azt, hogy képesek csökkenteni az energiafogyasztást és növelni a biztonságot.

- A második magyarázat az eszközök, érzékelők és szolgáltatások hálózatára összpontosít, amelyek együttműködve automatizálják és vezérlik a különböző otthoni funkciókat. Megemlíti az okosotthonok vezérlésére használható különféle interfészeket is.
- A harmadik magyarázat a fejlett automatizálási rendszereket és az intelligens vezérlési technológiákat emeli ki, amelyek célja a lakók életminőségének javítása. Megemlíti azt is, hogy az intelligens otthonok képesek egyszerűsíteni a háztartási műveleteket és csökkenteni az energiafogyasztást.

Összességében mindegyik magyarázat kissé eltérő perspektívát ad az okos otthon rendszerekről, de mindegyiknek közös eleme az otthonok hatékonyabbá, kényelmesebbé és biztonságosabbá tételére szolgáló technológia.

3.2 Okos otthon rendszerek története

Az otthoni automatizálás koncepciója az 1900-as évek elejére nyúlik vissza, amikor az elektromos energia egyre szélesebb körben kezdett elérhetővé válni. A korai otthoni automatizálási rendszerek egyszerű időzítőket és kapcsolókat használtak a világítás és más háztartási eszközök vezérlésére, de ezek drágák és nehezen telepíthetők voltak. (Dube, 2019)

Az 1960-as években vezették be az első otthoni automatizálási rendszereket, amelyek analóg áramköröket és alapvető programozást használtak az olyan feladatok automatizálására, mint a lámpák és készülékek be- és kikapcsolása. Ezek a rendszerek drágák és korlátozott funkcionalitásúak voltak, és speciális telepítést és karbantartást igényeltek. (Landa, 2018)

Az 1980-as és 1990-es években fejlettebb otthoni automatizálási rendszereket fejlesztettek ki, beleértve az X10-et, az eszközök közötti kommunikációt az otthoni elektromos vezetékeken keresztül. Ez kifinomultabb automatizálást tett lehetővé, mint például az eszközök ütemezése és távvezérlése. (Dube, 2019)

A 2000-es évek elején a vezeték nélküli hálózati technológia és az internet megjelenése kifinomultabb okos otthoni rendszerek kifejlesztéséhez vezetett, amelyek okostelefonokkal és más eszközökkel távolról is vezérelhetők. Ezek a rendszerek lehetővé tették az eszközök jobb vezérlését és automatizálását az egész otthonban, és megnyitották az utat az új technológiák, például a hangasszisztensek és az intelligens hangszórók integrációja előtt. (Briere, 2007)

3.3 Okos otthon rendszerek fejlődése

Az okos otthon rendszerek fejlesztése a 2000-es évek eleje óta, a vezeték nélküli hálózati technológia és az internet megjelenése óta folyamatos. A közelmúltban azonban olyan speciális fejlesztéseket vezettek be, mint a hangvezérlés és a nagyobb összekapcsolhatóság, mivel a 2010-es évek közepén széles körben elérhetővé váltak a hangvezérelt asszisztensek, a 2010-es évek végén pedig egyre elterjedtebbé váltak az összekapcsolt rendszerek. Az energiahatékonyság és a biztonság is folyamatosan fejlődött, és idővel új technológiákat és funkciókat vezettek be az okos otthon rendszerek ezen szempontjainak javítása érdekében. A következő részben összegyűjtöttem néhány fontosabb fejlesztést, ami a 2000-es évek eleje óta megtörtént: (Landa, 2018)

- **Nagyobb összekapcsolhatóság:** Az intelligens otthoni rendszerek összekapcsoltabbá váltak, így az eszközök kommunikálhatnak egymással, és együttműködhetnek a teljesítmény optimalizálása érdekében. Ez nagyobb automatizálást és vezérlést, valamint jobb energiahatékonyságot és biztonságot tesz lehetővé.
- **Hangvezérlés:** A hangvezérelt asszisztensek, például az Amazon Alexa és a Google Home megjelenése megkönnyítette az okos otthon eszközök normál nyelvi parancsokkal történő vezérlését. Ez hozzájárult az okos otthon rendszerek hozzáférhetőségének és egyszerűbb használatának növeléséhez, és megnyitotta az utat a természetes nyelvfeldolgozás és a hangfelismerő technológia további innovációi előtt.
- **Energhahatékonyság:** Az okos otthon rendszerek csökkenthetik az energiafogyasztást és a közüzemi számlákat azáltal, hogy automatikusan módosítják a beállításokat a felhasználói viselkedés és a környezeti feltételek alapján. Ez magában foglalhatja a termosztát beállításainak módosítását a tartózkodási minták alapján, a lámpák és a készülékek lekapcsolását, amikor nem használják, valamint az energiafogyasztás valós idejű nyomon követését.
- **Biztonság:** Az okos otthon rendszerek fokozhatják az otthoni biztonságot az ajtók, ablakok és egyéb belépési pontok távfelügyeletével és vezérlésével. Ez magában foglalhat olyan funkciókat, mint a videokamerák, mozgásérzékelők, nyitásérzékelők és intelligens zárok, amelyek okostelefonon vagy más eszközön keresztül távolról is elérhetők és vezérelhetők. (Goodwin, 2013)

Összességében az okosotthon rendszerek történetét és fejlesztéseit a technológia fejlődése, valamint a lakástulajdonosok változó igényei és vágyai alakították. Ahogy a technológia folyamatosan fejlődik, és egyre jobban beépül mindennapi életünkbe, az intelligens otthoni rendszerek valószínűleg még kifinomultabbá és hasznosabbá válnak, így az otthonok hatékonyabbak, kényelmesebbek és biztonságosabbak lesznek. (Dube, 2019)

3.4 Okos otthon rendszer protokollok

Ahogy az okos otthon fejlődésébe betekintést adó fejezetben is említettem egyre nagyobb szerepet kapott az összekapcsolhatóság. Felmerülhet a kérdés, hogy miért kell ezeket az eszközöket összekapcsolni. Erre azért van szükség mert az okos otthon rendszerek fejlesztését végző cégek a 2000-es évek elején különböző protokollokat alkalmaztak az eszközeik kommunikációjára. Később azonban rájöttek, hogy ezzel megnehezítik a saját és a felhasználók dolgát az otthoni rendszerek kiépítésénél, mivel a különböző protokollok először nem tudtak kommunikálni egymással. Későbbi fejezetben ismertetni fogom a megoldást, amivel megoldották ezt a problémát, de először vizsgáljuk a különböző protokollokat és azok előnyeit és hátrányait.

3.4.1 Wi-Fi

A Wi-Fi egy vezeték nélküli hálózati technológia, amelyet széles körben használnak az okos otthonokban olyan eszközök csatlakoztatására az internetre, mint az intelligens hangszórók, termosztátok és biztonsági kamerák. A Wi-Fi gyors és megbízható kapcsolatokat tesz lehetővé, és számos eszközzel kompatibilis. A Wi-Fi ezenkívül lehetővé teszi az okos otthon eszközök távvezérlését bárhol internetkapcsolattal, így ideális az eszközök vezérléséhez, amikor távol van otthonról. Előnyök:

- Gyors és megbízható csatlakozás
- Számos készülékkel kompatibilis
- Lehetővé teszi az eszközök távvezérlését bárhol internetkapcsolattal

Hátrányok:

- Magas energiafogyasztás, amely gyorsan lemerítheti a készülék akkumulátorait

- Korlátozott hatótávolság, ami csatlakozási problémákat okozhat nagyobb otthonokban
- Érzékeny az otthoni egyéb vezeték nélküli jelek interferenciájára

(Elgendy és Atia, 2014)

3.4.2 Bluetooth

A Bluetooth egy vezeték nélküli technológia, amelyet általában az okosotthonokban használnak olyan eszközökhöz, mint az okos záruk, izzók és érzékelők központi hub-hoz vagy okostelefonhoz való csatlakoztatására. A Bluetooth hatótávolsága kisebb, mint a Wi-Fi-é, de kevesebb energiát fogyaszt, és ideális eszközök közeli csatlakoztatására. A Bluetooth egyszerű beállítási folyamatot is lehetővé tesz a minimális beállítást igénylő eszközök, például az okos izzók esetében.

Előnyök:

- Alacsony energiafogyasztás, így ideális akkumulátorról működő eszközökhöz
- Egyszerű beállítási folyamat minimális beállítást igénylő eszközökhöz
- Biztonságos kapcsolat, amelyhez nincs szükség internetkapcsolatra

Hátrányok:

- Kiseb hatótávolság, mint a Wi-Fi-é, ami csatlakozási problémákat okozhat nagyobb otthonokban
- Egyszerre csak korlátozott számú eszközhez csatlakozhat
- Nem olyan széles körben kompatibilis, mint a Wi-Fi

(Raza és Wallgren, 2017)

3.4.3 Zigbee

A Zigbee egy vezeték nélküli mesh (háló) hálózati protokoll, amelyet okos otthon eszközök, például izzók, érzékelők és okos csatlakozók csatlakoztatására használnak. A Zigbee lehetővé teszi, hogy az eszközök kommunikáljanak egymással és hálózatot alkossanak, ami segíthet a hálózat hatótávolságának kiterjesztésében és a megbízhatóság javításában. A Zigbee ideális olyan eszközökhöz, amelyek alacsony energiafogyasztást igényelnek és akkumulátorról működnek, mint például az intelligens érzékelők.

Előnyök:

- Alacsony energiafogyasztás, így ideális akkumulátorról működő eszközökhöz

- Létrehozza az eszközök mesh (hálós) hálózatát, amely kiterjesztheti a hatótávolságot és javíthatja a hálózat megbízhatóságát
- Nagyszámú, egyetlen hubhoz csatlakoztatott eszközt támogat

Hátrányok:

- Hub szükséges az eszközök internethez való csatlakoztatásához, ami növelheti a rendszer költségeit
- Nem olyan széles körben kompatibilis, mint a Wi-Fi vagy a Bluetooth
- Korlátozott hatótávolság, ami csatlakozási problémákat okozhat az eszközök között a nagyobb otthonokban

(Chai és Wang, 2020)

3.4.4 Z-Wave

A Z-Wave egy vezeték nélküli protokoll, amellyel okos otthon eszközöket, például ajtózárat, villanykapcsolókat és termosztátokat csatlakoztat egy központi elosztóhoz vagy hub-hoz. A Z-Wave más frekvencián működik, mint a Wi-Fi és a Bluetooth, ami segít csökkenteni az interferenciát és javítani a megbízhatóságot. A Z-Wave azt is lehetővé teszi, hogy eszközök széles skáláját egyetlen hubhoz csatlakoztassuk, így ideális nagyobb számú eszközzel rendelkező okosotthon telepítésekhez.

Előnyök:

- Alacsony energiafogyasztás, így ideális akkumulátorról működő eszközökhöz
- Más frekvenciát használ, mint a Wi-Fi és a Bluetooth, ami csökkentheti az interferenciát és javíthatja a megbízhatóságot
- Nagyszámú, egyetlen hub-hoz csatlakoztatott eszközt támogat

Hátrányok:

- Hub szükséges az eszközök internethez való csatlakoztatásához, ami növelheti a rendszer költségeit
- Korlátozott hatótávolság, ami csatlakozási problémákat okozhat nagyobb otthonokban
- Nem olyan széles körben kompatibilis, mint a Wi-Fi

(Chai és Wang, 2020)

3.4.5 Thread

A Thread egy vezeték nélküli protokoll, amelyet okos otthoni eszközök, például izzók, termosztátok és biztonsági rendszerek összekapcsolására terveztek. A Thread a 802.15.4 szabványon alapul, amely alacsony fogyasztású vezeték nélküli kapcsolatot biztosít a hosszú akkumulátor-üzemidőt igénylő eszközök számára. A Thread ezenkívül lehetővé teszi, hogy az eszközök kommunikáljanak egymással és mesh (hálós) hálózatot alkossanak, ami segíthet a hálózat hatótávolságának kiterjesztésében és a megbízhatóság javításában.

Előnyök:

- Alacsony energiafogyasztás, így ideális akkumulátorról működő eszközökhöz
- Létrehozza az eszközök mesh (hálós) hálózatát, amely kiterjesztheti a hatótávolságot és javíthatja a hálózat megbízhatóságát
- Nagyszámú, egyetlen hub-hoz csatlakoztatott eszközt támogat

Hátrányok:

- Nem olyan széles körben használt vagy kompatibilis, mint a Wi-Fi vagy a Bluetooth
- Korlátozott hatótávolság, ami csatlakozási problémákat okozhat nagyobb otthonokban
- Hub szükséges az eszközök internethez való csatlakoztatásához, ami növelheti a rendszer költségeit

(Briere, 2007)

3.4.6 Apple HomeKit

Az Apple HomeKit egy olyan protokoll, amely okos otthoni eszközök, például lámpák, termosztátok és biztonsági rendszerek csatlakoztatására szolgál Apple eszközökhöz, például iPhone-okhoz és iPadekhez. A HomeKit biztonságos kommunikációs protokollt használ, amely titkosítja az eszközök között továbbított összes adatot, magas szintű biztonságot nyújtva az intelligens otthoni eszközök számára. A HomeKit lehetővé teszi az intelligens otthoni eszközök hangvezérlését is az Apple virtuális asszisztense, a Siri segítségével.

Előnyök:

- Biztonságos kommunikációs protokoll, amely titkosítja az eszközök között továbbított összes adatot

- Eszközök hangvezérlése az Apple virtuális asszisztensével, a Sirivel
- Egyszerű beállítási folyamat Apple eszközökhöz

Hátrányok:

- Korlátozott kompatibilitás nem Apple eszközökkel
- Az intelligens otthoni eszközök vezérléséhez Apple-eszköz szükséges
- Korlátozott hatótávolság, ami csatlakozási problémákat okozhat nagyobb otthonokban

(Shang és Yu, 2016)

3.4.7 Összegzés

Összességében az okos otthon protokoll kiválasztása a használt eszközöktől és a háztulajdonos speciális igényeitől függ. A Wi-Fi és a Bluetooth széles körben használatos és sokféle eszközzel kompatibilis, míg a Zigbee, a Z-Wave, a Thread és az Apple HomeKit speciálisabb szolgáltatásokat és képességeket kínál.

3.5 Okos otthon hub/gateway

Ahogy az okos otthonok fejlődését és protokolljait ismertető fejezetekben is megemlítettem, a 2010-es évek elején egyre nagyobb szükség volt egy a protokollok közti összeköttetés és kommunikációt segítő eszközre. Ezek lettek az okos otthon hub-ok vagy gateway-ek.

Az okos otthon hub vagy gateway (átjáró) egy központi eszköz, amely hídként működik a különböző okos otthon eszközök, legyenek azok akár különböző protokollt használó eszközök, és a felhasználó okostelefonja vagy táblagépe között, lehetővé téve az eszközök távvezérlését és felügyeletét. Lényegében az okosotthon agyaként működik azáltal, hogy fogadja és feldolgozza a különböző okoseszközöktől érkező jeleket, majd továbbítja a megfelelő parancsokat ezek vezérlésére.

Az okos otthon központok egyik példája a Samsung SmartThings Hub, amely különféle kommunikációs protokollokat támogat, mint például a Zigbee, a Z-Wave és a Wi-Fi, és lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy egyetlen alkalmazással vezéreljék és figyeljék okosotthoni eszközeiket. A hub számos eszközhöz csatlakoztatható, például okos lámpákhoz, termosztátokhoz, biztonsági kamerákhoz, és még hangalapú asszisztensekhez is, mint például az Amazon Alexa és a Google Assistant. (Chai és Wang, 2020)

Egy másik példa az Amazon Echo Plus, amely nemcsak okos hangszóróként működik, hanem különböző Zigbee-kompatibilis eszközök, például intelligens lámpák, ajtózárok és érzékelők hub-jaként is szolgál. A felhasználók hangutasításokkal vagy az Alexa alkalmazással vezérelhetik ezeket az eszközöket.

(Elgendy és Atia, 2014)

Az eszközkompatibilitáson túl az okos otthon hub-ok olyan fejlett funkciókat is kínálhatnak, mint az automatizálás és az adatelemzés. Például a Samsung SmartThings Hub lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy olyan automatizálási szabályokat hozzanak létre, amelyek bizonyos események alapján bizonyos műveleteket indítanak el, például felkapcsolják a lámpákat, amikor egy mozgásérzékelő aktiválódik. A hub különböző eszközökről is gyűjthet adatokat, hogy betekintést és javaslatokat nyújtson a felhasználónak, például optimalizálja az energiafelhasználást a költségek megtakarítása érdekében. (Raza és Wallgren, 2017)

Összességében egy okos otthon hub vagy gateway (átjáró) elengedhetetlen a zökkenőmentes és integrált intelligens otthoni élmény megteremtéséhez, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy egyetlen alkalmazással vezéreljék és felügyeljék a különböző eszközöket, és olyan fejlett funkciókat biztosítsanak, mint például az automatizálás és az adatelemzés.

A következő alfejezetben röviden ismertetem a legelterjedtebb okos otthon hub-okat, valamint azok előnyeit és hátrányait.

3.5.1 Amazon Echo

Az Amazon Echo egy népszerű okos otthon központ, amely az Alexa hangsegéd segítségével vezérli az okos otthon eszközöket. Megfizethető, és kompatibilis eszközök széles választékával rendelkezik, de hangvezérlésre korlátozódik, és nem biztos, hogy ideális azok számára, akik a vizuálisabb felületet kedvelik.

Előnyei:

- Funkciók és szolgáltatások széles skáláját kínálja az Alexa hangsegéddel
- Könnyen beállítható és használható
- Integrálható az okos otthon eszközök széles skálájával
- Megfizethető

Hátrányai:

- Korlátozott integráció a nem Amazon-szolgáltatásokkal

- Adatvédelmi aggályok lehetnek a mindig bekapcsolt mikrofonokkal kapcsolatban

(Delany és Moscaritolo, 2021)

3.5.2 Google Nest Hub

A Google Nest Hub egy másik népszerű lehetőség, amely a Google Assistant segítségével vezérli az okos otthon eszközöket. Vizuális felülettel rendelkezik, amely képes fényképeket, videókat és egyéb információkat megjeleníteni, így kiváló választás azok számára, akik inkább vizuális élményt szeretnének. Előfordulhat azonban, hogy nem rendelkezik olyan széles skálával a kompatibilis eszközök terén, mint az Amazon Echo.

Előnyei:

- Jó hangfelismerő technológia
- Könnyen beállítható és használható
- Számos funkciót és szolgáltatást kínál a Google Asszisztensen keresztül

Hátrányai:

- Korlátozott kompatibilitás nem a Google szolgáltatásaival
- Itt is adatvédelmi aggályok lehetnek a mindig bekapcsolt mikrofonokkal kapcsolatban

(Prospero, 2023)

3.5.3 Samsung SmartThings Hub

A Samsung SmartThings Hub egy sokoldalú okos otthon hub, amely számos eszközhöz képes csatlakozni, beleértve a Z-Wave, Zigbee és Wi-Fi eszközöket. Az automatizálási lehetőségek széles skálájával is rendelkezik, így nagyszerű lehetőség azok számára, akik szeretnék automatizálni okosotthonukat. Ez azonban a legdrágább a példaként szereplő egyéb lehetőségek között.

Előnyei:

- Integrálható az okos otthon eszközök széles skálájával
- Számos protokollal kompatibilis
- Számos automatizálási lehetőséget kínál

Hátrányai:

- A működéshez stabil internetkapcsolat szükséges
- Az alkalmazás zavaró, akár bonyolult is lehet néhány felhasználó számára

(Prospero, 2023)

3.5.4 Apple HomeKit

Az Apple HomeKit egy okos otthon platform, amely iOS-eszközökbe, például iPhone-okba és iPadekbe van beépítve. Az intelligens otthoni eszközök széles skáláját képes vezérelni, és erős biztonsági funkciókkal rendelkezik. Azonban iOS-eszközökre korlátozódik, és nem biztos, hogy ideális azok számára, akik a nyitottabb platformot részesítik előnyben.

Előnyei:

- Integrálható az intelligens otthoni eszközök széles skálájával
- Erős biztonsági és adatvédelmi funkciókat kínál
- Könnyen beállítható és használható
- Kompatibilis az Apple Siri hangasszisztensével

Hátrányai:

- Korlátozott integráció nem Apple szolgáltatásokkal
- A kompatibilis eszközök korlátozott választéka
- Dedikált Apple eszköz szükséges hozzá, amin tud futni a rendszer, legyen az egy iPhone, iPad, Apple TV vagy Apple Home Pod

(Delany és Moscaritolo, 2021)

3.5.5 Összegzés

A fentebb felsorolt okos otthon központok a leggyakoribban alkalmazott eszközök. Mindegyik integrálható az intelligens otthoni eszközök széles skálájával, és automatizálási lehetőségeket kínál. Van azonban néhány fontos különbség köztük. Az Amazon Echo megfizethetőbb, de korlátozottan integrálható a nem Amazon-szolgáltatásokkal. A Google Nest általában jobb hangfelismerő technológiát kínál, de ez is korlátozottan kompatibilis a nem Google-szolgáltatásokkal. A Samsung SmartThings számos protokollal kompatibilis, de a működéséhez stabil internetkapcsolat szükséges. Az Apple HomeKit a HomeKit tanúsítvánnyal rendelkező eszközökre korlátozódik, azonban offline is működik, és kompatibilis a Siri hangsegéddel. (Prospero, 2023)

4. Épületgépészet okosotthon integrációja

Az épületgépészeti rendszerek okosotthon integrációja általában a vezérlés és a szabályzás kombinációját jelenti. A vezérlési funkciók lehetővé teszik a rendszerek távoli felügyeletét és irányítását okosotthon alkalmazások és eszközök segítségével. A szabályzás funkciói pedig lehetővé teszik a rendszerek automatikus szabályozását és beállítását a környezeti feltételek és a felhasználói preferenciák alapján.

Például egy okos otthonban az épületgépészeti rendszerek (pl. fűtési, hűtési, szellőztetési rendszerek) vezérelhetők és beállíthatók egy okosotthon alkalmazás segítségével, amely lehetővé teszi az időzített be- és kikapcsolást, a hőmérséklet és a páratartalom beállítását, valamint az energiafogyasztás monitorozását és optimalizálását. Ugyanakkor a rendszerek szabályzó egységei automatikusan is szabályozzák a rendszerek működését a környezeti feltételek (pl. hőmérséklet, páratartalom, fényviszonyok) és a felhasználói beállítások alapján.

Összességében tehát az épületgépészeti rendszerek okosotthon integrációja egy olyan kombinációja a vezérlésnek és szabályzásnak, amely lehetővé teszi a felhasználók számára a rendszerek távoli irányítását és az automatikus szabályozást is. (Zito, 2016)

A tényleges tervezés megkezdése előtt azonban fontosnak tartom megérteni és ismertetni, hogy mi is a fenti definícióban is megjelenő, az épületgépészet két alapvető fogalma, a vezérlés és a szabályzás.

4.1 Vezérlés épületgépészetben

Az épületgépészetben a vezérlés azoknak a folyamatoknak a szabályozását jelenti, amelyekkel az épület különböző rendszereit irányítják és szabályozzák. A vezérlés célja, hogy optimalizálja az épület energiatakarékosságát, kényelmét és biztonságát. A vezérlés az épületgépészetben magába foglalja az épület különböző rendszereinek szabályozását, például a fűtési, hűtési, szellőztetési, világítási és biztonsági rendszereket. A vezérlési rendszer feladata, hogy érzékelje a környezet változásait, mint például a hőmérsékletet, a páratartalmat, a fényerőt és a mozgást, majd ennek megfelelően szabályozza a rendszereket. (Bánhidi és Szabó, 2008)

A vezérlési rendszer általában egy központi egységből áll, amely az érzékelőkből és az aktuátorokból álló hálózaton keresztül kommunikál a különböző

rendszerekkel. Az érzékelők észlelik a környezet változásait, majd az adatokat a központi egységhez továbbítják. A központi egység ezt követően meghatározza a szükséges szabályozási folyamatokat, majd az aktuátorokon keresztül irányítja a rendszereket. A vezérlési rendszerek lehetnek egyszerűbbek, vagy akár bonyolultabbak is, függően az épület méretétől és a rendszerek számától. Az egyre fejlettebb vezérlési rendszerek lehetővé teszik az energiahatékonyság és a kényelem maximalizálását, valamint a biztonsági rendszerek integrálását is. (Cziráki, 2012)

4.1.1 Vezérlés típusai

Az épületgépészeti rendszerek vezérlésének két fő típusa van: helyi vezérlés és központi vezérlés.

A helyi vezérlés egy adott helyiség vagy berendezés szintjén történik, és a helyi érzékelők és aktuátorok közvetlenül kapcsolódnak a vezérlőegységhez. Ez lehetővé teszi a helyi felhasználók számára, hogy kézzel állítsák be a hőmérsékletet, a világítást vagy a légáramlást. (Cziráki, 2012)

A központi vezérlés az egész épületre kiterjed, és a rendszer különböző részeit egy központi vezérlőegység irányítja. Az ilyen típusú vezérlés általában egy számítógépes rendszeren alapul, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy távolról ellenőrizzék és vezéreljék az épület minden rendszerét.

Ezen kívül lehet még említeni a decentralizált vezérlést, amelyben az épület különböző részeire osztott vezérlőegységek irányítják azokat a rendszereket, amelyek közvetlenül hozzájuk kapcsolódnak. Ezt az elvet általában olyan épületek esetében használják, amelyekben több kisebb egységet kell egyidejűleg vezérelni, például irodaházakban, lakótelepeken stb. (Gáspár, 2014)

4.2 Szabályozás épületgépészetben

Az épületgépészetben a szabályzás a különböző rendszerek automatikus irányítását jelenti. A szabályozók feladata az épületklíma és fűtési rendszerek szabályozása, a beltéri hőmérséklet, páratartalom és légáramlás szabályozása, valamint az energiamegtakarítás. A szabályozás általában érzékelőkkel és szabályozóelemekkel történik, amelyek visszajelzéseket küldenek a szabályzó egységnek. A szabályzó egység ezen visszajelzések alapján dönti el, hogy szükség van-e változtatásra a rendszer működésében, és ha igen, akkor milyen irányba. (Szabó, 2008)

A szabályzás célja, hogy a különböző rendszerek optimális működését biztosítsa, javítsa a komfortérzetet, valamint minimalizálja az energiaköltségeket. Az épületgépészetben számos különböző szabályozási technológia létezik, amelyek közül kigyűjtöttem a legfontosabbakat.

4.2.1 On/Off szabályozás

Az on/off szabályozás egy egyszerű szabályozási módszer, amely az eszközöket egyszerűen be- és kikapcsolja a kívánt hőmérséklet vagy egyéb paraméter eléréséhez. Például egy otthoni fűtésrendszer esetében, ha a beállított hőmérséklet alá csökken a hőmérséklet, akkor a fűtésrendszer bekapcsol, amíg elérjük a kívánt hőmérsékletet, majd kikapcsol, amikor a kívánt hőmérsékletet elértük. Az on/off szabályozás általában a legkönnyebben telepíthető és legolcsóbb szabályozási megoldás, de gyakran nem olyan hatékony, mint a pontosabb szabályozási módok.

Az on/off szabályozás hátrányai közé tartozik a hőmérséklet-ingadozások, amelyek kényelmetlenséget okozhatnak a felhasználóknak, valamint az energiahatékonyság csökkenése, mivel az eszközök be- és kikapcsolása közötti időszakban továbbra is energiafogyasztás van. Az on/off szabályozás előnye az egyszerű telepítés és alacsony költségek, valamint az egyszerűbb karbantartás, mivel kevesebb összetevőt és elektronikát tartalmaz. (Bánhidi és Szabó, 2008)

4.2.2 Analóg szabályozás

Az analóg szabályozás során az érzékelők által mért jeleket folytonosan változó feszültségekké alakítják át, amelyek az erősítőkön keresztül a szabályozó rendszerbe kerülnek. A szabályzó rendszer ezt a feszültséget használja a megfelelő kimeneti jelek előállítására, amelyek befolyásolják a rendszer működését.

Az analóg szabályozás előnye, hogy egyszerű és megbízható. A rendszer nem igényel nagy számítási kapacitást, és könnyen beállítható, így a kezelése egyszerű. Továbbá az analóg szabályozók gyorsan reagálnak a változásokra, és finomabb vezérlést tesznek lehetővé.

Az analóg szabályozás hátránya azonban, hogy korlátozott pontossággal és megbízhatósággal rendelkezik. Az analóg szabályozók hajlamosak a zajra és a pontatlanságra, ami befolyásolhatja az eredményeket. Továbbá, az analóg szabályozás nehezen bővíthető, és nem alkalmas nagyobb rendszerek vezérlésére. (Bánhidi és Szabó, 2008)

4.2.3 Digitális szabályozás

A digitális szabályozás során a bemeneti adatokat digitális jelekké alakítják, majd ezeket a jeleket használják a kimeneti eszközök szabályozására. A digitális szabályozók általában egy mikroprocesszorral vannak felszerelve, amely lehetővé teszi az összetettebb szabályozási stratégiák és az adaptív szabályozás használatát. (Khandpur, 2013)

Az előnyei közé tartozik a magasabb pontosság és a jobb szabályozási teljesítmény, valamint a könnyebb programozhatóság és konfigurálhatóság. A digitális szabályozók nagyobb rugalmasságot biztosítanak a szabályozási feladatok végrehajtásában, és könnyebben integrálhatók más rendszerekkel, például az épületautomatizálási rendszerekkel.

A hátrányai közé tartozik, hogy általában drágábbak, mint az analóg szabályozók, és magasabb szintű szakértelem szükséges a tervezésükhöz és programozásukhoz. A digitális szabályozók is érzékenyek lehetnek a zavarokra és interferenciákra, amelyek befolyásolhatják a pontosságukat és a megbízhatóságukat. (Szabó, 2008)

4.2.4 Időjáráskövető szabályozás

Az időjáráskövető szabályozás az épületgépészetben egy olyan automatizált rendszer, amely figyelemmel kíséri az időjárási viszonyokat, és ezek alapján szabályozza az épület fűtési, hűtési, szellőztetési és világítási rendszereit. Az időjáráskövető szabályozás előnyei közé tartozik az energiahatékonyabb üzemeltetés, a kényelmesebb belső hőmérséklet és az optimális beltéri klíma biztosítása. Az időjáráskövető szabályozásnak azonban vannak hátrányai is, például a rendszer bonyolultsága és a magasabb bevezetési költségek. (Nagy, 2015)

Az időjáráskövető szabályozást általában hőmérséklet- és nedvességérzékelőkkel kombinálják, amelyek lehetővé teszik a rendszer számára, hogy folyamatosan nyomon kövesse az időjárási viszonyokat. A rendszer általában előre beállított paraméterek alapján működik, és alkalmazkodik az időjárási változásokhoz, hogy a lehető legjobb energiahatékonytságot és kényelmet biztosítsa a lakók számára.

Az időjáráskövető szabályozás egyre inkább elterjedt a modern épületekben, mivel lehetővé teszi az energiahatékonyság és a kényelem maximalizálását, miközben minimalizálja a fenntartási költségeket. Az időjáráskövető szabályozás bevezetése

azonban magas bevezetési költségekkel járhat, és a rendszer bonyolultsága miatt szakértői szaktudást igényel. (Burrus, 2012)

4.2.5 Okos szabályozás

Az okos szabályozás (smart control) az épületgépészetben az automatizálás egy speciális formája, amely az adatok összegyűjtésére, feldolgozására és a rendszer irányítására alapoz. Az okos szabályozó rendszerek általában az interneten keresztül kommunikálnak, és lehetővé teszik az otthonok és épületek távoli vezérlését, automatizálását és monitorozását. Az okosotthon integráció során ilyen okos szabályzókat kötünk az épületgépészeti eszközökre, rendszerekre. (Rivera, 2018)

Az okos szabályozás előnye, hogy nagyobb rugalmasságot és energiahatékonyságot biztosít. Az okos szabályozók folyamatosan figyelik az épületben vagy otthonban zajló folyamatokat, és intelligens döntéseket hoznak annak érdekében, hogy az energiafogyasztás csökkentése mellett a rendszerek hatékonyabbak legyenek. Az okos szabályozás lehetővé teszi az eszközök távoli vezérlését okostelefonok, táblagépek vagy számítógépek segítségével, valamint előre beállított üzemmódokat, mint például az otthoni vagy távoli üzemmódokat, amelyek automatikusan be- és kikapcsolják az otthoni berendezéseket.

Az okos szabályozás hátránya azonban, hogy azokat általában magasabb áron értékesítik, mint a hagyományos szabályozó rendszereket, és az összes eszköz kompatibilitása azonos okos szabályozó rendszerrel nem biztosított. Az okos szabályozás emellett az internetkapcsolattól függ, ami hibalehetőséget jelenthet az eszközök távoli vezérlésének megszakadása esetén. (Rivera, 2018)

Az okos szabályozók közé tartozik a manapság nagy térre nyert, mesterséges intelligenciát alkalmazó öntanuló szabályozók. Az öntanuló szabályozás épületgépészetben egy olyan szabályozási rendszer, amely a rendszer működésének figyelemmel kísérése és a rendszer paramétereinek automatikus optimalizálása révén tanul és alkalmazkodik a változó környezethez. Az öntanuló szabályozás általában mesterséges intelligencia és gépi tanulás technikáin alapul, amelyek lehetővé teszik a rendszer számára, hogy automatikusan optimalizálja az energiát, javítsa a kényelmet, csökkentse a karbantartási költségeket és javítsa az épület energiahatékonyságát. (Huang és Guan, 2016)

4.3 Vezérlés és szabályzás összegzés

A szabályozás az a folyamat, amely során a rendszer paramétereit a kívánt értékekhez igazítjuk. A szabályozóeszközök (pl. termosztátok, szelepek, motorok) alkalmazásával a rendszerbe belépő energia mennyiségét vagy a rendszerben lévő anyagok áramlását szabályozzuk. A szabályozás célja, hogy a rendszer paramétereit a lehető legjobban közelítsék az előre meghatározott értékeket, és ezzel biztosítsák a megfelelő komfortot, hatékonyságot és biztonságot. (Bánhidi és Szabó, 2008)

A vezérlés pedig magában foglalja a szabályozást és a rendszer üzemeltetéséhez szükséges egyéb funkciókat is. A vezérlőrendszer egy olyan számítógépes rendszer, amely figyeli és vezérli az épületgépészeti rendszerek működését. A vezérlőrendszernek lehetővé kell tennie a felhasználók számára, hogy könnyedén irányíthassák a rendszert, és a lehető legjobb eredményt éri el. (Bánhidi és Szabó, 2008)

Összességében tehát a szabályozás az a folyamat, amely az egyes rendszerkomponensek működését szabályozza, míg a vezérlés az a folyamat, amely a rendszer egészének működését vezérli és ellenőrzi. (Bánhidi és Szabó, 2008)

5. Energetikai rendeletek és szabványok

Diplomamunkám során elfogok végezni egy energetikai számítást, ahol megfogom határozni a tervezett épület éves nettó hőenergia igényét, majd kiszámolom a fűtési rendszer energiaigényét. Ehhez szükségesnek találtam, hogy összegyűjtsem és értelmezzem azokat az energetikai rendeleteket és szabványokat, amik szükségesek a számítások elvégzéséhez.

5.1 Energetikai rendeletek

Alábbiakban összegyűjtöttem a jelenleg hatályban lévő Magyarországi rendeleteket az épületek energetikájával kapcsolatban, amikre szükségem lehet:

- A 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet Magyarországon az energetikai tanúsítvány kiállításának szabályait határozza meg. Az energetikai tanúsítvány az épület energetikai állapotának minősítését tartalmazza, és az épület energiahatékonyságának mérésére és javítására szolgál. A rendelet előírja, hogy az energetikai tanúsítványt ki kell állítani minden újonnan épített és minden meglévő épületre, amelynek hasznos alapterülete nagyobb, mint 50 négyzetméter, és amelyekre építési engedélyt vagy használatbavételi engedélyt kell kérni. Az energetikai tanúsítványt a hatóságok, az építtetők vagy az érintett felek kérhetik.
- Az "Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 176/2008. (VI.30.) Korm. rendelet" az épületek energetikai teljesítményének meghatározását és az energetikai tanúsítványok kiállításának módját írja elő. Az energetikai tanúsítvány fontos dokumentum az ingatlanok eladásakor, bérbeadásakor vagy hitelfelvételkor, mivel tartalmazza az épület energiahatékonyságára vonatkozó információkat. Az előírások betartása a tulajdonosok számára is előnyös, mert lehetővé teszi számukra, hogy tájékozott döntéseket hozzanak az épület energiafelhasználásával kapcsolatban, és csökkentsék a rezsiköltségeiket. A diplomamunkámban elvégzett számításokat a WinWatt programmal végeztem el, ezzel a programmal készítik a már említett energetikai tanúsítványokat is.
- Az "Az épületek belső klímájáról és a légtechnikai rendszerek működtetéséről szóló 19/2018. (VI. 7.) BM rendelet" az épületek belső klímájának fenntartásával és javításával kapcsolatos előírásokat tartalmazza, valamint az

épületek légtechnikai rendszereinek működtetéséről szóló előírásokat határozza meg. Az előírások betartása segít fenntartani a megfelelő beltéri klímát, javítja az épület levegőminőségét és csökkenti a légtechnikai rendszerek energiafelhasználását.

- Az "Az energetikai követelmények teljesítésének feltételeiről és az energetikai tanúsítványok kiállításának rendjéről szóló 176/2008. (VI. 30.) Korm. rendelet módosításáról szóló 276/2013. (VII. 17.) Korm. rendelet" a korábbi energetikai rendelet módosításait tartalmazza. A módosítások lehetővé teszik az energetikai teljesítmény számításának frissítését, a számítási módszerek pontosítását és az energetikai tanúsítványokkal kapcsolatos adminisztratív eljárások egyszerűsítését. Ezek a változtatások hozzájárulnak a hatékonyabb energiafelhasználásra és a fenntarthatóbb építési szabványokra való áttálláshoz. A két rendelet együttes használata az elvárt hiszen az újabb rendelet csak kiegészítő.
- Az "Az épületenergetikai felújítások támogatásáról szóló 458/2020. (XI. 19.) Korm. rendelet" az épületenergetikai felújítások támogatásával kapcsolatos szabályokat tartalmazza. A rendelet előírja, hogy az állam támogatást nyújt az épületek energetikai felújításához, amelyek célja az energiahatékonyság javítása és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése. Az előírások szerint az épületek tulajdonosai számára különböző támogatási lehetőségek állnak rendelkezésre, beleértve a kölcsönöket, a vissza nem térítendő támogatásokat és az adókedvezményeket. A rendelet célja az épületállomány energiahatékonyságának javítása, amely hozzájárul az éghajlatváltozás elleni küzdelemhez és a fenntarthatóbb építési szabványok előmozdításához.

Ezek a rendeletek hasznosak az épületek energiahatékonyságának javításában és a fenntarthatóbb építési szabványok előmozdításában. Az előírások betartása segít csökkenteni az energiafelhasználást és a rezsiköltségeket, javítja az épület belső klímáját és csökkenti az üvegházhatású gázok kibocsátását, ami hozzájárul az éghajlatváltozás elleni küzdelemhez. Az állami támogatások és adókedvezmények lehetővé teszik az épületek tulajdonosai számára, hogy könnyebben hozzáférjenek az energiahatékonysági megoldásokhoz, így ösztönzik az épületállomány fenntarthatóbbá tételét. (Jogtár, 2023) (Bánhidi és Szabó, 2008)

5.2 Energetikai szabványok

Az épületek energetikai számításánál használt szabványok részletesen meghatározzák az épületek energetikai teljesítményének számítási módját, a tervezési és értékelési folyamatot, valamint az energiafogyasztás optimalizálásának módjait. Az alábbiakban összegyűjtöttem a releváns szabványokat és azt, hogy az egyes szabványok mit határoznak meg, miben segítenek a későbbi számításokban:

- MSZ 04 140: Ez a szabvány a magyarországi épületek hőszigetelési követelményeiről szól, és részletesen meghatározza az épületek hőszigetelési rendszereit, valamint azok anyag- és minőségi előírásait. A szabvány célja az épületek hőtechnikai követelményeinek meghatározása, és az épületenergetikai hatékonyság javítása.
- MSZ EN ISO 52000-1:2017: Ez a szabvány az energiahatékonyság értékelésének és az épületenergetikai tervezésnek általános kereteit határozza meg. A szabvány az épületenergetikai rendszerek általános szerkezetét és működését írja le, valamint az épületek kialakításánál figyelembe veendő fontos tényezőket sorolja fel.
- MSZ EN ISO 13790:2018: Ez a szabvány az épületek energiafelhasználásának számítási módszereit és az épületenergetikai tervezési folyamatot írja le. A szabvány részletesen meghatározza az épület hőátbocsátási és hőtárolási tulajdonságait, az épületgépészeti rendszerek működését és hatékonyságát, valamint az épület használati szokásait.
- MSZ EN 15232:2012: Ez a szabvány az épületek automatizálásának és épületgépészeti rendszereinek hatékonyságának értékelésére és optimalizálására szolgál. A szabvány az épületgépészeti rendszerek hatékonyságát hat különböző osztályba sorolja, amelyek mindegyike jelzi az épületgépészeti rendszer energiahatékonyságának szintjét.
- MSZ EN 15603:2008: Ez a szabvány az épületek energetikai teljesítményének számítási módszereit határozza meg. A szabvány az épület energiafelhasználásának kiszámításához használatos algoritmusokat írja le, amelyek figyelembe veszik az épület hőátbocsátási tulajdonságait, az épületgépészeti rendszereket és az épület használati szokásait.

- MSZ EN 15978:2012: Ez a szabvány az épületek életciklus-elemzésének módszertanát tartalmazza, amely az épület teljes életciklusára vonatkozóan vizsgálja az energiafelhasználását, a szén-dioxid-kibocsátást és más környezeti hatásokat. Az életciklus-elemzés figyelembe veszi az épület építéséhez szükséges anyagok előállítását, az építési folyamatot, az épület használatát és a lebontását. A szabvány lehetővé teszi, hogy az építőiparban dolgozó szakemberek átfogóbb képet kapjanak az épület energiahordozókra és más erőforrásokra való hatásáról, és segít az energiafelhasználás optimalizálásában.

Ezek a szabványok azért szükségesek, mert meghatározzák az épületek energetikai teljesítményének számítási módszereit, így lehetővé teszik az épületek hatékonyabb tervezését és az energiafogyasztás optimalizálását. Emellett a szabványok segítenek az építőipari szakembereknek abban, hogy összehasonlítsák az épületek energetikai teljesítményét, és javítsák a környezetbarát építési eljárásokat. (Magyar Szabványügyi Testület, 2023) (Bánhidi és Szabó, 2008)

6. Létesítmény ismertetése

Munkánkból fakadóan kereste meg cégünket egy ingatlan befektetési cég, ami luxus lakóházak építtetésével és értékesítésével foglalkozik. Egy komplett gyengeáramú tervcsomag elkészítésével bíztak meg bennünket egy jelenleg tervezés alatt álló, budai hegyekben található luxus családi házhoz. Én kaptam feladatul a lakóépület létesítményinformatikai rendszerének a tervezését. Diplomamunkámhoz kiegészítésül, pedig megtervezem hozzá az okosotthon rendszer integrációt a különböző szakágak csatlakoztatásával. Mivel nem szeretném, hogy a konkrét épület helye, alaprajza vagy bármilyen részlete, ami a beazonosítását segítené a diplomamunkában legyen, így csak terv részleteket fogok alkalmazni a kidolgozásnál.

6.1 Létesítmény elhelyezkedése, tulajdonságai

A tervezéssel érintett épület a budai hegyekben, két ottani hegy összemetsződésében kialakult völgyben található. A tervezési helyszín a völgy nyugati domboldalán található, a telek meredek lejtése keleti, kissé átlósan lejt az utcára, ellenben a panoráma a völgyi adottságok miatt az utcával párhuzamosan déli irányba adódik.

A szomszédos ingatlanok beépítettek. környezetében több új lapostetős modern épület készült. Nyugodt, csendes környék, az utca végén már erdő található. Az telken régen is épület állhatott mivel, jelentős növényzet nem található rajta. Az ingatlan összközműves. Gépjármű és gyalogos megközelítése csak az utcáról lesz kialakítva a felső csatlakozási ponton. Mivel egy árok húzódik az út és a telek között, ezért egy áteresz feletti átjáró lett kialakítva. Az épületegységben csak lakófunkció kapott helyet. Terep alatti épületrészekben kerültek elhelyezésre a gépjárműtárolók, gépészeti és tároló funkciók.

A lakóépülethez légaknák kerültek kialakításra 1:1,5 geometriai arányban. Az induló szinten 0,25 m² szabad keresztmetszeten át folyamatos külső frisslevegő bevezetéssel, tisztítási lehetőséggel (nyílászárón keresztül ki lehet jutni), csapadékvíz elvezetéssel. Az épület monolit vasbeton vázszerkezettel, Porotherm égetett agyagtégla falazattal épült.

A pincefalakon 3-18 cm XPS300 minőségű extrudált polisztirolhab hőszigetelés készült, bitumenes ragasztással rögzítve.

A homlokzati VB falakra fekete üvegfátyollal kasírozott kőzetgyapot hőszigetelés, fémszeges dübelezéssel rögzítve (Rockwool Fixrock FB1) a homlokzati hőszigetelő rendszer részeként, teljes felületi ragasztással, és kiegészítő tárcsás mechanikai rögzítéssel szerelve.

A vakolt falazatok 18 - 20 cm EPS 80 termékosztályba tartozó, vakolható expandált homlokzati hőszigetelés (Austrotherm AT-H80), ásványi ragasztóhabarccsal és hőhídhatás- csökkentett, beütőékes műanyag tárcsás hőszigetelés rögzítő dübelekkel rögzítve.

6.2 Létesítmény épületgépészete

6.2.1 Fűtés-hűtés

Az épületben a helyiségek fűtését-hűtését levegő/víz hőszivattyú szolgálják ki. A rendszerben a hőleadók mennyezetfűtő panelek, valamint a fürdőszobákban hagyományos, a fűtőkörre kötött, törölközőszárító radiátorok kerültek beépítésre. A felületfűtési körök, körönkénti motoros nyit-zár szeleppel vannak ellátva, melyeket a helyiségekben elhelyezett termosztátok jele alapján nyit, vagy zár a központi vezérlőegység. Ezáltal a helyiségenkénti szabályozás megvalósítható (későbbiekben ezen fali termosztátok és központi vezérlőegység okosotthon integrációját fogom ismertetni).

A felületfűtési körök névleges hőfoklépcsője 40/35°C-os, melynek beállítása központilag történik és változik a külső hőmérséklet függvényében. A mennyezetfűtés hűtési üzemmódban 18/21°C-os hőfoklépcsővel üzemel. A felülethűtés kondenzáció elleni védelmét a felületfűtő-hűtő rendszer szabályozója kezeli a külső levegő páratartalma alapján.

A padlóba és falhoronyba kerülő alapvezetéki csőhálózatot többrétegű, alubetétes műanyag csőből lettek beépítve 9mm vastag párazáró hőszigeteléssel. A szabadon szerelt szakaszok vörösrézcsőből készültek 19 mm vastag párazáró hőszigeteléssel. A csőhálózat a padló hőszigetelő rétegében, falhoronyban és szabadon szerelve kerültek elhelyezésre.

A mennyezetfűtési-hűtési körök csövezése NGBS PE-RT oxigéndiffúzió mentes műanyag csővel történt, melyet acélhálóra szereltek. A mennyezetfűtés-hűtés NGBS panelekkel lett kialakítva, födémbe integrálva.

6.2.2 Használati melegvízellátás

A használati melegvizet egyedileg méretezett hőszivattyús tárolókkal biztosítják. A melegvíz tervezett tárolási hőmérséklete 55°C, felhasználási hőmérséklet 38...45°C, mely termosztátos keverő csapokkal lesz beállítva. A tároló és a tőle legtávolabb eső csapoló között cirkulációs vezetékét létesítettek, mely hőfokérzékelős szabályozású.

6.2.3 Garázs elszívás

A garázsban CO₂ érzékelővel vezérelt elszívásos szellőzés létesült. A garázs üzemi szellőztetését egy frekvencia szabályozott elszívó ventilátorral (50ppm CO₂ elérésekor) 1350 m³/h (150m³/h/parkoló) üzemelő légcserét hoz létre. A légpótlás a garázskapu nyitásával biztosított.

6.2.4 Konyhai elszívás

A konyhai páraelszívó számára DN125 csőcsatlakozást biztosított a gépész tervező, melyet a tető fölé vezetett ki. Az elszívás légpótlása ablak bukóállású nyitásával biztosított.

6.2.5 Helyiségek szellőzése

A helyiségekben gépi légellátás van biztosítva hővisszanyeréssel és EU7 fokozatú szűrőssel előkezelt frisslevegő befűvéssel. A légkezelő berendezést a háztartási helyiségben, a mennyezet alatt lett elhelyezve. A berendezés típusa HOVAL FRS 500. A berendezés pára- és CO₂ tartalom érzékelőt, valamint F7 fokozatú pollenszűrőt tartalmaz a gyári felszereltségen kívül. A frisslevegőt a homlokzatról szívja be, a használt levegőt a tető fölé vezeti ki. A befűvő és elszívó légcsatornák a földében, szabadon és a falban, vannak elhelyezve, ahonnan a mennyezeti és álmennyezeti síkon elhelyezett légszelepek felé csatlakoznak. A befűvás a tartózkodási helyiségekben történik, míg a használt levegőt a melléképítményekben szívja el. A rendszer időprogram, CO₂ és páratartalom vezérlésű, mely az okosotthon rendszerre fog csatlakozik. A páratartalom érzékelők a fürdőkhöz, míg a CO₂ érzékelőt a nappaliba helyezték el. A rendszer a napi használatnak megfelelő frisslevegős légcserét biztosít a bent tartózkodók számára. Nagyobb létszámú összejövetel esetén ablakot kell nyitni az adott helyiségben, amennyiben a levegő minősége nem megfelelő.

7. Létesítményinformatikai rendszer tervezése

A létesítményinformatikai vagy másnéven strukturált hálózati rendszer tervezése mindig az igények felmérésével indul. Nagyon fontos pontosan behatárolni a megrendelő igényeit, és ezt egy rendszerszínthez párosítani. Nem tervezhetek minden projekthez azonos gyártókkal és technikai szintekkel hiszen egy kisebb projektnél, például egy családi háznál ez túlságosan felvinné a költségeket úgy, hogy a megrendelő a megtervezett rendszer képességeinek a töredékét használná csak ki.

Így, itt is egy projekt indító egyeztetéssel indult a tervezés, amint a beruházó (aki egyben a megrendelő is), az építész és én, mint tervező voltunk jelen. Itt körvonalazódott, hogy egy jövőálló homogén LAN infrastruktúrát kell kialakítani, mely megbízható, ugyanakkor nagysebességű hálózati hozzáférést biztosít a háztulajdonos számára.

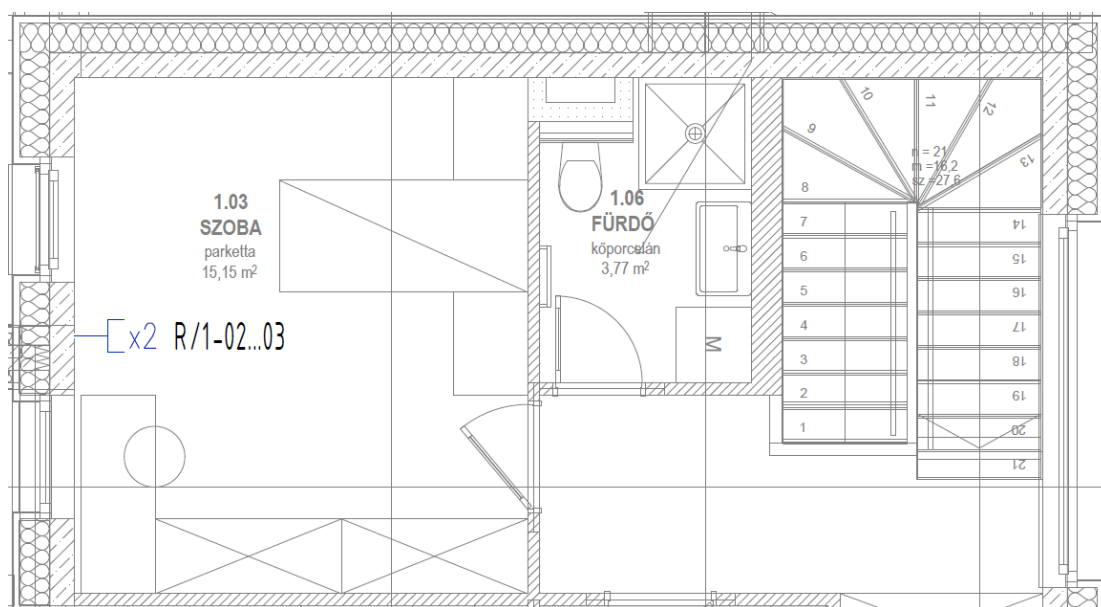
A létesítménybe egy olyan költséghatékony, ám mégis időtálló árnyékolt strukturált hálózat kerül megtervezésre, amely képes kiszolgálni a mindennapos lakhatáshoz szükséges sáv-szélesség igényeit (az árnyékolt hálózat – mint technikai minimumnak – megfelel az ISO/IEC 11801 Ed2.2 Class „EA” /Cat.6A/ követelményeinek). A tulajdonos igénye szerint a későbbiekben bővíthető. Ezen felül az épületbe tervezett egyéb szakági rendszerek számára is biztosítok strukturált hálózati csatlakozást.

A létesítményinformatikai rendszereket két fő részre osztjuk, passzív és aktív hálózatra. Passzív eszköz minden olyan informatikához kapcsolódó eszköz, amelynek nincs áramfelvétele, de szükséges az informatikai hálózat működéséhez. (Rack szekrények, kábelezés, patch panelek, kábelvezetők stb.). Az aktív hálózat pedig a strukturált hálózat olyan eleme, amely aktív eszközöket tartalmaz, például hubokat, switcheket, routereket vagy repeatereket. Ezek az eszközök általában elektromos betáplálást igényelnek, és lehetővé teszik a hálózati forgalom irányítását és szabályozását a különböző hálózati eszközök között. A tervezés menetét mindig a passzív hálózat megtervezésével kezdjük, így én is így kezdek diplomamunkámban.

7.1 Végpontok kiosztása

A telepítésre kerülő végpontok kialakításánál cél volt, hogy mindegyiket süllyesztett vagy moduláris aljzatban végződtessem és innen patch kábelekkel

lehessen csatlakoztatni az adott eszközhöz. A végpontokat általánosan oldalfalon, süllyesztő keretben terveztem elhelyezni. Ez alól kivételt képezhetnek a speciális tartószerkezettel szállított eszközök, például a Wi-Fi access point-ok, biztonsági kamerák és csatlakoztatott szakági központok, melyeknél szükséges az eszköz házán belüli csatlakoztatás, ekkor az adott helyzetet legjobban kiszolgáló megoldást alkalmaztam, legyen az RJ45 csatlakozó vagy C-sínes Keystone modul. A ház esetében egy alap kialakítással terveztem. A koncepció szerint minden hálósobába és a nappaliba terveztem két-két végpontot. A hálósobákba jellemzően az ágy elé terveztem a végpontokat elhelyezni, ez a kialakítás a következő tervrészleten látható.



1. ábra: Hálósoba végponti kialakítása

A terven jelölt végpont egy általános használatú fali süllyesztett kétszeres végpontot jelöl, ez azt jelenti, hogy egy szerelvény modulon belül kettő darab külön végpont található. A végpont(ok) jelölése balról jobbra a következő képen épül fel: az R a rack szekrényt jelöli, ez csak azt jelöli, hogy a végponti kábelezés másik vége a rack szekrényben végződik. A perjel utáni 1-es azt jelöli, hogy a kábelezése az 1-es patch panelen kerül kifejtésre, a -02...03 pedig azt, hogy ezen belül a 2-es és 3-as porton, ezt később a rack szekrény felépítésénél részletesebben is ismertetem.

A nappaliban pedig a tervezett TV pozícióban helyeztem el a kétszeres strukturált hálózati végpontot. Ezen kívül a ház különböző pontjaira terveztem mennyezeti végpontokat a Wi-Fi access point-ok részére szemmel tartva, hogy az

egész ház területén megfelelő wifi lefedettség legyen. Az okosotthon rendszer HUB-ok erre a vezeték nélküli hálózatra fognak csatlakozni, míg az erősáram, épületgépészet és szellőztetés saját, dedikált végpontokat fognak kapni. A ház leendő tulajdonosa igényei szerint későbbiekben ez a kialakítás tovább bővíthető.

7.1.1 Wi-Fi access point

Ahhoz, hogy teljes házban megfelelő Wifi hálózati lefedettség legyen megfelelő közönként Wi-Fi access point-okat terveztem be. Egy adott eszköz lefedési sugara sok mindentől függ, főleg az alkalmazott építőanyagoktól, de tervezés során egy mindig jól alkalmazható szabályt alkalmaztam, mégpedig azt, hogy 10 méteres sugarú körökkel fedtem le a szinti terveket méretarányosan, az így kialakított lefedés, pedig biztosan megfelelő lesz későbbiekben. Mindenesetre, mindig ajánlom a megrendelőnek, hogy amikor szerkezetkész az épület ezt ellenőriztesse a kivitelezővel egy rádiófrekvenciát mérő eszközzel.

A rack szekrény berendezést ismertető fejezetben is említeni, fogom, hogy a Ubiquiti eszközeit részesítem előnyben ilyen méretű projekteknél, Wi-Fi access point-ot is ettől a gyártótól választottam, ami a következő ábrán is látszik. (Ubiquiti, Access Point U6 Lite, 2023)



2. ábra: Ubiquiti Access Point U6 Lite

A Ubiquiti Access Point U6 Lite egy nagyteljesítményű, WiFi 6 (802.11ax) szabványt támogató vezeték nélküli access pont. A következő tulajdonságai miatt választottam ezt az eszközt a tervezésnél:

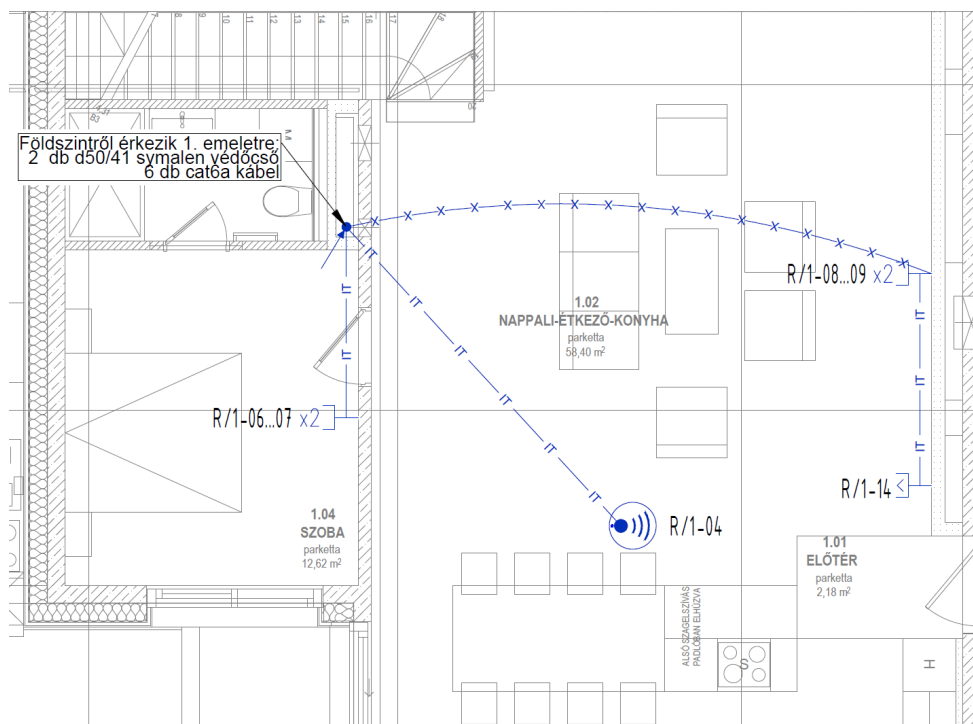
- Az U6 Lite akár 1,5 Gbps sebességre képes, 2,4 GHz-en 300 Mbps-t, míg 5 GHz-en 1201 Mbps-t kínál.

- Az eszköz nagy hatótávolsággal rendelkezik, amely lehetővé teszi a nagy területek lefedését, és támogatja az MU-MIMO technológiát is, amely javítja a kapcsolatok stabilitását és sebességét.
- Könnyen konfigurálható az Ubiquiti UniFi alkalmazással, amely lehetővé teszi a hozzáférési pontok és a hálózati berendezések egységes kezelését.
- Támogatja az új WiFi 6 szabványt, a PoE+ tápellátást, valamint az IPv6 és az SNMP protokollokat.
- Az U6 Lite számos biztonsági funkcióval rendelkezik, mint például az 802.1x hitelesítés, a MAC-szűrés, a WPA3 titkosítás, az adatforgalom ellenőrzése és az automatikus hibajavítás.

Az U6 Lite a gyártó „legkisebb” szériája így ideális választás volt otthoni WiFi hálózat számára.

7.2 Végponti kábelezés

A terveken kiosztott végpontokat és a létesítményinformatikai rendszer központját adó rack szekrényt egy csillagpontos rézkábel hálózat köti össze. Az informatikai kábelezés a terveken nagyban követi az erősáramú kábelezését, így az alább ábrán látható módon csak a fő gerinc nyomvonalazást jelöltem a terven.



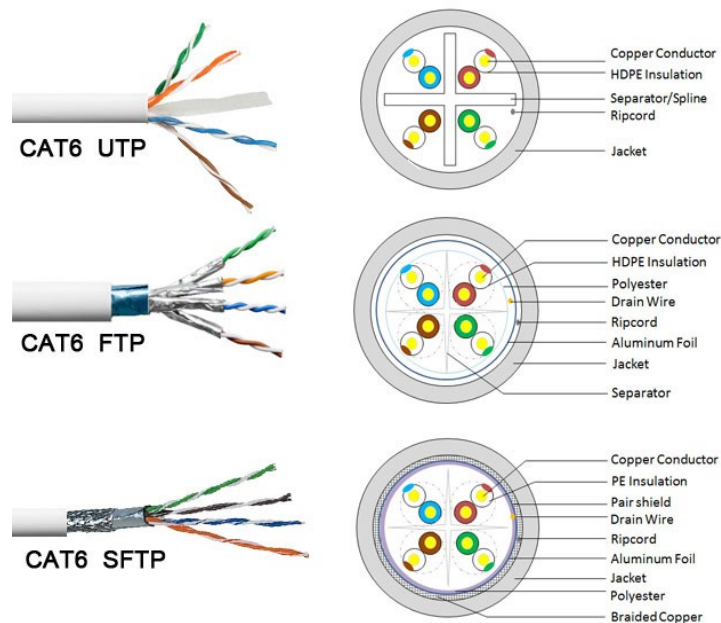
3. ábra: Végponti kábelezés terv

Az „IT” jelölésű nyomvonal gipszkarton falban, álmennyezet fölött vagy téglafalba süllyesztett védőcsövezést jelent, míg az „X” jelölésű aljzabetonba öntött védőcsövezést jelöl.

A strukturált hálózatoknál Ethernet kábelt használunk. Közös jellemzőjük ezeknek a kábeleknek, hogy 4 pár csavart réz érpárból állnak (kivéve a Cat1-es kábel, az két érpárból áll és csak telefonkábelként használják mivel csak hang átvitelére alkalmas), ahol mind a nyolc ér szigetelőanyaggal van fedve és páronként össze vannak sodorva, így csökkentve az elektromágneses és rádióinterferenciás jeltorzító hatásokat. Az árnyékolatlan érpárok közötti áthallást úgy csökkentik, hogy az egyes párokat eltérő mértékben sodorják. Szinte mindegyik fajta Ethernet kábel maximális átviteli távolsága 100 m, néhány métert lehet még nyerni a jobb sodrással és árnyékolással. Az Ethernet kábeleket két féle képen különböztethetjük meg, árnyékolásuk szerint, valamint az adatátviteli sebességük (kategóriájuk) szerint, ez a 4. és 5. ábrákon láthatóak. (Bertsekas és Gallager, 1992)

Árnyékolásuk szerint:

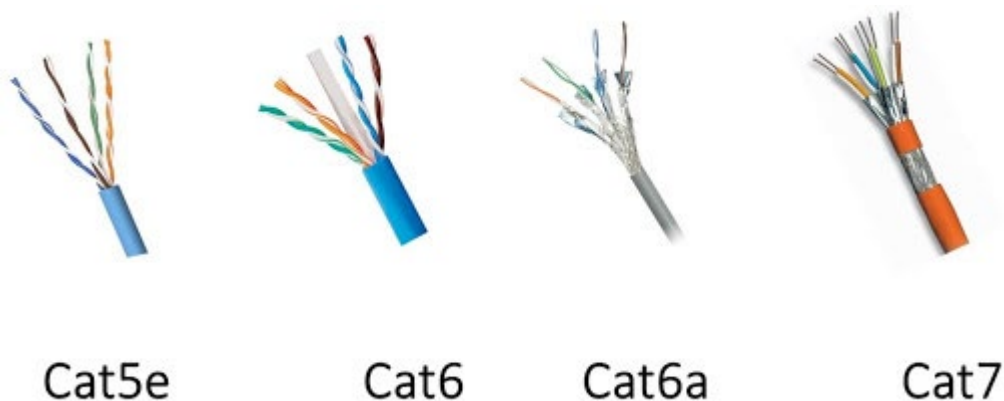
- UTP – Árnyékolatlanok az érpárok, ezt a fajta kábelt használják a legtöbbet hiszen ez a legolcsóbb változat így költséghatékony a telepítésük.
- F/UTP – A szigetelőanyag és az érpárok között egy árnyékoló fólia van.
- FTP – Az erek páronként levannak árnyékolva egy fóliával.
- S/UTP – Az árnyékolatlan erek egy védő harisnyával vannak körbe véve.
- S/FTP – Az erek páronként levannak szigetelve és ezen felül még egy védőharisnyával is védve vannak. Ez a legdrágább verziója az Ethernet kábelnek ezért ezt a fajta kábelt csak olyan helyeken használják, ahol ez elengedhetetlen. (Hallberg, 2009) (Atel, 2023)



4. ábra: Ethernet kábel árnyékolásai

A másik csoportosítási módjuk a kategóriájuk szerint lehet. A CAT az angol category azaz kategória rövidítése:

- CAT1 – telefonkábel (hangátvitel, 2 érpár)
- CAT2 – maximum 4 Mb/s adatátviteli sebesség érhető el vele.
- CAT3 – 10 Mb/s az adatátviteli sebessége. Csillag topológiánál alkalmazzák, ethernet hálózatokban (Legacy Ethernet 10MB/s-os közege).
- CAT4 – max. 20 Mb/s adatátviteli sebességű.
- CAT5 – 100 Mb/s adatátviteli sebesség.
- CAT5e – 1000 Mb/s átviteli sebesség.
- CAT6 – 1000 Mb/s átviteli sebesség.
- CAT6A - 10 Gb/s átviteli sebesség.
- CAT7 – 10 Gb/s átviteli sebesség. (Jain, 2001) (Fiberopticshare, 2016)



5. ábra: Ethernet kábel kategóriái

Fontos, hogy az általam tervezett strukturált kábelezés megfeleljen az EIA/TIA 568B.2, ISO/IEC IS 11801, valamint az alábbi szabványoknak:

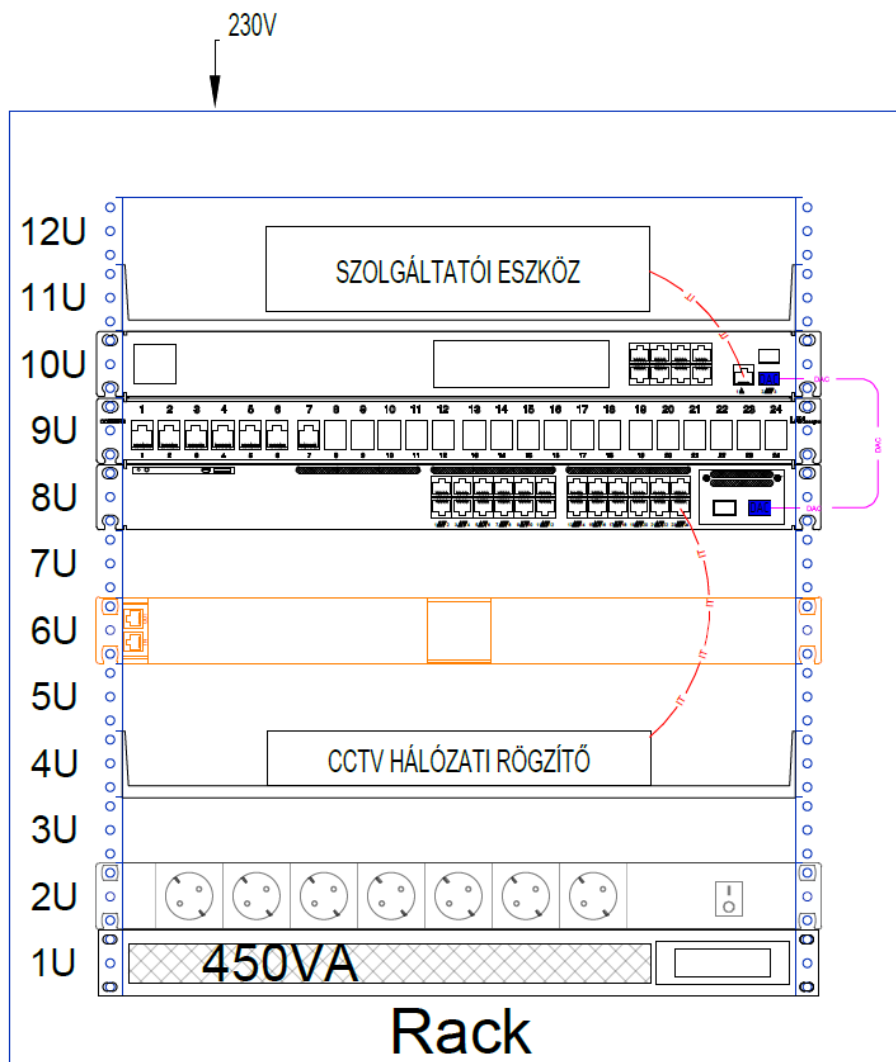
- MSZ EN 50174-1:2010
- Informatika. Kábeltelepítés. 1. rész: Telepítési előírás és minőségbiztosítás
- MSZ EN 50174-2:2010
- Informatika. Kábeltelepítés. 2. rész: Telepítési terv és épületeken belüli kivitelezése
- MSZ EN 50346:2002/A1:2008
- Információtechnika. Kábeltelepítés. Telepített kábelezés vizsgálata
- MSZ EN 50346:2002/A2:2010
- Információtechnika. Kábeltelepítés. Telepített kábelezés vizsgálata
- MSZ EN 50173-1:2007/A1:2011
- Informatika. Általános kábelezési rendszerek. 1. rész: Általános követelmények
- MSZ EN 50173-2:2007/A1:2011
- Informatika. Általános kábelezési rendszerek: 2. rész: Irodák
- MSZ EN 50173-5:2007/A1:2011
- Informatika. Általános kábelezési rendszerek: 5. rész: Számítóközpontok
- MSZ EN 50173-5:2008
- Informatika. Általános kábelezési rendszerek: 5. rész: Számítóközpontok

Kábelezés tervezése során még a következő szakmai „szabályokat” tartottam be annak érdekében, hogy a leghomogénebb és időtállóbb rendszert tervezzem meg, illetve később kivitelezzen a cég:

- Egységes kialakítású, felhasználás céljától független kialakítású infrastruktúra létrehozása.
- Ne legyen felhasználás-specifikus kábelezés a különböző rendszerek részére.
- Minden ismert Ethernet TCP/IP protokoll használható legyen egy kábelhálózaton.
- Minden hálózati technológia alkalmazható (Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet, Power over Ethernet, PoE+).
- A hosszú távú igények kiszolgálására rezes kábelnek Cat6A S/FTP típusú
- Réz kábeleknél RJ45-ös csatlakozók alkalmazása szükséges, melyet kábel megosztás nélkül kell kialakítani.
- Utólagos változtatások a hálózati struktúrában könnyen, minimális munkaráfordítással elvégezhetőek legyenek.
- A hálózati struktúra bővíthető anélkül, hogy a kábelezésen vagy a csatlakozáson változtatnánk.
- Telepítés során az MSZ EN 50174, valamint az MSZ EN 50310 előírásait be kell tartani.
- Kizárólag hosszú idejű rendszergaranciát (minimum 15 év) biztosító komplett rendszer tervezhető.

7.3 Rack szekrény berendezési terv, aktív és passzív hálózat részei

Az épületinformatikai rendszer központja a rack szekrény. Ebben találhatóak egyaránt passzív és aktív hálózati eszközök is, valamint a csillagpontos kábelezés is innen indul ki. Az általam tervezett és megrajzolt rack szekrény terv a következő ábrán látható. A következő alfejezetekben fentről lefelé haladva a rack szekrény berendezési tervben ismertetem, hogy mit miért terveztem be az épületinformatikai rendszerbe.



6. ábra: Rack szekrény berendezési terv

7.3.1 Rack szekrény

A rack szekrény kiválasztásánál két szempontot vettem figyelembe:

1. Az első az, hogy az általam megtervezett hálózat aktív eszközeinek, mekkora helyre lesz szüksége. Ezt a végpontok kezdetleges elhelyezéséből tudom kalkulálni. A rack szekrények méretét Unit-ban adjuk meg.
2. A második szempontom az volt, hogy egy falra rögzíthető szekrény legyen üvegajtóval. Ez azért volt fontos mivel attól még hogy egy gépészeti helyiségbe, az mennyezet alá kerül elhelyezésre szerettem volna egy esztétikus, jól szerelhető szerkényt kiválasztani.

A választásom, így a következő képen látható Intellinet rack szekrényre esett.



7. ábra: Intellinet 12U-s rack szekrény

A választásom elég könnyű volt, hiszen ez egy nagyon jó ár-érték arányú rack szekrény a nekem megfelelő méretekből és kialakításban, ezeken felül pedig levehetőek az oldallapok a könnyű installálás érdekében, valamint a tetején szellőző nyílások is találhatóak így biztosítva az aktív eszközök zavartalan működését. (Intellinet, 2023)

7.3.2 Szolgáltatói eszköz

A szolgáltatói eszköz, másnéven a modem. A modemnek két fő funkciója van: először is, a modem konvertálja az internet szolgáltatótól érkező jelet olyan formára, amelyet a hálózati eszközök képesek értelmezni. Másodszor, a modem lehetővé teszi, hogy több eszköz csatlakozzon egyszerre az internethez egyetlen internet kapcsolat használatával. A modemek lehetnek vezetékes vagy vezeték nélküli kapcsolattal, és

az internet szolgáltatók általában biztosítják őket az ügyfeleknek a szolgáltatás megrendelésekor.

Ezért nekem ezzel a tervezés folyamán nem kellett foglalkoznom, csak egy eszköz tartó polcot terveztem neki a rack szerkény felső unit-jába, hogy oda tudja a szolgáltató embere majd tenni az eszközt.

A modem egy Cat6A patch kábellel lesz összekötve bridge módban az internet gateway-el. A bridge mód annyit tesz, hogy a modem csak az alap jelátalakító funkciója megy, minden más hálózati feladatot már az általam megtervezett rendszer végez.

7.3.3 Internet gateway

Az aktív eszközök kiválasztásánál is elvárás volt, hogy egy megbízható, jövőálló és későbbiekben bővíthető rendszert tervezzek meg. Így az általam már jól ismert Ubiquiti gyártót választottam. Szinte mindig ezzel a gyártó termékeivel tervezek, ha kis- és közepes méretű hálózatokat kell megterveznem.

Internet gateway-nek a Dream Machine Pro eszközt választottam, ez a következő ábrán látható. (Ubiquiti, Dream Machine Pro, 2023)



8. ábra: Ubiquiti Dream Machine Pro

Kifejezetten ezt a típust két fő funkciója miatt választottam.

1. Először is nagyon jó minőségű hálózati védelmi funkciói vannak, tartalmaz egy beépített biztonsági gateway-t, amely tűzfalat, VPN-t és IDS/IPS-t (intrusion detection/prevention system) tartalmaz. A készülék használható VPN-kapcsolatok létrehozására és a hálózati forgalom titkosítására is. Ezek segítségével se a szolgáltató, se más külső megfigyelő nem tudja megfigyelni vagy rögzíteni a meglátogatott weboldalakokat, ki és bejövő adatokat.
2. Másodszor pedig lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy az összes UniFi készüléket egyetlen felhasználói felületen kezeljék és konfigurálják. Erre leginkább a Wifi Access Point-ok miatt volt szükség.

Ezt az eszközt hálózati útválasztásra nem fogja használni a végfelhasználó, de későbbi bővítéseknél igénybe tudja majd venni. A hálózati útválasztást a betervezett switch fogja végezni, ez a szekrényterven látható módon egy DAC (Direct Attach Copper) kábellel terveztem összekötni így biztosítva a maximális sávszélességet.

7.3.4 Switch

Ahogy már feljebb írtam minden aktív eszköz a Ubiquiti gyártótól került ki, így a switch is. Itt egy Ubiquiti Switch Pro 24 PoE mellett döntöttem, ami a következő ábrán látható. (Ubiquiti, Switch Pro 24 PoE, 2023)



9. ábra: Ubiquiti Switch Pro 24 PoE

A Ubiquiti Switch Pro 24 PoE egy 24 portos, gigabites PoE switch, amelyet a hálózat felügyeletéhez és irányításához terveztek. Néhány jellemzője:

- 24 db gigabites Ethernet port, amelyek közül 16 db PoE+ támogatással rendelkezik, így képes tápellátást biztosítani az Ethernet kábelén keresztül csatlakoztatott eszközöknek.
- 2 db SFP port a nagyobb adatátviteli sebességekhez.
- Nagy teljesítményű processzor és memória, valamint a UniFi Network Controller szoftver támogatása, amely lehetővé teszi a felügyelet és irányítás szinte bármilyen helyről.
- Nagy teljesítményű, 400W-os PoE tápegység, amely képes ellátni a csatlakoztatott eszközöket elegendő árammal.
- Alacsony zajszintű, hűtőborda nélküli kialakítás, amely biztosítja a csendes működést.
- Támogatja a VLAN, QoS, stb. funkciókat, valamint lehetőség van a hálózati forgalom analizálására és az eszközök diagnosztizálására.

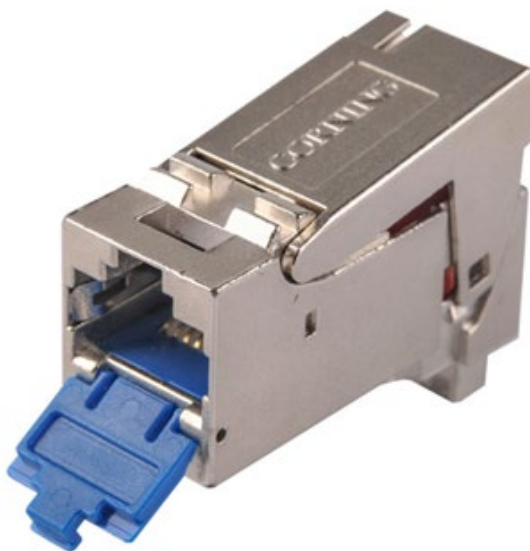
- Képes szabályozni a portok sebességét és konfigurációját, valamint képes integrálódni más Ubiquiti eszközökkel, például az UniFi Access Point-okkal, hogy egységes hálózatot lehessen létrehozni.

Erre a switch-re kerül csatlakoztatásra a házban elhelyezett össze végpont, legyen az általános fali süllyesztett végpont, Wifi végpont vagy bármilyen más szakágnak biztosított végpont. Azonban nem egyenesen a switch-be kerülnek csatlakoztatásra a végpontok, ezeket előbb ki kell „fejteni” egy úgy nevezet patch panelra, az átláthatóbb kábelezés végett.

7.3.5 Patch panel és Keystone modulok

A rack szekrényben patch paneleken történik a végpontok kifejtése. A patch paneleken kifejtett végpontokat, a betervezett aktív eszközökre patchelve konfigurálható a hálózat, így az adott oldalon a már menedzsel hálózaton keresztül szolgáltatható az internet.

A moduláris patch paneleket Corning xs500 Keystone adapterrel terveztem felölteni, ez a következő ábrán látható. (Corning, 2023.)



10. ábra: Corning xs500 Keystone adapter

Ezek az adapterek későbbiekben megkönnyítik, majd a kivitelezést, mivel minden a rack szekrénybe bejövő kábelt külön fellehet szerelni ilyen csatlakozóval, és később kell csak a patch panelbe pattintani őket, így el lehet kerülni a zsúfolt szekrényben való munkát.

7.3.6 Egyéb rack szekrény berendezések

Mivel a diplomamunkám témája az épületinformatikai rendszer és okosotthon rendszer tervezés, így azokat az eszközöket, amik nem ezeket a rendszereket, vagy csak részben ezeket a rendszereket szolgálják ki a rack szekrényben, röviden, fentről lefelé haladva felsorolás szerűen ismertetem.

- Moduláris túlfeszültség levezető: ahogy a nevében is benne van ez az eszközt a kültéri végpontok (általában kamerák és kaputelefon végpontok) és a switch-ek közé tesszük. Így egy esetleges villámcsapás esetén csak a kültéri eszközt kell cserélni, a rack szekrényben található nagyértékű switch védve van a villámlás okozta túlfeszültségtől.
- CCTV hálózati rögzítő: a diplomamunkám alatt ismertetett projekt keretein belül nem csak épületinformatikai rendszert kellett terveznem, hanem a rá kapcsolódó biztonsági kamera rendszert is. A rack szekrényben található hálózati rögzítő a hálózatra kapcsolódva felismeri az összes aszon lévő kamerát és különböző rögzítési intervallumokat és beállításokat lehet rajta végezni. A kamera képek monitorozását okostelefonon belül lehet végezni applikációval, amit nem mellesleg Google Home Assistant-ba is lehet integrálni.
- Rack szerkénybe rögzíthető hálózati elosztó: ez végzi a rack szekrénybe telepített összes aktív eszköz tápellátását. A legtöbb projektemnél, így ennél is a megbízható Kontaset márkát választottam.
- UPS rövidítése az angol "Uninterruptible Power Supply" kifejezésnek, ami magyarul szünetmentes tápegységet jelent. Az UPS egy olyan elektromos eszköz, amelynek célja az áramszünetek vagy a feszültség ingadozások okozta károk megelőzése vagy minimalizálása. Az UPS biztosítja, hogy az általa védett eszközök továbbra is működjenek, akár a hálózati áramforrás megszűnik. Ennél a projektnél egy 450VA-es APC szünetmentes tápegységgel terveztem.

8. Okosotthon rendszer tervezése

Amikor kiválasztottam okosotthon központi egységet a tervezési projektemhez, néhány kulcsfontosságú tényezőt figyelembe kellett vennem. Először is át kellett gondolnom, hogy milyen típusú eszközöket és rendszereket szeretnék integrálni az okos otthon hálózatba. Ide tartoztak például a termosztátok, világításvezérlők, a szellőző rendszer vezérlő és árnyékolás kapcsolók.

Miután megvoltak a felvenni kívánt eszközök és rendszerek listája, meg kellett bizonyosodnom arról, hogy az általam választott okosotthon központi egység kompatibilis-e velük. Ahogy az okos otthon protokollokat ismertető fejezetben is említettem már, előfordulhat, hogy egyes eszközök csak bizonyos típusú központi egységekkel működnek, vagy további hardverre van szükségük a megfelelő működéshez.

Figyelembe kellett vennem a létesítmény méretét és elrendezését is, valamint azon felhasználók számát, akik kapcsolatba fognak lépni az okosotthon rendszerrel. Egyes központi egységek jobban illeszkednek nagyobb otthonokhoz, bonyolultabb rendszerekkel, míg mások kisebb terekhez vagy egyszerűbb elrendezésekhez készültek.

Végül át kellett gondolnom, hogy milyen funkciókat szeretnék az okos otthon központi egységben. Ez magában foglalhatja a hangvezérlést, a távoli hozzáférést, az energiagazdálkodási eszközöket és a testreszabási lehetőségeket. Fontos, hogy ezeket a funkciókat a megrendelő sajátos igényeihez és preferenciái alapján rangsoroljam.

Mindezen tényezők figyelembevételével olyan okosotthon központi egységeket választottam, amelyek megfelelnek a projektem igényeinek, és zökkenőmentes és intuitív okos otthon élményt biztosít a végfelhasználó számára.

8.1 Okosotthon központ kiválasztása

Ahogy már a fejezet elején is említettem a tervezésem során két különböző okos otthon központot választottam az általam tervezett házba. Ennek az oka az, hogy szerettem volna egy olyan megbízható rendszert tervezni, ami vezetékes és vezeték nélküli technológiát is alkalmaz, valamint egy esetleges internet szolgáltató kimaradás esetén is működtetni képes legalább az alapvető funkciót, a fűtést, hűtést, szellőztetést és a redőnyök nyitását, zárását.

Így esett a döntésem az NGBS iCON okos otthon rendszerére, ezt pedig kiegészítettem egy Google Home Nest rendszerrel.

8.2 Épületgépészeti csatlakozás

Az NGBS iCON rendszerét elsősorban azért választottam, mert véleményem szerint nagyon jó megoldást nyújtanak a felületfűtés okosotthon integrációjára. Az NGBS iCON okos otthon rendszerhez a felületfűtés vezérléséhez a következő részegységek szükségesek:

1. **Kontroller:** Ez a központi egység az okos otthon rendszerhez, és lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy távolról irányítsák és felügyeljék az otthoni fűtési rendszert. Ehhez további bővítő modulok szükségesek, amiket a következő fejezetekben ismertetek.
2. **Kiegészítő modulok:** Ezek az egység összekötik a hőmérséklet-érzékelőket és az aktuátorokat a kontrollerrel. Az egyik egység adja át a hőmérséklet adatokat, a másik pedig tovább küldi a kontrollertől a szükséges parancsokat az aktuátoroknak.
3. **Aktuátor:** Ez az egység felelős a fűtési rendszer szabályozásáért. Az aktuátorokat a fűtési rendszer csöveire szerelik fel, és vezérelhetik a víz áramlását a rendszerben.
4. **Hőmérséklet-érzékelő:** Ez a szenzor a szobában lévő hőmérsékletet méri és adatokat továbbít a rendszerhez.

8.2.1 NGBS iCON Smart Home kontroller

Az NGBS iCON Smart Home kontroller az okos otthon rendszer vezérlésére szolgáló eszköz, amely a végfelhasználók számára könnyű és intuitív felhasználói felületet biztosít a rendszer működtetéséhez.

A Smart Home kontrollerhez csatlakoztatni kell az okos otthon rendszer többi részegységét, például a hőmérséklet-érzékelőket, kiegészítő modulokat, lámakapcsoló modulokat és a redőnyvezérlőket LS és CAN buszon keresztül. A Smart Home kontroller vezérli a rendszer működését, így lett biztosítva, hogy a ház kényelmes hőmérsékletű legyen, és az energiahatékonyság is javuljon.

A Smart Home kontroller számos funkcióval rendelkezik, amelyek lehetővé teszik a felhasználók számára, hogy testre szabják az otthonuk hőmérsékletét és

energiaköltségeiket. A felhasználók például időzíthetik a fűtést és a hűtést, hogy azok csak akkor működjenek, amikor szükség van rájuk. Az is lehetséges, hogy a Smart Home kontroller szabályozza a hőmérsékletet az egyes helyiségekben külön-külön, így csak azokban a helyiségekben kell fűteni, amelyeket használnak.

A Smart Home kontrollerhez kapcsolódó mobilalkalmazások lehetővé teszik a felhasználók számára, hogy távolról is ellenőrizzék a rendszert és módosítsák annak beállításait, így akár akkor is bekapcsolhatják a fűtést vagy a hűtést, amikor éppen nem tartózkodnak otthonukban.

Az NGBS iCON Smart Home kontroller rendelkezik integrált szoftverekkel és protokollokkal, amelyek lehetővé teszik az együttműködést más okos otthon eszközökkel, például a világítással vagy az ablakokkal. Ezenkívül az NGBS iCON Smart Home kontroller rendszer felügyelhető a felhőből, így könnyen ellenőrizhető a rendszer állapota és a rendszerhez kapcsolódó összes adat.

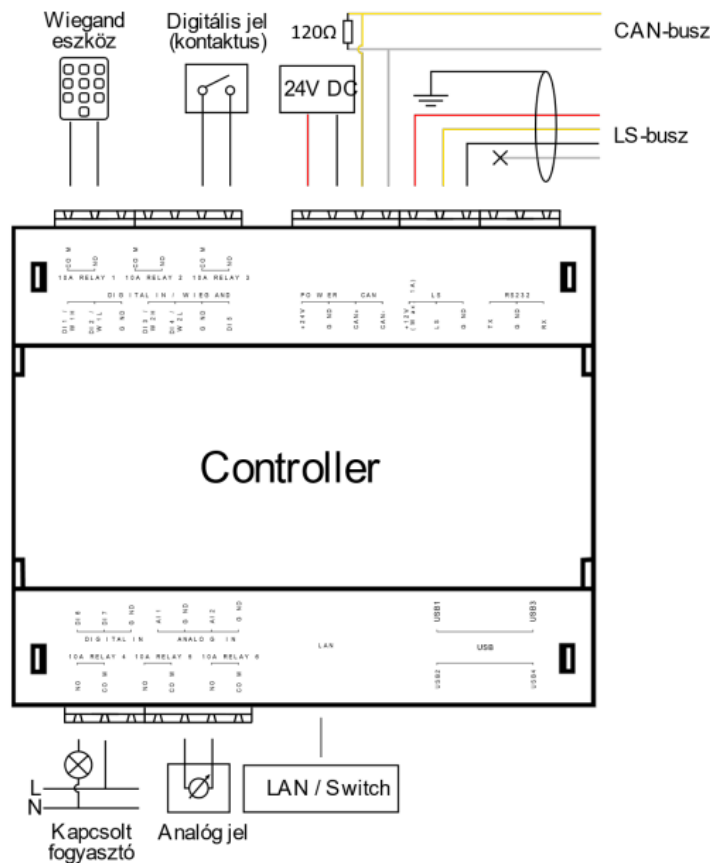
A kontroller egység, csak úgy, mint a kiegészítő modulok DIN sínre szerelhetőek, így az osztó-gyűjtő közelében helyeztem el őket a terven olyan módon, hogy az aktuátorok és a relé modul között minél kisebb távolság legyen, de védve legyenek egy esetleges vízszivárgástól, ezt egy zárható kapcsoló szekrénnel oldottam meg. Egy már a gyártó által megépített projekten az elektromos kapcsoló szekrényben lett elhelyezve a kontroller modul a kapcsolók alatt egy külön sorban ez a következő ábrán látható. (NGBS, 2023.)



11. ábra: NGBS iCON Smart Home kontroller

Mivel az én projektem egy nagyobb családi ház én külön kapcsoló szekrénnel készültem az eszközöknek a gépészeti helyiségbe az osztó-gyűjtők és az aktuátorok közelébe.

A controller kötési rajza a következő ábrán található: (NGBS, 2023.)



12. ábra: NGBS iCON Smart Home controller kötési rajza

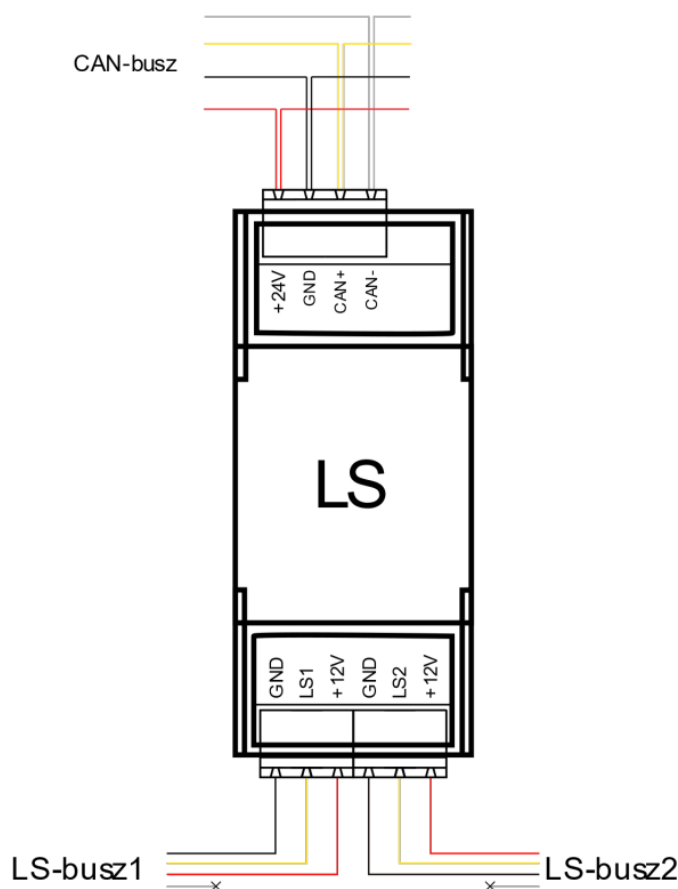
Ezen a kötési rajzon is nagyon jól látszik milyen univerzális eszköz is ez a controller. Én elsősorban a CAN buszt alkalmaztam amire a kiegészítő modulokat lehet csatlakoztatni, az LS buszt amire a termosztátokat csatlakoznak, valamint a LAN csatlakozót, amivel csatlakozik a rendszer a már megtervezett épületinformatikai hálózatra és így az internetre. Ezen felül látszik, hogy még milyen más külső gyártótól származó eszközöket is lehet a controllerre csatlakoztatni Wiegand protokollon, digitális jelen és analóg jelen keresztül.

8.2.2 NGBS kiegészítő modulok

A tervezés során a betervezett eszközök miatt a kontrollerhez különböző kiegészítő modulokat kellett meghatároznom azért, mert a kontroller egyáltalán nem tudja magától kezelni az adott bemenetet, vagy csak nagyon korlátozott számban, és mivel az általam tervezett rendszer nagyobb, mint egy átlagos lakás mérete, amihez egyébként teljesen elegendő lenne az alap kontroller funkciói, így szükségessé vált ezen kiegészítő modulok betervezése.

LS 2 bővítő modul

Az LS buszvonala kerülnek csatlakoztatásra a fali termosztátok és villanykapcsoló vezérlők. Mivel egy LS buszvonala maximum csak 16 darab eszköz csatlakoztatható és szerettem volna hagyni lehetőséget későbbi bővítésekre így beterveztem egy ilyen bővítő modult is. Ahogy a következő ábrán is látszik ez a modul is CAN buszon keresztül kommunikál a kontrollerrel. (NGBS, 2023.)

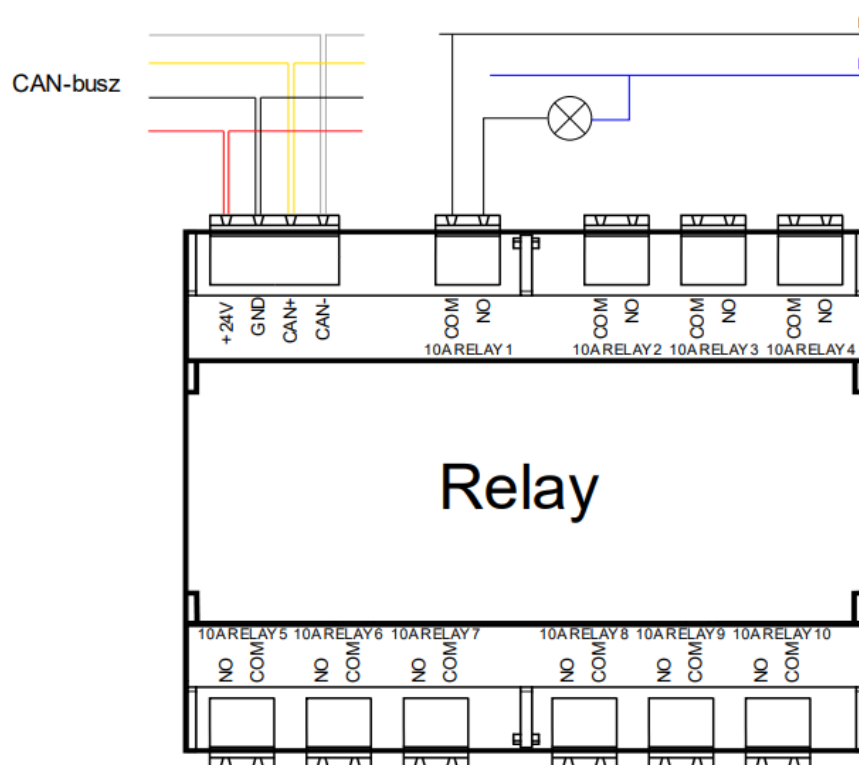


13. ábra: LS 2 bővítő modul

Ezzel a modullal, így már 3 darab LS busz áll rendelkezésemre, ami összesen 48 darab eszközt képes kezelni. Ez már bőven elég lesz a projekthez, valamint későbbi bővítésnek is hagy lehetőséget.

Relé 10 bővítő modul

Erre a relé modulra is a ház méretéből adódóan volt szükségem. Az osztógyűjtő köröket termoelektromos szelepmozgatók nyitják és zárják, ezek egyszerű relés vagy más néven 2 pont vezérlőjellel működnek. A kontrolleren alpból 6 darab relé csatlakozó található, így szükségem volt ezek bővítésére, ez a bővítő modul a következő ábrán látható. (NGBS, 2023.)



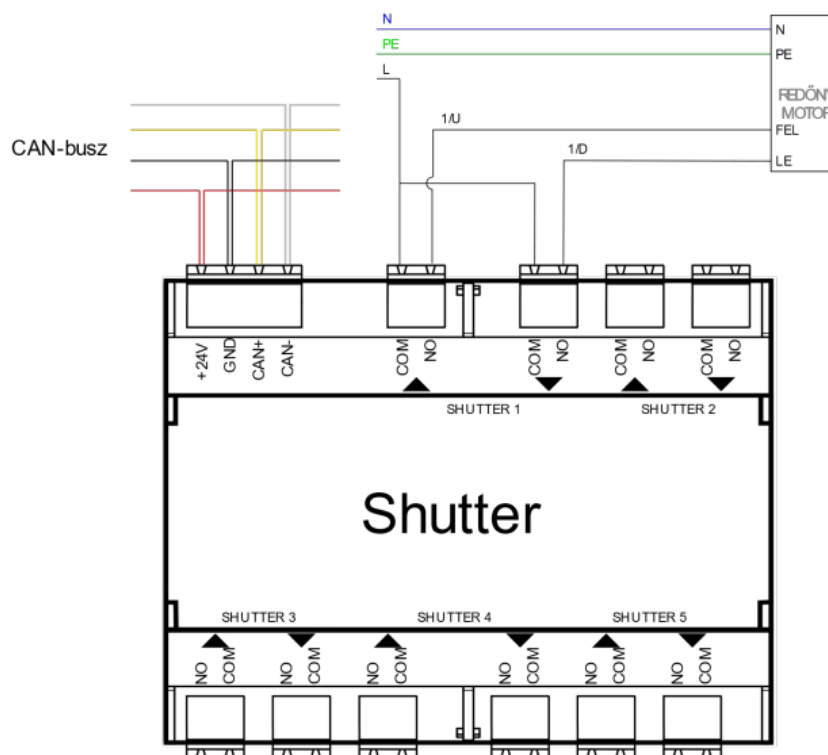
14. ábra: Relé bővítő modul

Az ábrán is látható, hogy ez a bővítő modul is CAN buszon keresztül kommunikál a kontroller egységgel. A relé bővítő 10 extra relé csatlakozást ad a rendszerhez így már összesen 16 darab termoelektromos szelepmozgatót tudtam a rendszerhez csatlakoztatni, ez már bőven megfelelt a hűtő-fűtő rendszer

kiszolgálására. Az általam alkalmazott szelepmozgató motorokat később, külön alfejezetben részletesen is ismertetem.

Redőnyvezérlő 5 bővítő

Erre a redőnyvezérlő modulra nem feltétlenül lett volna szükségem, hiszen a redőnymotorokat egyenesen az adott helyiség lámpakapcsolója mellé sorolva bekábelezve, külön LS buszra csatlakoztatható eszközt is használhattam volna. Azonban mivel számos helyiségnek egyszerre több, különálló redőnnel ellátott ablaka is van, így macerás lett volna egy eszközbe akár 4-5 különálló vezérlőkábelt is bekötni. Ezért úgy döntöttem, hogy az összes redőny motor vezérlő kábelt egy helyre kérem bekábeleztetni, majd később ezeket az okosotthon rendszer kiépítésekor be kell kötni egy CAN buszra telepíthető redőnyvezérlő modulba. Így a későbbiekben software-esen ki tudom, majd osztani, hogy melyik redőnyök, melyik helyiségekhez tartoznak. Ezáltal a redőnyöknek saját kapcsolója nem lesz a helyiségekben, de hangvezérléssel, okostelefon applikációval vagy egyszerű időzítéssel is lehet majd őket nyitni vagy csukni. A redőnyvezérlő modul kötési rajza a következő ábrán látható. (NGBS, 2023.)



15. ábra: Redőnyvezérlő 5 bővítő

Ahogy az előző ábrán is látszik nagyon hasonlít ez a bővítő modul a relés bővítő modulhoz, azonban itt mindegyik motornak két külön relére van szüksége, hogy megkülönböztesse a Fel és a Le mozgást.

Ebből a bővítő modulból kettőt terveztem be így összesen 10 darab különálló redőnymotort tudok vezérelni, azonban többet a már korábban említett módon összevonok helyiségenként.

A kontroller és a kiegészítő modulok mellé szükséges volt beterveznem egy 24V-os tápegységet is, ami ellátja az egész rendszert és a buszokat is tápfeszültséggel. Ez az eszköz is szintén DIN sínre telepíthető a kontroller és a bővítő modulok mellé. A következő ábrán jól látható egy minta telepítés az kapcsoló szekrény fedője nélkül. (NGBS, 2023.)



16. ábra: Minta telepítés kapcsoló szekrénybe

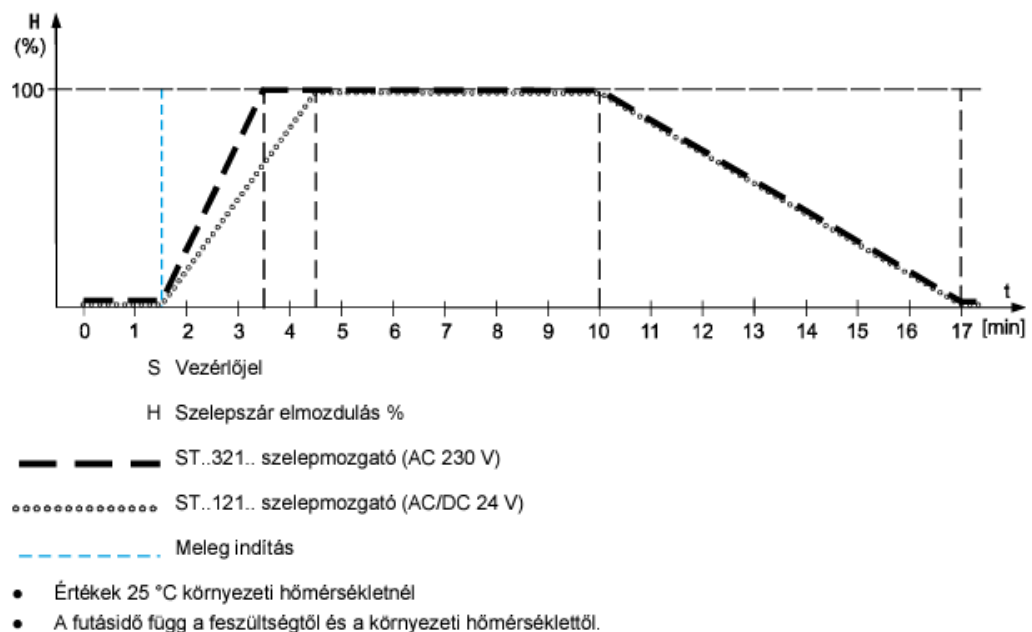
Balról jobbra haladva látható egy LS busz bővítő modul, egy kontroller egység és egy MeanWell típusú 24V-os tápegység, a saját rendszerem tervezésénél is ilyennel kalkuláltam. Az LS busz bővítő modul és a kontroller között felül jól látszik a CAN busz összeköttetés is.

8.2.3 Aktuátor

Az aktuátor az épületgépészetben olyan eszköz, amely mozgásra vagy működésre készíti a fűtési, szellőzési vagy légkondicionáló rendszerek alkatrészeit, például a szelepeket, a csapokat vagy a motorizált szelepeket. Az aktuátorok fontos részei a HVAC (fűtés, szellőzés és légkondicionálás) rendszereknek, és lehetővé teszik a rendszer szabályozását és automatizálását. Az aktuátorokat általában vezérlőegységekhez vagy rendszerekhez csatlakoztatják, és vezérelhetők helyileg vagy távoli helyekről, például okostelefonokról, számítógépekről vagy épületvezérlő rendszerekből. Az aktuátorok számos különböző típusa létezik, beleértve az elektromos, pneumatikus és hidraulikus aktuátorokat. (Bánhidi és Szabó, 2008)

Az én esetemben egy termoelektromos szelepmozgatóra volt szükség amit az okos otthon konrtrolleremhez tudtam csatlakoztatni kontrolleren és a relé bővítő modulon lévő reléken keresztül. A választásom a Siemens STA121-re esett.

Az STA121 egy kétvezetékes szelepmozgató, amely 24 V-os egyenfeszültséget használ. A szelep egy kb. 1,5 perces előfűtés után kezd kinyitni – ha a fűtőelem hidegen kerül bekapcsolásra (a helyiség hőmérséklettől függően), és a maximális nyitottságot kb. 3 perc (AC/DC 24 V) után éri el. A tápfeszültség kikapcsolása után, a tágulóelem lehűl és a szelep a mozgató rugójának hatására zár le. Ennek a lefolyása jól megvizsgálható a következő ábrán. (Siemens, 2023)



17. ábra: Szelepszár elmozdulás grafikonja

Az STA121 rendkívül megbízható és tartós, könnyen telepíthető és karbantartható. A Siemens az STA121-hez számos kiegészítőt és opciót is kínál, például szelepszabályzókat, különböző méretű szeleptengelyeket és adaptereket. (Siemens, 2023)



18. ábra: Osztóra szerelhető termoelektromos szelepmozgató

Ahogy az előző képen is látszik a rendkívül kompakt eszköz a legtöbb süllyesztett osztó-gyűjtő lemezszekrénybe belefér, valamint már említett gyártói megbízhatósága miatt esett erre az eszközre a választásom.

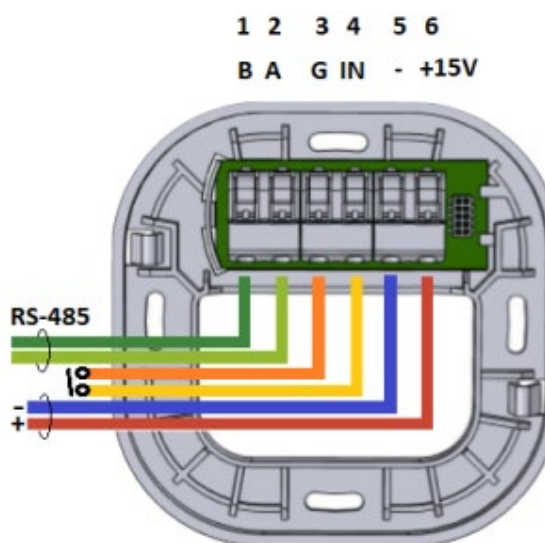
8.2.4 Szobai termosztát

A következő lépés a szobai termosztátok kiválasztása volt, itt viszonylag könnyű dolgom volt hiszen a gyártónak 3 féle szobai termosztátja van, ezek közül a legsokoldalúbb és nem utolsó sorban legesztétikusabb eszköze a 19. ábrán látható hőmérsékletkövetős iCON 200-as szobai termosztát volt.



19. ábra: iCON 200 fali termosztát

Az általam kiválasztott iCON-200 fali termosztát az iCON rendszerhez kifejlesztett fali kezelő egység. Az eszköz 240x240 felbontású, színes TFT kijelzővel és 4 darab kapacitív elven működő nyomógombbal van felszerelve. Az eszköz méri a helyiség hőmérsékletét és páratartalmát a beépített érzékelők segítségével. A gyári beállítás 4 darab hőmérséklet alapjel bevitelét biztosítja, valamint a normál és energiatakarékos (ECO) üzemmódok között enged választani. Külön kezel hűtési és fűtési alapjelet. A kijelzőn külön piktogramok jelölik a különböző üzemmódokat (fűtési- hűtési, ECO üzemmód) és hiba jeleket (például kondenzáció a helyiségben). Az eszköz bekötése a következő ábrán látható. (NGBS, 2023.)



20. ábra: iCON 200 bekötése

Kábelezésre csavart érpáras kommunikációs kábelt kell alkalmazni, ennek a legkézenfekvőbb és egyszerűbb formája a CAT5 UTP informatikai kábel. A termosztát 1-es és 2-es bekötési pontjába kell bekötni az LS busz kábelt, az 5-ös és 6-os bekötési pontba pedig a tápfeszültséget. Itt fontos megjegyezni, hogy az LS busznak van egy alap 12V tápfeszültsége, azonban a termosztát 15V-al működik. Ezért érdemes az LS busz tartalék, használatlan érpár vonalán egy 15V-os tápegységről megtáplálni az eszközt. Ez persze nem kötelező hiszen helyileg is kaphat tápfeszültséget egy beépített DC/DC step-up konverterrel. Én személy szerint a 15V-os tápegységet választottam, hiszen így nem kell majd kivitelezéskor belezsúfolni egy konvertert is a szerelvénydobozba az eszköz mögött. A kötés rajzon látható még nem említett 3-as és 4-es bekötési pontba nyitásérzékelőt lehet bekötni azért, hogyha például kinyitjuk az adott helyiségben az ablakot szellőztetni, akkor a termosztát azonnal lekapcsolja a hűtést vagy fűtést. Én ezeket a bekötési pontokat nem alkalmaztam hiszen ezt az előbb említett funkciót az okosotthon rendszerbe integrált nyitásérzékelőkkel értem el, anélkül, hogy azokat közvetlen bekelljen kötni a termosztátba.

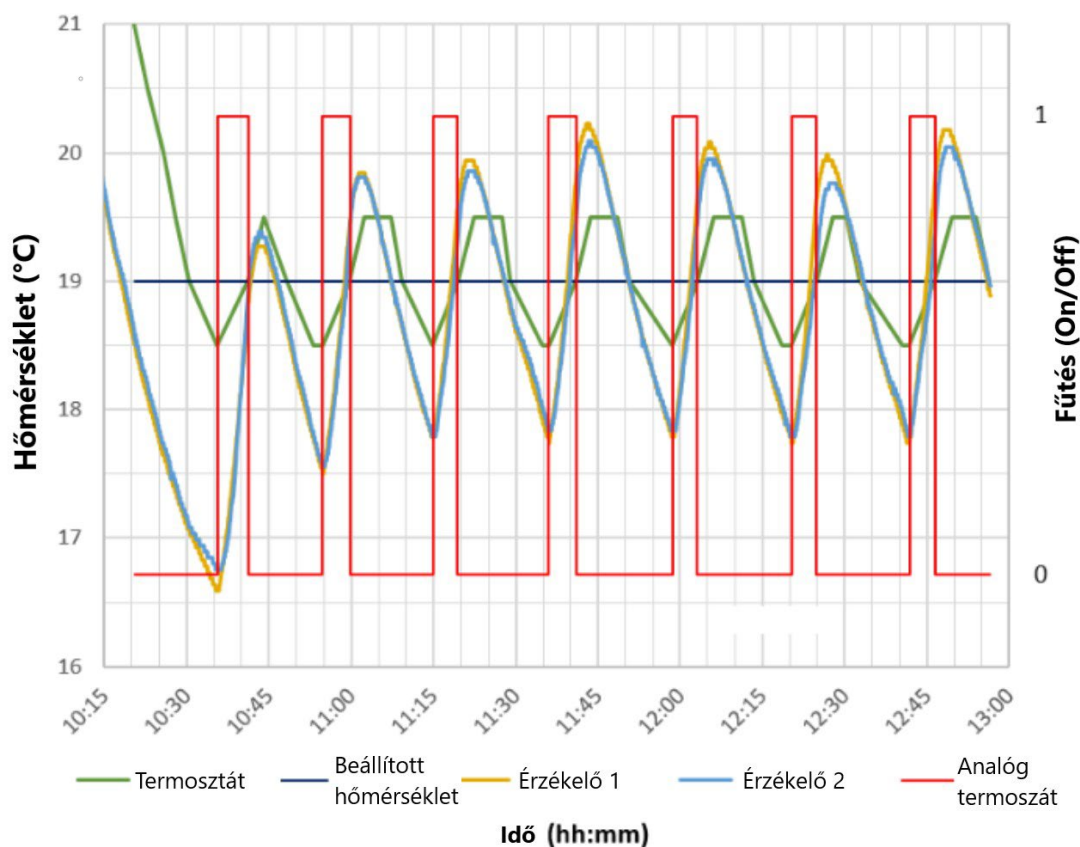
8.3 Energetikai számítás

A gyártói leírás említette, hogy egy hagyományos analóg termosztáthoz képest akár 10-20%-kal is kevesebb fűtési energiát használ a rendszer, ha az iCON 200 termosztátot alkalmazom. Ennek az állításnak utána akartam járni. Először is annak, hogy ez miért is van így, valamint annak, hogy éves szinten ez a 10-20% mennyi energia és egyben pénz megtakarítást jelent.

Az analóg és a hőmérsékletkövető termosztátok két különböző elven működő termosztát, amelyeket a házban lévő hőmérséklet szabályozására használunk. A fő különbség a két termosztát között az, ahogyan szabályozzák a fűtési rendszer fűtési teljesítményét a kívánt hőmérséklet fenntartása érdekében.

Az analóg termosztát általában egy egyszerű be- és kikapcsolási szabályozással működik. Ha a házban a hőmérséklet a kívánt hőmérséklet alá csökken, a termosztát jelzi a fűtési rendszernek, hogy kapcsolja be teljes kapacitással, amíg el nem éri a kívánt hőmérsékletet, majd a fűtési rendszer teljesen kikapcsol, amíg a hőmérséklet ismét a kívánt hőmérséklet alá csökken. Ez azt jelenti, hogy a fűtési rendszer több energiát fogyaszthat, mint amennyi a kívánt hőmérséklet fenntartásához szükséges,

különösen akkor, ha a fűtési rendszer túlméretezett a ház számára. A két termosztát működése jól látható a következő grafikonon: (Bustamante és Castro, 2017)



21. ábra: Analóg és hőmérsékletkövető termosztát

A piros adatsor jelöli az analóg termosztátot, míg a zöld hőmérséklet követőt. Jól látható az analóg termosztát folyamatos, ki- és bekapcsolódása, közben a nagy kilengései a hőmérsékletben. Ezzel szemben a zöld adatsor, sokkal közelebbről kisebb kilengéssel követi a sötétkék egyenessel jelölt beállított hőmérsékletet.

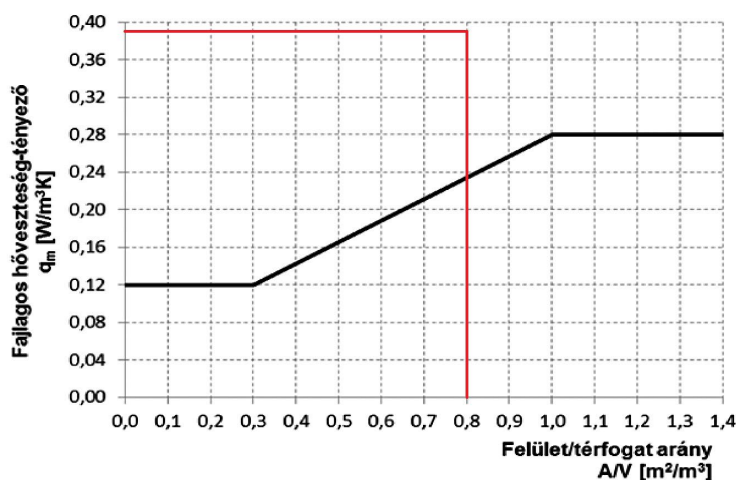
Ez azért lehetséges, mert a hőmérsékletkövető termosztát kifinomultabb szabályozási algoritmusokat használ a fűtési rendszer fűtési teljesítményének a ház tényleges fűtési igényeihez igazítására. A hőmérsékletkövető termosztát olyan tényezőket vesz figyelembe, mint a belső hőmérséklet, a külső hőmérséklet és a napszak a fűtési rendszer fűtési teljesítményének beállításához, ami pontosabb és hatékonyabb hőmérsékletszabályozást és alacsonyabb energiafogyasztást eredményez.

Ezeket az állításokat szerettem volna számítással alátámasztani, kíváncsi voltam, hogy az évenként megtakarított 10% elektromosenergia alátámasztja-e, a kezdeti többletköltséget, ami a drágább, de fejlettebb termosztátokkal jár, ezt egy SWOT analízissel is megakartam vizsgálni. Ehhez először a WinWatt programmal, a tervezést alapját adó ház adataival kiszámoltam a fajlagos hőveszteségtényezőt és az összesített energetikai jellemzőit következő értékek figyelembevételével:

- Fajlagos értékekből számolt igényeket,
- Fűtés éves nettó hőenergia igényét,
- Nyári túlmelegedési kockázatának ellenőrzése
- Fűtési rendszer
- HMV termelő rendszer
- Hóvisszanyerő szellőztetés
- Hűtési rendszer

8.3.1 Fajlagos hőveszteségtényező

A fajlagos hőveszteségtényező követelményértéke a következő ábrán látható.



22. ábra: Megengedett fajlagos hőveszteségtényező (Jogtár, 2023)

A számított fajlagos hőveszteségtényező:

ε :	0,75	(Sugárzás hasznosítási tényező)
A:	615.1 m ²	(Fűtött épület(rész) térfogatot határoló össz. felület)
V:	746.0 m ³	(Fűtött épület(rész) térfogat)
A/V:	0.824 m ² /m ³	(Felület-térfogat arány)
$Q_{sd}+Q_{sid}$:	(9541 + 0) * 0,75 = 7155 kWh/a (Sugárzási hőnyereség)	

$$\Sigma AU + \Sigma I\Psi: 255.0 \text{ W/K}$$

$$q = [\Sigma AU + \Sigma I\Psi - (Q_{sd} + Q_{sid})/72]/V$$

$$q = (255.0 - 7155 / 72) / 746,036$$

$$q: \quad \quad \quad \mathbf{0.209 \text{ W/m}^3\text{K}} \quad \quad (\text{Számított fajlagos hőveszteségtényező})$$

$$q_{\max}: \quad \quad \quad \mathbf{0.399 \text{ W/m}^3\text{K}} \quad \quad (\text{Megengedett fajlagos hőveszteségtényező})$$

Ezek alapján már megállapíthatom, hogy a számított fajlagos hőveszteségtényező (**q**) **0,209 W/m³K**, ami kisebb érték, mint a megengedett fajlagos hőveszteségtényező (**q_{max}**) **0,399 W/m³K** érték, így az épület fajlagos hőveszteségtényezője **megfelel az előírásoknak**.

8.3.2 Összesített energetikai jellemző

Az összesített energetikai jellemző a már fentebb említett különböző épületgépészeti rendszerek értékeinek szummája, azaz:

$$E_P = E_F + E_{H MV} + E_{v il} + E_{LT} + E_{h ü} + E_{+ -}$$

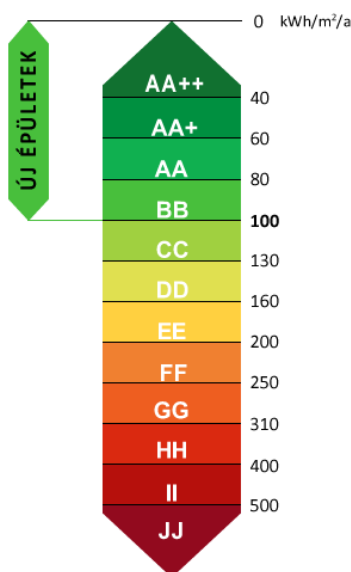
$$E_P = 43,7 + 23,8 + 0 + 0 + 6,31 + 0$$

$$E_P: \quad \mathbf{73.81 \text{ kWh/m}^2/\text{a}} \quad (\text{az összesített energetikai jellemző számított értéke})$$

Az összesített energetikai jellemző számértékére vonatkozóan a követelmény érték a 7/2006 TNM rendeletben megadott:

$$E_{Pref}: \quad \mathbf{100 \text{ kWh/m}^2/\text{a}} \quad (\text{az összesített energetikai jellemző referencia értéke})$$

Ezek alapján az értéke alapján megállapíthatom, hogy az épület számított összesített energetikai jellemzője (**E_p**) **73,81 kWh/m²/a** szemben a megengedett összesített energetikai jellemzőjével (**E_{pref}**) **100 kWh/m²/a**, így **az épület az összesített energetikai jellemző alapján megfelel és következő ábra szerint „AA” – „Közel nulla energiaigényre vonatkozó követelménynél jobb”**.



23. ábra: Energetikai besorolások (OTK, 2022)

8.3.3 Becsült éves fogyasztás az „alap” rendszerrel

A számítások alapján szerettem volna kiszámolni a becsült éves fogyasztását az „alap”, hőmérsékletkövető termosztát nélküli, rendszernek, hogy később összehasonlíthassam az eredményeket a fejlesztett rendszerével.

Energia hordozó	E [MWh/a]	ár [Ft/kWh)	K [eFt/a]
Rezsicsökkentett elektromos áram	2,52	35,2	88,8
H hőszivattyús elektromos áram	6,33	23,5	148,8
Piaci elektromos áram	0,19	70,1	13,3
Összesen	9,04	-	250,9

1. táblázat: Becsült éves fogyasztás a kiinduló rendszerrel

A fenti táblázatban látható, hogy a hőszivattyú éves fogyasztása 9,04 MWh/a. Ezt három árra kellett szétosztanom hiszen a H tarifa kedvezményes ára csak fűtési szezonban igényelhető. Fűtési szezonon kívül ugyan úgy jár a 2523 kWh/év „rezsicsökkentett” ár, így csak az összes éves fogyasztás csak egy részét kell a drága piaci áron fizetni. Fontosnak tartom kiemelni, hogy ez egy becslés, hiszen nem tudhatom pontosan, hogy a fűtési idény hány százalékát teszi ki a hőszivattyú fogyasztásának, én a kalkulációban 70%-kal számoltam.

8.3.4 Eredmények a fejlesztéssel

Ahogy már feljebb említettem, a termosztát adatlapján a gyártó akár 10-20%-os éves fogyasztás csökkenés is elérhető. Én ezért 15%-kal fogok számolni. 15%-kal fogom csökkenteni az össz. értéket hiszen a nem csak a fűtési idényben, de a hűtési idényben is működni fog a termosztát. Várakozásom szerint jelentősen csökkenni fog az éves fogyasztás ára és aláfogja támasztani a plusz költséget a rendszerben. A 15%-kal csökkentett táblázat a következő: (NGBS, 2023)

Energia hordozó	E [MWh/a]	ár [Ft/kWh)	K [eFt/a]
Rezsicsökkentett elektromos áram	2,30	35,2	81,0
H hőszivattyús elektromos áram	5,38	23,5	126,4
Piaci elektromos áram	-	70,1	-
Összesen	7,68	-	207,4

2. táblázat: Becsült éves fogyasztás a fejlesztett rendszerrel

Az általam készített táblázatból azonnal látszik, hogy ezzel a módosítással belefért a fogyasztás a H tarifás időszakba és ezen kívül a „rezsicsökkentett” fogyasztási keretbe.

A pontos éves megtakarítás így 43,5 eFt/év lesz, ami véleményem szerint jelentős megtakarítás a mai energiaváltsággal sújtott világban.

8.3.5 Fejlesztés megtérülése

Következő lépésként szerettem volna kiszámolni annak a megtérülését, hogy egyszerű analóg termosztátok helyett a drágább, de energiatakarékosabb iCON 200 termosztátokat rendeli meg a megrendelő.

Analóg termosztátnak egy Siemens RAA21 szobatermosztát választottam. Azért esett erre az eszközre a választásom, mert megbízható gyártótól van és működőképes a rendszeremmel. A számítást a következő képen végeztem:

Eszköz	bruttó ár [Ft]	db	Össz. bruttó ár [Ft]
iCON 200	42.672	12	512.064
RAA21	6.240	12	74.880

3. táblázat: Analóg és okos termosztát árak

A táblázatban látható, hogy 12 db szobai termosztáttal számoltam. A két eszköz beszerzési ára között 36.423 Ft különbség van, az egész rendszerre számolva ez 437.184 Ft különbséget jelent, ennyivel nagyobb többlet költséggel jár az okos termosztátok beszerzése.

Innen már egyszerű volt kiszámolnom a megtérülést, mivel az előző alfejezetben már megállapítottam, hogy évente 43.500 Ft-ot lehet megspórolni a hőmérséklet követő termosztátokkal. Így a megtérülés:

$$437.184 \text{ Ft} / 43.500 \text{ Ft} = 10 \text{ év}$$

A számítások alapján 10 év megtérülésre számíthat a megrendelő, ha az okos termosztátot választja. Véleményem szerint ez egy családi ház élettartamát figyelembe véve vállalható befektetés, főleg figyelembe véve, hogy az energia árak emelkedésével ez a megtérülés csökkenhet.

Megkönnyítve a megrendelő és egyben a saját döntésemet is készítettem egy SWOT elemzést a hőmérsékletkövető termosztáthoz, ami megmutatja és egymás mellé állítja az eszköz előnyeit és hátrányait, valamint erősségeit és gyengeségeit, így megkönnyítve a döntést.

8.3.6 SWOT elemzés

A SWOT elemzés (vagy SWOT analízis) egy stratégiai tervezési eszköz, amely lehetővé teszi a vállalkozások, szervezetek vagy az én esetemben egy magánszemély számára, hogy értékeljék a belső és külső környezetüket, valamint az azokkal kapcsolatos lehetőségeket és kihívásokat. Ezt az én esetemben egy adott eszközre kivetítve fogom elvégezni.

A SWOT elemzést a következő lépésekkel végeztem el:

1. Erősségek (Strengths): az eszköz „belső” erősségeinek azonosítása, amelyek előnyt jelentenek a versenytársakkal szemben.
2. Gyengeségek (Weaknesses): az eszköz „belső” gyengeségeinek azonosítása, amelyek hátrányt jelentenek a versenytársakkal szemben.
3. Lehetőségek (Opportunities): a „külső” lehetőségek azonosítása, amelyek előnyt jelenthetnek az eszköz számára.
4. Veszélyek (Threats): a „külső” veszélyek azonosítása, amelyek hátrányt jelenthetnek az eszköz számára. (Papp, 2019.)

Az elemzést a következő táblázatban végeztem el:

SWOT elemzés		
"Belső" tényezők	Erősségek	Gyengeségek
	+ Pontos követi a beállított hőmérsékletet. + A nagy hőingadozást elkerülve nagyobb komfort érzetet biztosít + Okosotthon rendszerre csatlakoztatható, távolról is álltható	- Az analóg termosztáthoz képest bonyolultabb kivitel, így könnyebben meghibásodhat - Nem csak maga az eszköz bonyolultabb, de a kivitelezése is, csak az okosotthon rendszerhez értő kivitelező csapat telepítheti
"Külső" tényezők	Lehetőségek	Veszélyek
	+ A pontos hőmérsékletkövetés miatt fűtési energiát tudunk megspórolni az analóg termosztáthoz képest + Idővel jobban elterjednek ezek az eszközök és könnyebb és olcsóbb lesz javításuk vagy cseréjük	- Analóg termosztáthoz képest drágább bekerülési ár - Több éves megtérülés, ezalatt elavulhat a rendszer a technológia fejlődésével

4. táblázat: SWOT elemzés

A megtérülést kiszámítva, és a SWOT elemzést átadva a megrendelő már megfelelő mennyiségű információval rendelkezik, hogy felelős döntést hozzon a plusz költségről a beruházáson.

Én a kapott információk alapján tudnám ajánlani az okos termosztátok alkalmazását, hiszen nem csak energiát spórolhat meg vele, de a komfortérzetet is növelni tudná vele az épületben, az energiaárak növekedésével pedig a megtérülési idő is jelentősen csökkenhet.

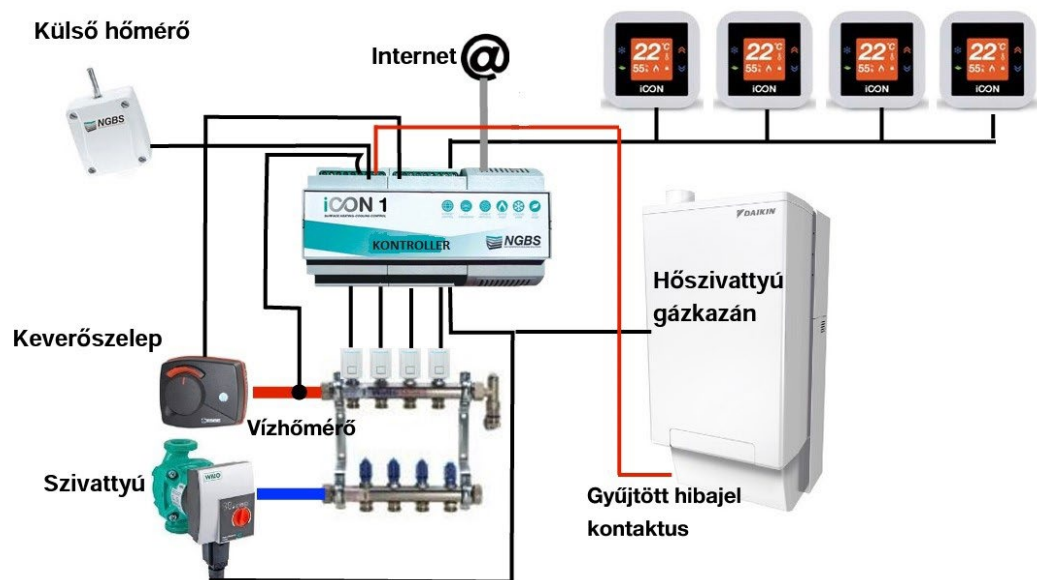
8.4 Épületgépészeti folyamat ábra

A fent ismertetett eszközök együttese folyamatosan kapcsolatban állnak és kommunikálnak egymással az LS és CAN busz hálózaton keresztül. Egy fűtési vagy hűtési folyamat a következő lépésekből áll:

1. Az iCON 200 szobai termosztátok érzékelik a helyiség hőmérsékletét, majd ezek az értékek visszajelzést adnak az NGBS iCON kontrollernak a relé bővítő modulon keresztül.

2. Az NGBS iCON kontroller értékeli az érzékelők által kapott információkat, és a felhasználói beállításoknak megfelelően szabályozza az felületfűtés, -hűtés hőmérsékletét.
3. Az NGBS iCON kontrollere vezérli a Siemens aktuátorokat, amelyek a szabályozásnak megfelelően nyitják vagy zárják a szabályozószelepeket a rendszerben.
4. Az aktuátorok mozgását érzékelő visszajelzők jelzést adnak az NGBS iCON kontrollernek, amely ezt az információt használja a szelepek helyzetének ellenőrzésére és a rendszer működésének javítására.
5. Az NGBS iCON rendszer lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy a rendszeren keresztül más kiegészítő eszközökkel vezéreljék a fűtési- hűtési rendszert, például időzítők, okos vezérlők, külső hőmérők vagy időjárás állomások segítségével. Ezek a funkciók lehetővé teszik, hogy az NGBS iCON rendszer hatékonyan szabályozza a felületfűtést- hűtést, csökkentve ezzel az energiafogyasztást és a költségeket.

A következő ábrán látható egy egyvonalas séma rajz a rendszer felépítéséről, ami sematikus mutatja be a fent leírt összeköttetéseket. (NGBS, 2023.)



24. ábra: Felületfűtés- hűtés sematikus rajza

8.5 Másodlagos okosotthon rendszer központ

Ahogy az okosotthon rendszer központtal foglalkozó fejezetem elején már kifejtettem két központot választottam ki. Erre azért volt szükségem, hogy mind a két központ gateway funkcióit alkalmazni tudjam, így pedig az épületben található összes okosotthon eszközt összekössem és rávegyem őket a kommunikációra.

A már említett másodlagos, kiegészítő központom egy Google Home Nest ami igazából nem is egy, hanem több eszköz hálózatából épül fel.

A nappaliba, mint fő tartózkodási helyiségbe egy Google Home Nest Hub-ot, míg minden hálósobába egy-egy Google Home Nest Mini-t terveztem be. De miért is van szükség ezekre az eszközökre? A válasz nagyon egyszerű, és egyben kicsit bosszantó is. Az okosotthon protokollokat és gyártókat ismertető fejezetemben már említettem, hogy nem mindegyik gateway kompatibilis a másikkal és én is egy ilyen problémába ütköztem a tervezés során.

Az épületbe betervezett NGBS fűtő- hűtő rendszer nem kompatibilis a Hoval HomeVent szellőztető rendszer applikációjával a HovalConnect-el. Ez persze csak ennyit jelent, hogy két különböző applikációt kell megnyitni, ha a szellőztetést akarjuk állítani vagy a fűtést. Ez azonban egy 21. századi magas minőségű okos otthon rendszernél nem megengedhető, ezért kellett egy hidat találnom a két rendszer közé. Ez lett végül a Google Home Nest, hiszen mint két rendszer kompatibilis a Google Home App-al, így tudtam megoldani, hogy mind két rendszert egy applikációval lehessen vezérelni.

8.5.1 Google Home Nest Hub

A nappaliba betervezett Google Home Nest Hub, ami a következő ábrán látható, egy 1024 x 600 felbontású, érintőképernyővel ellátott intelligens hangszóró, amely számos feladatot elvégezhet, mint például vezérelheti a zenelejátszást, időjárás-előrejelzést képes adni, és ami a legfontosabb Google Asszisztens segítségével számos más feladatot is elvégezhet lehetővé téve a felhasználóknak, hogy vezéreljék a házat. A készülék kompatibilis több mint 30 000 okos otthoni eszközzel, köztük az NGBS okosotthon rendszerével és HomeVent alkalmazással is, ezeket mind a Google Home alkalmazáson keresztül lehet kezelni. A Nest Hub egy integrált érzékelővel is rendelkezik, amely lehetővé teszi az automatikus fény- és színszabályozást az éjszakai használat során. (Gebhart, 2018)

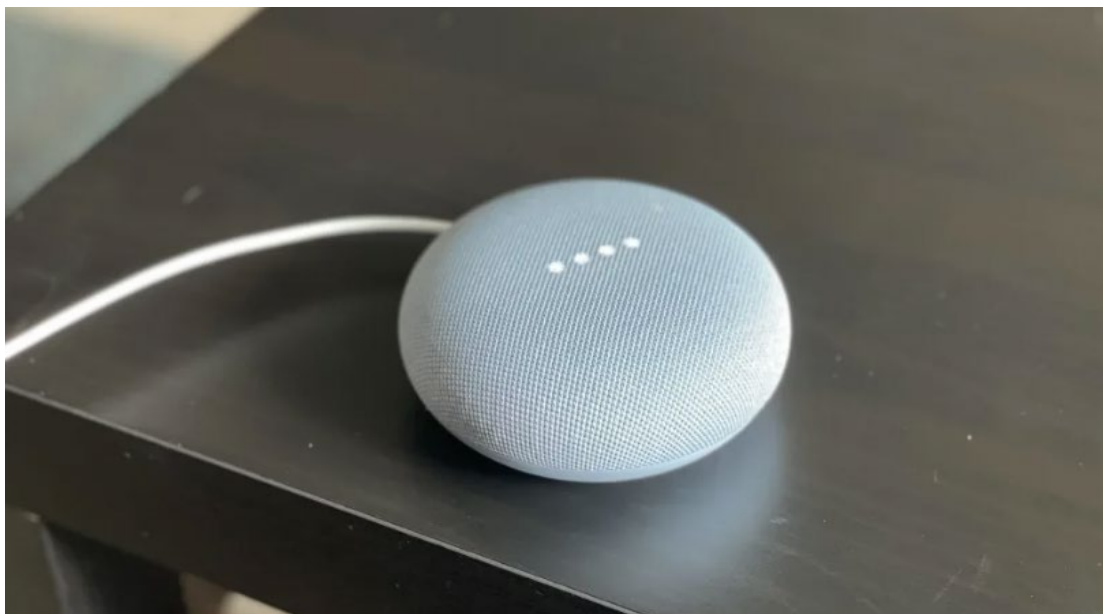


25. ábra: Google Home Nest Hub asztali központ

Azért terveztem ezt az eszközt a nappaliba, mivel erről, az érintőképernyőn keresztül, közvetlenül lehet parancsokat adni az okosotthon rendszernek, valamint a beépített mikrofonon keresztül hangparancsokat is lehet adni az rendszernek.

8.5.2 Google Home Nest Mini

Minden hálósobába beterveztem egy Google Home Nest Mini-t ami hasonló funkciót lát el mint a fő egység a nappaliban, azonban ahogy a következő ábrán is látszik ennek az eszköznek nincs kijelzője, így csak az okosotthon eszközök hálózatra való csatlakozására és a hangparancsok fogadására alkalmas. (Andronico és Krol, 2021)



26. ábra: Google Home Nest Mini

Kompakt méretének köszönhetően, könnyen elhelyezhető bárhová, csak egy 230V - os dugaljra van szükség, az épületinformatikai hálózatra a wifi hálózaton keresztül tud csatlakozni.

8.6 Egyéb alkalmazott okosotthon eszköz

Az épületgépészeti rendszerek okosotthon integrációjához már csak egyetlen egy problémára kellett megoldást találnom, a fürdőszbákban található törölköző szárítók csatlakoztatását kellett megoldanom. Mivel az NGBS-nek nincs ilyen megoldása egy külsős gyártót kellett keresnem. Három fő szempontom volt:

1. Az egyik az, hogy 2,4 GHz Wifi-n keresztül kommunikáljon az okosotthon rendszerrel, erre azért volt szükségem mert nem akartam még egy gateway-t betervezi a házba. Mivel az egész házban teljes Wifi lefedettséggel terveztem így ez volt a leoptimálisabb és kézenfekvőbb megoldás.
2. A második az, hogy Google Asszisztens kompatibilis legyen, hasonló okokból, mint az előző szempontnál, könnyen vezérelhető így a már megtervezett rendszeren keresztül.
3. A harmadik szempont az volt, hogy elemmel legyen működtethető. Ez persze nem tűnik 21. századi megoldásnak, de elég logikus, fürdőszobai környezetben nem lenne túl jó egy 230V-os dugaljat telepíteni egy olyan helyre, ahol gyakran víz csöpög le, valamint az elemeket helyettesíteni lehet

akkumulátorokkal, amik legalább egy évet kibírnak hisz ezen eszközök nem használnak fel túl sok elektromos áramot.

Végül a választásom a következő ábrán látható Kasa márkájú termosztátfejre esett. (TP-LINK, 2023)



27. ábra: Kasa okos termosztátfej

Azért esett a választásom erre a termosztátfejre, mert megelégedtem az általam támasztott összes elvárásnak, nem mellesleg van néhány hasznos extra funkciója is. Nem csak applikáción keresztül lehet vezérelni, hanem az eszköz testébe épített egyszerű kézi tekerővel is, amit gyermekzárral védeni is lehet a véletlenszerű működtetéstől. Ezeken felül maga az eszköz IP védett is így képes az erősen párás fürdőszobai környezetben is működni.

9. Eredmények, javaslatok

9.1 Létesítményinformatikai rendszer tervezés eredményei

Diplomadolgozatomban sikeresen megterveztem egy létesítményinformatikai rendszert, majd elvégeztem a hűtés- fűtési rendszer és a szellőztető rendszer okosotthon integrációját. A strukturált hálózat tervezést egy munkahelyi projektem keretein belül végeztem el.

A kész rendszer egy 7 végpontból álló csillagpontos hálózat lett. A szerelvények végpont felőli oldalai vegyesen lettek Keystone süllyesztett fali szerelvények és RJ45 csatlakozóval felszereltek. A rack szekrény felőli oldalt, mind moduláris patch panel-be illesztett Keystone szerelvénnyel terveztem meg. Ez az eddigi projektjeimhez képest megszokott megoldás, kivitelezést végző kollegák visszajelzései alapján megkönnyítik a kivitelezést a rack szekrények kábel rendezést.

A kábelezés megtervezése közben végig figyelembe vettem, hogy a Cat6A kategóriájú csavart rézérpáros kábel maximum szegmens hossza 90 méter lehet. Szerencsér a felszállók és rack szekrény elhelyezése miatt bőven benne maradtam ebben a követelményben. A kábelezés tervezésnél mindegyik végpontnál külön jelöltem a terven, hogy aljzatbetonba öntött symalen védőcsövezésbe kell vezetni a kábelt vagy gipszkarton falba vagy álmennyezetbe szerelt védőcsövekben. Bizonyos helyzetekben, például felszállókban mehetnek közös védőcsőben a strukturált hálózati kábelek azonban fontos szabály, hogy az erősáramú kábelektől jól elszeparálva, külön kell őket vezetni, ezt a tervezés során végig figyelembe vettem. Rack szerkénynek egy 12U-s zárható üvegajtós modellt választottam szintén egy bevált gyártótól. Itt fontosnak tartottam a zárhatóságot azért, hogy csak a megfelelő szakértelemmel és jogosultsággal rendelkező személy férjen hozzá a hálózati eszközökhöz. Mivel egy családi házhoz terveztem ezt a létesítményinformatikai rendszert figyelembe vettem, hogy gyerekek ne tudjanak hozzáférni a rack szekrény berendezéshez. Ezen kívül még a rack szekrény szellőző képességét vettem figyelembe, mivel az aktív eszközök számottevő hőenergiát nem adnak le, így elegendő volt egy belső szellőztetés megtervezése, külön hűtést nem igényelt a rendszer.

Ezután megterveztem egy felső- középkategóriás aktív eszközökből álló gépparkot, ami a belső hálózatot és a szolgáltató által biztosított internet hozzáférést osztja szét a házban. A Ubiquiti gyártó eszközeivel terveztem. Az eddigi projektjeim

során többször terveztem ezekkel a hálózati eszközökkel, nagyon jó az ár- érték arányuk és a kivitelezői csapattól is többször kaptam visszajelzést, hogy nagyon felhasználóbarát a beüzemelésük és későbbi üzemeltetésük. Külön előnyük, hogy nincsenek hozzá éves licenz költségek, mint a legtöbb felsőkategóriás nagyvállalati eszköznek. A létesítményinformatikai rendszer tervezésének a menetét eddig a pontig ismertettem a diplomamunkámban hiszen át kellett térnem az okosotthon integráció tervezésére. A tervezés további részeit, a dokumentálást és anyagkiírást természetesen elkészítettem és leadtam a megrendelőnek határidőre. Az általam tervezett strukturált hálózati rendszer várhatóan 2024 I. negyedévében épül meg.

9.2 Épületgépészet okosotthon integrációjának eredményei

Miután sikeresen megterveztem a létesítményinformatikai rendszert, ami a kapcsolatot fogja képezni az okosotthon rendszer különböző elemei és a világháló között, készen álltam, hogy elkészítsem az épületgépészeti rendszerek integrációját. Ahogy már dolgozatomban korábban is említettem ez az okosotthon integráció nem volt része a munkahelyi projektemnek, diplomamunkám részének szántam azt, hogy kutatást végezzek az épületgépészet okosotthon integrációja területén, majd a kiválasztott rendszerrel egy teljeskörű tervezést végezzek el. Ez végül sikerült. A választásom az NGBS iCON rendszerére esett. Azért választottam ezt az okosotthon rendszert, mert a sokféle bővítő modulnak hála, különböző rendszereket lehet vele integrálni az okosotthonunkba.

Ahogy már említettem a tervezésemet a gyártó és a rendszer kiválasztásával kezdtem. Mivel az iCON több modulból épül fel, megterveztem, hogy melyik bővítő modulok fognak kelleni. Először is egy LS 2 bővítő modult terveztem be, ez CAN buszon kommunikál a controllerrel. Ez a bővítő az LS buszt bővíti fel 2 plusz busz vonallal. Erre azért volt szükségem mert több szobai termosztát eszközre volt szükségem, mint amennyi alapból ráfél a controlleren lévő LS buszvonallra. Ezután egy 10-es relé bővítő modult terveztem be. Erre a termoelektromos szelepmozgatók miatt volt szükségem. A relét az okosotthon szoftveren csoportokba lehet kötni, ezzel megadni, hogy adott helyiséghez melyik fűtőkörök tartoznak (amennyiben több van). A fő egységek közül végezetül egy redőny bővítő modult választottam ki. Ez természetesen nem része az épületgépészet integrációnak, azonban a későbbi javaslatok fejezetben mindenképpen ajánlani fogom a megrendelőnek ennek megrendelését és beépítését. Ez a bővítő modul is CAN buszon kommunikál a

központi eszközzel és nagyban hasonlít az egyszerű relé bővítő modulhoz. Annyi különbség van a kettő között, hogy egy redőnyhöz két relé szükséges, hiszen a motorja megkülönbözteti a fel- és a le mozgás vezérlést.

Ezután szükséges volt, hogy kiválasszak egy termoelektromos szelepmozgatót vagy másnéven aktuátort. Itt egy Siemens STA121-et választottam, azért döntöttem emellett az eszköz mellett mert rendkívül megbízható és tartós, könnyen telepíthető és karbantartható. A Siemens az STA121-hez számos kiegészítőt és opciót is kínál, például szelepszabályzókat, különböző méretű szeleptengelyeket és adaptereket. Egyszerű kéteres vezetékkel használ 24V-os egyenfeszültséggel. Ezek a kéteres vezetékek csatlakoznak a már általam betervezett relé bővítő modulba.

Következő lépésben a szobai termosztát választottam ki. Itt az iCON 200-as hőmérséklet követő termosztát választottam, amik a már betervezett LS busz bővítőkre csatlakoznak majd. Itt energetikai számításokat végeztem, hogy éves szinten mennyi pénzt lehet megspórolni egy hőmérsékletkövető termosztáttal egy analóghoz termosztáthoz képest, majd egy megtérülés számítással és egy SWOT analízissel támasztottam alá, hogy megéri a fejlesztés. Az LS buszkábelként egy Cat5e kábelt terveztem, így egy szabad érpáron keresztül 15V-os tápegységgel kapja meg a tápfeszültséget minden termosztát.

A felület hűtés- fűtés rendszer okosotthon integrációja utolsó lépésként leírtam egy működési folyamat ábrát, hogy milyen „útvonalon” keresztül kapja meg, dolgozza fel és kezeli az adatokat a kontroller egység.

Az épületgépészet másik részét, a szellőztető rendszert is csatlakoztatni akartam az eddig megtervezett okosotthon rendszerhez. Sajnos, mivel a Hoval HomeVent rendszere csak a saját HovalConnect applikációval kommunikál így szükséges volt, hogy betervezzek egy másodlagos okosotthon központot, ami össze köttetést biztosít az NGBS és a HovalConnect között. Itt a választásom a Google Home Nest HUB-ra és a Nest Mini-re esett. Mind a két rendszer kompatibilis a Goog Home Assistant-al így képes voltam egy hidat alkotni a két rendszer között.

Végül, utolsó lépésként a törölköző szárító integrációját akartam megoldani. Itt egy Kasa okos termosztátfej mellett döntöttem hiszen ez is Google Home Assistant kompatibilis, így gyorsan csatlakoztatni tudom a felállított rendszerhez. A 2,4 GHz-es rádió frekvencián kommunikál a létesítményinformatikai rendszer vezeték nélküli hálózaton, azonban egy esetleges internetszolgáltatói kiesés esetén manuálisan is

szabályozható. Ez igaz az általam betervezett össze okosotthon rendszerre és eszközre.

9.3 Létesítményinformatika fejlesztési és bővítési javaslatok

A megrendelő igényei szerint egy könnyen bővíthető moduláris rendszert terveztem meg, így rengetek lehetőség van a rendszeren belül a fejlesztésre és bővítésre. A betervezett 24 port-os switch-en csak 7 darab port-ot használtam fel így nagyon sok csatlakozási lehetőség maradt.

Az első javaslatom a megrendelőnek, hogy minden biztonságtechnikai rendszert csatlakoztasson az informatikai hálózathoz, ilyen például a behatolásjelző rendszer, kaputelefon rendszer és egy esetleges beléptető rendszer. Ezzel nem csak az épület felügyeletét könnyíti meg de a használatát is leegyszerűsíti.

Második javaslatom egy otthoni NAS elhelyezése a rack szekrényben. A NAS (Network-attached storage) egy olyan adattároló megoldás, amely a hálózaton keresztül érhető el és lehetővé teszi a felhasználók számára a közös adattárolást, a biztonsági mentést és a fájlok megosztását. Ez azért lenne egy remek megoldás, mert a megrendelő biztonságban tudná tárolni az adatait, könnyen elérhetőek lennének hiszen egy internet szolgáltató kiesésnél is hozzáférhetőek lennének az otthoni hálózaton. Egy felhő alapú tárhelyszolgáltatásként is használható lenne, hiszen bárholnan elérhetőek ezek a fájlok az interneten keresztül, természetesen a megfelelő autentikációs adatokmegadásával. Ezt a NAS rendszert, egy külsős felhő alapú tárhellyel kiegészítve, pedig nagy szintű fájl redundanciát tudna elérni a megrendelő hiszen, több helyszínen és lenne biztonsági mentés.

9.4 Okosotthon fejlesztési és bővítési javaslatok

A bővítő modulokat ismertető résznél már megjegyeztem, hogy a redőnyök okosotthon integrációját mindenképpen ajánlanám a megrendelőnek, hiszen ezzel megfelelően lehetne automatizálni az árnyékolást az épületben így jelentős összegeket lehetne megspórolni a hűtéssel és fűtéssel.

Az előző részfejezetnél javasoltam a biztonságtechnikai rendszerek csatlakoztatását az informatikai hálózathoz. Itt szintén azt javasolnám, hogy az okosotthon rendszerhez is legyenek csatlakoztatva, hiszen nagyon sok hasznos funkciót adnának a megrendelőnek, nem csak védelmit, de kényelmet is. Egyik kényelmi funkció például az lenne, hogy a behatolásjelző rendszer nyitásérzékelőivel

különböző úgynevezett jeleneteket lehetne aktiválni. Hálószoza ablak nyitáskor lekapcsolja a rendszer a hűtést vagy fűtést. Bejáratí ajtó nyitáskor felkapcsolja az előszoba lámpát. Ezeket az opciókat mindenképpen javasolnám a megrendelőnek.

10. Összegzés

Diplomadolgozatom témájaként egy épületinformatikai rendszer tervezését, majd az épületgépészeti rendszerek okosotthon integrációját választottam.

Fontosnak tartottam, hogy végezzek egy kutatást a szakirodalomban arról, hogy milyen mérföldkövei is voltak az épületinformatikai rendszerek és okosotthon rendszerek fejlődésének. Ezután pedig ismertettem, hogy az épületgépészetben milyen különböző fogalmakkal kell tisztában lenni ahhoz, hogy egy jó, 21. század elvárásainak megfelelő okosotthon integrációt készítsünk. Végül pedig a dolgozatban elkészített számításokhoz szükséges rendeletek és szabványokat gyűjtöttem ki és értelmeztem őket, hogy mire is hasznosíthatóak.

Ezután elkezdtem a saját munkám ismertetését egy általam, a munkahelyemen megtervezett projekten keresztül. Az épületinformatikai vagy más néven strukturált hálózat tervezését a végpontok kialakításával kezdtem. Ismertettem, hogy milyen különböző végpont típusokat különböztetek meg és azt is, hogy milyen koncepció alapján terveztem a jelen projektben.

Ekkor a kábelezésről ejtettem szót, hiszen ez az egyik legfontosabb része a strukturált hálózatoknak ez a csillagpontos réz kábel hálózat. Ismertettem a különböző kategóriájú kábeleket, azt is, hogy milyen szabványoknak és szabályoknak kell megfelelniük, majd készítettem egy minta kábelezési tervet is a projektem alapján.

Ezután elemeztem az épületinformatikai rendszerek központját a rack szekrényt és az abban lévő aktív és passzív eszközöket. Ezt egy saját készítésű szekrényterven keresztül ismertettem. Áttekintettem az alkalmazott aktív eszközöket a pontos típus szerint, mit és miért terveztem be a rendszerbe, majd ugyan ezt megcsináltam a passzív eszközöknél és az egyéb, diplomadolgozatom témájába nem kapcsolódó, eszközzel.

Ekkora jött az okosotthon rendszer tervezés kérdése. Mivel ilyen rendszereket nem tervezek a munkahelyemen, ez sok utánajárással és kutatással járt. Először az okosotthon rendszer központjának kiválasztásával kezdtem, ehhez megkellett határoznom, hogy milyen funkciókat akarok a rendszerhez adni, mivel tudtam, hogy magas szintű épületgépészet integrációt akarok elvégezni, így az NGBS gyártó okosotthon rendszere mellett döntöttem Google Home Nest rendszerrel kiegészítve.

Áttekintettem a felületfűtés- hűtés okosotthonhoz való integrációjához szükséges összes kontrollert, bővítő modult, aktuátort és termosztátot, majd egy sematikus ábrán keresztül szemléltettem a működési folyamatot. A termosztát kiválasztásánál energetikai számítással, majd egy megtérülés számítással és egy SWOT elemzéssel bizonyítottam, hogy miért érdemes az okos termosztátot választani.

Ezt követően felvázoltam, hogy miért is volt szükségem egy másodlagos okosotthon központra a tervezésem folyamán, majd ismertettem a választott Google Home Nest eszközöket, azok jellemzőit és hogy miért választottam őket, végül megoldottam a törölköző szárító okosotthon integrációját, úgy, hogy ne kelljen még egy harmadik gateway-t is beletennem a rendszerbe.

Befejezésül összefoglaltam a diplomamunkába elért eredményeket és további bővítési és fejlesztési javaslatokat tettem.

Úgy gondolom, hogy diplomamunkám keretein belül sikeresen megterveztem egy olyan 21. századi, a modern elvárásoknak teljesen megfelelő épületinformatikai és okosotthon rendszert, amik már képesek összefűzni a teljes létesítmény vezérlését egyetlen egy telefonos applikáció alá, így könnyítve meg a leendő végfelhasználók életét és minden napjait.

11. Summary

As the topic of my diploma thesis, I chose the design of a building IT system and then the integration of building mechanical systems into a smart home system.

First, I considered it important to conduct a research in the topics literature about the milestones in the development of building IT systems and smart home systems. Then I explained the different concepts in building engineering that we needed to be aware of in order to create a good smart home integration that meets the expectations of the 21st century. Finally, I collected the regulations and standards necessary for the calculations made in the thesis and interpreted them to see what they could be used for.

Then I started presenting my own work through a project I designed at my workplace. I started the design of the building IT system, called structured network by creating the endpoints on the plans. I explained the different endpoint types and also the concept based on which I designed this project.

Then I mentioned the cabling, since this is one of the most important parts of structured networks, the star topology copper cable network. I explained the different categories of cables, what standards and rules they must comply with, and then I also prepared a sample cabling plan based on my project.

Then I introduce the center of the building IT systems, the rack cabinet, and the active and passive devices in it. I explained this through a self-made rack cabinet plan. I reviewed the active devices used according to the exact type, what and why I planned them into the system, and then I did the same for the passive devices and other devices not related to the topic of my thesis.

This is how the issue of smart home system planning came to be. Since I don't design such systems at work, this involved more investigation and research. I first started by choosing the center of the smart home system, for this I had to determine what functions I wanted to add to the system, as I knew that I wanted to perform a high level of building engineering integration, so I decided on the smart home system of the manufacturer NGBS supplemented with the Google Home Nest system.

I explained all the controllers, expansion modules, actuators and thermostats required for the integration of surface heating and cooling into a smart home, and then illustrated the operating process through a schematic diagram. When choosing

the thermostat, I proved why it is worth choosing the smart thermostat with an energy calculation, then a return calculation and a SWOT analysis.

After that, I outlined why I needed a secondary smart home center during my planning, and then described the chosen Google Home Nest devices, their features and why I chose them, and finally I solved the integration of the towel dryer smart home, so that there is no need for a third one I would also add a gateway to the system, finally, I solved the integration of the towel dryer in the smart home, so that I don't have to add a third gateway to the system.

As a conclusion, I summarized the results achieved in my thesis and made further expansion and development suggestions.

I believe that within the framework of my thesis, I have successfully designed a 21st-century building IT and smart home system that fully meets modern expectations, which are able to combine the control of the entire facility under a single phone application, thus making the lives and everyday lives of future end users easier.

12. Források

A szakirodalom, szakcikkek és ábrák forrás jegyzékét 2023.05.06. napon zártam. Bármiféle eltérés ezen nap után került módosításban a forrásokban.

- Andronico, M., & Krol, J. (2021. szeptember 1.). *Why the \$30 Nest Mini is an essential part of my home*. Forrás: CNN underscored weblap: <https://edition.cnn.com/cnn-underscored/reviews/google-nest-mini>
- Atel. (2023. április 2.). *CAT5e UTP/FTP/SFTP*. Forrás: Atel: https://www.atelww.com/product_xx.asp?sendid=132
- Bánhidi, L., & Szabó, J. (2008). *Épületgépészet alapjai*. Budapest: BME.
- Beasley, J., & Nilkaew, P. (2018). *Networking Essentials: A CompTIA Network+ N10-007 Textbook*. Hoboken, New Jersey: Pearson IT Certification.
- Bertsekas, D. P., & Gallager, R. (1992). *Data Networks*. London: Pearson.
- Briere, D. (2007). *Smart Homes for Dummies 3rd Edition*. For Dummies.
- Burrus, C. S. (2012). Weather-Based Building Control Systems. *ASHRAE Journal*, vol. 54, no. 4, 40-47.
- Bustamante, S., & Castro, P. (2017. augusztus). Smart Thermostats: An Experimental Facility to Test Their Capabilities and Savings Potential. Researchgate.
- Chai, L., & Wang, Y. (2020). A comparative study of ZigBee, Z-Wave, and Wi-Fi based smart home systems. *In Proceedings of the 2020 10th International Conference on Communication and Network Security*, 19-23.
- Corning. (2023.). In *Corning Optical Communications, Copper Hardware katalógus*.
- Cziráki, T. (2012). *Hőtechnika és épületgépészet*. Budapest: Műegyetemi Kiadó.
- Delany, J. R., & Moscaritolo, A. (2021. Február 10). *What Is a Smart Home Hub (And Do You Need One)?* Forrás: PCMag: <https://www.pcmag.com/news/what-is-a-smart-home-hub-and-do-you-need-one>
- Doherty, J. (2016). *SDN and NFV Simplified: A Visual Guide to Understanding Software Defined Networks and Network Function Virtualization*. London: Addison-Wesley Professional.
- Dube, R. (2019). *The History of Home Automation*. Forrás: How to geek: <https://www.howtogeek.com/404362/the-history-of-home-automation/>

- Elgendy, M. A., & Atia, A. M. (2014). Smart homes: A review of technologies and systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1-28.
- Fiberopticshare. (2016. október 9.). *How to choose Ethernet Cable*. Forrás: Fiberopticshare weblap: <http://www.fiberopticshare.com/guide-choosing-suitable-ethernet-cables.html>
- Gáspár, T. (2014). *Épületgépészet tankönyv*. Budapest: Műegyetemi Kiadó.
- Gebhart, A. (2018. október 22.). *What the Google Home Hub lacks in size, it makes up for in substance*. Forrás: CNET weblap: <https://www.cnet.com/pictures/what-the-google-home-hub-lacks-in-size-it-makes-up-for-in-substance/>
- Goodwin, S. (2013). *Smart Home Automation with Linux and Raspberry Pi*. New York City, New York: Apress.
- Grayson, M. (2017). *Smart Home Automation: A Guide to Smart Homes*. Scott Valley, Kalifornia: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Hallberg, B. (2009). *Networking, A Beginner's Guide*. New York City: McGraw-Hill Osborne Media.
- Huang, Y., & Guan, Q. (2016). Self-learning control for building HVAC systems: A review. *Energy and Buildings*, 478-489.
- Intellinet. (2023. árpilis 3.). *19" Wallmount Cabinet*. Forrás: Intellinet weblap: <https://intellinetnetwork.eu/products/intellinet-en-19-wallmount-cabinet-712088>
- Jain, S. (2001). *Data Communication & Networking*. Noida, India: BPB.
- Jogtár. (2023.). Forrás: Online Jogtár: <https://net.jogtar.hu/gyorskereso>
- Joseph, C. (2019. Árpilis 15). *How Wireless Communication Changed the World*. Forrás: Chron: <https://smallbusiness.chron.com/role-cell-phone-communication-today-31479.html>
- Kerner, S. M. (2007. Augusztus 1). *40GbE and 100GbE in Ethernet's Future*. Forrás: Enterprise Networking Planet: <https://www.enterprisenetworkingplanet.com/standards-protocols/40gbe-and-100gbe-in-ethernets-future/>
- Khandpur, R. S. (2013). *Handbook of intelligent sensors for industrial automation*. USA: CRC Press.

- Knapp, E. D., & Langill, J. (2011). *Industrial Network Security: Securing Critical Infrastructure Networks for Smart Grid, SCADA, and Other Industrial Control Systems*. Boston, Massachusetts: Syngress.
- Kotmayr, T., & Schmitt, C. (2013. November). *DTLS based Security and Two-Way Authentication for the Internet of Things*. Forrás: ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/259104946_DTLS_based_Security_and_Two-Way_Authentication_for_the_Internet_of_Things
- Kurose, J., & Ross, K. (2016). *Computer Networking: A Top-Down Approach*. London: Pearson.
- Lamme, T. (2018). *CompTIA Network+ Study Guide*. San Fransico, California: Sybex.
- Landa, A. (2018). *The Evolution of Smart Homes: A Brief History*. Forrás: IOT for all: <https://www.iotforall.com/the-evolution-of-smart-homes-a-brief-history/>
- Magyar Szabványügyi Testület. (2023.). Forrás: MSZT weblap: <https://ugyintezes.msz.hu/webaruhaz/szabvany-lista>
- McMillan, T. (2015). *Cisco Networking Essentials*. Sebastopol, Kalifornia: Sybex.
- Metcalf, R. (2021. Május 22). *A Brief History of Ethernet*. Forrás: SciHi Blog: <http://scih.org/robert-metcalf-e-ethernet/>
- Nagy, M. (2015). *Az intelligens épületgépészet*. Budapest: Műegyetemi Kiadó.
- NGBS. (2023.. április 7.). *Letöltések*. Forrás: NGBS weblap: <https://www.ngbsh.hu/hu/letoltesek.html>
- OTK. (2022. május 4.). *Országos Tanusító Központ*. Forrás: OTK weblap: <https://otk.hu/blog/osszesített-energetikai-jellemzo>
- Papp, G. (2019.. február 22.). *ThePitch*. Forrás: SWOT elemzés: Mi az és hogyan használd?: <https://thepitch.hu/swot-elemzes/>
- Peterson, L. L., & Davie, B. S. (2011). *Computer Networks: A Systems Approach*. Burlington, Massachusetts: Morgan Kaufmann.
- Prospero, M. (2023. Március 8.). *The best smart home hubs of 2023*. Forrás: Tom's Guide: <https://www.tomsguide.com/us/best-smart-home-hubs/>
- Raza, S., & Wallgren, L. (2017). A literature review on the state-of-the-art in privacy and security in smart home environments. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 50-60.

- Rivera, R. (2018. vol. 48). Smart Buildings: The Future of Facilities Management? *Facilities Manager*, old.: 20-22.
- Santos, O. (2007). *End-to-End Network Security: Defense-in-Depth*. Indianapolis, Indiana: Cisco Press.
- Seifert, R., & Edwards, J. (2008). *The All-New Switch Book: The Complete Guide to LAN Switching Technology*. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Shang, W., & Yu, R. (2016). A comparative study of home automation systems. *IEEE International Conference on Consumer Electronics-Taiwan* (old.: 143-144). Taiwan: IEEE.
- Siemens. (2023. április 8.). *Electrothermal actuator, 110N, 1m, AC230V, 2P, NC*.
 Forrás: Siemens weblap:
<https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?RC=NO&lang=en&MODULE=Catalog&ACTION=ShowProduct&KEY=S55174-A178>
- Siemens. (2023. április 8.). *Siemens Electrothermal actuators STA..21*. Forrás: Siemens weblap: <https://sid.siemens.com/v/u/A6V12986011>
- Stevens, R. W. (1994). *TCP/IP Illustrated, Vol. 1: The Protocols*. Tucson, Arizona: Addison-Wesley Professional.
- Sverdlova, A. D., & Bohachev, I. V. (2021). *Self-organizing network topology for autonomous IoT systems*. Kijev, Ukrajna: CEUR Workshop Proceedings.
- Szabó, G. (2008). *Épületgépészeti rendszerek szabályozása*. Budapest: Typotex Kiadó.
- Tanenbaum, A. S., & Austin, T. (2012). *Structured Computer Organization*. Berkley: Pearson.
- TP-LINK. (2023. április 8.). *KE100*. Forrás: TP-LINK weblap: <https://www.tp-link.com/hu/home-networking/smart-thermostat/ke100/>
- Tsugawa, M. O., & Matsunaga, A. M. (2014). Cloud Computing Security: What Changes with Software-Defined Networking? *Secure Cloud Computing*.
- Ubiquiti. (2023. április 1.). *Access Point U6 Lite*. Forrás: Ubiquiti store weblap: <https://store.ui.com/collections/unifi-network-wireless/products/u6-lite-us>
- Ubiquiti. (2023. április 4.). *Dream Machine Pro*. Forrás: Ubiquiti store weblap: <https://store.ui.com/collections/unifi-network-unifi-os-consoles/products/udm-pro>

- Ubiquiti. (2023. április 4.). *Switch Pro 24 PoE*. Forrás: Ubiquiti store weblap:
<https://store.ui.com/collections/unifi-network-switching/products/usw-pro-24-poe>
- Zhang, Z., & Meddahi, A. (2017). *Security in Network Functions Virtualization*. London: Iste Press - Elsevier.
- Zito, P. G. (2016). *Building Automation Systems A to Z: How to Survive in a World Filled With BAS*. USA: Önéllóan megjelent.

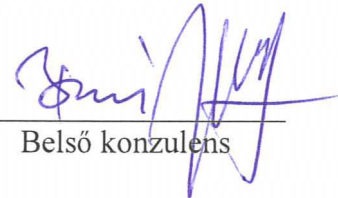
KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Müller Péter (hallgató Neptun azonosítója: **O36KYT**) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2023 év április hó 27 nap


Belső konzulens

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Müller Péter
A Hallgató Neptun kódja: O36KYT
A dolgozat címe: Létesítményinformatikai rendszer tervezése, okos otthon integrációja
A megjelenés éve: 2023.
A konzulens tanszék neve: Épületgépészeti és Energetikai tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s 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 mindenkor szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

Kelt: 2023. év április hó 25 nap



Hallgató aláírása