

SZAKDOLGOZAT

Kéri Krisztina

Szent István Campus

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Gödöllői Campus
Műszaki Intézet
Szakirányú Létesítményfenntartási Szakmérnök

**Okos épületek üzemeltetési rendszerei – Az intelligens
rendszerek szerepe a létesítményfenntartásban**

Belső konzulens:	Dr.Szabó Márta Egyetemi docens
Belső konzulens intézete:	Épületgépészeti és Energetikai Tanszék.
Külső konzulens:	Vanó- Huszár Enikő EMEA –IFM Lead, JLL
Készítette:	Kéri Krisztina

Szent István Campus
2024

MŰSZAKI INTÉZET
Létesítményfenntartó Szakmérnök specializáció

SZAKDOLGOZAT
Feladatlap

Kéri Krisztina

Részére

A Szakdolgozat címe:

Okos épületek üzemeltetési rendszerei- Az intelligens rendszerek szerepe a létesítményfenntartásban

Feladatkiírás:

- Ismertesse az okos épületek üzemeltetési rendszereit, különös tekintettel a BMS és IoT technológiákra.
- Mutassa be, hogyan segíti az adatvezérelt döntéshozatal az energiafelhasználás optimalizálását és a költségek csökkentését.
- Határoztassa meg, hogyan automatizálhatók a karbantartási folyamatok BMS és IoT segítségével.
- Azonosítsa a technológiai kihívásokat esettanulmányokon keresztül.
- Elemesse az okos épületek üzemeltetésére vonatkozó aktuális technológiai trendeket.
- Mutassa be egy esettanulmányon keresztül a digitalizáció szerepét az üzemeltetés optimalizálásában.
- Határozza meg a jövőbeli fejlesztési lehetőségeket az okos épületek technológiájában.

Közreműködő tanszék: Műszaki Intézet

Külső konzulens: Vanó- Huszár Enikő, EMEA Regional Operations and Integrated Facilities Management Lead - JLL

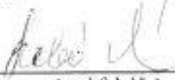
Belső konzulens: Dr.Szabó Márta, Egyetem Docens MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024. évhó.....nap

Kelt:Budapest 2024.év szeptember.....hó18...nap

Jóváhagyom


(tanszékvezető)


(szakfelelős)

Átvettem


(hallgató)

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

Kelt: Budapestév 10.....hó 31.....nap


(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés, célok meghatározása	- 0 -
2.	Az okos épületek előtt.....	- 1 -
3.	Okos épületek története és fejlődése	- 2 -
4.	SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition	- 3 -
5.	Épületfelügyeleti rendszerek, okos érzékelők és IoT eszközök.....	- 9 -
6.	Okos érzékelők és IoT eszközök az épületüzemeltetésben.....	- 10 -
7.	AZ IOT előnyei	- 11 -
8.	BMS – Building Management System	- 13 -
9.	Hogyan teszi lehetővé az IoT a BMS-t?	- 20 -
10.	BIM.....	- 22 -
11.	IBM TRIRIGA	- 24 -
12.	TRIRIGA BIM INTEGRÁCIÓJA	- 26 -
13.	Összehasonlítási számolási példa	- 27 -
14.	Konkrét példa	- 35 -
15.	KIHÍVÁSOK	- 42 -
16.	Adatvédelem és kiberbiztonság	- 42 -
17.	Biztonsági rések az IoT eszközökben.....	- 42 -
18.	Az adatok rosszindulatú felhasználása	- 43 -
19.	Skálázhatósági kihívások és a támadási felületek növekedése	- 43 -
20.	Adatvédelem és a GDPR betartása	- 43 -
21.	Adatbiztonság a felhőben	- 43 -
22.	Műszaki kihívások.....	- 44 -
23.	Teljesítmény- és energiagazdálkodás	- 44 -
24.	Kiberbiztonság.....	- 44 -
25.	TRENDEK.....	- 46 -
26.	Összefoglalás – Vélemény	- 47 -
27.	Summary.....	- 48 -
28.	Felhasznált irodalmi jegyzék	- 49 -

1. Bevezetés, célok meghatározása

Az okos épületek koncepciója napjainkban egyre nagyobb figyelmet kap, mivel a technológiai fejlődés és a fenntarthatóság iránti igény egyre sürgetőbbé válik. Az intelligens rendszerek, mint például a Building Management Systems (BMS) és az Internet of Things (IoT), kulcsszerepet játszanak az épületek hatékonyságának, biztonságának és kényelmének növelésében. A BMS rendszerek központi szerepet töltenek be az épületek energiafelhasználásának optimalizálásában, a fenntartható működtetés biztosításában, valamint a különböző alrendszerek integrálásában, mint például a világítás, fűtés, szellőzés és légkondicionálás.

A szakdolgozat célja, hogy részletesen bemutassa a BMS és az IoT közötti kapcsolatot, valamint annak hatásait az okos épületek működésére. Az IoT technológiák által biztosított adatok és automatizált rendszerek révén a BMS képes valós időben reagálni a környezeti változásokra, optimalizálni az energiafelhasználást és javítani az épületek biztonságát. Ezen technológiák kombinációja nemcsak a működtetési költségeket csökkenti, hanem hozzájárul a környezeti terhelés minimalizálásához is.

A dolgozat első részében a BMS alapfogalmait és működési elveit ismertetem, kiemelve a rendszer komponenseit és funkcióit. Ezt követően az IoT szerepét vizsgáljuk az okos épületek kontextusában, bemutatva, hogyan járul hozzá a rendszerek integrációjához és az intelligens megoldások kialakításához. A dolgozat célja továbbá, hogy feltárja azokat a kihívásokat és lehetőségeket, amelyek a BMS és az IoT integrálása során felmerülnek, különös figyelmet fordítva a biztonsági kérdésekre és a felhasználói élményre.

Végül a dolgozat egy esettanulmányt is tartalmaz, amely konkrét példán keresztül mutatja be a BMS és IoT együttműködésének gyakorlati alkalmazását, és rávilágít arra, hogyan segíthetnek ezek a technológiák a fenntartható fejlődés elősegítésében. A szakdolgozat célja, hogy átfogó képet nyújtson az okos épületek világáról, és hozzájáruljon a jövő intelligens városainak kialakításához. A kutatás során nemcsak elméleti megközelítéseket alkalmazunk, hanem gyakorlati tapasztalatokat is integrálunk, hogy a témában valóban releváns és hasznos információkat nyújthassunk.

A következő fejezetekben mélyebben belemerülünk a BMS és IoT kapcsolatának részleteibe, feltérképezve a technológiák folyamatos fejlődését és a jövőbeli irányokat, amelyek iránt a szakmai közösség és a piaci szereplők egyaránt érdeklődnek.

Okos épület meghatározása

Az "okos épület" kifejezés, más néven intelligens épületek, az építés olyan innovatív megközelítését foglalja magában, amely harmonikusan integrálja a technológiát, az építőanyagokat és az építészeti tervezést. Ezeket a modern szerkezeteket az jellemzi, hogy képesek önállóan kezelni számos funkciót, növelve az épített környezet általános hasznosságát és alkalmazkodóképességét. Technológiai szempontból az intelligens épületek egymással összekapcsolt eszközök és rendszerek hálózatát foglalják magukban, többek között érzékelőket, faktorokat és épületirányítási rendszereket. Ezek a komponensek együttesen dolgoznak az adatok gyűjtése, elemzése és kezelése érdekében, ezáltal elősegítve az épület és a használói közötti dinamikus interakciót. Ez az adatvezérelt modell lehetővé teszi a különböző épületrendszerek, például a fűtés, szellőzés és légkondicionálás (HVAC), a világítás, a biztonság és az energiagazdálkodás automatizált vezérlését, amelyek mindegyike a használók igényeihez és preferenciáihoz igazodik.

2. Az okos épületek előtt

A klasszikus épületek funkciója lényegében az emberek biztonságos és kényelmes tartózkodási helyének biztosítása volt. Az épületek elrendezése, szigetelése, világítása és légcserélési megoldásai mind a lakók kényelmét szolgálták. Az élet az okos épületek előtt különböző kihívásokkal és megoldásokkal volt teli. A hagyományos épületek a komfort és a biztonság érdekében sokféle módszert alkalmaztak, ám a technológiai fejlődés elkerülhetetlenné tette a modernizálást. A közösségi érzés és a fenntarthatóság iránti törekvés továbbra is fontos maradt, és az új lehetőségek megjelenésével a jövő építkezései még inkább képesek lesznek alkalmazkodni a lakók igényeihez. Az okos épületek kora nemcsak a technológiai fejlődésről szól, hanem arról is, hogy a jövő építkezései miként integrálják a múlt tanulságait a komfortosabb és fenntarthatóbb élet érdekében.

A hagyományos épületek rendszerint passzív megoldásokat alkalmaztak, mint például:

Természetes világítás

A hagyományos épületek gyakran tervezésük során figyelembe vették a természetes világítást. Nagy ablakokat és déli fekvésű elrendezést alkalmaztak, hogy a napfény maximális kihasználása révén csökkentsék a villamos energiafogyasztást. Az épületek belső tereit a természetes fény érdekében alakították ki, lehetővé téve, hogy a lakók élvezhessék a napsütést és csökkentsék a mesterséges világítás szükségességét.

Hőszigetelés

A hagyományos épületek hőszigetelése általában anyagok, mint a téglák, fa vagy kő felhasználásával történt. Az építésszek és tervezők a szigetelő anyagok és technikák kombinálásával próbálták biztosítani, hogy a téli hideg ne hatoljon be a lakásokba, és a nyári meleg sem okozzon túlzott hőmérséklet-emelkedést. Az energiatakarékosság érdekében fontos volt a megfelelő ablakok és ajtók használata, amelyek csökkentették a hőveszteséget.

Fűtési és hűtési rendszerek

A fűtési és hűtési rendszerek hagyományosan kazánok, klímaberendezések vagy egyszerűbb ventilátorok formájában jelentek meg. Az épületek tulajdonosai különböző módszereket alkalmaztak a hőmérséklet szabályozására, a kályháktól kezdve a radiátorokon át a szellőző rendszerekig. A legtöbb esetben ezek a megoldások manuális beállítást igényeltek, ami néha kényelmetlenséget okozott.

A biztonság és a közösségi érzés kérdései

A hagyományos épületek biztonsága sok esetben a fizikai védelemre épült. Az ajtók zárhatósága, az ablakok szilárdsága és a kerítések jelenléte mind hozzájárultak a lakók védelméhez. A biztonsági rendszerek, mint például a riasztók és a CCTV kamerák, már a múltban is léteztek, de gyakran csak a nagyobb épületekben vagy az üzletekben alkalmazták őket.

A hagyományos épületekben gyakran kialakult egy közösségi érzés, amely a szomszédság és a lakók közötti interakciók révén jött létre. Az emberek rendszeresen találkoztak az épületek közös terein, mint például udvarokban vagy játszótéren, ami hozzájárult a közösségi összetartozás érzésének erősödéséhez. Ezek a találkozások segítették a lakók közötti kapcsolatokat kialakulását és a közös értékek megosztását.

Az energiahatékonyság kihívásai

Az energiahatékonyság a hagyományos épületek egyik legnagyobb kihívása volt. A fűtési és hűtési rendszerek nem mindig voltak optimálisak, és gyakran jelentős energiafogyasztással jártak. Az épületek energiahatékonyságának növelésére irányuló törekvések között szerepeltek a szigetelési technikák javítása, a megújuló energiaforrások integrálása, mint például a napkollektorok, és a fenntartható anyagok használata.

Az innovációk hatása

Bár az okos épületek koncepciója még nem volt elterjedt, a hagyományos épületek fejlődése során már számos innováció lépett életbe. A technológia fejlődése lehetővé tette az automatizálási megoldások fokozatos bevezetését, mint például a digitális termosztátok, amelyek a hőmérséklet automatikus szabályozására voltak képesek. Ezek az új megoldások hozzájárultak a kényelem növeléséhez és az energiafogyasztás csökkentéséhez.

3. Okos épületek története és fejlődése

Az okos épületek története a 20. század végére nyúlik vissza, amikor a technológiai fejlődés lehetővé tette a különböző automatizálási rendszerek integrálását az épületek működésébe. A fogalom maga az intelligens rendszerek és szoftverek alkalmazására utal, amelyek a komfort, biztonság és energiahatékonyság növelését célozzák meg.

Kezdeti lépések- A BMS története

Az okos épületek előfutárainak tekinthetjük azokat az épületeket, amelyekben már az 1960-as években megjelentek az automatizált rendszerek, például a fűtés és világítás szabályozása. Az 1980-as években a számítástechnika robbanásszerű fejlődése lehetővé tette a bonyolultabb vezérlő rendszerek kifejlesztését, mint például a Building Management Systems (BMS), amelyek központosított módon irányították az épületek különböző funkcióit.[10]

Az épületautomatizálási rendszerek egyik első ismert példája a „pneumatikus csőrendszer”, amelyet a 19. század végén fejlesztettek ki, amely csőhálózat segítségével továbbította a vezérlőjeleket egy központi panelről az épületben elhelyezett pneumatikus működtetőkhöz. Ezek az aktuátorok ezután nyitják vagy zárják a csappantyúkat és szelepeket, hogy beállítsák a levegő és a gőz áramlását az épület fűtési és szellőzőrendszerében.[5]

Az évek során a BMS technológia jelentősen fejlődött, új érzékelők, aktuátorok és vezérlő algoritmusok bevezetésével, amelyek lehetővé teszik az épület rendszereinek kifinomultabb és hatékonyabb vezérlését. A BMS történetének néhány kulcsfontosságú mérföldköve:

Az 1950-es évek: Programozható logikai vezérlők (PLC) kifejlesztése, amelyek kicsi, robusztus számítógépek, amelyek ipari folyamatok vezérlésére programozhatók. A PLC-eket széles körben alkalmazták az épületautomatizálási rendszerekben.

Az 1970-es évek: Az épületautomatizálási rendszer (BAS) kifejlesztése, egy számítógépes vezérlőrendszer, amely felügyeli és vezérli a mechanikai és elektromos rendszereket. A BAS

rendszerek az 1980-as években váltak népszerűvé, mivel rugalmasabb és költséghatékonyabb alternatívát nyújtottak a hagyományos vezetékes vezérlőrendszerekhez képest.[4]

Az 1980-as évek: A felügyeleti ellenőrzési és adatgyűjtési (SCADA) rendszer kifejlesztése, amely a BMS egy olyan típusa, amelyet nagy, összetett létesítmények, például erőművek, víztisztító telepek és gyártó üzemek felügyeletére és vezérlésére használnak. A SCADA rendszerek az 1990-es években váltak népszerűvé, mivel lehetőséget biztosítottak a földrajzilag szétszórott rendszerek távfelügyeletére és vezérlésére.[8,9]

Az 1950-es évek: Programozható logikai vezérlők (PLC) kifejlesztése, amelyek kicsi, robusztus számítógépek, amelyek ipari folyamatok vezérlésére programozhatók. A PLC-eket széles körben alkalmazták az épületautomatizálási rendszerekben.[1]

A 1990-es évekre a technológiai innovációk, mint például az internet és a digitális kommunikációs rendszerek elterjedése, új dimenziókat nyitottak meg az okos épületek világában. Az épületek közötti kommunikáció lehetővé tette a távoli monitorozást és vezérlést, így a tulajdonosok képesek voltak optimalizálni az energiafogyasztást és a karbantartást. Az IoT (Internet of Things) megjelenése a 2000-es években forradalmasította az okos épületek koncepcióját, mivel lehetővé tette a különböző eszközök és szenzorok hálózatba kapcsolását.

A 2000-es évek: A felhő alapú BMS fejlesztése, amelyet távoli szerveren tárolnak, és ahelyett, hogy a helyszínen telepítenék, az interneten keresztül érhető el. Az IoT-alapú BMS-ek a 2010-es években váltak népszerűvé, mivel költséghatékony és skálázható megoldást nyújtottak több épület vagy akár egy egész campus kezelésére.[11]

4. SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition

A SCADA RENDSZEREK FEJLŐDÉSE

A SCADA fogalmát nagyon gyakran használják az ipari világban, mint pl. széles körben használják az ipar szinte minden területén, és nem csak: gyártás, villamosenergia-termelés, -átvitel és -elosztás, épületek és létesítmények, közlekedési jelzőlámpák stb. De e koncepció mögött több mint 50 éves fejlődéstörténet áll: a rendszerek felügyelői vezérlésének első ötletétől a legösszetettebb adatgyűjtésig és felügyeleti ellenőrzésig rendszerek manapság [1].

A legtöbb szerző az 1960-as éveket a SCADA rendszer kezdeteként említi. A SCADA rendszereket általában a telekommunikáció, a víz- és hulladékkezelés, az energia-, az olaj- és gázfinomítás és a szállítás területén működő berendezések figyelésére és vezérlésére használják.[2]

SCADA Systems by Technologic Evolution

A tranzisztor felfedezése előtt nem voltak számítógépek, így egy ilyen rendszer vezérlése emberi erővel történt. Az egyes állomásokra többen utaztak, hogy ellenőrizzék a rendszert és ellenőrizzék a helyi rendszer állapotát, vagy állandóan minden állomáson kézi vezérléssel és telefonvezetékeken keresztül kommunikáltak adatokat.

Telemetry alapú SCADA

Az 1950-es évek végére a telefonvezetékek jelentették az első SCADA rendszer kifejlesztésének kulcsát. A telemetria, a telefonközvetítő rendszerek és a kódolási sémák fejlődése lehetővé teszi a Westinghouse és a North Electric Company számára, hogy kidolgozza a Visicode nevű felügyeleti vezérlőrendszert, amely a kezdetnek tekinthető. a SCADA rendszerek. Az 1960-as években számos telefonvezetéken alapuló felügyeleti vezérlőrendszert fejlesztettek ki, de a SCADA rendszerek fejlődésének következő igazi lépése a szilárdtest-eszközök kifejlesztése volt [1].

Miniszámítógépek

A 8 bites vagy 16 bites processzort használó miniszámítógépek képesek voltak ellátni azokat a funkciókat, amelyeket korábban a kezelők végeztek az egyes állomásokra telepített központokról. Ez volt az a pillanat, amikor a mérnökök rájöttek, hogy a számítógépek nagyon hasznosak az ilyen rendszerekben.

Mikroprocesszorok

Az 1960-as évek végén a tranzisztorok fejlődése nyomán megjelentek a mikroprocesszorok, valamint a PLC-k – a világ első PLC-je, amelyet a Bedford Associates gyártott, 084 vagy Modicon néven. [2] Ez lehetővé tette a SCADA rendszergyártók számára, hogy különféle egyéb, költséghatékonyabb és hatékonyabb funkciókat fejlesszenek ki. Ezenkívül azóta fejlesztették ki a diszkrét vezérlőrendszereket (DSC), amelyeket felügyeleti vezérlőrendszerek kiépítésére használnak. A processzorok sebességének és memóriaméretének folyamatos növekedése lehetővé tette, hogy a SCADA rendszerek valós idejűek, hatékonyabbak és megbízhatóbbak legyenek.

a) SCADA rendszerek

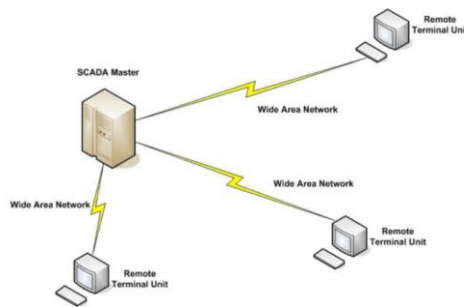
A szállítók gyorsan felismerik a SCADA rendszer előnyeit, így folyamatirányítási alkalmazásokat kezdett építeni, és kulcsrakész megoldásként adott iparágaknak értékesítette.

A technológiai fejlődés és az intelligensebb és biztonságosabb rendszerek iránti igény arra készítette a gyártókat, hogy új SCADA-rendszereket dolgozzanak ki [3]. A rendszerarchitektúrájának és a kínált funkcióknak ez a fejlődése a rendszer három fő „generációjára” különíthető el: monolitikus SCADA, elosztott SCADA és hálózati SCADA.

Monolit SCADA

A SCADA első architektúra koncepciója a mainframe rendszerekre épült, amelyekben hálózatok alapvetően nem léteznek. Ezért az első vezérlőrendszerek nem kapcsolódhattak másokhoz, így önálló rendszerek voltak.

Még ha a Wide Area Network (WAN) kifejezést használjuk is, ennek a „hálózatnak” az egyetlen célja az volt, hogy csatlakozzon különböző távoli terminálegységekhez (RTU), és adatokat cseréljen a fő számítógéppel.[3] Ezenkívül akkoriban a WAN-hoz használt protokollok nem voltak elérhetők. Ennek ellenére a protokollok csak a szkennelést, vezérlést és adatcserét tudták lehetővé tenni a mester számítógép és a távoli terminál terepi érzékelői vagy működtetői között.[3]



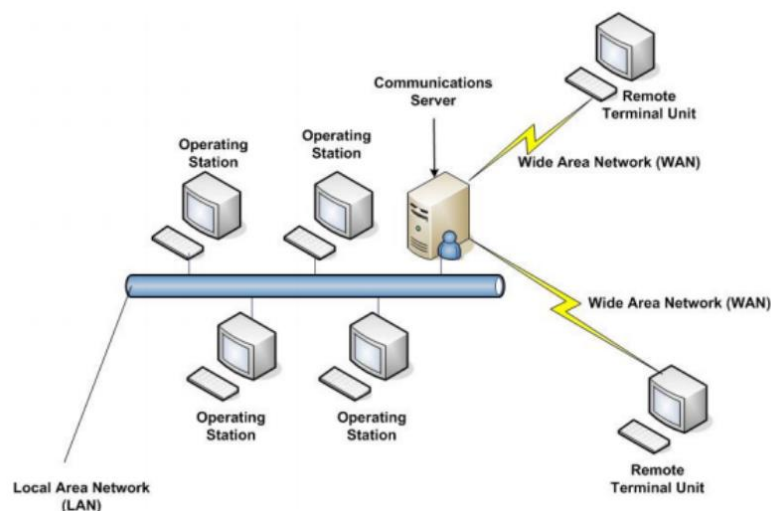
A különböző RTU-k és a mesterszámítógépek összekapcsolása gyakorlatilag lehetetlen volt, de az iparágak igénye arra kényszerítette a gyártókat, hogy javítsák a SCADA rendszerek e hátrányát. Így fejlődtek ezek a rendszerek a második generációba.

Elosztott SCADA

A rendszerminiaturizálás és a helyi hálózat (LAN) technológia fejlesztése és továbbfejlesztése volt a kulcsfontosságú tényező, amely az elosztott SCADA-hoz vezetett.

Több különböző funkcióval rendelkező állomás képes volt valós időben kommunikálni egymással, és adatokat cserélni közöttük. Mindezek az új fejlesztésű állomások miniszámítógépként működtek, és kisebbek és olcsóbbak voltak, mint az első generációs berendezések.[11]

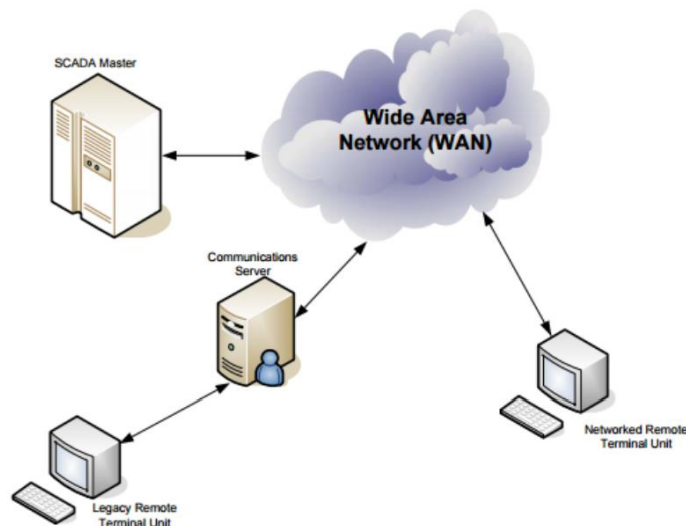
Az ilyen típusú SCADA rendszerekben használt LAN a gyártók által kifejlesztett saját protokollokon alapult. Ez lehetőséget kínált a kommunikációs sebesség növelésére, a rendszer megbízhatóságára és a valós idejű forgalomoptimalizálásra. Még ha a rendszerek megbízhatóbbak is voltak az elosztott funkcionalitás miatt, a gyártó által biztosított hardverekre, szoftverekre és perifériás eszközökre korlátozódtak.



Hálózati SCADA

Az összes iparág folyamatos növekedése, az automatizált folyamatok megnövekedett száma és az ipari berendezések számos szállítója okozta a következő lépést a SCADA fejlődésében - hálózati rendszerek.

A SCADA rendszerek harmadik generációja nagyon hasonló a másodikhoz, kivéve egy elsődleges különbséget: nyílt rendszer architektúrára orientálódik, nem pedig gyártó által vezérelt és saját környezetre.[9]



Ebben a fajta rendszerben a kommunikáció nyílt protokollokon alapul, amelyek lehetővé teszik a SCADA funkciók WAN-okban való elosztását, nem csak a zárt LAN-okban.

Ez az evolúció arra kényszerítette a SCADA gyártókat, hogy olyan rendszerszállítókat keressenek, akik új funkciókat fejleszthetnek ki a SCADA mesterállomás számára, új alapvető számítógépes platformok vagy operációs rendszer szoftverek kiépítésével. Az egyik kulcsfontosságú tényező, amely elősegítette a SCADA rendszerek harmadik generációjának gyors fejlődését, a WAN protokollok, például az Internet Protocol (IP) használata volt a mesterállomás és a perifériák közötti kommunikációban.[3] 1996-ban egy ipari automatizálási ipari munkacsoport kifejlesztett egy szabványt Object Linking and Embedding for Process Control (OLE for Process Control) néven. Ugyanebben az évben létrehozták az OPC Alapítványt a szabványok fenntartására.

Felügyeleti ellenőrzés

Ez a SCADA rendszer fő része, és általában egy olyan számítógép, amely speciális szoftvert tartalmaz, amely képes vezérelni az összes többi csatlakoztatott eszközt, futtatni az algoritmusokat, parancsokat küldeni a többi eszköznek stb. - alapvetően ez a SCADA központja.[11]

Az ipari területen az automatizálási folyamatok ellenőrzésének igénye biztos, így a SCADA alkalmazása földrajzilag széles körben elterjedt rendszerekben. Az előnyök nyilvánvalóak: a rendszer valós idejű megfigyelése és vezérlése, idő-hatékony karbantartás, költséghatékony megoldás. A jelenlegi SCADA rendszerek egyre megbízhatóbbak, számos biztonsági funkcióval (redundancia, funkcionalitás elosztás) rendelkeznek, amelyek gyakorlatilag hibabiztossá tehetik a rendszert.

b) Jelenlegi trendek

Napjainkban az okos épületek folyamatosan fejlődnek, a fenntarthatóság és a zöld technológiák iránti kereslet növekedésével párhuzamosan. A megújuló energiaforrások integrálása, mint például a napenergia és a geotermikus energia, egyre elterjedtebb. Az épületek okos szenzorokkal és mesterséges intelligenciával (AI) támogatott rendszerekkel vannak felszerelve, amelyek képesek valós időben elemezni az adatokat, így automatikusan optimalizálják a környezeti feltételeket.[9,11]

Jövőbeli kilátások

A jövőben az okos épületek még inkább integrálják az intelligens technológiákat, mint például a gépi tanulás, a blokklánc és a felhőalapú megoldások. Az épületek nemcsak önálló egységek lesznek, hanem részei egy intelligens város infrastruktúrájának, ahol az adatok megosztása és az együttműködés kulcsszerepet játszik. A felhasználói élmény javítása, a biztonság fokozása és a fenntarthatósági célok elérése továbbra is középpontban áll. Az okos épületek fejlődése nem csupán technológiai, hanem társadalmi és környezeti szempontból is jelentős hatással bír, formálva a jövő városait és lakókörnyezetünket. A kihívások mellett, mint a kiberbiztonság és az adatvédelem, a lehetőségek széles spektrumot kínálnak a fenntartható és intelligens építkezés irányába.

Adatgyűjtő rendszerek és monitorozás az okos épületekben

Az adatgyűjtő rendszerek és a monitorozás kulcsszerepet játszanak, mivel lehetővé teszik a környezeti feltételek és az épület teljesítményének folyamatos nyomon követését.

Valós időben rögzítik és tárolják az információkat, amelyek későbbi elemzések alapját képezik. Az adatgyűjtés általában több szempontból történik:

1. **Környezetmonitorozás:** Az érzékelők képesek monitorozni a hőmérsékletet, páratartalmat, szén-dioxid szintet, zajszintet és más környezeti tényezőket. Ezen adatok elemzése segíti a légkör és az épület komfortszintjének optimalizálását.
2. **Energiafogyasztás:** A rendszerek képesek követni az energiafogyasztást, azaz a világítás, fűtés és légkondicionálás energiaigényét. Ezek az információk lehetővé teszik a felhasználók számára, hogy tudatosabban kezeljék energiafogyasztásukat.

3. **Biztonsági monitorozás:** A biztonsági rendszerek, mint például a kamerák és mozgásérzékelők, folyamatosan gyűjtik az adatokat a helyiségek biztonságáról, és azonnali figyelmeztetéseket küldenek a rendellenességekről.

Monitorozás

A monitorozás az adatgyűjtés következő lépése, amely során az összegyűjtött adatokat elemzik, és azok alapján döntéseket hoznak. A monitorozási folyamat a következő lépéseket foglalja magában:

1. **Adatgyűjtés:** Az érzékelők folyamatosan rögzítik az adatokat, amelyeket a központi rendszerhez továbbítanak.
2. **Adatfeldolgozás:** Az összegyűjtött adatokat elemzik, hogy azonosítsák a trendeket és mintázatokat. Ez lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy megértsék az épület teljesítményét és az esetleges problémákat.
3. **Jelentések és értesítések:** A monitorozási rendszerek képesek jelentéseket generálni, amelyek tartalmazzák az energiafogyasztást, a környezeti feltételeket és a biztonsági eseményeket. Ezen kívül valós idejű értesítéseket küldenek a felhasználóknak, ha a rendszer anomáliákat észlel.
4. **Proaktív beavatkozás:** Az adatok alapján a rendszerek képesek automatikusan módosítani az épület működését, például lekapcsolni a világítást, ha senki sincs a helyiségben, vagy szabályozni a fűtést a hőmérsékletváltozás függvényében.

Előnyök

Az adatgyűjtő rendszerek és a monitorozás számos előnnyel jár:

- **Hatékonyság:** Az adatok elemzése lehetővé teszi az energiahatékonyság növelését és a költségek csökkentését.
- **Kényelem:** A felhasználók kényelmét javítja, mivel a rendszerek automatikusan reagálnak a környezeti feltételekre.
- **Biztonság:** A folyamatos monitorozás növeli az épület biztonságát, mivel azonnali figyelmeztetéseket küldenek a potenciális veszélyekről.
- **Fenntarthatóság:** Az energiafogyasztás csökkentésével hozzájárulnak a fenntartható fejlődéshez és a környezetvédelmi célok eléréséhez.

Kihívások

Bár az adatgyűjtő rendszerek és a monitorozás számos előnnyel járnak, kihívásokkal is szembe kell nézniük:

- **Adatvédelem:** Az érzékeny adatok gyűjtése és tárolása adatvédelmi aggályokat vet fel, amelyek kezelésére megfelelő biztonsági intézkedések szükségesek.
- **Kiberbiztonság:** Az IoT eszközök és a központosított rendszerek sebezhetősége a kiberbiztonsági támadások kockázatát hordozza magában.
- **Technológiai integráció:** Az új technológiák integrálása a meglévő rendszerekbe kihívást jelenthet, és jelentős beruházásokat igényelhet.

A jövő okos épületei számára elengedhetetlen, hogy folyamatosan fejlődjenek és alkalmazkodjanak a változó igényekhez, miközben figyelembe veszik a fenntarthatóság és az adatvédelem szempontjait

5. Épületfelügyeleti rendszerek, okos érzékelők és IoT eszközök

Az épületfelügyeleti rendszerek (BMS) manapság a modern épületek szerves részét képezik, jelentős szerepet játszanak az épületek működésének optimalizálásában, a költségek csökkentésében és a fenntarthatóság elősegítésében. Az okos érzékelők és az Internet of Things (IoT) eszközök megjelenése új dimenziókat nyitott az épületmenedzsment területén, lehetővé téve a valós idejű adatgyűjtést és elemzést, valamint a hatékonyabb működést.

a) Épületfelügyeleti rendszerek

Az épületfelügyeleti rendszerek célja az épület különböző technikai rendszereinek (fűtés, szellőzés, légkondicionálás, világítás, biztonsági rendszerek) integrálása és központosított irányítása. A BMS képes monitorozni és vezérelni az épület működését, javítva ezzel a komfortot, a hatékonyságot és a biztonságot. A modern BMS rendszerek felhasználják a legújabb technológiákat, hogy adatokat gyűjtsenek a különböző rendszerektől, lehetővé téve a proaktív karbantartást és a hibák gyors azonosítását.

b) Okos érzékelők

Az okos érzékelők kulcsszerepet játszanak az épületfelügyeleti rendszerekben, mivel lehetővé teszik a valós idejű információk gyűjtését. Ezek az érzékelők képesek monitorozni a hőmérsékletet, páratartalmat, fényerőt, zajszintet, mozgást és más környezeti tényezőket. Az adatok elemzésével a rendszerek képesek optimalizálni az energiafogyasztást, például automatikusan szabályozzák a világítást és a fűtést a jelen lévő emberek számától függően. Az érzékelők lehetnek vezetékes vagy vezeték nélküli, és integrálhatók a BMS-be, lehetővé téve a zökkenőmentes kommunikációt és adatmegosztást.

c) IoT eszközök

Az IoT eszközök az okos épületek elengedhetetlen részét képezik, mivel lehetővé teszik a különböző rendszerek közötti kommunikációt. Az IoT megoldások lehetővé teszik, hogy az épület különböző eszközei, mint például fűtőberendezések, légkondicionálók és világítási rendszerek, egy központi platformon keresztül működjenek együtt. Az IoT eszközök folyamatosan gyűjtik az adatokat, amelyeket a felhőben tárolnak, és lehetővé teszik a távoli elérést és a valós idejű elemzést. Ezáltal a tulajdonosok és a menedzserek könnyen nyomon követhetik az épület teljesítményét, és szükség esetén beavatkozhatnak.

Az okos épületek egyik fő alkotóelemei az IoT eszközök és rendszerek, amelyek lehetővé teszik a távfelügyeletet és -irányítást, a valós idejű elemzést és a jobb döntéshozatali folyamatokat.

Az eszközök és rendszerek ilyen összekapcsolt kerete lehetővé teszi az adatok interneten keresztüli továbbítását és fogadását, ami számos innovatív és hatékony üzemeltetési stratégia számára nyitja meg az utat. Lényeges annak elismerése is, hogy az intelligens épület fogalma túlmutat a pusztán automatizáláson. Ezen épületek "okossága" azt bizonyítja, hogy képesek tanulni, alkalmazkodni és idővel optimalizálni működésüket, ami folyamatos javulást

eredményez az energiahatékonyság, a fenntarthatóság és a lakók kényelme terén. Mint ilyenek, az intelligens épületek döntő előrelépést jelentenek a fenntartható és hatékony városfejlesztésre való törekvésünkben, és utat nyitnak egy olyan jövő felé, amelyet intelligens és érzékeny épített környezet jellemez.

A technológiai fejlődés hatása

A technológiai fejlődés, mint például a mesterséges intelligencia (AI) és a gépi tanulás, új lehetőségeket teremtett az épületfelügyeleti rendszerek és az okos érzékelők számára. Az AI algoritmusok képesek elemezni az érzékelőkből származó adatokat, hogy azonosítsák a mintákat és előre jelezzék a problémákat, így lehetővé téve a proaktív karbantartást. A gépi tanulás alkalmazásával az épület rendszerei folyamatosan javíthatják a működésüket, reagálva a változó környezeti feltételekre.

Fenntarthatóság és energiahatékonyság

Az okos érzékelők és IoT eszközök nemcsak a működés hatékonyságát növelik, hanem jelentős szerepet játszanak a fenntarthatóság elősegítésében is. Az energiahatékony rendszerek képesek csökkenteni az energiafogyasztást, ezáltal csökkentve az épület karbonlábnyomát. Az érzékelők segítségével az épületek képesek valós időben reagálni a környezeti változásokra, így optimalizálva a fűtést és hűtést, valamint minimalizálva a pazarlást.

Kihívások és jövőbeli kilátások

Bár az épületfelügyeleti rendszerek és az IoT eszközök számos előnnyel járnak, kihívásokkal is szembe kell nézniük. A kiberbiztonság és az adatvédelem kiemelt fontosságú, mivel az érzékelők és IoT eszközök folyamatosan adatokat gyűjtenek, amelyek érzékeny információkat tartalmazhatnak. A megfelelő biztonsági intézkedések alkalmazása elengedhetetlen a rendszerek védelme érdekében.

6. Okos érzékelők és IoT eszközök az épületüzemeltetésben

Az IoT-technológiákat használó intelligens épületek forradalmasították a környezettel való interakciónkat. Kitérünk arra is, hogy az IoT hogyan befolyásolja az épületek irányításának különböző aspektusait, például az energiahatékonyságot, a benne tartózkodók kényelmét, a biztonságot és a karbantartást. Az okos épületek, más néven intelligens vagy összekapcsolt épületek, kihasználják az IoT-ben rejlő lehetőségeket, hogy rugalmasan reagáló és a benne tartózkodók jólétét, hatékonyságát elősegítő, energiahatékony tereket tervezzenek. Az IoT eszközök és rendszerek felgyorsult fejlődése és széles körű elfogadása elősegítette az intelligens épületek megjelenését, amelyek a dolgok internetének eszközeit, érzékelőit és

faktorait beépítve adatokat gyűjtenek az épület teljesítményének optimalizálására, miközben javítják a felhasználói élményt. Az intelligens épületek olyan összekapcsolt rendszereket használnak, amelyek lehetővé teszik az akadálytalan kommunikációt és koordinációt a különböző épületkomponensek, például a világítás, a fűtési/hűtési rendszerek, a szellőztetőegységek, a biztonsági rendszerek és a foglaltságot figyelő rendszerek között.

Ezek az épületek képesek autonóm módon, valós időben szabályozni működésüket.

a) Épületek és az IoT kapcsolata

Az intelligens épületek a modern építési gyakorlatok megtestesítői, amelyek fejlett technológiákat használnak az energiahatékonyság, a kényelem és az épület általános irányításának javítására. Működésükben központi szerepet játszik az IoT - egy innovatív technológia, amely megkönnyíti az összekapcsolt eszközök közötti adatcserét.

Az IoT integrálása az intelligens épületekbe a technológia és a szerkezeti tervezés érdekes keverékét kínálja, olyan intelligens szerkezeteket hozva létre, amelyek önállóan alkalmazkodnak a környezeti feltételekhez és a felhasználói igényekhez

b) Az IoT megértése

A dolgok internete (IoT) egy alapvető technológiai paradigmaváltás, amely a fizikai eszközök internetalapú hálózatokon keresztül történő összekapcsolását foglalja magában, ami egy kiterjesztett, adatcserére képes ökoszisztémát eredményez.

Az érzékelők és faktorok fizikai tárgyakba vannak beágyazva, és vezetékes vagy vezeték nélküli hálózatokon keresztül kapcsolódnak egymáshoz, szabványos és szabadalmaztatott protokollok segítségével. Ezek az eszközök adatokat generálnak a környezetről vagy állapotukról, amelyeket aztán feldolgoznak és elemeznek, hogy tájékoztassák a döntéshozatalt vagy automatizált műveleteket indítsanak el. Az intelligens épületekben az IoT eszközök jellemzően adatokat gyűjtenek, például a hőmérsékletről, a páratartalomról, a fényszintekről és a használati szokásokról. Ezeket az adatokat aztán az interneten keresztül továbbítják egy központi irányítási rendszerbe vagy felhőalapú platformra, ahol azokat elemzik, és aszerint cselekszenek. Az így nyert információk alapján a különböző épületrendszerek - például a fűtés, a világítás és a biztonság - szám vezérlése dinamikusan alkalmazkodik az épület környezetében vagy a használatban bekövetkező változásokhoz.

Az IoT megvalósítása azonban nem mentes a kihívásoktól. Ezek közé tartoznak az adatbiztonsággal, a magánélet védelmével, az eszközök interoperabilitásával és a technikai összetettséggel kapcsolatos aggályok

7. AZ IOT ELŐNYEI

Energhahatékonyág

Az IoT, intelligens épületekbe történő integrálásából származó egyik legjelentősebb előny az energiahatékonyság. Az energiafogyasztás optimalizálása nemcsak az üzemeltetési költségeket csökkenti, hanem az energiatermeléshez kapcsolódó üvegházhatású gázok kibocsátásának mérséklésével a környezeti fenntarthatósághoz is hozzájárul. Az IoT az intelligens épületekben való felhasználása túlmutat az említett példákön. A gépi tanulási algoritmusok és a prediktív elemzések kihasználásával az IoT új magasságokba emelheti az energiahatékonyságot.

Előrejelző karbantartás és energiahatékonyság –

Az IoT lehetővé teszi a prediktív karbantartást, ami jelentősen hozzájárulhat az energiahatékonysághoz. Az épület berendezések (pl. HVAC-rendszerek, liftek, világítási rendszerek) teljesítményének folyamatos nyomon követésével az IoT-eszközök felismerhetik az energiapazarláshoz vezető hatástalanságokat vagy meghibásodásokat [15]. Például egy HVAC-rendszer energiafogyasztási mintázatának enyhe eltérése potenciális hibára utalhat. Az ilyen rendellenességek korai felismerésével a megelőző karbantartás megelőzheti az energiapazarlást és csökkentheti a karbantartási költségeket. Igényre reagálás és energiahatékonyság.

Az IoT a keresletre reagáló programokon keresztül az energiahatékonyságot is növelheti. Ezekben a programokban az épületek az energiahálózathoz érkező jelzésekre, például magas villamosenergia-árakra vagy csúcskeresleti időszakokra reagálva módosíthatják energiafogyasztásukat. Például a keresleti csúcsidőszakokban egy épület automatikusan csökkentheti energiafogyasztását a világítás lehalkításával vagy a HVAC-rendszer beállításával. Ez nemcsak az energiahatékonysághoz járul hozzá, hanem az elektromos hálózat stabilitásának fenntartásához is.

Foglaltság-alapú vezérlés és energiahatékonyság

A foglaltság-alapú vezérlés egy másik terület, ahol az IoT növelheti az energiahatékonyságot. Az IoT-érzékelőkkel történő foglaltsági minták megfigyelésével az épületrendszerek a lakók igényeihez igazíthatók. Például a világítás és a HVAC-rendszerek kikapcsolhatók vagy energiatakarékos üzemmódba állíthatók a nem foglalt helyiségekben, ezáltal csökkentve az energiapazarlást.

Adatelemzés és energiahatékonyság

Végül az IoT-rendszerekben alkalmazott adatelemzés feltárhatja az energiafogyasztás rejtett hatékonysági hiányosságait. Az IoT-eszközök által generált nagy mennyiségű adat elemzésével az épületüzemeltetők olyan mintákat és trendeket is azonosíthatnak, amelyek a felszíni megfigyelésből nem feltétlenül tűnnek fel. Ezek a meglátások informálhatják az energiahatékonysági stratégiákat, ami hatékonyabb energiagazdálkodást és energiatakarékosságot eredményezhet.

Zaj- és fényszabályozás

A zaj és a világítás jelentős tényezők, amelyek befolyásolják az épületben tartózkodók kényelmét. Az IoT-eszközök képesek a zajszintet és a világítási körülményeket valós időben nyomon követni és szabályozni, biztosítva, hogy azok a komfortküszöbértékeken belül maradjanak [17]. Az amszterdami Edge például intelligens LED-es fénypaneleket használ, amelyek a napszak és a természetes fény mennyisége alapján automatikusan beállítják a fényerőt és a színhőmérsékletet, így kényelmes, vizuálisan kellemes környezetet teremtenek.

Levegőminőség-felügyelet és –szabályozás

A levegő minősége kulcsfontosságú szerepet játszik az épületben tartózkodók egészségében és kényelmében. A rossz beltéri levegőminőség kellemetlen érzést és káros egészségügyi hatásokat, például fejfájást, fáradtságot és légzési problémákat okozhat. Az IoT-érzékelők különböző levegőminőségi paramétereket, például a CO₂-szintet, a részecskéket és az illékony szerves vegyületeket (VOC) képesek monitorozni, lehetővé téve a szellőzőrendszerek valós

idejű vezérlését az egészséges beltéri levegőminőség fenntartása érdekében. A korábban említett Shanghai Tower remek példa erre a megvalósításra.

Biztonság és védelem

Az IoT az intelligens épületekbe történő integrálása számos lehetőséget kínál a biztonság és a védelem fokozására mind a fizikai, mind a digitális térben. Az épületrendszerek valós idejű felügyeletének, vezérlésének és automatizálásának lehetővé tételével az IoT jelentősen hozzájárulhat az emberek, az eszközök és az adatok védelméhez ezekben az épületekben.

8. BMS – Building Management System

Az épületfelügyeleti rendszerek (BMS), más néven épületautomatizálási rendszerek (BAS) olyan számítógép-alapú vezérlőrendszerek, amelyek az épület mechanikai és elektromos berendezéseit, például fűtési, szellőzési, légkondicionálási, világítási, áramellátási és biztonsági rendszereket kezelnek és felügyelnek. [6,5]

A BMS általában szoftverekből, érzékelőkből, vezérlőkből, hálózati kommunikációs protokollokból és felhasználói felületekből áll. Ezek az összetevők együttműködve automatizálják az épület különböző rendszereinek működését, és optimalizálják azok teljesítményét az energiahatékonyság, a lakók kényelme és a biztonság érdekében.

A BMS elsődleges funkciója az épület rendszereinek központosított vezérlése és felügyelete. Lehetővé teszi a létesítményvezetők számára a beállítások egyszerű módosítását, a teljesítmény nyomon követését és a problémák diagnosztizálását egyetlen felületről. Az épület üzemeltetésének optimalizálásával a BMS csökkentheti az energiafogyasztást, csökkentheti az üzemeltetési költségeket és meghosszabbíthatja a berendezések élettartamát.



a) A reaktív és preventív karbantartás összehasonlítása

A reaktív és preventív karbantartás két alapvetően eltérő megközelítés az épületek és gépészeti rendszerek fenntartásában, amelyeket a létesítményüzemeltetésben használnak.

[10][13]

Reaktív karbantartás

A reaktív karbantartás (vagy hiba utáni karbantartás) akkor történik, amikor egy berendezés vagy rendszer már meghibásodott, és azonnali javításra van szükség. Ez a módszer az alábbi jellemzőkkel bír:

- **Azonnali javítási igény:** a problémák csak akkor kerülnek megoldásra, amikor azok már megtörténtek.
- **Alacsonyabb kezdeti költségek:** Nincs előzetes tervezés vagy megelőző beavatkozás, így kezdetben olcsóbb lehet.
- **Magasabb üzemeltetési kockázat:** Mivel a karbantartás csak meghibásodás után történik, ez váratlan leállásokat és költséges javításokat eredményezhet.
- **Gyors reagálási igény:** Ha egy kulcsfontosságú berendezés meghibásodik, azonnali és sürgős javításra van szükség, ami magas költségekkel járhat.

Preventív karbantartás

A preventív karbantartás (vagy megelőző karbantartás) előre tervezett karbantartási műveleteket jelent, amelyeket az eszközök meghibásodásának elkerülése érdekében végeznek. Ennek jellemzői:

- Rendszeres karbantartási időszakok: a berendezések rendszeres ellenőrzése és karbantartása a meghibásodás elkerülése érdekében.
- Nagyobb kezdeti költségek: A preventív karbantartás tervezést és folyamatos figyelmet igényel, amely kezdetben nagyobb költségekkel járhat.
- Csökkentett kockázat: A rendszeres karbantartás révén megelőzhetőek a váratlan leállások és költséges javítások.
- Élettartam növelése: A gépészeti rendszerek és berendezések hosszabb élettartammal bírnak, ha rendszeresen karbantartják őket.

Példa ennek alkalmazására: Egy irodaépület HVAC rendszerénél a preventív karbantartás magában foglalhatja a rendszeres szűrőcserét, ventilátor ellenőrzéseket és tisztítást. A reaktív karbantartás akkor következne be, ha a klímaberendezés meghibásodik, és sürgős javításra szorul, ami több napig is zavart okozhat a komfortos működésben. [10][13]

b) A BMS fő rendszerei

HVAC

A HVAC a fűtés, szellőztetés és légkondicionálás rövidítése. Az épületek, például otthonok vagy irodák beltéri környezetének szabályozására használt technológiára utal. A fűtési rendszereket hideg időben, míg a légkondicionáló rendszereket a beltéri környezet hűtésére használják, ha túl meleg lesz. A szellőzőrendszereket friss levegő biztosítására és az elhasznált levegő eltávolítására használják a beltéri helyiségekből. A HVAC rendszerek tartalmazhatnak párasító és párátlantó rendszereket is, amelyek szabályozzák a levegő nedvességtartalmát. [10][13]

A HVAC rendszerek fő funkciói közé tartozik a fűtés, szellőzés és légkondicionálás biztosítása. A fűtési rendszerek célja a belső terek hőmérsékletének emelése, míg a szellőzés a friss levegő bejuttatását és a szennyezett levegő eltávolítását szolgálja. A légkondicionálás pedig a hőmérséklet és páratartalom szabályozására összpontosít. Ezek a funkciók együttesen hozzájárulnak az épületek energetikai hatékonyságához és a bérlok kényelméhez.

BMS és HVAC Integráció

A BMS rendszerek integrálása a HVAC rendszerekkel lehetővé teszi a különböző alrendszerek közötti kommunikációt és együttműködést. A BMS folyamatosan monitorozza a HVAC rendszerek teljesítményét, lehetővé téve az adatok gyűjtését és elemzését. Az adatok alapján a BMS képes automatikusan optimalizálni a rendszerek működését, például a hőmérséklet és a páratartalom szabályozásával. A rendszer folyamatos monitorozása lehetővé teszi a problémák korai észlelését, így csökkentve a leállási időt és a javítási költségeket. Az intelligens diagnosztikai eszközök képesek azonosítani a potenciális hibákat, és figyelmeztetni a karbantartó személyzetet a szükséges beavatkozásokról. Ez a proaktív megközelítés nemcsak a rendszerek megbízhatóságát növeli, hanem a bérlok kényelmét is javítja.

Az integrált rendszerek lehetővé teszik a folyamatos monitorozást és automatikus vezérlést, ami hozzájárul a fenntartható és gazdaságos épületüzemeltetéshez. Ahogy a technológia fejlődik, a BMS rendszerek és a HVAC rendszerek közötti együttműködés egyre fontosabbá válik az intelligens épületek kialakításában és üzemeltetésében.

c) Energiagazdálkodási rendszerek (EMS)

Az energiagazdálkodási rendszerek (EMS) az épületfelügyeleti rendszerek lényeges elemei. Az EMS egy számítógép-alapú rendszer, amelyet az épületen belüli energiafelhasználás figyelésére, vezérlésére és optimalizálására terveztek. Segít az épületüzemeltetőknek megérteni, hogy épületük hogyan használ fel energiát, azonosítja azokat a területeket, ahol energiapazarlás történik, és lépéseket tesz az energiafogyasztás csökkentése és a pénzmegtakarítás érdekében.

Az EMS általában hardver- és szoftverkomponensekből áll, amelyek együttműködve valós idejű adatokat szolgáltatnak az épület energiafelhasználásáról. A rendszer tartalmazhat olyan érzékelőket, amelyek mérik a hőmérsékletet, a páratartalmat, a megvilágítási szintet és egyéb, az energiafogyasztást befolyásoló tényezőket. Az EMS szoftverkomponense feldolgozza ezeket az adatokat, és gyakorlati betekintést nyújt az épületvezetőknek az energiafelhasználás optimalizálásához. Az EMS egyik legfontosabb előnye, hogy segíthet az épületkezelőknek az energiahatékonyság felismerésében és kezelésében, mielőtt azok komoly problémákká válnának. Például, ha az EMS azt észleli, hogy az épület egy bizonyos része több energiát használ fel, mint kellene, a rendszer riaszthatja az épületkezelőket, hogy kivizsgálják a problémát, és lépéseket tegyenek a megoldására.

Az EMS fontos eszköz az épületkezelők számára, akik csökkenteni szeretnék az energiafogyasztást, csökkenteni szeretnék a költségeket és előmozdítani a fenntarthatóságot. Valós idejű adatok és gyakorlati betekintések biztosításával az EMS segíthet az

épületüzemeltetőknek optimalizálni az energiafelhasználást és javítani az épület általános hatékonyságát.

d) Intelligens világítás

Az intelligens világítás a modern épületfelügyeleti rendszerek (BMS) kulcsfontosságú jellemzője, amely segíthet csökkenteni az energiafogyasztást és javítani a lakók kényelmét. Az intelligens világítással a BMS automatikusan be tudja állítani a világítási szintet olyan tényezők alapján, mint a foglaltság, a nappali fényszint és a napszak. Ez jelentős energia megtakarításhoz vezethet a világítás által fogyasztott villamos energia mennyiségének csökkentésével.[8,14]

- **Automatikus Szabályozás:** A világítás automatikusan alkalmazkodik a természetes fényhez és a helyiség használatához. Például, ha egy szoba üres, a világítás automatikusan kikapcsol.
- **Mozgásérzékelők:** A világítótestek mozgásérzékelők segítségével aktiválódnak, amikor valaki belép a térbe, és automatikusan kikapcsolnak, amikor senki sincs jelen.
- **Időprogramozás:** A világítás előre beállított időpontokban is bekapcsolható vagy kikapcsolható, ami különösen hasznos a kereskedelmi épületek esetében.
- **Színhőmérséklet Szabályozás:** Az intelligens világítás képes a színhőmérséklet módosítására a napi ritmushoz igazodva, így fokozva a kényelmet és a produktivitást.

Ezenkívül az intelligens világítás az utasok élményét is fokozhatja azáltal, hogy személyre szabott világítási beállításokat biztosít, amelyek megfelelnek a preferenciáiknak. Például az alkalmazottak szabályozhatják a munkahelyi világítás fényerejét és színhőmérsékletét, ami pozitívan befolyásolhatja hangulatukat, termelékenységüket és általános jólétüket. Ezenkívül az intelligens világítás integrálható más épületrendszerekkel, mint például a HVAC és a biztonság, így teljes intelligens épületkörnyezetet hozhat létre. Az érzékelők és az adatelemzés segítségével a BMS optimalizálhatja az erőforrások felhasználását és csökkentheti a költségeket, miközben fenntartja az utasok optimális kényelmét.[8]

e) Biztonsági rendszer

A biztonsági rendszerek az épületfelügyeleti rendszerek fontos elemei. A biztonsági rendszer célja, hogy megvédje az épületet és a benne lakókat a különféle fenyegetésektől, beleértve a lopást, a vandalizmust és az illetéktelen hozzáférést.

- **Belépés-ellenőrzés:** Az elektronikus beléptető rendszerek (pl. kártyás vagy biometrikus azonosítás) lehetővé teszik az épület különböző területeihez való hozzáférés szabályozását. Ezek a rendszerek rögzítik, hogy ki mikor lépett be és ki az épületből.
- **Videómegfigyelés:** A CCTV (zártláncú televízió) rendszerek lehetővé teszik a valós idejű megfigyelést és rögzítést, segítve a biztonsági incidensek azonosítását és bizonyítékok gyűjtését.

- **Mozgásérzékelők:** Ezek a szenzorok képesek észlelni a mozgást a védett területeken, és automatikusan riasztani a biztonsági személyzetet, vagy aktiválni a riasztórendszert.
- **Tűzjelző és riasztórendszerek:** Ezek a rendszerek folyamatosan monitorozzák a levegő minőségét, és azonnal riasztanak, ha tűz vagy füst észlelhető.

A modern biztonsági rendszerek jellemzően hardver- és szoftverelemekből állnak, amelyek együttesen biztosítják az épület átfogó védelmét. A hardver komponens tartalmazhat kamerákat, mozgásérzékelőket és egyéb érzékelőket, amelyek észlelik és rögzítik az épületben és környékén végzett tevékenységeket. A biztonsági rendszer szoftverkomponense feldolgozza ezeket az adatokat, és riasztásokat és értesítéseket küld az épület vezetőinek és a biztonsági személyzetnek.[14][8] A biztonsági rendszerek egyik legfontosabb előnye, hogy segíthet elrettenteni a potenciális fenyegetéseket és megelőzni az incidenseket, mielőtt azok bekövetkeznének. Például, ha egy biztonsági kamera észlel egy személyt, aki illetéktelenül próbál bejutni egy épületbe, a rendszer riaszthat, és riaszthatja a biztonsági személyzetet, hogy gyorsan reagálhassanak.

A biztonsági rendszer másik előnye, hogy értékes bizonyítékokkal szolgálhat incidens esetén. A biztonsági kamerák és egyéb érzékelők videó felvételeket és egyéb adatokat rögzíthetnek, amelyek, felhasználhatók az elkövetők azonosítására és bizonyítékként szolgálhatnak a jogi eljárásokhoz.

f) Tűz- és riasztás érzékelő rendszer

A tűz- és riasztás érzékelés az épületfelügyeleti rendszerek (BMS) kritikus elemei, amelyek biztosítják a lakók biztonságát és védelmét tűz vagy egyéb vészhelyzet esetén. A BMS általában integrálja a tűzjelző rendszereket más épületfelügyeleti rendszerekkel, hogy integrált megközelítést biztosítson a tűzbiztonsághoz.

A tűzjelző rendszerek általában tűzérezékelőkből, füstérezékelőkből, hőérezékelőkből és egyéb érzékelőkből állnak, amelyek érzékelik a füst, a hő és a láng jelenlétét. Ezek az érzékelők egy központi központhoz csatlakoznak, amely figyeli az egyes érzékelők állapotát, és szükség esetén aktiválja a riasztásokat. A vezérlőpanel a légkezelő rendszereket is aktiválhatja, hogy megakadályozza a füst és a tűz terjedését a csappantyúk bezárásával és a kipufogó-ventilátorok aktiválásával.[5]

Az érzékelők leggyakoribb típusai a következők:

1. **Füstérezékelők:** A füstérezékelők a tűz legkorábbi jeleit észlelik. Két fő típusa van: az ionizációs és az optikai füstérezékelők. Az ionizációs érzékelők gyorsabban reagálnak a lánggal égő tüzekre, míg az optikai érzékelők a lassan izzó tüzeket is hatékonyan észlelik.
2. **Hőérezékelők:** Ezek az érzékelők a hőmérséklet hirtelen növekedését érzékelik, ami a tűz kitörésére utalhat. Különösen hasznosak olyan helyeken, ahol a füstérezékelők nem alkalmazhatók, például konyhákban vagy ipari környezetben.

3. **Kombinált érzékelők:** Egyre népszerűbbek azok az érzékelők, amelyek egyszerre több jelenséget figyelnek meg, például a füstöt és a hőt. Ezek növelik a tűzészlelés pontosságát, csökkentve a téves riasztások számát.
4. **Gázérzékelők:** Bizonyos gázok (pl. szén-monoxid vagy metán) veszélyes koncentrációjának érzékelése életmentő lehet. Ezek az érzékelők figyelmeztetnek a mérgező gázok jelenlétére, és a BMS rendszer automatikusan lépéseket tehet a szellőztető rendszerek aktiválására.

A tűzérezékelés beépítése a BMS-be biztosítja, hogy a riasztások automatikusan elérjék az illetékes személyzetet, valamint az épület más rendszerei is azonnal alkalmazkodjanak a vészhelyzethez.

Példák integrált vezérlésre:

- Amikor a füstérzékelők aktiválódnak, a BMS automatikusan leállítja a szellőzőrendszereket, hogy megakadályozza a füst terjedését az épületben.
- Az ajtók és vészkijáratok automatikusan kinyílhatnak, hogy megkönnyítsék az épület elhagyását.
- A BMS értesítheti a helyi tűzoltóságot, és valós idejű adatokat küldhet az épület helyzetéről.
- A kamerarendszerek is azonnal reagálhatnak, és a kritikus területekre fókuszálhatnak, hogy az események pontosabb nyomon követését biztosítsák.
-

Automatizált tűzoltó rendszerek

A tűzérezékelőkkel együttműködve a BMS képes automatikusan aktiválni a tűzoltó rendszereket, például a sprinkler rendszert vagy a gázzal oltó rendszereket. Ez különösen fontos olyan helyeken, ahol az emberi beavatkozás nem elegendő, vagy a gyors cselekvés elengedhetetlen.

A sprinkler rendszer automatikusan bekapcsol, ha a hőérzékelők magas hőmérsékletet észlelnek, így hatékonyan csökkenti a tűz terjedését, amíg a tűzoltók megérkeznek. A gázzal oltó rendszerek pedig olyan helyeken alkalmazhatók, ahol vízzel történő oltás nem kívánatos, például szervertermekben.

Téves riasztások minimalizálása

A BMS rendszerek fejlett algoritmusokat alkalmaznak a téves riasztások elkerülésére. A különböző érzékelők adatait folyamatosan elemzik, és csak akkor indítanak el riasztást vagy aktiválnak védelmi rendszereket, ha egyértelműen tüzeset jelelt érzékelik. Ez különösen fontos olyan környezetekben, ahol a téves riasztások gyakori problémát jelenthetnek, például ipari létesítményekben vagy nagy forgalmú középületekben. A tűzjelző rendszerek megbízhatóságának és hatékonyságának biztosítása érdekében elengedhetetlen a rendszeres tesztelés és karbantartás. Az épületvezetőknek be kell ütemezniük az összes tűzérezékelő és riasztórendszer rutinszerű ellenőrzését és tesztelését, hogy megbizonyosodjanak arról, hogy megfelelően működnek, és megfelelnek a helyi biztonsági előírásoknak és előírásoknak.

g) Liftvezérlő rendszer

A liftvezérlő rendszer az épületfelügyeleti rendszer (BMS) szerves része, amely az épületben lévő liftek működését és biztonságát irányítja. A felvonóvezérlő rendszer jellemzően egy vezérlőből, érzékelőkből és egyéb elektronikus alkatrészekből áll, amelyek egymással kommunikálnak a felvonók biztonságos és hatékony működése érdekében. A vezérlő felelős a felvonófülkék mozgásának irányításáért a felhasználói bemenetek, például az utasok padlókéérései alapján. Az érzékelők érzékelik a felvonófülke helyzetét és mozgását, és visszajelzést adnak a vezérlőnek, amely ezután ennek megfelelően állítja be a felvonó sebességét és irányát. A felvonók mozgásának irányítása mellett a felvonóvezérlő rendszer olyan biztonsági funkciókat is tartalmaz, mint a vészleállító gombok, ajtóérzékelők és tartalék tápegységek, amelyek biztosítják a biztonságos működést áramkimaradás vagy egyéb vészhelyzet esetén.[15]

A liftvezérlés a BMS rendszer részeként több szempontból is javítja az épület működését:

1. **Energiahatékonyság:** A liftvezérlés optimalizálása lehetővé teszi, hogy a liftek energiatakarékosabban működjenek. A BMS figyeli az épület forgalmát, és dinamikusan állítja be a liftműködést az aktuális kihasználtság alapján. Például csúcsidőben több liftet üzemeltet, míg éjszaka vagy alacsony forgalmú időszakokban kevesebbet. Ezen kívül a modern liftrendszerek regeneratív fékezéssel is rendelkezhetnek, amely visszanyeri az energiát a lassítás során, amit a BMS rendszer figyelhet és szabályozhat.
2. **Forgalomirányítás és prioritás:** A BMS rendszerek intelligens forgalomirányítást biztosítanak, amely lehetővé teszi a liftek hatékonyabb használatát. A rendszer felismeri a különböző forgalmi mintákat az épületben (például a reggeli és délutáni csúcsidőszakokban), és ennek megfelelően osztja szét a lifteket. Továbbá, speciális prioritásokat is beállíthat, például a VIP személyek vagy karbantartók számára, hogy azok gyorsabban jussanak célba.
3. **Vészhelyzeti működés:** A liftvezérlés különösen fontos a vészhelyzeti forgatókönyvekben, például tűz vagy áramszünet esetén. Amikor a tűzérezékelők jeleznek, a BMS automatikusan kikapcsolhatja a lifteket, hogy elkerüljék a tűzveszélyes területeken történő használatot, és biztosítsa, hogy a lakók a lépcsőkön keresztül meneküljenek. A liftet a BMS rendszer automatikusan visszavezérelheti egy biztonságos szintre, hogy minimalizálja a veszélyeket. Ezen kívül, áramszünet esetén a BMS biztosíthatja, hogy a liftek akkumulátoros táplálásról biztonságosan a legközelebbi szintre jussanak.
4. **Integrált hozzáférés-szabályozás:** A BMS lehetővé teszi, hogy a liftek működését integrálják az épület hozzáférés-szabályozási rendszerével. Ez azt jelenti, hogy a lift használata bizonyos szintekre korlátozható, például csak azok a személyek férhetnek hozzá a felsőbb szintekhez, akik rendelkeznek megfelelő belépési jogosultsággal. A BMS ezen felül figyelheti az épületben tartózkodók mozgását, és szükség esetén vezérelheti a liftet annak érdekében, hogy optimalizálja az épület biztonságát és hatékonyságát.

A modern liftvezérlő rendszerek egyre fejlettebb algoritmusokat használnak annak érdekében, hogy a várakozási időt minimalizálják, és a felhasználók kényelmét növeljék. A BMS rendszer képes a liftvezérlést folyamatosan optimalizálni az alábbiak révén:

- **Csoportos liftvezérlés:** Több lift esetén a BMS koordinálja a liftek mozgását, hogy elkerülje a felesleges átfedéseket. Például egy liftet lehetőleg csak egy adott szintek közötti tartományban használják, míg a másik lift más tartományokban mozog. Ez csökkenti a várakozási időt és a liftek energiaköltségeit is.
- **Előrejelző technológiák:** A BMS képes adatokat gyűjteni a liftforgalomról, és előrejelzéseket készíteni az épület kihasználtságáról. Például csúcsidő előtt a rendszer előre üzembe helyezheti a lifteket, hogy azok készen álljanak a megnövekedett forgalomra, vagy figyelembe veheti az időjárási körülményeket is.

A technológia fejlődésével a modern liftvezérlő rendszerek integrálhatók más épületfelügyeleti rendszerekkel az energiahatékonyság optimalizálása és az épület általános teljesítményének javítása érdekében. Például a liftvezérlő rendszer a fűtési, szellőztetési és légkondicionálási (HVAC) rendszerrel együtt működhet, hogy az épület különböző területein valós idejű foglaltsági szint alapján állítsa be a lift sebességét.[12]

9. Hogyan teszi lehetővé az IoT a BMS-t?

Az IoT (Internet of Things) technológia nagymértékben növelheti az épületfelügyeleti rendszerek (BMS) képességeit új érzékelők, eszközök és csatlakozási lehetőségek hozzáadásával. Az IoT kihasználásával a BMS intelligensebbé, hatékonyabbá és érzékenyebbé válhat az épületek lakóinak és üzemeltetőinek igényeire.

a) Íme, néhány módszer, amellyel az IoT felhatalmazza az épületfelügyeleti rendszert (BMS):

További adatok: Az IoT-érzékelők hatalmas mennyiségű adatot gyűjthetnek és továbbíthatnak az épület rendszereiről, a kihasználtsági mintákról, az energiafelhasználásról és a környezeti feltételekről. Ezen adatok elemzése és felhasználása az épület működésének optimalizálására, a berendezések meghibásodásának előrejelzésére és az energiamegtakarítási lehetőségek azonosítására.

Valós idejű megfigyelés: Az IoT-eszközök valós idejű megfigyelést biztosíthatnak az épületrendszerekben, lehetővé téve a létesítményvezetők számára, hogy gyorsan észleljék és reagáljanak az olyan problémákra, mint például a berendezések meghibásodása, levegőminőségi problémák vagy biztonsági megsértések.

Távvezérlés: Az IoT-képes épületfelügyeleti rendszer (BMS) távolról vezérelhető, így a létesítményvezetők bárholnan módosíthatják a beállításokat, ütemezhetik a karbantartási feladatokat és figyelemmel kísérhetik a teljesítményt.

Prediktív karbantartás: IoT-érzékelők használata a berendezések teljesítményének nyomon követésére és a közelgő meghibásodás jeleinek észlelésére, mielőtt azok bekövetkeznének.

Ez lehetővé teszi a létesítményvezetők számára, hogy ütemezzék a megelőző karbantartási feladatokat, és elkerüljék a költséges leállásokat.

Integráció más rendszerekkel: Az IoT-képes BMS kapcsolódhat más épületrendszerekhez, például a világításhoz, a biztonsághoz és a beléptetőrendszerhez, hogy zökkenőmentes és integrált épületkörnyezetet hozzon létre.

Az IoT-technológia segíthet abban, hogy az épületfelügyeleti rendszer (BMS) intelligensebbé, hatékonyabbá és eredményesebbé váljon az épületek üzemeltetésében, és magas színvonalú élményt nyújtson a lakók számára.

b) Mi a kapcsolat az Internet of Things és a BMS között?

A BMS-rendszerek vezérlik a HVAC-műveleteket, de az Internet of Things hálózatok egy lépéssel tovább viszik a dolgokat azáltal, hogy érzékelőket használnak a műveletek automatizálására. A meglévő BMS-sel együttműködve az IoT drasztikusan növelheti a fűtés, szellőztetés, légkondicionálás stb. Bár fontos megjegyezni, hogy bár az IoT és a BMS jól működik együtt, vannak különbségek közöttük. Ezek a különbségek igazán rávilágítanak arra, hogy az IoT-hálózatok milyen jelentős hatással vannak a BMS világára.

c) Mi a különbség az IoT és a BMS között?

Míg az IoT és a BMS egyaránt képes javítani az épületek energiahatékonyságát, ezt különböző módon teszik. A BMS segítségével egy mérnök irányítja az épület alaplóműveleteit a BMS rendszer segítségével, amely általában egy vezérlőteremben található. Másrészt az IoT-eszközök közvetlenül az érzékelőikről továbbítják az adatokat egy felhő alapú rendszerbe, lehetővé téve az épületműveletek távolról és automatikusan történő beállítását. Az IoT-eszközök intelligenciája az, ami miatt olyan hatásosak és kiegészítik a BMS-ipart.

d) Melyek az IoT épületfelügyeleti rendszerekben való használatának előnyei?

Az IoT-eszközök automatizálása nagy előnyt jelent az épület energiahatékonysága szempontjából, akár 10%-ot is megtakaríthat az energiaköltségeken. Az IoT-eszközök azonban nem csak azzal az előnnyel rendelkeznek, hogy javítják az épület energiahatékonyságát, hanem az is, hogy javítják az épület berendezéseinek hatékonyságát. A gépi tanulás funkcióiba való beépítésével egyes megoldások megtanulhatják észlelni az épület működésében fellépő rendellenességeket, és gyorsan megjelölni azokat, nagymértékben csökkentve a hibás/törött kellékanyagok hatását. Az alacsonyabb üzemeltetési/telepítési költségek miatt az IoT-eszközök olyan területeket is képesek felügyelni, amelyeket a BMS önmagában általában nem. Mivel a BMS rendszerint a HVAC műveletekre és a nehezebb gépekre korlátozódik, az IoT rugalmassága lehetővé teszi olyan területek megfigyelését, mint a generátorok, parkolók, szivattyúrendszerek stb.

e) Milyen hátrányai vannak az IoT épületfelügyeleti rendszerekben való használatának?

Az IoT-eszközök egyetlen hátránya a felhőalapú platformra való támaszkodásuk. A felhőalapú eszközöknek megvan az az egyedülálló hátránya, hogy néha hajlamosak a

manipulációra, beleértve az internetalapú, hálózati és hardveralapú támadásokat is. Az internetkapcsolatra is támaszkodnak, így a kapcsolat kimaradások problémákat okozhatnak az IoT-eszközök működésében. Az IoT-eszközök annyira fontosak a BMS-ipar számára, mert a hatékonyságot a következő szintre emelik. Automatizálják azokat a műveleteket, amelyeket korábban csak egy vezérlőteremből lehetett kezelni olyan érzékelők segítségével, amelyek például időjárást, hőmérsékletet és levegőminőséget mérnek. Ezenkívül képesek automatizálni az épület műveleteinek több területét, kiterjesztve a BMS szokásos HVAC-vezérlését olyan területekre, mint a generátorok, parkolók, szivattyúrendszerek stb.

10. BIM

A BIM olyan CAD-alapú tervezés módszertani folyamatok és irányelvek alkalmazásának összessége, amely lehetővé teszi az építmények létrehozásában és üzemeltetésében érdekelt szereplők (építetők, tervezők, kivitelezők, üzemeltetők) számára a valóságnak megfelelő virtuális térben történő együttműködést és információátadást, illetve a releváns adatok gyors és hatékony megjelenítését.

A „BIM” betűszó eredetileg a „Building Information Modeling” kifejezés kezdőbetűiből keletkezett, vagyis többletinformációval rendelkező virtuális háromdimenziós modellek készítését jelentette. A betűszó „M” betűje manapság sokszor inkább a „Management” szót jelöli. A Building Information Management fogalom egy olyan folyamatra utal, ahol a modellezésen és a modellelemek attribútumokkal való feltöltésén túl a rendszer használata az életciklus összes fázisán keresztül átível. Ennek alapja az Épületinformációs Modell (Building Information Model), más néven BIM-modell.

A továbbiakban a „BIM” betűszót a „Building Information Management” (épületinformáció menedzsment) rövidítéseként használjuk.

A BIM-modell előállításának folyamata sok tekintetben megegyezik a 3D-modell előállításának folyamatával, de kiegészül az elemek megbízható információtartalommal való feltöltésével, klasszifikálásával, meghatározott modellezési módszerek és szabályok együttes alkalmazásával. A modellezési és az osztályozási módszerek befolyásolják az elkészült modellből kinyerhető információk minőségét és alkalmazhatóságát.

A georeferálás a projekt földrajzi helyének hosszúsági és szélességi fokok stb. által történő, valamely vetületi rendszer szerinti meghatározása, míg a GUID a globális egyedi azonosító lehetővé teszi a modellben lévő objektumok egyedi azonosítását (minden esetben 22 karakterből áll). Az objektumok a modellben megtalálható 3D elemek alapegysége. A 3Dmodell bizonyos szabályok mentén felépített objektumokból áll össze, melyek nem grafikus információt is tartalmazhatnak. Egy objektum lehet egy falszakasz, szék, ajtó, ablak stb.

a) BIM Dimenziók

Térbeli elemek (építmények, épületek) kétdimenziós síkokra (xy, xz, yz síkok) vetített vektorgrafikus ábrázolása. Egy térbeli elem pontosan definiálhatóvá válik egy kétdimenziós koordináta-rendszerben, ha annak metszősíkjai kellő számban – legalább három, egymással szöget bezáró síkkal felvéve – és megfelelő helyen kerülnek meghatározásra. A térbeli elem rekonstrukciójához több 2D-rajz együttes vizsgálata és értelmezése szükséges.

Kizárólag vonatkozó (építmények, és megjelenítése. létrehozható. megfelelően elem a virtuális térben a látvány alapján megérthető.	geometriára, információtartalommal épületek) A térbeli követi a	elhelyezésre virtuális modellről elem valós elem	és térbeli történő és modell geometriáját,	megjelenítésre elemek elhelyezése 3D-nézet is pontosságának a térbeli
--	---	--	--	--

Több, egymással kapcsolatban álló elem információközpontú fejlett geometrikus modellje. Magyar megnevezése többnyire „BIM-modell”, mely háromdimenziós és parametrikus épületelemekből virtuális térben épített, többletinformációval rendelkező vizuális modellt jelent. „Digitális ikertestvére” (Digital twin) a valós épület fizikai és funkcionális tulajdonságainak. A többletinformációt a virtuális épületelemek egymáshoz való viszonya és a hozzáadott paraméterértékek jelentik, amelyek a 3D-modellben rendeződnek adatbázisba. A 3D BIM-modell alapján az egyes modellelemek egyértelműen azonosíthatók és anyagmennyiségük meghatározható.

A **4, 5 és 6 dimenziós modellek** rengeteg információt tartalmaznak, a 4 dimenziós modellben az értékekhez és elemekhez kapcsolt időtényező segítségével megjeleníthető az épületelem kivitelezésének kezdeti és befejezési időpontja is. A 3D BIM-modell által szolgáltatott anyagmennyiségek, valamint az elemekhez kapcsolódó munkanorma adatokból számított idő, mint dimenzió (4D), kiegészíthető a kivitelezési költségekkel, ezt nevezzük ötödik dimenziónak (5D). A geometrikus 3D BIM-modell elemekhez energetikai és épületfizikai adatok csatolásával létrejövő modell, melynek segítségével energiafelhasználási analízisek, fenntarthatósági számítások és életciklus-elemzések készíthetők. Tartalmazhatja az egyes építőanyagok és épületelemek gyártási és beépítési adatait, előírt (javasolt) karbantartási gyakoriságát és idejét, élettartalmát, optimális működésének szabályait. Ezáltal az épület energiafelhasználása és fenntarthatósága optimalizálható.

A geometrikus 3D BIM-modell elemekhez csatolt adatok (felhasználói leírások, specifikációk, garanciák stb.) segítségével az épület üzemelési és használati fázisában a létesítménygazdálkodási folyamatok és az azokat kiszolgáló rendszerek támogathatók. Az ebbe a kategóriába sorolható, virtuális térbeli elemekhez kapcsolt adatok CAFM- (Computer Aided Facility Management) rendszerben történő rendszerezése és feldolgozása könnyebbé, átláthatóbbá és egyszerűbbé teszi az épületüzemeltetési feladatok ellátását.

A többféle szint abban is eltér egymástól, hogy alkalmazása az épület életciklusának melyik fázisára jellemző, illetve, hogy a modell egészére vagy csak egy-egy modellelemre vonatkozik-e.

LOD – Level Of Detail/ Level of Development (részletességi vagy fejlettségi szint). A LOD ezt a két meghatározást azonosítja. A két fogalom habár egymáshoz hasonló, mégis különböző jelentéssel bír. Eredetileg a „Level of Detail” (részletességi szint) kifejezés került a köztudatba, később a rövidítés „D” betűjét a „Development” (fejlettség) szóra változtatták, aminek köszönhetően a betűszóhoz sokkal árnyaltabb tartalom társítható. Amíg a „Detail” (részlet) a legtöbb esetben csupán a geometriai, grafikai részletességre utalt, addig a „Development” a geometriai kidolgozottságon túl a mögöttes információtartalom és a geometriai megjelenés átgondoltságát és megbízhatóságát is egyértelműsíti. Arra is választ ad, hogy a felhasználó milyen szinten támaszkodhat a modelltől kinyerhető információra

A különböző LOD szinteket, külön számozással (LOD 100, LOD 200 stb.) a részletességnek/szintnek megfelelően jelöljük. [12]

Míg a LOD a fentieknek megfelelően a részletességi szintet, a LOA a pontossági szintet (Level of Accuracy, a LOG pedig a geometriai részletességi szintet jelzi. Bevezetése és az LOD-szintektől történő különválasztása azért indokolt, mert az egyes modellelemek geometriai kidolgozottságának és a hozzáadott, nem grafikus információállomány gazdagságának mértéke merőben eltérő lehet. Példaként említhető egy olyan fűtőtest objektum, melynek formája, mérete, pozíciója, rögzítési megoldásai, a fűtésrendszerhez való kapcsolatainak megadása pontosan követi a készítendő vagy telepítendő elem tervezett kialakítását, vagyis 350-es geometriai részletességű, viszont nem tartalmaz semmilyen metaadatot, melyek miatt 100-as szintnek felel meg.[20]

A LOI, pedig az információ részletezettségi szintet jelöli a LOD-szintektől történő különválasztása azért fontos, mert az egyes modellelemek geometriai kidolgozottságának és a hozzáadott, nem grafikus információ állománygazdagságának mértéke merőben eltérő lehet. Segítségével elemenként egyedi követelmények határozhatók meg. Példaként említhető egy olyan fűtőtest objektum, melynek megjelenítésére elegendő a 200-as geometriai részletesség, azaz befoglaló idommal kerül ábrázolásra, viszont tartalmaznia kell minden teljesítmény-, méret-, gyártóspecifikus adatot, melyek miatt 400-as szintnek felel meg.

A fentiekhez hasonlóan vannak kifejezések a szerződésekhez (pl. ütemezési időpont) a klasszifikációs rendszerekkel (pl. építőanyagok) kapcsolatosan.

11. IBM TRIRIGA

Az IBM Tririga egy komplex, integrált vállalati ingatlan- és létesítménygazdálkodási megoldás (Integrated Workplace Management System, IWMS), amely lehetővé teszi a vállalatok számára, hogy optimalizálják ingatlanjaikat, a fenntartási költségeket és a létesítményhasználatot. A rendszer számos kulcsfontosságú funkciót kínál a vállalatok részére, amelyek az ingatlanok teljes életciklusának kezelésére irányulnak, beleértve az ingatlan-portfólió, karbantartás, tőke tervezés, környezetgazdálkodás és munkahelyi elrendezések kezelését.

1. Infrastruktúra és funkciók

Az IBM Tririga integrált platformja a vállalati ingatlanok kezelésének és létesítménygazdálkodásának teljes spektrumát lefedi. A rendszer egyik legfontosabb

az ingatlan-portfólió kezelése. Ebben a modulban az ingatlanra vonatkozó összes információ megtalálható, beleértve a bérleti szerződések, ingatlanok értéke, használatukat, karbantartási szükségleteik. Ezek révén a vállalatok pontosan nyomonkövethetik kötelezéseiket, ezzel az ingatlan hatékonyságát növelve, elkerülve a felesleges kiadásokat, optimalizálva a területet. Az energiahatékonyság javítása szintén fontos szerepet kap a rendszerben. Az integrált energia-és környezetgazdálkodási funkciók segítségével a vállalatok a fent említett tételeken kívül, az energiafelhasználást is nyomonkövethetik, ahol szintén megtakarításokat érhetnek el. Automatizált jelentési rendszereket kínál, melyek megkönnyítik a szervezetek számára a fenntarthatósági jelentések készítését és a szabályozásoknak való megfelelést. Az automatizáció és az AI alapú eszközök egyre fontosabb szerepet játszanak. A TRIRIGA ezekkel az eszközökkel támogatja az adatvezérelt döntéshozatalt.[13]

2. Karbantartás és fenntartás

A megelőző karbantartás során a rendszer előre meghatározott ütemterv szerint figyelmeztetéseket küld a szükséges karbantartási folyamatokra, ezzel elkerülve az eszközök meghibásodását és csökkentve a váratlan javítási költségeket. A beépített diagnosztikai eszközök segítenek azonosítani az energiafogyasztást csökkentő lehetőségeket, ezáltal támogatva a fenntarthatósági célokat. A TRIRIGA támogatja a külső szolgáltatók integrációját is, ezzel lehetővé téve a szervezetek számára, hogy hatékonyan kezeljék az alvállalkozókkal kötött szerződéseket.

3. Tőketervezés és PM

A rendszer segíti a projektek kockázatelemzéseit, prioritásokat állít fel és pénzügyi erőforrásokat optimalizál azok hatékony felhasználását segítve. Ezáltal előre megtervezhetőek a beruházási projektek, figyelembe véve a rendelkezésre álló forrásokat, a vállalat stratégiai céljait és a piaci trendeket. A rendszer kritikus út menedzsmentet kínál, amely segít a projektek időben és költségkeretén belüli befejezésében. A kockázatkezelés mellett a pénzügyi elemzést is támogatja.

4. Környezet- és energiahatékonyság

Ez a modul lehetőséget biztosít arra, hogy a vállalatok átfogó képet kapjanak az energiafelhasználásukról és meghatározhassák a környezeti hatások csökkentésének lehetőségeit. A rendszer segítségével a vállalatok egyszerűen monitorozhatják az energiafelhasználást és a szén-dioxid kibocsátást. Az ESG (környezeti, társadalmi és irányítási) követelmények teljesítési érdekében a rendszer különféle jelentési eszközöket kínál, melyek megkönnyítik a szabályozási előírások betartását. Szintén elemzések készülnek, azonosítják azokat a területeket, ahol a hatékonyság javítható.

Az IBM Envizi ESG Suite lehetővé teszi a széndioxid kibocsátás mérését és elemzését, amely segíti a vállalatokat abban, hogy csökkentsék ökológiai lábnyomukat és jobban teljesítsenek az ESG követelmények terén

5. Munkahelytervezés és helygazdálkodás

Az egyre inkább rugalmas és mobil munkaerő számára a rendszer megkönnyíti a munkavállalók mozgásának kezelését, beleértve a munkaállomások és a tárgyalók dinamikus foglalását ezáltal kiküszöbölve az időpontütközéseket és javítja az alkalmazottak hatékonyságát. Mindemellett a rendszer támogatja az alkalmazottak mozgását és telephelyek közötti áthelyezését is. Az önkiszolgáló rendszer segítségével az alkalmazottak egyszerűen adhatnak le helyiségigényeket vagy végezhetnek áthelyezéseket, melyet a rendszer automatikusan feldolgoz és jóváhagy.

A Tririga rendszer az ingatlanokat azok teljes életciklusa alatt kezeli, ennek a körülbelüli folyamata:

Akvizíció

Itt az ingatlan felmérése és a követelmények azonosítása a cél. Meghatározásra kerülnek a potenciális lokációk, majd ezek összehasonlításra kerülnek.

Kiépítés következik, mely során megkezdődik a projektek becslése, az energiahatékonysági projektek prioritizálása és végrehajtása. Létrehozásra és kezelésre kerülnek az ütemezések, árajánlatok és a kötelezettségvállalások, kifizetések. Természetesen szem előtt tartva a projekt kockázatait, változásait és előrehaladását egészen a projekt lezárásáig.

Megkezdődik a **portfóliadatok betöltése**, melyben a helyhierarchia is feltöltésre kerül. Az alaprajzok integrálása a CAD és BIM rendszerekből (amennyiben ezek folyamatosan változnak ez említett rendszerekben, a Tririga automatikusan nyomon követi és létrehozza a változást). Kezelésre kerülnek az asztalok és lokációk személyekhez való rendelése.

Ingatlan kezelése

Bérleti szerződések elkészítése, ezen belül a pénzügyek kezelése is elkezdődik. A kritikus dátumok nyomonkövetése elengedhetetlen. A szükséges adatok integrációja után az épület „használatba” kerül és elkezdődik a valós idejű térhasználat mérése, területhasználat ellenőrzése. A rendszer lehetővé teszi, hogy az épületben a munkatársak megkeressék egymást.

Üzemeltetés során, a rendszeren keresztül fut a munkalapok és szolgáltatás igénylések kezelése, a létesítmény elemek életciklusának megtervezése. A garanciakezelés, mérőóra állások rögzítése stb. szintén megtalálható a felületen. Átköltözések során meg lehet határozni a felesleges területeket, az ingatlan felkészítése eladásra vagy visszaadásra. Minden képesség azonnal elérhető és konfiguráción keresztül igazodik az üzleti folyamatokhoz.

Riporting készíthető, bármely Tririgában tárolt adatból, legyen az iroda kihasználtság, bérleti szokások vagy berendezés tervezés a mozgási szokások figyelembevételével.

12. TRIRIGA BIM INTEGRÁCIÓJA

Az IBM TRIRIGA Connector for BIM segítségével összekapcsolhatja az Autodesk Revit modelladatokat TRIRIGA rekordokkal, szinkronizálhatja a csatolt adatokat, és közzéteheti a Revit alaprajzok grafikus ábrázolását az alkalmazásokban való használatra. A felhasználók, például a tértervezők, megtekinthetik a Revit projektelemeket, például az alaprajzokat az általuk használt TRIRIGA-alkalmazások Grafika részében.

A BIM használata a TRIRIGA-val

Az épületinformációs modellezés egy épület ipari reprezentációja, amelyet az épületek építésének tervezési és építési fázisai során használnak. Az adatmodell attribútumaiban részletes információkat nyújt az épület infrastruktúrájának leírásához. Az adatmodellek használata egyre gyakoribb a vállalkozók körében, és az épület tulajdonosi forgalmának része. A forgalomkor rendelkezésre bocsátott modellt általában az épület „beépített” állapotának nevezik.

Az épülettulajdonosoknak, akik egy épületet *termelésbe* helyeznek, szükségük van az ebben a modellben szereplő információkra a létesítménykezelés elvégzéséhez. Az információknak a karbantartási termékekbe, például az IBM TRIRIGA-ba való betöltésének folyamata költséges, időigényes, és hibákat is okozhat. A TRIRIGA BIM támogatás lehetővé teszi, hogy adatokat töltsön be egy Revit modellből a TRIRIGA-ba az épület karbantartási folyamatának megkezdéséhez. Ezt az állapotot „fenntartottnak” nevezik.

Az adatok importálásakor a TRIRIGA 3D-s megjelenítést biztosít a teljes épületmodellről az importált adatokkal összefüggésben. Ez javítja a karbantartási, munkatervezési és végrehajtási folyamat hatékonyságát. Végül a műveletek során végrehajtott változtatások szinkronizálhatók a modellel.

BIM modell a teljes életútja alatt végigkövetheti az épületet, átalakítások követésével az alaprajzok és ezzel a funkciók is folyamatosan naprakészen tarthatóak.

13. Összehasonlítási számolási példa

Adott két független 10.000 négyzetméteres irodaház, alábbiakban A és B jelzésű épület.

A jelzésű irodaházban épületfelügyeleti rendszerek működnek, míg B jelzésű épületben nincs épületfelügyeleti rendszer. Mind két irodaházban 600 fő tartózkodik.

A lenti példában kiszámoljuk, hogy miként alakulnak az energia számlák egy augusztusi hónapban 21 Celsius fokos benti igénnyel, továbbá miként alakul egy decemberi hónapban 24 fokos hőmérsékleti igénnyel.

Az energiafogyasztás a következő tényezőktől függ:

- **Hűtési/Hőigény:** milyen hőmérsékletet szeretnénk tartani az épületben (nyáron hűtés, télen fűtés)
- **Szellőztetés és világítás:** Ezeket is szabályozza az épületfelügyeleti rendszer.
- **Energiahatékonyság:** Az okos épületek jellemzően energiahatékonyabbak, mivel a rendszerek optimalizálják a hűtést, fűtést és egyéb rendszereket.

Az energiafelhasználás nagyságrendileg három tényezőtől függ:

1. **A hűtéshez és fűtéshez szükséges energia** (az irodában elvárt belső hőmérséklet fenntartása)
2. **A szellőztetés és légkondicionálás energiaigénye**
3. **A világítás energiafogyasztása**, amelyet az épületfelügyeleti rendszer optimalizálhat.

A hőigény számításának alapjai

A számításhoz használt képletek a következő fő komponenseket tartalmazzák:

1. Hűtési vagy fűtési igény:

$$Q = A \times U \times (T_{\text{külső}} - T_{\text{belső}})$$

Ahol:

Q = Hőigény

A = Épület felülete (m²)

U = hőátbocsátási tényező (W/m²K)

$T_{\text{külső}}$ = külső hőmérséklet (Celsius)

$T_{\text{belső}}$ = belső hőmérséklet (Celsius)

Épület energiahatékonysági tényezői:

Az épületfelügyeleti rendszerrel rendelkező épületek energiaigénye általában 20-30%-al alacsonyabb lehet, köszönhetően az optimalizált fűtés, hűtés és világítás menedzsmentnek.

Augusztusi hűtési igény:

- Külső hőmérséklet: 32 Celsius
- Belső hőmérséklet: 21 Celsius
- Épületfelület: mind két épület alapterülete 10.000 négyzetméter
Az irodaházak hőátbocsátási tényezője $U = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (egyszerű becslés)

A (okos) épület

$$Q_A = 10.000 \text{ m}^2 \times 1 \text{ W/m}^2\text{K} \times (32 \text{ Celsius} - 21 \text{ Celsius}) \times (1 - 0.25)$$

$$Q_A = 10.000 \times 1 \times 11 \times 0,75 = 82.500 \text{ W}$$

B épület

$$Q_B = 10.000 \text{ m}^2 \times 1 \text{ W/m}^2\text{K} \times (32 \text{ Celsius} - 21 \text{ Celsius})$$

$$Q_A = 10.000 \times 1 \times 11 = 110.000 \text{ W}$$

A épületben 25% -os energiahatékonyság figyelhető meg.

A fenti számításoknál jogosan merülhet fel a kérdés, hogy miért nem számoltunk az (1-0,25) energihatékonysági megtakarítási szorzóval.

Az A épület esetében mivel rendelkezik épületfelügyeleti rendszerrel, 25%-os energihatékonyságot prognosztizálhatunk.

A B épület esetében azonban, mivel nincs épületfelügyeleti rendszer, így nem rendelkezik a nevezett százalékos megtakarítással. A B épület teljesen kihasználja a szükséges energiát, így a számítás egyszerűen a teljes energiaigényt veszi figyelembe, mindenféle megtakarítás nélkül.

Honnan tudhatjuk, hogy egy okos épület 25%-os megtakarítással üzemel?

A 25%-os energiahatékonyság megtakarítás egy általánosított becslés, amely számos kutatás és iparági tanulmány alapján kerül alkalmazásra. Az intelligens épületekben az energiafelhasználás optimalizálása különböző rendszerekkel (pl. automatikus hőmérsékletszabályozás, világítás optimalizálás, prediktív karbantartás, zónaszabályozás – melyeket érinteni fogjuk a továbbiakban –stb.) jelentős energia megtakarítást eredményezhet.

Az okos épületek által elérhető megtakarítás mértéke függ az alkalmazott technológiák típusától és a kiinduló energiahatékonyságtól.

Miért is alkalmazzuk a 25%-os becslést?

1. **Tanulmányok és iparági adatok:** az iparági kutatások és tanulmányok alapján az épületfelügyeleti rendszerek (BMS) átlagosan 20-30%-os energia megtakarítást eredményezhetnek a hagyományos épületekhez képest. Egyes tanulmányok még magasabb megtakarításról is beszámolnak, ha több technológiai rendszert integrálnak.

Példák az energiahatékonysági javulásra:

- **HVAC optimalizálás:** a fűtési, szellőztetési és légkondicionáló rendszerek (HVAC) optimalizálásával 15-40%-os megtakarítást lehet elérni.
 - **Világítás vezérlés:** az automatizált világításvezérlés (például mozgásérzékelők és természetes fény kihasználása) további 10-20%-os megtakarítást jelenthet.
2. **Valós példa:** Számos épületmenedzsment rendszer szolgáltatója, például Schneider Electric, a Siemens, vagy a Honeywell, gyakran hivatkozik 20-30%-os energia megtakarításra, amikor bemutatja az intelligens rendszerek bevezetésének hatását.
 3. **Korszerű épületek és BMS rendszerek:** Az energiahatékony rendszerek főként abban jeleskednek, hogy optimalizálják a hűtést, fűtést stb. az épület igényeihez igazodva. Például időjárás –előrejelzés alapján a rendszer képes előre meghatározni a fűtési vagy hűtés igényeket, és csak akkor használ energiát, ha az valóban szükséges.

Tényleges megtakarítás függ a konkrét rendszerektől:

- Ha egy épület régi, rosszul szigetelt és alacsony hatékonyságú HVAC vagy világítási rendszereket használ, az energiahatékonysági rendszer bevezetésével akár 30-40% megtakarítás is elérhető.
- Újabb, energiahatékony épületeknél kisebb a megtakarítás, mivel már eleve jobb energiafelhasználású rendszerekkel rendelkeznek. Itt az energiahatékonysági javulás inkább 10-20% körül mozoghat.

Változó tényezők, amelyek befolyásolják a megtakarítást:

- Épület típusai és mérete (pl. irodaház, gyár, bevásárlóközpont.)
- A felhasznált technológiák és az épületfelügyeleti rendszer fejlettsége
- A felhasználói szokások (mennyi ideig használják az épületet, mennyire kontrollálják az egyes zónákat.)

Összességében a 25%-os energiahatékonysági tényező/bebecslés egy biztonságos és közepesen konzervatív számítás az intelligens rendszerek bevezetésével várható energia megtakarításra, de a tényleges mérték függ a konkrét épülettől és rendszerekről.

Visszatérve a számításhoz:

Decemberi fűtés igény

- Külső hőmérséklet: 0 Celsius
- Belső hőmérséklet: 24 Celsius

A (okos) épület

$$Q_A = 10.000 \text{ m}^2 \times 1 \text{ W/m}^2\text{K} \times (24 \text{ Celsius} - 0 \text{ Celsius}) \times (1 - 0.25)$$

$$Q_A = 10.000 \times 1 \times 24 \times 0,75 = 180.000 \text{ W}$$

B épület

$$Q_B = 10.000 \text{ m}^2 \times 1 \text{ W/m}^2\text{K} \times (24 \text{ Celsius} - 0 \text{ Celsius})$$

$$Q_B = 10.000 \times 1 \times 24 = 240.000 \text{ W}$$

- Augusztusi hűtés:
 - a. A épület: 82,5kW
 - b. B épület: 110 kW
- Decemberi fűtés:
 - c. A épület: 180kW
 - d. B épület: 240kW

Az okos épület 25%-os energiahatékonysági előnye miatt jelentős megtakarítást ér el mind a nyári hűtés, mind a téli fűtés során.

A pontos költség számításához behelyettesíthetjük az energiaárakat, ebben az esetben 5 euro/kWh –val számolunk. Ebben az esetben át kell váltanunk a hőigényt kWh-ra.

A kW-ban számolt hőigény megmutatja, hogy adott idő alatt mennyi energia szükséges. Ahhoz, hogy meghatározzuk a teljes fogyasztást, az alábbi módon kell számolni:

1kW = 1kWh, ha 1 órán keresztül használjuk.

Tegyük fel, hogy a hűtési rendszer napi 12 órán keresztül működik 30 napon keresztül egy **augusztusi hónapban**.

A épület (okos épület):

Energiafogyasztás = 82,5 kW x 12 óra /nap x30 nap = 29.700 kWh

Költség = 29.700 kWh x 5 euro/ kWh = 148.500 euro

B épület (nincs energiahatékonyság):

Energiafogyasztás = 110kW x12 óra/nap x 30 nap = 39.600 kWh

Költség = 39.600kWh x 5 euro/kWh = 198.000 euro

Decemberi hónap fűtési költségei:

Tételezzük fel, hogy a fűtési rendszer napi 16 órán keresztül működik 31 napon keresztül decemberben.

A épület (okos épület):

Energiafogyasztás = 180 kW x 16 óra /nap x31 nap = 89.280 kWh

Költség = 89.280 kWh x 5 euro/ kWh = 446.400 euro

B épület (nincs energiahatékonyság):

Energiafogyasztás = 240kW x16 óra/nap x 31 nap = 119.040 kWh

Költség = 119.040 kWh x 5 euro/kWh = 595.200 euro

Összesített költségek

Időszak	A épület (okos épület)	B épület (hagyományos épület)
Augusztusi hűtés	148.500 euro	198.000 euro
Decemberi fűtés	446.400 euro	595.200 euro

Összesen	594.900 euro	793.200 euro
----------	--------------	--------------

Megtakarítás:

Az okos épület (A) megtakarítása:

$$793.200 \text{ euro} - 594.900 \text{ euro} = 198.300 \text{ euro}$$

Az A épület körülbelül 198.300 euro-t takarít meg egy év alatt a B épülethez képest a hűtés és fűtés energiahatékonyságának köszönhetően. Amivel viszont **nem** számoltunk, és az épületek energiafelhasználására jelentős hatást gyakorol az az **emberi tényező**, ideértve az emberek **hő és páraleadását**.

Az emberi jelenlét hő- és páratermelése hatással van a beltéri klímára és fontos szerepet játszik a HVAC rendszerek teljesítményének optimalizálásában.

1. Hőleadás (metabolikus hő)

Az emberek folyamatosan hőt termelnek, amelyet a környezetükbe adnak le, hozzájárulva az épület hőmérsékletének emelkedéséhez. A hőleadás mennyisége az adott személy fizikai aktivitásától, ruházatától és környezetétől függ.

- Nyugalmi állapotban (például ülve, irodai környezetben): Az emberek körülbelül 100W hőt termelnek.
- Enyhe aktivitásnál (például állva vagy sétálva): Ez az érték akár 150W-ra is nőhet.

Például, ha 600 ember tartózkodik az irodában, akkor a hőleadás így néz ki:

$$600 \text{ fő} \times 100 \text{ W/fő} = 60.000 \text{ W} = \mathbf{60kW}$$

Ez 60kW plusz hőenergiát jelent, amit az épületnek le kell vezetnie vagy figyelembe kell vennie a hűtés vagy fűtés során.

2. Páraleadás

Az emberek a légzéssel és izzadással párákat adnak le, ami szintén befolyásolja az épület beltéri klímáját. Egy átlagos irodai dolgozó óránként körülbelül 0.05 -0.1 liter vizet bocsát ki páráként (ez természetesen függ a tevékenységtől és a környezeti körülményektől).

Ha 600 fő van jelen az épületben, akkor az összes leadott pára naponta:

$$600 \text{ fő} \times 0,01 \text{ liter /óra} \times 8 \text{ óra} = \mathbf{480 \text{ liter /nap}}$$

Ez a pára hozzájárul a levegő páratartalmának növekedéséhez, amelyet a szellőztető rendszereknek kell kezelniük. Ha a levegő túl párás, az nem csak a komfortérzetet csökkenti, hanem az épület anyagaira is káros hatással lehet.

Hogyan befolyásolja ez az energiafelhasználást?

Az emberek hő és páraleadása növeli az épület hűtési igényét, mivel a felesleges hőt és nedvességet el kell távolítani a komfortérzet fenntartása érdekében. Ennek hatásai az alábbiakban jelennek meg:

- Hűtési terhelés növekedése: A 60kW hőleadás extra terhelést jelent a légkondicionálók számára. A hűtési rendszernek nagyobb kapacitással kell dolgoznia, hogy kompenzálja az emberek által termelt hőt.
- Szellőztetési igény növekedése: A magasabb páratartalom csökkentése érdekében a szellőzőrendszereknek több friss levegőt kell bejuttatniuk vagy extra páratlanítást kell végezniük, ami szintén energiát igényel.
- Fűtési terhelés csökkentése: Télen az emberek hőleadása részben csökkenti a fűtési terhelést, hiszen az emberi hőtermelés hozzájárul a helyiség fűtéséhez.

Épületfelügyeleti rendszerek hatása

Az intelligens épületfelügyeleti rendszerek képesek figyelembe venni az emberi tényezőt és dinamikus optimalizálni az energiafelhasználást:

- **Jelenlét érzékelők:** Ha egy helyiségben tartózkodnak emberek, az épületfelügyeleti rendszer figyelembe veszi a hő-és páratermelést, finom hangolja a HVAC rendszereket. Ha ez emberek elhagyják a helyiséget a fűtést vagy hűtést automatikusan lecsökkenti.
- **CO₂-szenzorok:** Az emberek kilélegzett levegője CO₂-t is tartalmaz, ami növeli a szellőzési igényt. A CO₂-szenzorok figyelik a levegő minőségét és az alapján szabályozzák a friss levegő-beáramlást.

Számítás pontosítása az emberi tényező figyelembevételével

Pontosabb energiafelhasználási számításokat lehet végezni, ha figyelembe vesszük az emberi hő- és páraleadást. Például a hűtési igény számításánál hozzáadjuk az emberek által leadott hőenergiát a külső terheléshez, míg a fűtési igényt csökkenthetjük az emberi hőleadás figyelembevételével.

Példa a hűtési igény módosítására:

- A korábbi számítások szerint a B épület hűtési igénye 110 kW volt
- Az emberek által leadott hő 60kW-ot tesz ki.
- A teljes hűtési igény tehát:

$$110\text{kW} + 60\text{kW} = 170\text{kW}$$

Ez azt jelenti, hogy az épület hűtési rendszereinek nagyobb teljesítménnyel kell működniük, hogy a megfelelő belső hőmérsékletet fenntartsák.

Az emberek hő-és páraleadása jelentős tényező az épületek energiafelhasználásában. A pontos hő-és páratérhelés figyelembevételével optimalizálható a fűtési, hűtési és szellőztetési rendszerek működése. Az intelligens épületfelügyeleti rendszerek (BMS) ezeket a tényezőket automatikusan figyelik és hozzáigazítja a rendszert az aktuális igényekhez, ezáltal minimalizálva az energiaveszteséget és maximalizálva a komfortot.

A fent elvégzett kalkulációban nem vettem figyelembe közvetlenül az emberek hő-és páratermelését. Az alapvető energiafelhasználási igényeket (hűtési és fűtési teljesítmény) számoltam ki az adott épülettérfogat, hőmérsékletigény és hőveszteségi tényezők alapján, de az emberi tényező közvetlen hatása (mint az emberek által leadott hő és pára) nincs beépítve.

Ha figyelembe vesszük az emberi tényezőit

1. Hűtési igény nyáron:

- Az emberek plusz hőtermelése (60kW 600 fő esetében) növelné a hűtési terhelést, ezt hozzá kellene adni a kalkulációk során a külső hűtési igényhez.

2. Fűtési igény télen:

- Az emberek által leadott hő csökkentené a fűtési terhelést, tehát itt a számított fűtési igényt csökkenteni kellene ezzel a tényezővel.

Számítások pontosítása

1. Hűtés augusztusban (21 Celsius kívánt belső hőmérséklet mellett):

A **B épület** korábban számított hűtési igénye 110kW volt, ha ehhez hozzáadjuk a 600 fő által leadott 60kW hőenergiát:

$110\text{kW} + 60\text{kW} = 170\text{kW}$, tehát a valós hűtési igény **a B épületben 170kW** lenne az emberi hőleadás figyelembevételével.

Az **A épület** esetében, melynél 25%-os energiahatékonysági megtakarítással számoltunk, hasonlóan hozzáadjuk az emberi hőleadást, de a megtakarítást is alkalmazzuk:

$$(110\text{kW} + 60\text{kW}) \cdot (1 - 0,25) = 170\text{kW} \cdot 0,75 = 127,5 \text{ kW}$$

Tehát az **A épület** hűtési igénye az emberi hőleadás figyelembevételével **127,5 kW** lenne.

2. Fűtés decemberben (24 Celsius kívánt belső hőmérséklet mellett):

A B épület korábbi fűtési igénye 240kW volt, mivel az emberek hőtermelése segít a fűtésben, ezt levonhatjuk:

$240\text{kW} - 60\text{kW} = 180\text{kW}$, így **a B épület valós fűtési igénye 180kW** lenne.

Az **A épület** esetében a megtakarítást szintén alkalmazzuk:

$(240\text{kW} - 60\text{kW}) \times (1 - 0,25) = 180\text{kW} \times 0,75 = 135\text{kW}$, így az A épület fűtési igénye az emberi hőleadás figyelembe vételével 135 kW lenne.

A korábbi számításokban nem vettem figyelembe az emberek hő-és páraleadását, de ha ezt most beépítjük, a hűtési igény nőne, míg a fűtési igény csökkenne mind két épületben. Az energiafelügyeleti rendszerrel rendelkező A épületnél továbbra is érvényesülne a 25%-os energiatékonysági megtakarítás, de az emberi tényező módosítaná az alapvető energiaigényeket.

14. Konkrét példa

A **MÁV Zrt.** tulajdonában több, mint 12 ezer épület van Magyarország szerte, melyek közvetve vagy közvetlenül a működés támogatásához, ellátásához elengedhetetlen rendeltetéssel bírnak. (Pályaudvarokon koordinációs iroda, biztonsági berendezésekhez kapcsolódó helyiségek stb.).

A jelenlegi épület állagai sajnos tükrözik a fejlesztések és pénzügyi erőforrások hiányát, továbbá a folyamatos üzem is kihatással van mind a pályára, mozdonyokra mind az épületek amortizálódására. A cég egyelőre még nem lépett a digitalizáció útjára így az alábbi példa egy elméleti elgondolás egy „analóg” épület felokosítására és a gépészeti rendszerek korszerűsítésére.

A **Teleki Blanka** úton található kisebb székház jelenleg épületfelügyeleti rendszer és okos érzékelő nélkül üzemel.

Az épület körülbelül 10.000 négyzetméter és 550 fő dolgozó elhelyezését biztosítja.

Szükséges rendszerek:

1. **Fűtési rendszer:** kazánokkal (későbbiekben a típusokat meghatározzuk)
2. **Hűtési rendszer:** folyadékűtő vagy split klímák (későbbiekben a típusokat meghatározzuk)
3. **Szellőztetés és légkezelés:** légkezelő gépekkel (későbbiekben a típusokat meghatározzuk)
4. **Melegvízellátás:** használati meleg víz készítő (például hőszivattyús bojler) (későbbiekben a típusokat meghatározzuk)

Az épület hőterhelését, szellőzési igényét és energiafogyasztását kiszámítva meghatározhatók a szükséges gépek típusai és kapacitásai.

1. Épület hőterhelésének számítása

Az irodai épületek hőterhelését általában négyzetméterenkénti hőigénnyel becsülik. Például:

- Fűtési hőigény: irodai épületek esetén kb. 50-80 W/m² (korszerű hőszigeteléssel).
- Hűtési hőigény: kb. 80-100 W/m².

Ez alapján:

- Fűtési hőigény: 10 000 m²×60 W/m²=600 kW
- Hűtési hőigény: 10 000 m²×90 W/m²=900 kW

2. Légtechnikai számítások

550 fő esetén és irodai környezetben a frisslevegő-igényt minimum 30 m³/óra/fő értékkel számolhatjuk:

- Friss levegő mennyisége: 550 fő×30 m³/óra =16 500 m³/óra

Ehhez egy megfelelő kapacitású légkezelő gép szükséges, amely képes legalább 16,500 m³/óra légszállításra, szűréssel, hűtéssel és páratartalom szabályozással.

3. Kazántípus

Egy ilyen épület fűtéséhez nagy hatékonyságú kondenzációs kazánok szükségesek. Például két darab 300 kW-os kazán elegendő lehet (600 kW teljesítmény), lehetővé téve redundáns működést.

Ajánlott típus: Bosch Condens 7000F vagy Viessmann Vitocrossal.

4. Légkezelő típus

Egy központi légkezelő berendezés, ami képes legalább 16,500 m³/óra levegőt biztosítani, hűtő és fűtő modullal ellátva.

Ajánlott típus: Wolf KG Top sorozat vagy Airvent Pegasus.

5. Folyadékhűtő

A 900 kW-os hűtési kapacitás eléréséhez egy 900 kW-os folyadékhűtő, például Trane vagy Daikin, alkalmas. Alternatív megoldás lehet a VRV/VRF rendszer is.

Összefoglaló táblázat

Rendszer	Kapacitás	Ajánlott típus
Fűtési rendszer	2 x 300 kW kazán	Bosch Condens 7000F
Légkezelő	16,500 m ³ /óra légszállítás	Wolf KG Top
Hűtési rendszer	900 kW folyadékhűtő	Trane vagy Daikin

Ezekkel a rendszerekkel az épület gépészetileg ellátott lesz, biztosítva a megfelelő hőkomfortot és levegőminőséget. A pontos méretezéshez további építészeti részletek (hőszigetelés, ablakfelületek, tájolás) és egyéb műszaki adatokra lesz szükségünk.

A további kalkulációhoz a déli tájolású épület kap egy 10 centiméter vastagságú hőszigetelést. 60 db, két szárnyú standard 150x120 műanyag ablakok vannak az irodaházon.

A pontosabb méretezéshez az új információk alapján frissítem a számításokat:

1. Hőterhelés pontosítása a hőszigetelés figyelembevételével

A 10 cm vastag hőszigetelés csökkenti a hőveszteséget, és mivel déli tájolású, télen a napfény is segíthet a fűtési igények enyhítésében. Az ablakfelületek napközbeni benapozottsága szintén csökkenti a fűtési igényt, de növeli a hűtési igényt.

Az új hőigények a következőképpen alakulnak:

- **Fűtési hőigény** (javított hőszigeteléssel): kb. $40 \text{ W/m}^2 \cdot 10\,000 \text{ m}^2 = 400 \text{ kW}$.
- **Hűtési hőigény (nagy ablakfelület miatt, erős déli benapozással):** kb. $100 \text{ W/m}^2 \cdot 10\,000 \text{ m}^2 = 1\,000 \text{ kW}$.

2. Frisslevegő-igény pontosítása

A friss levegő igény számítása nem változik, továbbra is 16,500 m³/óra marad az 550 főre.

3. Ajánlott rendszerek és kapacitások frissítése

Fűtési rendszer

Szükséges kapacitás: 400 kW.

Ajánlott típus: két darab 200 kW-os kondenzációs kazán, például Bosch Condens 7000F vagy Viessmann Vitocrossal.

Hűtési rendszer

Szükséges kapacitás: 1,000 kW.

Ajánlott típus: Egy 1,000 kW-os folyadékhűtő, mint a Trane RTAC sorozat vagy Daikin EWAD-TZB típus, amely elegendő a nyári hűtési igények ellátására.

Légkezelő

Kapacitás: legalább 16,500 m³/óra légszállítás.

Ajánlott típus: például a Wolf KG Top vagy Airvent Pegasus sorozatú légkezelő gép, ami biztosítja a hűtött és szűrt levegőt, párasítási lehetőséggel.

Összefoglaló táblázat frissítve

Rendszer	Kapacitás	Ajánlott típus
Fűtési rendszer	2 x 200 kW kazán	Bosch Condens 7000F
Légkezelő	16,500 m ³ /óra légszállítás	Wolf KG Top
Hűtési rendszer	1,000 kW folyadékhűtő	Trane RTAC vagy Daikin EWAD

Ezzel a beállítással az épület hatékonyan és gazdaságosan működtethető, a megfelelő hőkomfort és levegőminőség biztosított minden évszakban.

Számoljuk ki, hogy mennyi lenne egy évi üzemeltetési költsége az épületnek a jelenlegi magyarországi közmű árak mellett:

A fűtés, hűtés és szellőztetés éves energiaigényét kiszámítva megbecsülhetjük az épület éves üzemeltetési költségét a jelenlegi magyarországi energiaárak alapján. Tekintve, hogy ez irodai épület, a fűtési szezon hosszát 6 hónapra, míg a hűtési szezon hosszát 3 hónapra becsülhetjük, és feltételezhetjük, hogy a rendszerek napi 10 órán keresztül működnek munkaidőben.

1. Fűtési költségek becslése

- **Fűtési teljesítmény:** 400 kW
- **Napi üzemidő:** 10 óra
- **Szezon hossza:** 180 nap (6 hónap)

Éves fűtési energiaigény:

$$400 \text{ kW} \times 10 \text{ óra /nap} \times 180 \text{ nap} = 720.000 \text{ kWh}$$

Gáz ára Magyarországon: kb. 35 Ft/kWh ipari fogyasztóknak

Éves fűtési költség:

$$720.000 \text{ kWh} \times 35 \text{ Ft/kWh} = \mathbf{25.200.000 \text{ Ft}}$$

2. Hűtési költségek becslése

- **Hűtési teljesítmény:** 1,000 kW
- **Napi üzemidő:** 10 óra
- **Szezon hossza:** 90 nap (3 hónap)

Éves hűtési energiaigény:

$$1,000 \text{ kW} \times 10 \text{ óra/nap} \times 90 \text{ nap} = 900.000 \text{ kWh}$$

Villamos energia ára Magyarországon: kb. 60 Ft/kWh ipari fogyasztóknak

Éves hűtési költség:

$$900.000 \text{ kWh} \times 60 \text{ Ft/kWh} = \mathbf{54.000.000 \text{ Ft}}$$

3. Szellőzési/légtechnikai költségek becslése

- **Légkezelő teljesítménye:** kb. 30 kW (becsült érték)
- **Napi üzemidő:** 10 óra
- **Szezon hossza:** 250 nap (munkanapok)

Éves légtechnikai energiaigény:

$$30 \text{ kW} \times 10 \text{ óra/nap} \times 250 \text{ nap} = 75.000 \text{ kWh}$$

Éves szellőzési költség:

$$75.000 \text{ kWh} \times 60 \text{ Ft/kWh} = 4.500.000 \text{ Ft}$$

Összesített éves üzemeltetési költség

Rendszer	Éves energiaigény (kWh)	Költség (Ft)
Fűtési rendszer	720.000	25.200.000
Hűtési rendszer	900.000	54.000.000
Szellőztetés	75.000	4.500.000
Összesen	1.695.000	83.700.000 Ft

Várható éves üzemeltetési költség: kb. 83,7 millió Ft

A fenti összeg egy épületfelügyeleti rendszerek nélkül üzemelő irodaház várható éves üzemeltetési költsége.

Bevezetjük a BMS rendszert, különböző IoT érzékelőkkel.

A BMS (Building Management System) bevezetése és IoT érzékelők telepítése jelentősen csökkentheti az energiafogyasztást azáltal, hogy optimalizálja a rendszerek működését. Az alábbi típusú érzékelők telepítését javaslom az irodai épület hatékonyságának javítására:

IoT érzékelők és pontos típusaik

1. Hőmérséklet- és páratartalom-érzékelők:

- **Típus:** Siemens QFM3160 vagy Schneider Electric TH9100
- **Elhelyezés:** Minden szoba és fő közlekedési útvonal

- **Funkció:** Hőmérséklet és páratartalom folyamatos figyelése a hűtési és fűtési rendszerek hatékonyságának növelése érdekében.

2. CO₂-érzékelők:

- **Típus:** Honeywell C7632 vagy Siemens QPA2000
- **Elhelyezés:** Tárgyalók és nagyobb irodák
- **Funkció:** Légszellőztetési rendszer vezérlése a CO₂ szint alapján; csökkentett légszállítás, ha a CO₂ szint alacsony.

3. Mozgásérzékelők és jelenlét-érzékelők:

- **Típus:** Legrand MicroRex vagy Philips Dynalite Motion Sensor
- **Elhelyezés:** Irodák, tárgyalók, közös helyiségek
- **Funkció:** Az energiamegtakarítás érdekében csökkenti a fűtési, hűtési és világítási teljesítményt, amikor a helyiség üres.

4. Fényérzékelők:

- **Típus:** Schneider Electric ELA27 vagy Leviton Provolt™ ODC
- **Elhelyezés:** Ablakos irodák, tárgyalók
- **Funkció:** A világítás automatikus szabályozása a természetes fény szintjének függvényében.

5. Energiafogyasztás-mérők:

- **Típus:** Siemens PAC3200 vagy Schneider Electric PM1200
- **Elhelyezés:** Minden nagyobb energiafogyasztó eszközönél (pl. kazán, folyadékhűtő, légkezelő)
- **Funkció:** Valós idejű energiafogyasztás nyomon követése és adatelemzés az energiahatékonyság érdekében.

Üzemeltetési költségcsökkentés a BMS bevezetése után

Ezek az érzékelők segíthetnek csökkenteni a hőmérséklet-szabályozási és szellőztetési rendszerek energiaigényét, mivel a rendszer csak akkor és ott működik maximális teljesítménnyel, ahol, és amikor szükséges. Átlagosan a BMS rendszer 20-30%-os megtakarítást is jelenthet az energiafelhasználásban.

A BMS rendszer segítségével elérhető megtakarításokat az alábbiak szerint becsülöm:

Fűtési költség csökkentése: -25%

$$25.200.000 \text{ Ft} \times 0,75 = 18.900.000$$

Hűtési költség csökkentése: -30%

$$54.000.000 \text{ Ft} \times 0,70 = 37.800.000$$

Szellőzési/légtechnikai költség csökkentése: -20%

$$4.500.000 \text{ Ft} \times 0,80 = 3.600.000 \text{ Ft}$$

Összesített új éves üzemeltetési költség

Rendszer	Új éves energiaigény (kWh)	Költség (Ft)
Fűtési rendszer	540.000	18.900.000
Hűtési rendszer	630.000	37.800.000
Szellőztetés	60.000	3.600.000
Összesen	1.230.000	60.300.000 Ft

Várható új éves üzemeltetési költség: kb. **60,3 millió Ft**

Megjegyzés: A megtakarítás becsült mértékű, és a pontos értékek a BMS rendszer beállításain és az érzékelők optimalizálásán múlnak.

A fent felsorolt gépészeti elemek és IoT érzékelők lefedik az épület alapvető energiahatékonysági igényeit, de néhány további elem növelheti a rendszer rugalmasságát, megbízhatóságát és hosszú távú megtakarítási lehetőségeit:

1. Napkollektorok vagy napelemek telepítése:

- **Napkollektorok:** Használati melegvíz előállítására szolgálhatnak, ami tovább csökkenti a gázfelhasználást.
- **Napelemek:** A villamosenergia-igény részbeni fedezésére, különösen a hűtési időszakban, amikor a napenergia-ellátás optimális.

2. Okos termosztátok:

- Az egyes helyiségek önálló szabályozására okos termosztátok telepítése ajánlott, különösen a kisebb irodákban és tárgyalókban. Ez lehetővé teszi a helyiségenkénti hőmérséklet finomhangolását a jelenlét és az időjárás alapján.

3. Időjárás-előrejelzési adatokat használó szabályozás:

- Egy BMS rendszerrel integrálva az időjárás-előrejelzési adatok alapján finom hangolható a fűtés és hűtés. Például egy közelgő hidegfront esetén előre csökkenthető a hűtés intenzitása.

4. Zónás vezérlés a szellőztetéshez és légkezeléshez:

- Zónák szerinti szabályozás külön szintenként vagy nagyobb helyiségekként optimalizálja a szellőztetést és energiát takarít meg az épület egyes, kevésbé használt részeiben.

5. Energiatároló rendszerek:

- Ha napelemeket telepítenek, egy energiataroló rendszerrel még inkább kiegyenlíthető a fogyasztás és csökkenthető a hálózati villamosenergia-felvétel.

6. Éves karbantartási terv és teljesítménymonitorozás:

- A BMS rendszer rendszeres adatgyűjtése lehetővé teszi a rendszerek teljesítményének monitorozását, és segítséget nyújt a rendszeres karbantartási igények pontosításában. Az időszakos karbantartás csökkenti a rendszerek meghibásodásának kockázatát és javítja az energiahatékonyságot.

7. Páratartalom-vezérlés a légkezelő rendszerben:

- Az optimális páratartalom-szabályozás a komfortérzet növelése mellett energiát takarít meg, különösen a hűtési időszakban, amikor a magas páratartalom jelentős többlet-hűtési igényt okozhat.

Ezek az elemek növelhetik az épület kezdeti beruházási költségét, de hosszútávon jelentős költségmegtakarítást biztosítanak, tovább javítva az üzemeltetési költségek csökkentését és a komfortérzetet az irodai környezetben.

15. KIHÍVÁSOK

Bár az IoT hatalmas lehetőségeket rejt magában az intelligens épületek forradalmasítására, nem mentes a kihívásoktól. Az IoT-technológiák épített környezetbe való integrálása összetett problémákat vet fel, többek között technikai, biztonsági, adatvédelmi és szabályozási kérdéseket.

16. Adatvédelem és kiberbiztonság

Az intelligens épületekben az IoT-technológiák elterjedése számos lehetőséget és aggályt vet fel, amelyek közül az adatvédelem és a kiberbiztonság a legkiemelkedőbbek. Ezek a kérdések különösen fontosak az intelligens épületekben található IoT-eszközök által gyűjtött, tárolt és feldolgozott érzékeny adatok hatalmas mennyisége miatt. A kiberbiztonsági és adatvédelmi kihívások közül manapság az egyik legkritikusabb probléma a biztonsági rések kihasználása az IoT eszközökben és az azokból származó adatok rosszindulatú felhasználása.

17. Biztonsági rések az IoT eszközökben

Az IoT eszközök – például okos termosztátok, kamerák, szenzorok – gyakran gyengébb biztonsági védelemmel rendelkeznek, mint a hagyományos IT rendszerek. Sok IoT eszköz nincs megfelelően frissítve, vagy nem tartalmazza a szükséges biztonsági funkciókat, mint a megfelelő titkosítást vagy a hitelesítést. Az alábbi problémák gyakoriak:

Alapértelmezett jelszavak: Sok IoT eszköz gyárilag telepített alapértelmezett jelszóval érkezik, amelyeket a felhasználók gyakran nem változtatnak meg. Ez könnyű célponttá teszi az eszközöket a támadók számára.

Frissítések hiánya: Az IoT eszközök gyakran nem kapnak rendszeres biztonsági frissítéseket, vagy a felhasználók nem telepítik őket, így idővel egyre több sebezhetőséget halmoznak fel.

Elavult vagy nem biztonságos kommunikációs protokollok: Sok IoT eszköz használ elavult vagy gyengén titkosított kommunikációs protokollokat, amelyek könnyen feltörhetőek. Ha ezek az eszközök kritikus funkciókat látnak el (pl. energiafelügyelet, épületbiztonság), a támadások komoly következményekkel járhatnak.

18. Az adatok rosszindulatú felhasználása

Az IoT eszközök nagy mennyiségű adatot gyűjtenek és továbbítanak, gyakran érzékeny személyes információkat, például mozgásadatokat, hőmérsékleti adatokat vagy akár egészségügyi adatokat. Ha ezek az adatok kiszivárognak, az alábbi kockázatok léphetnek fel:

Személyes adatok ellopása: Az adatok – például egy okos otthoni rendszerben – tartalmazhatnak információkat arról, mikor tartózkodnak otthon az emberek, milyen szokásaik vannak, vagy milyen eszközöket használnak. Ezek az adatok célpontot nyújthatnak a betörőknek, vagy más rosszindulatú tevékenységekhez is felhasználhatók.

Adatmanipuláció: Ha egy támadó hozzáfér az IoT eszközök által gyűjtött adatokhoz, azokat manipulálhatja is. Például megváltoztathatja a szenzorok adatait, ami egy ipari környezetben vagy kritikus infrastruktúrában katasztrófához vezethet.

19. Skálázhatósági kihívások és a támadási felületek növekedése

Az IoT eszközök száma exponenciálisan nő, és ezzel a hálózatra kapcsolt eszközök támadási felülete is bővül. Minél több eszköz kapcsolódik a hálózathoz, annál több pontot tudnak támadni a hackerek. Egy-egy gyenge láncszem kihasználása lehetőséget adhat a támadóknak, hogy mélyebbre hatoljanak a hálózatban, és további rendszereket kompromittáljanak.

20. Adatvédelem és a GDPR betartása

Az Európai Unió által bevezetett GDPR (Általános Adatvédelmi Rendelet) szigorú előírásokat fogalmaz meg az adatgyűjtés, tárolás és kezelés kapcsán. Az IoT eszközök adatvédelmi szabályok betartása kihívást jelent, mivel ezek az eszközök sok esetben folyamatosan adatokat gyűjtenek, gyakran a felhasználók tudta nélkül. Az adatvédelmi incidensek nemcsak reputációs károkat okozhatnak, hanem jelentős pénzbírságokkal is járhatnak, ha nem felelnek meg a GDPR szabályozásainak.

21. Adatbiztonság a felhőben

Az IoT eszközök által gyűjtött adatokat gyakran felhőalapú rendszerek tárolják és elemzik. A felhőszolgáltatók adatvédelmi intézkedései nem mindig átláthatók a felhasználók számára, és ezek az adatok is ki vannak téve támadásoknak. A felhőszolgáltatások sebezhetősége szintén kritikus problémát jelent.

22. Műszaki kihívások

Az IoT-technológiák intelligens épületekbe történő integrálása jelentős technikai nehézségeket jelent, amelyek e rendszerek összekapcsolt jellegéből, valamint az érintett eszközök és technológiák sokféleségéből adódnak.

Az egyik fő technikai kihívás az IoT-eszközök interoperabilitása. Mivel számos gyártó gyárt különböző kommunikációs protokollokat és adatformátumokat használó eszközöket, az eszközök közötti zökkenőmentes interakció biztosítása nem triviális feladat. Ezt az interoperabilitási problémát súlyosbítja az egyetemes IoT-szabványok hiánya, ami olyan kompatibilitási problémákhoz vezet, amelyek akadályozhatják az IoT-rendszerek integrációját és működését az intelligens épületekben. A lehetséges megoldások közé tartozik a nyílt forráskódú platformok és szabványos kommunikációs protokollok elfogadása, amelyek javíthatják a különböző gyártók eszközei közötti átjárhatóságot. Olyan szervezetek, mint az Open Connectivity Foundation (OCF) és a Zigbee Alliance dolgoznak az IoT-eszközök nyílt szabványainak létrehozásán és népszerűsítésén, amelyek jelentősen hozzájárulhatnak az interoperabilitási problémák megoldásához.

23. Teljesítmény- és energiagazdálkodás

A teljesítmény- és energiagazdálkodás egy másik jelentős technikai kihívás. Sok IoT-eszköz akkumulátorral működik, és nehezen hozzáférhető helyeken található, ami miatt a gyakori akkumulátorcsere nem praktikus. Ezért az energiafelhasználás optimalizálása az akkumulátor élettartamának meghosszabbítása érdekében kulcsfontosságú. Az IoT-eszközök energiaellátására olyan energia-nyerési technológiák alkalmazhatók, mint a napenergia, a rezgési energia vagy a hőenergia kinyerése. Emellett az alacsony fogyasztású kommunikációs protokollok és energiahatékony algoritmusok segíthetnek az energiafogyasztás csökkentésében és az akkumulátor élettartamának meghosszabbításában. Összefoglalva, bár a dolgok internetének az intelligens épületekbe való integrálása jelentős kihívásokat jelent, a folyamatban lévő kutatási és fejlesztési erőfeszítések ígéretes megoldásokat kínálnak. A sikeres integráció és üzemeltetés érdekében azonban elengedhetetlen, hogy ezeket a kihívásokat figyelembe vegyük az intelligens épületek IoT-rendszereinek tervezése és megvalósítása során.

24. Kiberbiztonság

A kiberbiztonság kulcsfontosságú kérdéssé válik, ahogy az intelligens épületek egyre inkább összekapcsolódnak és adatközpontúvá válnak. Az épület IoT-hálózatának minden egyes csatlakoztatott eszköze potenciális belépési pontot jelent a kibertámadások számára, ami adatszegésekhez, működési zavarokhoz vagy más csatlakoztatott rendszerek veszélyeztetéséhez vezethet. Megfelelő kezelés esetén azonban az IoT a digitális biztonságot is fokozhatja. Például a fejlett titkosítási technológiák, a biztonságos kommunikációs protokollok és a szigorú hozzáférés-ellenőrzési intézkedések megvédhetik az adatokat és megakadályozhatják a jogosulatlan hozzáférést. Emellett a hálózati tevékenység folyamatos nyomon követése lehetővé teheti a potenciális kiberfenyegetések korai észlelését és mérséklését. Ezenkívül a rendszeres szoftverfrissítésekkel orvosolhatók az azonosított sebezhetőségek, és megerősíthető a dolgok internetére épülő rendszerek biztonsága.

Az intelligens épületek az IoT-eszközök összekapcsolt jellege és az általuk tárolt értékes adatok miatt a kibertámadások elsődleges célpontjai. A kibertámadások súlyos következményekkel járhatnak, az adat- és adatvédelmi jogsértésektől kezdve az

üzemzavarokon át a fizikai károkozásig. Az ilyen incidensek megelőzése érdekében átfogó kiberbiztonsági intézkedéseket kell végrehajtani. Ezek az intézkedések magukban foglalják a biztonságos kommunikációs protokollokat, a fejlett titkosítási technológiákat és az időben történő szoftverfrissítéseket. Emellett a dolgok internetére épülő eszközöket folyamatosan figyelemmel kell kísérni, hogy a potenciális fenyegetéseket azonnal észleljék és reagáljanak rájuk. Világszerte számos intelligens épületben sikeresen hajtottak végre adatvédelmi és kiberbiztonsági intézkedéseket. Az amszterdami The Edge például biztonságos kommunikációs protokollokat és szigorú hozzáférés-ellenőrzést alkalmaz az adatok védelme és az illetéktelen hozzáférés megakadályozása érdekében. Emellett az épület lakóit tájékoztatják arról, hogy milyen adatokat gyűjtenek, és hogyan használják fel, ezzel is demonstrálva az átláthatóság és a magánélet védelme iránti elkötelezettséget.

25. TRENDEK

Európa

Európa élen jár az IoT-technológiák intelligens épületeken belüli bevezetésében, amit átfogó szakpolitikák, finanszírozási kezdeményezések és szilárd technológiai infrastruktúra támogat. Az Európai Unió (EU) döntő szerepet játszott a fejlődés előmozdításában az energiahatékonyság, a fenntarthatóság és a digitális innováció fokozását célzó rendeleteivel és irányelveivel. Az egyik példaértékű irányelv, amely kiemeli a dolgok internetének az intelligens épületekbe történő integrálását, a 2018-ban felülvizsgált, az épületek energiateljesítményéről szóló irányelv (EPBD). Az irányelv célja, hogy az európai épületek 2050-ig nagy energiahatékonyságú és szén-dioxid-mentes épületállományt alakítsanak ki. Az EPBD az épületautomatizálási és -vezérlő rendszerek - amelyek magukban foglalják az IoT-eszközöket - telepítését szorgalmazza az épületgépészeti rendszerek optimális energiafelhasználás érdekében történő kezelésére, szabályozására és vezérlésére szolgáló intézkedésként.

Egy másik figyelemre méltó példa a Horizont 2020 program, amely finanszírozásának jelentős részét az intelligens épületek IoT-jének előmozdítására különítette el. Az olyan projektek, mint a SymbIoTe (Symbiosis of smart objects across IoT environments) és az AUTOPILOT (AUTOMated driving Progressed by the Internet Of Things) nagy hatással voltak az IoT elterjedésére az intelligens épületekben. Egyes országok is magukévá tették ezt a tendenciát. Az Egyesült Királyságban például London városának "Smart City Initiative" elnevezésű kezdeményezése magában foglalta az IoT-technológiákkal felszerelt intelligens épületek fejlesztését.

Magyarország

MOL Campus - 2022-ben nyitotta meg kaput Magyarország legzöldebb leginnovatívabb és legmagasabb épülete a MOL Campus, amely az IoT-technológia széles tárházát felhasználta a fenntarthatóság érdekében. Az épületautomatizálás kiterjed minden rendszerre az épületben, kezdve a HVAC, a világítás, az árnyékolás, a pakolás és az energiafelhasználás területére. Az integrált rendszereknek köszönhetően megszerezte a LEED Premium és BREAM Excellent minősítést, ami a közel 900 m² napelemnek, geotermikus energiának és a szürkevíz újrahasznosításnak köszönhet.

Kína:

Shanghai Tower - Kínában a Shanghai Tower, a világ egyik legmagasabb épülete az intelligens épületek tervezésének és megvalósításának megtestesítője. A 632 méter magas felhőkarcoló IoT-érzékelők hatalmas hálózatát alkalmazza, amelyek különböző épületrendszereket felügyelnek és vezérelnek, beleértve a levegő minőségét, az energiafelhasználást, a világítást és a biztonságot. Intelligens épületirányítási rendszere valós idejű adatokat használ a rendszerek és eszközök összetett hálózatának kezelésére, ami lenyűgöző energiahatékonyságot és magas szintű kényelmet biztosít a lakók számára.

26. Összefoglalás – Vélemény

Fentiekben megismerhettük azokat az alapokat és szoftvereket, melyek egy épületet a benne lévők igényeihez (is) mértén a legoptimálisabban üzemeltetheti. Napjainkban a technológia fejlődése és a zöld megoldások, karbonlábnyom csökkentés kéz a kézben járnak, az újonnan épülő irodaházak, létesítmények kivitelezői egyre jobban szem előtt tartják ezeket az igényeket.

Tapasztalataim szerint habár a jövő a digitalizáció és a digitális felügyelet felé irányul, a régebbi épületek – akár állami- digitalizálása messze elmarad a jelenleg épülő létesítményektől. Rengeteg állami épület műszaki dokumentációja, közmű elérhetőségei stb. a letűnt analóg világban rekedtek, melyek a mai napig megnehezítik egyes műszaki fejlesztések létrejöttét. **Hátrány**, ahhoz, hogy ezek az épületek a *modern* sorba tudjanak állni, szükség lesz egy mérnökre, egy karbantartóra, aki ezeket (Scada rendszerhez hasonlóan) a helyszínen kézzel digitalizálja és felviszi az adatokat a rendszerbe.

A fent említett szoftverek – TRIRIGA- az újonnan épült modern létesítmények teljes életciklusát végigkövetik, **előny**, hogy az alapkő letételével már jelen vannak a rendszerben. Mind pénzügyi, mind műszaki dokumentációban, mind irodai helyek megtervezésében aktívan támogatják a megfelelő idő menedzsmentet, mind a jövőre nézve a szükséges dokumentumok tárolását.

Az **AI** megjelenésével véleményem szerint a határ számunkra láthatatlan horizontra tolódik, az épületfelügyeleti szoftverekbe való bevezetése az okos épületek egy újabb generációját hozhatja létre.

27. Summary

In the above, we explored the foundations and software that enable the optimal operation of a building in alignment with the needs of its occupants. Today, the advancement of technology goes hand-in-hand with green solutions and carbon footprint reduction, and the developers of newly constructed office buildings and facilities increasingly prioritize these needs.

In my experience, while the future leans toward digitization and digital monitoring, the digital transformation of older buildings—often state-owned—is far behind that of recently constructed facilities. Many technical documents and utility access records for public buildings remain stuck in the bygone analog era, which continues to complicate certain technical upgrades. To modernize these buildings, it will require an engineer or maintenance professional to manually digitize this information on-site (similar to a SCADA system) and input the data into the system.

The software mentioned above—TRIRIGA—follows the full lifecycle of newly built modern facilities, providing the advantage of being integrated into the system from the foundational stage. It actively supports time management in terms of financial and technical documentation, office space planning, and storing essential documents for future reference.

With the advent of **AI**, I believe that the boundaries will shift to an invisible horizon for us, and its integration into building management software could usher in a new generation of smart buildings.

Felhasznált irodalmi jegyzék

- [1.] Ajtonyi István- PLC és SCADA-HMI rendszerek I.
- [2.] Ajtonyi István- Digitális rendszerek
- [3.] Ajtonyi István · Gyuricza István- Programozható irányítóberendezések, hálózatok és rendszerek
- [4.] Bajza József- Szemrevételezéses épületdiagnosztika
- [5.] Bakai Nándor, Cebei Márk Dániel- BIM-kézikönyv 1. kötet
- [6.] Chadderton David V.- Building Services Engineering
- [7.] Dr. Menyhárt József- Az épületgépészet kézikönyve
- [8.] G Maarten Bonnema- Systems Design and Engineering
- [9.] K. S. Manoj- Industrial Automation with SCADA: Concepts, Communications and Security
- [10.] Lakos Andor- Szellőző berendezések , Ipari szakkönyvtár
- [11.] Mini S. Thomas, John Douglas McDonald -Power System SCADA and Smart Grids
- [12.] Mohammad Imtaar- Complete Technical BIM Project using Autodesk Revit: Architecture - Structure - MEP
- [13.] Pattantyús-Ábrahám Ádám –Épületrehabilitáció
- [14.] R. Venkata Krishna, A. Swetha- Smart Building Management Systems
- [15.] Rafael Sacks, Chuck Eastman, Ghang Lee, Paul Teicholz - BIM Handbook - A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers, Third Edition
- [16.] SPILLER, NEIL- Digitális építészet ma
- [17.] Szajkovics Károlyné - Fenntartási-építési és felújítási technológiák
- [18.] IBM TRIRIGA- <https://www.ibm.com/products/tririga>
- [19.] IBM TRIRIGA- <https://beewise.digital/beewise-company/>
- [20.] JLL TRIRIGA- <https://www.jllt.com/ibm-tririga/>
- [21.] Learn IBM TRIRIGA Online Training from expert trainers with Comprehensive guidelines- <https://www.youtube.com/watch?v=V6TMMmVi6uk>
- [22.] lechner-tudaskozpont- <https://lechnerkozpont.hu/doc/terbeli-szolgáltatások-attekintes/lechner-tudaskozpont-bim-kezikonyv-1-kotet-1-kiadas.pdf>
- [23.] SÁNDOR BARNABÁS- Kiberbiztonság
- [24.] Tóth András- Az Internet of Things rendszerek biztonsági kihívásai
- [25.] Zsömle Viktor- Az Internet of Things könyvtári lehetőségei – Útban a Smart Library felé?

NYILATKOZAT

Kéri Krisztina (Neptun azonosító: EBIYEM) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: 2024. év november hó ____ nap


belső konzulens

¹ A megfelelő alá húzandó.

² A megfelelő alá húzandó.

MATE Szervezeti és Működési Szabályzat

III. Hallgatói Követelményrendszer

III.1. Tanulmányi és Vizsgaszabályzat

6.13. sz. függelék: A MATE egységes szakdolgozat készítési útmutatója

4.2. sz. melléklete: Nyilatkozat szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kéri Krisztina
A Hallgató Neptun kódja: EBIYEM
A dolgozat címe: Okos épületek üzemeltetési rendszerei – Az intelligens rendszerek szerepe a létesítményfenntartásban
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék
A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék.

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

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

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

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

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után

nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest 2024 év 11 hó 05 nap


Hallgató aláírása

¹ A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.

² A megfelelő dolgozattípus meghagyása mellett a többi típus törölendő.