

Épületautomatika
Összefüggésben az Energiahatékonysági
Kötelezettségi Rendszerrel



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 87.**

**Épületautomatika
Összefüggésben az Energiahatékonysági Kötelezettségi
Rendszerrel**

**MMK FAP azonosító:
2021/205-ELT**

Budapest, 2021. november 13.

A sorozat szerkesztője:
WAGNER ERNŐ
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Elektrotechnikai Tagozatának gondozásában, a 2021. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

Szerzők:
Csendes János
Veller Tamás

Lektorálta:
Kerek Gyula

Kiadó:
Magyar Mérnöki Kamara
1117 Budapest, Szerémi út 4.
info@mmk.hu, www.mmk.hu

TARTALOMJEGYZÉK

1. Vezetői összefoglaló és Bevezetés	6
2. Komfortelméleti, épületgépészeti és épületvillamossági alapok.....	7
2.1. Hőmérséklet és páratartalom.....	8
2.2. Levegőminőség.....	10
2.3. Hőenergia előállítás, szállítás és hasznosítás	11
2.4. Légtechnika.....	14
2.5. Épületvillamossági áttekintés	20
3. Épületautomatizálási rendszerek áttekintése	25
3.1. Analóg és digitális jelek.....	25
3.2. DDC készülékek.....	27
3.3. Zónaszabályozás	30
3.4. KNX alkalmazási területek.....	31
3.5. Felügyeleti megoldások	34
4. Épületgépészeti automatika, világítás- és árnyékolásvezérlés, energiamenedzsment rendszertervezése	36
4.1. Rendszerarchitektúrák	37
5. Energiahatékonysági megfontolások az épületautomatika területén.....	48
5.1. Energiairányítási szabványok	48
5.2. Energiahatékonysági szabványok és rendeletek	49
6. Javaslatok a hőmérséklet-szabályozási, világítási és árnyékolási feladatok energiatakarékos megoldására.....	53
6.1. Hőmérséklet és szellőztetés szabályzás	53
6.2. Használati melegvíz előállítása és cirkulációja	58
6.3. Külső hőmérséklet alapú hőmérséklet szabályzás.....	59
6.4. Világítás és árnyékolásvezérlés	60
7. Mintapélda energia és költségmegtakarításra.....	63
8. Mellékletek	65
9. Irodalomjegyzék	76

1. Vezetői összefoglaló és Bevezetés

Napjainkra általánossá vált, hogy minden nagyobb épület rendelkezik hűtési és fűtési rendszerrel, valamint légkezeléssel a frisslevegő-ellátás biztosítására. Fontos, hogy ezeket a funkciókat energiahatékony módon, magas komfortszint biztosításával, az üzemeltetési és karbantartási hatékonyság, valamint a felhasználói elégedettség maximalizálásával vezéreljük.

Világítás- és árnyékolásvezérlési rendszer kiépítésével jelentősen növelhető az épület komfortszintje, továbbá nagy mértékű energiamegtakarítási lehetőségeket biztosít az épület tulajdonosai és felhasználói számára. Az energiahatékonysági és kényelmi szint a hűtési, fűtési, világítási és árnyékolási rendszerek összekapcsolásával, és működésük hatékony összehangolásával maximalizálható.

Kiadványunk célja, hogy az érdeklődő olvasó számára egy ismeretterjesztő, gyakorlati példákban és javaslatokban gazdag segédanyagot biztosítson az épületgépészet és épületvillamosítás határán mozgó, azokat egyesítő és működtető épületautomatika (BMS) rendszerek tervezéséhez. Feltárjuk az épületekkel szemben támasztott korszerű komfort és energiahatékonysági követelményeket, amelyek felügyeletében és teljesítésében mára szinte elengedhetetlenné vált az automatika.

Röviden ismertetjük az energiahatékonysági szempontból legfontosabb épületgépészeti és -villamossági rendszerelemeket, majd bemutatjuk a korszerű épületautomatikai architektúrákat és az elterjedt iparági protokollokat. Meghatározzuk a tervezési folyamatok jellemző döntési pontjait a kapcsolódó szabványok és rendeletek figyelembevételével. Később konkrét, kifejtett javaslatokkal is ösztönözzük az olvasót optimalizált, azaz energiahatékony és egyben komfortos vezérlési megoldások alkalmazására. Zárásként példakalkulációval alátámasztott, számszerűsített érvényt adunk a megoldási javaslatainkhoz.

2. Komfortelméleti, épületgépészeti és épületvillamossági alapok

Egy komforttér ideális állapotának meghatározása összetett feladat, ugyanis a vele szemben támasztott igények általában szubjektívek - egyénenként erősen különböznek - mégis az emberek évszázados megfigyeléseik nyomán definiálni tudtak olyan határértékeket, melyeken belül maradva minimalizálhatjuk a belső térrel elégedetlenség arányát. Ezek alapján a zárt terek komfortkövetelményeit szabványokba foglalták, melyek közül az épületgépészeti szakág munkáját segítő szabványok (MSZ CR 1752 és EU 15251) három komfortkategóriát definiálnak:

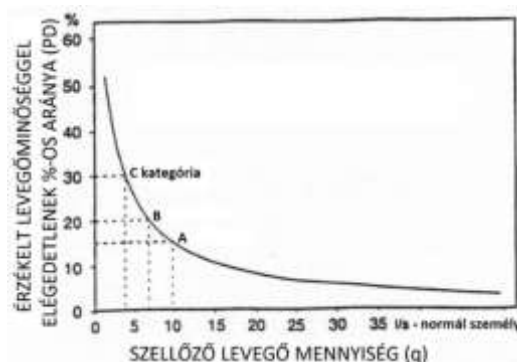
A = magas szintű elvárás

B = közepes szintű elvárás

C = alacsony szintű elvárás

Az épületgépészek tervezési munkájuk kezdeti fázisában a megrendelővel közösen meghatározzák, hogy milyen komfortkategóriát kívánnak elérni az adottságok és a beruházó költségvetésének tükrében. Az ekkor lefektetett irányelvek alapjául fognak szolgálni az automatikát programozó és később üzemeltető szereplőknek a helyes munkavégzéshez.

Épület vagy tér típusa	Kategória	Érvényes hőmérséklet °C	
		Fűtés (téli szezon) ~ 1,0 clo	Hűtés (nyári szezon) ~ 0,5 clo
Lakóépület: belső tér (hálószoba, nappali, konyha stb.) Nyugalmi aktivitás ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	18,0	27,0
Lakóépület: többi tér (raktár, ... stb.) Álló-mozgó aktivitás ~ 1,6 met	A	18,0	
	B	16,0	
	C	14,0	
Kisterü irodák Nyugalmi aktivitás ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	19,0	27,0
Nagyterü irodák Nyugalmi aktivitás ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	19,0	27,0
Konferencia termek Nyugalmi aktivitás ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	19,0	27,0
Előadótermek Nyugalmi aktivitás ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	19,0	27,0
Kávézók, éttermek Nyugalmi aktivitás ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	19,0	27,0
Osztálytermek Nyugalmi aktivitás ~ 1,2 met	A	21,0	25,5
	B	20,0	26,0
	C	19,0	27,0
Óvodák Álló-mozgó tevékenység ~ 1,4 met	A	19,0	24,5
	B	17,5	25,5
	C	16,5	26,0
Raktárak Álló-mozgó tevékenység ~ 1,6 met	A	17,5	24,0
	B	16,0	25,0
	C	15,0	26,0



Példa az említett szabványokban foglalt hőmérséklet és szellőző levegő mennyiség alapú komfortkategóriákra [1]

Az ember által kényelmesnek, komfortosnak tartott tartózkodási helyek megítélése kiemelten függ azok levegőjének jellemzőitől, ezért elsősorban ennek a tulajdonságait vizsgáljuk meg. Sok múlik azon például, hogy a testünk felesleges hőjét és nedvességét hogyan tudjuk leadni az adott körülmények között. Ezt a helyiség levegőjének hőmérséklete, páratartalma, mozgása, valamint a környező felületek hőmérséklete együttesen adják, és így nagyban alakítják az egyén közérzetét.

Fontos befolyásoló tényezők még - a helyiségek levegőjét illetően - a bennük üzemelő berendezések - gépek, lámpák - melyek hatással vannak a környező levegőre azon felül, hogy a saját feladatukat is ellátják. Irodai környezetben több nagy-teljesítményű fénymásoló és lézernyomtató folyamatos üzeme okoz jelentős többlet hőtermelést, míg egy üzlethelyiség kirakatában az akár több száz fényforrás melegítheti nem kívánt mértékben a komforttér levegőjét. Az ilyen eszközök mennyiségétől és teljesítményétől tehát nagyban függhet a zóna levegőjének hőmérséklete, nedvessége és más komplexebb paramétere is, mint például a levegő összetétele és szennyezőanyag tartalma.

2.1. Hőmérséklet és páratartalom

Sok éves megfigyelések nyomán megállapították, hogy az emberek jellemzően télen 20-24°C-os tartományban, míg nyáron 23-26 fokos hőmérséklet, és 30-60%-os relatív páratartalom tartományban érzik a legkomfortosabban magukat. E körülmények létrehozását, és így a kellemes hőérzet megteremtését nehezítheti a külső hőmérséklet, a terem falainak hőátadási tényezője, a helyiség légtömörsége, a teremben jellemző légsebesség vagy huzathatás, az ablakon és falakon át besugárzott hő szimmetriája, illetve a bent tartózkodó emberek hő- és nedvesség leadása.

Vizsgáljuk meg először a bent tartózkodók okozta kihívásokat: Az emberi testben égési folyamat megy végbe, és az ennek során átalakuló energia részben hő formájában szabadul fel, részben fizikai értelemben vett hasznos izommunka végzésére fordítódik.

Ehhez az égéshez az emberi testnek oxigént kell felvennie, mely felvétel nagysága meghatározza a végzett munka intenzitását is. Nyugalmi állapotban lévő felnőtt ember oxigénfogyasztása az úgynevezett alapanyagcsere kb 0,25 liter/perc. Ennek elégetésekor a felszabaduló hő nagyjából 88 W.

Ez a felszabaduló hő izommunka végzésekor a sokszorosára is nőhet, egyes emberek 1000 W-nál is több hőenergiát képesek leadni fizikai munkavégzés közben, ami a belső tér levegőjének hőmérsékletét meg fogja emelni. Egy jól működő gépészeti és automatika rendszernek érzékelnie és alkalmazkodnia kell az így fellépő változásokhoz, és egy emberekkel teli térben is biztosítania kell a kitűzött célértékeket.

Tevékenység	Metabolikus hő		
	W/m ²	MET	W/fő
Nyugalmi állapot	46	0,8	80
Nyugodt ülés	58	1	100
Ülő munka	70	1,2	125
Álló munka	93	1,6	170
Álló munka, közepes aktivitás	116	2,0	200
Nehéz fizikai munka	165	2,8	300
Sport	> 200	> 3,4	> 360

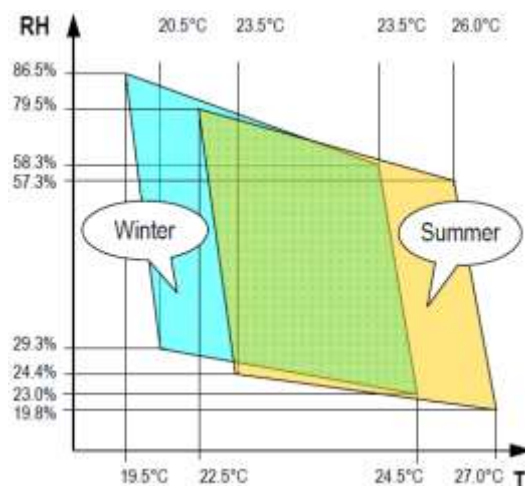
Az emberi test leadott hője tevékenységétől függően [1]

A hőérzetünk nagyrészt a minket környező levegő páratartalmától is függ. A levegő változó páratartalma okozza, hogy olykor 25 °C-ban fázunk, máskor pedig már a 19 °C-ot is kellemes melegnek érezzük. Hőérzetünk jellemzője, hogy magasabb páratartalom esetén ugyanazt a hőmérsékletet melegebbnek, míg alacsonyabb páratartalom mellett hidegebbnek érezzük. Az élő szervezetek nem csak hővel, hanem nedvességgel is terhelik a környezetüket. Az étkezéskor bevitt víz egy részét ugyanis a kilégzéssel, illetve testfelületükön keresztül párologtatással a légterbe juttatják.

A magas páratartalom közérzetre gyakorolt rossz hatásai mellett magát az épületet is károsíthatja. A belső helyiségeket határoló felületek (nyílászárók, falak, sarkok) harmatpont alá hűlt hőhídjai mentén könnyedén lecsapódhat a vízpára, minek nyomán a vakolat penészesedése és szétbomlása indulhat meg, nem említve az olyan felbecsülhetetlen károkat, amelyek például egy rosszul légkezelte, műemlékeket és festményeket raktározó épületben történhet a levegő magas nedvességtartalma miatt.

A korszerű épületek ablakai és egyéb nyílászárói kiváló légtömörséget és szigetelést biztosítanak, amely a termikus céljaink elérésében nagy segítséget jelentenek, ám ez a tökéletesség más szempontból sajnos hátrányokkal jár: A levegőben lévő vízpára zárt ablakok mellett, aktív beavatkozás nélkül nem lesz képes távozni a belső térből, így komolyan tervezni kell ennek a megoldását, hogy a fenti problémákat elkerüljük.

Megfelelő gépészeti berendezésekkel például légkezelő gépekkel a kezelt levegő szárítására és párásítására is lehetőségünk nyílik. A páradús levegő szárítását úgy oldhatjuk meg, hogy az adott páratartalmú levegőt egy a harmatpontjánál hidegebb közegen áramoltatjuk át, így a levegőből azon áthaladva kicsapódik a víz, míg a nedvesítésre párásító berendezéseket építhetünk a légkezelőbe. Ezekről a technológiákról és megoldásokról részletesebben az épületgépészeti témakörünkben beszélünk majd.



*Hőmérséklet és páratartalom komforttartományok évszakok szerint
Az ASHARE Standard 55 sorozat beltéri környezeti hőkomfort-értékelési
kritériumai alapján [3]*

Láthatjuk, hogy a hőmérséklet és a relatív páratartalom két fontos faktora az ember komfortérzetének. Amikor a helyiségben a hőmérséklet és a relatív páratartalom az évszaknak megfelelő tartományban van, sokkal kellemesebben érezzük magunkat, a közérzet érezhetően jobb. Ilyenkor a test hőkiegyenlítése a leghatékonyabban működhet, a szervezetben esetleg lappangó vírusos betegségek előretörése jobban megelőzhető.

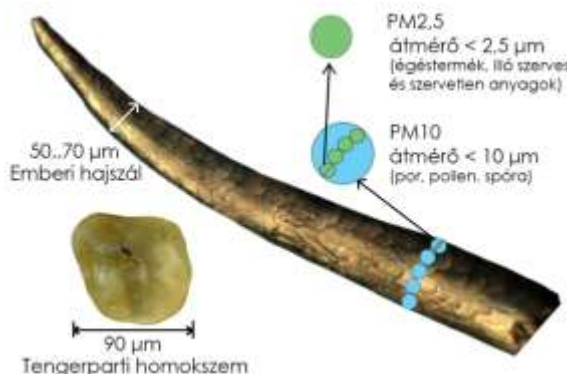
2.2. Levegőminőség

Rossz minőségű levegővel különösen veszélyeztethetünk sebezhető csoportokat, mint a gyermekeket, az időseket és a szív- és érrendszeri és krónikus légzőszervi megbetegedéssel, például asztmával küzdőket.

A belső terek levegőjének minőségét befolyásoló szennyezőanyagok változatos helyekről származhatnak, ami nehezíti a kizárásukat vagy kézben tartásukat. A belsőépítészeti bútorok és tárgyak, építőanyagok, a helyiségben tartózkodó emberek, valamint a gépészeti berendezések is folyamatosan terhelik a komforttér levegőjét a belőlük kipárolgó vagy bennük lerakódott és felkavart anyagokkal. A főbb beltéri légszennyező anyagok között szerepel a radon, a tüzelőanyagok égéséből eredő gázok vagy részecskék, a vegyi anyagok és az allergének, a szén-dioxid, szén-monoxid, a nitrogén-dioxidok, aeroszolok, az illékony szerves vegyületek és egyéb levegőben szálló mikron méretű szilárd részecskék.

A belső levegőminőség alatt tehát a komfortterek levegőjének minden olyan nem termikus jellemzőjét értjük, amelyek az ember közérzetét és egészségét befolyásolják. Az ember a belső levegő minőségét két érzékszervével érzékeli: alapvetően szaglással

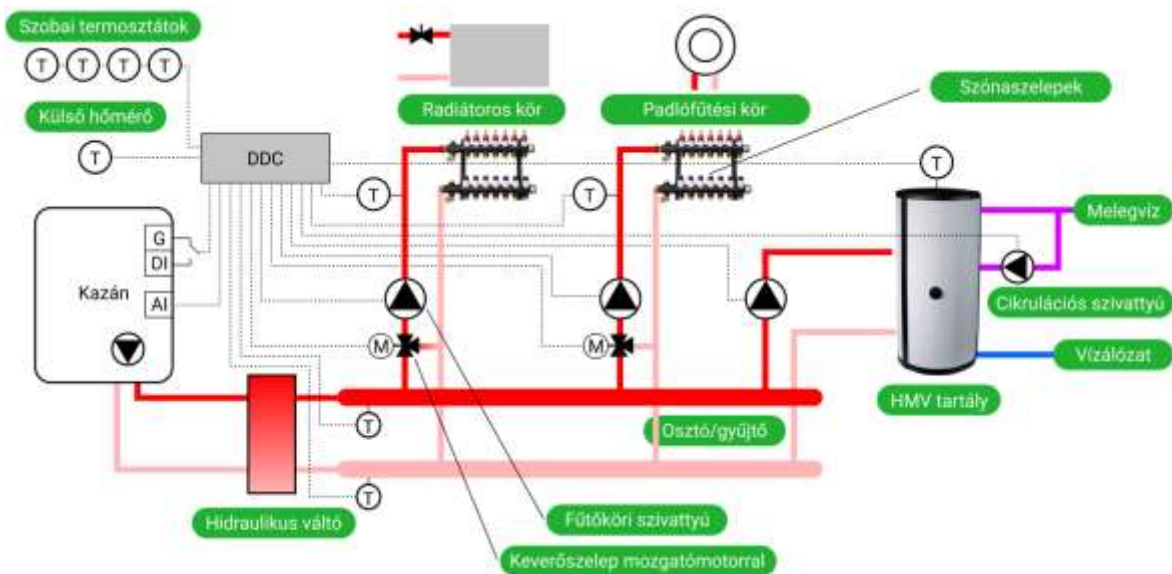
útján az orrával, valamint a szem kötőhártyájának viselkedésén keresztül. Sajnos a hosszú távú veszélyeztetést okozó mikrométer nagyságrendű (PM10 és PM2,5) részecskéket többnyire nem észleljük, mégis az emberek egészségére kifejtett negatív hatásuk egyre aggasztóbb méreteket ölt. Ennek megoldására érzékelhetően felgyorsult a klasszikus fosszilis alapú energiahordozóktól való távolodás mind a mobilitásban, mind az épületek fűtési rendszereiben, védekezni ellenük pedig addig is a szellőző rendszerekbe épített magas finomságú légszűrőkkel és megfelelő levegőminőség érzékelőkkel tudunk.



A PM10 és PM2,5 részecskék méretét érzékeltető ábra

2.3. Hőenergia előállítás, szállítás és hasznosítás

A következőkben a nagyobb irodaházakban, társasházakban és középületekben jellemző hőenergia elosztási rendszereket fogjuk sematikusan megvizsgálni, melyek energiahatékony működtetésében kulcsszerepet játszik a megfelelő automatika.



Monovalens hőközponti kialakítás földgáz üzemű kazánnal, DDC vezérléssel

Az első ábrán az egyszerűsített vázlatát látjuk egy épület monovalens fűtési rendszerének, ahol a gépészek egy hőközpontot alakítottak ki. A vékony piros és rózsaszín vezetékek szűkebb keresztmetszetű vízcsöveket jelentenek, melyek az épület aknáiban és gépészeti tereiben haladva jutnak el a hőenergiát előállító és hasznosító készülékekhez.

Lent a gépházban egy gázkazánt látunk, ami egy nyomáskiegyenlítő hidraulikus váltón át a hőközpont nagyobb keresztmetszetű osztó és gyűjtő csövekre csatlakozik. A kazán feladata, hogy az osztó és gyűjtő között keringtetet vizet felmelegítse. Fűtési rendszer esetén a hidegebb vizet a gyűjtőben, a melegebb fűtővizet pedig az osztóban találjuk, melyekbe vízdali hőmérőket célszerű beépíteni melyek értékei alapján az automatika a szükséges teljesítményre modulálhatja a kazánt.

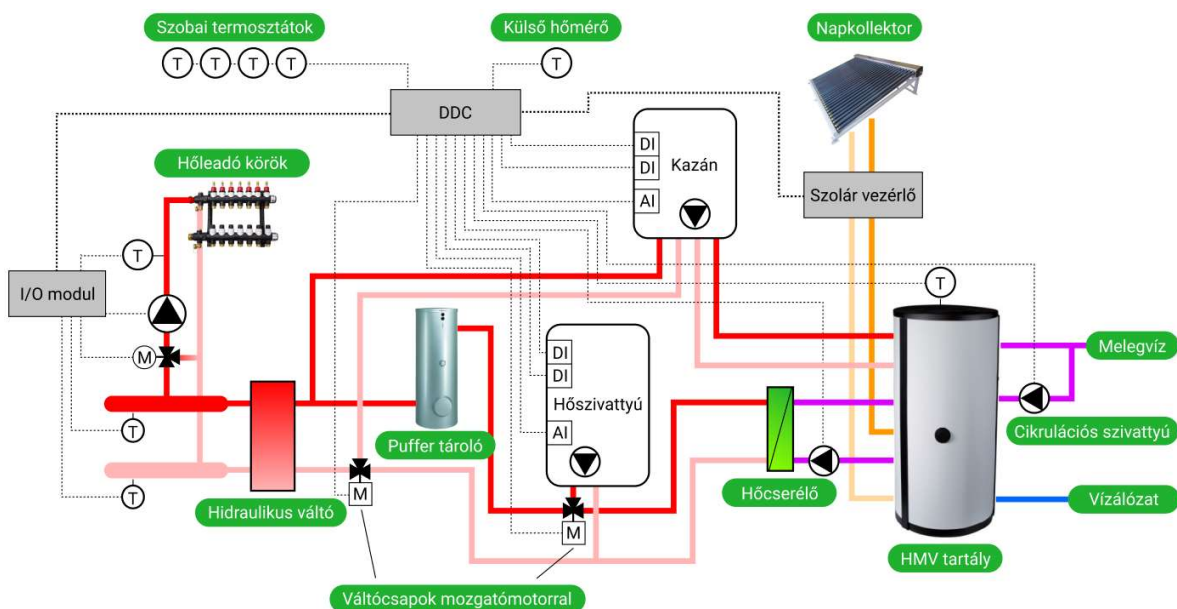
Ezekből a viszonylag nagy átmérőjű osztó/gyűjtő csővezetésekből leágaztatva indulnak el a fűtési körök az épület fogyasztási pontjaihoz, így például a radiátoros körökhöz, felületfűtési körökhöz, légkezelőkhöz, fan-coilokhoz, vagy a használati melegvíz tartályhoz. Egy fűtési kör ágait előremenő és visszatérő ágnak hívjuk attól függően, hogy a bennük áramló közeg a hőközponttól érkezik, vagy épp oda tart vissza.

A fűtési körökben szivattyúkat, esetenként ikerszivattyúkat alkalmaznak a gépészek, ezekkel fogják a folyadék halmazállapotú fűtő/hűtő -közeget mozgatni a rendszerben. Melegtartalékos ikerszivattyús közegmozgatásnál a szivattyúpárok egyenletes kopását is biztosítanunk kell, amit a páronként duplán számolt vezérlő kimenetekkel, illetve DDC-be írt futásidő alapú vezérlőprogrammal tudunk teljesíteni.

Az egyes körök előremenő közeghőmérsékletének beállítására fojtó vagy keverőszelepeket alkalmazunk, melyekre a szelepszárak forgó vagy csúszó mozgathatóságának megfelelő motoros vagy zselés szelepmozgatókat kell szerelnünk. Ezek a mozgatók klasszikusan két-, vagy hárompont szabályzással vezérelhetők, a korszerűbbek modulárisan állíthatók szabványos feszültség és áramjelekkel, de ma már akár terepi buszkommunikációs felülettel rendelkező motorokkal is csökkenthetjük a kábelezés mennyiségét és nyerhetünk ki a korábbiaknál nagyságrenddel több diagnosztikai adatot ezekből a készülékekből.

A használati melegvíz folyamatos rendelkezésre állása érdekében cirkulációs szivattyút használunk a melegvíz vezetékekben, ezzel biztosítani lehet a hőközponttól távol eső vizes helyiségekben is az azonnali melegvíz vételt. Ennek a szivattyúnak az energiahatékony vezérlésével a 6.2 fejezetben foglalkozunk.

A következő ábrán egy sokkal összetettebb, korunk energiahatékonysági követelményei miatt többféle hőenergia forrást összehangoltan alkalmazó (multivalens) hőközpontot látunk, melyben az áttekinthetőség érdekében csak azokat a gépészeti köröket és készülékeket ábrázoltuk, amelyek a központosított vezérlés szempontjából kritikusak.



Multivalens hőközponti kialakítás kazánnal, hőszivattyúval, napkollektorral és DDC vezérléssel

Ebben a példakapcsolásban az épület belső tereinek fűtési primerenergiáját előállító bivalens részkapcsoláshoz olyan szabadon programozható vezérlőt érdemes választanunk, amivel programozással beállíthatjuk az ideális bivalenciapontot, azaz, hogy mikor váltsunk a kazános, és mikor a hőszivattyús épületfűtésére. A bivalenciapont meghatározásának többféle megközelítése is lehet, ezekből kiemelhető az energiaköltség optimalizált és környezetterhelés optimalizált kalkuláció. Környezetterhelés alapú megközelítésnél az energiahordozókra vonatkozó primerenergia átalakítási tényezőt érdemes alapul venni, amit a TNM 7/2006-os rendelet tartalmaz és gázra 1, villamos energiára 2,5-ös értéket ad meg. Ennek megfelelően, ha a villamos energiával működő hőszivattyús alrendszer pillanatnyi jósági foka (COP) 2,5 felett van, akkor már a gázkazános fűtéstől nagyobb hatékonysággal, és így kisebb mértékű széndioxid kibocsátással tudunk üzemelni. Ennek a COP értéknek a folyamatos mérését szintén a központi DDC készülékkel végezhetjük el kommunikációképes villamosenergia fogyasztásmérők és a hőszivattyú előremenő ágára szerelt hőmennyiségmérő felhasználásával. Korszerűbb és dinamikusabb megoldás lehet nem csupán a TNM rendelet statikus értékei alapján, hanem a valós villamosenergia hálózat környezetterhelési adatainak

figyelembevételével dönteni. Internetes energetikai adatbázisokból (pl: <https://app.electricitymap.org/map>) folyamatosan lekérdezhetjük az üzemeltetési helyünknek megfelelő villamos hálózat szén-dioxid intenzitását (gCO₂/kWh), valamint historikus adatok alapján előrejelző szolgáltatást is vásárolhatunk az adatkezelőtől. Ezeket az élő adatokat folyamatosan összevetve a gázkazánunk - gyártója által megadott - CO₂ intenzitásával könnyedén eldönthetjük melyik berendezéssel érdemes fűtenünk az épületet.

Multivalens példánkban a használati melegvizet három hőenergiaforrás állítja elő: itt napkollektoros, hőszivattyús és gázkazános fűtési körök is fűteni tudják a HMV tartályt. Kedvező időjárási viszonyoknál akár a napkollektoros forrás is elegendő lehet, de jellemzőbb, hogy az év nagyobb részében a hőszivattyús és a gázkazános előnykapcsolt körök fűtési energiája is szükséges a tartály kívánt hőfokra melegítéséhez. A két utóbbi termelő átkapcsolását, valamint a megfelelő váltócsapok átfordítását, így a HMV igény alapú és környezetterhelőbb fűtését szintén a központi DDC készülék tudja vezérelni a tartályba épített hőmérséklet érzékelő és az épület 6.2 fejezetben tárgyalt épület-kihasználtsági paraméterek alapján.

Vegyük észre, hogy legmagasabb fokú energiahatékonyság érdekében az automatika tervezés korai fázisaiban is elengedhetetlen a szoros együttműködés az épületgépész tervező szakággal, hiszen minden a projekthez tartozó gépészeti megoldást az ő adatszolgáltatásuk alapján tudunk majd feltérképezni, sematizálni, és csak ezután lehet a hatékony működtetéshez megfelelő érzékelőket, beavatkozókat és vezérlőket választani.

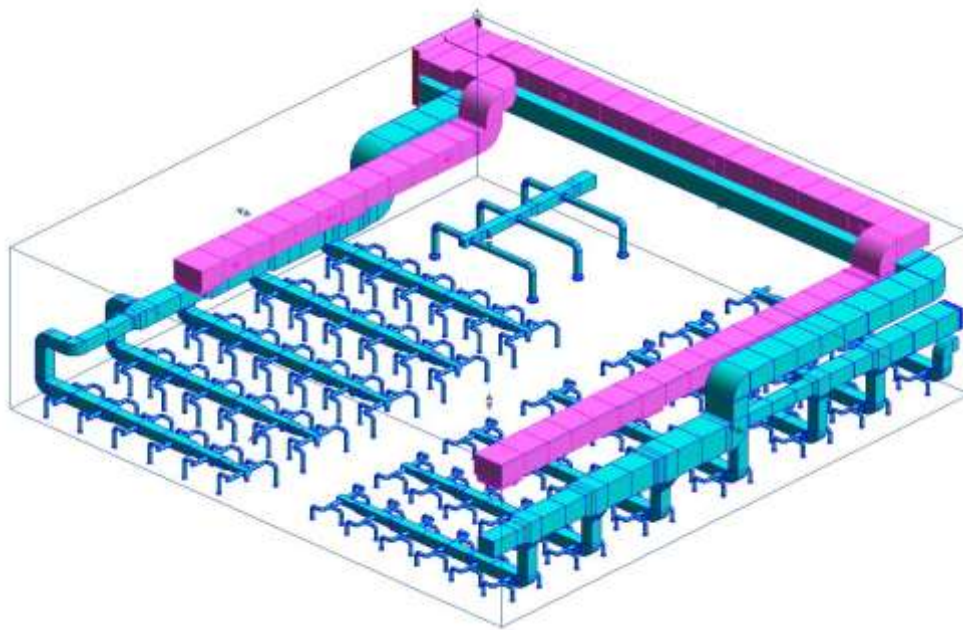
2.4. Légtechnika

Ahogy az a komfortelméleti témakörben már bevezettük ahhoz, hogy teljesítsük a belső tereinkkel szemben támasztott komfortkövetelményeket, alacsony szinten kell tartanunk az épület légterében a szennyezőanyagokat és a nem kívánatos, egészségre káros gázokat.

Ennek érdekében külső levegőt először egy légkezelő gépen (Air Handling Unit) mozgatjuk keresztül, ahol befűvásra alkalmas állapotba hozzuk, majd a friss és immár kezelt levegőt a légcsatorna hálózat befűvő ágain bevezetjük a komfortterekbe. Az elhasználódott levegőt a szellőzőrendszer elszívó ágain keresztül egy csatornába gyűjtjük, majd kidobjuk az épületből, vagy adott esetben – ahogy annak okát majd látni fogjuk – bizonyos arányban visszakeverjük a frisslevegős csatornába.

Gyakran fordul elő, hogy az épületekben egy különösen légszennyező technológiai folyamatot végeznek – például sütés-főzés, mosdó használat vagy ipari

gyártástechnológiák – melyek sokkal erősebb elszívást igényelnek, mint amire az egyszerű komfortterekben szükség van. Ilyen esetekben külön elszívó légcsatornákat építenek az épületbe, melyek fokozott teljesítménnyel képesek kiszívni a szennyezett levegőt a kritikus belső terekből.



*Csarnoképület légcsatorna hálózata
Kék szín: Frisslevegős ágak, Lila: Elszívott levegős ágak*

Egy légtechnikai rendszer tervezésénél is kiemelten fontos az építész és gépész és villamos szakágak kooperációja, mert csak megfelelő adatszolgáltatás esetén tudják az egyes tervezőirodák műszakilag megfelelően és kivitelezhetően megtervezni a rájuk eső területeket. A légcsatornának komoly helyigénye van, melynek vezetéséhez az épület szintjei között aknákra lesz szükség, amit az építészeknek kell biztosítani. A villamos tervezők sem készíthetnek bárhova elektromos kábeltálca nyomvonalat, ha az ütközik a gépészeti rendszer elemeivel. Nagyon fontos tehát e három szakág folyamatos együttműködése és a megfelelő kommunikációja.

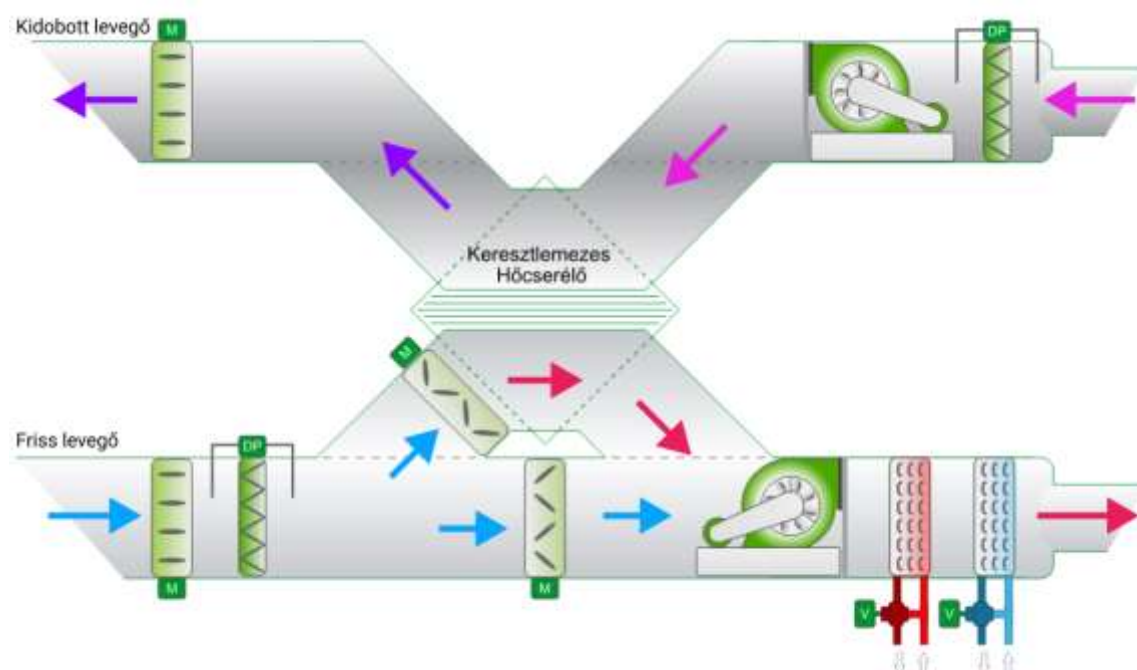


Mielőtt részletesen megvizsgáljuk a légkezelő gépek felépítését, két kategóriára kell bontanunk ezeket a méreteik, és szerelhetőségük alapján. A bal oldali ábrán látható egy tipikus építőelemes – vagy moduláris – légkezelőgép. Messziről is megfigyelhetően, jól elkülönülnek rajta az elszívott (felső, rövidebb csatorna) és befűjt levegő járatai (alsó, hosszabb csatorna), valamint az egyenként lebontható vagy nyitható hőszigetelt szerelőajtók. Ennek a kialakításnak az előnye, hogy előre gyártott elemekből egy könnyen skálázható, tetszőleges kialakítású és felszereltségű megoldást tud készíteni a gyártó. Kültéri és beltéri beépítésre is alkalmas ez a kialakítás amennyiben megfelelő korrózióálló festéssel és szigeteléssel látják el.

A kompakt légkezelők ugyanazt a feladatkört hivatottak ellátni, mint a testesebb moduláris gépek és a kis helyigényük, teljesebb gyári szolgáltatáskínálatuk és az alacsonyabb árak sok esetben indokolhatja az alkalmazásukat a nagyobb berendezések helyett. A jobb oldali ábrán látható kompakt légkezelő egy lényegesen kisebb fizikai kiterjedésű modell az előbbihez képest, aminek köszönhetően egyszerűbbé válhat a szállítása és beépítése, ezt például a mennyezetre fúrva és álmennyezettel eltakarva. Az esetek többségében ezeknek a kompakt légkezelőknek nincsen szükségük külső automatizálásra a működéshez, mert a gyártó már eleve bele épít egy vezérlő számítógépet és a szükséges mozgatómotorokat. Így a légkezelő irányítása vagy a rajta elhelyezett beviteli panelen lehetséges, vagy egy szabványos adatkommunikációs csatornán keresztül az épület központi felügyeleti rendszerén. A nagyobb, egyedibb, központi kiszolgálást és rugalmasabb kezelést igénylő légterek esetében viszont - mint például előadótermek, csarnokok és több szintes irodaházak – nem jelentenek alternatívát a moduláris társaikkal szemben.

Hogy a modern energetikai követelményeknek megfeleljen az épületünk és nagymértékben csökkentsük a hűtésre és fűtésre fordítandó energiát, hővisszanyerő modulokat – vagy más néven rekuperátorokat - használunk a légkezelő gépekben. Egy hővisszanyerő célja, hogy az elszívott rossz összetételű, de a kívánt belső hőmérsékletet valószínűleg megközelítő levegő hőenergiáját átadjuk a kívülről beszívott, kezelni és befűjni kívánt friss levegőnek. A következőkben három légkezelőkben elterjedt hővisszanyerő megoldást ismerünk meg.

Első lehetőségük egy levegő-levegő keresztáramú hőcserélővel megoldani a feladatot:

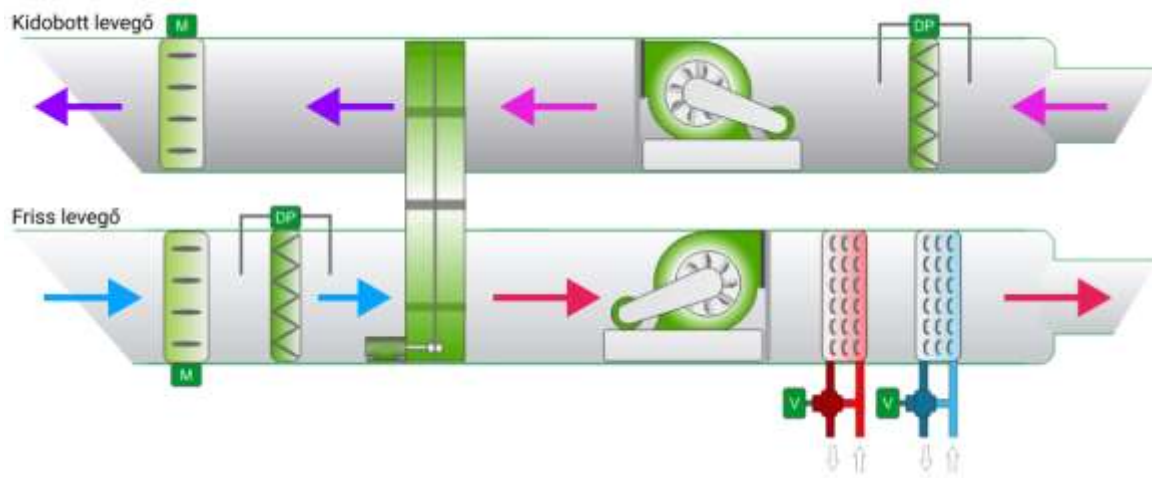


Keresztáramú hővisszanyerővel szerelt moduláris légkezelő sematikus rajza

Ezt a szerkezetet olyan légkezelő gépekbe lehetséges beépíteni, amelyek elszívó és befűvő ágai szorosan egymásra, vagy egymás mellé lettek építve, mert használata során a két légáram közösített testű gáz/gáz hőcserélőben halad el egymás mellett és adják egy egymásnak a hőenergiát.

Egy jó minőségű keresztáramú hővisszanyerőben a légáramok közötti átszivárgás 0,1% alatti, így nedvesség és szennyezőanyag átvitel lényegében nem történik a befűjt és elszívott levegő között. Előnye továbbá, hogy segédenergia nélküli működésre képes és a hatásfoka is elérheti a 70 százalékot. Hátránya viszont, a nagy a helyigénye, és hogy csak az egymás mellé helyezett ágak között képes hővisszanyerést megvalósítani.

Második elterjedt megoldás a forgódobos – vagy rotációs - hővisszanyerés, melyben a jó hőelnyelő képességű fémlamezék forgatásával szállítjuk át a hőenergiát, és hozzuk létre a kalorifert.

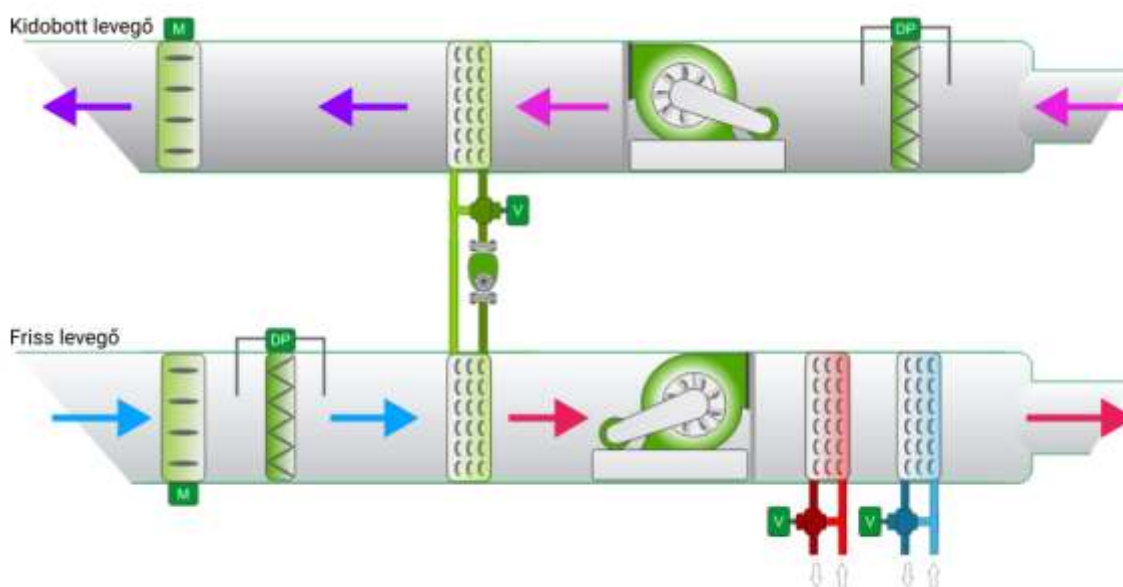


Rotációs hővisszanyerővel szerelt moduláris légkezelő sematikus rajza

Az elszívó és befúvó ágban egyszerre belenyúló rotációs hővisszanyerőben a légáramok közvetlenül nem érintkeznek egymással, de mivel a fémtárcsa egyik légáramból a másikba fordul át az ellenkező légáramba történő átszivárgás 3 százalék körüli lehet.

Előnye, hogy hatásfoka igen magas, akár 85 százalék, valamint lényegesen keskenyebb és kisebb helyigényű, mint a keresztáramú hővisszanyerő, de működéséhez ugyanúgy szükséges, hogy a két légcsatorna egymáshoz legyen építve. Téli időszakban ez a hővisszanyerő is hajlamos a deresedésre, ezért az automatikának ezt a rekuperátoron eső nyomás mérésével figyelni kell, és szükség esetén a tárcsa forgását meg kell állítania.

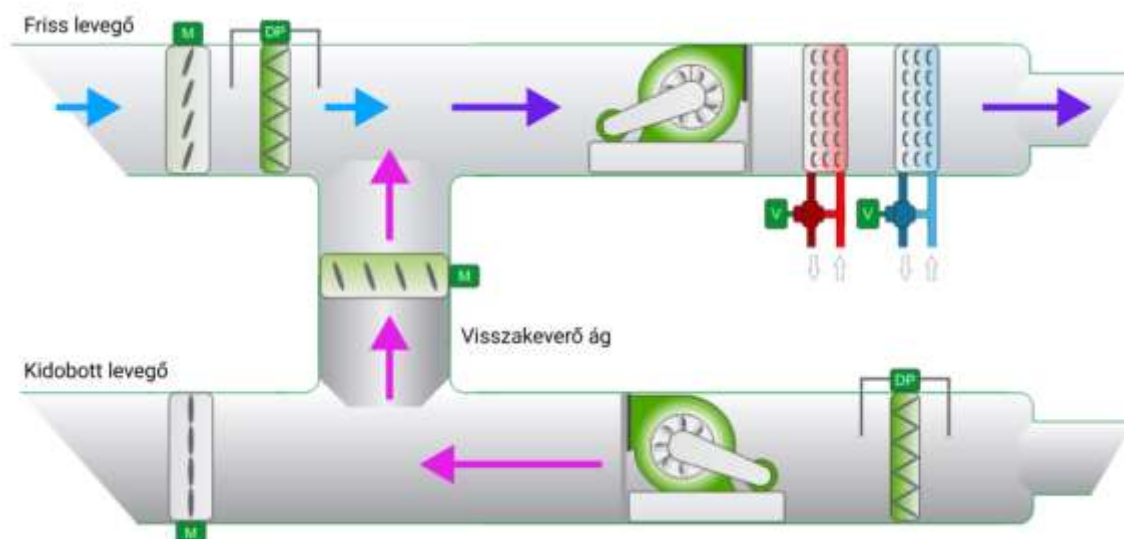
A harmadik hővisszanyerő megoldás több gépészeti elemet használ, de ennek köszönhetően nagyobb rugalmasságot is biztosít. A közvetítő közeges hővisszanyerés esetében levegő – folyadék kalorifereket használunk, melyekkel a hőenergiát folyadék halmazállapotú szállító közeggel (például fagyálló glikolos keverékkel) mozgatjuk a két légcsatorna között. Az egyik légáram által hűtött, vagy fűtött kalorifer hőjét egy csővezeték és egy szivattyú segítségével egy távolabb telepített légcsatornához is képesek vagyunk elszállítani, hol a csöveket szintén egy levegő – folyadék kaloriferre csatlakoztatjuk.



Közvetítő közeges hővisszanyerővel szerelt moduláris légkezelő sematikus rajza

Előnye ennek a megoldásnak, hogy a visszanyert hőenergiát nem csak egy adott helyen adhatjuk le, hanem rendszerbe kötve más berendezésekkel is megoszthatjuk azt, továbbá kis helyigénye és a légáramok teljes elválasztása adhat még okot a használatára. Hátránya azonban, hogy a hatásfoka csak 40 százalék körül alakul, magasabb bekerülési költségei vannak a szükséges gépészeti elemek miatt, és az üzemeltetése is drágább, mivel segédenergia szükséges a működéséhez.

A most következő megoldás lényegesen különbözik az előbb tárgyaltaktól. A visszakeverő hővisszanyerés egyedisége abban rejlik, hogy a kezelt térből elszívott levegőt nem dobjuk ki a légkezelőből, hanem egy szabályozható keverőkamrán keresztül egy részét, vagy akár az egészet visszaáramoltatjuk a befűvő ágba. Gyakorlatban a 100 százalékos visszaáramoltatást kerülni szoktuk, maximális hővisszanyerés esetében is a befűjt ág levegőjébe minimum 10 százalék friss levegő keverése az elvárt.



Visszakeverő kamrás hővisszanyerővel szerelt moduláris légkezelő sematikus rajza

Ezzel a visszakeveréses megoldással érhető el a lehető legmagasabb hővisszanyerési hatások, valamint ennek van a legalacsonyabb beruházási költsége is. Automatizálási szempontból megszokott, hogy a kidobó- frisslevegő- és visszakeverő zsaluk szabályzását az elszívott levegő CO₂ szintje alapján végezzük, így ezt a leghatékonyabb hővisszanyerést képesek leszünk csak akkor alkalmazni, amikor a kezelt tér elszívott levegőminősége ezt megengedi.

2.5. Épületvillamossági áttekintés

A komfortelméleti és épületgépészeti alapok után tekintsük át nagy vonalakban egy épület energiaelosztási rendszerének a felépítését, annak főbb alkotóelemeit.

A villamosenergia vételezése többféle feszültség szinten történhet. Egy épületben az esetek döntő többségében közép feszültségű (KÖF, $1\text{kV} < U < 35\text{kV}$) vagy kisfeszültségű (KIF, $U < 1\text{kV}$) betáplálási pont kerül kialakításra. A közép feszültségű vételezés általában nagyobb energiaigényű épületek esetében jelenik meg, ilyenkor közép feszültségű kapcsoló- és védelmi berendezések alkalmazására van szükség, valamint transzformátor(ok)ra a kisfeszültség lokális előállításához. A kisfeszültségű

oldalon szintén védelmi berendezéseket alkalmazunk az egyes leágazások, fogyasztók és a felhasználók védelmére.



Középfeszültségű berendezések, transzformátorok, kisfeszültségű elosztószekrények

Az épület – jellegétől függően – rendelkezhet egyetlen, vagy akár több betáplálási ponttal is. Több betáplálással rendelkező épületben a normál üzemi betáplálás kiesése, hibája esetén egy átkapcsoló rendszer képes automatikusan átkapcsolni az épület fogyasztóit a normálról a tartalék betáplálásra a megfelelő áramutak kialakításával. A tartalék betáplálás lehet egy – a normáltól független – második hálózati betáplálás, de lehetőség van akár dízelgenerátor(ok), vagy szünetmentes áramforrás(ok) telepítésére is.

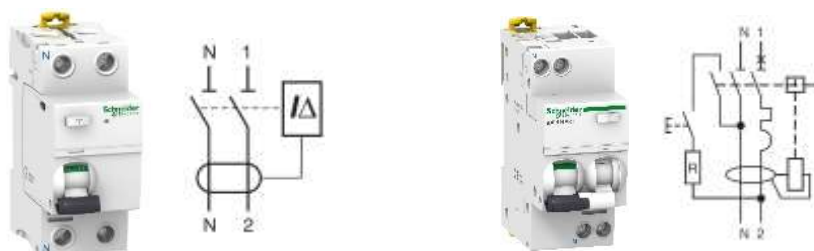
Mind a dízelgenerátoros, mind a szünetmentes tartalékellátás időszakos áthidalást biztosít, amíg a hálózati betáplálás hibája elhárul, vagy az egyes fogyasztók lekapcsolásra, a munkafolyamatok megfelelően lezárásra kerülnek. A dízelgenerátoros és szünetmentes tartalékellátás jellemzően nem képes az épület összes fogyasztójának ellátására, hiszen ezeket csak a legfontosabb fogyasztók teljesítményére méretezik, a kevésbé fontos fogyasztók átkapcsolás esetén automatikusan lekapcsolásra kerülnek. A tartalékellátás áthidalási idejének méretezése szintén az épület jellegétől függően történik.

A kisfeszültségű elosztószekrényekben a védelmi hierarchiának és az egyes fogyasztók jellegének megfelelően kerülnek kialakításra az áramköri leágazások. Az egyes leágazásokat és fogyasztókat különböző csoportokba sorolhatjuk annak megfelelően, hogy az előbb megismert betáplálási forrásokból miképpen részesülnek: normál fogyasztók, melyek a normál üzemi betáplálás kiesése esetén lekapcsolásra kerülnek, illetve kiemelt fogyasztók, melyek működését a normál üzemi betáplálás kiesése esetén - fontosságuknak megfelelően - tartalék betáplálás, dízelgenerátor vagy szünetmentes áramforrás fogja biztosítani. Az egyes leágazásokban a vezetékek, a fogyasztók, valamint a felhasználók biztonsága érdekében megfelelően méretezett, különböző típusú és karakterisztikájú védelmi készülékeket szükséges alkalmazni.



Megszakító és olvadóbiztosító védelmek

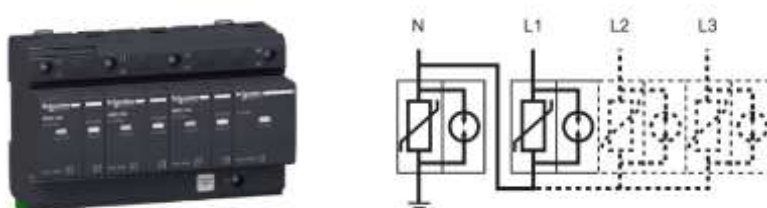
Az olvadóbiztosító és megszakító készülékek elsősorban túlterhelés- és zárlatvédelmi feladatokat látnak el. Az olvadóbiztosítós készülékek esetében különböző típusú, névleges áramú és karakterisztikájú olvadóbetétek állnak rendelkezésre, melyet az adott leágazásnak megfelelően szükséges méretezni és kiválasztani – védelmi eseményt, kiolvadást követően azonban a betéteket cserélni kell. A megszakító készülékek szintén különböző pólusszámmal, amperitással és védelmi karakterisztikával rendelkeznek; túlterhelés és zárlatvédelmi feladatot látnak el, valamint alkalmasak lehetnek az egyes leágazások terhelés alatti kapcsolására is. A nagyobb, elektronikus védelmi egységgel rendelkező megszakító készülékek már állítható védelmi karakterisztikával rendelkeznek, így a kioldási görbe az adott alkalmazásnak megfelelően konfigurálható. Segédérintkezők alkalmazásával és azok felügyeleti rendszer bemeneti pontjaiba kötésével akár távolról is felügyelhetővé válik a készülékek állás- és hibajelzése; motoros hajtás beépítésével pedig a megszakító távoli kapcsolására is lehetőség nyílik. Kommunikációképes készülékek alkalmazása esetében mindez akár buszkommunikáción keresztül is megtörténhet, sőt, a legmodernebb készülékek esetében még fogyasztásmérési értékek kiolvasására és az energiaminőség monitorozására is lehetőség nyílik.



Áram-védőkapcsoló, valamint kismegszagszakítóval kombinált áram-védőkapcsoló

Az áram-védőkapcsolók - más néven ÁVK vagy FI relé – szivárgóáram elleni védelmet látnak el. Működési elvük a rajtuk átfolyó áramok eredőjének vizsgálata. Leoldás abban az esetben történik, ha az átfolyó áramok eredője nem nulla, illetve eléri a készülék érzékenységének megfelelő hibaáram értéket (tehát adott mértékű szivárgás történik).

A pólusszám és amperitás mellett fontos jellemzőjük az érzékenység, mely jellemző értéke 30mA, de rendelkezésre állnak például 10, 100, illetve 300mA-es típusok is. A megfelelő érzékenységet az alkalmazási terület alapján szükséges kiválasztani. Típusukat tekintve a hagyományos „AC” típusú áram-védőkapcsolók jellemzően a tisztán szinuszos váltakozó áramú környezetben alkalmazandók, ugyanakkor rendelkezésre állnak zavarvédett „A”, „SI”, illetve „B” típusok is a hibás kioldások elkerülése és az egyenáramú komponensek megfelelő kiértékelése érdekében. A hálózati hierarchia megfelelő kialakíthatósága miatt szelektív, késleltetett kioldású változatok is elérhetők. A készüléken található testgomb segítségével pedig elvégezhetők a megfelelő működés ellenőrzésére szolgáló időszakos tesztek.



Villám- és túlfeszültségvédelmi készülék

Az elosztószekrényekben továbbá villám- és túlfeszültségvédelmi készülékek is megjelennek, melyek a villámcsapás közvetett és közvetlen hatásai, túlfeszültségek elleni védelmet látnak el. A beépítés helyétől és jellegétől függően elérhetők különböző pólusszámú, illetve 1., 2. és 3. típusvizsgálati osztályú készülékek.



Különböző kivitelű mérőkészülékek a fogyasztás és energiaminőség felügyeletére

Az energiaelosztási és védelmi készülékek beépítésén túl egy mai modern épületben számos mérési pont kerül kialakításra. A betáplálási ponton mérhető az épület teljes energiafogyasztása, az egyes leágazásokban pedig a különböző épületrészek és fogyasztók energiamérése történik. A fogyasztási értékek mellett kiemelten fontos a különböző energiaminőségi paraméterek mérése és felügyelete is. A mérőkészülékek kivitelét tekintve elérhetők elosztószekrénybe szerelhető, sorolható készülékek, illetve grafikus kijelzővel rendelkező táblaműszerek is. Kisebb amperitás esetében az árammérés jellemzően direktben, nagyobb amperitás esetében áramváltókon keresztül történik.

A mért értékek leolvasása történhet a készülék kijelzőjén, vagy akár kommunikáción keresztül is az arra alkalmas mérőkészülékek alkalmazása esetében. A mérési értékek gyűjtése és kiértékelése ebben az esetben a felügyeleti rendszerben történik.



Különböző kivitelű jelző- és vezérlőkészülékek

Az egyes készülékek helyi állás- és hibajelzésére, valamint egyszerűbb vezérlési kapcsolások ellátására szolgálnak a különböző vezérlő- és jelzőkészülékek. Ezek elhelyezkedhetnek az egyéb moduláris készülékekkel sorolva, vagy akár az elosztószekrény előlapján is, például egy gépészeti vezérlőszekrény esetében.

A jelzőlámpák segítségével lehetőség nyílik a leágazások állapotának, valamint az esetleges hibáknak a helyi kijelzésére; a kapcsolók és nyomógombok pedig alapvető vezérlési feladatok helyi ellátására szolgálnak.

3. Épületautomatizálási rendszerek áttekintése

3.1. Analóg és digitális jelek

Minden épületautomatizálási rendszernek lesznek bemeneti és kimeneti pontjai, melyeken bejut az információ a kontrollerekbe, illetve kijön belőlük az utasítás a beavatkozó készülékek számára. Tekintsük át az ipari sztenderdnek számító ki- és bemeneti jeleket, hogy lássuk, hogyan kommunikálnak egy rendszer elemei az I/O (input & output) interfészen keresztül.



Ezen a kompakt épületautomatikai vezérlő DDC készüléken a bekarikázott csatlakozók a legalapvetőbb kommunikációs csatornák, melyeken keresztül analóg és digitális jeleket fogunk tudni feldolgozni, illetve kiadni.

Ha a vezérlő egy I/O csatornájára például egy termisztort kötünk, akkor az ellenállás változását vizsgálva a termisztor gyártójától kapott karakterisztika segítségével egy analóg fizikai adatpontot hozhatunk létre.

Találhatunk olyan érzékelőket, melyeket komplexebb elektronikával szereltek fel és saját magukban képesek kiértékelni a mért fizikai mennyiséget, így a kimenetükön egy, a mért mennyiséggel arányos villamos jelet fognak generálni. Az ilyen készülékeket távadónak nevezzük melyek jellemző kimeneti DC feszültsége 0-10 Volt tartományban mozog. Egy hőmérséklet távadó például ha -50 és +50 °C között mér, akkor ennek megfelelően az általa kiadott 0 Volt a mérési tartomány aljának, míg a 10 Volt a tartomány tetejét fogja jelenteni, közöttük pedig lineáris módon kell értelmeznünk a köztes értékeket.

Praktikus lehet még ha egy távadó kimeneti jeltartománya nem 0-10, hanem 2-10 Volt között változik, ugyanis 0 Voltot nem csak akkor fogunk mérni egy távadótól jövő

vezetéken, ha az valóban 0 Voltot ad ki magából, hanem akkor is ha az a vezeték elszakadt, vagy kilazult valamelyik csatlakozásnál. Hogy ezt a hibaállapotot megkülönböztethessük a valós minimum értéktől, érdemes 2-10V-os tartományban mozgó jelet küldenünk a távadóktól az épületvezérlő kontrollernek.

Nagyobb mérési távolságok és a zavarérzékenység problémáját kiküszöbölendő az erre érzékeny alkalmazásokban túl kell lépnünk feszültség érzékelésen, helyette pedig áram mérést kell használnunk, melyhez a szabványok szerint 4-20 mA tartományban működő távadókat használhatunk.

A digitális (1 bites) I/O adatpontoknál némileg egyszerűbb lesz a dolgunk, ugyanis a klasszikus két állapotú érzékelők - mint például az egyszerű gombok és kapcsolók - pusztán egy elektromos rövidzárat, illetve a másik állapotukban elektromos szakadást fognak mutatni az őket figyelő kontrollernek. Hogy a kontroller érzékelni tudja ezt a két állapotot, az egy úgynevezett vizsgálófeszültséget ad ki magából az egyik I/O érintkezőjén, míg egy másik érintkezőjén ugyan ezt a feszültség szintet várja majd vissza. Ha a terepi érzékelő változtatni fogja az állapotát rövidzár és szakadás között, akkor ezt az ennek megfelelően visszaérkező vezérlőfeszültségből látni fogja a kontroller.

Az épületautomatikában használt ilyen jellegű digitális jelzést szárazkontaktusnak nevezzük, mert az ehhez hasonló érzékelők önmaguk nem adnak ki a mért értékkel arányos villamos jelet, hanem egy másik eszközből érkező vizsgálófeszültséget kapcsolnak vissza rendszerbe.

Fontos kiemelni, hogy a digitális érzékelők többsége rendelkezik egy Normally Open (NO) és egy Normally Closed (NC) érintkezővel a Common (C - közös) érintkező mellett, így adva lehetőséget negált logikai bemenetként használni azokat.

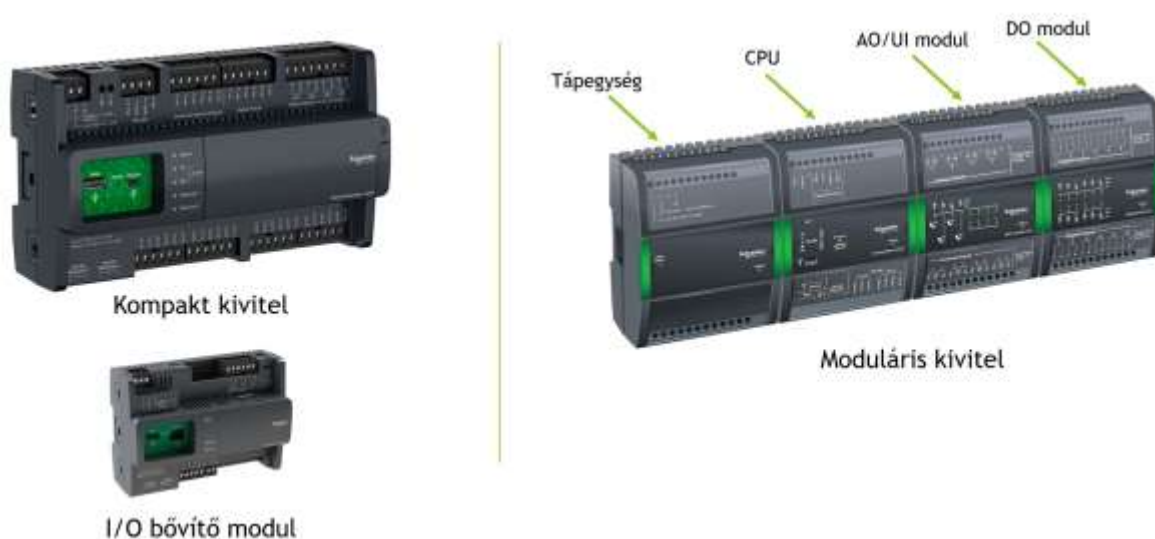
Meg kell még ismernünk az idegenfeszültség fogadására képes digitális csatornákat is. Ezek a bemenetek a szárazkontaktus figyelőkkel ellentétben nem a saját vizsgálófeszültségüket várják vissza, hanem egy másik készülékből vagy rendszerből érkező kapcsolt feszültséget tudnak érzékelni és 1 bites információként értelmezni. Az egyes készülékek és rendszerek között így átadott jelzések általában 24V DC és AC, valamint 230 V AC feszültségűek.

Az idegenfeszültséget használó rendszerekben elterjedt gyakorlat a negatív logika használata, azaz, hogy a magas jelszintet értelmezzük normál állapotnak, a jel hiányát pedig aktív állapotnak. Kiváló példa erre, amikor tűzjelző központot kell illesztenünk az épületfelügyeleti rendszerhez: Normál esetben amikor nincs tűz az épületben, a központ folyamatos 230V-os feszültséget küld az automatika digitális bemenetére. Tűz

esetén (vagy ha bármely más előre nem látható hiba miatt) megszakad ez a feszültség, akkor az automatikával indítani fogjuk a gépészek és tűzvédelmi szakemberek által megtervezett tűzeseti folyamatokat.

3.2. DDC készülékek

A DDC (Direct Digital Controller) készülékek a központosított vezérlésű épületautomatizálási rendszerek logikai vezérlő központjai, melyeket több kategóriára bonthatunk. Gyártótól függően találhatunk például egyedi zóna- és szobavezérlésre kiélezett, alárendelt modelleket, melyeket közös kommunikációs buszra fűzve tudunk menedzselni a központi controllerrel.



Először azonban a központi kontrollerek osszuk két fő csoportra:

- Kompakt vezérlőkre és
- Moduláris vezérlőkre

Ez a felosztás nagyon hasonló a légkezelőknél már megismert kategóriákhoz. Egy moduláris készülék kevesebb adatpontszám mellett fajlagosan magasabb induló költséggel jár, de a későbbi bővítési lehetőségeivel és a rugalmas szervizelhetőségével hamar láthatók lesznek az előnyei. A fenti ábrán látható moduláris DDC például egy tápegység és egy CPU modulból áll, melyek mellé két I/O modul lett sorolva. Ilyen I/O modulokból általában széles választék áll rendelkezésre, így kvázi szabadon állíthatjuk össze a mi rendszerünk adatpont igényeinek megfelelő vezérlőt. Abban az esetben, ha valamelyik bővítőmodulja meghibásodik, egyszerűen csak ki kell húznunk azt a sorból, és helyére egy újat kell behelyeznünk. Nincs szükség a teljes készülék újra-programozására, újratöltésére, de még csak az újraindítására sem.

Az előző ábrán látható baloldali kompakt kivitel is sokszor praktikus választás lehet, mert ezek sokszor már egy készülékben tartalmazzák a tápegység / CPU / IO modulok kombinációt egy sokkal kisebb alapterületen. Alacsony adatpontszámnál egyértelmű az ár előnyük, és igény esetén hasonló kivitelű modulokkal ezeknek is bővíthető az I/O száma. Azonban, ha bővíteni szeretnénk az alap kivitelt, akkor gyorsan nagyobbra nőhet a konfigurációnk mérete a moduláris változathoz képest. Körültekintően kell tehát megválasztanunk milyen jellegű DDC-t is alkalmazunk az automatizálási feladatunkhoz, hogy feleslegesen ne pazaroljuk az elosztószekrényben lévő helyet.



Funkcióblokkos programozás, riasztási listák és felhasználó által szerkeszthető időprogramok a DDC készülékek alapfunkció közé tartoznak

Milyen szolgáltatásokat várhatunk el egy korszerű DDC készüléktől?

Első és legfontosabb a vezérlőhöz tartozó ki- és bemeneti csatornák menedzselése. Meg kell tudjuk adni, hogy melyik csatornán milyen érzékelőtől milyen jelet (0-10, 2-10, 4-20) várunk, illetve milyen jeleket akarunk küldeni a beavatkozóknak. Ezeket az adatpontokat el kell tudnunk nevezni, átláthatóan meg kell tudnunk jeleníteni és felül kell tudnunk vezérelni a fejlesztő környezetben.

Következő a programozhatóság: a létrehozott ki és bemeneteink függvényében applikációs programot kell tudnunk készíteni - vagy ha az már előre meg van írva, akkor aktiválni – ami például egy légkezelőgépben egyenletes befűjt légnyomást tart, vagy egy HMV tartályban időszakosan túlfűti a vizet a csíramentesítés érdekében. Ezeket a programokat általában valamilyen szkript-nyelven tehetjük meg, vagy a fenti ábrán is látható funkcióblokkos kódolással, ahol logikai kapukat és műveletvégző blokkokat kombinálva építhetjük meg a vezérlési logikát.

Ha már említettük az időszakos csíramentesítő programot vegyük most előre a naptárak és időzítők létrehozásának lehetőségét. Fent láthatunk egy épületfunkció ütemezett működtetésére létrehozott heti időprogramot, ami egy ünnepnapokat is jegyezni képes naptárhoz van társítva. Így a vezérlő képes lesz az egész évre előre tervezett üzemeltetési rend szerint csak a szükséges berendezéseket bekapcsolni, vagy azok alapjeleit csökkentett módra állítani, ezzel is energiát takarítva meg ahol csak lehetséges.

Riasztáskezelés szintén elengedhetetlen egy DDC funkció tárházából. Az épületben jelentkező előre definiált hibaállapotok jelentése, azokhoz rendelt prioritási szintekkel fontos eszköz az üzemeltetők kezében, hogy biztosítani tudják a zavartalan működést. Ha a DDC-nek internet kapcsolatot is biztosítunk, akkor lehetőségünk lesz e-mail értesítést is küldeni az kellő fontosságú hibaállapotokról.

Érdemes kiemelni még a különböző szabványos kommunikációs protokollok támogatását, ami alapvető elvárás egy korszerű épületvezérlőnél. Közepes és nagy épületeknél biztosak lehetünk benne, hogy egynél több DDC készülékre lesz szükség, hogy minden gépészeti rendszert ki tudjuk szolgálni. Hogy ezeket a vezérlőközpontokat összefogjuk, köztük adatot cserélhessünk és azokat egy rendszerben kezelhessük egy közös kommunikációs buszra kell őket illeszteni. Ezek lehetnek klasszikus soros vagy Ethernet buszok (BACnet és Modbus) vagy ha a kábelezés költségein szeretnénk takarékoskodni egy projektnél akkor ma már Wi-Fi és Zigbee rádiós protokollokkal is lehetőségünk van a rendszerek összekapcsolására.

Nagy mennyiségű adatelemző (Big Data) rendszerekhez illesztésnél az SQL adatbázis alapú letárolás és az MQTT kommunikáció támogatása a jellemző elvárás. Ilyen a BMS rendszerek felett álló adatelemző központokkal lehetőség nyílik egy távoli szerveren futtatott (Cloud computing) algoritmussal energiahatékonysági és üzemeltetés optimalizálási szolgáltatásokat igénybe venni.



3.3. Zónaszabályozás

Az előzőekben megismerhettük a hőenergia előállításának és szállításának módjait, valamint a gépészeti automatika funkciókat ellátó DDC vezérlőket. A központi osztógyűjtőből a szinti osztógyűjtőkbe ily módon szállított melegvizet még el kell juttatnunk a megfelelő helyiségek padlófűtési köreibe, vagy radiátoraiba.

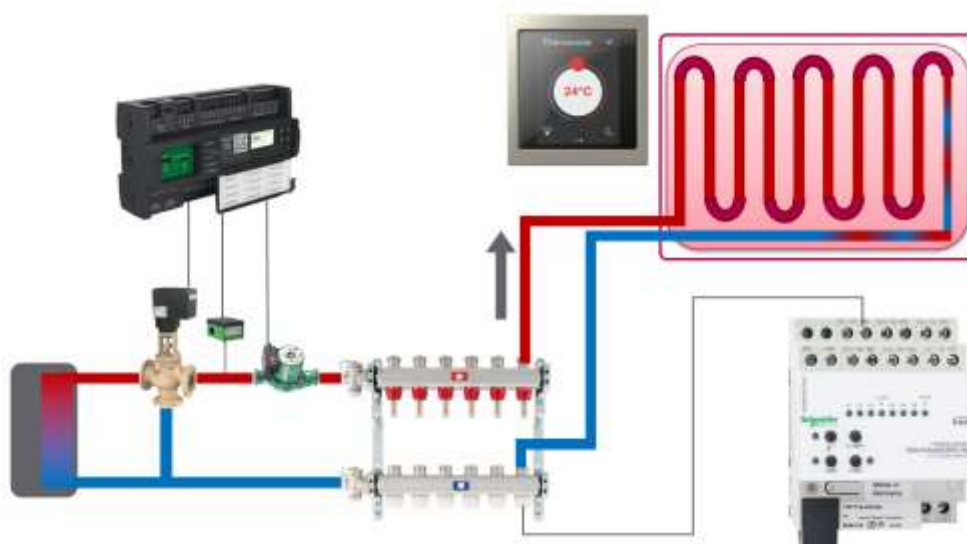
Az épületek komfort tereiben (irodaterület, tárgyalóhelyiség, hotelszoba, előadóterem, stb.) különböző megoldások állnak rendelkezésre a hőmérséklet lokális – zóna szintű – szabályozására, tehát a szinti osztó/gyűjtők szelepeinek, vagy az adott zóna hűtő-fűtő berendezéseinek helyi vezérlésre. A hőmérséklet-szabályozás, így a fali termosztátok zónánkénti alkalmazása már szinte minden épületben alapvetőnek számít. A fali termosztátok a legtöbb esetben ellátják a fűtési és hűtési funkciókat is, így nem szükséges különálló kezelőt alkalmazni a fűtés és a hűtés vezérlésére. Ezt sok esetben még klasszikus világításkapcsolók és redőny-nyomógombok (esetleg hagyományos, kézi mozgatású árnyékolók) kísérik.



Fali termosztát, hagyományos világításkapcsoló és redőny-nyomógomb

Egy mai modern épületben a hőmérséklet szabályozás mellett megjelenik a világítás és árnyékolás intelligens vezérlése, így a fényerősségszint szabályozása, kapcsolási képek létrehozása, az időjárásfüggő árnyékolásvezérlés, valamint a központi felügyelet lehetősége. Az intelligens megoldásoknak köszönhetően nagy mértékben növekszik az épületben elérhető komfortszint, és csökken az energiafogyasztás.

Amennyiben a hőmérséklet-szabályozási rendszert ki szeretnénk egészíteni világítási és árnyékolási funkciókkal is, úgy lehetőség van olyan zónavezérlők alkalmazására, amelyek a hőmérséklet-szabályozási funkciókon túlmenően különböző kimenetekkel és bemenetekkel, vagy buszkapcsolattal rendelkeznek a fali kapcsolók és nyomógombok, mozgásérzékelők fogadására, illetve a világítási és árnyékolási körök vezérlésére is a megfelelő működési logika szerint. Az épület típusától függően ezek a zónavezérlők lehetnek DDC-hez hasonló kompakt kontrollerek világítási és árnyékolási funkciókkal kiegészítve, vagy akár egy elosztott intelligenciájú KNX rendszer elemei.



Gépészeti automatizálás kompakt DDC controllerrel (bal oldal), zónaszabályozás KNX készülékekkel (jobb oldal)

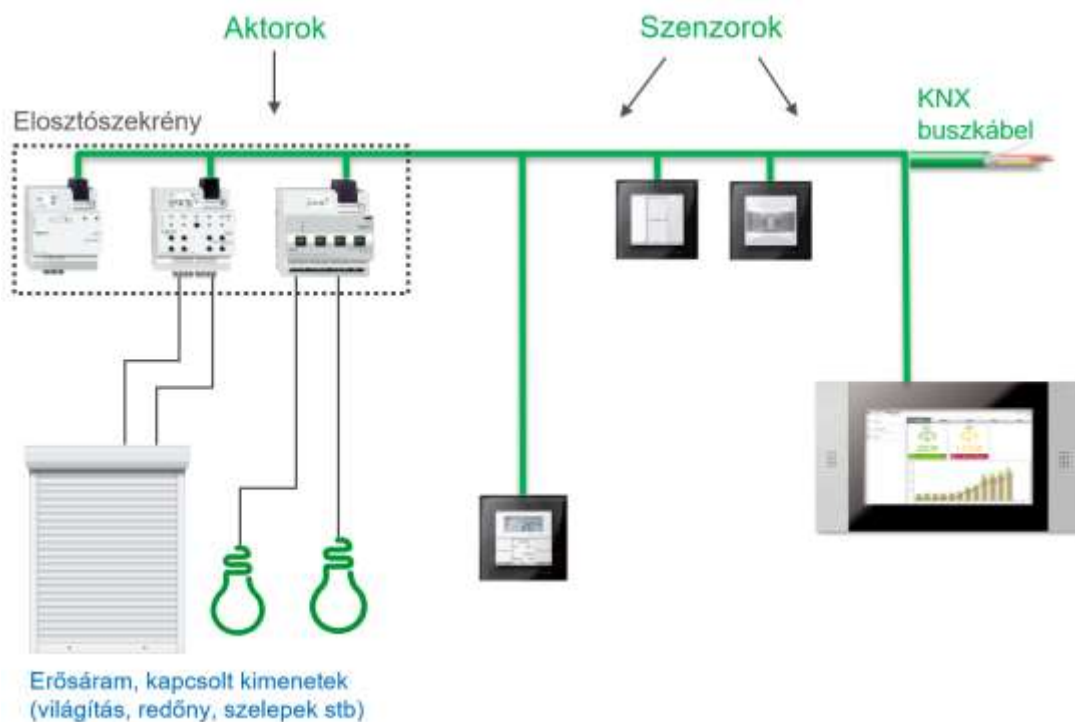
A különböző zónaszabályozási architektúrákkal a rendszerarchitektúrák fejezetben foglalkozunk részletesen.

3.4. KNX alkalmazási területek

A KNX egy évtizedek óta szabványosított (EN 50090, ISO/IEC 14543) épületautomatizálási protokoll, mely mögött mára sok száz gyártó több tízezer termékkel sorakozott fel. A KNX szabvány fejlesztését, az egyes gyártók és termékeik minősítését és a protokollhoz értő, azt programozó és beüzemelő szakemberek képzését a KNX Association (<https://knx.org>) végzi.

Míg a gépészeti automatizálási funkciókat a korábban bemutatott DDC kontrollerek látják el egy épületben, addig a zónavezérlési funkciókat (tehát az egyes helyiségek, zónák hűtési-fűtési szelepeinek, berendezéseinek lokális vezérlését) helyi termosztátokkal, zónavezérlőkkel, vagy például KNX készülékekkel valósíthatjuk meg. A KNX rendszer alkalmazásával a hőmérséklet-szabályozási funkciókon túlmenően egyszerűen és integráltan valósíthatjuk meg az épület intelligens világítási és árnyékolási funkcióit is.

A KNX rendszer komponenseit aktor és szenzor kategóriákba soroljuk attól függően, hogy az adott rendszerelem beavatkozó, vagy érzékelő funkciót lát el, de emellett más speciális készülékek, például vizualizációs webszerverek, logikai modulok vagy protokoll átjárók is alkalmazhatók benne.



KNX vonal sematikus ábrája

A KNX rendszer moduláris, különböző típusú aktorokkal rendelkezik az egyes funkciók kiszolgálására. Ilyen például az esetek jelentős részében világítás kapcsolására alkalmazott KNX kapcsolóaktor, mely mágneskapcsolóhoz hasonlóan kapcsolja az egyes világítási köröket – de lehetőség van például kapcsolt dugaljak kialakítására is az alkalmazásával. A fényerősség szabályozására elérhetőek 230V-os fázishasításos elven működő dimmerek, de 0-10V kimenetek is a 0-10V-al vezérelhető elektronikus előtétetek vezérlésére. A széles körben elterjedt DALI előtétetes lámpatestek vezérlésére KNX/DALI kontrollereket alkalmazunk. Ugyanígy, az árnyékolókat dedikált árnyékoló aktorok vezérlik.

A moduláris felépítésnek köszönhetően mindig az adott épületnek és alkalmazásnak megfelelően válogathatóak össze a szükséges aktorok és szenzorok, így a rendszer jól illeszkedik bármilyen épület típushoz, mérettől és funkcionalitástól függetlenül.

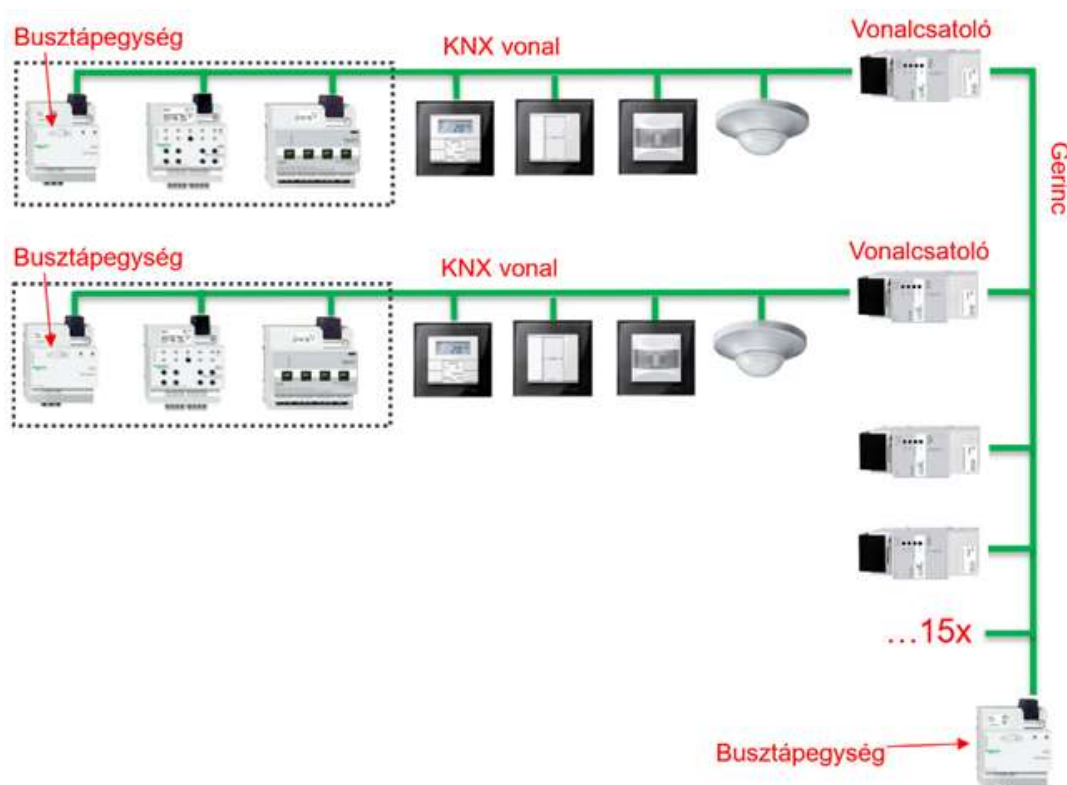


KNX aktorok és szenzorok

Az egy KNX készülékek egymással KNX buszon kommunikálnak, melynek fizikai közege a KNX minősített J-Y(ST)Y 2x2x0.8 buszkábel. A kábel fekete és piros vezetékét használjuk a készülékek tápellátásának biztosítására, valamint a kommunikációra.

Az egyes készülékek - felprogramozásukat követően - közvetlenül kommunikálnak egymással a buszon keresztül, így központi egységre a rendszerben nincs szükség, mely nagyban növeli a rendszer megbízhatóságát, üzembiztonságát a centralizált megoldásokkal szemben.

Minden egyes KNX vonal egy KNX tápegységgel kerül megtáplálásra. A busztápegység biztosítja a tápellátást a KNX vonalra csatlakozó készülék számára. A különböző vonalakat KNX vonalcsatlók és KNX gerinckábel kötik össze, melyet szintén busztápegységgel szükséges ellátni.



KNX rendszer architektúrája

Sok esetben van szükség arra, hogy a KNX készülékek más rendszerekkel is képesek legyenek kommunikálni. Számos olyan átjáró készülék érhető el, aminek a segítségével a KNX rendszer képes kapcsolódni például Modbus vagy BACnet hálózatokhoz is, így szervesen együttműködhet az alapvetően BACnet kommunikációt alkalmazó épületgépészeti automatika rendszerekkel (így a DDC vezérlőkkel) is. Ennek köszönhetően a két rendszer számos hasznos információt adhat át egymás számára a működés optimalizálására, a komfortszint növelésére és az energiafelhasználás

csökkentésére. A kapcsolódásnak köszönhetően lehetőség van a különböző rendszerek egyetlen központi felügyeleten való megjelenítésére is, hatékonyá téve ezzel az üzemeltetők munkáját.



Webes vizualizáció és protokoll átjárás egyéb rendszerek irányába

3.5. Felügyeleti megoldások



Balra: SCADA rendszer, jobbra: Érintőképernyős HMI készülék

Mit jelent a SCADA és a HMI? Mi a különbség közöttük? Melyiket hol érdemes használni?

Egy modern érintőképernyős HMI (Human-Machine Interface) azaz ember-gép interfész elsősorban egy terepi alkalmazásra szánt eszköz, amit a technológiai folyamatokhoz és gépekhez közel célszerű elhelyeznünk. A HMI-ken klasszikus vezérlőszekrény ajtóba fűrt gombokhoz, kapcsolókhoz és lámpákhoz hasonló funkciójú, csak éppen grafikusán ábrázolt gombok lesznek, melyekkel a helyszínen be lehet avatkozni a folyamatokba, valamint alapszintű állapot-visszajelzést olvashatunk le róluk. Egy HMI készülékkel jellemzően nem lehetséges az adatrögzítés, illetve nem lehet velük üzemszerűen más vezérlőkhöz és technológiákhoz csatlakozni, hogy azokat távolról felügyelni tudjuk. HMI-ket a vezérlőszekrények ajtajára rögzítve célszerű alkalmaznunk olyan helyeken, ahol már annyira összetett és szerteágazó egy épületgépészeti vagy technológiai rendszer, hogy azt egyszerű jelzőlámpás visszajelzéssel és klasszikus kapcsolókkal már nem lehet átláthatóan kezelni.

Egy SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) rendszer ezzel szemben sokkal átfogóbb funkcionalitást céloz meg. A SCADA megoldások jellemzője, hogy vizualizációjuk nagyon részletes, rajtuk a felügyelt berendezések és folyamatok állapota, azok minden érzékelőjük értékével meg van jelenítve. Egy SCADA rendszer egyidőben ad lehetőséget a rendszerekbe távolról beavatkozásra mely közben magas mintavételi sűrűséggel adatgyűjtést és rögzítést is végez, amit ember számára is jól értelmezhető grafikonokon tud megjeleníteni. SCADA felügyeletet olyan épületekbe és gyártócsarnokokba érdemes telepíteni, ahol széles technológiai spektrumot kell egyidőben felügyelni és összehangoltan működtetni az üzemeltetőknek.

4. Épületgépészeti automatika, világítás- és árnyékolásvezérlés, energiamenedzsment rendszertervezése

Az egyes épületgépészeti és villamossági rendszerek működésének összehangolásával egyszerre növelhető az épületben a komfortszint és az energiahatékonyság, ezzel arányosan az épület ingatlanpiaci értéke és fenntarthatósága.

Ezzel a területtel foglalkozó mérnökként kiemelt feladatunk, hogy már az épület tervezési fázisában egymással összehangolható alrendszereket válasszunk ki. A világítási és árnyékolási alrendszernek például szoros összhangban érdemes működniük, hiszen azok akár egymás kárára is dolgozhatnak: gondoljunk csak a nyári napsütésben teljesen leengedett árnyékolók okozta sötétségre, majd az ennek hatására 100%-os fényerősségen felkapcsolódó világításra. Így az árnyékoló és a hőmérséklet-szabályozó rendszer összehangolt működése, ami még a gépésztervezők munkájában is releváns lehet, például a hűtési rendszer méretezésekor.

Az épületeink komfortterei jellemző energiafogyasztás jelentős részét ugyanis a hűtési, fűtési, légtechnikai és világítási rendszer által elhasznált termikus és villamos energia teszi ki. Ezért kiemelten fontos, hogy ezen a területen is kiaknázzuk az elérhető energiahatékonysági lehetőségeket.



Tipikus Building Management System (BMS) funkciók

A belső terek hőmérséklete és levegőminősége közvetlen hatással vannak a bent dolgozók egészségére. A komfortelméleti alapokból következik, hogy a megfelelő szabályozás növeli a produktivitást, és csökkenti a megbetegedések okozta távolléteket.

Egy szálloda esetében pedig a megfelelő hőmérséklet- és levegőminőség-szabályozás nem csak az energiahatékonyság miatt fontos: a vendégek elégedettsége közvetlen hatással van az értékeléseikre, ezáltal a vendéglátóhely megítélésére és forgalmára.

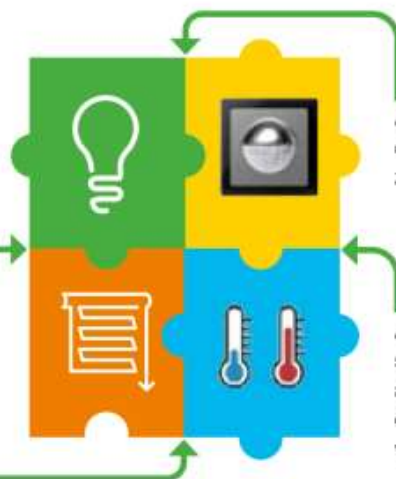
Az emberek komfortszempontjain túl számos ipari alkalmazás követel meg stabil hőmérsékleti és egyéb levegőminőségi paramétereket. Kiemelhetők ezen a területen

például a gyógyszergyárak, ahol a gyártási minőségbiztosítás elengedhetetlen része a gondos környezeti monitorozás. Az ideális értékek biztosításához üzembiztosan működő érzékelő, beavatkozó és szabályozó készülékekre, valamint kiterjedt felügyeletre van szükség.

Alkalmazási példák

A világítási és árnyékolási rendszer egymással összehangolva energiahatékony módon biztosítja a megfelelő szintű fényerősséget és komfortot.

Az árnyékolók a fényerősség szabályozása mellett kiemelt szerepet töltenek be a hűtési és fűtési rendszer működésében is.



A jelenlét alapú világításkapcsolás széles körben alkalmazott, közismert megoldás.

A jelenlétérzékelőket a világítási rendszer mellett hatékonyan alkalmazhatjuk a hűtés, fűtés és légkezelés energiahatékony vezérlésére is.

Az intelligens világítási és árnyékolási rendszer kiépítése az épület felhasználói mellett a kivitelezők számára is rengeteg előnyt nyújt: az egyes lámpák és árnyékolók vezérlése buszos (KNX-DALI) rendszerben történik, így a fali nyomógombok funkciója, a jelenlétérzékelők beállításai, valamint a világítási és árnyékolócsoporthoz utólag, programozással kerülnek meghatározásra, és bármikor könnyedén módosíthatók - meggyorsítva ezzel a tervezést és alkalmassá téve a rendszert a kivitelezés utolsó pillanataiban történő változtatások, vagy akár a már üzemelési időszakban történő átalakítások hatékony kezelésére.

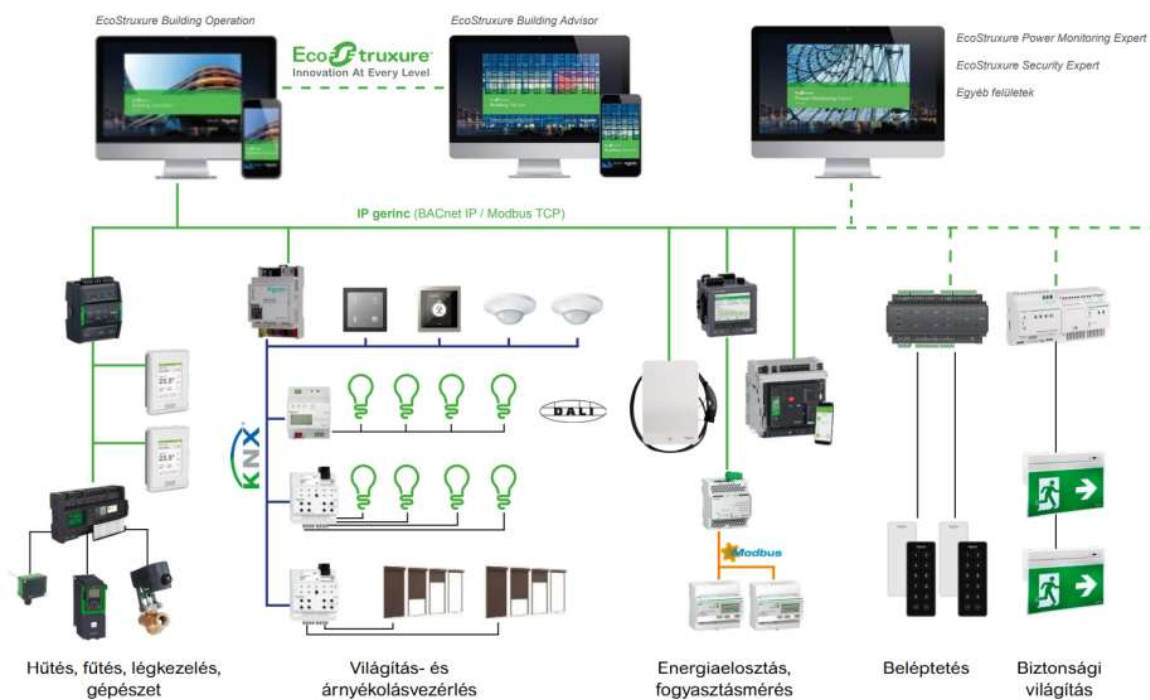
4.1. Rendszerarchitektúrák

Tekintsük át egy tipikus épületautomatikai rendszer felépítését. Az alábbi ábrán egy három szintből álló automatizálási sémát láthatunk:

Legalul a kommunikáció képes érzékelők és beavatkozó eszközök vannak a hierarchiában úgy, mint hőmérséklet és páratartalom érzékelők, levegőminőség érzékelők, szelepmozgató motorok, frekvenciaváltók, világítás és árnyékolás vezérlők, nyomógombok, fogyasztásmérők, kártyaolvasók.

Feljebb haladva helyezkednek el a központosított logikai vezérlők, így a PLC/DDC készülékek, logikai egységek, átjáró és I/O modulok, melyekben összefutnak az alsóbb szinteken lévő készülékek információi és vezérlő jelei, és így fogja azokat az BMS programozó által írt applikációs program szerint önállóan vezérelni.

A legfelső szinten a felügyeleti és analitikai szoftvereket találjuk, melyekkel vizualizálni tudjuk az épület gépészeti és villamos felépítését, alaprajzokon tudjuk megjeleníteni a komfort terek állapotát. Ezekkel betekintést adhatunk a BMS rendszer folyamataiba az üzemeltetőknek, és megfelelő jogosultsági szintek mellett a belső változók - például hőmérséklet alapjelek és karakterisztikák - felülírását is biztosítani tudjuk, továbbá mesterséges intelligencia alapú algoritmusokkal üzemeltetési és energiahatékonysági javaslatokat generálhatunk.

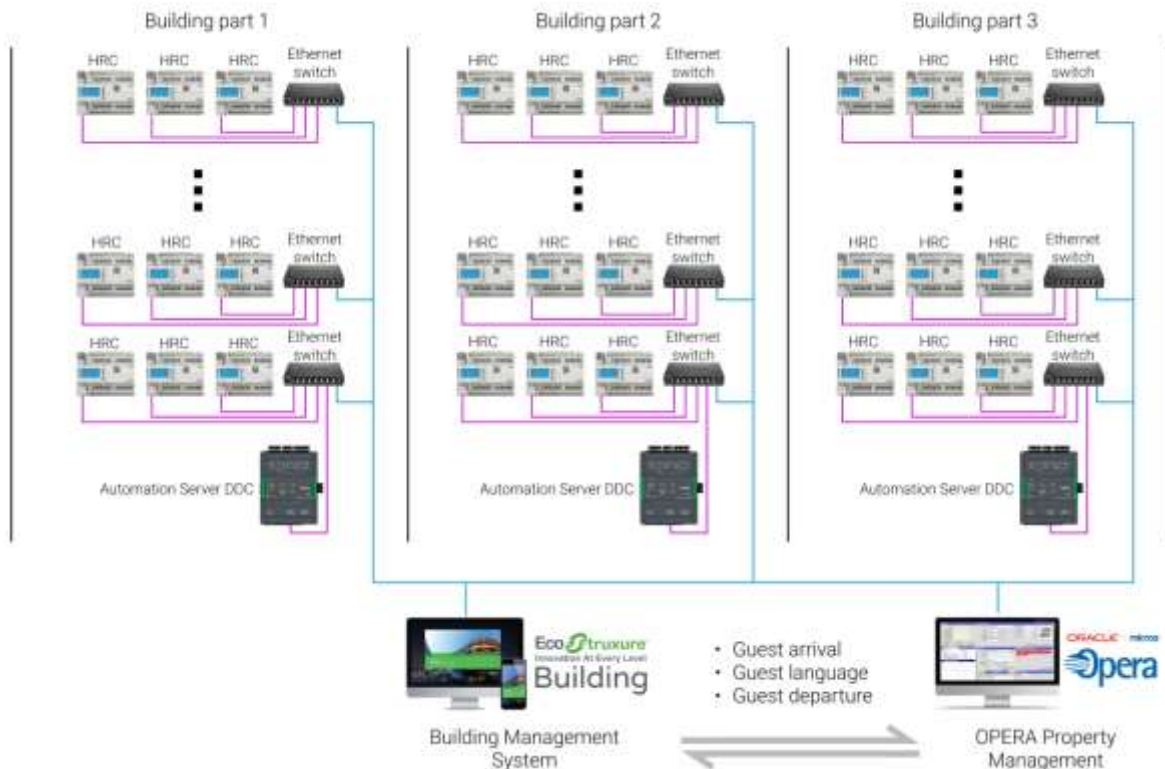


Integrált gépészet, világítás/árnyékolás, energiamenedzsment, és egyéb gyengeáramú alrendszerek

Bal oldalon az alapvető épületgépészeti funkciók működtetéséért felelős ágot láthatjuk, melyeket a központi DDC vezérlő kezel. Mivel a DDC készülékek kapacitásai is végesek, bizonyos adatpontszámok felett több vezérlőt kell majd alkalmazni ebben az ágban. Ennek érdekében a DDC-ket is hierarchikusan egymással egy szinten, vagy egymás alá rendelve is kiépíthetjük.

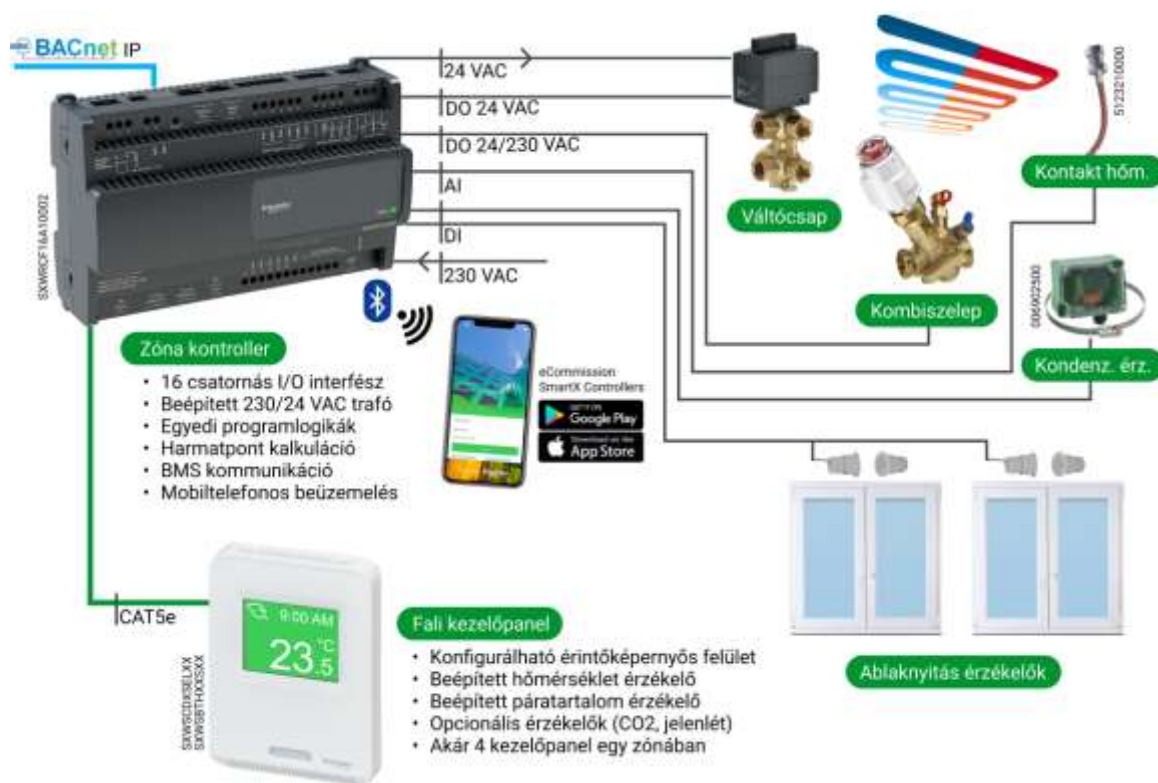
Utóbbira költségoptimalizálás miatt lehet szükség: Egyes alap logikai funkciókat az egyszerűbb kivitelű, szűkebb eszközkészletű vezérlők is el tudják látni (pl. légkezelőgép autonóm működtetése, szobai vezérlések), de ha sok hasonló gép vezérlésébe egy magasabb rendű funkció adatait is szeretnénk bevonni (pl. internetes időjárás adatok, teljesítmény allokációs Microgrid integráció, szállodai szobafoglalási adatok) akkor ezt célszerű egy ilyen szolgáltatásokra kihegyezett, komplexebb DDC-ben megtenni és abból az adatokat továbbítani az alárendelt vezérlőknek.

Alább láthatunk egy példát az így alárendelt Hotel Room Controller-ek (más funkciójú épületekben Individual Room Controller-ek) csillagpontos Ethernet topológiát követő kiépítésére, ahol BACnet IP protokollon keresztül történik az információcsere a készülékek között.



Egyedi zónavezérlés ethernet architektúrája alárendelt IRC/HRC vezérlőkkel

Tovább haladva a szobai szintre nézzük meg először az IRC megoldás komfortzónán belüli elemeit. Mivel itt egy szabadon programozható szobai vezérlővel dolgozunk, a széles I/O csatornaszámnak köszönhetően kényelmesen fogunk tudni vezérelni például felület fűtő/hűtő megoldásokat is. Jegyezzük meg, hogy ennél a megoldásnál az logika nem a fali kezelőpanelben, hanem a szobai kiselosztóban lévő vezérlőben fut.



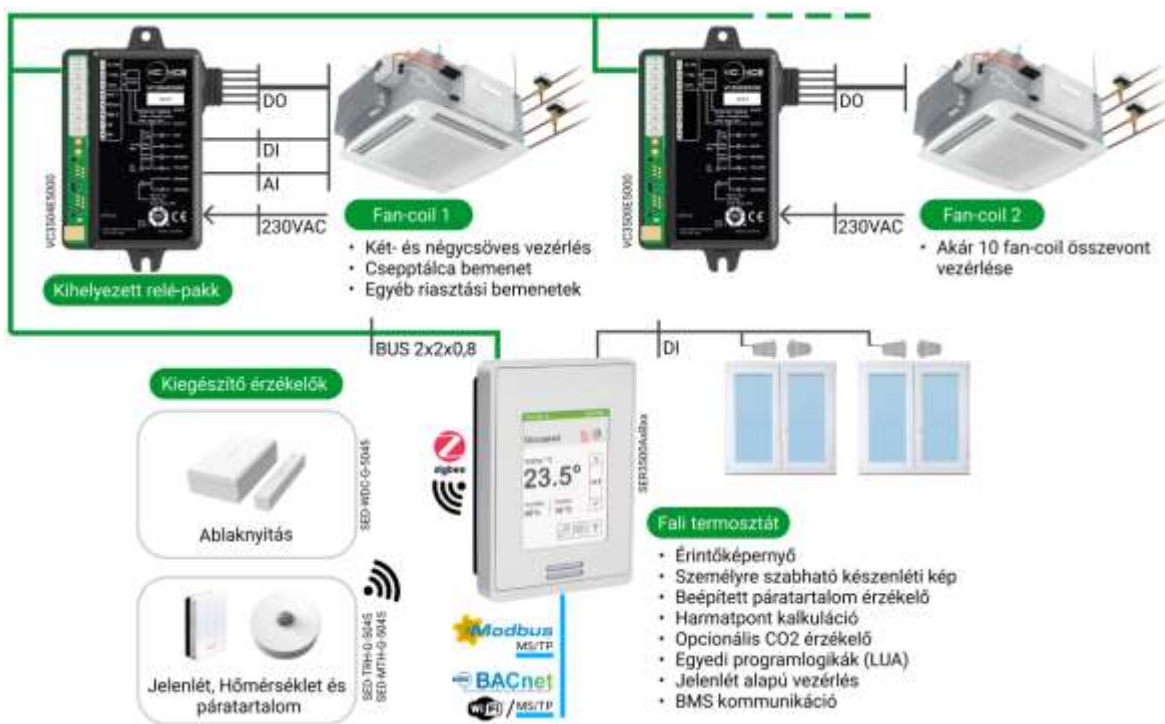
Felület fűtés/hűtés vezérlő zónavezérlő megoldás BACnet integrációs lehetőséggel

A szobai célú vezérlőket általában minden egyes szabályozott zónához ki kell építenünk, és érvényesíteni kell az egy vezérlő / zóna elvet, amivel minimalizálni lehet az esetleges meghibásodások miatt a hibával érintett területeket.

Sajnos a szűkös átadási határidők és az egyre dráguló munkadíjak tükrében figyelnünk kell a tervezett rendszer üzembehelyezésének hatékonyságára is. Célszerű ezért olyan vezérlőket választani, amelyekhez nem feltétlenül szükséges klasszikus számítógéppel vagy lappal csatlakozni, hanem az elektromos bekötés és felkapcsolás után akár okostelefonnal is felölthetjük rá az előre elkészített applikációs programot.

Másik megközelítés lehet az IRC vezérlők helyett, ha egy az alábbi ábrán látható BACnet és Modbus kommunikáció képes fali termosztátot használunk, amivel elsősorban a fan-coilokat és klímagerendákat tudjuk majd vezérelni.

Ennél a termosztát típusnál az intelligencia és a felettes BMS kommunikáció a fali kezelőpanelben található, míg a fűtő/hűtő berendezések mellé egy egyszerűbb relé-pakkot helyezünk ki. A Relé-pakkok saját kommunikációs buszon kapják a vezérlési utasítást a termosztáttól, mellyel így akár tíz fan-coilt is tudunk vezérelni körülményes, egyedi gyártású elosztódobozok nélkül.

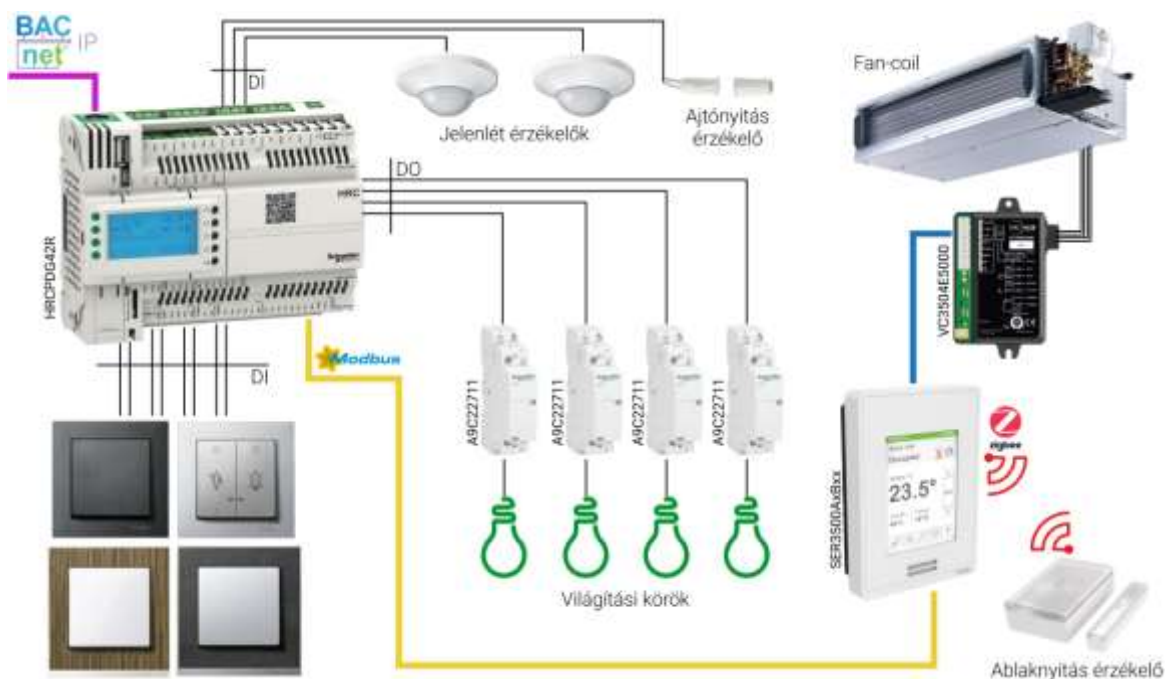


Fan-coil csoportvezérlő megoldás Modbus és BACnet integrációs lehetőséggel

Itt emelhetjük ki a Zigbee protokoll hasznosítási lehetőségeit, ugyanis sok kábelezési költségek spórolhatunk, ha az ablaknyitás érzékelőket, jelenlét érzékelőket, kihelyezett hőmérséklet és páratartalom érzékelőket nem vezetékkel, hanem ezzel a rádiós megoldással csatlakoztatjuk az intelligens termosztáthoz. A termosztát Zigbee koordinátorként képes hálózatba szervezni a hozzá csatlakozó érzékelőket és azok jeleit helyi szinten ki is értékeli, a fűtés/hűtést pedig ezeknek megfelelően szabályozni tudja.

Hogy teljesebb legyen a megoldási lehetőségekről alkotott képünk, vizsgáljuk meg egy HRC vezérlővel megoldott zónavezérlést, amely az előző két architektúra érdekes keveréke lesz.

A Hotel Room Controller képében egy IRC-hez hasonló, BACnet IP-n kommunikáló készüléket teszünk a szobai elosztószekrénybe, így teremtve kapcsolatot a felettes BMS és a szigetüzemben is vezérelt szoba között. A HRC önmagában nem végez fűtés/hűtés vezérlést, erre egy maga alá rendelt termosztátot kell használnunk, így a BMS és a szoba fűtés/hűtése között a HRC lényegében egy Ethernet átjáróként funkcionál. Mégis mi akkor a hozzáadott értéke egy ilyen megoldásnak? A válasz a DDC rendszerágban ritkábban előforduló árnyékolás és világításvezérlési funkciók lesznek, amiket a HRC széles I/O csatornáival és előre elkészített célprogramjaival tudunk kiszolgálni. Klasszikus nyomógombokat digitális bemenetekre kötve tudjuk előhívni az beállított világítási képeket, de akár az ajtónyitás érzékelő jelére is előhívhatunk egy üdvözlő világítási képet, ha előtte a jelenlétérzékelők szerint nem tartózkodott vendég a szobában.



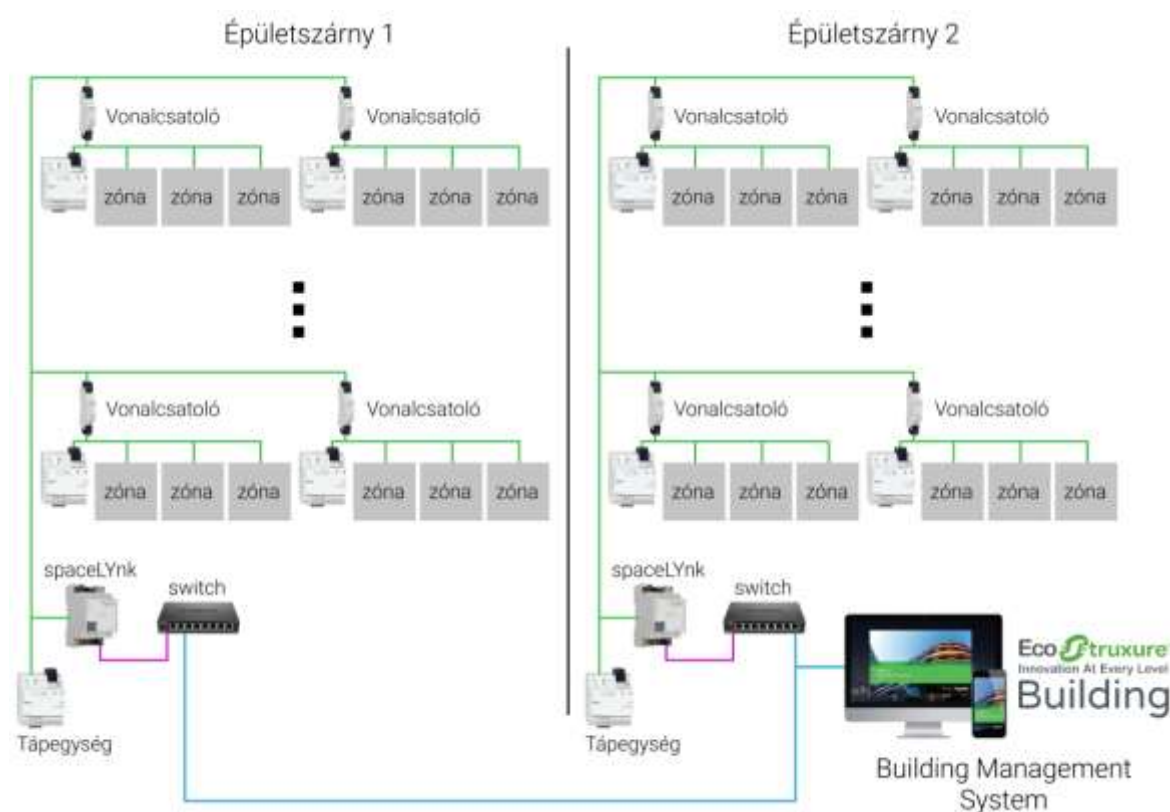
Hotel Room Controller (HRC) zónavezérlő megoldás vendégszobai világításhoz és fűtés/hűtéshez

Szállodaüzemeltetők számára kiemelt hozzáadott értéke lehet az elektronikus „Ne zavarjanak” és „Takarítást kérek” (DND/MUR) funkcióknak is, amiket a HRC segítségével a BMS rendszernek továbbítunk, s akár egy takarítói pihenőszobában elhelyezett monitoron értesíthetjük a személyzetet a vendégszobák állapotáról.

Közös tervezői és beruházói döntés kérdése, hogy az egyes komfortzónák fűtés/hűtés vezérlése az előbbieken tárgyalt a DDC rendszerágban lesz-e megvalósítva, vagy pedig már egy KNX-es ágban, mellyel a zónák fűtés/hűtés szabályzása mellett a világítás és árnyékolás vezérlés még egyszerűbben és rugalmasabban megvalósítható.

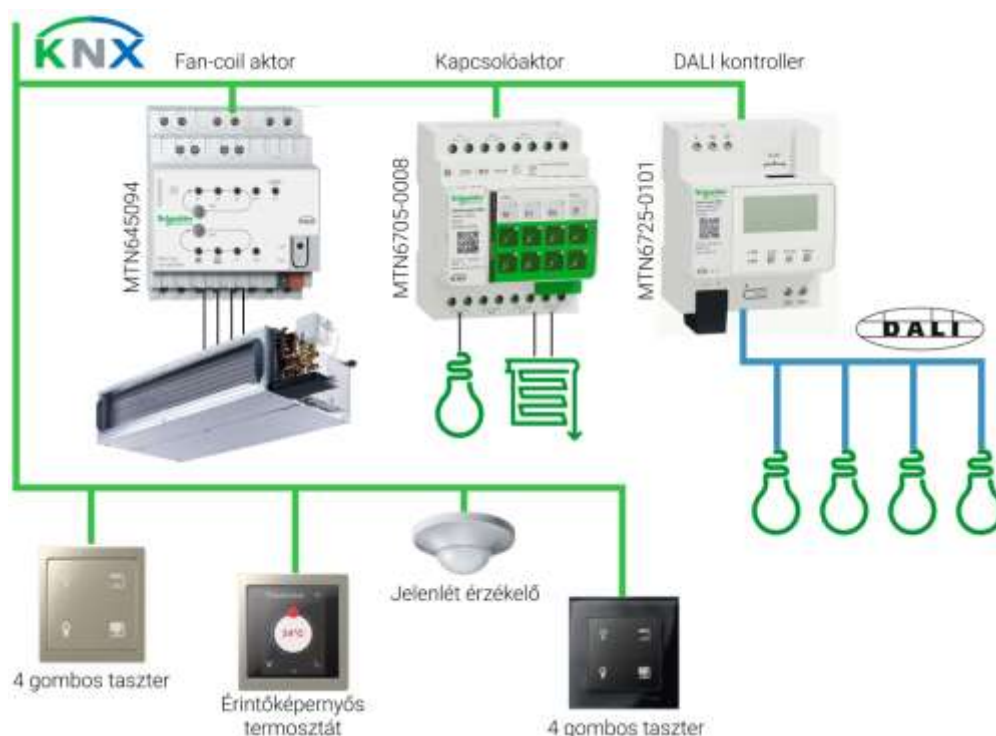
Ezen az ábrán egy irodaépület KNX-el megoldott zónaszintű automatika felépítését láthatjuk, ahol több szobát egy közös KNX vonalra helyezünk, majd így kialakult vonalakat vonalcsatolókkal épületszárnyakként egy gerincre ültetjük. Ezután a KNX tartományba már csak egy KNX/BACnet átjáró készüléket kell beterveznünk, ami Ethernet alapon fogja összekapcsolni a legfelsőbb BMS felügyeletet a komfort terek vezérlésével.

Vegyük észre, hogy ez az architektúra már egy beruházási költség szempontjából optimalizált megoldás, hiszen nem hozunk létre minden egyes szobában önálló, szigetüzemre is képes vezérlést, hanem a szobák közti közös KNX vonal miatt egy tápegységgel több zónát szolgálunk egyszerre.



Tipikus épületszintű KNX architektúra két különálló tartománnyal és BMS

Vizsgáljuk meg az előbbi architektúrában látható zónák egy jellemző konfigurációját.



Zónaszintű KNX architektúra fan-coil vezérléssel, árnyékoló mozgatással, kapcsolt és DALI világítással

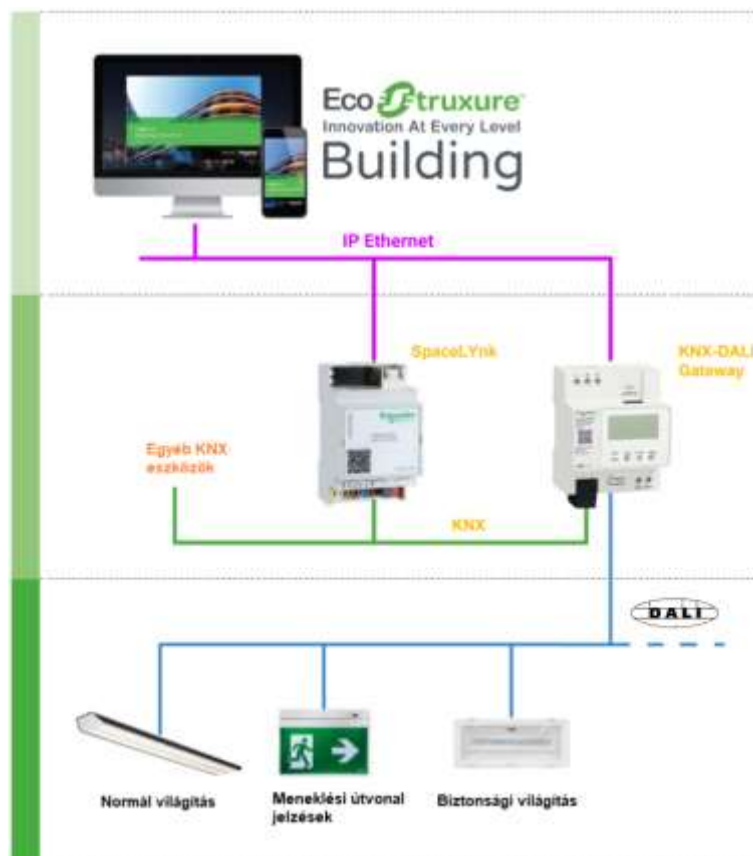
Természetesen a zónákban elhelyezett kisebb elosztószekrényekben, vagy a nagyobb szinti elosztókban lévő aktorokat és a terepi érzékelőket / nyomógombokat ugyan azzal a KNX-re jellemző kábelezési topológiával fogjuk tudni felfűzni, mint amit már teljes épület kábelezési architektúrájánál is használtunk. A KNX vonali kábel szabad felfűzési és csillagpont elágazásait kihasználva kell törekednünk az szobai alaprajzhoz optimális nyomvonalak megtalálására.

Ebben a mintazónában a fűtés/hűtés kiszolgálására egy kétcsöves fan-coil lett beépítve, amihez egy fan-coil vezérlő aktort kell az elosztóba terveznünk. Az árnyékolás és a kapcsolt villamos körökhöz egy kombinált árnyékoló/kapcsoló aktort érdemes választani, amivel két funkciót is kiszolgálhatunk egyetlen készülékkel. Nagyobb darabszámú és fényerőszabályozható világítótesteknél felmerülhet a DALI előtétes lámpák alkalmazása, amit gond nélkül működtethetünk KNX oldalról egy KNX/DALI vezérővel. Ilyen vezérőkből akár kettő DALI csatornás típusokat is találhatunk a piacon, így akár 128 lámpát is vezérelni tudunk egyetlen KNX-es aktor segítségével.

Terepi oldalra a szoba követelményei szerint válasszunk nyomógombos vagy érintőképernyős fali tasztereket, illetve mennyezeti jelenlét érzékelőket.

Közcélú épületekben elengedhetetlen a biztonsági világítási rendszer kiépítése is, melynek követelményi részleteit nem tárgyaljuk ennek a segédletnek a kereteiben, de feltárjuk a BMS rendszerrel összekapcsolási lehetőségeit, amivel tovább növelhetjük az épületek üzemeltetési hatékonyságát.

A korszerű biztonsági világítótestek és menekülési útvonaljelző lámpák belső diagnosztikai és buszkommunikációs funkciókkal készülnek, a kommunikációs interfészük pedig jellemzően szintén a DALI protokollt használja.

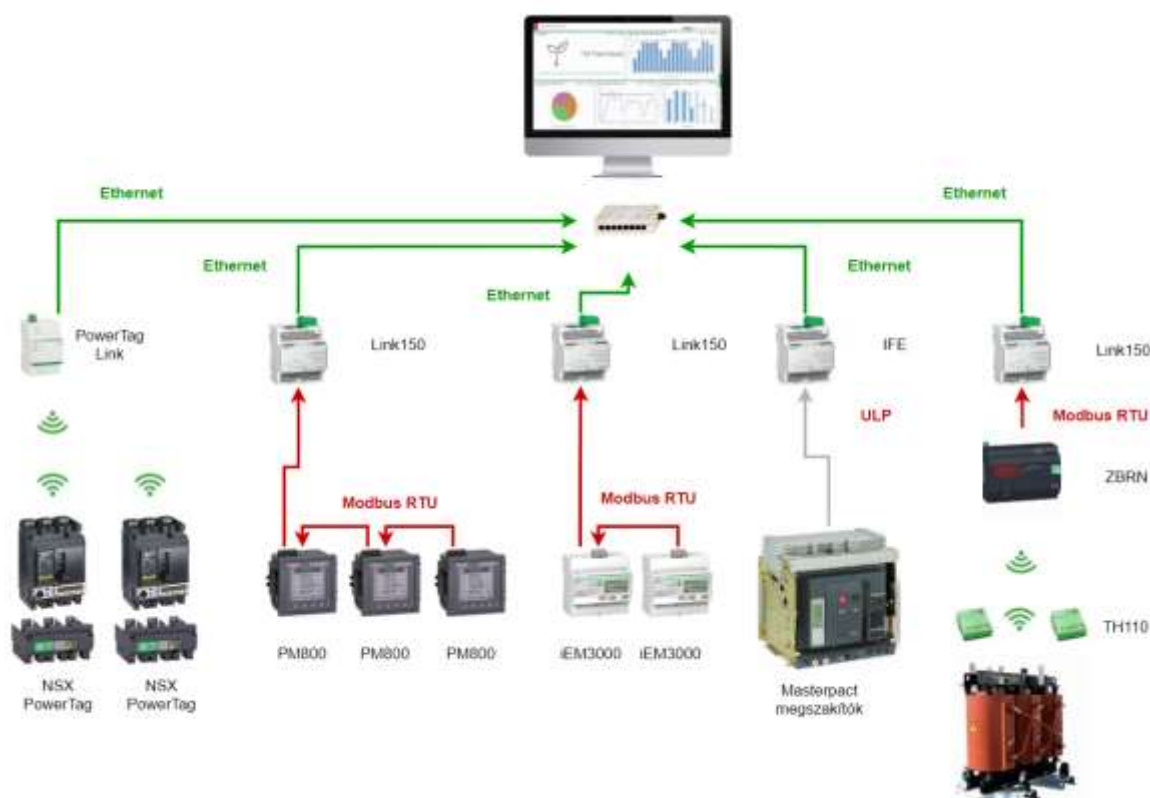


Általános és biztonsági világítás célú lámpák közös DALI buszon

Automatika tervezőként tehát a feladatunk, hogy ellenőrizzük a biztonsági világítótestek és a KNX/DALI vezérlők adatlap szintű kompatibilitását, alakítsunk ki a protokollok limitációi szerint lámapcsoportokat, válasszunk elegendő számú és csatornájú KNX/DALI vezérlőt beépített átjáróval, vagy illesszünk be még egy KNX/BACnet átjáró készüléket. Így hatékony megoldást javasolhatunk ezeknek a lámpáknak is a központi felügyeletbe integrálására. A biztonsági világítási lámpák öntesztelésének indítása és az esetleges meghibásodások kijelzése így közös felületen történhet az általános BMS rendszerrel.

Egyszerűbb energiafogyasztás felügyeleti igényeknél lehetőségünk van az általános gépészeti BMS rendszerbe felolvasni és azzal kiértékelni a villamos, víz és hőmennyiségmérők aktuális óraállását. Ezeket az értékeket naplózhatjuk, egyszerűbb diagrammokon ábrázolhatjuk vagy táblázatkezelő programok formátumába exportálhatjuk, mely után bonyolultabb kiértékelési műveleteket is végezhetünk az adatokon.

Szélesebb energiafelügyeleti igényeknél, úgy, mint feszültség minőség és hálózati veszteség monitorozás, megszakító berendezések állapotdiagnosztikája, valamint fogyasztásmérési jogszabályi kötelezettségeknek való teljeskörű megfelelésre törekedve javasolt azonban egy teljeskörű Energiamenedzsment rendszert is kiépíteni párhuzamosan az épületautomatizálási rendszerrel. Egy ilyen EMS rendszer tipikus felépítését szemlélteti az alábbi ábra is.



A gépészeti automatika BMS-től elkülönített Energiafelügyeleti architektúra

Láthatjuk, hogy az elosztószekrényekben lévő villamos fogyasztásmérők adatai soros Modbus-on (RS485) keresztül olvashatók ki így, hogy azokat a felügyeleti számítógépbe továbbítsuk Modbus MSTP/TCP átjárókat kell alkalmaznunk. A számítógépbe megérkező fogyasztási, minőségi és kondíció adatokat pedig egy erre a célra specializált energiamenedzsment szoftverrel (pl. EcoStruxure Power Monitoring Expert) fogjuk kiértékelni. Az ilyen és ehhez hasonló komplex energiamenedzsment

szoftverek nem az épület energiahatékonysági követelményeinek betartását, vezérlését, hanem annak alapos és mindenre kiterjedő monitorozását látják el.

A helyi felügyeleti rendszereknek köszönhetően lehetőségünk van a készülékekből kiolvasott információk tárolására, megjelenítésére és feldolgozására. Az információk megfelelő feldolgozása által csökkenthetjük leállások számát, nem várt karbantartási költségeket, valamint a villamos berendezések meghibásodásának valószínűségeit, ezzel pedig növelhetjük villamos hálózat stabilitását, biztonságát és optimalizálhatjuk működési folyamatokat. Az üzemeltetési csapat számára pedig olyan információkat biztosíthatunk, amelyek hozzásegítik őket az épületben működő és energiát használó folyamatok teljes megértéséhez.

Több bérlő által használt épületben fontos követelmény az egyes bérlemények energiafogyasztásának lehető legpontosabb mérése és a fogyasztás alapú elszámolás. Az energiamenedzsment szoftver időszakos jelentések formájában, digitálisan aláírt fájlokba nyomtatva képes számlázási adatot szolgáltatni az elszámolásokhoz. Ennek segítségével még tovább növelhető a felhasználók energiatudatossága és ösztönözhető a takarékoságuk.

5. Energiahatékonysági megfontolások az épületautomatika területén

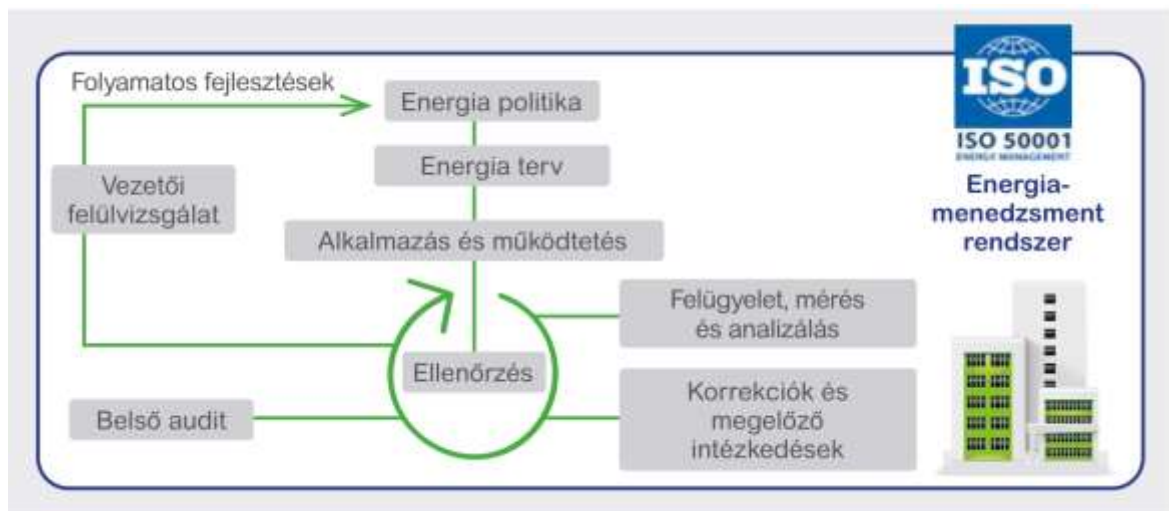
5.1. Energiairányítási szabványok

Az először 2011-ben kiadott ISO 50001 jelű szabvány fontos követelményeket fogalmaz meg a gazdálkodó szervezetek energiamenedzsment rendszereinek kialakításához, fenntartásához és fejlesztéséhez. A követelményrendszer célja, hogy a vállalatok energiateljesítményének folyamatos fejlesztése biztosított legyen, így azok működésük során arányaiban csökkenteni legyenek képesek az energiafelhasználást és az ezzel járó negatív finansiális és környezeti károkat.

A szabványnak való megfelelés főbb lépései:

- Folyamatos fejlesztés: A szervezetnek folyamatosan fejlesztenie kell az energiamenedzsment rendszer alkalmasságát, megfelelőségét és eredményességét. A szervezetnek biztosítania kell az energiagazdálkodási teljesítmény folyamatos javulását.
- Tervezés: A szervezetnek figyelembe kell vennie az energiagazdálkodás teljesítményének javítási lehetőségeit, és az olyan új, módosított és felújított létesítmények, rendszerek és energiahasznosító folyamatok tervezésének a felügyeletét, amelyek jelentős hatással lehetnek az energiagazdálkodásra.
- Teljesítményértékelés: A szervezetnek meg kell határoznia az energiagazdálkodási teljesítmény és az energiamenedzsment vonatkozásában, hogy mely rendszerelemeket szükséges figyelemmel kísérni és mérni, hogy az energiagazdálkodási célok teljesítése kimutatható legyen.

Az ISO 50001 sikeres alkalmazásával a szervezetek csökkenthetik a fosszilis energiafüggésüket, így a károsanyag kibocsátásukat is, ami elengedhetetlen az Európai Parlament és Tanács 2012/27/EU energiahatékonysági irányelveinek teljesítéséhez, mely értelmében 2030-ig legalább 32,5%-os energiahatékonyság növekedést kell elérniük a tagállamoknak. [7]



Az ISO 50001 módszertana [4]

Épületautomatikai tervezőként fontos feladatunk a szabvány céljait szolgáló mérő és elemző hálózat tervezése, mellyel a BMS által vezérelt gépészeti berendezések és technológiák fogyasztásmérését, teljesítményük elemzését lehet végezni. Ennek a tervezésnek magában kell foglalnia a fogyasztásmérő készülékeken túl az azok adatait összegyűjtő és kiértékelő mögöttes rendszerét is, máskülönben a nagy mennyiségű adatok manuális feldolgozása, azokból optimalizálási következtetések levonása közel lehetetlenné válik.

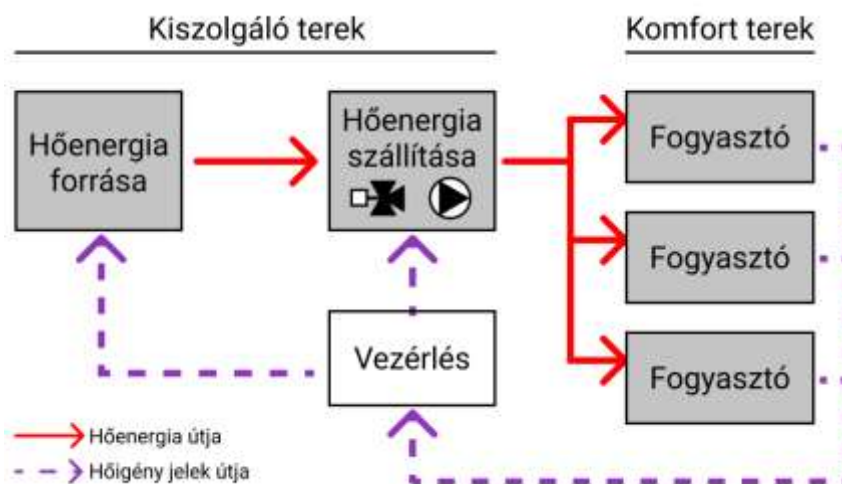
Fontos kiemelni, hogy a fogyasztásmérő berendezések nem korlátozódhatnak csupán a villamos fogyasztás mérésére, amennyiben az épület a hőenergiát nem közvetlenül elektromossággal állítja elő. Ilyen esetekben mindenképp mérnünk kell a további energiahordozókat is, így a távhő vagy földgáz fogyasztást is. Az egyes fűtési/hűtési körök hőenergia felhasználását hőmennyiség-mérőkkel vizsgálhatjuk, melyekből szintén rendelkezésre állnak szabványosított kommunikációképes távolról is leolvasható típusok.

5.2. Energiahatékonysági szabványok és rendeletek

Az épületek energiafelhasználásának és az ehhez kapcsolódó károsanyag kibocsátásának jelentős részéért azok fűtése/hűtése és világítása a felelős. Az így létrejövő energetikai jellemzők meghatározására a 7/2006. (V.24.) TNM rendelet szabályait kell követnünk.

Szerencsére ma már kifinomult műszaki lehetőségeink vannak, a rendelet automatikát érintő követelményeit teljesíteni tudjuk. Ilyen lehetőség például az automatizáltsági színvonal növelése, illetve az egyes rendszerek működésének hatékony összehangolása.

A vonatkozó alkalmazások hatékonyságát ráadásul nemzetközi szabvány vizsgálja és értékeli: Az MSZ EN 15232 szabvány az épületek energiahatékonysági besorolását végzi el az épületautomatizáltság szintje alapján: azt vizsgálja meg különböző típusú épületekben, hogy az egyes automatizálási rendszerek komplexitását növelve, illetve azok működését egymással összehangolva milyen szintű megtakarítások érhetők el az energiafelhasználás csökkenésének köszönhetően.



Hőenergia igény alapú előállításának modellje MSZ EN 15232 alapján [5]

A szabvány modelljében komfort terekben lévő fogyasztóknak hőigény jelzéseket kell előállítaniuk, mely érkezhetsz a szoba fűtésért/hűtésért ellátó berendezéstől, vagy annak termosztátjától. A szükséges hőenergiát csak akkor állítjuk élő és továbbítjuk a fogyasztóknak, amikor azok ez irányú igényüket jelezték. Ez a modell nem csupán hőenergiára értelmezhető: lehet szó akár szellőztetésről, akár világítás vezérlésről, az energiaforrás és szállító komponensek értelemszerű behelyettesítésével a komforttér összes energiafelhasználását igényalapúvá tehetjük.

Mindezek alapján az MSZ EN 15232 az épületeket „A”, „B”, „C” és „D” automatizáltsági kategóriákba sorolja, és meg is határozza az egyes kategóriákban elérhető megtakarítások mértékét.

Egy „D” kategóriás, napjainkra elavultnak számító épület jellemzői:

- Kézi világításkapcsolás
- Kézi, mechanikus árnyékoló működtetés
- Egész évben konstans hűtési/fűtési előremenő közeghőmérséklet

Egy „C” kategóriába sorolt, ma sztenderdnek számító épület jellemzői:

- Fényerősség manuálisan szabályozható
- Árnyékolók elektromotoros hajtásúak, de kézzel vezéreltek
- Külső hőmérséklet követő fűtési és hűtési közeghőmérséklet előállítás

A „B” kategóriájú fejlett automatikával készült épületek jellemzői:

- Automatikus világításvezérlés és fényerősség-szabályozás
- Időjáráskövető árnyékolóvezérlés
- Egyedi zónaszabályozott hőmérsékletek
- Felügyeletbe kapcsolható, kommunikáló rendszer elemek
- Energiamenedzsment

A különösen magas hatékonyságú „A” kategóriás épületek jellemzői:

- Minden a „B” kategória tartalmából
- Jelenlét alapú világítás-, fűtés/hűtés- és szellőzésvezérlés
- Egymással összehangolt működésű világítás, árnyékolás, fűtés/hűtés és légkezelő rendszer

7/2006. (V.24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról

Különböző automatizáltsági fokozatokkal üzemelő épületek **termikus** energiafelhasználási szorzója, ha referenciának a „C” kategóriát vesszük:

	D	C	B	A
	Nem energiahatékony	Általános hatékonyság	Fejlett hatékonyság	Különösen magas hatékonyság
Irodák	1,51	1	0,80	0,7
Iskolák	1,20	1	0,88	0,8
Kórházak	1,31	1	0,91	0,86
Szállodák	1,31	1	0,85	0,68
Éttermek	1,23	1	0,77	0,68

1. táblázat [5]

Különböző automatizáltsági fokozatokkal üzemelő épületek **villamos** energiafelhasználási szorzója, ha referenciának a „C” kategóriát vesszük:

	D	C	B	A
	Nem energiahatékony	Általános hatékonyság	Fejlett hatékonyság	Különösen magas hatékonyság
Irodák	1,1	1	0,93	0,87
Iskolák	1,07	1	0,93	0,86
Kórházak	1,05	1	0,98	0,96
Szállodák	1,07	1	0,95	0,90
Éttermek	1,04	1	0,96	0,92

2. táblázat [5]

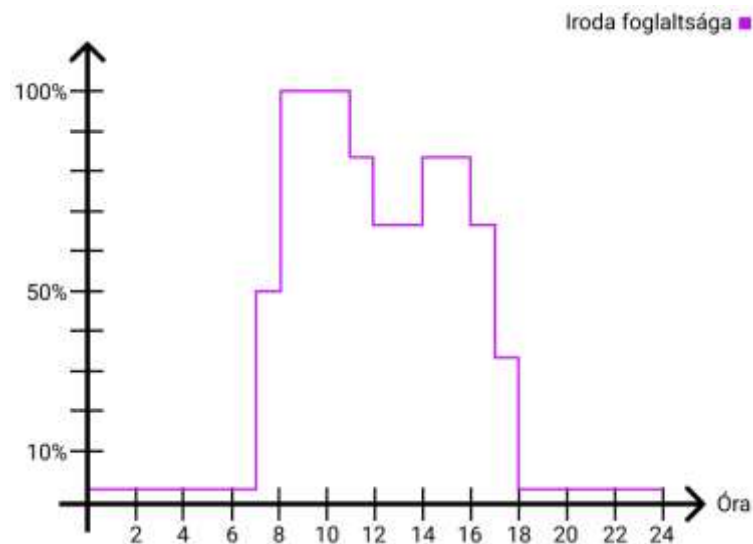
A szabványból származó fenti táblázat-részletekből egyértelműen látható, hogy mind a termikus mind a villamos energiafelhasználásban annál nagyobb mértékben tudjuk fokozni a hatékonyságunkat minél több automatika funkciót tervezünk és építünk be az épületünkbe.

6. Javaslatok a hőmérséklet-szabályozási, világítási és árnyékolási feladatok energiatakarékos megoldására

6.1. Hőmérséklet és szellőztetés szabályzás

Az MSZ EN 15232 szabvány segítségével üzemeltetési szabályokat fogalmazhatunk meg a komfort terek hőmérsékleti és frisslevegő ellátására. A legfontosabb kiindulási alap egy-egy épülettípus energiahatékony üzemeltetésénél az az épület foglaltsága lesz. Meg kell vizsgálnunk, hogy az épületben lévő komfortterekben mely napok mely szakaszaiban, milyen kiterheltséggel tartózkodnak emberek, amit akár valós idejű, érzékelés alapú jelenlétdatokkal, akár a szabvány útmutatásait követve előre programozottan fogunk alkalmazni.

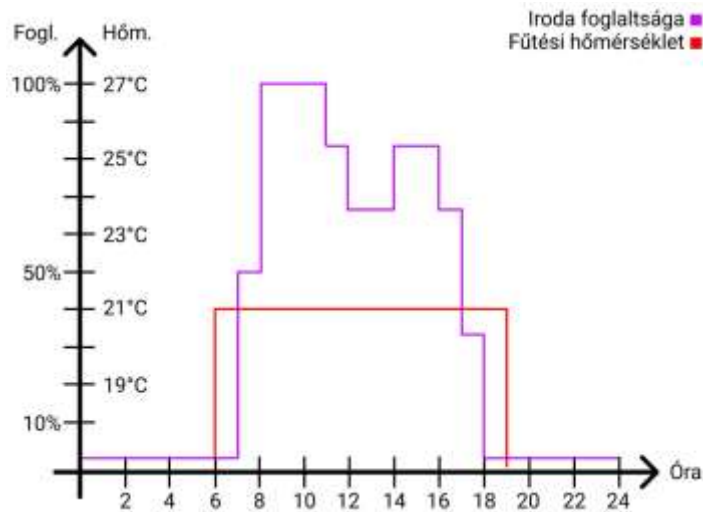
Vizsgáljuk meg egy irodaház szabvány szerinti kiterheltségét:



1. diagram [5]

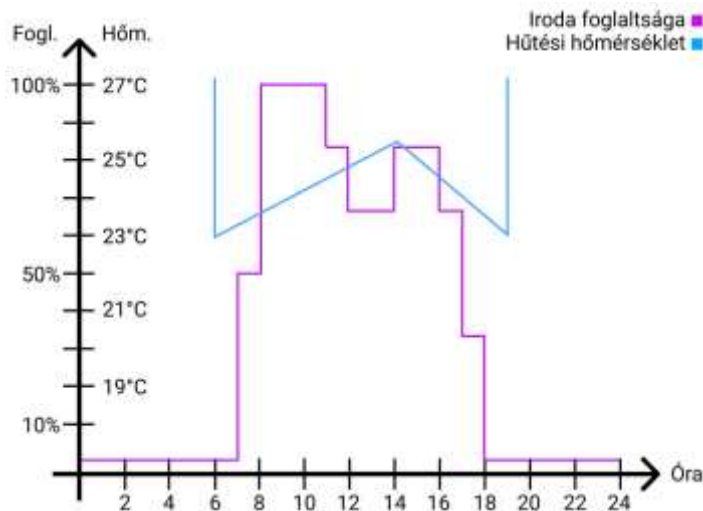
Jól látható, hogy a reggel 7 és 8 óra között megérkező emberek jelentik az első terhelési hullámot, mely aztán gyorsan tovább is szalad, egészen 100%-os kiterheltségig 9 óráig bezáróan. Ezután az ebédszünet miatt fél 12-től kisebb letörést láthatunk, majd a délutáni szegmensre 20%-kal alacsonyabb kiterheltséget várhatunk. 16:30-tól kezdődően pedig jellemzően elkezdene kiürülni az irodaházak.

Most pedig alkalmazzunk egy „A” kategóriás zónavezérlést a szabvány szabályai szerint:



2. diagram [5]

Fűtési időszakban a komfortzónák termosztátjait automatikusan 21°C-os alapjelre kell állítanunk reggel 6 órakor, hogy az első érkező embereket is már kellemes hőmérsékletű terekkel fogadjuk. A fűtést ezek után nem is kell visszaállítanunk a készenléti hőfokra egészen az esti órákig, amikor már az iroda kihasználatlan.

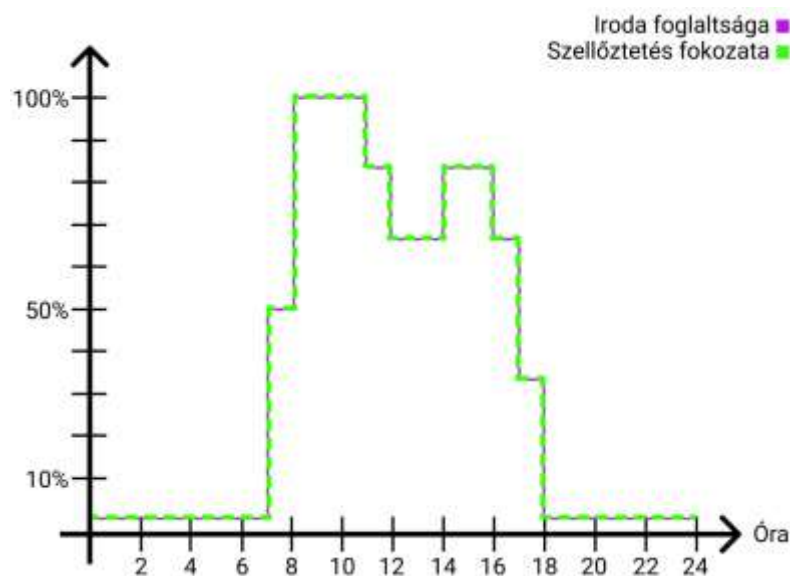


3. diagram [5]

Hűtési időszakban a komfort időablak azonos a korábban megismerttel, de a hűtési hőmérsékletet változtatnunk kell a külső hőmérséklet függvényében, azaz minél magasabb a külső hőmérséklet, annál feljebb visszük az ideálisnak tartott 23°C-ról a beállított alapjelet és követjük a felszökő külső hőmérsékletet. Ezzel nem csak energiát takaríthatunk meg, hanem elkerülhetjük az egészségügyi szempontból veszélyes hőszökkenet hatását is az épületből kifelé- és befelé mozgó embereknek.

Ebben az időszakban gondolnunk kell az automata árnyékoló rendszer adta lehetőségekre is, és ki kell használnunk nagy üvegezett homlokzatú épületeknél az árnyékolás hőszigetelő hatását. Megfelelően megválasztott zsaluzia jellegű árnyékolókkal például a napsugárzás jelentős része visszaverhető anélkül, hogy jelentősen besötétítsék az belső tereket. Ehhez elengedhetetlen, hogy az árnyékoló rendszer ismerje a nap pályáját és pontos pozícióját, így be tudja állítani a lamellákat a megfelelő árnyékolási szögbe. Fontos továbbá, hogy az árnyékoló vezérlőrendszere kapcsolatban legyen a központi BMS rendszerrel, így az akkor tudja aktiválni benne a nem kívánt napsugárzás okozta melegedés elleni alprogramot, amikor valóban hűtési igény jelentkezik a komfortzónákban.

Amennyiben a komfortterekben gépészeti oldalról rendelkezésünkre állnak motorosan változtatható légtömegáramú csappantyúk (VAV), úgy mindenképp az épület kihasználtságának megfelelően kell azokat vezérelnünk. A teljesen kihasználatlannak jelölt órákban adott esetben a légtechnika teljes lekapcsolásával is energiát takaríthatunk meg.

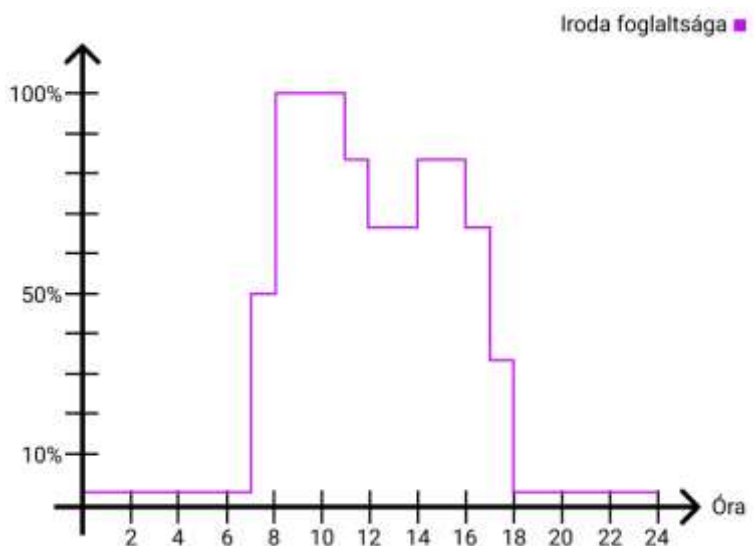


4. diagram [5]

Ezek a részletezett hőmérséklet- és szellőztetésszabályzási funkciók megvalósíthatók a korábbiakban vázolt BMS rendszer kiépítésével. A központi DDC vezérlőben létrehozott idő- és vezérlőprogramok, valamint az üzemeltetők által komfort és energiahatékonysági megfontolások után meghatározott alapjelek szerint automatikusan végrehajtják a szükséges műveleteket a rendszer aktorai és egyéb beavatkozó elemei, természetesen az épületben elhelyezett szenzorok mért értékeit figyelembe véve.

A 15232-es szabvány minden főbb épülettípushoz (iskolákhoz, kórházakhoz, előadótermekhez, szállodákhoz, kereskedelmi épületekhez) meghatároz az irodaházakéhoz hasonló kiterheltségi adatokat, időintervallumokat és javasolt hőmérséklet alapjeleket.

Irodaház kiterheltsége és javasolt fűtés/hűtés alapjelei:

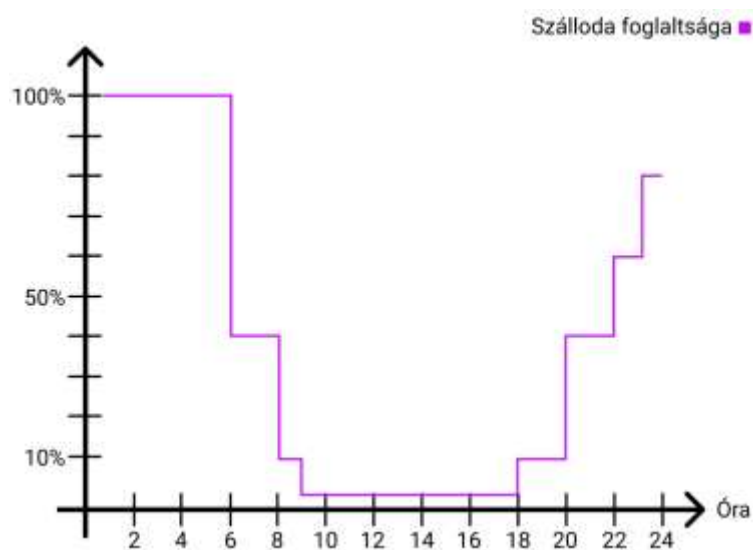


5. diagram [5]

Iroda		D	C	B	A
Fűtés	Alapjelek (°C) Komfort / ECO	22,5	22 / 15	21 / 15	21 / 15
	Komfort időablak	0:00 – 24:00	5:00 – 21:00	6:00 – 20:00	6:00 – 19:00
Hűtés	Alapjelek (°C) Komfort / ECO	22,5	23	23	Időjárás köv.
	Komfort időablak	7:00 – 18:00	7:00 – 18:00	7:00 – 18:00	7:00 – 18:00
Napirend	Munkanap/ Hétvége	5 / 2	5 / 2	5 / 2	5 / 2

3. táblázat [5]

Szálloda kiterheltsége és javasolt fűtés/hűtés alapjelei:



6. diagram [5]

Szálloda		D	C	B	A
Fűtés	Alapjelek (°C) Komfort / ECO	22,5	22 / 15	21 / 15	21 / 15
	Komfort időablak	0:00 – 24:00	0:00 – 11:00 16:00 – 24:00	0:00 – 10:00 17:00 – 24:00	0:00 – 09:00 18:00 – 24:00
Hűtés	Alapjelek (°C) Komfort / ECO	22,5	23	23	Időjárás köv.
	Komfort időablak	0:00 – 24:00	14:00 – 10:00	6:00 – 20:00	17:00 – 09:00
Napirend	Munkanap/ Hétfvége	7 / 0	7 / 0	7 / 0	7 / 0

4. táblázat [5]

A további épülettípusokhoz tartozó adatok, illetve a már említettek mélyebb részletei az MSZ EN 15232 szabványban található.

6.2. Használati melegvíz előállítása és cirkulációja

Használati melegvíz (HMV) előállításában rejlő energiamegtakarítási lehetőségekben is iránymutatóként szolgálnak az MSZ EN 15232 DHW (Domestic Hot Water) fejezetei és a TNM rendelet [6] kapcsolódó pontjai.

Két fontos szempontot kell a HMV-vel kapcsolatos energiahatékonyságnál figyelembe vennünk:

- Mennyi legyen a parancsolt víz hőmérséklet alapjel a melegvítartályban
- Mikor és mennyi ideig működtessük a cirkulációs szivattyúkat

Az első pontra egyértelmű választ kaphatunk a szabványból, ami javasolt hőmérsékleti értékeket definiál a megcélzott energiahatékonysági / automatizáltsági kategóriákhoz. Minél energiahatékonyabb üzemeltetésre törekszünk, annál alacsonyabb HMV hőmérsékletet kell beállítanunk a BMS rendszerben.

	D	C	B	A
HMV célhőmérséklet	48 °C	47 °C	46 °C	45 °C

5. táblázat [5]

A cirkulációs szivattyúk energiahatékony üzemeltetése komolyabb átgondolást követel meg már a BMS tervezési fázisában is. Sajnos egy folyamatosan és egy igény alapon cirkuláltatott HMV-s rendszer között több tíz százalékos energiafogyasztási különbség is lehet (termikus és villamos oldalon egyaránt), ezért nem hagyhatjuk figyelmen kívül ezt a kérdést sem.

Cirkulációt elsősorban üzemeltethetünk időprogram alapon, amihez a szabvány egyes épület-kiterheltségi adatait vehetjük alapul, de lehetőségünk van akár jelenlét alapon, az egyes épületszintek tényleges használata esetén beindítani ezt a rendszert.

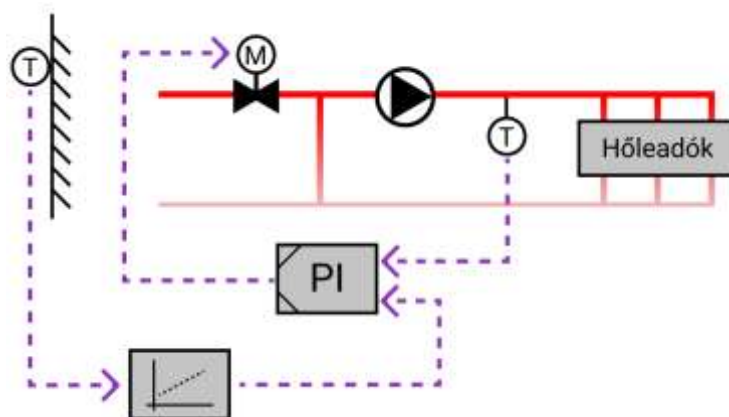
Célszerű továbbá az épület vizesblokkjaihoz megérkező melegvizes ágakra egy-egy hőmérséklet érzékelőt is elhelyeznünk annak érdekében, hogyha már megérkezett a melegvíz a felhasználási hely közelébe (akár a működő cirkuláció, akár a normál vízfogyasztás miatt), akkor ezt érzékelni tudjuk és ennek megfelelően le is kapcsolhassuk a vizes helyiséghez tartozó cirkulációs gépeket.

6.3. Külső hőmérséklet alapú hőmérséklet szabályzás

Általános épületgépészeti tervezési gyakorlat, hogy az épületek fűtő/hűtő berendezéseit az adott éghajlaton várható szélsőséges időjárási viszonyokhoz méretezik, ami teljesen érthető is, hiszen a legnagyobb nyári melegben, vagy legfagyosabb téli napokon is elvárás a kívánt belső hőmérsékleti értékek fenntartása. A komfortterekben lévő hőleadó készülékek, az épület hőenergiaszállító hálózata és hőenergiát előállító gépek mind ebben a szellemben kerülnek kiválasztásra.

Könnyű azonban belátni, hogy az év legtöbb napján a külső hőmérséklet meg sem közelíti ezeket a várható szélsőértékeket ezért, ha a gépészettel temperált közvetítőközegek nem követnék le az épület pillanatnyi hőigényét, feleslegesen meleg, vagy indokolatlanul hideg közegeket állítanánk elő, amivel energiát pazarolnánk.

Ennek a problémának a megoldására is tesz iránymutatást a szabvány, méghozzá külsőhőmérséklet követő közeghőmérséklet szabályzási logika formájában.



Külső hőmérséklet alapú zárt hurkú közeghőmérséklet szabályzás MSZ EN 15232 alapján [5]

Ebben a logikában alkalmazott PI szabályzó tag alapjele egy külsőhőmérséklet érzékelő jelenlétén alapuló közeghőmérsékleti érték lesz, amit egy általunk programozott függvénnyel számolunk ki a DDC-ben. A PI szabályzó mindig az ezzel a függvénnyel kijelölt hőmérsékletet fogja előállítani a fűtési/hűtési körben a kör elején lévő szelep mozgásával, melyhez a beavatkozó jelet a szelepmozgató motorhoz kell juttatnunk, a szabályzó kör visszacsatolást pedig az előremenő hőmérséklet érzékelőtől kell fogadnunk.

Ezzel a megoldással dinamikusan változtathatjuk és optimalizálhatjuk az épületünk energiafelhasználását az időjárás miatt változó hőigényeknek megfelelően.

6.4. Világítás és árnyékolásvezérlés

A világításvezérlés területén szintén számos lehetőség adódik az energiahatékonyság, valamint a komfortszint növelésére az épületautomatizálás szempontjából.

A ma már korszerűtlennek számító manuális világításkapcsolás esetében a rendszer teljes mértékben a felhasználói szokásoknak van kitéve, egy-egy világítási csoport például teljes éjszakára vagy akár a hétvégére felkapcsolt állapotban felejtődhet.

Jelenlétérzékelők alkalmazásával a világítás kizárólag addig aktív, amíg felhasználók tartózkodnak az adott zónában. Az egyes helyiségekbe való belépéskor a világítás automatikusan felkapcsol, azok elhagyása után pedig lekapcsol. A jelenlétérzékelők jelét ráadásul a világítás mellett az MSZ EN 15232 „A” kategóriája szerint a szellőzésvezérlésben és a hűtési-fűtési rendszerben is felhasználhatjuk.



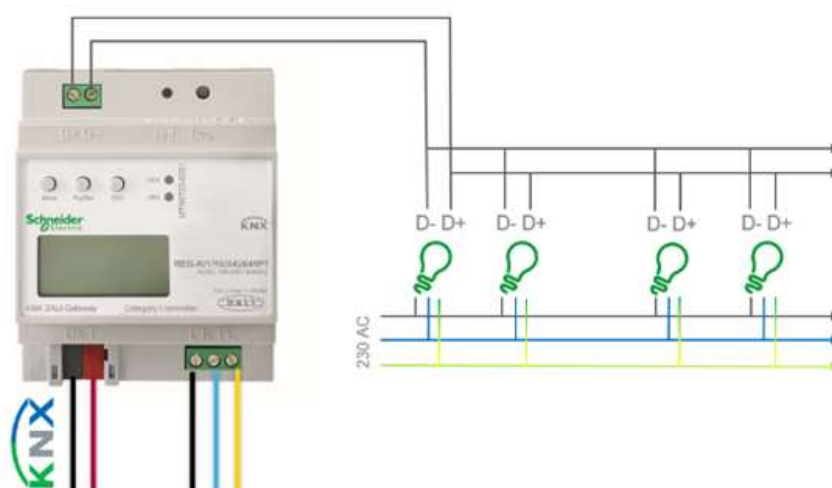
Speciális 4 fejes jelenlétérzékelők: megfelelő pozicionálással nagy mértékben csökkenthető a szükséges érzékelő darabszám, hiszen egyetlen érzékelő képes több asztalcsoport vagy folyosószakasz egymástól független szabályozására

A jelenlét alapú kapcsoláson túl lehetőség van a fényerősségszint szabályozására is. Ebben az esetben nem szükséges az egyes lámpatesteket folyamatosan 100%-os erősségen üzemeltetnünk: a felhasználók számára ideális erősségszintet tudjuk beállítani, amivel ráadásul energiát is megtakaríthatunk. Az állandó fényerősségre történő szabályozás pedig egy olyan speciális fajtája a világításvezérlésnek, amikor egy előre definiált, konstans fényerősségszintet biztosítunk az adott zónákban. Az arra alkalmas jelenlétérzékelő ebben az esetben folyamatosan méri a zóna megfelelő területein (például az asztalfelületen) a fényerősség szintjét, és ez alapján vezérli dimmereket és lámpatesteket. Az automatikus szabályozásnak köszönhetően a fényerősség minden esetben a szükséges és elégséges minimum értéken mozogva energiahatékonyságot és magas szintű komfortot biztosít. A kézi beavatkozás ezekben az esetekben jelképesen válik, a felhasználók csak ritka esetekben nyúlnak a fali kezelőkhöz.

Az intelligens világítási rendszereket több módon is megvalósíthatjuk. A világítás kapcsolását relékimenetekkel vagy kapcsolóaktorokkal, a fényerősség szabályozását

dimmerekkel vezéreljük. A dimmelés történhet hagyományos fázishasításos elven, vagy akár 0-10V világítási előtétek alkalmazásával és analóg 0-10V kimenetekkel.

A világításvezérlés nagy számú lámpatest és kiterjedt épületek esetében buszkommunikációra alkalmas lámpatestek alkalmazásával a legcélszerűbb. Ebben az esetben a lámpatestek szabványos DALI (Digital Addressable Lighting Interface) kommunikációs előtétekkel kerülnek szállításra. A lámpatestek számára folyamatosan biztosítjuk a szükséges villamos betáplálást, valamint DALI buszkábellel kötjük össze őket a megfelelő architektúra szerint a kommunikáció biztosítására. Az egyes kapcsolási csoportok így nem kábelezéssel, hanem csak utólagosan, programozással kerülnek meghatározásra – gyors kiépítést és rugalmasságot biztosítva ezzel a kivitelezés és az esetleges átalakítások során. A DALI előtéttel rendelkező lámpatestek vezérlése történhet DALI kommunikációra alkalmas szenzorokkal, vagy történhet az árnyékolási és zónaszintű hőmérséklet-szabályozási feladatokat is ellátó KNX rendszer részeként, megfelelő KNX/DALI vezérlők alkalmazásával.



KNX/DALI vezérlő kommunikációképes lámpatestek szabályozására

Az árnyékolási rendszer – szoros összhangban a világítási és a korábban tárgyalt hőmérséklet-szabályozási rendszerrel – szintén teljesen automatikus módon, az időjárás függvényében vezérli az árnyékolókat. A földrajzi koordináták és a pontos idő alapján pontosan ismeri a rendszer a nap állását, a fénymérésnek köszönhetően pedig érzékeli annak erősségét. Ennek megfelelően mindig az aktuális napsugárzásnak és nap pozíciónak megfelelően vezérelhetőek az árnyékolók és a lamellák, figyelembe véve a belső fényigényeket és a hőmérsékletszabályozási ráhatásokat is.

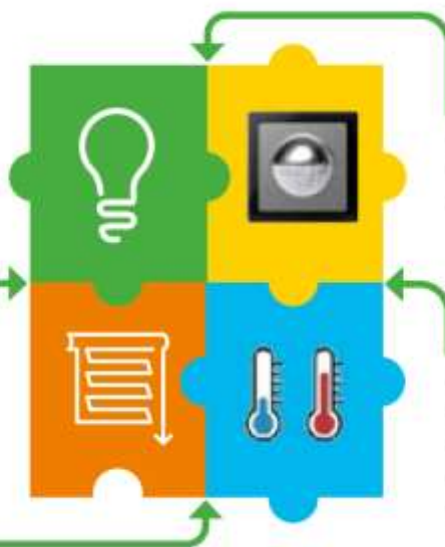
A kommunikációképes komponenseknek és központi felügyeletnek köszönhetően a funkciók akár távolról, akár az üzemeltetési irodából is elérhetővé válnak, az egyes

karbantartást igénylő elemek vagy problémák pedig azonnal megjelenhetnek a felügyeleti képernyőn.

Alkalmazási példák

A világítási és árnyékolási rendszer egymással összehangolva energiahatékony módon biztosítja a megfelelő szintű fényerősséget és komfortot.

Az árnyékolók a fényerősség szabályozása mellett kiemelt szerepet töltenek be a hűtési és fűtési rendszer működésében is.



A jelenlét alapú világításkapcsolás széles körben alkalmazott, közismert megoldás.

A jelenlétérzékelőket a világítási rendszer mellett hatékonyan alkalmazhatjuk a hűtés, fűtés és légkezelés energiahatékony vezérlésére is.

Emlékeztető: a legnagyobb hatékonyság eléréséhez egymással összehangoltan működő rendszerekre van szükség

Az MSZ EN 15232 „A” kategóriájának eléréséhez elengedhetetlen az intelligens rendszerkomponenseknek alkalmazása, illetve azok megfelelő összehangolása. Az ideális fényerősségszintet a világítási és árnyékolási rendszer egymással összhangban működve, együtt fogja tudni biztosítani, de ugyanígy fontos szerepet játszanak az árnyékolók az épület hőmérsékletének szabályozásában. Az egymástól függetlenül, külön rendszerben működő, egymással nem kommunikáló rendszerek nem képesek az összehangolt rendszerek hatékonyságának elérésére.

7. Mintapélda energia és költségmegtakarításra

Egy kereskedelmi épület 20 éves életciklusának költségeiből 25%-ot a beruházás költsége (CAPEX), 75%-ot az üzemeltetési időszak költségei tesznek ki (OPEX). Ennek megfelelően az üzemeltetési költségeken megtakarított minden egyes százalék 3%-os beruházási költség-csökkenéssel egyenértékű. Az üzemeltetési időszak energiaköltségei számottevő súlyúak a karbantartási és egyéb fenntartási költségek mellett, ráadásul az energiahatékonyságot növelő funkciók nagy mértékben növelik az épület komfortszintjét, így minőségi kiadhatóságát és fenntarthatóságát is.

Amennyiben azt szeretnénk megbecsülni, hogy egy meglévő épület felújításával, illetve épületautomatizáltsági szintjének növelésével mekkora energiaköltség megtakarítást érhetünk el, a következő kalkulációt érdemes elvégeznünk.

Adatgyűjtés: elsőként tekintsük át az előző évek fajlagos villamosenergia- és hőenergia fogyasztásait és ennek költségeit. Az MSZ EN 15232 szerint állapítsuk meg, hogy épületünk automatizáltsági szintje jelenleg melyik kategóriának felel meg.

Cél meghatározása: jelöljük meg, hogy milyen kategóriát szeretnénk elérni az épületautomatizáltság szintjének növelésével.

Kalkuláció: részletesen tanulmányozzuk az MSZ EN 15232 adatait, és állapítsuk meg, hogy az épülettípusunk induló és célként kitűzött automatizáltsági szintje között mekkorák az energiahatékonysági szorzók a villamosenergia és a termikus energia tekintetében.

A jelenlegi energiaköltségek és a szorzók segítségével megkapjuk, hogy mekkora megtakarítás érhető el a célként kitűzött épületautomatizáltsági szint elérésével.

A fenti kalkuláció menete szerint vizsgáljunk meg egy fiktív irodaház várható energia- és költségmegtakarításának nagyságrendjét! Természetesen egy épület energiafelhasználása nagy mértékben függ a benne végzett tevékenységtől. Irodaházak esetében is teljesen eltérő energiafogyasztási nagyságrendeket kaphatunk a bérleti tevékenységek sokszínűségének köszönhetően, gondoljunk csak a számítógépekkel és nagy számú képernyővel, vagy tevékenységüket ezek nélkül végző felhasználók energiaigényére.

Példánkban a vizsgált 25.000 négyzetméteres irodaház villamos és termikus energiaköltsége az elmúlt évek adatai alapján átlagosan havonta 10M Ft.

Az MSZ EN 15232 tanulmányozása alapján épületünket „C” kategóriába soroljuk a kommunikációképes, egymással összehangolt hőmérséklet-szabályozási, légkezelési, árnyékolási és világítási rendszerek és jelenlét alapú működés hiánya okán.

Amennyiben célként tűzzük ki az „A” kategória elérését, a villamos és termikus szorzók összesítése alapján épületünk energiafogyasztása várhatóan 20%-kal, tehát havonta akár 2M Ft-al csökkenhet.

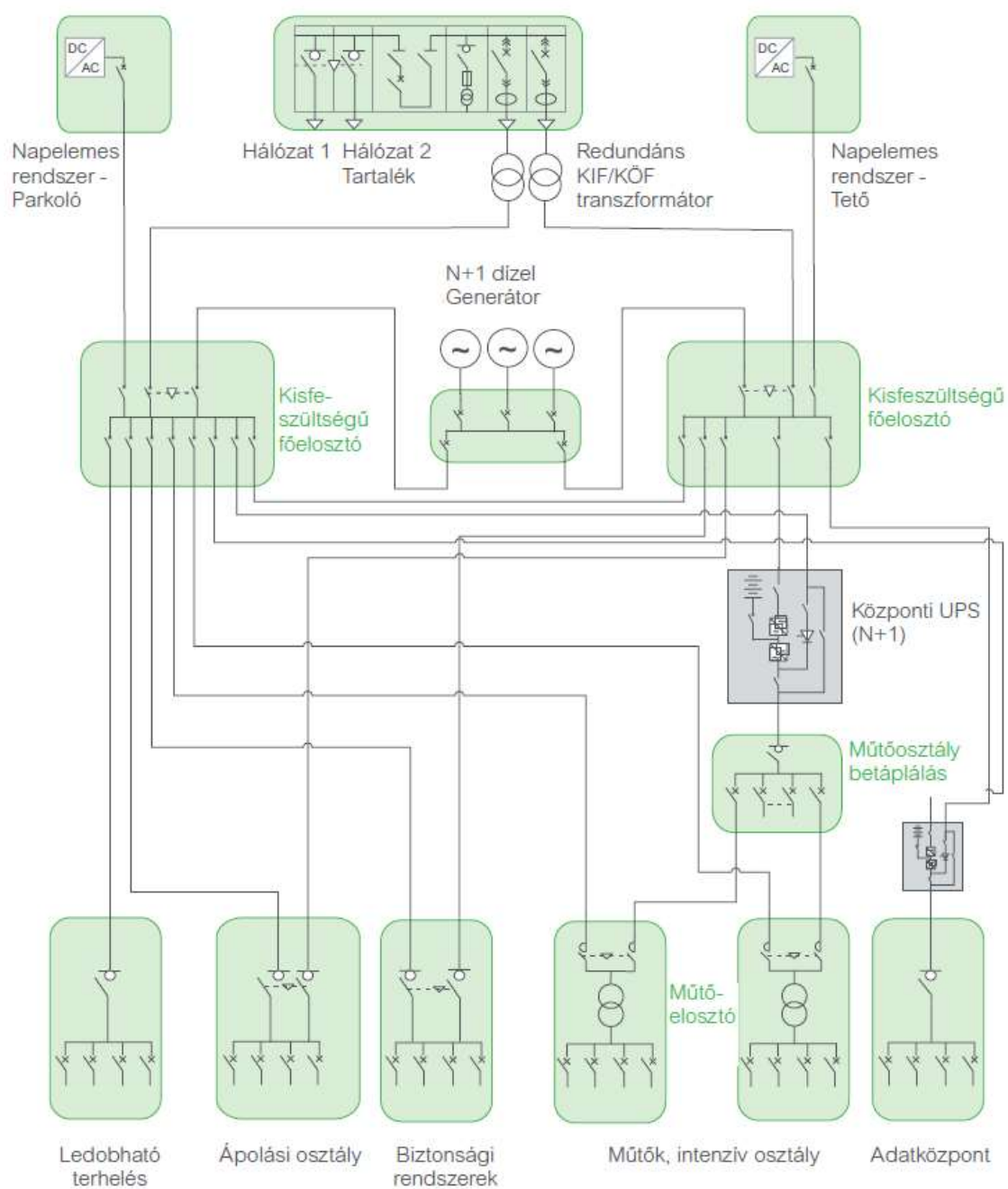
Fontos megjegyezni, hogy az épületautomatizáltsági szint energiahatékonysági célú növelése számos további előnnyel jár, melyet mindenképp érdemes kihasználni.

A várható energiafelhasználás csökkenés mellett a korszerűbb automatika komfortszint növekedést is jelent – tehát növekszik az épületben a felhasználói elégedettség, bérbeadandó épület esetében a minőségi kiadhatóság, illetve értékesítés esetében az épület piaci értéke. A magas kategóriájú automatizáltsággal és korszerű felügyelettel rendelkező, fenntartható épületekben a karbantartási hatékonyság is számottevően növekszik a kommunikációképes, sok esetben öndiagnosztikával rendelkező készülékek alkalmazásának köszönhetően – növelve ezzel az üzembiztonságot a váratlan vagy rejtett meghibásodások számának minimalizálásával.

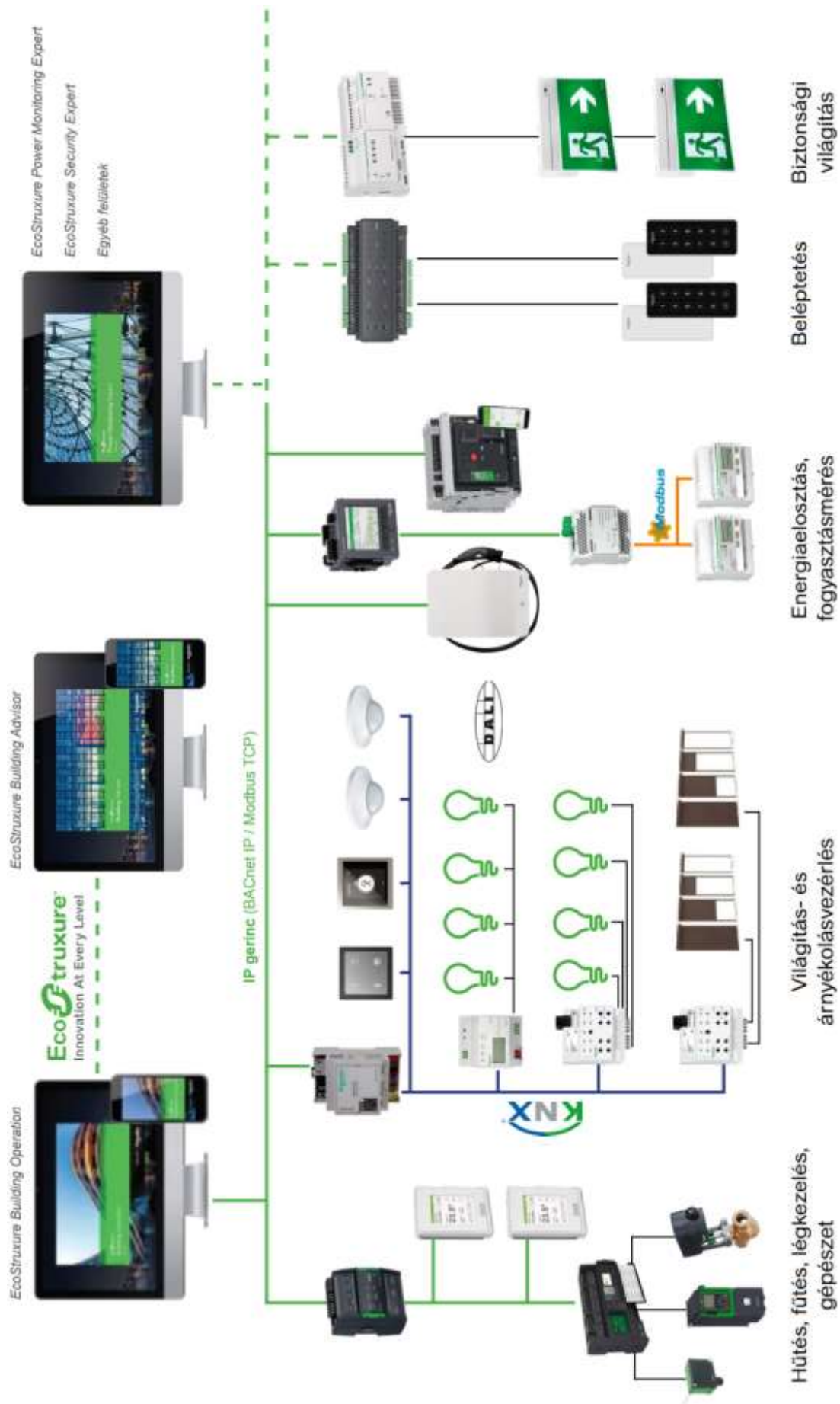
A legújabb technológiáknak köszönhetően pedig akár mesterséges intelligencia alapú, üzemeltetést támogató szolgáltatások is elérhetőek a modern épületgépészeti automatika rendszerekhez (például az automatika rendszer típusától függetlenül alkalmazható EcoStruxure Building Advisor). Hiszen nem feltétlen elegendő az épületünk magas szintű automatizáltságát kiépíteni, a célok eléréséhez azt hosszú távon és megfelelő színvonalon szükséges üzemeltetni és karbantartani is. Ennek elérésében nyújthatnak segítséget a felhő alapú, mesterséges intelligenciát használó, üzemeltetést támogató szolgáltatások.

8. Mellékletek

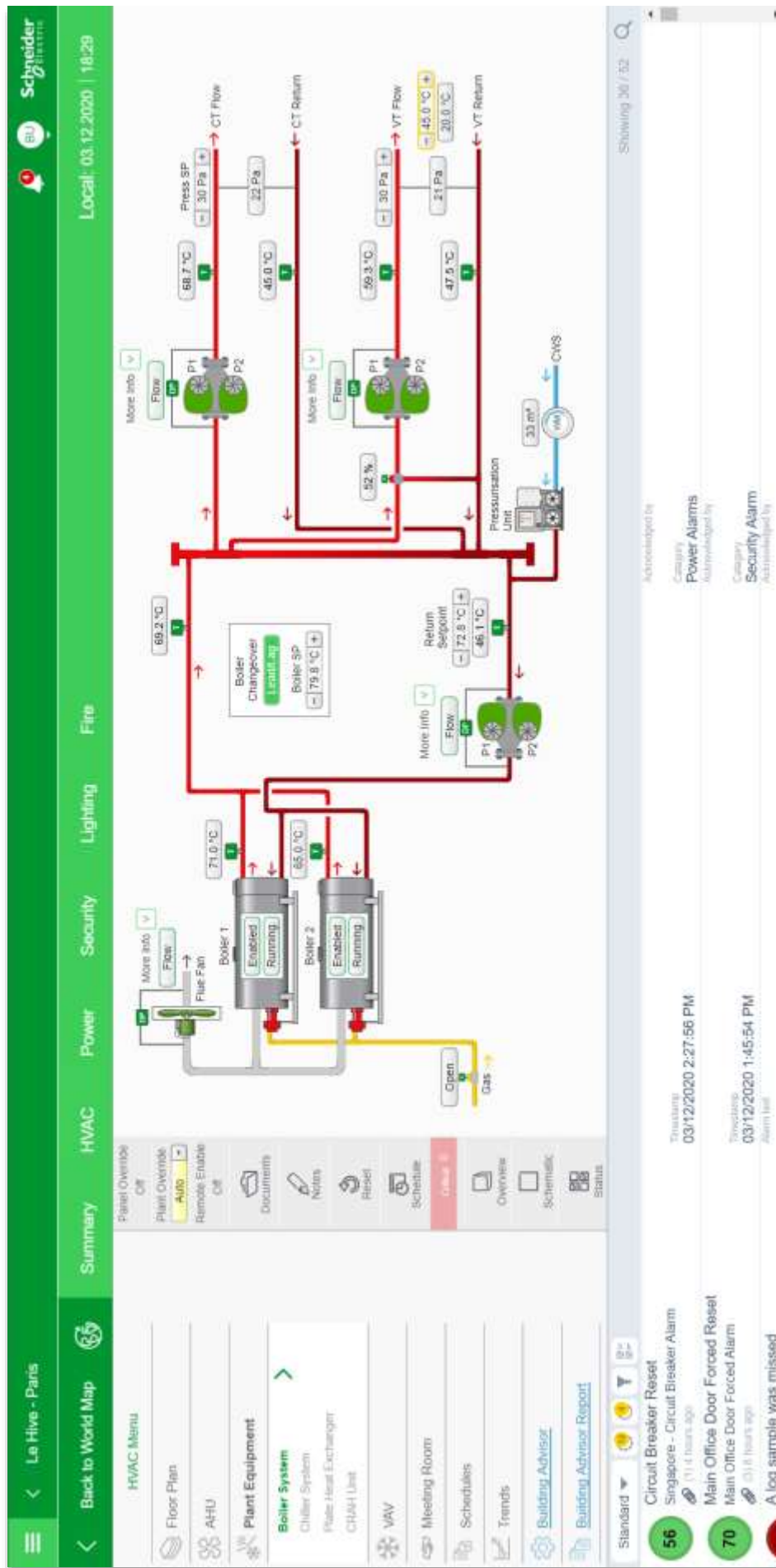
Energiaelosztási rendszer áttekintő sémája	66
Integrált épületautomatikai rendszerarchitektúra	67
Példa dinamikus kőközponti felügyeleti ábrázolására, alul riasztási ablakkal	68
Példa légkezelőgép dinamikus felügyeleti ábrázolására	69
Példa irodaépület világítási felügyeletének vizualizációjára.....	70
Példa biztonsági világítás lámpatest állapotának vizualizációjára.....	71
Példa ipari épület alaprajzán ábrázolt hőmérséklet és páratartalom felügyeletre ...	72
Javasolt energiamenedzsment kommunikációs architektúra	73
Hőközponti kialakítás földgáz üzemű kazánnal, DDC vezérlővel	74
Multivalens hőközponti kialakítás kazánnal, hőszivattyúval, napkollektorral és DDC vezérléssel	75



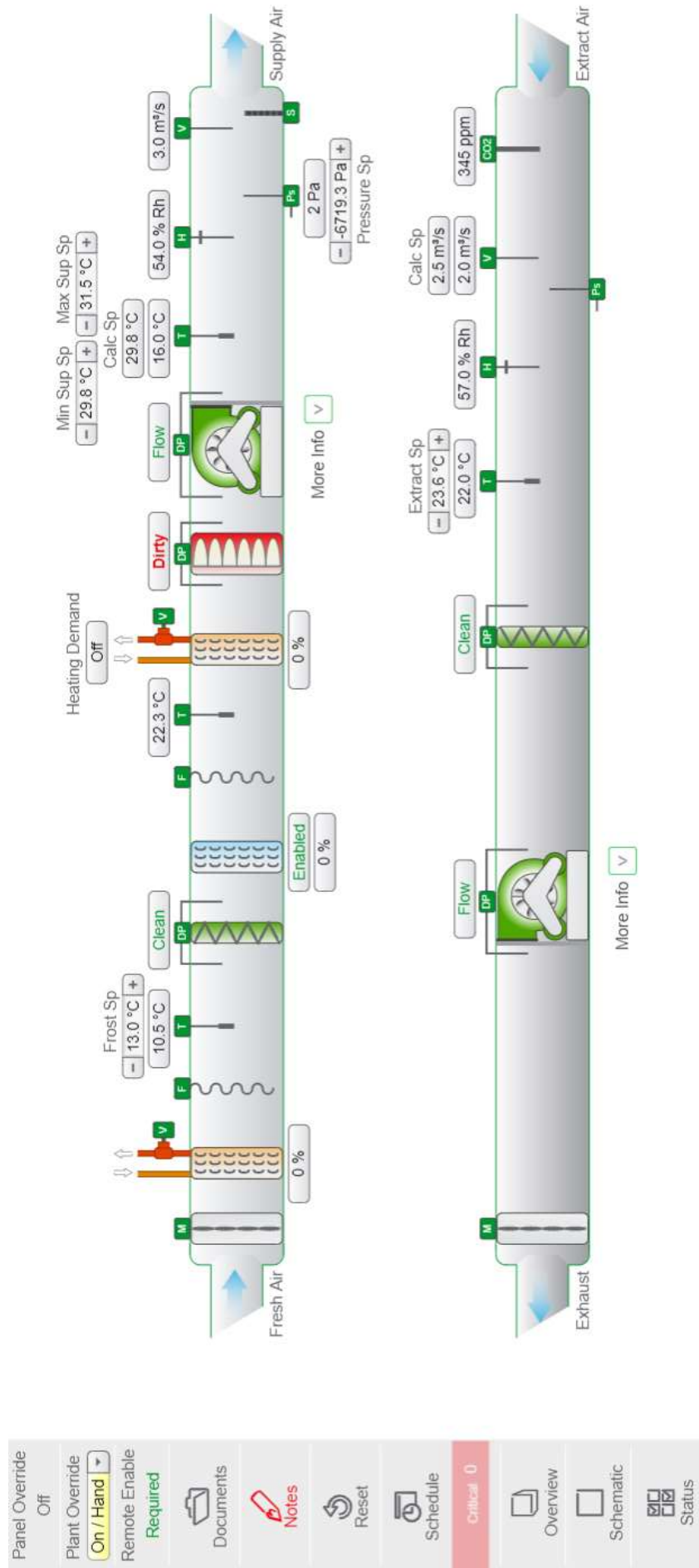
Energiaelosztási rendszer áttekintő sémája



Integrált épületautomatikai rendszerarchitektúra



Példa dinamikus kőközponti felügyeleti ábrázolására, alul riasztási ablakkal



Példa légkezelőgép dinamikus felügyeleti ábrázolására



Példa irodaépület világítási felügyeletének vizualizációjára

Le Hive - Paris

Back to World Map

Summary

Lighting Menu

Floorplan Lighting Control

Emergency Lighting

Emergency Light Testing

Connected Room

Fire

Lighting

Security

Power

HVAC

BU

Local: 04.11.2021 | 20:37

Schneider Electric

GATEWAY

LINE A : Luminaire 03

MODE	STATUS
Standby	*****
Emergency	ACTIVE
Inhibition	*****
Rest	*****

BATTERY	STATUS
Charge	CHARGING

FUNCTIONAL TEST	STATUS
Pending	*****
Fault	ACTIVE
Timeout test	*****

AUTONOMY TEST	STATUS
Pending	*****
Fault	*****
Timeout test	*****

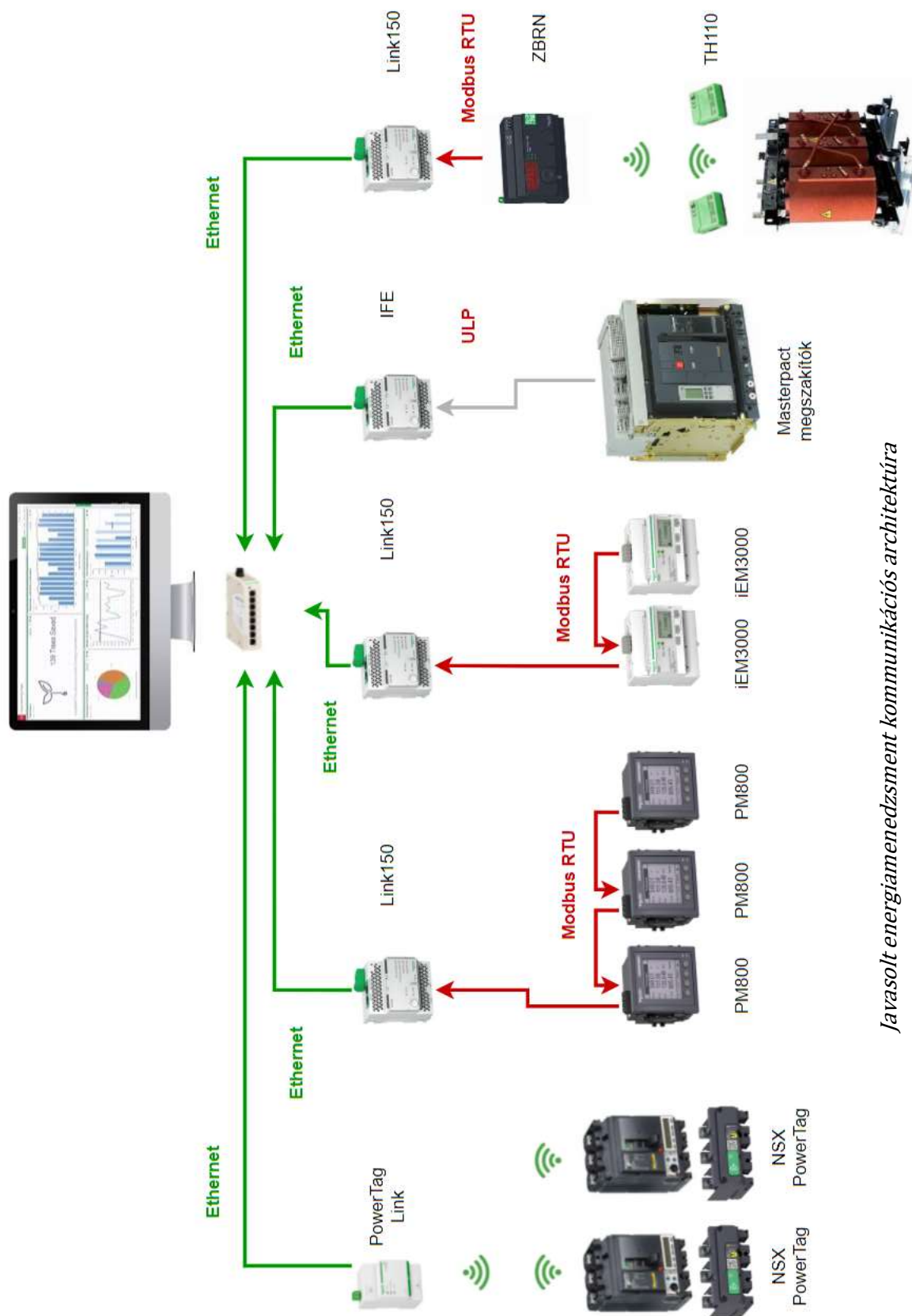
ALARMS and FAULTS	STATUS
Battery alarm	*****
Luminaire fault	*****
Circuit fault	ACTIVE
Communication error	*****

COMMAND DESCRIPTION	COMMAND
Identify	
Functional Test	
Autonomy Test	
Stop Test	
Inhibition	
Reset Inhibition	
Rest	

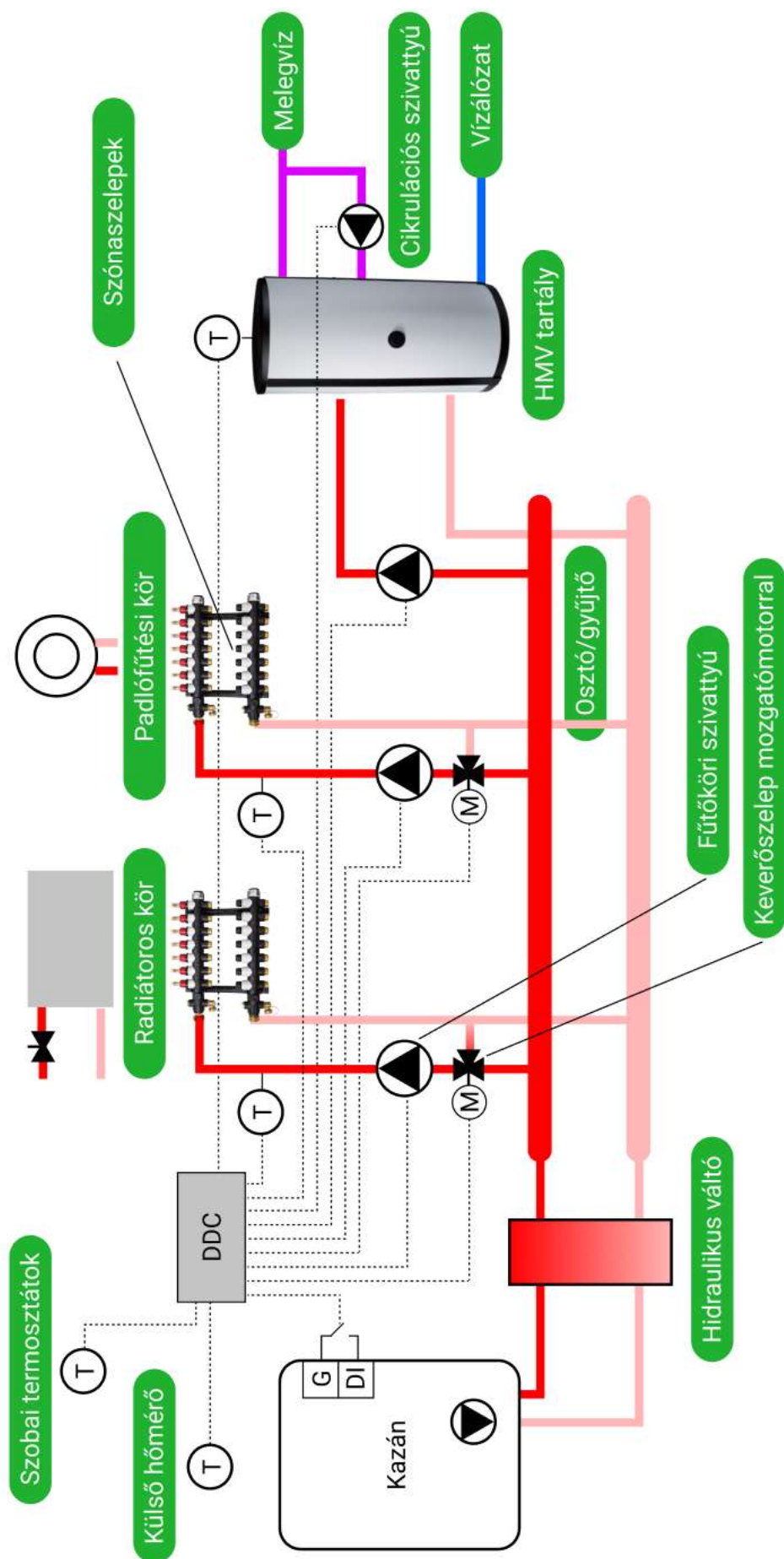


Példa biztonsági világítás lámpatest állapotának vizualizációjára

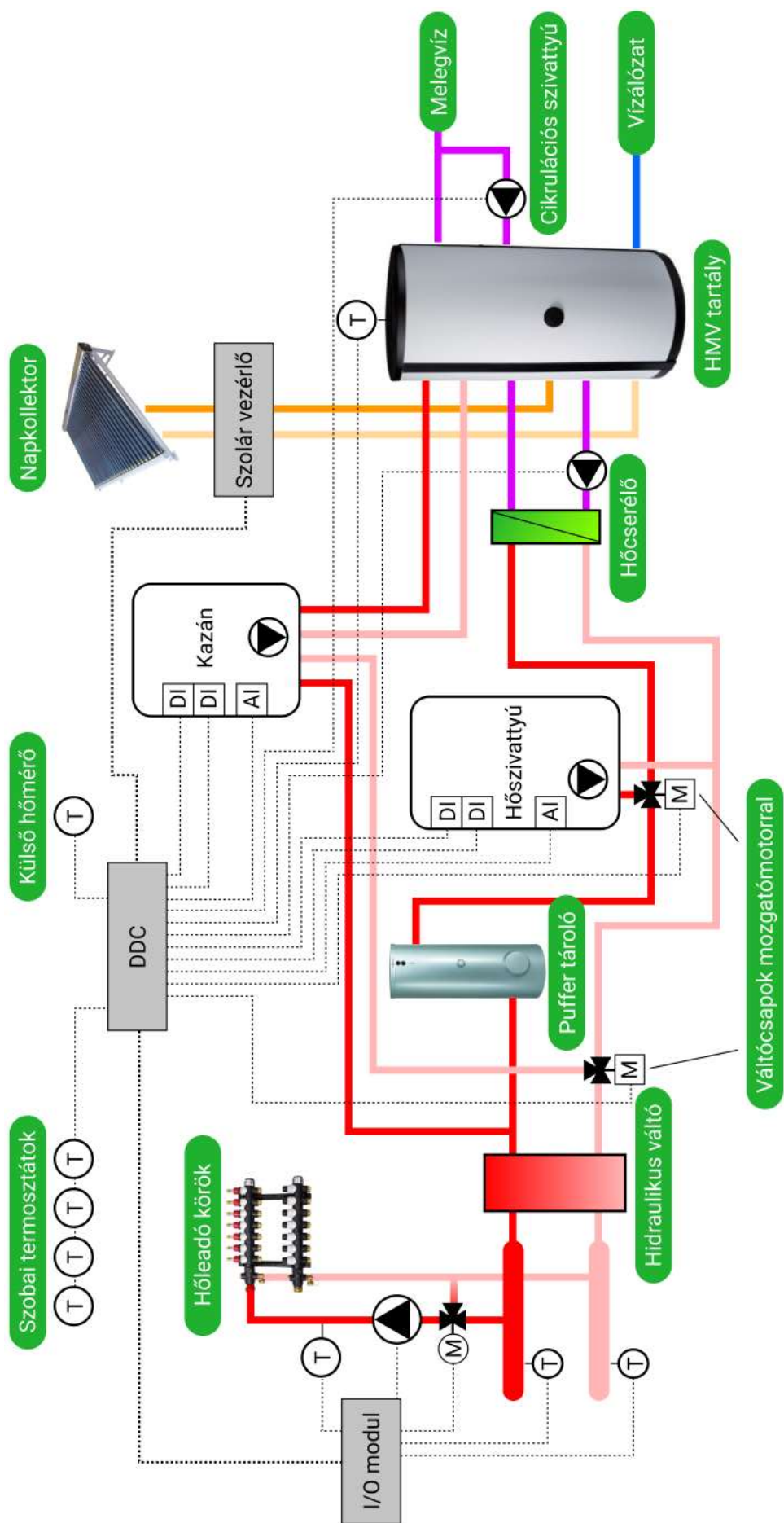
Példa ipari épület alaprajzán ábrázolt hőmérséklet és páratartalom felügyeletre



Javasolt energiamenedzsment kommunikációs architektúra



Tipikus hőközponti kialakítás földgáz üzemű kazánnal, DDC vezérlővel



Multivalens hőközponti kialakítás kazánnal, hőszivattyúval, napkollektorral és DDC vezérléssel

9. Irodalomjegyzék

- [1] Bánhidi László - Kajtár László: Komfortelmélet, Műegyetem kiadó 2000.
- [2] Komfortelmélet – Magyar Épületgépészeti Koordinációs Szövetség
<http://www.megksz.hu/epuletgepeszet/komfortelmelet/>
- [3] <https://www.ashrae.org>
- [4] MSZ EN ISO 50001:2019
- [5] MSZ EN 15232-1:2017
- [6] 7/2006. (V.24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról
- [7] 2012/27/EU irányelv az energiahatékonyságról <https://eur-lex.europa.eu/>

A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.

- | | | |
|----|--|---|
| 1. | NÉMETH András, MILÁVECZ Richárd | Iparban használatos vízminőségek |
| 2. | DR. SZILÁGYI Zsombor, DR. SZUNYOG István | Mérések a gáziparban |
| 3. | DR. BARNÁ Lajos, EÖRDÖGHNE DR. MIKLÓS Mária, DR. SZÁNTHÓ Zoltán, DR. BALLA József | A biztonságos ívóvízellátás megteremtésének tervezési eszközei |
| 4. | BORBÁS Lajos Dr. | Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben |
| 5. | BERENCSI Miklós, BERECZKY Ákos, HORVÁTH László, KOVÁCS Gergely, MIHÁLFFY Krisztina | Kerékpárosbarát közlekedéstervezés |
| 6. | TÜDŐS Tibor, DR. VARJÚ György, DR. PETRI Kornél, GÁBOR András | A csillagpontkezelés legújabb külföldi és hazai eredményei (Útmutató és tervezési segédlet) |
| 7. | DR. GARBAI László, DR. JASPER Andor, VÁRADI András | Fűtési és használati melegvíz-igények kockázati elvű méretezése példákkal |
| 8. | KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint, LÁSZLÓ Csaba Tibor, JAKKEL Ottó | A közúti vasutak (villamos) tervezésével kapcsolatos kézikönyv |

2018.

- | | | |
|-----|---|---|
| 9. | BLAZSOVSZKY László | A gázfogyasztó készülékek égéstermék elvezetésével kapcsolatos szabályozások hiányosságai és ellentmondásai |
| 10. | CSORDÁS Szilveszter, FORGÁCS Lajos Dr., PÓLYA Endre ifj., RÉV Zoltán, UDVARDY Péter | Orvostechológiai továbbképzés ismeretanyaga |
| 11. | NÁDASDY Tamás, EGYHÁZY Zita, KOVÁCS Ákos Sándor, SZECSŐ Dániel Géza | A közúti biztonsági audit (KBA) jelentések elkészítésének alkalmazási segédlete – A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló jogszabályhoz és utügyi műszaki előíráshoz kapcsolódó értelmezési, kidolgozási és elfogadtatási javaslatrendszer |
| 12. | DR. SZILÁGYI Zsombor, HORÁNSZKY Beáta | Földgáz kereskedelem (mérnöki segédlet) |
| 13. | DR. SZILÁGYI Zsombor | Az energiahordozók jövője – kőolaj, földgáz, megújulók |
| 14. | S. VÍGH Judit, DOHÁNY Máté | Magános közlekedők baleseti súlyosságának csökkentése mobil applikáció segítségével |
| 15. | DR. BALIKÓ Sándor, DR. CSÚRÓK Tibor, NOVÁK Dániel, ORBÁN Tibor, DR. ZSEBIK Albin | Ötletlapok I. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai |
| 16. | DARABOS Zoltán, KOLTAI Henrik, SZABÓ Tamás, SZÁSZ Béla, VAJDA Sándor | Felvonók felújítása és átalakítása – Műszaki segédlet |
| 17. | TÜDŐS Tibor, KRUPPA Attila | Alapozásföldelők új tervezési elvei és kivitelezési módszerei – Tervezési segédlet és kivitelezési útmutató |
| 18. | FENYVESI Zsolt | Tűzvédelmi tervek tartalmi szabályainak átdolgozása |

19.	GÁBORI László Dr., BEINSCHRÓTH József Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás	Nagyméretű informatikai beruházásoknál (fejlesztéseknél) ajánlott szoftveroldali tervdokumentációk tartalmi elemeinek meghatározása (I. – II. kötet)
20.	DR. DIVÓS Ferenc	Az élő fák stabilitása – mérnöki megközelítés – Élő fák, mint teherhordó faszerkezetek
21.	DR. KARÁCSONYI Zsolt	Faanyagok tartós szilárdsága
22.	BARNA Lajos Dr., ERDEI István, JASPER Andor Dr., TAKÁCS Gyula	Segédlet épületek csatorna-berendezéseinek tervezéséhez
23.	ANTÓK Péter István, FÜZÉR Ferenc, SÁRKÖZI András	Fényvezető kábelszakaszok műszaki-minőségi ajánlás gyűjteménye
24.	JANCSÓ Béla, DR. KULCSÁR Alexandra, NÉMETH Gábor, DR. VÍMI Zoltán, DÉRI Lajos, SZIMANDEL Dezső	Vízjogi engedélyezési eljárással kapcsolatos dokumentációk és engedélyeztetéssel kapcsolatos követelmények a 2018.01.01-én hatályba lépett 41/2017. (XII.29.) BM rendelet alapján
25.	DR. TAKÁCS Bence, DR. SIKI Zoltán, DR. ÉGETŐ Csaba, BÉNYI László	Mérnökegeodéziában alkalmazott alapponthálózatok – A jó gyakorlat bemutatása mintapéldákkal
26.	DR. MÓCZÁR Balázs, LAUFER Imre, TÓTH Gergő, WOLF Ákos	Korszerű támszerkezetek tervezése
27.	HALÁSZ Györgyné Dr., CSERVENYÁK Gábor, TUCZAI Attila, VIRÁG Zoltán	Különböző funkciójú épületek klímatechnikája II.
28.	KÁDI Ottó, JÓZSA Bálint	Kerékpáros balesetek létesítmények szerinti vizsgálata
29.	GARBAI László Dr., JASPER Andor Dr., PELLER József Bendegúz	Hőteljesítményátviteli tényező alkalmazása távhőrendszerek optimális szabályozásának modelljében
30.	GARBAI László Dr., SÁNTA Róber Dr., JASPER Andor Dr.	A kompresszoros hőszivattyúk optimalizálása – Tervezés és üzemeltetés
31.	LADÁNYI Gábor Dr.	Diagnosztika a karbantartásban
32.	MÉSZÁROS János, MOLNÁR Tibor, RITZL András	KIÜRÍTÉSI ÉS MENEKÜLÉSI ÚTVONALBA ÉPÍTETT AJTÓK tervezési segédlet (2018)
2019.		
33.	BLAZSOVSZKY László	Földgáz elosztóvezetékek üzemeltetése
34.	DR. SZILÁGYI Zsombor	A megújuló energiahordozók jövője Magyarországon
35.	FORGÁCS Lajos Dr., HAIDEGGER Tamás Dr., PÓLYA Endre ifj.	Új fejlesztések, innovatív megoldások az orvostechnológia terén
36.	VARRÓ Beáta, DR. KIS András	Magyarországon előforduló, épületekbe beépített faanyagokat károsító gombák vizsgálata és azonosítása DNS diagnosztikával
37.	MANNINGER Marcell, SZEPESHÁZI Attila, SCHEURING Ferenc, MOLNÁR György	Munkatér határoló szerkezetek
38.	KORSÓS András, RÁDULY Zsolt	A közterületi és belterületi térfigyelő kamerarendszerek tervezési irányelvei
39.	GERGELY Edit, DR. BEZEGH András	Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására

40.	DR. BEZEGH András, BITE Pálné Dr., GERGELY Edit	Városi környezetvédelem (Fenntartható és okos városok)
41.	GÓDOR Balázs, DR. KÁSA László, SZÉKELY Bence	Híddaruk méretezési segédlete (2019.)
42.	FÜRJES Andor Tamás, KOTSCHY András, NAGY Attila Balázs, CSOTT Róbert	Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban
43.	DR. KARÁCSONYI Zsolt	Faanyagok tartós szilárdsága Faanyagok szilárdságának változása az idő függvényében
44.	DR. BALIKÓ Sándor, ORBÁN Tibor, VARGA Péter, DR. ZSEBIK Albin	Ötletlapok II. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
45.	PRIMUSZ Péter, PhD.	Hajlékony útpályaszerkezetek méretezése talajstabilizációk figyelembevételével
46.	NÉMETH Balázs, HÁMORI Sándor, KOSTYÁK Attila, VÍGH Gellért	Különböző funkciójú épületek klimatechnikája III. Segédlet ipari épületek lég- és klimatechnikai rendszereinek tervezése
47.	JANCSÓ Béla, KAVECZKI Gergely, KÓCZÁN Gábor, LABORCZI Tamás, KNOLMÁR Marcell, RAUM László	Csapadékvízgazdálkodás tervezési követelményei Hogyan tervezzünk városi csapadékelvezető rendszereket
48.	DOHÁNY Máté, SCHVANNER Norbert	Kerékpárosok sebességének felülvizsgálata jelzőlámpás csomópontokban
49.	JÓZSA Bálint, S. VÍGH Judit	Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata gyorsforgalmi utakon
50.	DR. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel	Projektlapok I. – Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai
51.	DR. MÓGA István	Beruházási projektek szabályozási és szabvány környezete, Tervezési követelmények meghatározása
52.	DR. GÁBORI László, DR. BEINSCHRÓTH József, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás	Informatikai Tervező szakmai minősítő rendszere (Informatikai szakmai terület illesztése a Mérnök Kamarai működési rendbe és rendszerekbe) I. kötet: Koncepció és modell II. kötet: Modell illesztése III. kötet: Tudástár
53.	VIRÁG Zoltán, GYURKOVICS Zoltán, SZAKÁL Szilárd, VIRÁG Zsolt, ORCSI Attila	Országos Tűzvédelmi Szabályzat épületgépész értelmezése a szakmai gyakorlatban Segédlet a gyakorló épületgépész mérnökök számára I.
2020.		
54.	DR. KISS Jenő, CSERMELY Gábor	JAVASLAT az egyszerű bejelentésű lakóépület megvalósításának – tervezés építés – módszerére

55. DR. SZILÁGYI Zsombor A hidrogén a környezetbarát energiahordozó, Hidrogén az energetikában
56. VARGA Tamás, DR. SZEDENIK Norbert, DR. KOVÁCS Károly, KRUPPA Attila, KULCSÁR Lajos, KAPITOR György, TURI Ádám A nem norma szerinti villámvédelem egységes műszaki követelményrendszerének kialakítása és javaslat a teljes villámvédelmi szabályrendszer jövőbeli egységesítésére
57. KÁDI Ottó A gyalogosközlekedés közúti keresztezései
58. MOLNÁR Szabolcs „Hulladékból konnektorba” A települési szilárd hulladék energetikai hasznosításának lehetőségei
59. VÁRDAI Attila Segédlet szabadidős létesítmények tartószerkezeti tervezéséhez
60. DR. BEJÓ László Szénlábnyom-elemzés készítése a faiparban
61. JANCsó Béla, NÉMETH Gábor, SZIMANDEL Dezső Szakmai útmutató vízálléstartó tervezők számára a 2020 január 1-én hatályba lépett „VIZEK keretrendszer” használatához
62. FELLEGI Zsóka, KARAFÁ Balázs, KOCH Edina, KOVÁCS Gábor, MURINKÓ Gergő, TÓTH Gergely József Munkagödrök és földművek víztelenítése
63. HOLÉCZY Ernő, OLÁH Róbert, DR. SIKI Zoltán, DR. TAKÁCS Bence, DR. TÓTH Zoltán, VARGA Tibor Módszertani útmutató az elavult ingatlan-nyilvántartási térképek korszerű technológiákkal végzett felújításához
64. DR. GÁBORI László, DR. MOLNÁR Bálint, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Az Informatikai Tervező tervezési segédlete
65. NÁDASDY Tamás, TOMASCHEK Tamás, PALÁSTY István, SZECSŐ Dániel Géza Dinamikus forgalomirányítás tervezői segédlete gyorsforgalmi úthálózat esetén
66. LENGYEL István Szakmai útmutató szolgalmi jogok alapításához (mérnöki segédlet)
67. NÉMETH Balázs, SZLOVÁK Krisztián, VÍGH Gellért Épületgépészeti tervezéshez praktikus, gyakorlati adatbázis
68. FÜRJES Andor Tamás, BORSINÉ Arató Éva, NAGY Attila Balázs, ILLYÉS László, BORSI Gergely Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban (példatár)
69. DR. BORBÁS Lajos, GONDA Zoltán Optikai feszültségvizsgálat – Kísérleti eljárás a konstrukció fejlesztésére, szerkezetek anyagfelhasználásának és teherviselésének optimalizálására

2021.

70. BLAZSOVSZKY László A gázipar és a kéményseprő-ipar határterületeinek szabályozási anomáliái a szakmagyakorlók és a felhasználók szemszögéből
71. FORGÁCS Lajos Dr., NAGY Gábor, RÉV Zoltán Kórháztervezés új szempontjai a 21. században - Korszerű kórházak infrastrukturális egységei
72. HOLÉCZY Ernő, KISS Albert Miklós, KOVÁCS István, Dr. TAKÁCS Bence Géza, Dr. TÓTH Zoltán M.2.-2021. Mérnökgeodéziai tervezési segédlet
73. Dr. BEJÓ László Az ipar 4.0 alkalmazási lehetőségei a faipar területén

- | | | |
|-----|---|--|
| 74. | BORBÉLY Dániel, HUDACSEK Péter, KARNER Balázs, KOVÁCS László, SÁNDOR Csaba | Monitoring, a geotechnikai kockázatkezelés eszköze |
| 75. | FELFÖLDI Krisztina, JÁMBOR András, TÓTH Sándor, BÜKI Gábor, GÓDOR Balázs | Emelőgépek időszakos vizsgálatának eljárásrendje |
| 76. | GYURKOVICS Zoltán, RÉBAY Lajos, NAGY Bernát | Szakmai útmutató az épületgépész felelős műszaki vezetők és műszaki ellenőrök számára |
| 77. | Dr. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel, PAPP Ábrahám | Hulladékhő hasznosítás - hűtés és fűtés összekapcsolása
Segédlet az elemzéshez és gyakorlati példák bemutatása |
| 78. | CZINE Ferenc, HIRKÓ György | Elektromos meghajtású mikromobilitási eszközök -
Jellemző paraméterek |
| 79. | KALMÁR Tamás, dr. LÁNYI Péter, HÓZ Erzsébet | Kerékpárút hálózatok vizsgálata a fejlesztések és
úthasználók tapasztalatai alapján |
| 80. | VARGA Tamás, FARKAS Péter János, Dr. TOKODY Dániel, ZSARNOVSZKI Attila, MÉSZÁROS Tamás, VERESS Árpád | Építményvillamossági tervezés robbanásveszélyes
környezetben |
| 81. | Dr. VONA Márton, Dr. BALATONYI László, TÉCSŐY István | Dombvidéki víz visszatartás, kisvízfolyások szabályozása
természet közeli megoldásokkal
Kisléptékű vízvisszatartás, kistelepülés-léptékű
vízmegtartó megoldások |
| 82. | ZANATHY Valéria, BUZÁS Györgyi, TÓTH László | Acélszerkezetek korrózió elleni védelme –
Acélszerkezetek korrózió elleni védelmére vonatkozó
szabványok, előírások, szakami tapasztalatok
összefoglalása |
| 83. | JÓZSA Bálint, DOHÁNY Máté | DDI avagy a fordított gyémánt csomópontok vizsgálata és
magyarországi alkalmazhatósága |
| 84. | SZÉPSZÓ Gabriella, ALLAGA-ZSEBEHÁZI Gabriella, LAKATOS Mónika, SZENTES Olivér, TAKSZ Lilla, SELMECZI János Pál, Dr. CZIRA Tamás, CSÓKA Gergely, BAKA György | Éghajlatvédelmi vizsgálatok módszertana és az azt
megalapozó adatbázisok alkalmazása |
| 85. | ZSIGMONDI András, MARIÁN Gábor, WÉBER László | A műszaki egyenértékűség és helyettesítő termék
egyenértékűségének megállapítási módjai |
| 86. | NAGY János, HORVÁTH Rita, KAPITOR György, MERTLI Ferenc, PAPP Ábrahám, SITKU György, Dr. ZSEBIK Albin | Világítástechnika - segédlet az EKR dokumentáció
készítéséhez – Alapismeretek és mintapéldák |
| 87. | CSENDES János, VELLER Tamás | Épületautomatika – Összefüggésben az
Energiahatékonysági Kötelezettségi Rendszerrel |