

 Magyar Mérnöki Kamara	MŰSZAKI SEGÉDLET Létesítményen belüli hírközlő hálózatok. Tervezési segédlet	MK MS12003
---	---	---

1. Tartalom

1. Tartalom	1
2. Szerzői és kapcsolatos jogok.....	4
3. Előszó.....	5
4. Bevezetés és tárgykör.....	6
5. Hivatkozások.....	7
6. Meghatározások és rövidítések	8
7. Műszaki követelmények	10
A létesítményre vonatkozó általános követelmények	10
Létesítmény kategóriák és azok specifikus jellemzői	10
Lakóépületek, szállás jellegű létesítmények	11
Irodaházak.....	13
Egészségügyi intézmények	13
Repülőterek	17
Ipari létesítmények	17
Oktatási létesítmények	21
Infokommunikációs létesítmények	23
7.1. A tervezés módszertani (eljárási) kérdései.....	27
7.1.1. Tervezési stratégia.....	27
7.1.2. Általános követelmények.....	27
Dokumentációs kérdések	27
7.1.3. A tervezés menete	28
Tervezési fázisok.....	28
7.1.4. Műszaki követelmények meghatározása.....	30
A megrendelő elvárásai.....	30
A létesítmény adottságai	30
A létesítményi infrastruktúra minőségi jellemzői	31
Jogi előírások, szabványok	31
7.1.5. Egyeztetés a tervezés során.....	31
Tervezési határok meghatározása	32
Szakági egyeztetés	32
Egyeztetés a megrendelővel a tervezés során	33
Az eszközök, anyagok piacának hatása	33
7.1.6. A tervezés eredménye, a tervezési folyamat kimenete	33
Engedélyezési, kiviteli dokumentáció.....	33
7.2. Hálózati platform tervezés	36
7.2.1. Alkalmazások távközlési (hálózati) igényei	36
Alkalmazások jellemzőiből fakadó funkcionális igények	36
Mennyiségi kérdések.....	37
Információtovábbítási kapacitás tervezése.....	37
7.2.2. Hálózati struktúra meghatározása	38

<az elfogadás kelte)	© Magyar Mérnöki Kamara – Minden jog fenntartva	1
----------------------------	---	---

Strukturális típusok	38
Szegmensekre bontás	39
7.2.3. Kapcsolat a nyilvános elektronikus hírközlő hálózatokkal	41
Nyilvános hálózatok fizikai csatlakozása	41
7.2.4. Kapcsolat magánhálózatokkal	43
7.2.5. Hálózati technológiák megválasztása	44
LAN költségek	44
7.3. Vezetékezés tervezése	45
7.3.1. Tervezési célkitűzések	45
7.3.2. A vezetékezés tervezésének mozzanatai	46
Célszerűség alapján meghatározott hálózattervezési menet:	46
7.3.3. A vezetékezés általános szerkezete	47
Végpontok helyének meghatározása	47
Elágazási, leágazási pontok	48
A kábelezés funkcionális elemeinek elhelyezése	49
7.3.4. A vezetékezés technológiájának megválasztása	50
Átviteli csatornák teljesítőképességének méretezése	50
Fényvezető szál típusának megválasztása	54
Optikai csatlakozó típusának megválasztása	57
Optikai kábel típusának megválasztása	58
Optikai csillapításterv	59
7.3.5. A kábelezés fizikai kialakítása: kábelvezetés	60
Kábelek, vezetékek elhelyezése: kábelutak	61
Kábelvezetési rendszer kialakítása, kapacitása	63
Épületegyüttes (épületek közötti) gerincvezetékezés	67
Épületen belüli gerincvezetékezés	67
Kábelkötegek melegeződése	68
7.3.6. Tápellátási rendszer tervezése	70
Aktív hálózati elemek energiaellátási igényei	70
A tápellátási rendszertechnika megválasztása	71
7.3.7. Földelési rendszer, zavarvédelem	73
Érintésvédelmi földelés	73
A gyengeáramú földelési hálózat	73
7.3.8. Az elektromágneses zavarvédelem szempontjai	79
Kölcsönhatás az erősáramú hálózattal	79
7.4. Vezeték nélküli alrendszerek tervezése	82
7.4.1. Forgalmi igények	82
WLAN streaming	83
7.4.2. Frekvencia terv	83
Frekvencia engedélyezési terv	83
7.4.3. Antenna rendszer tervezése	84
Wifi antenna	85
7.4.4. Besugárzási terv	85
Nagy kiterjedésű épületegyüttesek lefedése, nagysűrűségű hozzáféréssel	86
Közepes méretű telephely közepes sűrűségű lefedése	86
Kisméretű telephely lefedése	86
7.4.5. Vezeték nélküli alrendszer kábelezésének tervezése	86
Kapcsolódás a vezetékes hálózathoz	87
Elosztott antennarendszer kábelezése	87
7.4.6. DECT (al)rendszer tervezése	88
Forgalmi méretezés/lefedés	88
7.4.7. Kapcsolat a vezetékes hálózati szegmensekkel	88

Rádiófrekvenciás azonosítási rendszerek.....	89
Hozzáférés vezérlés.....	89
7.4.8. Kapcsolat más vezeték nélküli rendszerekkel.....	89
7.4.9. A vezeték nélküli alrendszerre vonatkozó kiviteli terv.....	90
1. Melléklet	93
Adatközpont tervezés.....	93
Adatközpont fizikai kialakítása.....	93
Kategóriába sorolás.....	93
Mennyiségi jellemzők	94
Alaprajzi elrendezés	94
Szekrények típusának kiválasztása	95
Keretbeültetési terv	97
Táplálás, energiaellátás	98
Klimatizáció	100
Adatközpont kábelezés	104
Géptermi zaj csillapítása	105
2. Melléklet	108
Optika képes épületek tervezése	108
Az épület hozzáférési pontjára és az optikai interfészre vonatkozó előírások.....	108
A kábelekre vonatkozó előírások.....	108
A csatlakozókra vonatkozó előírások;	109
A kábelcsatornákra, illetve mikrocsövekre vonatkozó előírások.....	109
Az elektromos kábelezéssel való interferencia kiküszöböléséhez szükséges műszaki előírások	109
A kábelezés telepítésére vonatkozó műszaki előírások	110
8. Dokumentum történet	111

2. Szerzői és kapcsolatos jogok

Jelen műszaki irányelv a Magyar Mérnöki Kamara szellemi tulajdonát képezi. Annak bármilyen formában történő publikálása, terjesztése vagy sokszorosítása, valamint Mesterséges Intelligencia-alapú rendszerek számára tananyagként történő felhasználása csak a Magyar Mérnöki Kamara írásbeli engedélyével lehetséges.

3. Előszó

Jelen dokumentumot a Magyar Mérnöki Kamara megbízásából került kidolgozásra.

A dokumentum kidolgozásának célja, hogy a létesítmények (a hírközlő hálózatok) tervezése, létesítése és üzemeltetése során

- az érintettek (tervezők, kivitelezők, üzemeltetők stb.) számára adott helyzetre legalább egy igazolt megoldás álljon rendelkezésre, példaként szolgáljon
- közös projekteknél esetleges vitarendezésnél referenciaként lehessen felhasználni

Felvetődött, hogy szükség van

- az elérhető korszerű technológiák összefogására,
- az elavult technológiák korszerűsítésére
- a vonatkozó műszaki normatívák egységes kezelésére,

A kidolgozásnál felhasznált műszaki specifikációk a kidolgozandó dokumentumok vonatkozó részében kerülnek felsorolásra.

Jelen dokumentumban a Magyar Mérnöki Kamara Hírközlési és Informatikai Tagozata által ajánlott műszaki megoldások kerültek meghatározásra. Ezen műszaki megoldások alkalmazása önmagában nem kötelező, nem helyettesíti a vonatkozó szabványokat, melyek betartását, ill. követését jogszabályok, vagy szerződések írhatják elő.

Amennyiben jelen dokumentum alkalmazása során bármilyen módosításra vagy pontosításra vonatkozó igény merülne fel, az esetleges korrekcióra, módosításra vonatkozó javaslat a Magyar Mérnöki Kamarához (1118 Budapest, Budaörsi út 125/A) e-mail: info@mmk.hu juttatható el.

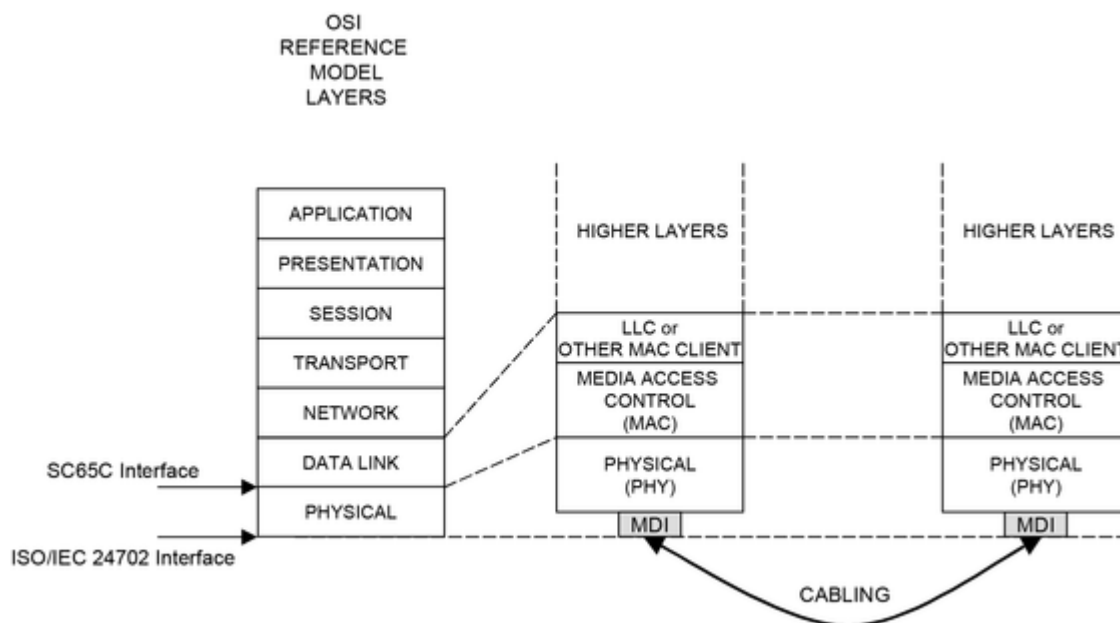
4. Bevezetés és tárgykör

A korszerű infrastruktúra követelményeiből fakadóan a létesítmények értékviszonyainak súlypontja a gépészeti, automatizálási rendszereken túlmenően az infokommunikációs rendszerek felé tolódik el, olyannyira, hogy az intelligens létesítmények/épületek¹ esetében mára már túlsúlyba került.

A 2024. május 8.-án hatályba lépett 2024/1309 EU rendelet (GIA Act) a tagállami szabályozás számára új építésnél ill. építési engedélyköteles rekonstrukció esetén külön követelményeket határoz meg, és lehetővé teszi, hogy a tagállami szakhatóságok megfelelő minősítési-tanúsítási rendszert (fiber ready label) vezessenek be. Jelen műszaki segédlet célkitűzése, hogy – amennyiben bevezetésre kerül – a létesítményi hálózatok tervezése során ezen követelmények is teljesíthetők legyenek.

A korszerű, gigabit/sec sebességű elektronikus hírközlő rendszerek műszaki jellemzői szükségessé teszik, hogy a tervezés során a tervező „asztaltól asztalig” kézben tartsa a rendszereket. Szükséges, hogy a területtel foglalkozó, a 266/2013 korm. r. szerinti HI-V, HI-VN, IT, valamint V jogosultsággal rendelkező tervezők és más szakemberek számára a tervezést segítő megfelelő műszaki alapismeretek összefoglalásra kerüljenek.

Jelen dokumentum a létesítményi infokommunikációs infrastruktúra alsó rétegeivel, a hálózati platformmal foglalkozik, azaz a létesítmények infokommunikációs hálózatainak tervezésére terjed ki. A létesítmények infokommunikációs alkalmazástechnikai rendszereire vonatkozó specifikus informatikai tervezési követelmények jelen dokumentum tárgykörén kívül esnek.



4.1. ábra Létesítményi infokommunikációs infrastruktúra réteges szerkezete

A dokumentum illeszkedik az MMK műszaki irányelvekre ill. műszaki segédletekre vonatkozó keretrendszerhez (MK MI 00001).

¹Intelligens épületek hálózatai ANSI TIA 862-B szabvány

5. Hivatkozások

AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (EU) 2024/1309 RENDELETE a gigabites elektronikus hírközlő hálózatok kiépítési költségeinek csökkentésére irányuló intézkedésekről, az (EU) 2015/2120 rendelet módosításáról, és a 2014/61/EU irányelv hatályon kívül helyezéséről (a gigabites infrastruktúráról szóló rendelet) (2024. április 29.)

191/2009. (IX. 15.) Korm. rendelet az építőipari kivitelezési tevékenységről

ISO/IEC24702:2006(en)Information technology — Generic cabling — Industrial premises Healthcare Facility Telecommunications Infrastructure Standard. ANSI/TIA, 2010. EIA/TIA 1179

MSZ-EN-IEC 61158 Industrial communication networks - Fieldbus specifications

Ipari adatközlő hálózatok. A terepi busz előírásai.

266/2013. (VII. 11.) Korm. rendelet az építésügyi és az építésüggyel összefüggő szakmagyakorlási tevékenységekről

2023. évi C törvény a magyar építészetről

MSZ EN 50173 sorozat Informatika. Általános kábelezési rendszerek.

HIT FAP25-2006?

6. Meghatározások és rövidítések

Adatközpont	Olyan létesítmény, amelyben fix telepítésű informatikai rendszerek és kapcsolódó rendszerelemek, többek között távközlési ill. adattároló berendezések kerülnek elhelyezésre
AWG	American Wire Gauge – Vezetékméretek amerikai rendszere (IEC 60228)
BD	Building Distributor – Épület elosztó
Berendezés helyiség	olyan épületen belüli terület, ahol távközlési berendezések kerülnek elhelyezésre, és esetleg tartalmazhatnak rendezőket is
BEREC	Body of European Regulators for Electronic Communications - Európai elektronikus hírközlési szabályozó hatóságok testülete
BIM	Building Information Modeling - Épület-információs modellezés Épület vagy infrastrukturális eszköz tervezése, építése vagy üzemeltetése elektronikus objektumorientált információ felhasználásával
CBN	Common Bonding Network Közös földelési hálózat
CD	Campus Distributor – Telephely (létesítmény) elosztó
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine Digitális képalkotás és kommunikáció a gyógyításban
EHT	2003. évi C. tv. az elektronikus hírközlésről
EWC kódszám	A fluortartalmú üvegházhatású gázokról és a 842/2006/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről szóló az Európai Parlament és a Tanács 517/2014/EU Rendelete (2014. április 16.) szerinti kódszám
ÉTDR	Építési Beruházások Költségtervezési Rendszere Építésügyi műszakiszabályozási bizottság Építésügyi Műszaki Irányelv (Tervezet).../..... (.....) ÉpMI
FD	Floor Distributor – Emelet elosztó
FTTR	Fiber To The Room - Helységig kiépített beltéri optikai hálózat.
Gigabit-képes hálózat	
GPON	Gigabit Capable Passive Optical Network (ld. ITU G.984. ajánlás)
HVAC	Heating, Ventillation and Air Condition
IKT	Informatika és Távközlés (infokommunikáció)
Intelligens épület/létesítmény	Olyan épület/létesítmény, amely automatikusan, azaz emberi beavatkozás nélkül, vagy csak minimálisan szükséges emberi beavatkozással képes ellátni feladatait, segítve a mindennapokban a benne élő vagy dolgozó humán használókat
Létesítmény	Egyetlen épület, építmény vagy azonos ingatlanon lévő több, épület vagy építmény összefüggő együttese
MICE	Mechanical, Ingress, Climatic/Chemical and Electromagnetic Az MSZ EN 50173-1 szabvány szerinti környezetállósági (mechanikai, behatolási, klimatikus vagy kémiai, elektromágneses) követelmények
NMHH	Nemzeti Média- és Hírközlési Hatóság
OCR	Optical Character Recognition

OLT	Optikai karakterfelismerés Optical Line Termination Az ITU G.984 Ajánlás szerinti (nyilvános) hálózati végződés
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer Optikai időtartománybeli visszaverődés vizsgáló készülék
STP	Shielded Twisted Pair – Árnyékolt sodrott érpár
TÉKA	280/2024. (IX. 30.) Korm. rendelet a településrendezési és építési követelmények alapszabályzatáról
UNI	User-Network Interface – Használó-hálózati interfész
UPS	Uninterrupted Power Supply – Szünetmentes tápellátás(i rendszer)
UTP	Unshielded Twisted Pair – árnyékolatlan sodrott érpár
VHCN	Very High Capacity Network – Igen nagy kapacitású hálózat (BEREC)

7. Műszaki követelmények

A létesítményre vonatkozó általános követelmények

A létesítményi infokommunikációs infrastruktúrában fő cél, hogy a különböző alkalmazástechnikai rendszerek (informatika, távközlés, biztonságtechnika, épületautomatizálás stb.) és a hálózati platformok között összhang álljon fenn, azaz a hálózati platformok műszaki jellemzőinek ki kell elégíteni az alkalmazások által támasztott igényeket (átviteli sebesség, minőség, címzési rendszer, titkosság stb.)

A hálózati platformot a *megosztásra* alkalmassá kell tenni, azaz a létesítmény alkalmazástechnikai rendszereinek ill. a rendszerek használói számára hozzáférést biztosítani kell. Ettől az általános elvtől akkor kell eltérni, ha valamely alkalmazástechnikai rendszer vagy használó sajátos szempontjai miatt külön hálózatra tart igényt.

A nyilvános elektronikus hírközlési hálózatok üzemeltetői – amennyiben a nyilvános hálózat egyes szakasza(i) a létesítményen belül kerülnek megvalósításra – jelen dokumentum általános követelményein túlmutató specifikus követelményeket határozhatnak meg.

Létesítmény kategóriák és azok specifikus jellemzői

Az egyes alkalmazási területeket egyenként elemezve a tervezés előtt el kell dönteni, hogy mely alkalmazástechnikai rendszer mennyire legyen integrálva a létesítmény infokommunikációs infrastruktúrájába. Ugyanis lehetnek olyan szempontok (pl. kiemelt biztonság), amelyek alapján határesetben akár az infrastruktúrától teljesen független rendszert igényelnek.

Létesítmény típusokra vonatkozó szabványok

7.0.1. Táblázat

Létesítmény típus	Vonatkozó szabvány azonosítója	Tárgykör	Rövid tartalom
Irodai létesítmények	MSZ EN 50173-2	Informatika. Általános kábelezési rendszerek. 2. rész: Irodai létesítmények	Irodaházi hálózatok struktúrája, csatornák teljesítőképessége, referencia implementációk, összekötő hardver elemek követelményei, zsinórok és átkötők (jumpers) követelményei
Ipari létesítmények	MSZ EN 50173-3	Informatika. Általános kábelezési rendszerek. 3. rész: Ipari létesítmények	
Lakóépületek	MSZ EN 50173-4	Informatika. Általános kábelezési rendszerek. 4. rész: Lakóépületek	
Adatközpontok	MSZ EN 50173-5	Informatika. Általános kábelezési rendszerek. 5. rész: Adatközpontok	
Elosztott épületegyüttesek	prEN 50173-6	Informatika. Általános kábelezési rendszerek. 6. rész: Elosztott szolgáltatások	(előkészületben) Elosztott szolgáltatások hálózatainak struktúrája, csatorna teljesítőképesség követelmények, referencia implementációk, kábelekre vonatkozó követelmények, összekötő hardver elemek, zsinórokra ill. átkötőkre (jumpers) vonatkozó követelmények
Repülőterek	prEN 50173-7	Informatika. Általános kábelezési rendszerek. 7. rész: Repülőterek	előkészületben
Egészségügyi létesítmények	EIA/TIA 1179	Egészségügyi létesítmények távközlési infrastruktúrája	Munkahelyek kategóriái
Oktatási létesítmények	EIA/TIA 4496	Oktatási létesítmények távközlési infrastruktúrája	

Lakóépületek, szállás jellegű létesítmények

Ennél a létesítmény kategóriánál specialitás lehet kábeltelevízió, ahol egyrészt koaxiális kábel-alapú vezetékezésre van szükség, speciális aktív és passzív elemekkel (elosztók, erősítők), másrészt egy vagy több antenna (parabola, Yagi stb.) táplálását kell biztosítani.

Lakóházak

Több lakásos lakóépület esetében specialitás, hogy

- az egyes lakások egyedileg veszik igénybe a nyilvános hírközlési szolgáltatásokat (telefon, internet, kábel TV). Ebből következik, hogy
 - több nyilvános hálózati szolgáltató hálózatához is kell csatlakozást biztosítani, amely esetleg külön kábelutat és/vagy hálózati elemek elhelyezését igényelheti
 - az épületen belüli internet hálózat lehet fényvezetős vagy réz alapú. Ezt a hírközlési

- szolgáltatókkal kell egyeztetni.
- az internethez kapcsolódó routerek általában a lakásokon belül kerülnek elhelyezésre, ezért a strukturált kábelezés csak lakásokon belül alakítandó ki, valamint ezen routerek táplálása is a lakás energiaellátási rendszeréről üzemel. Ezt a megoldást a távközlési szolgáltatóval egyeztetve kell kialakítani.
- adatközpontok, szerverek nem üzemelnek, kivéve, ha egy-egy lakást irodának használnak, de az ilyen szerverek többnyire általános elhelyezéssel üzemelhetnek
- Az általános értelemben vett távközlési helyiség (TR) kialakítására többnyire nincs szükség, de a jelentős számú belépő nyilvános hálózati kapcsolat miatt rendezők elhelyezése kritikus, ezért szükséges lehet ilyen helyiség kialakítására (pl. nem szeméttárolóban). Ez persze csak műszaki lehetőség, ugyanis az érintett hálózatok üzemeltetőivel kell egyeztetni.
- Térfigyelő kamera rendszerek egyre gyakoribbak, de ezek valamilyen diszpécser központhoz csatlakozhatnak, amely lehet a létesítményen belül vagy kívül. Az előbbi esetben a fizikai kialakítást (helyiség, áramellátás) figyelembe kell venni.
- Szükség lehet a lakásriasztó, tűzjelző rendszerek és a távbeszélő hálózat közötti kapcsolatra.
- A kaputelefon rendszer általában független vezetékezést igényel
- A lakásokon belül lehetnek automatizálási rendszerek (fűtés, klíma, szellőztetés fény szabályozás stb.)

Családi ház, nyaraló

Az EIA 570 D szabvány szerint a hálózatot az alábbi táblázat szerint javasolt kialakítani:

Családi házra vonatkozó célértékek

7.0.2. Táblázat

Fokozat	Ethernet csatlakozások minimális száma	Koaxiális interfészek száma	Optikai interfészek száma
1	1	1	opcionális
2	2	1	opcionális
3	2	1	1 (min. két OM4 szálal kábel)

ahol:

Az 1. fokozat az „alap” rendszer, így az alapvető szolgáltatások, mint a telefon, esetleg a műhold, a kábeltelevízió és az adathálózat használhatók

A 2. fokozat a „fejlett” séma, így az alapvető, haladó és fejlődő szolgáltatások, például telefon, műhold, kábeltelevízió, szélessávú internet, adathálózat, otthoni video- és vezetékek nélküli hozzáférési pontok használhatók.

3. fokozatú „ultra fejlett” séma, amely a leginkább jövőbiztos, és mindent tartalmaz, ami a 2. fokozathoz tartozik, de két szálóptikai kábelt ad minden csatlakozóhoz

A lakásban kialakítandó csatlakozások együttes számának meghatározásához a fenti célértékeken túlmenően a vezetékek nélküli hozzáférési lehetőséget is számításba kell venni. Amennyiben a lakás több helyiségét is el kell látni, akkor a fenti táblázat szerinti értékeket értelemszerűen növelni kell.

Minden kábelezésnek vissza kell futnia egy elsődleges elosztási pontra, és ott kell végződnie. Ennek fizikai kivitele egy süllyesztett vagy falra szerelhető doboz, amelyet a csatlakozások központosítására használnak. Ugyanitt helyezkedik el a nyilvános hálózati végződés (célszerűen OLT, router, switch stb.).

Adott átviteli sebesség mellett az alkalmazott vezetéktípusokkal elérhető hatótávolságok – méterben megadva - az alábbi táblázat szerintiek lehetnek:

Vezeték típusok és elérhető bitsebességek

7.0.3. Táblázat

Vezeték típus	Átviteli sebesség [Gbit/s]			
	1	10	40	100
CAT5e	100			
CAT6	100	50		
CAT6A	100	100		
CAT8	100	100	30	
OM4	860	400	150	150

Szállodák

A kábel TV szolgáltatásnál esetleg gazdaságos lehet, ha felfűzős topológiát valósítanak meg, ugyanis minden végpontra ugyanazt a jelet kell eljuttatni, mivel nincsenek egyéni előfizetések.

Amennyiben WiFi hozzáférés is kiépítésre kerül, akkor a hálózattal le kell fedni a teljes lakóterületet és a vendégek által használt közös helyiségeket.

Jelentős lehet a térfigyelés, ill. a tűzvédelem és más épület automatizálási rendszerek rövid- és hosszútávú igényeit is.

Irodaházak

Amennyiben egy vagy több bérlő használja a létesítményt – a használati szerkezet (ki melyik területet használ) dinamikusan változhat. Annak érdekében, hogy a létesítményi infokommunikációs infrastruktúra ezt megfelelően követni tudja, kellő rugalmassággal, átkonfigurálhatósággal kell rendelkezni.

Ilyenek pl. a beléptető rendszerek, amelyeket akár emeletenként kell külön-külön kialakítani.

Irodaházak gyakori része a teremgarázs, ahol a behajtást ill. a térfigyelést kell megoldani. Itt a tűzvédelem és a szénmonoxid érzékelés is fontos lehet. Emellett a ki- és behajtást irányító beléptető rendszer igényei is relevánsak lehetnek.

Egészségügyi intézmények

Egészségügyi létesítményekre (kórházak, rendelőintézetek stb.) az ANSI TIA 1179 szabvány került kidolgozásra, amely meghatározza az általános követelményektől való eltéréseket:

Szimmetrikus kábel alkalmazása esetén az épületekben a függőleges és a vízszintes kábelezésnél legalább CAT6_A vezetékvezést kell alkalmazni.

Amennyiben optikai kábel alkalmazása szükséges, legalább két szála van szükség az fényvezető szálas gerinchálózathoz. A munkaterületeken fényvezető szálas kábelek esetén megengedett a tömbcsatlakozók használata.

Javasolt a vezeték nélküli hozzáférési pontok (AP) kábelezése és elosztott antennarendszer használata. Ez utóbbi esetben dedikált nagyfrekvenciás kábelezés szükséges.

A távközlési helyiség

Egy alapvető egészségügyi létesítmény esetében a távközlési helyiség kialakításánál az általános követelményeken túlmenően

- A fizikai kialakítás során nem engedhető meg, hogy a nem infokommunikációs szolgáltatások (pl. Orvosi gázok, folyadékok rendszerének) útvonala a távközlési helyiségen keresztül menjen.
- Az egészségügyi intézményekben rendelkezésre álló számos szolgáltatás (pl. Nővérhívás, betegkövetés) miatt a távközlési helyiségnek nagyobbnak kell lennie, mint pl. egy irodaközpontú kereskedelmi épület esetében (legalább 12 m²)

Ellátási intenzitás

Tekintettel a jövőbeli igények kielégíthetőségére (előrelátó tervezés), a munkaterületenkénti ajánlott minimális végpont szám (ellátási intenzitás) az egészségügyi munkahely típus függvénye, és általában nagyobb, mint 2. A legfontosabb jellemzők az alábbi Táblázat szerintiek:

Munkahely típusok besorolása egészségügyi létesítmények esetén**7.0.4. Táblázat**

Munkahely típus	Ellátási intenzitás (végpontok száma helyiségenként)		
	Alacsony (2-6)	Közepes (6-14)	Magas (>14)
Betegszolgálatások	Tartózkodó a család számára Városzoba Konzultációs helyiség	Adminisztráció Regisztráció Könyvtár	Betegszoba Nővérszoba
Műtők, proszektúra	Steril zóna Szubsteril zóna	Beteg fektetés Beteg élesztési, aneszteziológiai iroda	Beteg előkészítő Intenzív kezelő helyiségek Műtők
Sürgősségi ellátás	Mentők, Ambulanciai részleg	Értékelő Vizsgáló szobák	Megfigyelő Beavatkozó szobák
Járóbeteg ellátás	Biopszia Röntgen Beteg tárolás (fektetés)	Beavatkozó szobák Mammográfia Vizsgálók	Járóbeteg ellátása
Nőbeteg osztály	Ultrahang, röntgen Szoptatás	Nővérszoba Gyermekegőrző	Labor/elkészítő szoba Fertőtlenítő
Diagnosztika /kezelő	Fluoroszkópia Radiográf Röntgen Sugárkezelés		MRI vezérlő helyiség Szimulátor és vezérlő Lineáris gyorsító és vezérlő CT vezérlő helyiség Ellátó szoba Beavatkozó szoba Labor
Gondozó	Vizsgáló Szennyes ruha kezelés	Takarító részleg Konyha Rajzoló Munkaszoba Olvasószoba	Nővérszoba Erkély, galéria
Támogató részleg		Vér bank Gyógyszertár	Aneszteziológia
Gondnokság (épület, létesítmény)	Porta Elektromos helyiség Távközlési helyiség Épülettámogató helyiség Liftgépház		
Igazgatás	Központi raktár Büfé, étkező Öltözők, zuhanyozók Mosoda Tartózkodó, előcsarnok Műszaki készültség Kiskereskedelmi terek Általános irodai terek	Adminisztráció Élelmiszerellátó szolgálat Központi sterilizáló Konferenciatermek	
Intenzív osztály			Intenzív ellátó egység Csecsemő intenzív ellátó egység Beteg pihenő

Specifikus alkalmazás típusok

Az alábbi alkalmazás típusok speciális hálózati infrastruktúrát (pl.: igényelhetnek):

- Telemedicina - távoli monitorozás
- távolról végezhető műtétek végzéséhez szükséges adatkapcsolat számára dedikált végpontok

kialakítása

- Adminisztrációt támogató információs rendszer – egészségügyi információs rendszer, intézményi erőforrás-kezelési rendszer, pénzügyi rendszer, egészségügyi nyilvántartó rendszer, szórakoztató rendszer páciensek részére
- Orvosi információs rendszer – drog információs rendszer, internet, intranet, orvosi alkalmazások/app store, képfeldolgozás/archiválás,
- Kommunikációs rendszerek – segélyhívó, nővérhívó, beszédfelismerő/feldolgozó rendszer, diktafon, ütemező rendszer

Orvosi képalkotó rendszerek szempontjai

Az orvosi gyakorlatban (diagnosztika vagy terápia) alkalmazott alábbi tevékenységek (eljárások) során olyan rendszerek üzemeltetésére kerülhet sor, amelyek digitális képalkotással működnek:

- Elektron mikroszkópia
- Radiográfia (tipikusan röntgendiagnosztika)
- Mágneses rezonancia vizsgálat (MRI)
- Nukleáris orvostudomány
- Fotoakusztikus képalkotás
- Mell-tomográfia
- Tomográfia
- Ultrahang
- Háromdimenziós képalkotás

Az eszközök fotografikus felbontású álló vagy mozgó képeket generálnak. Szükség lehet ezen adatállományok hálózaton keresztül történő továbbítására, esetleg további (számítógépes) elemzés, feldolgozás vagy archiválás/tárolás céljából. A rendszerrel kapcsolatos műszaki követelmények két csoportra oszthatók:

- Adatkommunikációs követelmények – amikor meghatározásra kerül a továbbítandó adatállományok által generált forgalom nagysága (méret, gyakoriság stb.). Külön követelmény lehet, ha *valós idejű* átvitelre van szükség, pl. ha egy műtét során keletkező mozgóképet távoli helyen valós időben kell megjeleníteni. Esetleg egy videokonferencia (ld. multimédia kommunikáció) rendszerhez kell valamilyen módon csatlakozni.
- Feldolgozó rendszerrel kapcsolatos követelmények – amikor meghatározandó a diagnosztizáló vagy a terápiás céllal hálózaton keresztül továbbítandó adatállományok képkódolási módszere, a feldolgozási feladat funkciói (pl. statisztika, tárolás stb.)

OCR Optical Character Recognition - olyan technológia, amely lehetővé teszi képek, szkennelt vagy digitálisan fotózott dokumentumok és a PDF fájlok szerkeszthető és szövegesen kereshető formába átalakítását. Az így kapott anyag szerkeszthető, kivágható, kereshető és archiválható.

DTP Desktop Publishing – Asztali kiadványszerkesztés - nyomdai minőségű kiadványok személyi számítógéppel való előállítását, illetve az ehhez szükséges hardver- és szoftvereszközök összessége

RIS - standardized tag format developed by Research Information Systems, Incorporated (the format name refers to the company) to enable citation programs to exchange data

PACS Picture Archiving and Communication System – komplex rendszer, amely a létesítményben folyó képalkotó diagnosztikai alrendszereket egyetlen integrált rendszerbe foglalja.

Egy tipikus PACS rendszer elemeit az alábbi csoportokba lehet besorolni:

- képképző berendezések – amelyek végzik a tulajdonképpeni vizsgálatot, és az eredményeket grafikus formában állítják elő
- felvevő állomások – ahol a különböző forrásokból származó információt egységes formátumra (DICOM²) alakítják, az esetleges hibákat detektálják ill. javítják.
- központi szerver – ahol archiválják a fájlokat, ami integrálható a betegnyilvántartó rendszerrel
- megjelenítő állomások – a fájlok szabványos protokollok (NFS, FTP stb.) segítségével hozzáférhetők (kereshetők) és megjeleníthetők

A rendszer számos kiegészítő funkcióval (biztonság stb.) is rendelkezhet.

További specialitások

- kórháztechnikai rendszerek szállítóival egyeztetni kell. Itt különösen fontos lehet, hogy biztosítani kell a kölcsönös rádiófrekvenciás zavarvédelmi követelmények teljesülését.
- bizonyos orvosttechnikai, ill. kórháztechnikai berendezések, rendszerek (pl. röntgen, CT, MR) rendelkezhet hálózati kapcsolattal, amelynek követelményeit ki kell elégíteni.

Repülőterek

A repülőterek igen bonyolult alkalmazásokat használó létesítmények. A tevékenység részterületei:

- logisztika
- légi irányítás
- utastájékoztatás
- rendészet, vám, határőrizet
- iroda, igazgatás, létesítménygazdálkodás

A létesítmény tervezésének kiterjedt speciális követelmény rendszere van, így az infokommunikációs infrastruktúra tervezését ezek szerint kell végrehajtani.

Ipari létesítmények

Általános elvként kell elfogadni, hogy ipari létesítmények hálózataira vonatkozóan az ipari technológia igényei (topológia, kapacitás) a meghatározók.

Az ipar 4.0 koncepció folytán a jelenleg létesülő vagy felújítás alatt álló ipari létesítményeknél általános tendencia, hogy

- az IoT (Internet of Things) alapú rendszerek terjedése egyre jellemzőbb lesz, ami a létesítményi infokommunikációs infrastruktúrát nagymértékben befolyásolja

² DICOM 3.0 standard: Digital Imaging and Communications in Medicine
<https://www.dicomstandard.org/current/>

- az energiatakarékosság jelentőségének növekedése miatt a hajtások vezérlésében a frekvencia-szabályozás jelentősége növekszik

Amennyiben az *ipari automatizálási rendszerek* vezérlései az infokommunikációs infrastruktúra platformján üzemelnek, akkor átfogó rendszertechnikai követelményeket is teljesíteni kell. Ilyenek lehetnek:

- magasabb rendelkezésre állás (megbízhatóság)
- az ipari folyamatok időviszonyaiból következő maximálisan megengedett rendszer válaszidő rövidebb lehet a szokásos értéknél
- szükség lehet gép-gép közötti kapcsolatokra is
- Ezen rendszerekhez kapcsolódó menedzselési rendszerek specifikus kialakítást igényelhetnek.

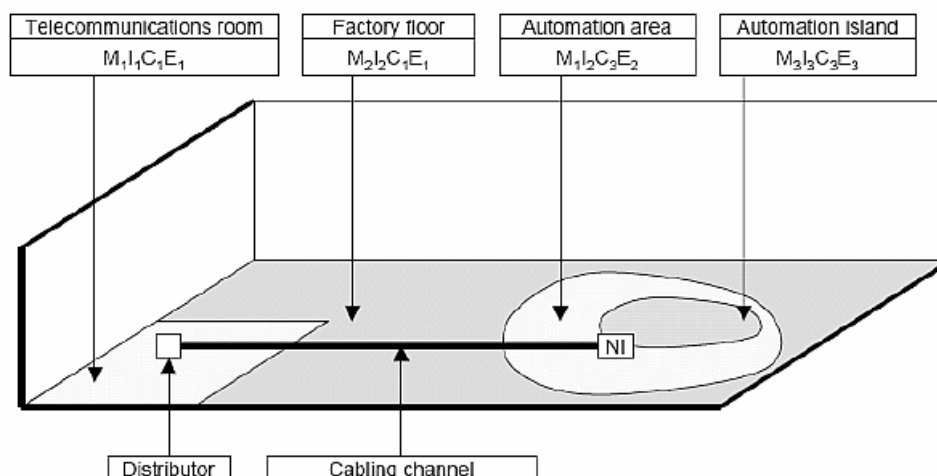
Mechanikai, klimatikus/vegyi és elektromágneses behatások

Az ipari környezet hatása az infokommunikációs infrastruktúrára a következő következményekkel jár:

- Az infokommunikációs rendszerelemek nagyteljesítményű kapcsolóeszközök mellett üzemelnek
- A berendezésekre és a kábelezésre ható környezeti hatások között a rezgés is számottevő lehet
- Az infokommunikációs eszközöket korróziós, vegyi és olajszenyezésű környezetben kell üzemeltetni, ha önálló helyiség kialakítása nem lehetséges.
- Az üzemeltetési környezet a kültértől a speciális magas hőmérsékletű beltérig változhat

A fentiek alapján a rendszerelemeket célszerű megfelelő védettséget biztosító szekrényben vagy helyiségben elhelyezni.

Az ipari környezetben a rendszerelemeket az általánostól eltérő környezeti behatások érik, amelyeket el kell viselniük. Az irodalomban erre vonatkozik a MICE (Mechanical, Ingress, Climatic/Chemical and Electromagnetic) rendszer, amely a főbb követelményeket foglalja össze. A következő ábra általános irányelvet mutat:



7.0.1. ábra Ipari létesítmény infokommunikációs infrastruktúrájának elemei

Egy nagyobb ipari üzemcsarnokra szigorúbb általános követelmények vonatkoznak, mint pl. egy irodai környezetre. Az ilyen ipari üzemcsarnok tartalmazhat egyszerűnek tekinthető munkaterületeket és automatizálási szigeteket.

Az *automatizálási sziget* (nem távközlési kategória) a technológiai folyamat üzemelési helyének közvetlen közelében vagy a technológiai berendezéseken található. Itt a gépeken elhelyezett érzékelő, beavatkozó elemek, ill. a hálózati erőforrások közötti kapcsolatot kell megteremteni. Az egész ipari létesítményen belül ez a terület általában a legkritikusabb környezetállóság szempontból, ahol a gépi ciklusok során emberek nem tartózkodhatnak. Bizonyos esetekben az automatizálási sziget kiterjedhet a munkaterületre. Az automatizálási sziget területén olyan rendszerelemek alkalmazhatók, amelyek teljesítik az előzetesen meghatározott környezetállósági követelményeket.

A környezetállósági szempontból elhatárolt fenti területek határán csatlakozók, kötődobozok vagy más kábelezési eszközök helyezkednek el. Ezek környezetállósági szempontból kritikus pontok, emiatt lehetőség szerint egyszerűbb a kábelt a határfelületen egyszerűen átvezetni.

A MICE rendszer által meghatározott négy kategória általános követelményein túlmenően az *alkalmazott ipari technológia sajátosságai* miatt további speciális környezetállósági követelmények lehetnek, melyeket a technológia tervezőjével egyeztetni kell.

Az üzemben működő infokommunikációs rendszerek külső hálózati kapcsolatait megvalósító alrendszer elemeinek elhelyezésére a többi területtől elkülönített *távközlési helyiség* is kialakításra kerülhet.

Specifikus hálózati topológia

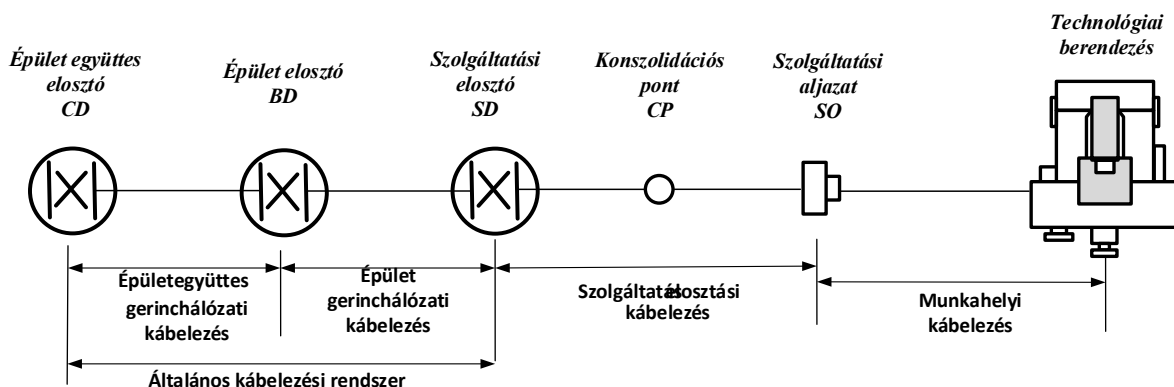
Olyan kritikus esetekben, ahol

- egyenrangú alkalmazások működésére van szükség,
- az üzemkiesés nem megengedett,
- a megengedhető rendszer válaszidők (<10 ms, vagy <1 ms) igen kritikusak, de dedikált hálózattal ill. megfelelő megemelt hálózati átviteli minőséggel kezelhetők.

a hálózati topológiák esetében a csillag (fa) struktúra mellett egyes szegmensekben a nagyobb követelmények miatt a gyűrű topológia is szükséges lehet. Egyes esetekben ennél is tovább kell menni: a gyűrűkön belül algyűrűket is ki kell alakítani. Az adatkommunikációs kapcsolatok nyomvonalait is tervezni kell, ne kerüljenek SPOF kockázatok a rendszerbe

A kábelezési rendszer struktúrája

Mivel a létesítmény szerkezete sem biztos, hogy megfelel az általános esetének, a hálózati szegmensek kialakítása is eltérő lehet. Az ipari környezet specifikus követelményei miatt speciális struktúrák alkalmazása lehet indokolt. Eltérés az általános struktúrától:



7.0.2. ábra Ipari létesítmény kábelezési struktúrája

Mint az ábrából látható, a vízszintes kábelezés két szakaszra oszlik, amelyben elkülönül a munkahelyi, ill. szolgáltatás elosztási kábelezés. A szolgáltatás elosztási és a munkahelyi kábelezés olyan területeken valósulhat meg, ahol eltérő környezetállósági (hőmérséklet, por, vibráció, elektromágneses zavartatás stb.) követelmények állnak fenn. Ezeket pontosan meg kell határozni, és a fizikai kialakítást ennek megfelelően kell megtervezni.

Tekintettel arra, hogy a fizikai elhelyezés a technológiai folyamathoz alkalmazkodik, a távközlési aljzat (TO) ill. a szolgáltatási aljzat (SO) elhelyezése miatt a készülék zsinórok (patch cord) hossza jelentős is lehet. A csatorna hosszára vonatkozó általános méretezési szabály az alábbi:

$$H + (1+D) = C \leq 102 \text{ m}$$

és

$$W = C - T$$

ahol:

C	a munkaterületi kábelezés, a berendezés kábelek és a patch cord maximális teljes hossza	[m]
W	a munkaterületi kábelezés maximális hossza	[m]
H	a horizontális kábelezés maximális hossza ($\leq 90 \text{ m}$)	[m]
D	patch cord hossz (értéke AWG 24 rézvezető esetén 0,2 m, AWG 26 esetén 0,5 m)	[m]
T	a távközlési helyiségben lévő a berendezés kábelezés és a patch cord feltételezett hossza	[m]

Rézvezetőjű esetben (24 AWG rézvezető) a megengedhető maximális hosszakat az alábbi táblázatok adják meg:

Rézvezetőjű kábelek maximális hossza**7.0.5. Táblázat**

Vízszintes kábelezés hossza [m]	Munkahelyi kábelezés maximális hossza [m]	Munkahelyi kábelezés és patch kábel együttes maximális hossza [m]
90	5	10
85	9	14
80	13	18
75	18	23
70	22	27
67	24	29
58	32	37
50	38	43
43	44	49
37	49	54
32	53	58
25	59	64
20	63	68
15	68	73
10	72	77
5	76	81
0	n.a.	85

A táblázatban a távközlési helyiségben lévő patch cord hossza (T) nincs figyelembe véve.

Alkalmazott ipari csatlakozók az MSZ EN IEC 61076-2-111 szerintiek lehetnek

Az alkalmazható vezetékezési technológiák között az optikai kábelezés szerepe nagyobb lehet, ezáltal az elektromágneses zavartatás csökkenthető. Tekintettel arra, hogy itt kis távolságokról van szó, az ETSI TS 105 175-1-2 szabvány szerinti műanyag fényvezető szálat tartalmazó vezeték (kábel) alkalmazása költségtakarékos megoldás lehet.

Földelési rendszer

Egyponthoz földelést kell kialakítani.

A földelést és az összekötéseket úgy kell kialakítani, hogy egyenpotenciálú földelési rendszert biztosítson a földhurkok megakadályozására.

A csillag topológiájú földelési hálózat alkalmazása a kommunikációs lefedettségi területeken a földhurkok kiküszöbölésére használható.

Oktatási létesítmények

Oktatási létesítmények (általános- és középiskolák, felsőoktatási intézmények, speciális oktatási intézmények stb.) speciális követelményeit, tervezési irányelveit az ANSI/TIA-4966 szabvány határozza meg.

Az ebbe a csoportba tartozó létesítmények közös vonása, hogy létezik a létesítménynek egy viszonylag állandó magja, és ehhez csatlakoznak a variálható perifériának tekinthető terek (hég). Mivel az oktatási létesítmények élettartama alatt az épület magja és a hég többszörös változásokon mehet keresztül, többlet kábelutakat kell elhelyezni olyan terek esetében, ahol a létesítmény magja és hégösszetevők hosszabb ideig megmaradnak. Ez együtt jár a minimális ill. a maximális kapacitás figyelembe vételével.

Gyakorlati tapasztalatok szerint oktatási létesítményekben a következő alkalmazások fordulhatnak elő:

- internet elérés (általános böngészés, levelezés)
- felhő (távoli munkavégzés adatokkal vagy távoli alkalmazásokkal)
- web-es tanfolyamok, távoktatás
- tartalom fejlesztés
- kollaboráció
- interaktív alkalmazások
- szavazás-szerű alkalmazások

Ezek várható forgalmi igényei alapján lehet a hálózati és az intézményen belüli informatikai kapacitásokat méretezni.

További részletes követelményeket a TIA 4966 szabvány tartalmaz.

Hozzáférési pontok ajánlott sűrűsége

Javasolt az intézmény teljes WiFi eléréssel történő lefedése, amennyiben más ok ezt nem tiltja. A szokásos sűrűségi jellemzők:

előcsarnok, bejárati tér: 150 m²-enként

egyéb terek: 230 m²-enként

közösségi terek (oktatótermek, tornaterem, büfé, könyvtár stb.): ld. táblázat:

Oktatási intézmények ajánlott ellátási paraméterei

7.0.6. Táblázat

Várható terhelés [fő]	Hozzáférési pontok száma
<125	1 - 5
126 - 200	9
201 – 300	14
301 – 400	18
401 – 500	21

Az átlagos méretű oktató termekben az ellátást úgy célszerű megtervezni, hogy egyidejűleg 50-60 végberendezés legyen képes működni.

Kapcsolódás külső (nyilvános) hálózatokhoz

A külvilághoz történő IP hálózati kapcsolódást forgalmi, átviteli minőségi és megbízhatósági szempontok figyelembevételével kell megtervezni:

- az intézmény helyén működő nyilvános hálózati szolgáltatók közül a lehető legtöbbhez célszerű kiépíteni az internet hozzáférést
- amennyiben releváns, az oktatási-kutatói hálózatokhoz is csatlakozni kell.

A fentiek alapján célérték lehet, hogy intézményenként 6 – 14 csatlakozást célszerű kiépíteni. A fentebb felsorolt alkalmazások közül több is igényelheti nyilvános műsorszóró szolgáltatások (pl. kábeltelevízió) igénybevételét is.

Audiovizuális rendszerek

Az audiovizuális szemléltetéshez szükség lehet az intézményben külön multimédia stúdió kialakítása, amely a belső intézményi hálózathoz csatlakozhat, így megfelelően változatos multimédia kapcsolatok alakíthatók ki.

A távbeszélő rendszer kialakítására nincs különösebb specifikus szempont.

Infokommunikációs létesítmények

Infokommunikációs létesítményről akkor lehet beszélni, ha a létesítményben folyó gazdasági/üzleti/logisztikai tevékenység kifejezetten

- elektronikus hírközlési szolgáltatások (nyilvános vagy magáncélú) nyújtására
- informatikai szolgáltatások nyújtására

irányul.

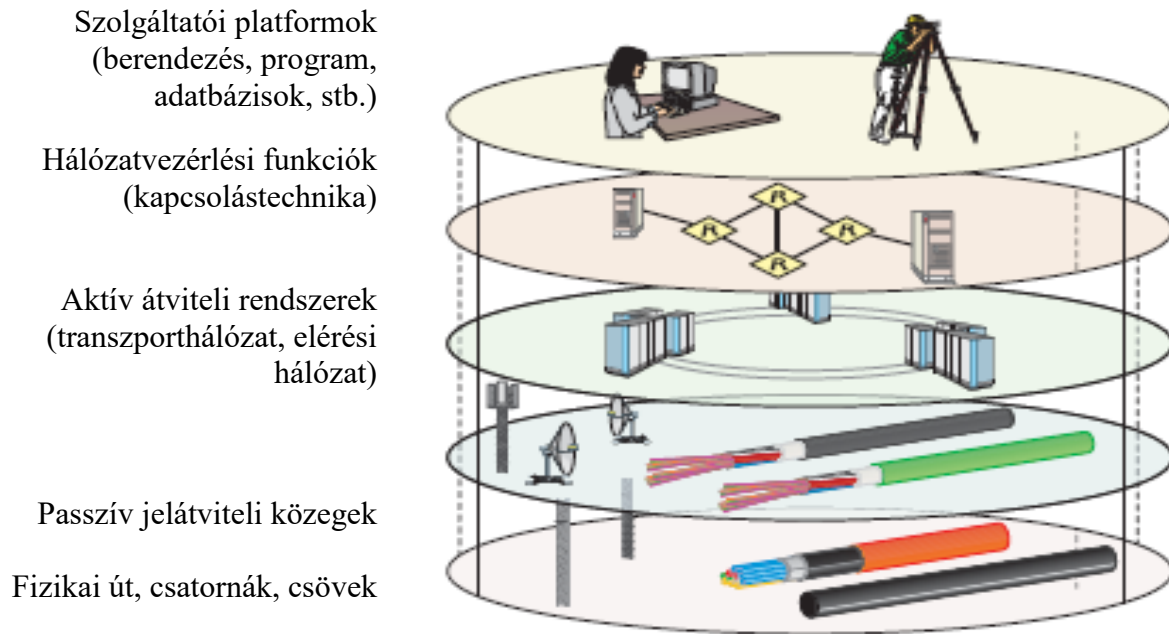
Az ilyen létesítmény alapvető sajátossága nem csupán abban nyilvánul meg, hogy a létesítmény infokommunikációs infrastruktúrája nagy kapacitású és bonyolult, hanem hogy ez az infrastruktúra nem kiszolgáló/támogató funkciót tölt be, hanem a létesítmény technológiai folyamatait valósítja meg.

További sajátos vonás, hogy az infokommunikációs létesítmények tervezése, építése/létesítése és üzemeltetése során a megrendelő/tulajdonos rendelkezik a szükséges szakmai ismeretekkel. Ebből következik, hogy a tervezési ill. kivitelezési egyeztetések során a többi létesítmény típustól eltérő módszerekre van szükség.

Az alábbiakban a specifikus tervezési szempontok ismertetése található.

Épület elrendezés

Infokommunikációs létesítményben létesülő épület - általános célú tereket (pl. szociális helyiségek, irodák stb.) nem tekintve - célszerűen többszintes, általános elrendezése célszerűen az alábbi:



7.0.2. ábra Infokommunikációs létesítményben megvalósított épület szerkezete

Infokommunikációs létesítményben megvalósított épület ajánlott elrendezése**7.0.7. Táblázat**

Szint	Funkció	Leírás	Megjegyzés
Tető	Antennák	Az antenna tartó szerkezetek (toronyok) fontos statikai szerepet kaphatnak (pl. szélterhelés). A rádiótechnikai berendezések elhelyezését is meg kell oldani.	Amennyiben az épület környezetéből fakadóan a várható hullámterjedési viszonyok szükségessé teszik, az antennák magasságát ez határozza meg
3. szint	Operátori terek	Ez megegyezik a TR helyiséggel	Tulajdonképpen itt munkaállomások kerülnek elhelyezésre.
2. szint	Fix telepítésű alkalmazástechnikai informatikai rendszerek	Adatközpont	Az adatközpont fejlett épületgépészeti (HVAC) rendszert igényel. Ez a két szint a legkönnyebben egyesíthető egyetlen gépterembe
1. szint	Aktív hálózati rendszerelemek		
Földszint	Rendezők, áramellátó rendszerek	A rendezők kapacitása ill. helyigénye (elérési hálózat) miatt elég nagy lehet. Az áramellátás igen bonyolult lehet. (Szünetmentes)	Ezek a szinteken kell megoldani az épület megközelítését gyalog vagy járművel
Alagsor	Kábelek bevezetése	Ide érkeznek be mind a gerinchálózati (társszolgáltatói), mind az elérési hálózati kábelek.	

Ez az elrendezés biztosítja, hogy az épület kábelezési igénye a vezeték hosszakat tekintve minimális legyen. Ez különösen a távtáplált (PoE) elemeknél lehet kritikus. Kivételt képez az esetlegesen létesülő antennák, ugyanis ezeket az aktív hálózati elemekhez (1. szint) kell kapcsolni (levezetések), de a korszerű vezeték nélküli rendszerek esetében gyakori, hogy a rádiótechnikai funkciók kültéri kivitelűek, és egybeépülnek az antennával. Ebben az esetben Ethernet hálózati csatlakozást kell csupán levezetni.

Amennyiben a létesülő infokommunikációs alkalmazástechnikai rendszer bonyolultsága megengedi, bizonyos funkciók (pl. aktív hálózati eszközök és fix telepítésű informatikai alkalmazástechnikai platformok egyetlen gépterembe történő telepítése) összevonhatók, miáltal maga az épület is egyszerűbb lehet. Az ilyen gépterem kialakításánál az adatközpontokhoz hasonló lehet.

Az épületben létesülő általános célú szociális helyiségek, irodák, tárgyalók, garázsok, kazánház stb. elhelyezéséről szintenként kell dönteni. A döntések sajátossága, hogy a technológiai (infokommunikáció) szempontokat kell elsődlegesnek tekinteni.

Tekintettel arra, hogy az épületben nagy mennyiségű infokommunikációs eszköz üzemel, a közlekedési ill. szállítási útvonalaknak (pl. felvonók) biztosítani kell ezek ki- ill. beszállítására vonatkozó követelményeket.

Áramellátás

Az áramellátási rendszerek specialitásai:

- Esetleg alternatív betáplálás (áramszolgáltatóval kell egyeztetni)
- - 48 V-os elosztás

- akkumulátoros energiatárolás
- aggregátoros áramfejlesztés
- 0,4 kV UPS és tápelosztó rendszer

Biztonsági szempontok

A magas követelményű biztonsági (térfigyelő, beléptető, tűzvédelmi stb.) rendszerek a létesítmény elengedhetetlen részei

Ha az épületben üzemelő rendszerek sajátosságai miatt társszolgáltatók/beszállítók munkatársainak munkavégzése gyakori, akkor a biztonsági rendszerek tervezésénél ezt tekintetbe kell venni (beléptetés, tartózkodás). Pl. korlátozott mozgás engedélyezése az épületben.

7.1. A tervezés módszertani (eljárási) kérdései

7.1.1. Tervezési stratégia

Az optimális stratégia szerint a „felülről lefelé” elvet kell követni, azaz először az alkalmazásokat kell megtervezni, (rendszertervezési tervezés), majd utána ennek alapján kell elvégezni a hálózattervezés feladatát.

Jelen dokumentum az alsó réteggel foglalkozik, azaz a hálózattervezéssel olyan értelemben, hogy a rendszertervezési tervezés által meghatározott követelményekre építi fel a hálózat tervezését.

7.1.2. Általános követelmények

A létesítmény infokommunikációs infrastruktúrájára vonatkozó általános követelmények az alábbiakban foglalhatók össze:

- Feleljen meg az alkalmazás-specifikus követelményeknek
 - Funkcionálisan kielégítse a megrendelő rövid- és hosszútávú igényeit. A megrendelői követelmények értelemszerűen a tervezés alapvető bemeneti követelményeinek tekintendők.
 - Kellően jövőtálló ill. bővíthető legyen. Ezt a követelményt a legkedvezőtlenebb esetre (worst case design) való tervezési stratégiát követve kell kielégíteni.
 - Az alkalmazásoknak megfelelő teljesítőképességi jellemzőkkel (pl. átvitel) rendelkezzen
- Költségtakarékos megoldásokat tartalmazzon. Szinergiákat kell keresni az automatizálási, épületgépészeti, villamos területekkel.
- Korszerű technológiát képviseljen
- Megvalósítható legyen, figyelembe véve a szóba jöhető kivitelező technológiai és szervezeti felkészültségét

Annak érdekében, hogy az elkészült létesítmény kielégítse az általános követelményeket, a tervezés során olyan módszereket kell alkalmazni, amelyek ezt biztosítják. Az alábbiakban a tervezési módszertani kérdések, megfontolandó szempontok ismertetése következik.

Dokumentációs kérdések

A korszerű építészeti tervezés informatikai támogatása során olyan módszer alakult ki, amely szakítva a hagyományosnak mondható rajz-alapú megközelítéssel egységes, korszerű platformot teremt. Ezt az irodalom épületinformatikai modellezésnek (BIM – Building Information Modeling) nevezi.

A BIM lényege, hogy nem grafikus alapú a dokumentációs rendszer, hanem a tervezés tárgyát képező objektumot (jelen esetben létesítményi infokommunikációs infrastruktúra) rendezett adategyűttesek

formájában ábrázolják. A vonatkozó szabványokat az alábbi táblázat foglalja össze:

Fontosabb BIM szabványok

7.1.1. Táblázat

MSZ EN ISO 12006-3:2017	Építmények. Építési tevékenységekhez kapcsolódó információáramlás szabályozása. 3. rész: Az objektumorientált információ keretrendszere
MSZ EN ISO 19650:2020	Információk rendszerezése és digitalizációja az épületek és a mérnöki létesítmények esetében, beleértve az építményinformációs modellezést (BIM). Információmenedzsment építményinformációs modellezés felhasználásával.
MSZ EN ISO 16739:2017	Ipari alaposztályok (IFC) az építőipar és a létesítménygazdálkodás területén történő adatmegosztáshoz
MSZ EN ISO 29481-2:2017	Épületinformációs modellek. Információátadási kézikönyv. 2. rész: Kapcsolódási keretrendszer

A BIM alkalmazás előnyei:

- Az infokommunikációs infrastruktúra precízebben dokumentálható (elem-alapú klasszifikáció)
- A szabványos adatformátumok alkalmazásával könnyebben teremthető kapcsolat a létesítmény tervezését végző más szakági tervezőkkel.
- A rendezett adategyüttes gépi eszközökkel feldolgozható, amely megkönnyíti a terv funkcionális jellemzőinek megjelenítését ill. vizsgálatát (pl. modell-alapú költség kalkuláció)
- A létesítmény elkészülte után az átadás-átvétel során könnyebb az átmenet az üzemeltetésre

Tekintettel arra, hogy az építésre vonatkozó hazai jogi szabályozás (2023. évi C tv.) számol a BIM alkalmazásával, várható, hogy ez a tervezési módszer rövid távon az infokommunikációs szakágban is meg fog jelenni, bár a részletek egyelőre még nem alakultak ki. Bizonyos részletes szabályokat a 31/2024. (VIII. 22.) ÉKM rendelet határoz meg.

7.1.3. A tervezés menete

Tervezési fázisok

Előkészítő szakasz, előterv

Engedélyezési terv

Ajánlati terv

Kiviteli terv ajánlattétel után

Látható, hogy az irodalomban található információk főleg a termelő tevékenységgel foglalkoznak, amelyek esetenként eltérhetnek a létesítményi infokommunikációs infrastruktúra tervezése, létesítése ill. üzemeltetése során felvetődő kérdésektől, ezért a fenti általános szabályok alapján célszerűnek látszik tervezésére vonatkozó specifikus kérdések összefoglalása.

Általános menetrend (a józan ész alapján):

- rendszer koncepció (beleértve az üzemeltetési koncepciót is) kidolgozása.
- egyeztetés más szakági tervezőkkel
- tervek elkészítése
- tervellenőrzés
- engedélyeztetés, jóváhagyatás

A tervezés kiindulási alapja, hogy a megrendelő (a létesítmény tulajdonosa/üzemeltetője) igényei alapján megtörténjen a megvalósítandó infokommunikációs alkalmazások körének és részleteinek pontos specifikációja. Az ilyen specifikációk együttese képezi a tervezés bemenő adatait, a rendszer megvalósítása és üzembe helyezése után a megrendelőnek (üzemeltetőnek) történő átadáskor ezen jellemzőknek teljesülését kell igazolni.

ANSI / TIA-4994 szabvány szerinti fázisleírások

- Tervezési vagy programfázis: Meghatározzák az épület különböző informatikai rendszereinek funkcionális követelményeit, és meghatározzák a költségvetést.
- Építészeti és infrastrukturális tervezési fázis: Az infrastrukturális támogatási rendszerek alapvető követelményei, mint például a terek, utak, tápellátás és hűtés.
- IKT-rendszerek kialakítása: Az informatikai rendszerek hardver- és szoftver megoldásait és az összeköttetéseket meghatározzák.
- IKT-rendszerek integrációja: Az IKT hardver- és szoftverrendszerei beszerzésre, összeszerelésre, integrálásra, tesztelésre és üzembe helyezésre kerülnek felhasználásra.
- Működési értékelés: Az IKT-rendszerek működése az összes szerződéses követelménynek megfelel. Ajánlatos, hogy e szakasz időtartama legalább egy évig meghosszabbodjon.

Előkészítő tanulmány készítése -Döntés

A tervezés első szakasza végén a megrendelőnek döntést kell hozni arról, hogy induljon-e a projekt. Ezt a tervező által készített döntés-előkészítő tanulmány alapján lehet eldönteni. A tanulmány célszerűen az alábbiakat tartalmazza:

- Igény pontos meghatározása, (felmérése),
- Tanulmány tartalmi követelményeinek meghatározása,
- Változatok kidolgozása,
- Lehetséges vállalkozók felmérése,
- Gazdaságossági számítások végzése,
- Finanszírozási változatok elemzése,
- Pályázati lehetőségek felmérése,
- Üzemeltethetőség vizsgálata

Amennyiben pozitív döntés születik, akkor megindulhat a részletes tervezés.

7.1.4. Műszaki követelmények meghatározása

A műszaki követelményeket egyrészt a megrendelő igényeiből, másrészt a létesítmény adottságaiból kell meghatározni. Ezt a tervezés során kell összeegyeztetni, a megfelelő műszaki kompromisszumokat megkötni.

A megrendelő elvárásai

Általánosan elfogadott, hogy a létesítmény kialakítása során a tervezési fázisban a megrendelővel szoros, interaktív kapcsolatra van szükség. A létesítményi infokommunikációs rendszerek esetében a megrendelő nem feltétlenül rendelkezik infokommunikációs speciális tudással, ennél fogva a követelmények részletezése (pontosítása) a tervezés első feladata lehet. Ilyen esetben a tervező feladata, hogy megértesse: a minimális költségű megoldással szemben célravezetőbb lehet az előremutató tervezés és a minőségi szempontok figyelembe vétele, pl. egy irodaház esetében amennyiben a létesítmény bérlei között átstrukturálódás várható, akkor az informatikai rendszereknek és hálózatoknak követniük kell a változásokat. Megfelelő tervezés esetén a változások egyszerűen lekövethetőek a strukturált hálózatok rugalmassága alapján és néhány eszköz cseréjével.

Ilyen időszerű kérdés, hogy milyen adatkezelési stratégiát kövessen a megrendelő. Napjainkban sokan javasolják a felhő architektúra bevezetését, a bevezetés mellett és ellene is lehet érveket felsorolni. A döntésnek van egy finomítása is, nevezetesen, hogy amennyiben a felhő architektúra mellett dönt a megrendelő (saját felhő), akkor a kiszolgáló szerverek a létesítményen belül legyenek vagy valamilyen nyilvános hálózaton keresztüli eléréssel valahol egy szolgáltató platformján. Belátható, hogy a döntés kimenetele alapvető befolyással van a létesítményi infokommunikációs rendszer szerkezetére, minőségére és más műszaki jellemzőjére.

Tervezési program

Ez a fogalom az építészeti tervezésben használatos. A vonatkozó kormányrendelet definíciója szerint:

(1) A tervezési program olyan szöveges dokumentum, amely tartalmazza az építménnyel szemben előírt alapvető követelmények meghatározását, valamint a tervezési szerződés szerinti építetési elvárások mennyiségi és minőségi részletezését.

Bár ez az általános építészeti kérdésekre vonatkozik, de szükség van az infokommunikációs infrastruktúrára vonatkozóan a megrendelői elvárások előzetes írásbeli rögzítésére is.

A létesítmény adottságai

A tervező feladata a megvalósíthatósági elemzés elvégzése, ennek érdekében be kell szerezni mindazon műszaki információkat (alaprajzok, adatok), amelyek hatással lehetnek a megvalósításra. Adott esetben ezek által felismert a korlátokról a megrendelővel kell egyeztetni.

A létesítményi infrastruktúra minőségi jellemzői

A tervezés elején meg kell határozni, hogy a *létesülő rendszer minősége* milyen minőségi követelményeket elégítsen ki. Ugyanis a minőségbiztosítási követelmények vonatkozhatnak a tervek, a bekerülő anyagokra, szerelvényekre és berendezésekre, valamint az alkalmazott szereléstechológiákra és vizsgálatokra.

Meg kell jegyezni, hogy a minőségi és a költségtakarékossági követelmények általában egymásnak ellentmondanak, így a megfelelő kompromisszumot a tervezőnek a megrendelővel egyetértésben kell megtalálnia.

Jövő állóság

Tekintettel arra, hogy a létesítmény várható élettartamához az infokommunikációs infrastruktúra élettartamának is igazodnia kell, sok esetben bizonyos funkciók vagy kapacitások a létesítmény életciklusának kezdeti szakaszában nincsenek kihasználva. Ennek ellenére célszerű a távlati igényeket is figyelembe venni, hogy a későbbi bővítések egyszerűbben végrehajthatók legyenek. Ez a megközelítés esetenként növeli a kezdeti költségeket, de az ilyen többlet ráfordítás hosszabb távon biztosan megtérül.

Az esetleges jövőbeli funkciók alapján később telepítendő rendszerelemek, helyiségek stb. megtervezése szükséges, legalább olyan szinten, hogy meghatározhatók legyenek az erre irányuló későbbi bővítés jellemzői. ezeket a mennyiségi és funkcionális igényeket már ebben a kezdeti fázisban kell figyelembe venni.

A gyakorlati tapasztalat azt mutatja, hogy a jövőbeli kapacitásbővítések számára figyelembe veendő prognózisoknál célszerű bőkezűen bánni, ha feltételezzük, hogy az alapvető technológia nem változik. Megjegyzendő, hogy az optikai technológia súlya a jövőben növekszik, ami kisebb kábelvezetési kapacitás tartalék esetén is megvalósítható.

Jogi előírások, szabványok

Annak ellenére, hogy az informatikai szabványok nem kötelező jellegűek, az infokommunikációs rendszerekre vonatkoznak olyan szabványok, amelyeket be kell tartani: egyrészt általános műszaki követelmények, amelyek a rendszer elemeire vonatkoznak, másrészt olyan specifikus követelmények, amelyek a rendszer elemeinek együttműködését biztosítják.

A fenti műszaki jellegű szabályokon túlmenően a tervezés során a létesítmény működéséből fakadó számos jogi (pl. vagyonvédelmi, személyiségi jogi stb.) előírást is figyelembe kell venni.

7.1.5. Egyeztetés a tervezés során

A 2023. évi C tv. 65.§ ill. 185.§ meghatározza az érintett szereplőket ill. az építészeti tervezés szabályait. Eszerint a generáltervező: koordinálja a szakági tervezők munkáját (pl.: tervezési határok).

Általánosságban elvárható, hogy a szakágak között legyen valamiféle hierarchia, ami az egyeztetések során irányadónak tekinthető. Ki kell dolgozni egy tervezési mátrixot, hogy egyértelmű legyen melyik szakterület milyen inputot vár el és milyen outputot generál.

A tervezők egyeztetési feladatai:

A műszaki leírás ajánlott fejezetei:

- Tervező megnevezése, azonosítása
- tervcél
- tervezői nyilatkozat
 - tervezési munka tárgya, a tervezési feladat megnevezése
 - tervezett villamos berendezés ismertetése, névleges feszültsége, helyszíne
 - táphálózat földelési rendszere (!)
 - érintésvédelmi módok
 - a tervezési munka határa
 - a betervezett villamos szerkezetek műszaki adatai

A fentiekből következően az infokommunikációs szakági terv tartalmi követelményei alapján megoldásokat kell adni a következőkre:

- hálózati elemek elhelyezése a létesítmény területén kültéren vagy a létesítmény épületeinek helyiségeiben
- kábelutak nyomvonalára és technológiájára, célszerűen „egyvonalas kapcsolási rajz” (BIM esetén rendezett adategyüttes) formájában. Ez oly módon teljesíthető, hogy a villamos tervező párhuzamos nyomvonalat tervez az infokommunikáció számára, az informatikai és automatizálási terület adjon bemeneti adatokat a keresztmetszetek meghatározásához.
- a létesítmény épületeinek ill. építményeinek földelési rendszerére
- a hálózat aktív elemeinek (mérőhelyek is) energiaellátási rendszerére

A hagyományos értelemben vett dokumentáció elemei:

- telepítési útmutató
- anyagigény jegyzék

Tervezési határok meghatározása

Az érintett szakági tervezőkkel, valamint a hírközlési szolgáltatóval történő egyeztetés során meg kell határozni a létesítmény infokommunikációs tervére vonatkozó tervezési határokat. Ezek első közelítésben megegyeznek a létesítmény fizikai határaival, de a nyilvános hírközlő hálózatok üzemeltetőivel (szolgáltatóival) is egyeztetni kell.

Szakági egyeztetés

Tekintettel arra, hogy a létesítmény tervezése során a tradicionális szakágak (pl. statika, épületgépészet, energetika stb.) tervezői között folyamatos egyeztetésre van szükség, ráadásul nagyobb létesítmények esetében a feladat komplexitása miatt több (akár 15) szakágra bontják a feladatot, ennek következtében az ilyen egyeztetések bonyolultabbak. Természetes követelmény, hogy az infokommunikációs tervezési folyamatot is össze kell hangolni a létesítmény tervezési

folyamatával. Főbb egyeztetési témakörök (Tervezési mátrix kidolgozása az informatikával érintett szakterületek számára projektspecifikusan):

- Áramellátás
- bútorozás
- építészet (hőtermelés stb)
- álmennyezet
- burkolatok
- épületgépészet (HVAC stb)

Az egyes létesítmény típusok esetében az érintett szereplők köre (specifikus alrendszerek beszállítói stb.) eltérő lehet. Informatika által koordinált tervezés esetén szinergiákat lehet kihasználni a szakrendszerek adatkommunikációjának kialakítása során.

Egyeztetés a megrendelővel a tervezés során

Ezek alapján célszerű egyrészt üzemeltethetőségi szempontból vizsgálni a tervezést, másrészt az eszközbeszerzési stratégiát is célszerű egyeztetni, amely nagyban befolyásolhatja a projekt várható idő- és költség szükségletét.

Az eszközök, anyagok piacának hatása

A tervező felelőssége, hogy a megvalósítandó infokommunikációs infrastruktúra részletei kielégítsék az alábbi követelményeket:

- Biztosítsa a megrendelővel egyeztetett funkcionális jellemzőket (szolgáltatásokat)
- A bekerülő anyagok, eszközök megfelelő időben, mennyiségben és minőségben az adott költségek mellett beszerezhetők legyenek, a rendszer várható élettartama alatt.
- Biztosítható legyen a különböző beszállítóktól származó elemek, anyagok között megfelelő összhang

7.1.6. A tervezés eredménye, a tervezési folyamat kimenete

A tervezés tartalmát tekintve a végeredmény fontos eleme a beépítendő anyagok, eszközök, hálózati elemek jegyzéke. Ebből kell a költségvetést kidolgozni, és a kivitelezőnek is ebből kell kiindulni. Nyilvános hálózatokra vonatkozó tervek tartalmi követelményeit (191/2009 NMHH rend, MMK anyaga 2017 május) dokumentum határozza meg.

Engedélyezési, kiviteli dokumentáció

Az engedélyezési tervdokumentáció az építési hatóságokhoz benyújtandó terv. Tartalmi és formai követelményeit a 37/2007. (XII. 13.) ÖTM rendelet írja elő. A tervezett létesítményről minden olyan adatot tartalmaznia kell, amely a hatóság számára az (építési) engedély kiadásához szükséges.

A hatályos szabályozás szerint a létesítményi infokommunikációs infrastruktúra *nem*

engedélyköteles, amennyiben a rendszer teljes egészében a létesítményen belül létesül. Amennyiben azonban valamely rendszerelem vagy a rendszerelemek valamely csoportja (alrendszer) közterületen kerül felszerelésre, akkor ezen alrendszerre külön tervet kell készíteni, és azt az illetékes szakhatósággal engedélyeztetni kell.

Építésügyi hatósági eljárások

A 2003.évi C. tv. foglalkozik általában az építésügyi hatósági eljárásokkal, a20/2020.(XII.18.) NMHH rendelet ehhez kapcsolódóan az elektronikus hírközlési építmények elhelyezéséről és az elektronikus hírközlési építményekkel kapcsolatos hatósági eljárásokról intézkedik. Ezek alapján az építésügyi hatósági engedélyhez és bejelentéshez kötött, illetve engedélyés bejelentés nélkül végezhető építési tevékenységek az alábbiak szerint végezhetők:

a) *építési engedély alapján végezhetőek* elektronikus hírközlési építmény esetében

aa) antenna létesítése, ha bármely irányú mérete a 4,0 m-t meghaladja,

ab) műtárgynak minősülő antennatartó szerkezet létesítése, ha a teljes hossza a 6,0 m-t meghaladja,

ac) mérettől függetlenül antenna, antennatartó szerkezet, csatlakozó műtárgy létesítése, ha építményen történő elhelyezése az építmény tartószerkezetének megerősítését igényli,

ad) a műemléki védelem alatt álló építményen vagy területen az aa)-ac) pontban meghatározott építési tevékenységek végzése mérlethár nélkül,

ae) a műemléki védelem alatt álló építmény vagy jogszabályban meghatározottvédelemmel érintett műemléki területen álló meglévőépítmény homlokzatára, födémére vagy tetőzetére szerelt bármely szerelvény, berendezés, antenna, antennatartó szerkezet, műtárgy létesítése.

b) *Bejelentés alapján végezhető építési tevékenység* (amennyiben nem tartozik a) és c) körébe) az önkormányzati rendelettel védetté nyilvánított építmény vagy ilyen területen álló meglévőépítmény homlokzatára, födémére vagy tetőzetére szerelt szerelvények, berendezések, antenna, antennatartó szerkezet, műtárgy létesítése, szerkezetek elhelyezése.

c) Elektronikus hírközlési építmény *építési tevékenysége építési engedély és bejelentés nélkül végezhető* az alábbi feltételek együttes teljesülése esetében:

ca) antenna létesítése, ha bármely mérete 4 m vagy annál kisebb, és

cb) műtárgynak minősülő antennatartó szerkezet létesítése, ha a teljes hossza 6 m vagy annál kisebb, és

cc) antenna, antennatartó szerkezet, csatlakozó műtárgy létesítése, ha építményen történőelhelyezése az építmény tartószerkezetének megerősítését nem igényli,

A hatályos és korábban ismertett jogszabályok közül a EHT 94. § (1) tartalmazza, hogy a településtervezésénél, rendezésénél, utak és közművek építésénél, korszerűsítésénél, egyéb építmények és más létesítmények megvalósításánál, felújításánál - a külön jogszabályban meghatározott módon -biztosítani kell az elektronikus hírközlési építmények elhelyezésének lehetőségét. Ugyanezenparagrafus (2) bekezdése szerint az elektronikus hírközlési építményt elsősorban közterületen vagy meglévő elektronikus hírközlési építmények közös eszközhasználatával, illetőleg más közüzemiszolgáltató létesítményeinek felhasználásával kell elhelyezni.

Az Eht. 95. § (1) foglalkozik az elektronikus hírközlési építmény elhelyezésével és kimondja: Ha a nyilvánosan elérhető elektronikus hírközlési szolgáltatás érdekében az elektronikus hírközlésiépítmény elhelyezésére közterületen, vagy meglévő elektronikus hírközlési építmények közöseszközhasználatával nincs lehetőség, és a közüzemi szolgáltató, vagy a magántulajdonban állóingatlan tulajdonosa (kezelője, használója) és a szolgáltató között megállapodás nem jött létre, azelektronikus hírközlési építmény e § szerinti eljárásban elsősorban a közüzemi szolgáltatólétesítményén, illetve másodsorban magántulajdonban álló ingatlanon (érintett ingatlan) is elhelyezhető. A (2) bekezdés foglalkozik a tûrési kötelezés, használati vagy szolgalmi jog alapításfeltételével. Ennek a lényege, hogy a szolgáltató kérelmére szolgalmi vagy más használati

jogot alapító határozatával az érintett ingatlan tulajdonosát korlátozhatja az ingatlan használatában a hatóság (esetünkben hatóság az NMHH), ha a szolgáltató bizonyítja, hogy

- a) az érintett ingatlan tulajdonosával való megállapodás érdekében minden tőle elvárhatót megtett,
- b) az elektronikus hírközlési építmény elhelyezésére közterületen, vagy meglévőelektronikus hírközlési építmények közös eszközhasználatával, illetőleg magántulajdonesetén más közüzemi szolgáltató létesítményeinek felhasználásával környezetvédelmi, közegészségügyi, közbiztonsági, építésügyi okok, illetve az elektronikus hírközlő hálózatsajátosságai miatt nincs lehetőség.

A jogi szabályozás tükrében a rádiótechnikai tervezési és infrastruktúra telepítési igénykielégíthetőnek tűnik, de meg kell jegyezni, hogy a helyi önkormányzati (Budapesten a kerületi) rendeletek és az engedélyezési gyakorlat sokszor nem követi a magasabb jogszabály szellemét és akaratát.

Kivitel terv (kiviteli dokumentáció)

A kiviteli tervben meg kell határozni:

- a rendszer összetétele (bekerülő rendszerelemek jegyzéke, felhasználandó anyagok jegyzéke)
- A rendszerelemek típusonkénti műszaki specifikációja (szabványok, környezetállósági feltételek stb.) – ennek alapján lehet a beszállítóval szerződni
- elvégzendő műveletek

Ennek alapján lehet a kivitelezői ajánlatokat beszerezni. A kivitelezői ajánlatoknak az alábbiakat kell tartalmazniuk:

- Minőségbiztosítás a kivitelezés során
- Kivitelezési folyamat időterve (szervezés)
- Munkavédelem a kivitelezés során

7.2. Hálózati platform tervezés

7.2.1. Alkalmazások távközlési (hálózati) igényei

Alkalmazások jellemzőiből fakadó funkcionális igények

Általános tapasztalat, hogy az egyes alkalmazások önállóan fogalmazzák meg a hálózati platformmal szemben támasztott követelményeket, függetlenül attól, hogy az adott létesítményben milyen más alkalmazás üzemel.

Alkalmazások hálózati igényei

7.2.1. Táblázat

Alkalmazás	Frekvencia [MHz]	Topológia	Megjegyzés
Informatika	max. 40 000	Változatos	
Telefon	1	Csillag	
Térfigyelő kamera rendszer	1000	Csillag, felfűzős	
Kábel TV	1000	Csillag, felfűzős	Lakóház esetében mindig csillag, de pl. szállodánál lehet felfűzős
Tűzjelző	0,1	Csillag	
Vagyonvédelem	0,1	Csillag	
Domotika, épület automatizálás	0,1	Csillag, felfűzős	
Hangosítás	10	Csillag, felfűzős	
Tájékoztató	10	Felfűzős	

A tervezés során ezeket az igényeket lehetőség szerint minél jobban össze kell vonni, és arra kell törekedni, hogy a vezetékezésben integrált megoldás (strukturált kábelezés) alakulhasson ki, ugyanis így kisebb költség és nagyobb üzembiztonság érhető el.

Az integrálás másik lehetséges módja, hogy a végpontokon üzemelő eszközök (pl. munkaállomások, kamerák, irodatechnikai rendszerek, szerverek stb.) intelligenciája révén IP protokoll segítségével érhető el. Ezáltal az informatikai rendszerekkel történő integráció alakítható ki. Tipikus példa erre az IP telefónia rendszerek, amelyek általában egy telefónia szervert és kliens eszközöket tartalmaznak.

Megjegyzendő, hogy adott létesítmény specialitásaiból (ipari, egészségügyi stb. létesítmény) fakadóan még számos további követelmény is lehetséges, amelyek bevonhatók az egységes integrált megközelítésbe.

Perspektivikus tervezés esetén IP hálózatra kell tervezni valamennyi adatkommunikációt igénylő alkalmazást. Egységes eszközcsaládot célszerű alkalmazni. A kábelezésnél az optikát kell előnyben részesíteni, a strukturált kábelezésnél gazdaságossági alapon célszerű minél kisebb kapacitást figyelembe venni.

Mennyiségi kérdések

A végpontok minimális számát a szervezetének mérete (alkalmazottak száma) határozza meg, ami közvetlenül meghatározza az infokommunikációs infrastruktúra végpontjainak számát. Eszerint az alábbi kategóriák alakultak ki:

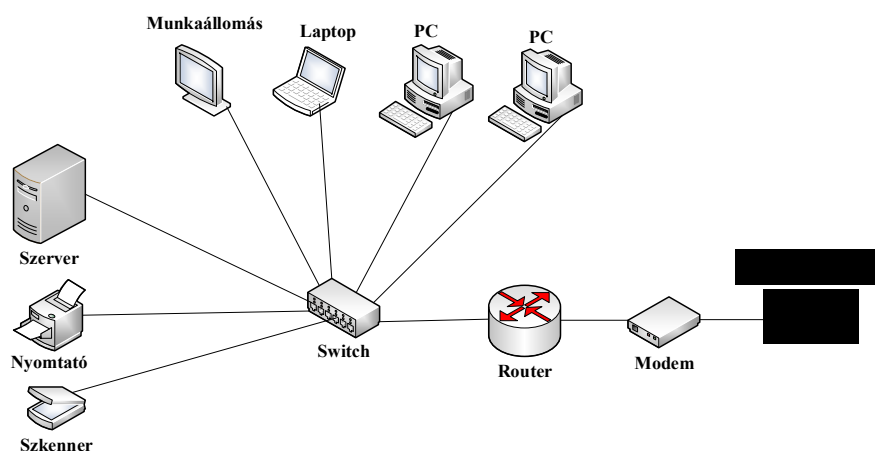
Hálózati platformok kategóriái

7.2.2. Táblázat

Hálózati platform kategóriák	Végpontok száma
Kicsi	<200
Közepes	200 - 1000
Nagy	>1000

Mint a későbbiek során ismertetésre kerül, a nagyobb szervezetek üzleti, logisztikai ill. ügyviteli folyamatai bonyolultabbak, ami az infokommunikációs infrastruktúra komplexitását vonja maga után. Ugyanakkor amennyiben ezek a folyamatok szoftveresen kerülnek leképezésre, hálózati igény változása nem lehet jelentős

Gyakorlati tapasztalatok alapján azonban az esetek nagy többsége az első kategóriába tartozik, ezen belül a kis szervezetek (max. 10 – 20 használó) száma igen jelentős. Ilyen esetekben egyszerű tervezési feladat adódik, és pl. az alábbi ábra szerinti rendszer az igények nagy hányadát ki tudja elégíteni:



7.2.1. ábra Kis kategóriájú hálózat

Információtovábbítási kapacitás tervezése

Ezt megelőző feladat a forgalmi igények (prognózisok is) felmérése, meghatározása. Ennek alapján elvégzendő a forgalmi méretezés.

Mivel a vezetékes technológiák sajátosságai miatt az átviteli kapacitás gazdaságosan növelhető, a legkézenfekvőbb megoldás, ha a hálózat kapacitása túlméretezett.

A fenti megállapítás a Wi-Fi technológia esetében nem érvényes, mivel abban az esetben a hozzáférési pontonkénti átviteli kapacitás növelésének technikai korlátai vannak.

Az abszolút sebességi mértékek nagymértékben függenek a híryanag természetétől) audio, video, adat stb.), és ezen belül az alkalmazott kódolástól.

Az egyes hálózati szegmensek forgalmi terhelése is eltérő lehet. Ennek megtervezésénél figyelembe kell venni az egyes alkalmazások kommunikációs topológiáját (honnan – hova, merre stb.) és a résztvevő végpontokat.

Figyelembe kell venni, hogy a tartalomszolgáltatás és alkalmazás fejlesztés egyre nagyobb sávszélességigényt generál. A technológiai fejlődés viszont azonos végponton nagyobb kapacitást képes kiszolgálni. (Pl.: WiFi6, 7)

7.2.2. Hálózati struktúra meghatározása

Strukturális típusok

A hálózati struktúrának az alábbi típusai lehetségesek:

- Egyrétegű hálózat – amikor a hálózati elemek azonos szinten (max. 2. réteg) kapcsolódnak egymáshoz
- Hierarchikus hálózat – amikor a hálózat hierarchikus rétegekből áll.

A gyakorlat alapján hierarchikus hálózati struktúrát csak nagyméretű hálózatok esetében célszerű alkalmazni.

Egyrétegű hálózatok



7.2.2. ábra Egyrétegű hálózat

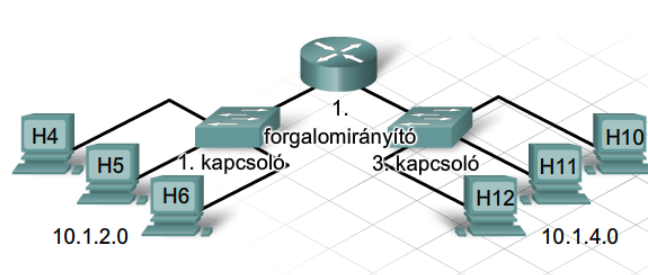
Előnyök:

- egyszerűbb hálózatokban megfelelő megoldást ad
- kisebb bonyolultság, alacsonyabb bekerülési költség
- közvetlen kommunikáció, nagyobb átviteli sebesség
- könnyebb eszköz hozzáférés

Hátrányok:

- mivel minden forgalmi komponens egyetlen közös fizikai közeget használ, nagyobb átbocsátó képességre van szükség.

Hierarchikus hálózatok



7.2.3. ábra Többrétegű hálózat

Előnyök:

- nagyobb, bonyolultabb hálózatok alakíthatók ki
- az információtovábbítási tartományok elkülönítetten kezelhetők, ezáltal csökkenthető a forgalmi terhelés
- a teljesítőképesség szegmensenként tervezhető
- más szegmensek rendszerelemei közvetlenül nem érhetők el
- megnövekedett biztonság
- könnyebb a hálózat szervezése. Üzemeltetési probléma esetén a problémás szegmensek ill. rendszerelemek elkülöníthetők
- a hálózat méretezése jobban kézben tartható
- különböző protokollokat támogató rendszerelemek között is kapcsolat hozható létre

Hátrányok:

- külön forgalomirányításra van szükség
- a router lassítja a forgalmat
- költségesebb megoldás

Szegmensekre bontás

Egy bizonyos méret felett érdemes meggondolni, hogy jobban járunk-e a hálózatunk felosztásával, vagy helyezzük el inkább az összes állomást egy szegmensben? A szegmensekre történő felosztási szempontok lehetnek pl:

- fizikai elhelyezkedés
- logikai funkció
- biztonsági követelmények
- alkalmazásokra vonatkozó követelmények

A szempontok között kiemelhető a használó ill. a megrendelő szervezet üzleti folyamatainak szempontjai, amelyek kiterjednek a megrendelő szervezeti felépítésére is, ugyanis az egyes szervezeti egységek specifikus alkalmazási követelményeket határozhatnak meg. Ide tartozik az az eset is, amikor a szervezet több telephelyen működik, és az egyes telephelyek külön-külön létesítményi

infokommunikációs infrastruktúrával rendelkeznek.

Ha csak az általános műszaki szempontokat vesszük figyelembe, akkor a gyakorlat alapján az alábbi hálózati szegmensek alakultak ki:

Hozzáférési szegmens

Ez egy helyi Ethernet hálózat. Az állomások számára kapcsolódást biztosít, rendszerint switcheken vagy hubokon keresztül. A hozzáférési réteg egy hálózatában az IP cím hálózati része megegyezik. Ha a címzett IP címének hálózati része azonos a küldőével, akkor az üzenet helyben marad. Ellenkező esetben az elosztási szegmens felé továbbítódik.

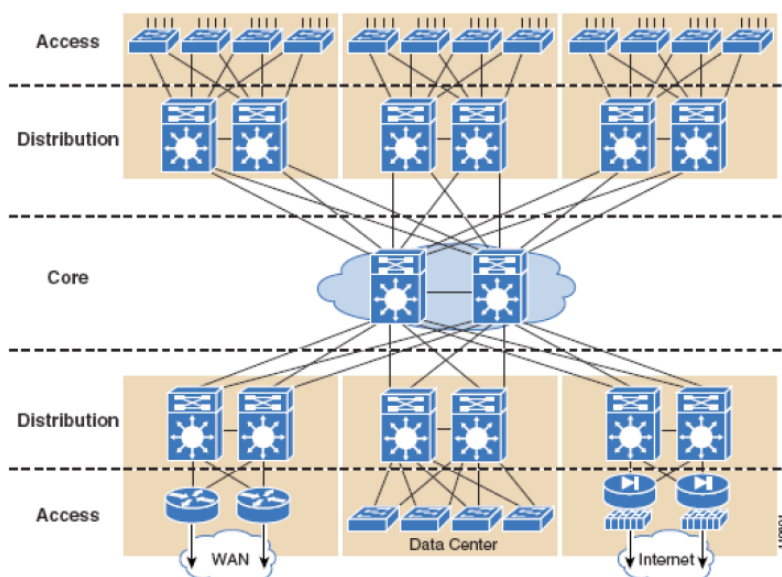
Elosztási szegmens

Ez a réteg biztosít kapcsolatot az alsóbb szegmens-beli Ethernet hálózatok között. Az információáramlást és a hálózatok közötti kapcsolatot routerek szabályozzák. Szintén a routerek határozzák meg, hogy mely forgalom lépjen tovább a felsőbb, központi szegmensbe.

Központi szegmens

Ennek a rétegnek a feladata annyi, hogy nagy sebességű, redundáns kapcsolatot biztosítson hálózatok között. A célja a gyors adatszállítás.

A fenti elveknek megfelelő példa az alábbi ábrán látható:



7.2.3. ábra Hálózat központi szegmense

Megjegyzendő, hogy kisebb hálózatokban a hozzáférési és az elosztási szegmensek összevonhatók.

A szegmensekre bontás lehetséges az alkalmazott hálózati technológia (optikai, UTP vagy koax szegmens) alapján is.

7.2.3. Kapcsolat a nyilvános elektronikus hírközlő hálózatokkal

A rendszerteknikai tervezés során meghatározásra került a nyilvános hálózatok és a létesítményi infrastruktúra kapcsolatának architektúrája, meghatározásra kerültek az érintett felek (szolgáltató, hálózat üzemeltető, előfizető, használó stb.). Ebből következik, hogy a létesítményi infokommunikációs infrastruktúrát a nyilvános hálózatok szempontjából előfizetői csatlakozásként kezelik.

Nyilvános hálózatok fizikai csatlakozása

Tekintettel arra, hogy jelen dokumentum célkitűzése ill. tárgyköre a létesítményi infokommunikációs infrastruktúrára vonatkozik, a nyilvános elektronikus hírközlő hálózatokkal kapcsolatos kérdések ezen a tárgykörök kívül esnek. Mindazonáltal a két terület között lehetnek bizonyos esetekben átfedések. Ilyenek pl. a nyilvános hálózatok létesítményen belüli szegmensei (ld. ábra). Ezek tervezése a nyilvános hálózati tervező feladata, de a létesítményi infokommunikációs infrastruktúra tervezőjének lehetnek szempontjai (pl. kábelvezetés, távtáplálás stb.), amelyek egyeztetést igényelnek.

Annak érdekében, hogy a nyilvános hálózati szolgáltatásokat a létesítményi infokommunikációs infrastruktúrán igénybe lehessen venni, a két hálózatot (infrastrukturát) *össze kell kapcsolni*. Az összekapcsolási pont a használó-hálózati interfész (UNI – User-Network Interface). A hálózati összekapcsolás látszólag magától értetődő fogalom, valójában azonban az irodalom szerint bonyolult tervezési feladatot is jelenthet, amelynek során a következő feladatok megoldása szükséges:

- *jelátviteli kérdések* – biztosítani kell, hogy a két hálózat közötti interfészen (UNI) a jelek eljussanak a használó tényleges végberendezéséhez. Ennek során jelszinteket, bitsebességeket, és más egyéb átviteli jellemzőket kell egyeztetni.
- *címzés* – bizonyos szolgáltatások (pl. telefon) esetében egyeztetni kell a nyilvános hálózat címzési rendszerét a magánhálózati címmel (pl.: alközponti beválasztás, IP címek: DHCP stb.)
- *forgalmi méretezés* – a szolgáltatások igénybevételének várható statisztikai jellemzői (egyidejű igénybevételek száma) alapján meg kell határozni az összekapcsolási nyáláb kapacitását, annak korlátait. Ez visszahat arra, hogy a nyilvános hálózat elérési szegmensében mely technológiai változat (GPON, ADSL, FTTH stb.) kiépítésére van szükség.

A fentiekből látható, hogy a hálózati összekapcsolás tervének elkészítése során egyeztetésre van szükség a nyilvános hálózat üzemeltetőjével. Ez a feladat bonyolultabb is lehet, ha a létesítményben nemcsak egy nyilvános hálózattal történő összekapcsolásra van szükség, akár biztonsági célból (redundancia), akár üzleti célból (verseny teremtés), vagy az egyes szolgáltatók eltérő kínálati portfóliója okán.

A nyilvános hálózatokkal kapcsolatos létesítményhasználatra vonatkozóan az EHT részletes szabályok vonatkoznak.

A csatlakozás megtervezésénél figyelembe kell venni:

- Tekintettel arra, hogy a nyilvános elektronikus hírközlési szolgáltatók piacán a hatályos szabályozás értelmében teljeskörű liberalizáció van, ezért a létesítmény felállításának helyén több szolgáltató nyilvános hálózata is elérhető. Ennélfogva biztosítani kell, hogy mindegyik

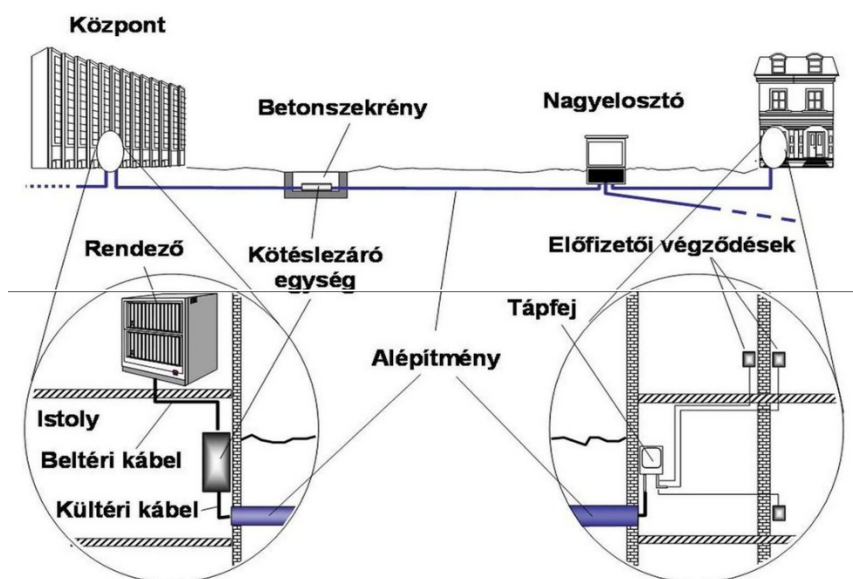
nyilvános szolgáltató egyenlő feltételekkel érhesse el a létesítményt, akár egymással párhuzamosan is. Amennyiben a nyilvános hálózat üzemeltetői saját tulajdonú berendezéseket kívánnak betelepíteni, akkor ezeket hálózatonként egymástól elkülönítve (Elkülönített táplálás, fizikai hozzáférés stb.) kell tudni üzemeltetni, akár külön helyiség kialakításával. Ezt még akkor is biztosítani kell, ha a létesítményben a tervezés időszakában még nincs igény más szolgáltatóhoz való kapcsolódásra. Az ezzel járó többletköltségeket tekintetbe kell venni.

- Más-más kialakításra van szükség, ha a létesítmény funkciójából következően
 - a nyilvános hálózat(ok)on nyújtott szolgáltatásokat csak igénybe veszik
 - a létesítményben olyan szervezet működik, amely maga is nyújt nyilvános hálózati szolgáltatásokat (pl. internet szolgáltatás nyújtása)

A két eset között elsősorban a csatlakozás kapacitásának (átviteli sebesség, nyáláb szélesség) tekintetében van különbség.

A csatlakozás gyakorlati kivitele

Amennyiben a nyilvános hálózati kábel (különösen optikai kábel) az alépítmény védőcsövében érkezik, a beltéri kábelekhöz egy kötéslezáró egység segítségével csatlakoztatják. Ez a kötés kihagyható abban az esetben, ha az (optikai) rendezőt a kábel bevezetés közelében helyezik el.



7.2.4. ábra Nyilvános hálózat fizikai csatlakoztatása

Az alábbi ábra nyilvános hálózati alépítmény kábelének bevezetésének építészeti megoldására mutat példát, ha az érkeztetés az épület földszintjén van:

- Bérelt vonali összeköttetés megrendelése a nyilvános hálózati szolgáltatótól
- Sötét szál bérlete valamely hálózat üzemeltetőtől
- Vezetékes vagy vezeték nélküli pont-pont kapcsolat kiépítése az összekapcsolandó (földrajzi) pontok között

A fenti változatok közötti választás, forgalmi méretezés szempontjai, műszaki jellemzői jelen könyv tárgykörén kívül esnek.

7.2.5. Hálózati technológiák megválasztása

Ennél a tervezési mozzanatnál fő célkitűzés egyrészt: a vezetékes technológiák kiválasztása, ezen belül az optikai és a rézvezető-alapú szegmensek kijelölése, másrészt a vezeték nélküli technológiák meghatározása (milyen rendszerek kerülnek alkalmazásra?)

Ezt a döntést az is befolyásolja, hogy az adott létesítményben milyen elektromágneses zavartatási környezettel kell számolni. Magas zavaró jelszint (pl. ipari környezetben) esetén célszerű az optikai átvitelt előnyben részesíteni.

Vezeték nélküli rendszerekre akkor lehet szükség:

- ha a vezetékezés nehezen vagy egyáltalán nem oldható meg
- ha a vezetékezéssel szemben jelentős költségmegtakarítás érhető el
- ha a létesítmény infokommunikációs infrastruktúrájához „vendég” hozzáférés biztosítása szükséges
- ha a végberendezések hordozhatóságára van szükség, akár csak korlátozott funkcionalitással is.

LAN költségek

Irodalmi források és gyakorlati tapasztalatok alapján az alábbi táblázatok szerinti költségviszonyokkal lehet számolni:

LAN költségek

7.2.3. Táblázat

Hálózati technológia	Megnevezés	Költség [USD]	Megjegyzés
Vezetékes	Előfizetői kábelszakasz	200.-	/kábel/ef. PoE
	Switch	35.-	/port
Vezeték nélküli	Pár kábel kell	250.-	
	Wireless router	1 300.-	25 használó
	Helyi táplálás	250.-	/végpont
	Vezérlő	15 000.-	/router

Összköltség	< 100 használó	1000 használó
Vezetékes (becslés)	23 500.-	235 000.-
Vezeték nélküli (becslés)	16 585.-	46 700.-

A fentiekből megállapítható, hogy vezetékek nélküli megoldások alapvetően kevés végponttal rendelkező hálózatok esetében gazdaságosak, míg nagyobb hálózatok esetében nem megkerülhető a vezetékes megoldás. Megjegyzendő, hogy az esetek nagy részében a vezetékes és vezetékek nélküli technológiát együttesen, egymást kiegészítve alkalmazzák.

7.3. Vezetékezés tervezése

A rendszertervezés során kialakultak a létesítményi infokommunikációs infrastruktúra által támogatott alkalmazások szerkezete, funkciói ill. szolgáltatásai. Az alkalmazás-specifikus komponensek (pl. berendezések) a kábelezési rendszer által képezett *átviteli csatornák* segítségével vannak összekötve.

Az alábbiakban a vezetékezés tervezési kérdései a *strukturális kábelezés* alapján kerülnek meghatározásra. A strukturált kábelezés olyan kábelezési rendszer, amely több alkalmazást támogat, és alkalmas a mai és a jövőbeli igények kielégítésére. Jól telepített rendszerrel a jelenlegi és jövőbeni követelmények teljesíthetők, és a jövőbeli bővítések során hozzáadott új alkalmazások is támogatottak lesznek. A strukturált kábelezés nem elsősorban hálózati technológiát, hanem inkább *tervezési filozófiát* jelent. A strukturált kábelezés alkalmazása előnyös, mert:

- egységes rendszert alkot, ugyanazon kábeleket, összekötő vezetékeket, csatlakozókat, adaptereket használja hang, adat és videó átvitelre;
- eszközkészlete moduláris építkezést tesz lehetővé, a változtatás csak az aktuálisan érintett kapcsolatokra korlátozódik, nem érinti a kábelezés más részeit;
- a munkahelyek áthelyezése nem igényli a kábelezés módosítását, csupán a megfelelő átkötő kábel áthelyezését a rendezőn;
- a szabványos architektúra a legkülönbözőbb gyártók berendezéseinek csatlakoztatását teszi lehetővé;
- korszerű technológia, a kábelezési rendszer nagysebességű és nagy sáv szélességű átvitelt tesz lehetővé;
- megkönnyíti a hálózatmenedzselést, leegyszerűsödik a felhasználók nyilvántartása is.

A kiépítés drágának tűnik, egy jól elkészített terv látszólag nagyon sok kábelt tartalmaz. A beruházás inkább hosszabb távon rentábilis, mert:

- egyetlen tervezési és kivitelezési eljárással készül, később sem kell átépíteni;
- a hálózat üzemeltetése és karbantartása egyszerűbb, könnyebben nyilvántartható, átlátható és karbantartható;
- a berendezések mozgatása (költözés, átszervezés) nem igényli a kábelezés átalakítását, csak a rendezőn az átkötések megváltoztatását.

7.3.1. Tervezési célkitűzések

A vízszintes vezetékezést úgy kell kialakítani, hogy várható élettartamának maximalizálása érdekében az alkalmazások lehető leg szélesebb körét támogassa. A megrendelő által 3-5 év távlatára

megadott igénypontok szerinti kapacitás + 30%-ra kell tervezni a kábelek és végpontok számát.

Alkalmazások köre

- általános informatikai felhasználás (PC, nyomtató, WiFi AP, szerver, projektor, IP telefon, stb)
- Épületfelügyelet (Riasztó, beléptető, stb)
- Vagyonvédelem (Kamera, NVR, stb)
- Tűzvédelem (Tűzvédelmi központ, IP érzékelők, stb)
- Automatizálás
- Épületgépészet (Távfelügyelhető, távvezérelhető eszközök, automatikus fűtés vezérlés elemei)

Az épületegyüttes vezetékezés megválasztásánál a korlátozott fizikai hozzáférhetőség miatt hosszútávú szempontokat kell figyelembe venni. Ez azt jelenti, hogy az egyes elemek (fizikai kábelutak, kötési helyek stb.) kapacitását úgy kell megválasztani, hogy esetleges bővítések is lehetségesek legyenek. Szokásos érték a max. 50 % kihasználtság, ugyanis a későbbi bővítéssel csak kb. max. 70 % érhető el. E felett már a kábelutak bővítése is szükséges lehet.

7.3.2. A vezetékezés tervezésének mozzanatai

Specifikációs megfontolások

Minőségbiztosítás

Biztonsági követelmények

Rézvezetőjű és optikai kábelek általános szerelési gyakorlata

További szerelési gyakorlat optikai kábelezéshez (egyenpotenciálra hozás), CBN

Erősáramú elosztó rendszer és védőföld vezetővel történő összekötés

Csatlakozók kiválasztása, különösen optikai csatl. típusának megválasztása.

Célszerűség alapján meghatározott hálózattervezési menet:

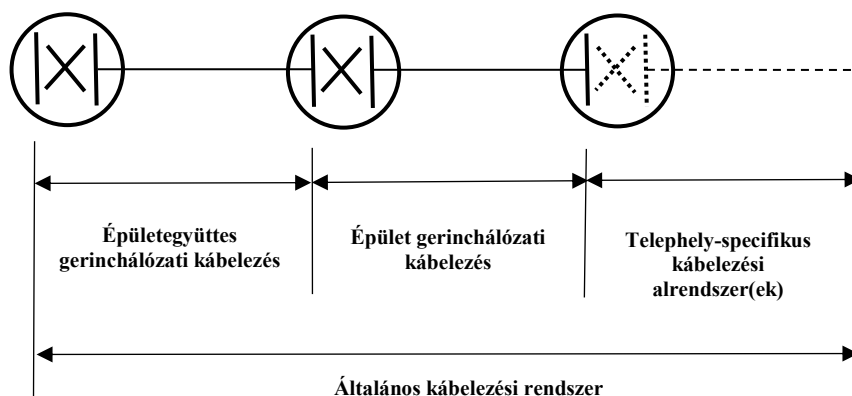
- Összes hálózati végpont helyének meghatározása szakrendszerek tervezőivel egyeztetve (létesítmény épületszerkezet ismeretében), beleértve az informatikai elemeket (adatközpont), nyilvános hálózati csatlakozásokat stb.
- Hálózati csomópontok (épület elosztók, szint elosztók stb.) helyének, méretének meghatározása. Ezt a megrendelői adatszolgáltatás és szaktervezői egyeztetés alapján lehet pontosítani.
- A villamos kábelutak megfelelőségének ellenőrzése, javaslatok meghatározása, az épületszerkezet és a szakrendszerek (épületgépészet, automatizálás, stb tervezőivel egyeztetve, tűzgátlók helyének figyelembevétele. ~~meghatározása~~
- vezetékezés ráfektetése a kábelutak hálózatára, nyilvántartási rendszer feltöltése
- Kábelutak telítettségének ill. kapacitásának meghatározása, kábelút típusának (méretének) meghatározása

Ennek alapján meghatározhatók az anyagmennyiségek (vezetékek, csatlakozók, kábeltartó elemek stb.

7.3.3. A vezetékezés általános szerkezete

A strukturált kábelezésre vonatkozó MSZ EN 50173 szabványsorozat a létesítményi infokommunikációs kábelezési alrendszerek jellemzőit határozza meg. Eszerint a kábelezés elvi struktúrája három fő szekcióból áll:

- épületek közötti alrendszerre,
- épületen belüli alrendszerre, amely tovább bontható:
 - vertikális alrendszerre (felszálló ág), és
 - horizontális alrendszerre.



7.3.1. ábra Általános kábelezés szerkezete

Az ábra a centralizált kábelezési struktúrát mutatja, amely a horizontális és a gerincvezetéseket kombinálja. A csatornák az elosztókban lehetnek aktívak vagy passzívak. A csomópontokban az összeköttetések lehetnek bonthatóak vagy állandóak (pl. fényvezető szál hegesztés). Ez utóbbi esetben a hálózat utólagos átkonfigurálása nehezen oldható meg.

A strukturális hálózatban a létesítményben a vezetékezési rendszer az alábbi gerinchálózati funkcionális elemekből áll:

- a) épületegyüttes elosztó (CD – Campus Distributor)
- b) épületegyüttes gerincvezeték
- c) épület elosztó (BD – Building Distributor)
- d) épület gerincvezeték
- e) emelet elosztó (FD – Floor Distributor)

Egy adott épület esetében a gyakorlatban a kábelezéssel összhangban az elosztók helyének kialakítása adja a kábelezés rugalmasságát, átkonfigurálhatóságát.

Végpontok helyének meghatározása

A végpontok helyének meghatározásánál legfontosabb szempont az adott helyiségben folytatandó használói folyamat (munkavégzés, logisztikai funkció stb.) Ez adott esetben más tervező bevonását is szükségessé teheti. Pl. egyterű irodák esetében egyeztetni kell a bútorozási tervet készítő tervezővel is. Ennek megfelelően minden szakrendszer követelményeit figyelembe kell venni.

Fontos szempont a végpontok hozzáférhetőségének biztosítása, amely nemcsak a hálózati karbantartás/üzemeltetés szempontjából fontos, de a használó számára is könnyű hozzáférést kell

biztosítani, hogy végberendezését könnyen csatlakoztatni tudja.

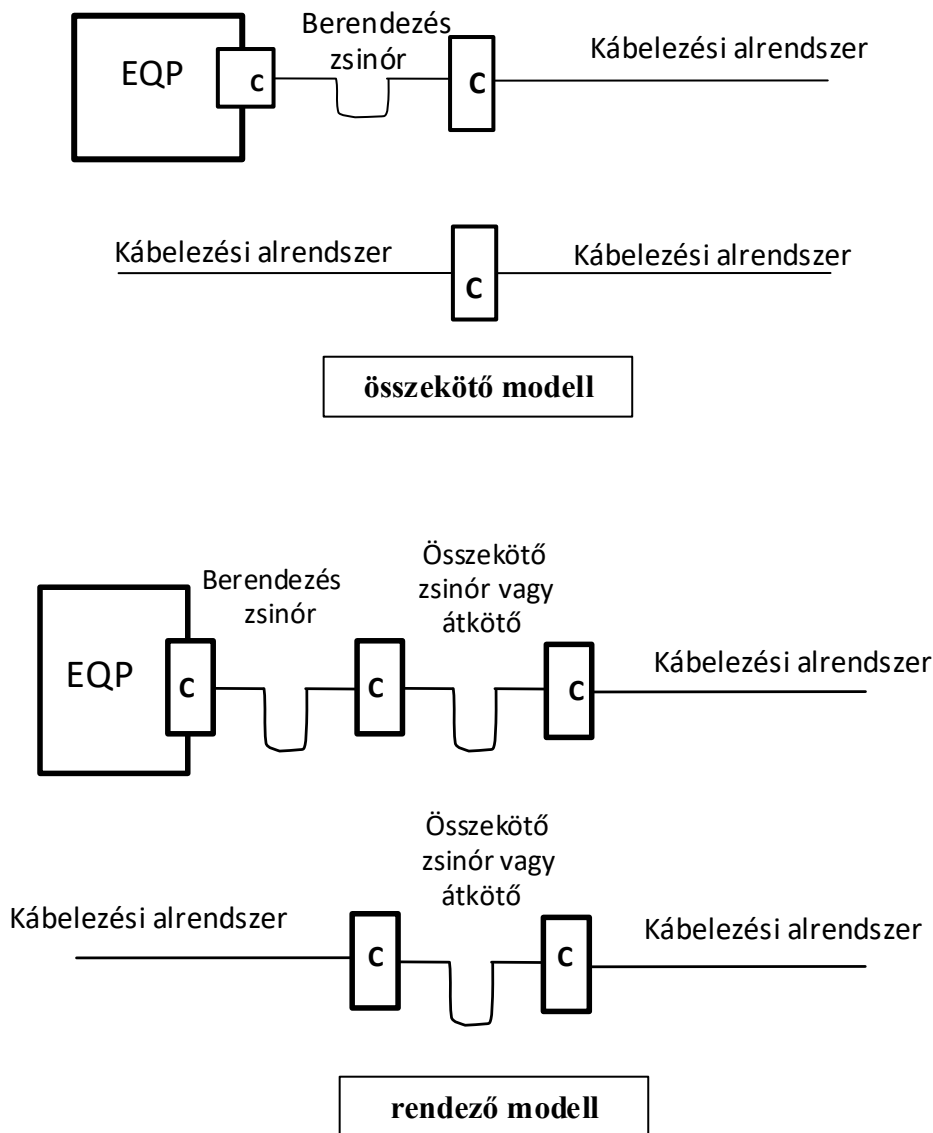
A nyilvános hálózatok és a létesítmény infokommunikációs infrastruktúrája közötti kapcsolat kiemelt jelentőségű. Ennek helyét célszerűen a létesítmény elosztó (CD) helyével össze lehet vonni. Tekintettel arra, hogy a nyilvános hálózatok köre és száma változó lehet, a létesítmény belépési pontjának befogadó képességében tartalék kapacitást (alapterület, áramellátás stb.) kell biztosítani.

Elágazási, leágazási pontok

A kábelutak topológiai tervezése során kialakuló csomópontokban kábelkötések kialakítására lehet szükség. Ezen felül technológiai szempontból is célszerű ilyen pontot kialakítani. Külön kérdés a lehetséges mérési pontok kialakítása (ld. később). Mindazonáltal a kábelkötéseket célszerű beltérbe tervezni, a telephelyi kültéri kábelezésnél lehetőleg kerülni.

Vizsgálati helyek kialakítása

Az üzemeltetés során szükségessé válhat a kábelezés vizsgálata. A tervezés során ilyen vizsgálati helyek kialakítása annak ellenére célszerű, hogy ez bizonyos költségnövekedéssel jár. A vizsgáló pontok egyrészt a munkahelyi csatlakozónál (berendezés zsinóránál) másrészt a kábelezési alrendszer valamely eleménél (épület elosztó, emeleti elosztó stb.) kerülhetnek kialakításra. Az alábbi ábrasorozat a lehetséges változatokat mutatja:



7.3.2. ábra Összekötő hardver változatok

Az összekötő modell esetében egyszerű bontható csatlakozópárok kerülnek kialakításra, a rendező modell esetében a vizsgálhatóság és rugalmas átalakíthatóság érdekében külön rendezőt (patch panelt) iktatnak be.

A kábelezés funkcionális elemeinek elhelyezése

Az elosztók tipikusan a távközlési helyiségekben, szintelosztókban (FD), vagy a berendezés helyiségekben kerülnek elhelyezésre. Az elhelyezésre vonatkozó követelményeket az MSZ EN 50174-2 szabvány határozza meg.

Épületegyüttes (telephely), épület és emelet elosztók

Az épületegyüttes, épület és emelet elosztók (CD, BD ill. FD) tipikusan a berendezés helyiségekben

vagy a távközlési helyiségekben kerülnek elhelyezésre.

Egy távközlési helyiségnek biztosítani kell az összes ellátó funkciót (alapterület, klíma stb.) a benne elhelyezkedő passzív elemek, aktív eszközök és külső hálózati csatlakozások számára. Minden ilyen távközlési helyiségnek közvetlen kapcsolattal kell rendelkeznie a gerinchálózat felé.

Egy berendezés helyiség olyan épületen belüli terület, ahol távközlési, informatikai, vagy ezekhez kapcsolódó berendezések kerülnek elhelyezésre, és esetleg tartalmazhatnak rendezőket is. Az elhelyezésre kerülő berendezések (alközpontok, bonyolult számítógépes installációk) természete és bonyolultsága miatt a berendezés helyiségeket a távközlési helyiségektől eltérően kell kezelni. Egy berendezés helyiségben egynél több rendező is elhelyezhető. Amennyiben egy távközlési helyiségben egynél több rendezőt kell elhelyezni, akkor azt berendezés helyiségnek kell tekinteni.

7.3.4. A vezetékezés technológiájának megválasztása

Egy korszerű kábelezési alrendszerrel alapvető fontosságú kérdés annak eldöntése, hogy az egyes vezetékezési szekciók esetében milyen technológiát kell alkalmazni. A kérdés gyakran úgy fogalmazható meg, hogy meddig tartson az optikai kábelezés, hol legyen az optikai és a fémvezetőjű technológia közötti váltás. Ezt a döntést a technológiai és gazdasági feltételek mellett számos felhasználói szempont alapján lehet meghozni.

Pl. Ipari létesítményekben: magasabb zavarsszint miatt az optika jobb megoldás lehet

Kábelnyomvonalak tervezésénél az optikai kábelezés növekedését és a réz kábelezés csökkenését kell figyelembe venni. Aktív eszközök elhelyezése szintelosztókban is lehetséges. Központi fogadó helyiség méretezésénél esetlegesen szerverek számára zárható keretek elhelyezését is figyelembe kell venni. Amennyiben lehetséges és a felhasználás jellege igényli, gyűrűs topológiát javasolt kialakítani épületen belül. Szintelosztók kialakítása kisebb alapterület esetén 2-3 szintenként is elegendő.

Az igények alapján meg kell határozni, milyen kábelezésre van szükség (MSZ EN 50288 ill. MSZ EN 289 szabvány). Itt nagy szerepe van a jövőbeli igényekre történő tervezésnek, mert az újabb igények kielégítése csak nagy ráfordítások és súlyos technikai kompromisszumok árán lehetséges.

Átviteli csatornák teljesítőképességének méretezése

Csatornák szimmetrikus kábelekből

Az alábbi táblázat az MSZ EN 50173 szabvány szerinti csatornák átviteli jellemzőit tartalmazza:

Szabványos átviteli csatornák

7.3.1. Táblázat

Osztály	Max. frekvencia [MHz]	Max. csillapítás [dB/100m]	Alkalmazás példák
A	0,1	16,0	PBX, X.21, V.11
B	1	5,8	ISDN BRA, PRA, ADSL, VDSL
C	16	14,4	CSMA/CD 10Base-T, 100Base-T Token Ring 4 Mbit/s ATM-155/category 5
D	100	24,0	100Base-TX, 1000Base-T
E	250	35,9	ATM-1200/category 6
E _A	500	49,3	10GbE
F	600	54,6	1000Base-TX2/4
F _A	1000	67,6	
CCCB	0,1	4	Vagyonvédelem
BCT-B-L	1000	9,5	Digitális video, DTV
BCT-B-M	1000	17,6	
BCT-B-H	1000	33,2	
BCT-C	1000		Kábeltelevízió (koax.)

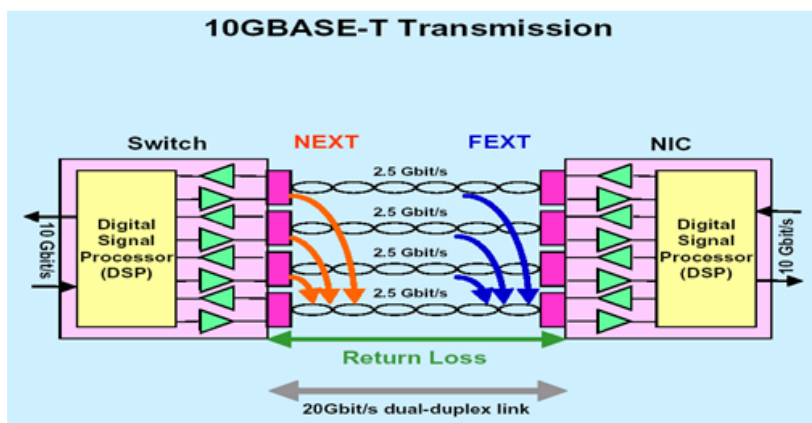
A fenti táblázatban feltüntetett szabvány által felsorolt alkalmazásokon túlmenően számos más alkalmazás hálózati támogatása is szükséges. Ezeket az igényeket összesíteni kell, és ennek alapján határozható meg a hálózati platform kívánt teljesítőképessége. Itt figyelembe kell venni a jövőbeli igényeket és a szükséges tartalékot is, amelynek eredményeként biztosítható az alkalmazások megfelelő minősége (pl. válaszdíó).

Átviteli jellemzők

A hálózat tervezésénél alapvető jellemző az átviteli képességek előzetes meghatározása, amely alapján a megfelelő vezeték kategória kiválasztható.

Az árnyékolás idegen zavarforrások hatásának csökkentését célozza. Ez a probléma különösen a nagyobb sebességeken (1 Gbit/s felett) kritikus, ugyanis ezek a rendszerek 500 MHz feletti üzemi frekvencián működnek.

Áthallások



7.3.3. ábra Áthallások rézvezetőjű kábelezésben

Optikai átviteli rendszerek

Az optikai átviteli rendszerek fizikai működését és jellemzőit az irodalom részletesen tárgyalja, létesítményi hálózatokban érvényes követelményeket az ISO/IEC 11801 szabványsorozat határozza meg. A sötét fényvezető szálra telepített optikai átviteli rendszerek kategóriái:

Szabványos optikai átviteli rendszerek osztályba sorolása

7.3.2. Táblázat

Osztály		Hullám-hossz [nm]	Szál	Alkalmazás példák
Egymódusú	OS1	1310	B1,3 B6_a	10GBase-LR 10GBase-LW 10GBase-ER
		1383		
		1550		
	OS2	1310	B1,3 B6_a	10GBase-LX4 10GBase-ER
		1383		
		1550		
Multimódusú	OM1	850	A1a, A1b	100Base-SX 1000Base-FX 1000Base-FX 1000Base-SX 10Gbase
		1300		
		1310		
		1550		
	OM2	850	A1a, A1b	
		1300		
		1310		
		1550		
	OM3	850	A1a2	
		1300		
		1310		
		1550		

Osztály		Hullám-hossz [nm]	Szál	Alkalmazás példák
	OM4	850		
		1300		
		1310		
		1550		
Műanyag, multi	OP1		A3c, A4a.2.	
	OP2		A4g	
Hibrid	OH1	N/A		

Átviteli csatornák optikai kábelekből

Az alábbi táblázatban a szabványos fényvezető szál-alapú kábelezésben kialakított átviteli csatornák jellemzői szerepelnek:

Fényvezető kábelezés osztályok jellemzői

7.3.3. Táblázat

Osztály	Jellemző	
	Maximális hossz, szál kategóriák függvényében [m]	Fényvezető szál anyaga
OF-25	25	műanyag
OF-50	50	műanyag
OF-100	100	1. teljes üveg 2. műanyag 3. műanyagburkolatú üveg
OF-200	200	1. műanyag 2. műanyagburkolatú üveg
OF-300	300	teljes üveg
OF-500	500	teljes üveg
OF-2000	2000	teljes üveg
OF-3000	3000	teljes üveg
OF-5000	5000	teljes üveg
OF-10000	10000	teljes üveg

OM1, OM2, OM3 és OM4 kategóriájú multimódusú optikai kábelek

Az OM1 és OM2 kategóriájú optikai kábeleknek multimódusúnak kell lenniük, gradiens törésmutatójú A1a vagy A1b jelzésű hullámvezetőt kell tartalmazniuk, és a magátmérőnek, ill. a burkolat-átmérőnek 50/125 µm-nek vagy 62,5/125 µm-nek kell lennie. A numerikus apertúrának meg kell felelni az MSZ EN 60793-2-10:2011 szabványnak.

Az OM3 kategóriájú optikai kábelnek multimódusúnak kell lenni, gradiens törésmutatójú A1a2 jelzésű hullámvezetőt kell tartalmaznia, és a magátmérőnek, ill. a burkolat-átmérőnek 50/125 µm-nek kell lennie. A numerikus apertúrának meg kell felelni az MSZ EN 60793-2-10:2011 szabványnak.

A kábelben lévő minden egyes fényvezető szálnak a 7.5.7. Táblázatnak meg kell felelnie, összhangban az MSZ EN 60794 szabvány szerinti csillapítási és sávszélesség-távolság követelményekkel.

Multimódusú fényvezető szál teljesítőképességi jellemzőire vonatkozó követelmények**7.3.4. Táblázat**

Kategória	Maximális csillapítás ^a [dB/km]		Minimális modális sávszélesség ^b [MHz × km]		
			Töltött belövés		Alkalmazás-specifikus sávszélesség (Megj.)
	850 nm	1300 nm	850 nm	1300 nm	850 nm
OM1	3,5	1,5	200	500	nincs meghatározva
OM2	3,5	1,5	500	500	nincs meghatározva
OM3	3,5	1,5	1500	500	2000
OM4	3,5	1,5	1500	500	4700
a	Az optikai kábelezés csillapítását az MSZ EN 60793-1-40 szabvány szerinti eljárással kell mérni.				
b	A modális sávszélesség követelmények a megfelelő kategóriájú szálakból felépülő kábelekre vonatkoznak, amelyeket az MSZ EN 60793-2-10 szabvány szerinti vizsgálati eljárások feltételei biztosíthatnak. Azok a kábelek, amelyek csak a töltött belövés követelményeit teljesítik, bizonyos, - jelen dokumentumban meghatározott - alkalmazásokat nem képesek támogatni				
Megj.:	Ez a sávszélesség az MSZ EN 60793-2-10 szabvány EMB _C követelményeinek alkalmazás-specifikus implementációján alapul.				

Fényvezető szál típusának megválasztása

Az alábbi táblázat a szabványok által definiált fényvezető szálakat ismerteti. Ez a készlet mind a létesítményi, mind a nyilvános hálózatokban alkalmazható fényvezető szálakat tartalmazza, mivel a létesítményépületei között és az épületeken belül más-más fényvezető szál típus lehet alkalmas.

Fényvezető szálak jellemzői

3.3.5. Táblázat

Típus megnevezése	Rövid leírás	Főbb műszaki jellemzők	Megj.
Többmódusú fényvezető szál, A1 osztály	Folytonos (gradiens) törésmutatójú többmódusú optikai hullámvezető szál	MSZ EN 60793-2-10 ill. ITU G.651	
Többmódusú fényvezető szál, A2 osztály	Elérési hálózatokban használható folytonos (gradiens) törésmutatójú többmódusú optikai hullámvezető szál	MSZ EN 60793-2-20 ill. ITU G.651.1 méret: 50/125	
Többmódusú fényvezető szál, A3 osztály	Többmódusú optikai hullámvezető szál	MSZ EN 60793-2-30	
Többmódusú fényvezető szál, A4 osztály	Többmódusú optikai hullámvezető szál	MSZ EN 60793-2-40	
Egymódusú fényvezető szál, A és B osztály	Diszperzió eltolás nélküli egymódusú optikai hullámvezető szál	MSZ EN 60793-2-50 ill. ITU G.652 1. és 2. Táblázat	NDSF (Non-Dispersion Shifted Fiber) Általános célú
Egymódusú fényvezető szál, C osztály	Diszperzió eltolás nélküli egymódusú optikai hullámvezető szál	MSZ EN 60793-2-60 ill. ITU G.652 3. Táblázat	NDSF (Non-Dispersion Shifted Fiber) belső összeköttetésekhez
Egymódusú fényvezető szál, D osztály	Egymódusú optikai hullámvezető szál	MSZ EN 60793-2-50.. ill. ITU G.652 4. Táblázat	
Egymódusú fényvezető szál, B2 osztály	Eltolt diszperziójú egymódusú optikai hullámvezető szál	MSZ EN 60793-2-50. B2 ill. ITU G.653	ZDSF (ZeroDispersion Shifted Fiber) jelenleg nem használják
Egymódusú fényvezető szál	Eltolt levágású egymódusú optikai hullámvezető szál	ITU G.654 1550 nm	kis csillapítású főleg tengeralatti alkalmazáshoz
Egymódusú fényvezető szál, B4 osztály	Nem zero diszperziójú egymódusú optikai hullámvezető szál, nagytávolságú összeköttetésekhez	MSZ EN 60793-2-50. B4 ill. ITU G.655	NZDSF (Non-ZeroDispersion Shifted Fiber)
Egymódusú fényvezető szál, B5 osztály	Közepes diszperziójú egymódusú optikai hullámvezető szál Szélessávú (DWDM) átviteli rendszerekhez	MSZ EN 60793-2-50. B5 ill. ITU G.656	MDF (MediumDispersionFiber)
Egymódusú fényvezető szál B6 osztály	Hajlításra érzéketlen csillapítású, egymódusú optikai hullámvezető szál	ITU G.657 funkcionálisan kompatibilis az ITU G.652 szerinti optikai hullámvezető szállal	elérési (FTTH) hálózatokhoz
Fényvezető szál	Nagyfeszültségű energiaellátó rendszerek vezetőiben elhelyezett fényvezető szál (OPGW)	ITU G.652	Az ITU G.652 általános követelményeket határoz meg
Műanyag fényvezető szál	Fluorral adalékolt polimetakrilát (PMMA) alapanyagú többmódusú optikai hullámvezető szál	ETSI TS 105 175-1-2 a = 22 – 40 dB/km (850 – 1300 nm) d = kb. 1 mm	Rövid szakaszoknál, esetleg épületen belül alkalmazzák, max. 100 m távolságra POF – PlasticOpticalFiber

Optikai kábelek szerkezete

A fényvezető szálakból felépülő optikai kábelek szerkezete igen változatos. Az egyes jellemzők az alábbi szempontok szerintiek:

- a kábelben lévő fényvezető szálak száma (akár több ezres nagyságrend)
- fényvezető szálak optikai tulajdonságai
- kábel elhelyezési technológia (függesztés, behúzás, befűtés stb.)

Az egyes fényvezető szálakból felépülő kábelek között a gyakorlat alapján bizonyos osztályok képezhetők:

Fényvezető kábelek osztálybasorolása**7.3.6. Táblázat**

Jelölés	Megnevezés	Megjegyzés
OFC	Fényvezető kábel, fémvezetőt tartalmaz	Távtáplálás lehetséges
OFN	Fényvezető kábel, fémvezetőt nem tartalmaz	Távtáplálás nem lehetséges
OFCG	Általános célú fényvezető kábel, fémvezetőt tartalmaz	Távtáplálás lehetséges
OFNG	Általános célú fényvezető kábel, fémvezetőt nem tartalmaz	Távtáplálás nem lehetséges
OFCP	Fényvezető kábel, fémvezetőt tartalmaz, szellőzőcsatornában vezethető	Távtáplálás lehetséges
OFNP	Fényvezető kábel, fémvezetőt nem tartalmaz, szellőzőcsatornában vezethető	Távtáplálás nem lehetséges
OFCR	Fényvezető kábel, fémvezetőt tartalmaz, felszálló célra	Távtáplálás lehetséges
OFNR	Fényvezető kábel, fémvezetőt nem tartalmaz, felszálló célra	Távtáplálás nem lehetséges
OPGW	Fényvezető kábel, kompozit földvezetékekkel	Nagyfeszültségű erősáramú rendszerek nullavezetőiben
ADSS	Önhordó, fokozott szigetelésű fényvezető kábel	Erősáramú rendszerekkel közösen vezethető
OSP	Kültéri fényvezető kábel, fémvezetőt tartalmaz	Távtáplálás lehetséges
MDU	Fényvezető kábel, többlakásos épületben	

Az MSZ CLC/TR 50510:2017 specifikáció szerint a kábelek szerkezeti kivitelei:**7.3.7. Táblázat**

Jelölés	Megnevezés	Megjegyzés
B7	Felnyitható, kihúzható/visszahúzható kábel	
B23	Belső téri szoros köpenyű kábel	egyetlen fényvezető szál
B24	Belső téri szoros köpenyezésű kábel (duplex)	két fényvezető szál
B25	Belső téri szoros köpenyezésű kábel	több fényvezető szál

Duplex Zip Twin kábel

ES – Easystrip

TB – Tight Buffer

Mini Breakout kül/beltéri kábel

Lazacsöves disztribúciós kábel(zselés)

GRP lazacsöves (zselés)

Fémköpenyes optikai kábel, HDPE (High Density PolyEthilene) köpeny

Az alábbi táblázat a szabványok által definiált fényvezető szálakat ismerteti. Ez a készlet mind a létesítményi, mind a nyilvános hálózatokban alkalmazható fényvezető szálakat tartalmazza, mivel a létesítményépületei között és az épületeken belül más-más fényvezető szál típus lehet alkalmas.

Tekintettel arra, hogy a rendszerelemek (aktív hálózati berendezések) közötti optikai összeköttetés több szakaszból állhat, és ezen szakaszokon elvileg különböző fényvezető kábelek alkalmazására lehet szükség (pl. eltérő kábelvezetési ill. környezetállósági okból) Az eltérő kábelek esetleg eltérő fényvezető száltípust tartalmazhatnak, ezért a gyakorlatban előfordul, hogy adott optikai átviteli csatorna különböző fényvezető szálakat tartalmazó kábelekből épül fel. Annak eldöntése, hogy ez megengedhető-e, tervezés során meg kell állapítani, hogy mely fényvezető szálak mennyire kompatibilisek egymással.

Általános szabály, hogy az olcsóbb, multimódusú (A típusú) szálakra épülő rendszereket rövidebb távolságok (max. 2 km) áthidalásánál használják. Az igényesebb megoldást jelentő monomódusú (B típusú) rendszerek építése nagy távolságú, nagysebességű jelátviteli csatornák esetén indokolt.

A monomódusú szálak jellemzői (pl. diszperziós tényező ill. levágási hullámhossz) elemzése (18) alapján megállapítható, hogy a B típusú szálak különböző jellemzői kifejezetten kombinálhatók a rendszer optimalizálására a jelátviteli teljesítmény tekintetében, bár az optimalizálás csak viszonylag nagyobb távolságokon hatásos.

A szálak eltérő geometriai méretéből adódó inhomogenitások annyiban lehetnek kritikusak, amennyiben a csillapításterv (ld. később) szerint kisebb jelszintek fordulnak elő. Ilyen esetekben ugyanis a kötések által okozott csillapítás nagyobb lesz. Az OTDR-alapú csillapítás méréseknél kifejezetten ajánlott mindkét irányból megmérni a csillapítást, ugyanis különböző átmérőjű szálak kötéseinek csillapítása irányonként különbözhet.

Optikai csatlakozó típusának megválasztása

Az elérhető fontosabb csatlakozó típusokat az alábbi táblázat foglalja össze:

Fontosabb csatlakozó típusok

7.3.8. Táblázat

	Megnevezés	Főbb jellemzők/Alkalmazási terület	Szabvány
LC	Lucent Connector	- Magas sűrűségű rendszerekben - Adatközpontokban - Nem csak hálózati, hanem adattárolóicélra is - Támogatja a SM és a MM kábeleket is - Könnyen összekapcsolható két szál (Duplex) - Kis fizikai méretek (törésgátlóval 50,5 mm x 13,1 mm x 15,4 mm)	IEC 61754-20; TIA 604-10-A
LSH	Euro 2000	- Nagytávolságú kapcsolatok kedvelt csatlakozója - Modern, beépített automatikus védelem a szennyeződések és a lézerfény ellen szállítási állapotban (fém porvédő sapka) - Támogatja a SM és a MM kábeleket is - Kis fizikai méretek (törésgátlóval 60,3 mm x 9,0 mm x 22,0 mm)	IEC 61754-15; TIA 604-16
SC	Subscriber, Square or Standard Connector	- Az NTT által kifejlesztett csatlakozó 2,5 mm ferrule, furat 124 – 127 µm - Régóta használt, bevált típus - Főleg SM, de támogatja a MM kábeleket is - Kis fizikai méretek (törésgátlóval 56,0 mm x 9,3 mm x 22,0 mm)	MSZ EN 61754-4; TIA 604-3
ST	Straight Tip, AT&T védjegy	2,5 mm ferrule - Támogatja a SM és a MM kábeleket is (Rezgésnek kitett alkalmazásokban) - Kör keresztmetszetű, bajonett záras rögzítés - Fizikai méretei (törésgátlóval 57,0 mm x 9,7 mm)	IEC 61754-2; TIA 604-2

A kiválasztásnál szempont lehet:

- illeszkedés az alkalmazott fényvezető kábel típusához
- környezetállósági jellemzők
- fénytechnikai jellemzők

- mechanikai jellemzők
- tartóssági jellemzők (csatlakozások gyakorisága)
- beszerzési ár

A fenti táblázatban csak egyetlen szálhoz tartozó típusok szerepelnek. Léteznek kettő vagy több szál csatlakoztatására szolgáló típusok is.

Optikai kábel típusának megválasztása

A kábel szerkezet megválasztását befolyásolhatja a kábel elhelyezés (beltér, kültér) ill. a kábelút technológiája (védőcső, tálca, felfüggesztés stb.) ill. geometriája (hajlítási sugarak stb.)

A 7.5.8. Táblázat a mechanikai, ill. környezetállósági (MICE rendszer szerinti) követelményeket tartalmazza. Ezek az MSZ EN 60794 szabvány általános specifikációján alapulnak.

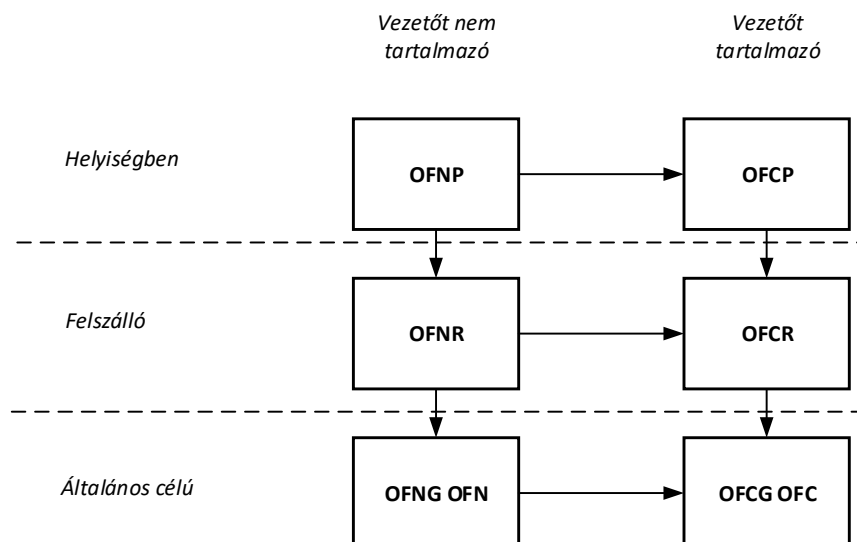
Optikai kábelre vonatkozó mechanikai és környezetállósági követelmények

7.3.9. Táblázat

Mechanikai igénybevétel	M₁	M₂	M₃	Hivatkozás
Görbítés	Igény szerint	Igény szerint	Igény szerint	MSZ EN 60794-1-2
Hajlítás	Igény szerint	Igény szerint	Igény szerint	MSZ EN 60794-1-2
Csavarás	Igény szerint	Igény szerint	Igény szerint	MSZ EN 60794-1-2
Klimatikus és vegyi igénybevétel	C₁	C₂	C₃	
Napsugárzás	N/A	ffs	ffs	ffs
Olaj állóság	Igény szerint	Igény szerint	Igény szerint	MSZ EN 60794-1-2
a	A kábeleknak meg kell őrizni működőképességüket megfelelő kategóriákban jelen dokumentumban meghatározott környezeti körülmények fellépése esetén			
b	Amennyiben bármely optikai kábel fémvezetőt is tartalmaz, ezekre a szimmetrikus kábelekre meghatározott feszültségi követelmények alkalmazandók.			
Megj.:	A részletes specifikáció kidolgozásánál a hegesztési fröccsenési követelményeket is figyelembe lehet venni.			

Kábeltípusok alkalmazási területei

A környezetállósági jellemzőkön kívül a beépítési hely az alkalmazott kábel szerkezetét is meghatározza. Gazdasági szempontból célszerű lehet a beépítendő kábelféleségek számát csökkenteni. Ehhez nyújt segítséget az alábbi ábra, amely a behelyettesíthetőséget mutatja, és a bemutatott nomenklatúra alapján készült.:



7.3.4. ábra Fényvezető szálak típusok

Gyakorlati útmutatók az egyes alkalmazási esetekhez:

- Kisméretű épület esetén egyetlen OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFN, OFC
- Épületen belüli létező, gyártott csatorna egyegyetlen - OFNP, OFCP
- Középületben, környezeti levegővel üzemelő szellőztető terekben - OFNP, OFCP
- Tűzvédett akna belsejében, amely felszállót használ bármely típusú épületben - OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC
- Többszintes, több lakásos több helyiséges épületen belüli fém kábelutakban - OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC, OFC, OFC,
- Több emeletre kiterjedő függőleges felszállók esetén - OFNP, OFCP, OFNR, OFCR
- Egy beltéri felszálló kábelvezető egységen belül - OFNP, OFCP, OFNR, OFCR
- Az épületben csak a földszinten kiépítendő telepítésekénél - OFNP, OFCP, OFNR, OFCR, OFNG, OFCG, OFN, OFC

Optikai csillapításterv

Adott fényvezető szálból felépülő jelátviteli csatorna tervezése során az alkalmazandó *optikai csillapításterv* az alábbi módon határozható meg. A maximális távolság általános számítása teljesítmény elosztót (splitter) nem tartalmazó esetben:

$$l_{\max} = (O_{pb} - a \times C_a - b \times S_a - n) / F_a$$

ahol

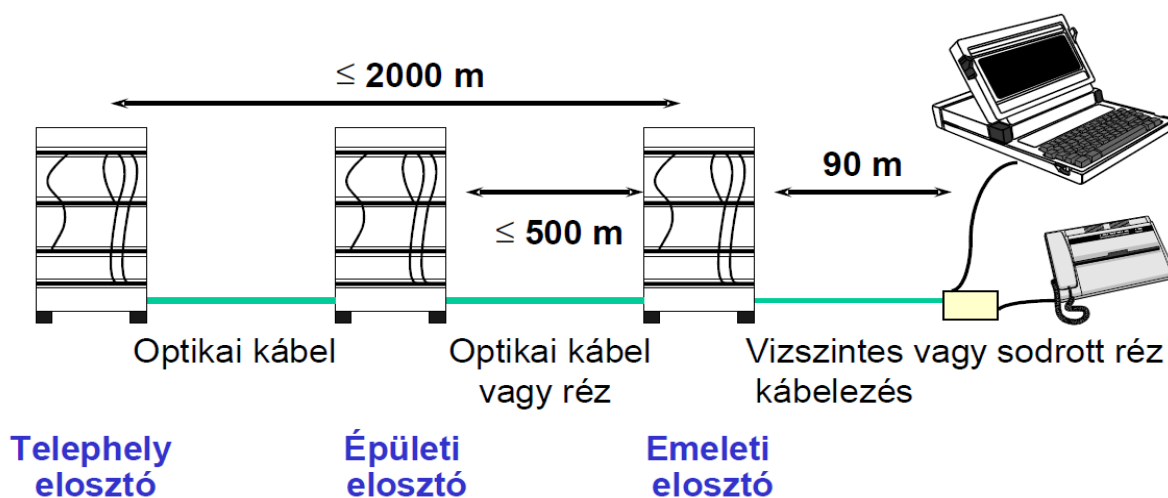
$l_{\max}$	maximális szálhossz [km]
O_{pb}	optikai teljesítmény budget [dB]
a	csatlakozók száma
C_a	csatlakozónkénti átlagos csillapítás [dB/csatl]

b	szálkötések száma
S_a	átlagos csillapítás kötésenként [dB/kötés]
n	öregedési tartalék (javítás, csatlakozó oldás/csatlakoztatás, hőmérséklet vált. stb.)
F_a	szál csillapítás [dB/km].

Megj.: A diszperzió nem került figyelembevételre

Gyakorlati példa

Amennyiben egyszerű létesítményről van szó, a gyakorlati tapasztalatok alapján az alábbi ábra szerinti ajánlott jellemzők az esetek jelentős részében kielégítő megoldást adhatnak:



7.3.5. ábra Épület optikai kábelezése

7.3.5. A kábelezés fizikai kialakítása: kábelvezetés

A strukturált kábelezési rendszer kialakítása során külön szempontrendszer képez a kábelezés fizikai elhelyezése a létesítmény épületeiben.

A létesítményi infokommunikációs infrastruktúra a lokális hálózatok (LAN) kategóriájába tartozik. Ugyanakkor a nyilvános hálózatok végződése (UNI – használó-hálózati interfész) a létesítmény belsejében kerülhetnek kialakításra, következésképpen a létesítményen belül olyan vezetékezésre is szükség lehet, amely a nyilvános hálózatokhoz tartozik (pl. kábeltelevízió). Az eltérő tervezési és üzemeltetési szempontok miatt ilyen esetekben célszerű elkülönült kábelvezetést tervezni, ami értelemszerűen megfelelő tervezői egyeztetést igényel.

Kábelek, vezetékek elhelyezése: kábelutak

Kábelutak

A gerinchálózati kábeleket kábelutakban kell vezetni. A kábelek menedzselési rendszerét úgy kell kialakítani, hogy képes legyen kezelni a kábelvezetési technológiák (kábelcsatornák, tálcák stb.) széles választékának kezelését.

A kábelvezetésre és a kábelutak kialakítására vonatkozó részletes követelményeket az MSZ EN 50174 szabványsorozat határozza meg.

Megjegyzendő, hogy rekonstrukció jellegű projekteknél a kábelutak megválasztásánál a létesítmény ill. épület meglévő adottságait figyelembe kell venni. Például:

- műemlék jellegű épületen falba süllyesztés (véséssel) nem biztos, hogy kialakítható.
- hőszigetelt falon történő utólagos kábelvezetés esetén más technológia alkalmazására lehet szükség.

Ezeket a kérdéseket a társtervezőkkel ill. a megrendelővel egyeztetni kell.

Kábelutak topológiája

A kábelutak tervezésének fő célja a kábelutak topológiájának kialakítása. Ez a topológia az alábbi követelményeket elégítse ki:

- legyen alkalmas a hálózat tervezett topológiájának megfelelő kábelek elhelyezésére (ez elméletileg egymásra fektethető gráfokat jelent)
- vonalvezetése feleljen meg a rendszertechnikai követelményeknek.

A tervezés során törekedni kell arra, hogy az épületen belül vezetendő kábelek védőcsövekben vagy kábel tálcákon, kábellétrákon legyenek elhelyezve, ezáltal biztosítható a mechanikus behatásokkal szembeni megfelelő védelem. A kábelvezető rendszerelemek alátámasztásai közötti távolság függ a hordozandó vezetékek mennyiségétől. Szokásos értéke 1 - 2 m.

Amennyiben fényvezető kábel és rézvezetőjű kábel egyazon kábeluton kerül elhelyezésre, fontos, hogy a fényvezető kábelek védve legyenek, ugyanis a fémvezető kábelek nagyobb súlya káros mechanikai hatást fejthet ki, ami az átviteli jellemzők romlását eredményezheti. A fényvezető kábelt úgy kell telepíteni, hogy mechanikailag ne károsodjon. Legjobb megoldás, ha külön védőcsövet alkalmazunk.

Amennyiben védőcsövezés kerül alkalmazásra, figyelembe kell venni, hogy a kábelek behelyezése (behúzás) milyen követelményeket támaszt. Ezek figyelembevételével alakítható ki a kábelút geometriája (sugarak, hosszak stb.).

Ellentétben a nyilvános hálózatokkal, épületen belül 3D kábelút hálózatról (3D gráf) kell beszélni.

Ebből következik, hogy a hagyományos távközlési tervezői szoftverek itt nem alkalmazhatók.

Kérdés: BIM ?

Mert hasonló a problémakör, mint az épületgépészet.

Kábelvezetési sugarak

A sugarak esetében egyrészt az elhelyezendő kábelekre vonatkozó hajlíthatóságot kell alapul venni. Ezek pontos értékét az egyes kábeltípusokra vonatkozó termékszabványok, ill. a gyártó által megadott műszaki specifikációk határozzák meg.

A kábelek elhelyezésénél is be kell tartani a kábelekre vonatkozó hajlítási követelményeket. Erre példa az alábbi táblázat:

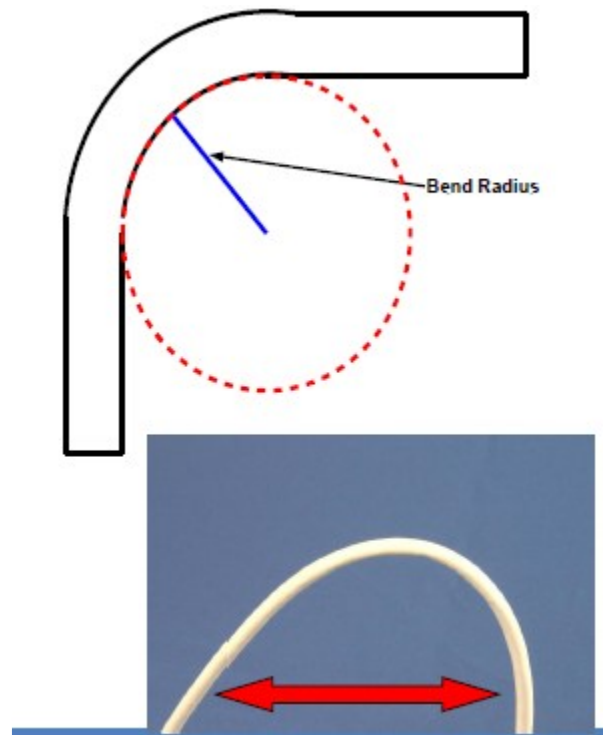
Hajlítási sugár követelmények

7.3.11. Táblázat

	Minimális hajlítási sugár, a kábel átmérőjéhez viszonyítva		
	Rézvezetőjű falikábel	Gerinchálózati kábel (25 érpár)	Optikai kábel
Behúzáshoz	8	10	15-20
Telepítve	4		10

Emellett a kábel elhelyezhetőségi (szerelhetőségi) szempontokat is figyelembe kell venni.

Pl.: Gyakorlati tapasztalatok alapján amennyiben a védőcső megengedett minimális hajlítási sugara (25 mm) biztosított, a befűjési technológia tetszőleges bonyolultságú nyomvonalon alkalmazható, azaz az ilyen szakaszba a fényvezető kábel befűjhető.



7.2.6. ábra Megengedett hajlítási sugár

Maximális hosszak meghatározása

Annak érdekében, hogy a behúzási (befűzési) hosszak megfelelőek legyenek, szükség esetén közbelső dobozokat kell elhelyezni. A behúzási (befűzési) hosszak nagyságát egyrészt a szerelés során alkalmazható behúzó eszköz (acélszalag, műanyag behúzó stb.) hossza, másrészt a behúzandó vezetékköteg vastagsága által adódó behúzáshoz szükséges húzóerő is korlátozza. Általános szabály lehet, ha két doboz között max. egy törés (ív) és max. 5-10 m hossz engedhető meg. Egyenes szakaszoknál a távolság lehet kicsit több.

Elvi korlát lehet a kábelek gyártási hossza, de mivel ennek szokásos értéke kb. 300 m, létesítményen belüli kábelezésnél ez nem jelent korlátot.

Kötődobozok

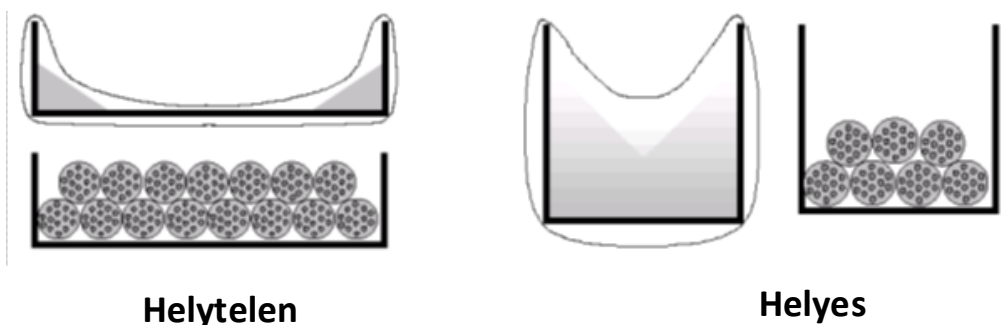
részei a kábelutaknak. A típus kiválasztásánál szempont a kapacitás, azaz hogy hány kötés helyezhető el benne. Itt a bővíthetőségi ill. átkonfigurálhatósági szempontokat is figyelembe kell venni.

Kábelvezetési rendszer kialakítása, kapacitása

Általánosságban megállapítható, hogy a kapacitások meghatározásánál a távlati igényeket is figyelembe kell venni, ezáltal a bővítések során nem szükséges a kábelvezetési rendszer lényeges átalakítására, ezáltal a folytonos üzem könnyebben biztosítható.

Kábeltálcák

A kábeltálcák elhelyezésénél és a méret megválasztásánál a hozzáférhetőséget biztosítani kell (ld. ábra)



7.3.6. ábra Kábelek elhelyezése kábeltálcákon

A kábeltálcákat általában a födém alatt 0,5 m távolságban helyezik el. A tartás menetes szárral történő függesztéssel történik, sarkokban vegyesen menetes szárral és fali konzollal.

Egyszerűbb esetben a kábelek falba vagy mennyezetre erősített *konzolokon* is vezethetők. A konzolok sűrűségét a vezeték(köteg) megengedett belógása határozza meg.

A kábeltálca tartó elemeit (pl. mennyezetről történő függesztés) kb. 1 - 2 m-enként kell elhelyezni. A megengedhető belógás max. 0,5 cm lehet.

A kapacitás értékekre az alábbi táblázat mutat példát:

Kábeltálca kapacitása

7.3.12. Táblázat

Kábeltálca mérete (szél. x mag.) [mm]	Kábel külső átmérője [mm]		
	7,4	8,4	8,9
152x101	181	140	124
304x101	363	280	249
457x101	545	420	374
610x101	726	561	498
152x152	272	210	187
304x152	545	420	374
457x152	817	631	561
610x152	1090	841	748

A jövőbeli bővítések figyelembevételével a kapacitáskihasználást nem célszerű 50 % fölé tervezni. Amennyiben távtáplálás (PoE) is üzemel, külön kérdés a kábelek melege. Erre vonatkozóan jelen fejezet ad tervezési útmutatást.

Védőcsövek

A hálózat egyes szakaszain alkalmazandó védőcsövek méretét szimmetrikus rézérpár-alapú kábelek esetén az alábbi segédlet segítségével lehet meghatározni:

Védőcsövek kapacitása**7.3.13. Táblázat**

Védőcső belső átmérő [mm]	CAT 5E UTP		CAT 6 UTP		CAT 6 STP, CAT 7	
	Teljes kapacitás	Kitöltés	Teljes kapacitás	Kitöltés	Teljes kapacitás	Kitöltés
13	Gyengeáramú szereléshez nem alkalmazható					
16	Nem javasolt, mert nem jövőtálló					
	6	2	4	2	2	1
19	8	2	6	2	4	2
23-25	16	6	10	4	8	3
29-32	20	8	16	6	10	4
50	60	24	40	18	20	8

Az alábbi táblázat gyakorlati tapasztalatok alapján általános célértékeket határoz meg (különböző átmérőjű kábelek alkalmazásánál) arra vonatkozóan, hogy adott védőcsőben legfeljebb hány kábel helyezhető el:

Védőcsőben elhelyezhető kábelek mennyisége

7.3.14. Táblázat

Kábel külső átmérő [mm]	Védőcső belső átmérő[mm]										
	15,7	20,9	26,6	35,1	40,9	52,5	62,7	77,9	90,1	102,3	128,2
2,5	15	26	44	76	103	171	262	376	504	649	1020
3,3	9	15	26	45	61	101	155	223	298	384	603
3,8	6	11	19	33	46	76	116	167	224	288	453
4,6	4	8	13	23	32	52	80	116	155	200	314
5,1	3	6	11	19	25	42	65	94	126	162	255
5,3	3	6	10	17	23	38	59	85	114	147	231
5,6	3	5	9	15	21	35	54	77	104	134	210
5,8	2	5	8	14	19	32	49	71	95	122	192
6,1	2	4	7	13	18	29	45	65	87	112	177
6,4	1	4	7	12	16	27	41	60	80	103	163
6,6	1	3	6	11	15	25	38	55	74	96	150
6,9	1	3	6	10	14	23	35	51	69	89	139
7,1	1	3	5	9	13	21	33	48	64	82	130
7,4	1	3	5	9	12	20	31	44	59	77	121
7,6	1	2	4	8	11	19	29	41	56	72	113
7,9	1	2	4	7	10	17	27	39	52	67	106
8,1	1	2	4	7	10	16	25	36	49	63	99
8,4	1	1	4	6	9	15	24	34	46	59	93
8,6	1	1	3	6	8	14	22	32	43	56	88
8,9	1	1	3	6	8	13	21	30	41	53	83
10,2	1	1	2	4	6	10	16	23	31	40	63
11,4	1	1	1	3	5	8	12	18	24	32	50
12,7	0	1	1	3	4	6	10	15	20	25	40
14,0	0	1	1	1	3	5	8	12	16	21	33
15,2	0	0	1	1	2	4	7	10	14	18	28
16,5	0	0	1	1	1	4	6	8	11	15	24
17,8	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	20
19,1	0	0	1	1	1	3	4	6	8	11	18
20,3	0	0	0	1	1	2	4	5	7	10	15
21,6	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	14
22,9	0	0	0	1	1	1	3	4	6	8	12
24,1	0	0	0	1	1	1	2	4	5	7	11
25,4	0	0	0	1	1	1	2	3	5	6	10

Megj: Ajánlott kitöltési tényezők: 1 kábel @ max. 53%, 2 kábel @ max. 31%, 3 és több kábel @ max. 40%

Parapet csatornák kialakítása

Előnyös lehet, ha a használói munkahelyek kiszolgálása parapet (ablakok alatti épületszerkezeti elem) felhasználásával. Ebben az esetben gyakran elkerülhetetlen, hogy az erősáramú vezetékekkel közösen kell vezetni az infokommunikációs vezetékeket. Ha ez fennáll, akkor az elektromágneses zavartatás minimalizálása érdekében egyrészt árnyékolt vezetékeket (pl. STP) ill. optikai kábelezést kell alkalmazni, és a topológia kialakításánál minimumra kell szorítani azt a hosszat, amikor a közös vezetés elkerülhetetlen. Szélsőséges esetekben az áthallási csillapítási követelmények teljesülését mérésekkel is alá kell támasztani.

Padló alatti vezetés specifikus szempontjai

Amennyiben padlódobozok kialakítására van szükség (pl. egyterű irodák), akkor gondosan ügyelni kell a padlódobozok megfelelő megválasztására, annak érdekében, hogy a doboz teteje a padlóburkolattal (parketta, szőnyegpadló stb.) pontosan azonos szintben legyen.

Gyakori eset, hogy a padlódobozokban erősáramú és infokommunikációs csatlakozók elhelyezésére van szükség. Ilyen esetekben a rádiófrekvenciás zavarvédelem érdekében a hozzávezető kábelvezetést mindenképpen szét kell választani, és a topológia megtervezésénél a zavarvédelmi

követelményeket (ld. a zavarvédelmi szakasz) be kell tartani. Célszerű pl. két ellentétes oldalról történő megközelítést alkalmazni.

Épületegyüttes (épületek közötti) gerincvezetékezés

Az épületegyüttes gerincvezetékezés az épületegyüttes elosztó és a rendszerint az egyes épület(ek)ben elhelyezett épület elosztó(k) közötti alrendszer. Elvileg ide tartoznak a nyilvános hírközlő hálózatok létesítményen belüli szakaszai is, de ezeket a nyilvános hálózat üzemeltetője tervezi, létesíti és üzemelteti, ezért velük egyeztetésre van szükség. Mindenesetre kiköthető, hogy több szolgáltató közös kábelvezetési infrastruktúrában (oszlopsor, alépítmény stb.) vezesse saját kábeleit. Az épületegyüttes gerincvezetékezés főbb részei:

- a) épületegyüttes gerincvezeték, beleértve az épület bejáratí létesítmény vezetékezését is
- b) az épületegyüttes gerincvezeték mechanikus végződötése, beleértve az esetlegesen szükséges összekötő zsinórokat vagy más elemeket is.

Épületegyüttes gerincvezetékezés épület elosztók között is kiépítésre kerülhet. Amennyiben az épület elosztó nem kerül kiépítésre, akkor az épületegyüttes gerincvezetékezés az emeleti elosztóig tart.

Gerincvezetékezés technológiája

Az ilyen gerincvezetékezés esetében az épületen kívüli szakaszoknál értelemszerűen a nyilvános hálózatoknál alkalmazott technológiát célszerű alkalmazni. A főbb vezetési módok:

- *térszint feletti vezetési mód* – amely történhet épületek közötti közvetlen kábel kifeszítéssel (ha a feszávolság ezt lehetővé teszi) vagy oszlop(ok)on
- *térszint alatti vezetési mód* – alépítményben, esetleg térszint alatti megszakító létesítményekkel A 280/2024 korm. rend. szerint. Ezt a vezetési módot kell előnyben részesíteni
- *Épületek falára szerelt kábelek* alkalmazásával

Az egyes vezetési módok választása esetén más-más kábelszerkezet típust kell választani.

Épületen belüli gerincvezetékezés

Az épület gerincvezeték alrendszer az épület elosztótól az emelet elosztóig terjed. Amennyiben kiépítésre kerül, részei:

- a) épület gerincvezetékek
- b) az épület elosztók, beleértve a BD átkötő zsinórjait és átkötőit (jumperjeit) is.

A berendezések csatlakozó zsinórjai nem részei az épület gerincvezetékezésnek, mivel ezek alkalmazástól függőek.

Az épület gerincvezetékezés emeleti elosztók között is kapcsolatot teremthet. ezzel a hierarchikus topológiában tartalékként funkcionálhatnak.

A kábelek a függőleges felszálló aknában saját súlyuk miatt húzó igénybevételnek vannak kitéve, amely magasabb épületekben számottevő lehet. Például egy 5 szintes épületben (15m magasság) egy 10 db CAT6 UTP kábelből álló köteg súlya 5 – 7 kg. Ezért ilyen esetben a tehermentesítésről gondoskodni kell, pl. célszerű kb. 1 m távolságonként szorítóbilincses vagy más rögzítést alkalmazni. A bilincseket nem szabad nagyon megszorítani.

Az épületen belüli gerincvezetékezésnél különös figyelmet érdemel a tűzgátlók alkalmazása, mivel a függőleges tűzterjedés veszélye fokozottabb. Az alkalmazandó megoldások megegyezhetnek a vízszintes kábelvezetésnél alkalmazott megoldásokkal.

Kábelkötegek melege

A 30 W-os és a nagyobb teljesítményű távtápláló alkalmazások - például a Power over Ethernet (PoE) és a Power over HDBaseT (POH) - telepítése a szimmetrikus sodrott érpárú kábelezésnél felmelegedést eredményez a kötegelt horizontális kábelek között. Ez a felmelegedés érintésvédelmi szempontból nem kritikus, de az átviteli teljesítményt (pl. csatorna ACR/PSACR paraméter) és a hosszú távú mechanikai megbízhatóságot károsan befolyásolhatja. A hatás eltérő lehet a különböző kábelkategoróriák és szerkezetek esetében, például a nagyobb keresztmetszetű vezetékekkel ellátott kábelek eredendően kevésbé melegednek az alacsonyabb ellenállás miatt, és a fém elemekkel ellátott (STP) kábelek a kiváló hőelvezetési tulajdonságok miatt kevésbé melegednek. Különböző kábelvezetési módok (azaz csatornában, ill. szabad levegőn) szintén hatással lehetnek a kábel összekötéseken belüli hőképződésre.

Annak biztosítására, hogy a hő felhalmozódása ne károsítsa a kábelek mechanikai jellemzőit, és hogy a megnövekedett környezeti hőmérséklet miatt bekövetkező beiktatási csillapítás növekedés ellensúlyozására megfelelő csatornahosszúságot alkalmazzanak, a kábelköteg méretének kezelése fontos. Az ISO/IEC TR 29125 és a TIA TSB-184-A műszaki közlemények általános ajánlásokat tartalmaznak a távtáplálást támogató kábelek számára, amelyek a kábel típusától függően magasabb mechanikai hőmérsékleti értékeket és hőelvezetést biztosítanak.

Az ISO/IEC TR 29125:2010 ajánlás értelmében

- Magasabb kategóriájú vezetékek (kábelek) melege adott méretű kötegelés esetén kisebb. Mindazonáltal minden kategóriában a vezeték hurokellenállására (minimális érátmérő) azonos követelmények állnak fenn, tehát a hurokellenállás (érátmérő és hossz) a melegedésre gyakorlatilag nagyobb befolyással bír, mint a vezeték kategória
- A köteg mérete és a tápáram nagysága egyaránt befolyásolja a túlmelegedést, mindazonáltal a kötegek külső felületén hűtési hatás érvényesülhet, ráadásul a kábelút mentén ez változhat, pl. szellőztetlen szakaszokon nagyobb melegedéssel kell számolni.

Az EN 50173-2 szabvány meghatározza egy 100 m-es csatorna összes teljesítménykritériumát, amely 20 °C-os környezeti hőmérsékletre érvényes. Minden foknyi hőmérséklet emelkedés esetén ezt a hosszt az alábbiak szerint kell csökkenteni:

Árnyékolatlan vezeték esetén:

$$L_{t>20\text{ °C}} = \frac{L}{1 + (T - 20) \times 0,004}$$

ill.

$$L_{t>40\text{ °C}} = \frac{L}{1 + (T - 20) \times 0,004 + (T - 40) \times 0,006}$$

Árnyékolt vezeték esetén:

$$L_{t>20\text{ }^{\circ}\text{C}} = \frac{L}{1 + (T - 20) \times 0,002}$$

Az alábbi táblázatok gyakorlati tapasztalatok alapján határozzák meg a távtáplálást támogató általános célú vízszintes infokommunikációs hálózati kábelek ajánlott kötegméreteit. Figyelembe kell venni, hogy ezek a kötegelési ajánlások az összes kábelvezetési típusban elhelyezett kábelre vonatkoznak, így azok konzervatívabbak, mint a szabad levegőben (azaz nem vezeték nélküli).

Maximális kötegméret távtáplálás esetén

7.3.15. Táblázat

Application	Current per pair (mA)	Minimum Power at PSE output	Maximum Recommended Siemon Horizontal Cable Bundle Size				
			Category 5e UTP	Category 6 UTP	Category 6A UTP	Category 6A Shielded	Category 7A Shielded
IEEE 802.3af PoE Type 1	350	15.4 W / 2 pairs	384 ^{a, d}	384 ^{a, d}	384 ^{b, d}	384 ^{c, d}	384 ^{c, d}
IEEE 802.3at PoE Type 2	600	30 W / 2 pairs	192 ^{a, d}	192 ^{a, d}	192 ^{b, d}	192 ^{c, d}	192 ^{c, d}
IEEE 802.3bt PoE Type 3	600	60 W / 4 pairs	96 ^a	96 ^a	96 ^b	96 ^c	96 ^c
IEEE 802.3bt PoE Type 4 Max Ambient 45° C	960	90 W / 4 pairs	24	24	36	48	72
IEEE 802.3bt PoE Type 4 Max Ambient 55° C			6	6	24	36	60
IEEE 802.3bt PoE Type 4 Max Ambient 60° C			1	1	1	24	48
HDBaseT POH	1000	100 W / 4 pairs	Same as IEEE 802.3bt PoE Type 4				
a) Maximum ambient temperature allowed is 45° C b) Maximum ambient temperature allowed is 55° C c) Maximum ambient temperature allowed is 60° C d) Bundle sizes larger than 96 are not recommended due to challenges with cable management.							
Note 1) Bundling recommendations are applicable to cables installed in all pathway types (e.g. conduit, basket/ladder tray, j-hooks, etc.). Note 2) Bundle size is calculated assuming a 10° C allowable temperature rise per bundle with a 5° C headroom to ensure the maximum mechanical temperature rating of the cable is not exceeded. Note 3) Bundle sizes are conservatively recommended to align with typical patch panel sizing. Note 4) Solid cords are recommended when the ambient temperature is greater than 30° C.							

[Siemon]

Hőmérséklet növekedés 1 A távtáplálás esetén**7.3.16. Táblázat**

Number of Bundled Cables	Temperature Rise (°C) — 1000 mA per pair			
	Cat 5e (24 AWG)	Cat 6 (23.5 AWG)	Cat 6A (23 AWG)	Cat 8 (22.5 AWG)
52	15.0	12.4	10.9	10.1
61	17.4	14.5	12.7	11.7
64	18.1	15.0	13.1	12.2
74	20.7	17.2	15.0	13.9
91	25.4	21.1	18.3	16.9

Hőmérséklet növekedés 600 mA távtáplálás esetén**7.3.17. Táblázat**

Cable bundle size (number of cables)	Temperature rise * °C				
	Category 5	Category 6	Category 6A	Category 7	Category 7A
1	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6
7	1,4	1,1	1,0	1,0	0,9
19	2,6	2,1	1,8	1,8	1,6
37	4,7	3,7	3,2	3,2	2,9
61	6,9	5,5	4,8	4,8	4,4
91	9,7	7,7	6,7	6,7	6,2
127	13,1	10,4	9,0	9,0	8,3
169	16,9	13,5	11,7	11,7	10,8

* Calculated values for worst case

NOTE 1 The temperature rise (°C) is based upon a current of 600 mA per pair, for all pairs in all cables in the bundle.

NOTE 2 The values in this table are based on the implicit DC resistance derived from the insertion loss of the various categories of cable. Manufacturers' suppliers' specifications should be consulted for information relating to a specific cable.

NOTE 3 The current per pair for each category is dependent on the cable construction.

Amennyiben a kábel mechanikai vagy hőelvezetési képességével, a telepítési környezettel vagy a távtáplálással kapcsolatban kétség merül fel, bevett gyakorlat, hogy a köteg maximális méretét 24 kábelre korlátozzák. Ez a könnyen megjegyezhető szabály néhány eset kivételével a legtöbb média-, környezeti és alkalmazási esetre alkalmazható.

7.3.6. Tápellátási rendszer tervezése

A létesítményi infokommunikációs infrastruktúra elemeinek energiaellátása üzembiztonsági és energiahatékonysági szempontból egyaránt fontos. Az alkalmazott rendszerelemek egyre bővülő köre (pl. kamerák, szenzorok stb.) igényel távtáplálást, ami befolyásolja a táplálási rendszer komplexitását és teljesítőképességét. A korábbiakban emutatasra kerültek a főbb műszaki megoldások.

Aktív hálózati elemek energiaellátási igényei

Kiindulásként a gyakorlati tapasztalatok alapján a különböző eszközök tipikus teljesítmény igényeit az alábbi táblázat foglalja össze:

Eszköz típusok tipikus energia igényei

7.3.18. Táblázat

Üzleti ágazat	Alkalmazási terület	Tipikus telj. igény [W]
Kiskereskedelem	POS terminál	20-30
Pénzügy	IP hálózati eszközök, mini szerverek	>45
Épület menedzselés	Hűtőventillátor egységek	> 25
	Beléptető rendszerek	> 20
IP biztonságtechnika	PTZ kamera	> 25
Betegfelügyelet	Digitális jeladó	> 25
Vállalati informatika	Vékony kliens, laptop töltés	>50
	Újgenerációs vezeték nélküli hozzáférési pont	> 25

A tápellátási rendszertechnika megválasztása

A rendszertechnika kiválasztásának szempontjai az energiaforrással kapcsolatosak. Két aspektusa lehetséges: egyrészt el kell dönteni, hogy az adott eszköz táplálása helyi vagy távtáplálási módon lesz biztosítva, másrészt el kell dönteni, hogy a rendszer üzembiztonsági követelményeiből kiindulva szükséges-e a tápellátás biztonságát fokozni (u.n. „szünetmentes” táplálás). Ezeket a döntéseket rendszerelemenként akár külön-külön is meg lehet hozni.

Amennyiben az adott aktív rendszerelem helyi táplálást igényel, akkor a felszerelési helyen a megfelelő erősáramú csatlakozást kell kialakítani. A tervezés során meg kell határozni, hogy a létesítmény erősáramú rendszerében milyen áramkörrel kell az energiaellátást biztosítani, ami meghatározza, hogy milyen védelem legyen, hogy történjen az energiafogyasztás mérése stb.

Szünetmentes táplálás

A megrendelő igényeitől függően a tápellátási rendszer fokozott rendelkezésre állása szükséges. A vonatkozó szabványokban (IEEE 802 sorozat) bemutatásra kerültek ennek fokozatai. Amennyiben a tápellátó rendszertechnika függvényében robbanómotoros áramfejlesztésre, akkumulátorra van szükség, akkor ennek megfelelő fizikai kialakítás szükséges. A tervezésnél együtt kell működni az építész és az épületgépész szakági tervezővel.

Speciális eset, amikor az infokommunikációs infrastruktúra táplálását – akár csak részlegesen is – *napelem-alapú rendszer* segítségével kell megoldani. Ebben az esetben a napelem táblák elhelyezése jelent olyan tervezési feladatot, amelyet más szakág tervezőivel kell egyeztetni. Amennyiben a létesítmény általános energiaellátásában napenergia-alapú alrendszerek mellett döntöttek, akkor meggondolandó, hogy van-e értelme az infokommunikációs infrastruktúra számára külön napkollektoros rendszert létesíteni.

Távtáplálás

A távtápláló rendszertechnikát és a szabványos jellemzőket az IEEE 802 szabvány határozza meg. A távtápláló rendszer tervezésénél figyelembe kell venni az aktív távtápláló eszközök korlátait. Az alábbi táblázat a gyakorlati tapasztalatok alapján bemutatja, hogy a tápellátási rendszer adott teljesítménye milyen eszközök táplálására elegendő:

Tápellátási rendszer teljesítőképességének meghatározása**7.3.19. Táblázat**

Teljesítmény [W]	Konfiguráció	Teljesítmény [W]	Konfiguráció
13- 20	WLAN elem	40 - 50	PTZ IP kamera, fűtéssel
	Biometrikus beléptető eszköz		Vékony kliens
	Vékony kliens		PoS eszköz
20 - 30	RFID leolvasó	50 - 80	Kioszk terminál
	IP képtelefon		Laptop számítógép (töltés)
	PTZ IP kamera		Vékony kliens
	Riasztó rendszer		PoS eszköz
	Vékony kliens		Kioszk terminál
	Ipari szenzor		PTZ IP kamera, fűtéssel
30 - 40	Beléptető rendszerelem	80 - 120	Asztali számítógép
	IP képtelefon		Laptop számítógép (töltés)
	PTZ IP kamera		Nagyteljesítményű vezeték nélküli eszköz
	Munkacsoport switch		Vékony kliens
	PoS eszköz		PoS eszköz
	Kioszk terminál		Kioszk terminál

A fenti igényekkel számolva kell a tápellátási rendszert megtervezni. Ebből kell gazdálkodni (PoE budget), megfelelő tartalékot képezve, a jövőbeli várható bővítések miatt.

Tekintettel arra, hogy a tápáramok által generált hőképződést is tekintetbe kell venni, az alkalmazott vezeték típus is jelent korlátot. Ez visszahathat a kábelvezetés megtervezésére. Az alábbi táblázat 600 mA tápáramot (a kábelköteg összes vezetékében) feltételezve adja meg a várható melegedési értékeket:

600 mA tápellátási rendszer várható melegedési értékei**7.3.20. Táblázat**

Kábelköteg méret (kábelek száma)	Hőmérséklet növekedés [°C]				
	CAT5	CAT6	CAT6A	CAT7	CAT7A
1	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6
7	1,4	1,1	1,0	1,0	0,9
19	2,6	2,1	1,8	1,8	1,6
37	4,7	3,7	3,2	3,2	2,9
61	6,9	5,5	4,8	4,8	4,4
91	9,7	7,7	6,7	6,7	6,2
127	13,1	10,4	9,0	9,0	8,3
169	16,9	13,5	11,7	11,7	10,8

A táblázat értékei az adott vezetéktípus beiktatási csillapítás követelményeinél figyelembe vett

vezeték ellenállás alapján kerültek meghatározásra. Az egyes vezeték kötegeknél a széleken kedvezőbb hűtési viszonyok alakulhatnak ki, amit a táblázat nem vett figyelembe. Amennyiben az alkalmazott vezeték árnyékolással van ellátva (STP stb.), akkor eltérő (kb. 10 %-al kedvezőbb hűtési képességek) értékekkel kell számolni.

A vezetékek ellenállásának, ebből eredő megengedhető túlmelegedésének pontos értékét a szállítóval történő egyeztetés alapján lehet meghatározni.

A melegedés részletes viszonyaira vonatkozó további szempontokat az IEC CLC/TR 50174-99-1 műszaki segédlet ad meg.

7.3.7. Földelési rendszer, zavarvédelem

Egy adott létesítményben a vonatkozó szabványok alapján érintésvédelmi ill. villámvédelmi földelési rendszert kell kiépíteni. Tekintettel arra, hogy a létesítményi infokommunikációs infrastruktúra rendszerelemeinek villamos energiaellátása valamilyen szabványos kismegfeszítésű (230/400 V) energiaellátó rendszerekről történik, ezek az elemek egyrészt kapcsolódnak az érintésvédelmi földelési rendszerhez. Emellett az infokommunikáció elektromágneses zavarvédetségének biztosítása érdekében külön földelési rendszert kell kialakítani. Ennek jelentősége nagyobb átviteli sebességeken (1 Gbit/s felett) különösen fontos.

Érintésvédelmi földelés

A létesítmény erősáramú hálózatában alkalmazott védővezeték (PE vezeték) érintésvédelmi célt szolgál. Az aktív hálózati eszközök erősáramú táplálására az érintésvédelmi szabályok vonatkoznak. Ennek megfelelően a készülékek megérinthető fémrészei a gyártó az életvédelmi földdel összeköti.

Adatközpontokban felállításra kerülő szekrények fémváza is csatlakoztatandó a PE vezetékhez.

A gyengeáramú földelési hálózat

Az infokommunikációs hálózatokkal ellátott épületek tervezésénél a hálózat szempontjait figyelembe kell venni. Ezek között a legfontosabb, hogy az elektromágneses zavartatás csökkentése ill. az üzemelő berendezések gyengeáramú fölcsatlakozásai közötti potenciálkülönbség kiküszöbölése érdekében az infokommunikációs hálózat részére külön gyengeáramú földelési hálózatot kell kiépíteni.

A gyengeáramú földelési hálózat (CBN – Common Bonding Network) az MSZ EN 50 310 szabvány szerinti fogalom. Ide tartozik olyan fémkomponensek halmaza, amelyek szándékosan vagy véletlenül összekapcsolódnak, hogy a távközlési épületen belül a legfontosabb eszközök számára összekapcsolást és földelést biztosítsanak. Ilyen elemek lehetnek: szerkezeti acél vagy erősítő rudak, fémből készült vízvezeték és fűtési csövek, erősáramú kábelutak szerelvényei. A CBN a külső földelő elektródarendszerhez (EPH) van csatlakoztatva. A gyengeáramú földelések hálózatának (CBN) topológiája az alábbi lehet:

A gyengeáramú földelési hálózat szabványos topológiái**7.3.21. Táblázat**

Típus	Megnevezés	Követelmény
A	Csillag topológiájú földelő hálózat	Akkor alkalmazható, ha az érintett berendezések között viszonylag nagy a távolság, a kialakuló földhurkok nagy felületűek, és a nagy földelési impedanciák miatt nagy feszültségkülönbségek várhatók. Az ajánlott módosításokkal kielégíthetők az alkalmazás által meghatározott követelmények
B	Gyűrű topológiájú földelő hálózat	Az A típusnál jobb védelem érhető el. Egyazon csatlakozóponthoz (csavaros kötés stb.) több vezeték nem csatlakoztatható, mivel javítás esetén a földelő hálózat megszakadhat.
C	Helyi szövevényes hálózat	A B típusnál jobb védelem érhető el. A hálózatban érintett berendezéseknek közel kell lenni egymáshoz. Az elektromágneses tér hatása annál kisebb, minél kisebb a hálózat mérete.
D	Szövevényes hálózat	A C típusnál jobb védelem érhető el. A földelő hálózat ki kell terjedjen a villámvédelmi rendszerre, az esetleges antenna rendszerekre, informatikai rendszerekre és egyéb lehetséges zavarforrást jelentő rendszerekre. Az elektromágneses tér hatása annál kisebb, minél kisebb a hálózat mérete.

Az egyes változatokat a 7.3.22. Táblázat ábrái mutatják. A táblázat jobb oldali oszlopában az ajánlott javító módosítások vastag vonallal kerülnek bemutatásra.

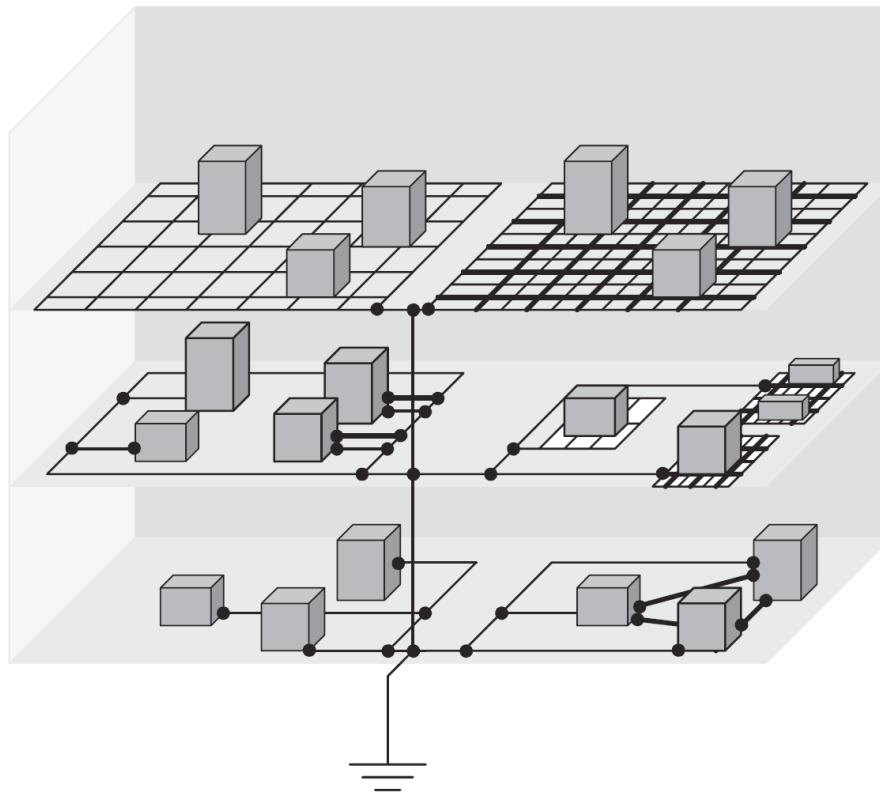
Példák az egyen potenciálra hozási rendszer topológiáira

7.3.22. Táblázat

Földe- lési háló- zat típus	Magne- vezés	Minimum követelmény	Ajánlott javító módosítások (vastagított vonallal)
A	csillag		
B	gyűrű		
C	helyi szöve- vényes		
D	szövevé- nyes		

[MSZ EN 50310]

A fenti példák alapján a gyakorlatban vegyes elrendezések kialakítása a legvalószínűbb. A 7.3.7. ábra erre mutat példát.



7.3.7. ábra Vegyes elrendezésű gyengeáramú földelési hálózat

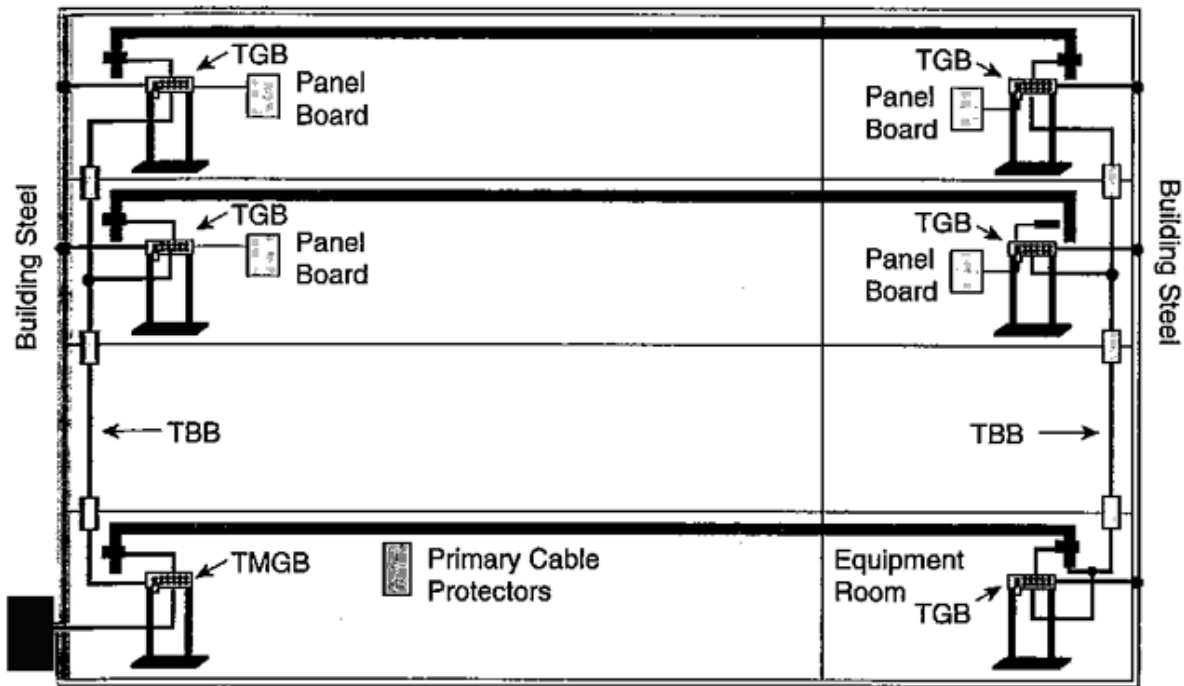
A jelátvitelhez tartozó (gyengeáramú) földelési rendszer tervezésénél törekedni kell a fa struktúrájú elrendezésre. Kerülni kell a hurkok kialakulását, mivel azok a földvezetékben indukálható zavarok szintjét növelhetik.

Az épületek egyes emeletein és a helyiségekben is meg kell tervezni a földelési hálózatot, adatközpontokban külön sínrendszert alakítanak ki (pl. álpadló alatt), amelyre a szekrények belső földelési rendszerét csatlakoztatják.

A kábelezésnél az összekötő hardverek kiválasztásánál gondoskodni kell arról, hogy az alkalmazott vezetékek árnyékolását is megfelelően átvezessék, ezáltal a passzív és aktív hálózati elemekhez eljut a megfelelő földelés.

Gyakorlati kivitel

Az épületek gyengeáramú földelési rendszerének fizikai kialakítása:



7.3.8. ábra Épület gyengeáramú (távközlési) földelési rendszere

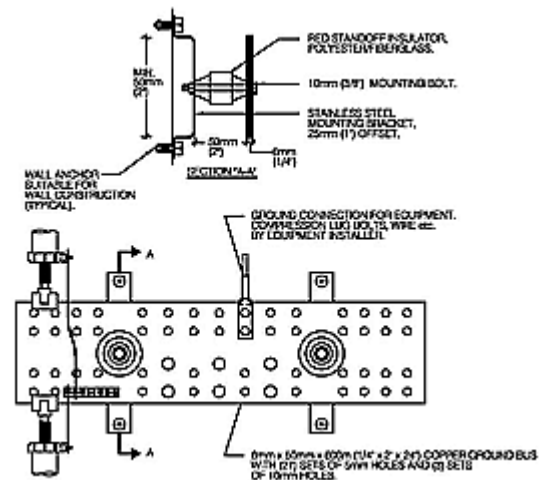
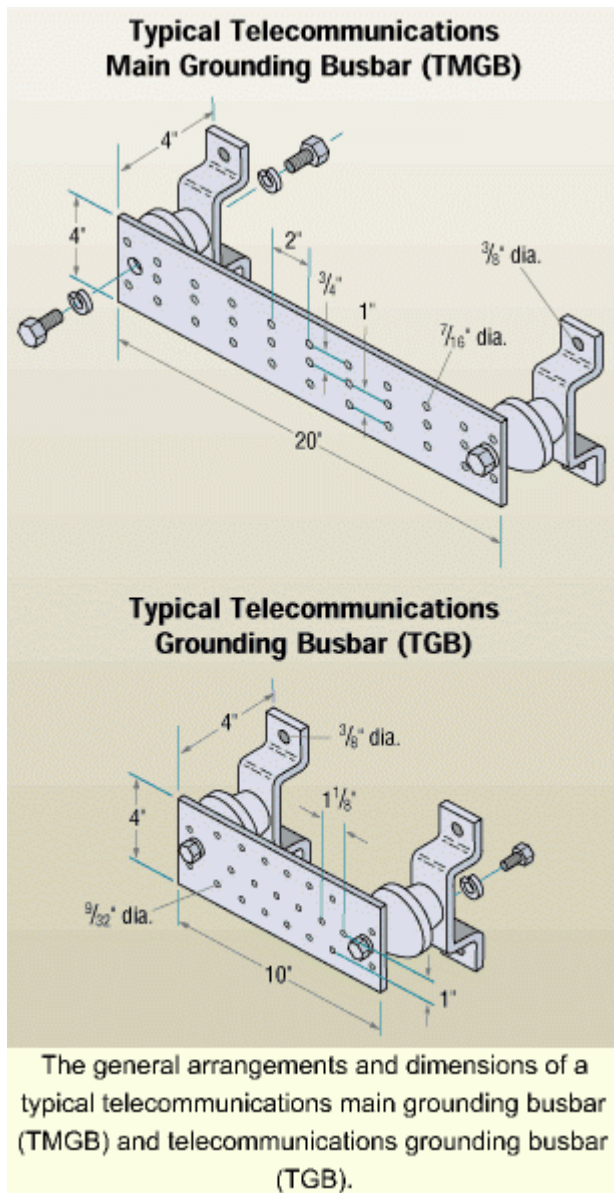
A rendszer elemei:

TBB: Telecommunications Bonding Busbar – távközlési összekötő sín

TGB: Telecommunications Ground Busbar – távközlési földelő sín

TMGB: Telecommunications Main Ground Busbar – fő távközlési földelő sín

A TGB ill. TMGB elemek egy lehetséges rajzát a következő ábra mutatja:



7.3.9. ábra Távközlési földelő (TGB, TMGB) sín gyakorlati kivitele

A földhurkok elkerülése érdekében a gyengeáramú földelési hálózatot a végpontokon lehetőleg nem célszerű az erősáramú érintésvédelmi földhálózattal összekötni. A gyengeáramú földelési hálózat és az érintésvédelmi földhálózat (PE) összeköthetőségét helyi előírások is szabályozhatják. Ezt az összekötést csak az épület egyetlen helyén egyetlen vezetővel célszerű megtenni. Amennyiben földhurok kialakulása nem elkerülhető, a földelő vezetékek helyét úgy célszerű megválasztani, hogy a földhurok keresztmetszete minimális legyen.

Az épület gyengeáramú földelési rendszerére vonatkozó további részletes követelményeket az MSZ EN 50310 szabvány határozza meg.

7.3.8. Az elektromágneses zavarvédelem szempontjai

Egy épületen belül életvédelmi szempontból célszerű földvezető hálózatot minden hozzáférhető fémszerkezethez csatlakoztatni, nevezetesen a fémgerendákhoz és ajtókeretekhez, csövekhez stb. Általában elegendő a fémcsatornák, kábeltálcák és kapuk, csövek, szellőzőcsövek stb. összekötése a lehető legtöbb ponton. Olyan helyeken, ahol nagymennyiségű berendezés van, és a hálózati vezetékek hossza nagyobb, mint négy méter, külön potenciálkiegyenlítőt kell hozzáadni. A vezető keresztmetszete és típusa nem kritikus fontosságú. Ezen túlmenően a DIN 18015 szabvány szerint célszerű a vasbeton alapozás és földémszerkezetek vasalását is külön villamos földelő vezetővel ellátni.

Rendkívül fontos a létesítményben az olyan épületek földelő hálózatának összekapcsolása, amelyek külön-külön (erősáramú) kábelcsatlakozással rendelkeznek. A földelő hálózatok összekapcsolását több vezetőn és az épület összes belső fémszerkezetében, vagy az épületek összekapcsolásával kell végezni (azzal a feltétellel, hogy nem szakítják meg).

Egy adott épületben a különböző földelő hálózatokat (elektronika, számítástechnika, telekommunikáció stb.) egymással össze kell kötni, hogy egyetlen egyenlő potenciálhálózatot hozzanak létre. (ld. fent)

Ezt a földelési hálózatot a lehető legegyszerűbben kell elhelyezni. Ha a földelő hálózat kiegyenlített, a kommunikációs eszközök közötti potenciálkülönbség alacsony lesz, és számos EMC-probléma eltűnik.

Ha az épületek közötti egyenértékű feltételek nem valósíthatók meg, vagy ha az épületek közötti távolság tíz métert meghaladna, a hálózati összeköttetésekhez ill. galvanikus elválasztással működő szenzorok interfészeinél erősen ajánlott fényvezető szálakat használni.

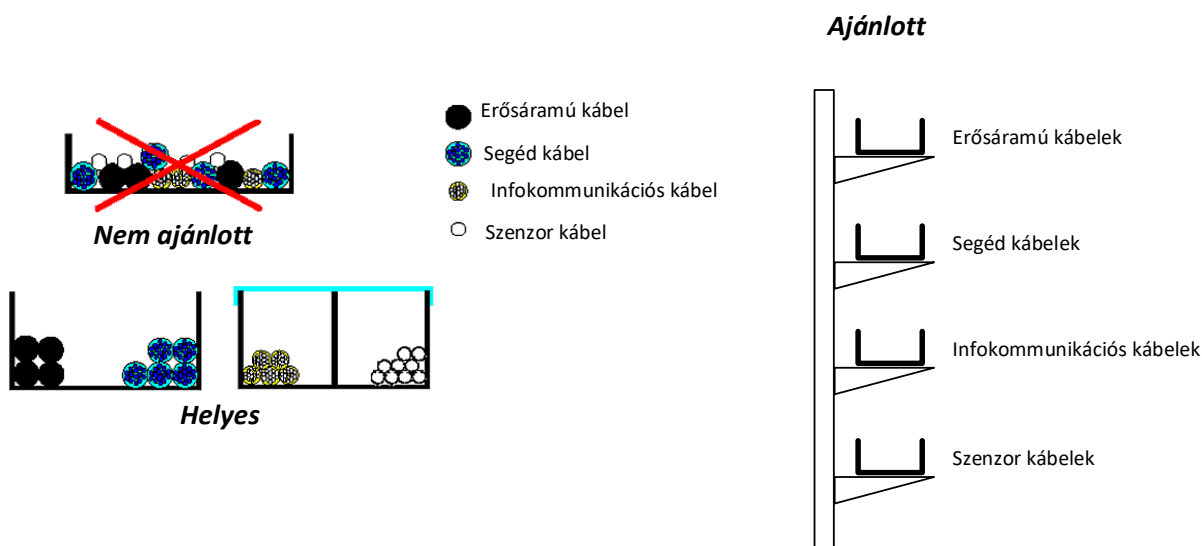
Kölcsönhatás az erősáramú hálózattal

Jóllehet az erősáramú hálózat 50 Hz frekvenciájú jelet továbbít, a tranziensek (kapcsolások) és félvezető-alapú teljesítményszabályozó rendszerek miatt az erősáramú hálózatban sok esetben nagyfrekvenciás jelek is képződnek. Ezek az infokommunikációs hálózatokban és rendszerekbe átindukálódhatnak, és ott káros jeleket indukálhatnak.

Erősáramú vezetékezés és fémvezetőjű infokommunikációs vezetékezés elválasztása

Ajánlott, hogy a kábelek fémes elválasztóval legyenek elhatárolva. A jól elhatárolt kábelek esetén biztosított a legnagyobb védelem a zajok ellen

Minden szakágnak (energiaellátás, infokommunikáció stb.) külön tálcán kell futnia:



7.3.10. ábra Különböző kábelek elhelyezése kábeltálcákon

Távolság az épület más vezetékes rendszereitől

Az erősáramú kábelezéstől tartandó távolságok az MSZ EN 50174-2 szabvány szerint:

Az erősáramú kábelezéstől tartandó védőtávolságok

7.3.24. Táblázat

Szerelési típus	Kábelek közötti minimális távolság [mm]		
	Fémes szétválasztó nélkül	Alumínium szétválasztóval	Vas szétválasztóval
Árnyékolás nélküli informatikai kábelek és árnyékolás nélküli erősáramú kábelek	200	100	50
Árnyékolt informatikai kábelek és árnyékolás nélküli erősáramú kábelek	50	20	2
Árnyékolás nélküli informatikai kábelek és árnyékolt erősáramú kábelek	30	10	2
Árnyékolt informatikai kábelek és árnyékolt erősáramú kábelek	0	0	0

A fenti általános irányelven túlmenően az MSZ EN 50173-1 szabványban a fentieknél részletesebb *számítási módszer* található, amelynek segítségével a megengedett határértékekhatározhatók meg.

Az alábbi táblázat az erősáramú kábelezés és az infokommunikációs kábelezés közötti távolságot (párhuzamos szakaszok esetében, sodrott érpár szerkezetű kábelekre), *gyakorlati mérések* alapján mutatja:

Erősáramú kábelezés és infokommunikációs kábelezés közötti kölcsönhatás**7.3.25. Táblázat**

Kábel típus	Maximális áram az erősáramú vezetékekben (3 fázis) [A]	Elérhető minimális áthallási csillapítás [dB]	Minimális távolság [mm]
U/UTP	40	40	225
F/UTP	40	55	114
S/FTP	40	80	24

Távolság erősáramú készülékektől

Bizonyos erősáramú készülékek is generálhatnak nagyfrekvenciás jeleket, amelyek az infokommunikációs infrastruktúrára káros hatással lehetnek. Az alábbi táblázat az MSZ EN 50174-2 szabvány szerinti követelményeket tartalmaz:

Védőtávolság zavaró készülékektől**7.3.26. Táblázat**

Zavaró forrás	Minimális távolság [mm]
Fluoreszkáló lámpa	130
Neon cső vagy fénycső	130
Higanygőz lámpa	130
Nagyintenzitású kisülési lámpa (ívlámpa)	130
Ívhegesztő készülék	80
Indukciós fűtőkészülék	1 000
Gyógyászati készülék, kórházi berendezés, TV adóberendezés, radarberendezés	A gyártó specifikációja szerint. ennek hiányában egyedi elemzés alapján

A fenti értékek csökkenthetők, ha a gyártók másképpen garantálják a megfelelő zavarvédelmet.

Optikai kábelezés zavarérzékenysége

Amennyiben adott hálózati szegmensben optikai kábel kerül alkalmazásra, akkor zavarvédelmi problémákra nem kell számítani, a kábelvezetésnél nem szükséges távolságokat tartani.

7.4. Vezeték nélküli alrendszerek tervezése

Jelen fejezetben már kifejtésre kerültek azok a műszaki és gazdasági szempontok, amelyek alapján meghatározható, hogy milyen hálózati technológia (technológiák) alkalmazására van szükség. Jelen szakaszban ezen kiválasztás utáni fázisról van szó, amikor már eldőlt, hogy szükség van-e vezeték nélküli (al)rendszerre.

A vezeték nélküli alrendszereknél egyrészt a forgalmi igényekből, másrészt a hullámterjedési viszonyokból kell kiindulni.

Amennyiben rekonstrukciós projektről van szó, szükséges a meglévő rendszerek (Microhullámú összeköttetés, DECT, Kamera, mozgásérzékelő, mikrohullámú sütő stb.) felmérése. Erre kell alapozni a hatásvizsgálatot, amely alapján eldönthető, hogy milyen feltételekkel lehet vezeték nélküli (al)rendszert létesíteni.

A tervezés fázisai:

1. A létesítményben besugárzandó terek alaprajzainak elemzése
2. Épületjellemzők (pl. fal anyagok) meghatározása
3. Sugárzók helyének megtervezése (aut., manuális)
4. Antenna beállítások (iránykarakt.) meghatározása

Kimenet:

- eszközök listája
- beállítási adatok

7.4.1. Forgalmi igények

Először meg kell határozni, hogy milyen alkalmazások fognak működni a vezeték nélküli rendszeren. A forgalmi igények ennek alapján a már ismertetett módon meghatározhatók.

Ennek során tekintetbe kell venni, hogy az elméleti hálózati bitsebességi jellemző csak kb. 50-60%-ban használható ki, mivel a vezeték nélküli összeköttetéseken jelentős mennyiségű vezérlési információt (overhead) is továbbítani kell. Általánosságban megállapítható, hogy a vezeték nélküli hálózatrész teljesítőképessége elmarad a vezetékes résztől.

Meg kell határozni, hogy szükség van-e végberendezés hordozhatóságra (roaming) és azon belül milyen fokúra, ugyanis a rendszerelemek megválasztásánál ez szempont kell legyen.

Az alábbi táblázat gyakorlat alapján meghatározott értékeket mutat.

Forgalmi kapacitások

7.4.1. Táblázat

Alkalmazások	Portok végpontonként	Megjegyzések/további szempontok	Portok cellánként
Munkaállomás	asztalonként két port	36 munkaállomást feltételez 60 láb x 60 láb cellánként	72
Wi-Fi	Két port WAP-onként,	cellánként két hozzáférési ponthoz a jövőhöz kapacitásnövekedés	4
Épületen belüli vezeték nélküli	2 port AP-nként	Tervezzen egy tartalék portot a jövőbeni igények kielégítésére	2
Személyhívó és hangmaszkolás	Egy-négy port per rendszer	A rendszer architektúrák eltérőek. Ld. gyártó követelmények	1-4
Kisfeszültségű világítással integrált jelenlét érzékelők	Egy port lámpatestenként és fali kapcsoló	9,5 láb belmagasságot feltételez, fali csatlakozókkal kapcsolók vagy érzékelők a közös helyiségekben	40-48
Foglaltságérzékelők	Érzékelőnként egy port	Tervezzünk egy érzékelőt munkahelyenként, további érzékelőkkel a folyosókon és más, egymástól nagyjából 10-15 láb távolságra lévő közös terek	36-48

WLAN streaming

Amennyiben a vezeték nélküli infokommunikációs infrastruktúrán műsorterjesztésre (streaming) is szükség van, akkor a hálózat forgalmi méretezését is ehhez kell igazítani.

7.4.2. Frekvencia terv

A rendszer által használt frekvenciasávokat a hatályos hatósági előírások határozzák meg. A vezeték nélküli LAN (WLAN) rendszereknél – amennyiben u.n. kishatótávolságú (SRD – Short Range Device) rendszerekről van szó, akkor ezek használata a gyártó által beszerzett hatósági engedély alapján lehetséges.

Tekintve, hogy a 2,4 GHz-es tartományt nagyon sok eszköz használja, zavarja (mikrohullámú sütő, vezeték nélküli egér, billentyűzet, stb) javasolt az arra alkalmas eszközöket 5GHz-es tartományban üzemeltetni. Ebben a tartományban a WiFi eszközök sáv szélessége is nagyobb lehet.

Alap kérdés: milyen frekvencián fog a rendszer üzemelni, és a rendszerre kell-e frekvencia engedélyt kérni?

Frekvencia engedélyezési terv

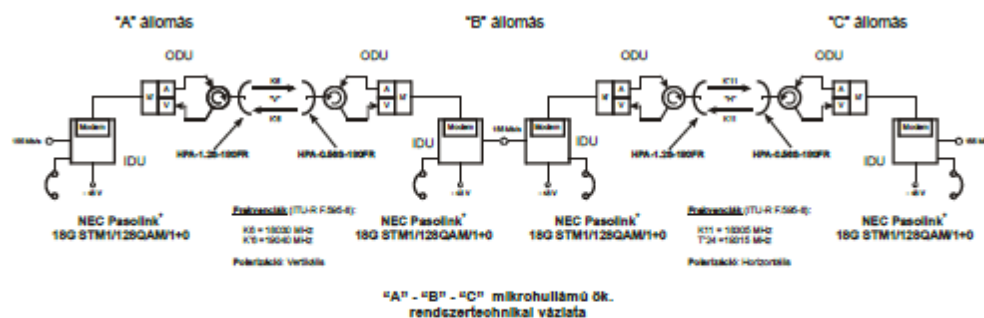
A Hírközlési Hatósághoz (NMHH) benyújtandó Frekvencia engedélyezési tervnek tartalmazni kell:

- A létesítendő összeköttetés célját, a tervezendő hálózat állomásainak adatait, a feladat leírását, a műszaki megoldások indoklását
- Az összeköttetés nyomvonaltervét, telephelyek adatait
- Antennamagasságokat és sugárzási szögeket

- Az alkalmazott berendezések ismertetését
- Frekvenciatervet
- Rendszertechnikát
- Interferenciás zavarvizsgálatot
- Az összeköttetés minőségének vizsgálatát
- Az összeköttetés megbízhatósági vizsgálatát
- A sugáregészségügyi követelmények betartásának igazolását
- Rendszertechnikai vázlatot
- Nyomvonal vázlatot
- Terepmetszetet
- Vázlatot az interferáló hálózatról
- Elektronikus adatszolgáltatást

A mikrohullámú összeköttetés legfontosabb rendszertechnikai adatait tartalmazza a rendszertechnikai vázlat (ld. ábra):

- frekvenciákat (adás – vétel)
- antenna polarizációkat
- berendezés és antenna típusokat
- kapacitásokat.



7.4.1. ábra. Egy mikrohullámú összeköttetés rendszertechnikai vázlata

7.4.3. Antenna rendszer tervezése

A rádióberendezések kimenőteljesítményére vonatkozó jellemző: E.I.R.P. (Effective Isotropic Radiated Power) - izotrópikusan sugárzott egyenértékű teljesítmény, mely a definíció jelentése szerint „az a teljesítmény, melyet az elméleti izotróp antennának kellene sugároznia, hogy azonos jelszintet érjen el az adott antenna maximális sugárzásának irányában”.

Csak emlékeztetőül:

$$EIRP[dBm] = P_{Ki}[dBm] + G[dB]$$

Ez azt jelenti, hogy nem lehet az antenna nyereség emelésével a hatótávolságot növelni, ha már eredetileg is a rendszer elérte az $EIRP_{MAX}$ -ot.

Az antenna típus megválasztásánál figyelembe kell venni a besugárzott terület geometriáját (besugárzási terv), és ennek megfelelő iránykarakterisztikájú típust kell választani, ezáltal

csökkenthető a rendszer vesztesége, a szükségtelen és környezetszennyező sugárzás. Szükség esetén antenna csoportot kell alkalmazni pl. a függőleges iránykarakterisztika javítása érdekében (szektor antenna)

Ugyanakkor a konstrukció szempontjából meghatározó lehet az antenna felszerelési helye (mennyezetre, oszlopra, falra stb.) is.

Szélterhelés hatása

A szélterhelés hatását általában az antenna tartó szerkezetek méretezésénél kell figyelembe venni. Irányított karakterisztikájú antennák esetében nagyon fontos szempont, hogy az antennát (és az antenna rögzítést) úgy kell méretezni, hogy a megengedett legnagyobb szél (a szokásos értéke Magyarországon 150 km/ó) esetén is az antenna elfordulása kisebb legyen, mint a nyalábszélesség 1/3-ad része.

Wifi antenna

A WiFi antennák esetében a 2,4 - 2,5 GHz ill. az 5,0 – 5,8 GHz közötti frekvenciatartományra kell méretezni. Ha ezen a tartományon belül az állóhullám-arány (VSWR) értéke nem rosszabb, mint 1:1,5 úgy az illesztetlenségből eredő teljesítmény veszteség nem nagyobb, mint 4%. A magas üzemi frekvenciák miatt az antenna és az AP eszköz közötti távolság csak néhány m nagyságrendű lehet.

7.4.4. Besugárzási terv

Figyelembe véve

- a létesítmény besugározni kívánt tereinek elhelyezkedését,
- a fizikai környezet adottságait, (pl. épületek, szerkezeti elemek árnyékoló képességét)
- egyidejűleg kiszolgálni kívánt végberendezések számát,
- biztonsági szempontokat,
- a hálózati végpontokon telepítendő fix telepítésű eszközök (bázisállomások) műszaki jellemzőit (frekvencia, kimenő teljesítmény fokozatok, vételi érzékenység stb.),

meg kell határozni a telepítendő rendszerelemek (AP-k) felszerelési helyét. A besugárzásnál az ellátandó terület nagyságát a telepített eszköz adóteljesítménye meghatározza. Amennyiben nincs elnyelő tárgy, akkor a szokásos AP esetében 13 m sugarú kör sugározható be. Az adóteljesítmény megválasztása során az adott terület rádiófrekvenciás zajviszonyait (pl. ipari létesítmény) is figyelembe kell venni. Ha egy adott terület a korlátozott hatótávolság miatt gazdaságosan nem sugározható be, akkor esetleg ismétlő állomást (WiFi booster) kell elhelyezni.

A létesítmény határain túlra (pl. közterület) történő sugárzást a tervezés során minimálisra kell leszorítani, miáltal egyrészt csökkenthető az interferencia más rendszerekkel, másrészt telephelyen kívülről nehezebbé válik a létesítmény infokommunikációs infrastruktúrájához való illetéktelen hozzáférés.

A besugárzási (lefedési) tervezést a megfelelő forgalmi méretezéssel kell kombinálni. Emellett a

kiszolgáló vezetékes hálózati szegmenseket ehhez kell illeszteni.

Nagy kiterjedésű épületegyüttesek lefedése, nagysűrűségű hozzáféréssel

Az ilyen lefedésnél a végpontok száma 1000-es nagyságrendű. Tekintetbe kell venni az egyidejűséget is, ami a forgalmi terhelést meghatározza, ugyanis egy-egy végponton keresztül több végberendezés is üzemelhet.

Itt célszerű kétszintű hálózatot kialakítani (külön gerinchálózati és elérési hálózati routerekkel), szükség lehet a redundáns (hibatűrő) hálózati struktúra kialakítására, pl. szövevényes topológia kialakításával. A gerinchálózatban akár 100 Gbit/s sebességű rendszerelemekre lehet szükség.

Közepes méretű telephely közepes sűrűségű lefedése

A végpontok száma ebben az esetben 100-as nagyságrendű. Célszerű ebben az esetben egyszintű hálózatot létesíteni, egyetlen routerrel. Hálózati redundancia beépítése általában nem szükséges.

Ebben az esetben a szervezet növekedését is esetleg figyelembe kell venni, ami a hálózat kapacitásában tartalékok kialakítását is szükségessé teszi.

Kisméretű telephely lefedése

Itt a végpontok száma néhányszor 10 (tipikusan 25). Ebben az esetben egyetlen switch elegendő lehet a megfelelő hálózati kiszolgálásra.

Tekintettel arra, hogy maga a létesítmény fizikai méretei is korlátot jelenthetnek, ezek miatt egyszerű, csekély energiaigényű és kisméretű eszközök telepítését jelenti.

Megjegyzendő, hogy

- a lefedettség megállapítására erre a célra fejlesztett *szimulációs szoftverek* léteznek, amelyek automatikusan kijelölik a bázisállomások javasolt optimális felszerelési helyét.
- Sok esetben a besugárzási terv nem garantálhatja teljes mértékben, hogy minden terület ellátása megoldható, ezért kritikusabb esetekben hullámterjedési kísérletekre is szükség lehet.

7.4.5. Vezeték nélküli alrendszer kábelezésének tervezése

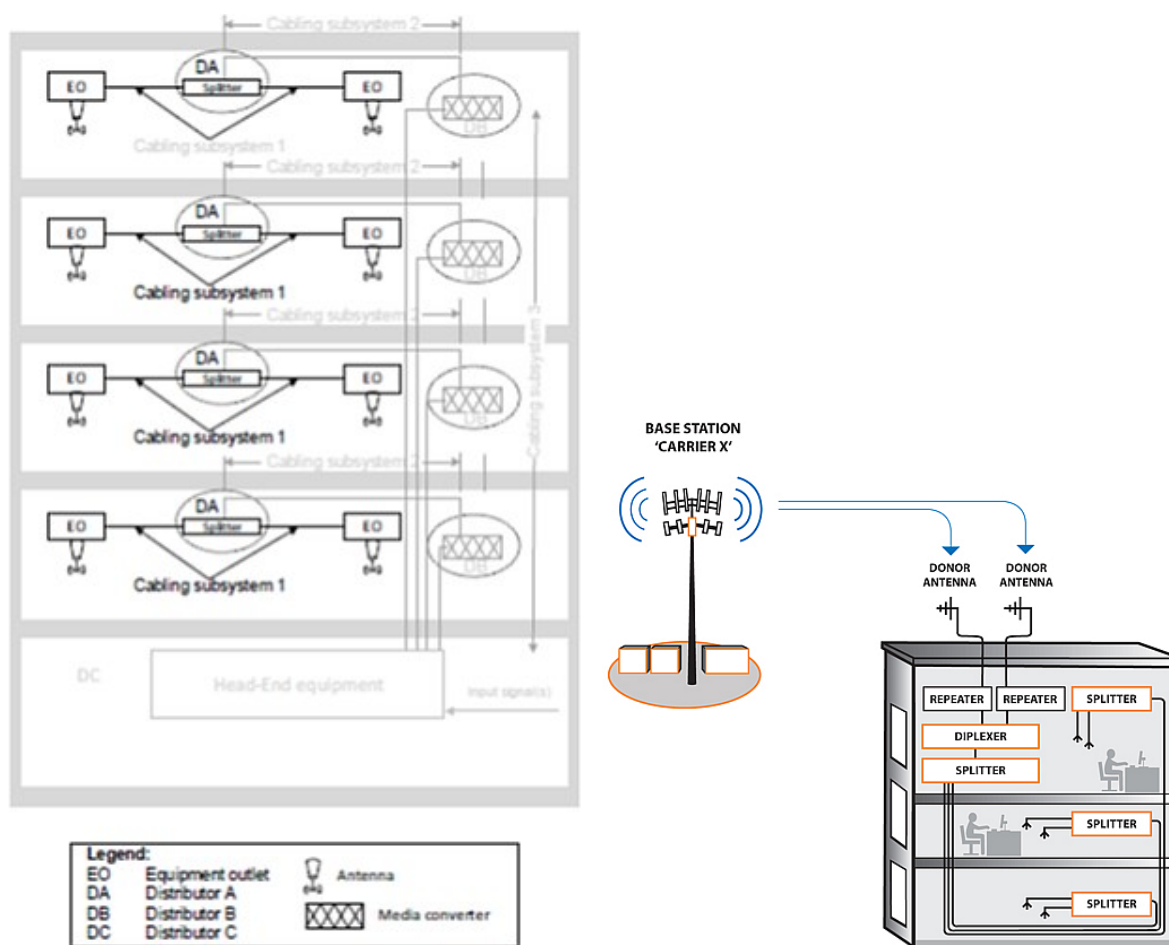
Az antennához vezetendő nagyfrekvenciás koaxiális kábel megválasztásánál a meghatározott követelményeknek kell megfelelni. Ennek alapján nagyobb frekvenciákon üzemelő rendszerek esetében az antennák helyének megválasztását illetően korlátozások adódhatnak.

Kapcsolódás a vezetékes hálózathoz

Ezzel párhuzamosan meg kell tervezni, hogy a hálózatba való integráláshoz milyen kábelezésre van szükség. Külön figyelembe kell venni, hogy kell-e távtáplálás vagy helyi energiaellátást kell kiépíteni. Az erősáramú és az adatkábeleket az interferencia minimalizálása érdekében elválasztva kell vezetni.

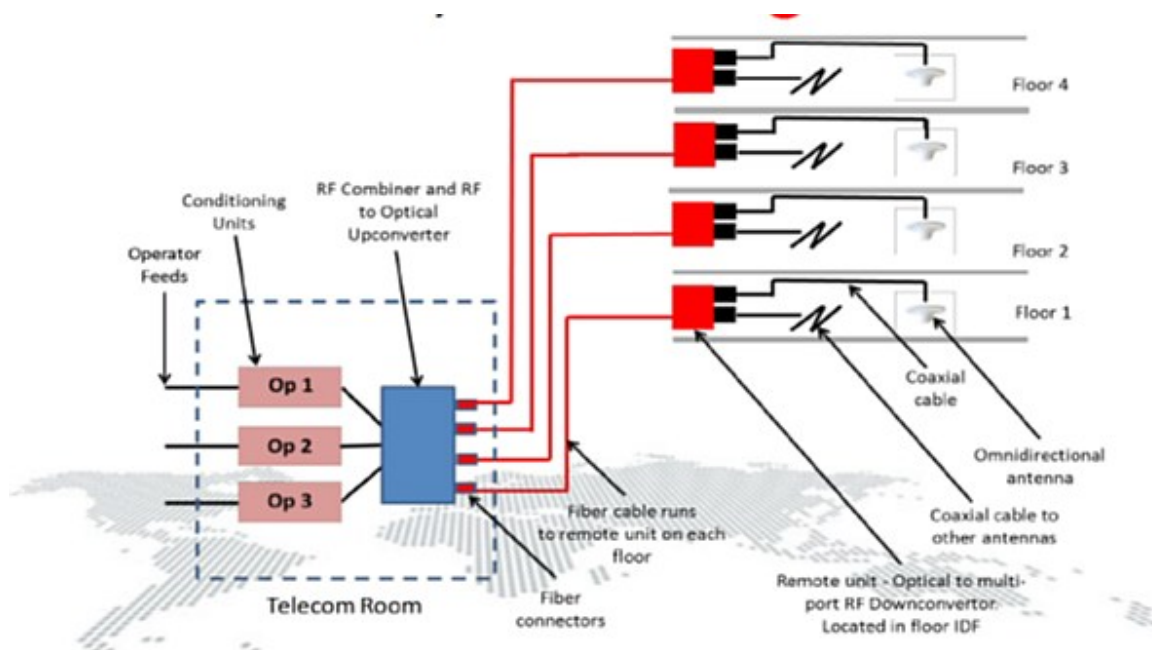
Elosztott antennarendszer kábelezése

A főbb szempontokat a TIA TSB-5018 – (Kábelezés az elosztott antenna rendszerek számára) specifikáció határozza meg:



7.4.2. ábra Elosztott antenna rendszer kábelezése

Mint az ábrából látható, a kábelezés kétrészesre osztható, egyrészt a külső és az épület belsejében lévő antennákhoz vezető nagyfrekvenciás koaxiális kábelezés, másrészt a rendszer digitális hálózati csatlakozásai közötti kábelezés.



7.4.3. ábra Elosztott antenna rendszer több nyilvános szolgáltató esetén

7.4.6. DECT (al)rendszer tervezése

Forgalmi méretezés/lefedés

Irodalmi források alapján a DECT rendszer forgalom lebonyolító képessége: 10000 Erlang/km². A pikocellák sűrűsége max. 25 m lehet. Ebből következik, hogy egy cella max. kb. 20 Erlang forgalmat képes lebonyolítani. Amennyiben ennél nagyobb forgalmi terhelés várható, akkor a cellasűrűséget növelni kell. Megjegyzendő, hogy amennyiben az ellátandó területen hullámterjedést gátló épületszerkezet van, akkor a besugárzási tervet ennek megfelelően kell lebonyolítani.

7.4.7. Kapcsolat a vezetékes hálózati szegmensekkel

A vezeték nélküli végpontok között a végberendezések mozgását is célszerűen támogatni kell (roaming). Speciális eset, amikor a végberendezésen meglévő összeköttetés folyamatosságát abban az esetben is fenn kell tartani, amikor mozgása folytán adott végpont hatóköréből egy másik hatókörébe kerül át (handover). Ehhez olyan képességű kapcsoló elemekre (router) van szükség, amelyek támogatják ezt a funkciót.

Az ANSI/TIA TSB-162-A – (cabling guidelines for wireless access points) specifikáció részletes követelményeket határoz meg.

Rádiófrekvenciás azonosítási rendszerek

Amennyiben a létesítményi infokommunikációs infrastruktúrában vezeték nélküli rendszerek között IoT rendszerek (pl. RFID) támogatása is követelmény, akkor ennek következményei a következők:

- nagyszámú végpont kiszolgálására lehet szükség, ami a hálózat topológiáját befolyásolja
- az egyes végpontokon nagymennyiségű adat átvitelére lehet szükség, emiatt a hálózat aggregált szegmenseit (pl. gerinchálózat) nagy átviteli kapacitásra (pl. 50 Gbit/s) kell méretezni.

Tekintettel arra, hogy a vezeték nélküli rendszer elemek sok esetben távtáplálással működnek, adott esetben a routerek ill. switch-ek kiválasztásánál és elhelyezésénél erre is figyelemmel kell lenni.

Hozzáférés vezérlés

A hozzáférés szabályozásának módszereit a 3. Fejezt mutatja be. Tervezésnél figyelembe kell venni, ha a hálózathoz vendégek vagy ideiglenesen a létesítményben tartózkodók számára is hozzáférést kell biztosítani, esetleg bizonyos korlátozásokkal.

Vezeték nélküli vendég

A meglévő kampusz vezetékes és vezeték nélküli infrastruktúrájának használata a vendégek számára lehetővé teszi a látogatók és a vállalkozók számára az internet-hozzáférés kényelmes és költséghatékony módját. A vezeték nélküli vendég hálózat a következő funkciókat nyújthatja:

- Internet hozzáférést biztosít vendégek számára egy nyilvános vezeték nélküli SSID-n keresztül, hitelesítés útján történő hozzáférés-vezérléssel
- Támogatja az ideiglenes hitelesítési adatok létrehozását minden vendég számára egy engedélyezett belső felhasználó által
- Kapcsolatot tart a vendég hálózaton a belső hálózattól elkülönítve, ezzel a vendégek számára a belső hálózati erőforrásokhoz való hozzáférést megakadályozza

7.4.8. Kapcsolat más vezeték nélküli rendszerekkel

mint a korábbiakban kifejtésre került, a létesítményi infokommunikációs infrastruktúra nyilvános hálózatokhoz ill. telephelyen kívüli magánhálózatokhoz csatlakozhat. Ezekben az esetekben az alábbi vezeték nélküli rendszerekkel lehet kapcsolat:

- Mikrohullámú összeköttetések
- Műholdas összeköttetések
- Műsorterjesztési rendszerek

Ezen rendszerek tervezési kérdései jelen dokumentum tárgykörén kívül esnek.

7.4.9. A vezetékek nélküli alrendszerre vonatkozó kiviteli terv

1. Általános tudnivalók

A rádiótávközlő rendszerekre vonatkozó hatósági eljárásokat a 7/2012. (I.26.) NMHH rendelet, valamint az 20/2020 (XII.18.) NMHH rendelete, annak 3. melléklete, illetve a melléklet 1.2 pontja – Vezetékek nélküli hírközlési építmények rendelet szabályozza.

A kiviteli tervezés és az üzembe helyezés előkészítése a "Frekvenciakijelölési határozat" alapján történhet. Az üzembe helyezéshez "Rádióengedély" szükséges. Rádióengedélyt, csak igazolt megfeleléssel, a forgalomba hozatalra vonatkozó jogszabálynak eleget tevő berendezés üzemeltetéséhez lehet kérelmezni. Az engedélyeket az NMHH adja ki.

Az egyes frekvenciasávok használhatóságának feltételeit, kormányrendelet (Frekvenciasávok Nemzeti Felosztási Táblázata, FNFT), a frekvenciasávok felhasználási szabályait, NMHH rendelet tartalmazza. E rendelet 1.sz. mellékletében van feltüntetve a Rádióalkalmazási Táblázat (RAT). A RAT az egyes frekvenciasávok általános felhasználási szabályait foglalja magába, a rendelet további mellékletei pedig a rádiórendszerek részletes frekvenciagazdálkodási követelményeit és a sávhasználati feltételeket tartalmazzák.

2. A kiviteli/betelepülési tervek tartalmi követelményei

Előlap

1. Tartalomjegyzék
2. Aláíró lap
3. Tervezői nyilatkozat
4. Munkavédelmi nyilatkozat
5. Statikai nyilatkozat
6. Műszaki leírás
7. Munka- és egészségvédelmi tervfejezet
8. Sugárvédelmi tervfejezet
9. Környezetvédelmi tervfejezet
10. Tűzvédelmi tervfejezet
11. Berendezés- és anyagjegyzék
12. Kábeljegyzék
13. Változások jegyzéke, verziószám (ha szükséges)
14. Kapcsolódó tervek jegyzéke
15. Mellékletek
16. Rajzok

A tervek meghatározzák az adott létesítmény megvalósítási módját, amely lehetővé teszi a biztonságos üzemeltetést.

A terveket egyértelmű azonosító számmal kell ellátni.

A kiviteli terv akkor felel meg a céljának, ha az abban foglaltak megvalósíthatók, kivitelezhetők a tervezett módon. A tervet úgy kell strukturálni, hogy az önálló feladatok jól elkülönüljenek. A szöveges tervdokumentumnak elsősorban az a feladata, hogy megvilágítsa a terv minden részletét, magyarázatot és segítséget adjon a megvalósításhoz. Feladata továbbá, hogy a rajzban nem közölhető információk is egyértelműen megjelenjenek.

1. Tartalomjegyzék

Minden tervnek kötelező eleme. A dokumentációkat oldalszámmal, fejezet és rajziazonosítóval kell ellátni.

2. Aláíró lap

A tervhez csatolni kell egy önálló aláíró lapot, amely tartalmazza a tervezési feladatban közreműködő minden tervező nevét, megnevezését, a tervezési jogosultság számát és a tervezők sajátkezű aláírását, mellyel hitelesítik a dokumentumot.

3. Tervezői nyilatkozat

3.1. Megrendelő neve, címe

3.2. A beruházás megnevezése és helyszíne

3.3. Terv címe és azonosító száma

3.4. Tervező neve és jogosultsága

3.5. A tervanyag jellege (pl. betelepülési terv, megvalósulási terv stb.)

3.6. Nyilatkozat arról, hogy a terv megfelel a vonatkozó hatályos jogszabályoknak és azországos, valamint a szakági szabványoknak és az érvényes irányelveknek

3.7. Nyilatkozat arról, hogy a felszerelésre tervezett berendezések szükséges tanúsítványai rendelkezésre állnak, vagy a kivitelezés megkezdéséig beszerzésre kerülnek. A tervezői nyilatkozatot a felelős tervező aláírásával kell ellátni.

4. Munkavédelmi nyilatkozat

A felelős tervező nyilatkozata, hogy a tervben szereplő műszaki megoldásoknál, berendezések, rendszerek, technológiák tervezésénél a munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény vonatkozó előírásait betartotta. A nyilatkozatot a felelős tervező aláírásával kell ellátni.

5. Statikai nyilatkozat

Megfelelő jogosultsággal rendelkező statikus tervező nyilatkozata arról, hogy a felszerelésre kerülő antenna (vagy antennák) és azok tartószerkezete nem veszélyezteti az adott építmény állékonyságát, és az antenntartó szerkezet biztosítja az összeköttetésbiztonságos üzemeltetését. A nyilatkozatot a felelős tervező aláírásával kell ellátni.

6. Műszaki leírás

A műszaki leírásban röviden össze kell foglalni az előzményeket, a megvalósítás célját, a megrendelő fő elvárásait, meg kell határozni a feladatot.

A műszaki leírás ajánlott főbb részei:

- általános ismertetés
- alapadatok, ezek tartalmazzák a tervezett nyomvonal leírását, az átviteli kapacitásigényt, a főbb rádiótechnikai adatokat (berendezés és antenna típusa, antennamagasságok, szakasz-számítás)
- a mikrohullámú összeköttetés rendszertechnikája, felügyeleti rendszer
- antenntartó szerkezet, antennafelszerelés leírása
- installációs munkák, a berendezések telepítése
- tápellátás, disszipáció
- technológiai földelés
- kábelezés
- földelés, villámvédelem
- bontás (ha szükséges)

7. Munka- és egészségvédelmi tervfejezet

Tartalmazza az általános munka- és egészségvédelmi követelményeket, felhívja a figyelmet az építési és szerelési munkák, részfeladataihoz tartozó védelmi utasítások betartására, a védőfelszerelések használatának szükségességére. Kiemeli a megbízó, üzemeltető és a berendezés szállító által előírt, munkavédelmi intézkedések, utasítások lényegét a tervezett munkálatok vonatkozásában, figyelemmel a munkavégzéskor előforduló veszélyekre. Különös figyelemmel kell lenni a földelési előírásokra, érintésvédelemre. Fel kell hívni a figyelmet az érintésvédelmi jegyzőkönyv megfeleltetésére és hatályosságára. Optikai interfész telepítése esetén legyen figyelmeztetés a lézersugárveszélyeire. Az antennák, kültéri egységek szerelésével kapcsolatban külön fel kell hívni a figyelmet az üzemelő antennák közelében, valamint a magasban végzett munkák biztonsági és munkavédelmi előírásaira. A fejezetben fel kell sorolni a vonatkozó és hatályos munka- és egészségvédelmijogszabályokat és szabványokat.

8. Sugárvédelmi tervfejezet

Ebben a fejezetben fel kell hívni a figyelmet a 63/2004(VII.26.) ESZCsM rendeletre, amely a 0 Hz - 300 GHz közötti frekvencia tartományú elektromos, mágneses és elektromágneses terek lakosságra vonatkozó egészségügyi határértékeit határozza meg. Utalni kell rá, hogy ezen határértékek betartása a szerelés, üzembehelyezés és majd az üzemeltetés során is kötelező.

9. Környezetvédelmi tervfejezet

A tervezett műszaki megoldással együtt járó, környezetkárosító hatást is magával hordozó technológia részletes bemutatása, különös tekintettel a veszélyforrásokra. Legyen útmutatás a környezetre káros anyagok, hulladékok elkülönített kezelésére, tárolására, megsemmisítésére vagy begyűjtésére. A keletkező hulladékok tervezett mennyiségét fajtánként EWC kódszámmal feltüntetve előirányzatban meg kell adni. A felelős műszaki vezető és a dolgozók környezettudatos magatartására a figyelmet minden esetben fel kell hívni. Amennyiben a Megrendelő rendelkezik saját technológiai utasítással, az ahhoz kapcsolódó környezetvédelmi előírásokra fel kell hívni a kivitelező figyelmét. A fejezetben fel kell sorolni a vonatkozó és betartandó hatályos környezetvédelmi jogszabályokat.

10. Tűzvédelmi tervfejezet

A fejezetben fel kell hívni a figyelmet az alkalmazott megoldásokhoz kapcsolódó tűz- és vagyonbiztonsági előírások betartására. Ismertetni kell a helyszínrre érvényes tűzvédelmiszempontokat, a meglévő tűzvédelmi megoldást (pl. automatikus tűzoltó berendezés van a telephelyen). Nyilatkozni kell arról, hogy a telepítésre kerülő eszközök nem változtatják meg a létesítmény/helyiség tűzvédelmi besorolását. Elő kell írni, hogy a megrendelő, illetve a létesítmény tulajdonosának tűzvédelmi előírásainak betartása kötelező. Fel kell sorolni a vonatkozó és betartandó hatályos szabványokat és jogszabályokat.

11. Berendezés- és anyagjegyzék

Fel kell sorolni a felszerelésre kerülő berendezések, antennák, a szükséges szerelésianyagok típusát, számát, esetenként a gyártó megjelölésével.

12. Kábeljegyzék

Meg kell adni (célszerűen táblázatos formában) a kábelek (esetenként tápvezetők) típusát, keresztmetszetét/átmérőjét, funkcióját, hosszát, valamint a bekötés kezdő- és végpontját. Szükség szerint külön táblázatban szerepeljenek a kábel kifejtések.

13. Változások jegyzéke, verziószám (ha szükséges)

Erre akkor van szükség, ha meglévő rendszer módosítására, bővítésére kerül sor. Ilyenkor hivatkozni kell az előzőállapotot tartalmazó tervre és meg kell adni a módosítás sorszámaát.

14. Kapcsolódó tervek jegyzéke

Ha a tervezett létesítés más létesítésekhez szorosan kapcsolódik (pl. egységesrendszertechnika, felügyeleti rendszer, energiaellátás), akkor a megrendelő igényétől függően ajánlott a kapcsolódó terveket felsorolni.

15. Mellékletek

A mellékletekben lehet megadni a tárgyhoz tartozó kiegészítő információkat, amelyek hasznosak lehetnek a kivitelezés során. Ilyenek lehetnek pl. a tervegyeztetések jegyzőkönyvei vagy az építési napló vonatkozó oldalai.

16. Rajzok

A kiviteli terv legfontosabb részei a rajzdokumentumok. A kivitelezés, szereléselsősorban ezek alapján történik. A rajzoknak tartalmazniuk kell minden olyan részletet, amely szükséges a kivitelezés hibátlan elvégzéséhez. A következő rajzokat kell elkészíteni:

- alaprajz, beültetési rajz
- rendszertechnikai rajz
- berendezés-szekrények, keretek rajza, beültetése
- kábelek, tápvezetők nyomvonal rajza, bekötése
- tápáram ellátás bekötése
- az összeköttetés(ek) nyomvonalrajza a szakaszhossz, sugárzási irányokfeltüntetésével
- az antenna (antennák) felszerelési rajza az antenna-magasság(ok), sugárzásiirány(ok) és a kábel/tápvezetők nyomvonal(ak) feltüntetésével

Ajánlott egy rajzjegyzék készítése, mely tartalmazza a rajzok címét, rajzszámát a készítés dátumát, valamint egy törés- vagy verziószámot.

1. Melléklet

Adatközpont tervezés

A létesítmény infokommunikációs infrastruktúrájában az adatközpont kiemelt jelentőségű. A létesítmények nagy többségében a megrendelőnek szüksége van adatközpontra, jelentősége miatt külön specifikus tervezési megfontolásokat és tervezési módszereket igényel.

Az adatközpont tervezésének fő aspektusai:

- rendszertехnikai tervezés
- fizikai kialakítás

A két aspektus közül a rendszertехnikai követelmények elsődlegesek, de a két aspektusnak való megfelelés folyamatos (rekurzív) egyeztetés módszerével teljesülhet, ezáltal bizonyos kompromisszumok alakíthatók ki.

Adatközpont fizikai kialakítása

Az adatközpont fizikai kialakítása, infrastrukturális funkcionalitása tervezési szempontból kiemelt fontosságú, mivel itt számos más szakterülettel közösen megoldandó tervezési feladat adódik. A felmerülő lehetséges kérdéskörök az alábbiak:

- Precíziós megoldások hűtésre és légkondicionálásra
- Megbízható tápellátási megoldások
- Tűzvédelmi rendszerek
- Monitoring megoldások
- Videomegfigyelés és hozzáférés-szabályozás
- Nagy sebességű és nagy sűrűségű kommunikációs kábelezés
- IT állványok és tartozékok
- Belső szerelvények és állványok
- Mobil adatközpontok
- Optimális tervezés és dokumentáció

A témák súlya esetenként eltérő lehet, és jelen szakasz is csak a leglényegesebbnek ítélt kérdésekkel foglalkozik.

Kategóriába sorolás

A TIA 942 szabvány szerint ismertetésre kerültek az adatközpontokra vonatkozó szabványos kategóriák jellemzői. Látható, hogy a négy lehetséges kategória között kivitelben, komplexitásban és

költségeben igen jelentős különbségek lehetnek. A táblázat alapján a megrendelőnek kell eldönteni, hogy a tervezés során milyen kategóriát kell kialakítani. A végleges megoldás esetleg iteratív úton közelíthető meg, amelynek során a döntés támogatása céljából a tervezőnek előzetesen költségbecslést kell készíteni.

Mennyiségi jellemzők

Az adatközpont gépteremben az üzembe helyezés után felállításra kerülő szekrények számát és az ebből meghatározott fizikai mértéket a rendszertechnikai tervezésből határozzák meg.

Az adatközpontokban az eszközök (készülékek, berendezések) elhelyezésénél figyelembe kell venni az alapterülettel való takarékos gazdálkodás, a funkcionális kapcsolatok, a modularitás és a könnyű szerelhetőség/üzemeltethetőség szempontjait.

A gyakorlati tapasztalatok alapján megállapítható, hogy az induló méretekhez képest a bővítések miatt szükségessé váló további szekrények elhelyezésére van szükség.

Tekintettel arra, hogy az infokommunikációban jelenleg intenzív fejlődés tapasztalható (5G, Ipar 4.0 fejlesztések stb.), ennek mértéke várhatóan jelentős is lehet. Ugyanakkor ezt az igényt némileg ellensúlyozza, hogy a szekrényekben elhelyezésre kerülő berendezések növekvő komplexitása folytán adott térfogatban nagyobb kapacitás alakítható ki.

A fentiek miatt az előrelátó tervezés követelményének érvényesítése nagy jelentőségű.

Alaprajzi elrendezés

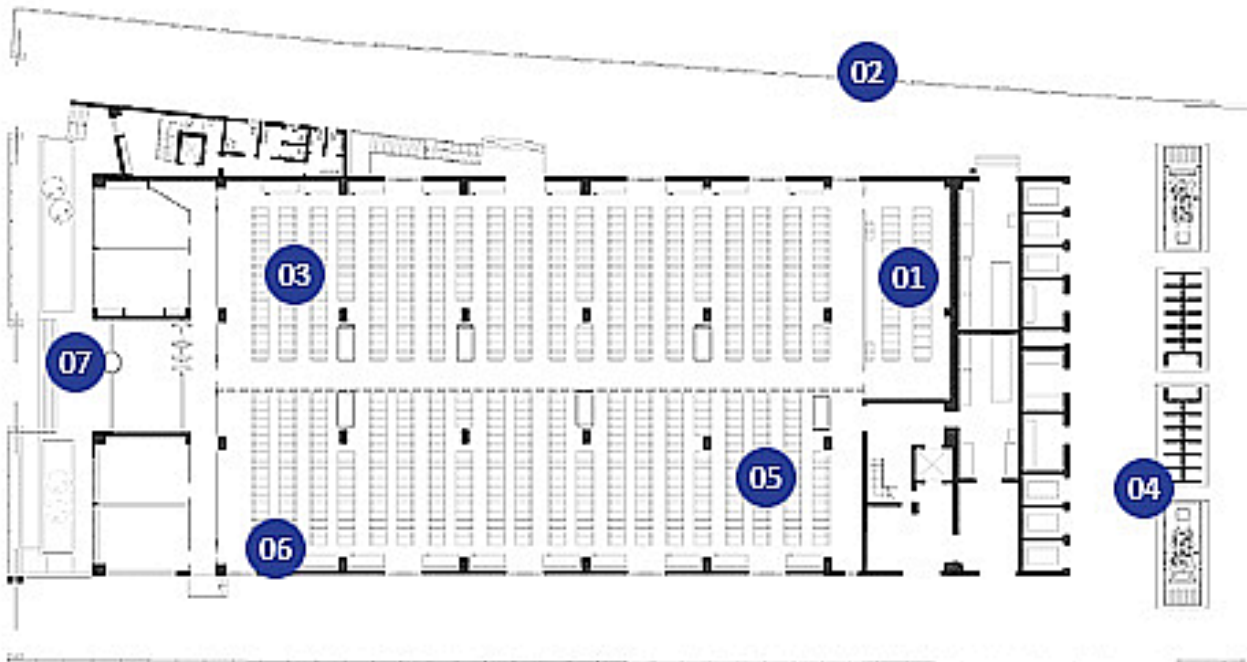
Mint a TIA 942 szabvány meghatározza, az adatközpont fogalma szervezeti egységet és műszaki eszközrendszert jelent, ennek megfelelően több helyiségből állhat. Helyiség típusok:

- Számítógépterem (ek)
- Távközlési helyiség(ek)
- Bejárat tér (bevezetési helyiség?)
- Mechanikus helyiség(ek)
- Áramellátási helyiség(ek)
- Hálózati Műveleti Központ
- Raktár
- Közös terület
- Általános irodaterület

Az általános építészeti tervezéshez számos alaprajzi tervező szoftver segédeszköz létezik, ezek között több is alkalmas adatközpont alaprajzi elrendezés tervezésére.

Számítógépterem

A számítógépteremben a hűtés (klimatizáció) és a szekrények típusának a megválasztása alapvetően meghatározza az alaprajzi elrendezést. Az alábbi ábra egy tipikus alaprajzi elrendezést mutat:



- 01 - Tároló és központi hálózat
- 02 - Riasztó és CCTV rendszer
- 03 - Szerverterem
- 04 - Akkumulátorok és generátorok
- 05 - Switch és Router helyiség
- 06 - Szabad hűtés
- 07 - Beléptetés

M1.1. ábra Tipikus adatközponti alaprajz (Forpsi, Arezzo, Olaszország)

Szekrények típusának kiválasztása

A szekrény (állvány) típusának kiválasztásánál az alábbi szempontokat kell figyelembe venni:

- mechanikai funkciók (burkolás, szintezés stb.)
- teljesítmény kezelés (táp-teljesítmény elosztás)
- légáramlás kezelés (vak fedőlapok, légtartály)
- kábelezés kezelése (vízszintes és függőleges kábelvezetés, felső kábeltálcák és elválasztók)
- biztonsági és felügyeleti funkciók (környezeti feltételek monitorozása, behatolásvédelem, távoli felügyelhetőség)

Az informatikai állványokba helyezett berendezés funkciójától függően ez *szerver rack* vagy *hálózati*

rack kategóriába tartozik. A hálózati állványok általában szélesebbek a szerverállványokhoz képest, mivel a kábelezéshez több hely szükséges.

Méret megválasztása

Szekrény méretének megválasztásához az alábbi táblázat ad segítséget:

Szabványos szekrény méretek

M1.1. Táblázat

	Tipikus méretek	Tipikus méretek választásának előnyei	Alternatív méretek	Alternatív méretek választásának előnyei
Magasság [U]	42	• alacsonyabb ár • minden fiók elérhető létra nélkül • Illeszkedik az épület közlekedési útvonalainak méreteihez (felvonók, ajtók stb.) • Jól illeszkedik az álmennyezet alatt elhelyezett tűzoltó szórófejekhez	45, 48, 52, 58	A nagyobb magasság több berendezés elhelyezését teszi lehetővé ugyanazon az alapterületen
Szélesség [mm]	600	• alacsonyabb ár • kisebb alapterület foglalás	750, 800	• szélesebb szerverek helyezhetők el • A nagykapacitású kábelvezetésre és táplálás elosztásra több hely áll rendelkezésre
Mélység [mm]	1070	• alacsonyabb ár • kisebb alapterület foglalás	1100, 1200	• mélyebb szerverek helyezhetők el • több hely áll rendelkezésre az adat- és tápkábelek elhelyezésére • több pozíció áll rendelkezésre a zero U magas kiegészítők elhelyezésére

A 42 U magas szekrények 5 kW teljesítmény felett már nem tekinthetők optimálisnak.

Mechanikai kivitel

- A szerszám nélküli szerelés csökkenti az ajtók, oldalpanelek, tető és kiegészítők összeszereléséhez szükséges időt az üzembe helyezés és a karbantartás során
- Az állítható függőleges, szerszám nélküli szerelősínek időt takarítanak meg
- A számozott U pozíciók segítik az informatikai eszközök beszerelését, és segítik a kiszolgáló helyének azonosítását munkahelymeghatározás létrehozásakor vagy eszközzadatbázis létrehozásakor
- A félmagasságú eltávolítható oldalpanelek megkönnyítik és biztonságosabbá teszik a kezelést
- Előre telepített szintező lábak lehetővé teszik a vezeték nélküli csavaros pisztolyok gyors beállítását olyan felületeken, mint a betonlemez
- Az előre telepített görgők segítenek az informatikai állványok mozgatásában anélkül, hogy szükség lenne egy raklap aljzatra

Funkcionális kivitel

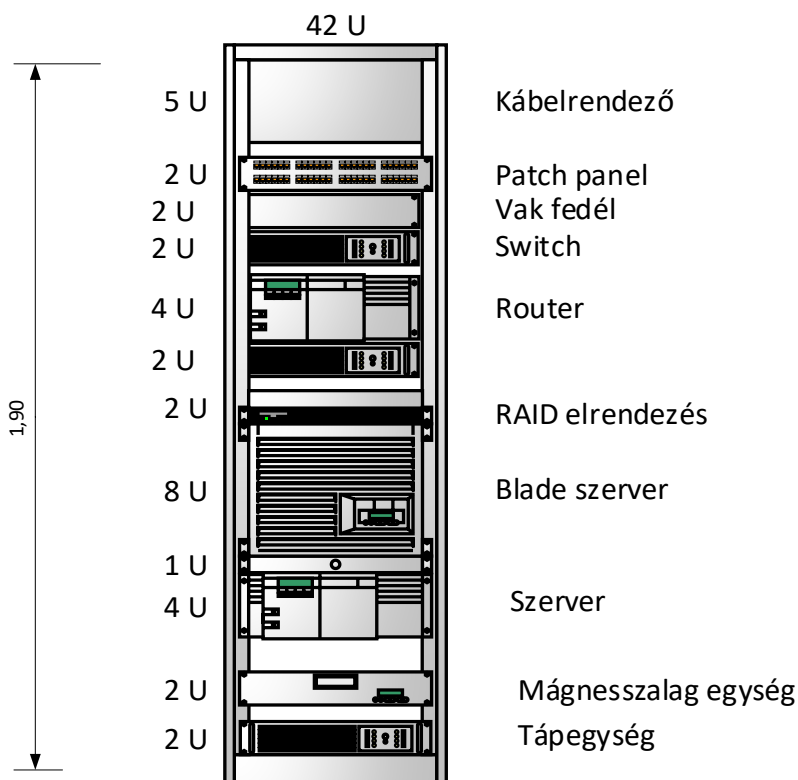
A statikus és a dinamikus terhelhetőség a rack-keret kritikus paramétere. Különböző gyártási technikák, például a megformált vagy hajlított lemez, a folyamatos hegesztéssel vagy öltéshegesztéssel ellátott cső alakú lemezek különböző képességeket eredményeznek. Ezt a technikát az ipari vázrendszerek többségében használják viszonylag alacsony költséggel és magas statikus terhelhetőséggel. Ez a technika azonban nem ajánlott az informatikai alkalmazások számára, mert

gyenge dinamikus terhelhetősége miatt korlátozza az informatikai állványok mozgását, nem említve a szerkezet földrengés állóságát. Amennyiben mégis lemezből készült vázszerkezetek alkalmazására kerül sor, fontos, hogy ezek gyártásánál gépi hegesztést alkalmazzanak, mivel ennek minősége jobb, mint a manuális hegesztésé.

Az *ajtók* fizikai biztonságot és légáramlást biztosítanak a felszerelt IT berendezések számára. Ezért az ajtók alapvető követelményei a szerkezeti szilárdság és az ajtó perforációi, amelyek bizonyos statikus terhelést biztosítanak (pl. 10 szerver álló állványba szerelve), dinamikus terhelés akkor jelentkezik, amikor a rack mozgása/billentése történik, padlórezgések, torziós pillanatok stb. lépnek fel. Bizonyos szerkezeti kialakításra lehet szükség ahhoz, hogy a perforáció elérje a 85% -ot vagy többet. Szerencsére a vizsgálatok azt mutatták, hogy a 64% -os perforáció nem befolyásolja a légáramlást és a hűtési teljesítményt még 30 kW/rack vagy nagyobb terhelés esetén sem.

Keretbeültetési terv

A gépteremben minden szekrényhez részletes keretbeültetési tervet kell készíteni, amely meghatározza, hogy milyen rendszerelemeket mely pozícióba kell beszerelni. Példa:



M1.2. ábra Adatközpont szekrénybeültetési rajz

A keretbeültetési tervet összhangba kell hozni a vezetékezéssel (keretkábelezés, létesítmény vezetékezési rendszere). A tervezésnél nagy hangsúlyt kell fektetni a továbbfejleszthetőségre: akár konkrét fejlesztési csomagok is definiálhatók, amelyekhez pl. előre kábelezett szekrényeket lehet elhelyezni, tápellátást előre kiépíteni stb.

Táplálás, energiaellátás

Az adatközpontokban a szükséges energia mennyisége a legkritikusabb paraméter, ugyanis az üzemeltetési költségek számottevő eleme. Az alacsony energiahatékonyság emellett feleslegesen növeli a keletkezett hőmennyiséget, ami a hűtési rendszer terhelését növeli.

Alapvető tervezési követelmény, hogy a gépterem (szerverek) energiaellátását a többi helyiség energiaellátásától függetleníteni kell, mivel eltérő üzembiztonsági követelményeket kell biztosítani. A géptermén belül célszerű elválasztani a szerverek táplálását az egyéb rendszerekétől: dugaljak (villamos kéziszerszámok, takarító gépek stb.), világítás stb. Ugyanakkor a világítás és a klimatizáció magasabb üzembiztonsági kategóriába tartozhat

Az energiaigény meghatározásánál a tervezés számára gyakorlati szabály: egy 10 Gbit/s összeköttetés energiaigénye 1 W. Ugyanakkor egy 40 Gbit/s duplex csatorna esetében 1,5 W igénnyel kell számolni.

Szerverek energiaellátása

Egy hagyományosnak tekinthető 1U magas szerver kb. 190 W-ot vesz fel, így 42 ilyen kiszolgáló egyetlen szekrényben több mint 8000 W-ot eredményez.

Gyakorlati tapasztalatok alapján x86 processzorokkal működő szerverek esetében az alábbi értékek adódnak:

Szerverek teljesítményfelvétele

M1.2. Táblázat

Típus	Felhasznált teljesítmény [W]
1U magas szerver	300 - 350
2U magas szerver	350 - 400
4U magas szerver	600 – 1 000
Blade konstrukciójú szerver	4500

Ami az egyes szerverek által felhasznált energia belső megoszlását illeti, példaként egy 2U magas szerver esetében a felhasznált összteljesítmény (450 W) megoszlása az alábbi:

Teljesítmény megoszlás szerverfunkciók között**M1.3. Táblázat**

Funkció	Felhasznált teljesítmény [W]
AC/DC átalakítási veszteség	131
DC/DC átalakítási veszteség	32
Ventilátorok	32
Meghajtók	72
PCI kártyák	41
Processzorok	86
Memória	27
Chip készlet	32

A fenti értékek növekednek, ha nagyobb az alkalmazott processzorok sebessége, ill. a beépített operatív tárkapacitás.

A processzorteljesítmény növekedése folytán ez az érték elérheti a 600 - 700 W szerverenkénti értéket, ami egyes források szerint ez az érték 23 - 25 kW szekrényenkénti energiaigényt jelent.

Energetikai hatások

Az informatikai berendezések energiaellátásán kívül az adatközpont energiát használ világításra, klimatizációra, tápellátási veszteségre is. Tervezési célkitűzés lehet az adatközpont energetikai határfoka (PUE – Power Usage Effectiveness):

$$PUE = \frac{\text{Informatikai eszközök teljesítményigénye [kW]}}{\text{Az adatközpont teljes energiaigénye [kW]}} [\%]$$

Ez a mutató akkor lehet fontos tervezési célkitűzés, ha az adatközpont önálló létesítmény.

Redundáns táplálás

A kettős (esetleg alternatív) táplálású informatikai eszköz feltételezhetően megfelelően működik, ha mindkét vezetékről táplálható. Amennyiben ilyen képességekkel rendelkeznek az adatközpont eszközei, akkor a rendszerben tápfeszültség átkapcsoló eszközök helyezhetők el. Az egyedi átkapcsolhatóság előnye, hogy berendezés hiba (pl. zárlat) esetén a rendszer nem érintett részei tovább üzemeltethetők.

Amennyiben ez nem biztosítható, és a rendszer rendelkezésre állási követelményei nem tarthatók, akkor központi tápellátó rendszert kell létesíteni, amely képes megvalósítani a szükséges funkciókat. Megjegyzendő, hogy a központilag előállított egyenfeszültségű (400 V) rendszerek esetében a redundáns („szünetmentes”) megoldás a központi rendszer része lehet. Ebben az esetben a szervereknek is megfelelő kivitelűeknek kell lenni.

Klimatizáció

A klimatizációs (hűtési) rendszer részleteinek megtervezése az épületgépészeti szaktervező feladata, de az infokommunikációs tervezőnek adatokat kell szolgáltatnia. Legfontosabb adatok: az elvezetendő teljesítmény és a helyiségben (gépteremben) tartandó hőmérséklet.

Az adatközpont helyiségtípusai között a gépterem feltétlenül különleges klimatizációt igényel, mivel az elhelyezett berendezések által termelt disszipációs hő jelentős. Ugyanakkor a távközlési helyiségben és a hálózati műveleti központban is jelentős mennyiségű berendezés kerülhet elhelyezésre, ezért ezekben a helyiségekben is meg kell határozni a keletkező hőmennyiséget.

Az adatközpont hűtési igénye

Az M1 mellékletben bemutatásra került, hogy az adatközpont milyen helyiségből állhat. Ezekre a helyiségekre vonatkozó teljes hűtési igény meghatározása során figyelembe kell venni minden adatközpontban működő olyan eszközt vagy rendszert, amely hőt termelhet. Ezek:

- informatikai berendezések (pl. szerverek, aktív hálózati eszközök stb.)
- egyéb elemek (pl. áramellátó rendszer, szünetmentes táplálás)
- világítás
- a területen tartózkodó emberek

A *gépteremben üzemelő informatikai (IT) berendezéseket* tekintve alapvetően a bevezetett villamos energia elvezetéséről van szó, tehát a betáplált teljesítmény értéke a hűtési kapacitás minimális értéke. Egyes irodalmi források szerint azonban ez az érték 50 – 75 %, mivel a vezetékes és vezeték nélküli hírközlő hálózaton történő átvitelnek is van bizonyos teljesítmény igénye.

Az aktív rendszer elemek (szerverek, kommunikációs berendezések) elektronikai áramköreinek környezetállósági követelményeinek megfelelően alapvető követelmény, hogy a számítógépterembe (a készülékhez) jutó levegő hőmérsékletét úgy célszerű meghatározni, hogy a készülék közvetlen közelében 18 - 27 °C értéket lehessen biztosítani. Amennyiben a készülékekre a gyártó más üzemi hőmérsékleti tartományt határoz meg, akkor azt értelemszerűen figyelembe kell venni. Megjegyzendő, hogy minél alacsonyabb a géptermi levegő hőmérséklete, annál nagyobb energia szükséges a levegő hűtéséhez, ezért amennyiben energiatakarékossági szempontok merülnek fel, akkor meg kell vizsgálni, mi lehet a legmagasabb biztonságos levegő hőmérséklet.

A *tápáram elosztó rendszer* vesztesége állandó, és ez a rendszer által szolgáltatott teljesítménnyel arányos. Az UPS és az áramelosztó rendszerek hőtelsítménye állandó hiba és veszteség, amely arányos az üzemi teljesítménnyel. Ezek a veszteségek eléggé konzisztensek a berendezések márkái és típusai között, így a rájuk vonatkozó értékek jelentős hiba nélkül meghatározhatók.

A *világítás* és az emberek hőtermelése szintén egyszerűen becsülhető standard értékek alkalmazásával.

A teljes rendszer hűtési terhelésének meghatározásához néhány könnyen elérhető jellemző értéke szükséges: az alapterület és az elektromos rendszer névleges teljesítménye.

A légkondicionáló rendszer ventilátorai és kompresszorai számottevő hőt képesek termelni. Ez a hő

a külső környezetbe kerül elvezetésre, ezért az adatközpont hőtermelésének meghatározásánál nem veendő figyelembe.

A fentiek alapján az adatközpont teljes hűtési igénye az alábbi séma szerint határozható meg:

Adatközpont hűtési igénye

M1.4. Táblázat

Összetevő megnevezése	Szükséges adat	Kimeneti hőmennyiség meghatározása	Kimeneti hőmennyiség számított értéke [W]
Informatikai rendszerelemek	Teljes IT terhelés [W]	u.a	
Szünetmentes tápellátás, akkumulátorok	Névleges teljesítmény [W]	(0,04 x névleges teljesítmény) + (0,05 x teljes IT terhelés)	
Tápfeszültség elosztás	Névleges teljesítmény [W]	(0,01 x névleges teljesítmény) + (0,02 x teljes IT terhelés)	
Világítás	Alapterület[m ²]	21,53 x alapterület	
Emberek	Adatközpontban tartózkodó emberek maximális száma	emberek száma x 100 W	
ÖSSZESEN			

Hűtési technológia megválasztása

A léghűtési ill. a folyadék hűtési rendszer jellemzőit a fenti táblázat foglalja össze. El kell dönteni: léghűtés vagy folyadék hűtés szükséges? Optimális esetben ezt a döntést az infokommunikációs tervező hozza meg, az épületgépész tervezővel együttműködve.

A folyadék hűtés jelenti az újabb technológiát. Általában a nagyobb teljesítményű (nagyobb adatközpontok) rendszereknél kerülhet szóba. A mellette szóló érvek:

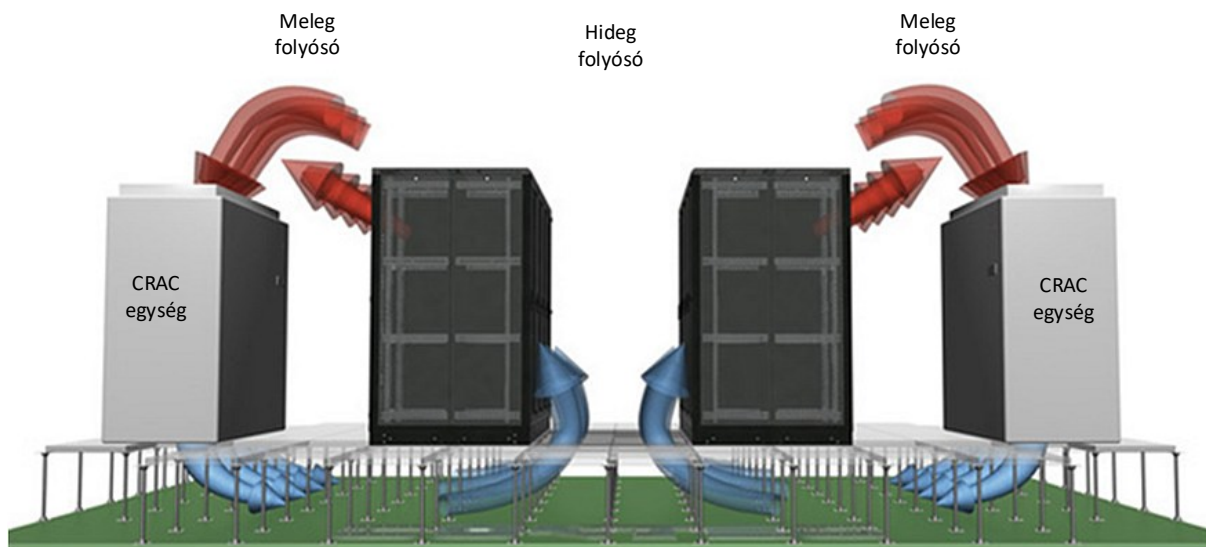
- Az alkalmazások feldolgozási igényei nőnek (pl. grafikus alkalmazások, adatbányászat stb.) ennél fogva a processzorok (feldolgozó egységek, szerverek) disszipációs teljesítménye is növekszik. Ez adott esetben szerverenként a 200 W-ot is elérheti. Szokásos fajlagos érték: 809 – 857 MFLOP/W
- Az adattárolási technológiák fejlődése (SSD, hélium töltésű tokozott tároló egységek stb.) folytán a tároló egységek fajlagos kapacitása növekszik
- Tekintettel arra, hogy a hálózati (adatkommunikációs) kapcsolatok kapacitása rohamosan növekszik, az aktív hálózati eszközök (vezeték nélküli eszközök, routerek, elektronikus rendezők stb.) processzor teljesítménye is növekszik.
- A pénzügyi rendszerekben a tranzakciók gyakorisága és komplexitása (számítási igényessége) növekszik, ami fokozott processzor terhelést jelent és nagyobb tárhelykapacitást igényel
- A folyadék hűtési rendszer jobb hatásfoka révén energiamegtakarítás érhető el azáltal, hogy a géptermi eszközök által termelt hő hasznosításra kerül a létesítmény épületgépészeti (HVAC – Heating Ventillation and Air Condition) rendszereiben.

Ugyanakkor a rendszer hátránya, hogy a működtetése valamivel nagyobb (humán) erőforrást igényel, mint a konvencionálisnak számító léghűtés esetén.

Léghűtés tervezése

A szekrények üres helyein vaklapokat kell betervezni, így biztosítható a hűtés (kéményhatás)

A fentiekben bemutatásra került a hideg folyósó ill. meleg folyósó módszer. Ennek lényege, hogy a hideg és a meleg levegő el legyen választva, miáltal a hűtés hatásfoka javítható.



M1.3. ábra Adatközpont géptermi léghűtési rendszere

A géptermi hűtési rendszer eleme a CRAC (CRAC - Computer Room Air Conditioning) egység, amelynek kültéri és beltéri (gépteremben üzemelő) egysége van.

A módszer lehetővé teszi, hogy a hűtőegység (CRAC) befűvő levegője elérje az informatikai eszközöket anélkül, hogy forró levegővel keveredne. Ez azt jelenti, hogy a hűtőegységben lévő befűjt levegő hőmérséklete megegyezik az IT egységek bemeneti levegő hőmérsékletével - vagyis az egységes IT bemeneti levegő hőmérsékletével. Ha nincs keveredés, akkor a befűjt levegő hőmérséklete a forró foltok kialakulásának veszélye nélkül növelhető. A módszernek két változata lehetséges:

- A zárt hideg folyósó módszer (CACS – Cold Aisle Cooling System) esetében a hideg folyósót lezárják (pl. műanyag függöny segítségével), így a számítógépterem többi része egy forrólevegő-visszavezető tér lesz. A hőmérséklet kb. 32 °C.
- A zárt meleg folyósó módszer (HACS - Hot Aisle Cooling System) esetében a forró folyósót lezárja (pl. műanyag függöny segítségével) az informatikai berendezés forró elszívott levegőjének (hőmérséklet kb. max. 47 °C) összegyűjtése érdekében, így a számítógépterem többi része egy nagy hideg-levegő-ellátó tér lesz.

A két módszer közötti választást befolyásolhatja, hogy a számítógépteremben szükség van-e a kezelőszemélyzet munkavégzésére, ugyanis a HACS módszer esetében kedvezőbb feltételek

biztosíthatók.

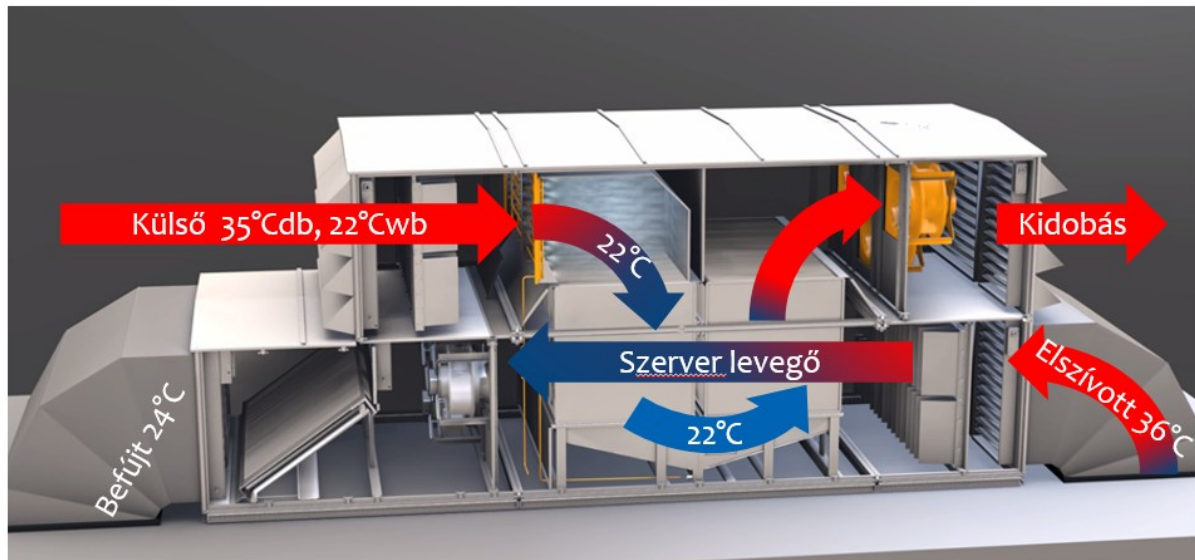
Külön elrendezés a HACS rendszer olyan változata, amikor a hideg levegő bevezetése az álpadló alatt történik, és a meleg levegő elszívása a szekrények feletti térben történik. Ez az elrendezés jól illeszthető a CCU egységhez.

Nagyobb adatközpontok esetében a levegő hűtését központilag célszerű megoldani. A központi hűtő egységet (CCU – Central Cooling Unit) ha lehetséges, akkor az adatközpont géptermének tetején vagy közvetlenül az épület szomszédságában kell elhelyezni. Ezáltal biztosíthatók a legrövidebb légtechnikai kapcsolatok, így a legjobb hatásfok érhető el. A centralizált kialakítás megkönnyítheti az épület HVAC rendszereivel való esetleges kapcsolatot is. Amennyiben a külső levegő hőmérséklete kisebb a beltéri hőmérsékletnél, akkor a hűtőrendszer kompresszorainak nem kell dolgozniuk, ezáltal további energiamegtakarítás érhető el.



M1.4. ábra CCU egység elhelyezése

Az elhelyezésnél szempont lehet a berendezés által keltett zaj is.



M154. ábra CCU egység belső felépítése

Folyadék hűtés tervezése

Az épületgépészeti tervezési módszer hasonló a fűtési-hűtési rendszerekéhez, de az informatikai berendezések konstrukciója alapvetően eltérő. Gyakorlati tapasztalatok alapján folyadék hűtés csak nagyobb adatközpontok esetében célszerű kialakítani

Géptermi levegő minősége

A géptermi levegő minősége (pl. portartalom) külön rendszer segítségével kezelhető, amennyiben az elhelyezendő infokommunikációs eszközök által valamilyen különleges követelmény áll fenn.

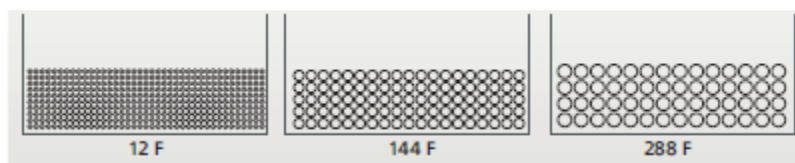
A levegő páratartalmának kezelése a géptermi klímaberendezésben (CRAC) kialakítandó opcionális funkció. A léghűtés során automatikusan csökken a kezelt levegő páratartalma, de ez a berendezés kapacitását terheli. Gyakorlati tapasztalatok alapján a kapacitás 30%-os túlméretezésével ez a probléma megoldható. A relatív páratartalom esetében általában: 20 – 80% célértéket célszerű tartani.

Adatközpont kábelezés

A kábelezésnél alapvető kérdés, hogy a gerinchálózatban milyen átviteli technológia és ehhez illeszkedően milyen típusú kábel kerül alkalmazásra.

Példa:

Kábeltálca kitöltése különböző szálszámú fényvezető kábelekkel: az alábbi ábrán látható kb. azonos keresztmetszetben különböző szálszámú kábelek alkalmazásával hogyan módosul a kitöltés hatékonysága:



M1.5. ábra Kábeltálcák kitöltése különböző fényvezető kábelekkel

A számszerű értékek:

Adatközpont kábelvezetés

M1.5. Táblázat

Kábelenkénti szálszám	Adott keresztmetszetben elhelyezhető kábelek száma	Adott keresztmetszetben elhelyezhető szálak száma
12	370	4 440
144	95	13 680
288	56	16 128

Látható, hogy a megfelelő kábelszerkezettel a kapacitás kb. négyszeresen megnövelhető. A fentiek alapján törekedni kell a nagy kapacitású optikai kábelezésre.

A kezelendő fényvezető szálak mennyiségét az adott csatornában alkalmazott átviteli rendszer is meghatározza:

Adatközponti optikai átviteli rendszerek

M1.6. Táblázat

Rendszer	Szálak száma	Megjegyzés
duplex	2	Adási és vételi irány szétválasztva
párhuzamos	4 vagy több	Effektív átviteli sebességtől függően

Például iparági tapasztalatok alapján kialakult irányadó értékek szerint egy 4U magas egységbe általában 144 – 288 fényvezető szál köthető be, de a technológiai fejlődés következtében ez a mennyiség a közeljövőben 1U magas egységgel is kezelhető, amennyiben speciális megoldásokat (pl. szalagkábel, kifordítható csatlakozó panel stb.) alkalmaznak.

Géptermi zaj csillapítása

A géptermi zaj forrása az üzemelő rendszer elemekben (szerverekben, tároló ill. hálózati eszközökben) működő mozgó alkatrészek (ventilátorok, lemez egységek stb.), valamint az épületgépészeti rendszerek által keltett zaj. A zajforrások által keltett eredő zaj szintje elérheti 85 dBA értéket is, ezért ott folyamatos munkavégzés nem lehetséges, arra kell tehát törekedni, hogy a zajszint biztosítsa a hallásvédelmet.

Zajforrások

1U szerver (típustól függően) 40 – 73 dB zajt termel

A termelt zaj a gépteremben dolgozók számára jelenthet megengedhetetlen terhelést, másrészt az épület szerkezeti elemein (falak, födémek) keresztül terjednek, és a számítógépterem miatt a zaj más terekben is kritikus érték fölé emelkedhet.

Zajcsökkentés

Kártyafiókon (egységen) belül: Zajos ventilátor esetén a ventilátor fordulatszámát a "Magas" értékről az "Alacsony" értékre állítható, de ez nagyon kockázatos eljárás, mivel túlmelegedést okozhat, ami súlyos károkat okozhat mind a szerver hardverében, mind a jellemzőiben.

Szekrények zajcsökkentése: a piacon elérhető olyan szekrények, amelyek zajcsökkentő burkolattal vannak ellátva. Ilyen megoldás csak akkor lehet használható, ha a szekrényt önállóan, pl. irodai környezetben kell elhelyezni, nagyobb számítógépterem esetében a hűtési képességek rovására mehet, ezért nem jöhet szóba.

Géptermen belül: megfelelő falburkolat (pl. piramis alakú hab elemek)

A zaj terjedésének csillapítása épületen belül: határoló falak és födémek zajszigetelése útján.

Amennyiben a számítógépteremben folyamatos munkavégzésre nincs szükség, akkor csak azt kell biztosítani, hogy a géptermi zaj ne terjedjen az épületben. A zajcsökkentést csak a falak és födémek szigetelésével elegendő megoldani. Ennek eldöntése az alábbi táblázatban megadott maximális megengedett ill. ajánlott zajdózisok alapján történhet:

Megengedett zajdózisok adatközpont gépteremben

M1.7. Táblázat

Zajszint [dBA]	85	88	90	92	94	95	100	105	110	115
OSHA PEL [óra]	16		8			4	2	1	0,5	0,25
NIOSH REL [óra]	8	4			1		0,25			

A táblázat értékei az EU Munkavédelmi Ügynökség (OSHA ill. NIOSH) által a 2003/10/EK irányelvben kerültek meghatározásra.

PEL = Permissible Exposure Limit; napi kitettség határértéke

REL = Recommended Exposure Limit; napi kitettség ajánlott értéke

Amennyiben csak az épület más tereibe áttérjedő zaj csökkentését kell megoldani, ehhez megfelelő épület akusztikus szaktervezővel kell egyeztetni. Az egyeztetéshez kiinduló adatként meg kell adni, hogy a gépteremben mekkora lesz a várható zajszint.

Kritikus esetekben az egyszerű zajszigetelés nem ad megfelelő megoldást, ilyenkor az épület szerkezeti megoldásaiban is megfelelő megoldásokra lehet szükség.

A zajcsillapító elemek számára megfelelő helyet kell biztosítani, ami az építészeti terveket (helyiség méretek, álpadló méretek stb.) is módosíthatja.

2. Melléklet

Optika képes épületek tervezése

A 2024/1309 EU rendelet 10. cikk szerint 2026. február 12-től kezdődően lakóépületek ill. szállás jellegű létesítmények építésénél és felújításánál biztosítani kell az optikai technológia fogadását. Ennek érdekében az épületen belüli fizikai infrastruktúrát, valamint optikai kábelezt, beleértve az addig a fizikai pontig való csatlakoztatást, ahol a végfelhasználó a nyilvános hálózatra rácsatlakozik

Jelen melléklet az ilyen létesítmények tervezésére vonatkozó többlet-követelményeket foglalja össze.

Az épület hozzáférési pontjára és az optikai interfészre vonatkozó előírások

Az épület belső infokommunikációs infrastruktúrájának olyan nyilvános hálózat(ok)hoz kell illeszkedni, amelyek az alábbi minőségi jellemzőkkel rendelkeznek:

VHCN minőségi jellemzők

M2.1. Táblázat

Minőségi jellemző	Vezetékes hálózat	Vezeték nélküli hálózat
Letöltési sebesség	≥ 1000 Mbps	≥ 350 Mbps
Feltöltési sebesség	≥ 200 Mbps	≥ 50 Mbps
IP csomag hibaarány	$\leq 0.05\%$	$\leq 0.01\%$
IP csomagvesztési arány	$\leq 0.0025\%$	$\leq 0.01\%$
IP csomag hurokkésleltetési idő	≤ 10 ms	≤ 18 ms
IP csomag hurokkésleltetési idő ingadozás	≤ 2 ms	≤ 5 ms
IP szolgáltatás rendelkezésre állás	$\geq 99.9\%$ per year	$\geq 99.9\%$ per year

A kábelekre vonatkozó előírások

Az infokommunikációs infrastruktúra összeköttetéseinek optikai technológia-alapú szegmenseinél biztosítani kell az optikai elosztó elhelyezését is A vezetékezés réz-alapú technológiájú szegmenseire vonatkozó követelmények:

- Az alkalmazott vezeték típusok az MSZ EN 50288 szabvány szerinti legalább CAT7, CAT7A lehetnek
- Optikai kábeltípusok, alkalmazhatóságuk...

A csatlakozókra vonatkozó előírások;

Általános szabály, hogy 10 Gbit/s átviteli sebesség felett UTP ill. STP szerkezetű vezetékvezetésnél ARJ45(Augmented RJ45 – kiterjesztett RJ45) csatlakozót kell alkalmazni. A vonatkozó szabványok:

Mechanikai jellemzők: IEC 61076-3-110

Villamos jellemzők: IEC 60603-7-71

Optikai rendezők, csatlakozók...

Kábelutak kialakítása, kapacitása...

A kábelcsatornákra, illetve mikrocsonkokra vonatkozó előírások

A 238/2024 korm. rendelet (TÉKA) 98.§ (6) bekezdés szerint kábelvezetésnél épületen belül az elektromos, elektronikus hírközlési vezetékeket az építményszerkezetek legkevesebb roncsolásával – a padlóban vagy álmennyezet fölött – kell vezetni.

Amennyiben a nyilvános hálózati szolgáltató Gbit/s vagy ennél nagyobb sebességű szolgáltatást nyújt, szükséges lehet, hogy az általa alkalmazott FTTR elrendezés folytán a létesítményen belül OLT elemeket helyez el, és a létesítményen belül is kiépíti saját optikai hálózatát. Ennek vezetését célszerűen a létesítmény saját (előfizetői) optikai hálózatától elkülönítve vezetni.

Az elektromos kábelezéssel való interferencia kiküszöböléséhez szükséges műszaki előírások

Optikai kábelezés alkalmazása esetében az elektromágneses kölcsönhatás nem releváns. A réz technológiájú szegmensek esetében a szokásos műszaki jellemzők szerint kell eljárni.

Ha az elhelyezésre kerülő kábel gyártója nem adta meg a kábel minimális hajlítási sugarát, akkor a következő általános irányelveket kell alkalmazni:

Vezeték típusok megengedett hajlítási sugara**M2.2. Táblázat**

Vezeték típusa	Hajlítási sugár és a vezeték külső átmérőjének viszonya
Sodrott réz érpárú zsinór	4
Tömör vezetőjű UTP vezeték	4
Tömör vezetőjű STP vezeték	8
Épületen belüli gerinchálózati optikai kábel	15
Épületek közötti kötegelt behúzású optikai gerinchálózati kábel	20
Épületen belüli kötegelt behúzású optikai gerinchálózati kábel	10
Bármilyen típusú koaxiális rézkábel	10

A kábelezés telepítésére vonatkozó műszaki előírások

A vezetékezés telepítésével kapcsolatos jellemzők meghatározása jelen dokumentum tárgykörén kívül esik.

8. Dokumentum történet

Dátum	Tárgy
2024. 11. 27.	Első tervezet
2026. 06. 11.	Fiber ready FAP projekt során felmerült korrekciók