

# **DIPLOMADOLGOZAT**

**Kovács Gergely**  
**OM2I5D**  
**Műszaki menedzser MSc**

**Gödöllő**  
**2023**



**Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Szent István Campus  
Műszaki menedzser MSc Szak**

**Projektterv készítése adott irodaépület biztonságtechnikai  
rendszerének megvalósítására**

**Belső konzulens:** Dr. Daróczy Miklós  
Oktatási intézetigazgató helyettes

**Külső konzulens:** Kovács István  
Műszaki projektvezető

**Készítette:** **Kovács Gergely**  
OM2I5D  
Műszaki menedzser MSc levelező

**Intézet/Tanszék:** Műszaki Intézet

**Gödöllő  
2023**

**MŰSZAKI INTÉZET MŰSZAKI MENEDZSER MESTERSZAK**  
**projektmenedzsment specializáció**

**DIPLOMADOLGOZAT**

feladatlap

**Kovács Gergely (OM2I5D)**

részére

**A diplomadolgozat címe:**

**Projektterv készítése adott irodaépület biztonságtechnikai rendszerének  
megvalósítására**

**Feladatkiírás:**

Tekintse át és mutassa be a projekttervezés választott témához kapcsolódó módszereinek hazai és nemzetközi szakirodalmát. Határozza meg egy irodaépület biztonságtechnikai rendszerének megvalósítására szolgáló projekt műszaki tartalmát. Készítsen projekttervet három változatban, műszaki, ökonómiai és menedzsment módszerek gyakorlati alkalmazásával.

**Közreműködő tanszék:** Műszaki Intézet

**Külső konzulens:** Kovács István, Műszaki projektvezető, Vegyterv Zrt., 1033 Budapest, Kórház utca 6-12.

**Belső konzulens:** Dr. Daróczy Miklós, Oktatási intézetigazgató helyettes, MATE, Műszaki Intézet


**Beadási határidő:** 2023. május 02.

Gödöllő, 2023. január 20.

**Jóváhagyom**

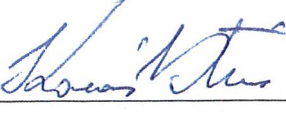
  
(tanszékvezető)

  
(szakfelelős)

**Átvettem**  
  
(hallgató)

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

Gödöllő, 2023. április 28.

  
(külső konzulens)

# TARTALOM

<b>TARTALOM</b> .....	<b>3</b>
<b>1. BEVEZETÉS</b> .....	<b>5</b>
<b>2. A TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ HAZAI ÉS NEMZETKÖZI SZAKIRODALOM ÁTTEKINTÉSE</b> 7	
2.1 A PROJEKT TARTALMÁNAK, TERJEDELMÉNEK MEGHATÁROZÁSA.....	9
2.2 FELADAT LEBONTÁS ÉS LOGIKAI KAPCSOLATOK MEGHATÁROZÁSA.....	10
2.3 IDŐTERVEZÉS .....	11
2.3.1 A sávós ütemterv .....	12
2.3.2 Háló alapú módszerek .....	12
2.3.3 A tevékenységélű hálók.....	13
2.3.4 CPM diagram .....	13
2.3.5 A tevékenység csomópontú háló .....	14
2.4 ERŐFORRÁS TERVEZÉS .....	15
2.5 KÖLTSÉGTERVEZÉS .....	17
2.6 KOCKÁZATELEMZÉS.....	18
2.7 DÖNTÉS A PROJEKTVARIÁNSOKRÓL .....	21
2.8 BIZTONSÁGTECHNIKAI ÉS TŰZJELZŐ RENDSZEREK .....	22
2.8.1 Beléptető rendszerek .....	22
2.8.2 Kamera rendszerek .....	23
2.8.3 Tűzjelző rendszerek.....	23
2.8.4 Informatikai rendszerek.....	25
<b>3. ANYAG ÉS MÓDSZER</b> .....	<b>26</b>
3.1 A PROJEKTTERVEZÉS SORÁN ALKALMAZOTT MÓDSZEREK .....	26
3.2 A PROJEKT MŰSZAKI TERJEDELME.....	29
3.2.1 Tűzjelző rendszer .....	29
3.2.2 Informatikai rendszer .....	30
3.2.3 Beléptető rendszer .....	30
3.2.4 Kamera rendszer.....	30
<b>4. A RENDSZER MŰSZAKI KIALAKÍTÁSA</b> .....	<b>31</b>
4.1 TŰZJELZŐ RENDSZER KIALAKÍTÁSA.....	31
4.2 INFORMATIKAI RENDSZER KIALAKÍTÁSA .....	32
4.3 BELÉPTETŐ RENDSZER.....	33
4.4 KAMERA RENDSZER.....	34
<b>5. A RENDSZER MEGVALÓSÍTÁSÁRA SZOLGÁLÓ PROJEKT MEGTERVEZÉSE HÁROM VÁLTOZATBAN</b> .....	<b>36</b>
5.1 A PROJEKT MEGTERVEZÉSE HÁROM VÁLTOZATBAN .....	36
5.2 A PROJEKT TARTALMÁNAK, TERJEDELMÉNEK MEGHATÁROZÁSA.....	37
5.2.1 Funkcióstruktúra terv .....	38
5.2.2 Funkcióhordozó struktúra terv .....	40
5.2.3 Tevékenységi struktúra terv .....	41
5.2.4 Feladat lebontás és logikai kapcsolatok meghatározása .....	42
5.3 IDŐTERVEZÉS .....	43
5.3.1 Sávós ütemterv készítése.....	47
5.3.2 Háló alapú projektterv szerkesztése .....	49
5.4 ERŐFORRÁS TERVEZÉS .....	52
5.5 KÖLTSÉGTERVEZÉS .....	53
5.6 KOCKÁZATELEMZÉS.....	55
<b>6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK</b> .....	<b>59</b>
<b>7. ÖSSZEFOGLALÁS</b> .....	<b>61</b>
<b>8. SUMMARY</b> .....	<b>62</b>
<b>IRODALOMJEGYZÉK</b> .....	<b>66</b>
<b>1. MELLÉKLET - TŰZJELZŐ RENDSZER - RENDSZERTERV</b> .....	<b>68</b>

2.	MELLÉKLET - TŰZJELZŐ RENDSZER, HANGJELZÉS - RENDSZERTERV .....	69
3.	MELLÉKLET - INFORMATIKAI RENDSZER - RENDSZERTERV .....	70
4.	MELLÉKLET - BELÉPTETŐ RENDSZER - RENDSZERTERV .....	71
5.	MELLÉKLET – BIZTONSÁGI KAMERA RENDSZER - RENDSZERTERV .....	72
6.	MELLÉKLET - PROJEKTTERV DOKUMENTUMOK - „A” VÁLTOZAT - MAXIMÁLIS ERŐFORRÁSIGÉNY - MINIMÁLIS IDŐÁTFUTÁS .....	73
7.	MELLÉKLET - PROJEKTTERV DOKUMENTUMOK - „B” VÁLTOZAT - MINIMÁLIS ERŐFORRÁSIGÉNY - MAXIMÁLIS IDŐÁTFUTÁS.....	78

## 1. Bevezetés

Dolgozatomban egy irodaépület gyengeáramú biztonságtechnikai rendszer (tűzjelző rendszer, beléptető rendszer, IT rendszer) kivitelezésének projekttervét készítem el.

Három terv változat kialakításával szeretnék rámutatni, hogy a projekttervezési folyamat során milyen erős befolyással bír a megvalósítási költségekre az erőforrásigény változása, azonos műszaki tartalom esetén.

Ehhez a dolgozatomban a szakirodalmi áttekintésben bemutatom a dolgozat későbbi részében alkalmazandó projekttervezési módszereket (idő-, erőforrás-, költségtervezés, kockázatelemzés, kockázatkezelés).

Ezt követően definiálom a kivitelezendő gyengeáramú biztonságtechnikai rendszer műszaki tartalmát, majd röviden bemutatom a rendszer működésének követelményeit és felépítését, valamint meghatározom a megvalósításhoz szükséges anyagszükségletet és ennek költségeit.

Ezután elkészítem a bemutatott biztonságtechnikai rendszer megvalósítását célzó kivitelezés projekttervét három változatban, az eddigi munkatapasztalataim szerint a hazai biztonságtechnikai kivitelezői piacon a megrendelői igények alapján kialakult, átlagosnak tekinthető cég erőforrás lehetőségeinek figyelembevételével. A tervezésnél egy jellemző zöldmezős beruházást veszek alapul. Ez azt jelenti, hogy a tervezendő biztonságtechnikai rendszereket kivitelező projekt felső időkorláttal rendelkezik, hiszen az egy építési kivitelezési projekt részeként kerül végrehajtásra. A projekt megvalósítására egy behatárolt szűk időintervallum áll rendelkezésre, mivel a rendszer kivitelezése csak a befogadó épület egy meghatározott készülségi fokánál kezdhető meg. Ezen kívül a mi projektünk után is vannak még egyéb építési fázisok az épület használatra kész állapotának eléréséig.

A három projektterv változat:

- A. Minimális átfutási idejű, magas erőforrásigényű projektterv készítése a fenti peremfeltételek figyelembevételével
- B. Minimális erőforrásigényű, magas átfutási idejű projektterv készítése a fenti peremfeltételek figyelembevételével
- C. Átfutási időben és erőforrás felhasználásban (költségben) a két első változat közötti, reális projektterv változat elkészítése

Dolgozatomban azt szeretnék rámutatni, hogy az időkorlátos, illetve az erőforrás korlátos tervezés behatárolási módszerének alkalmazásával olyan átfutási idő-erőforrás intervallumot jelölhetünk ki a tervezendő projektünk számára, amelyen belül megfelelő módszerek alkalmazásával (pl. erőforrás kiegyenlítés) egy biztonságosan megvalósítható „reális” projektváltozatot jelölhetünk ki.

## **2. A témához kapcsolódó hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintése**

A projekt hétköznapi értelemben valójában egy nagyon egyszerű fogalom. A mai szóhasználatban projektként határozunk meg lényegében szinte bármilyen feladatot, amelynek egy kívánt végcélja van. Például egy ház építésére azt mondjuk, hogy az egy projekt és a végcélja a ház elkészülte. Hasonlóképpen egy új szoftver vagy mobil alkalmazás létrehozására mondjuk, hogy projekt, akárcsak egy új termék kifejlesztésére egy vállalkozás számára. Vagyis a projektek sokféle feladat elvégzésére használhatók. Amennyiben tudományos megközelítésben vizsgálódunk akkor a projekt fogalmának számos írott definíciója létezik a téma szakirodalmában. Amennyiben kizárólag csak egy tömör definíciót keresünk a projekt kifejezés formális meghatározására, több ilyen is található. Az ISO 21502 angol nyelvű szabvány rendkívül tömören fogalmaz. A szakirodalomból megismert definíciókból kiindulva a projekt egy egyszeri, előre meghatározott cél érdekében végzett, logikai kapcsolatban álló tevékenységek sorozatát jelenti, amelyekbe a következő tényezők lényeges szerepet játszanak: idő, költség/erőforrás, eredmény/minőség. A projekt során az említett tényezők között szoros összefüggés van. Általában ezen tényezők egyike rögzített, a másik kettő pedig fordított arányban változik egymással. Például az idő gyakran rögzített, és az eredmény minősége a rendelkezésre álló költségektől vagy erőforrásoktól függ. Hasonlóképpen, ha rögzített minőségi szinten dolgozunk, akkor a projekt költsége nagymértékben függ a rendelkezésre álló időtől - ha több idő áll rendelkezésre, akkor kevesebb emberi és anyagi erőforrással is megvalósítható a projekt [16].

Mindennapi tapasztalat, hogy a projektkudarok magas költséggel járnak. Általánosságban a projektmenedzsmenttel foglalkozó szakirodalom mind egyetért abban, hogy ezeket a kudarokat elsősorban a rossz projektmenedzsment okozza, azon belül is elsősorban a nem megfelelő projekttervezés.

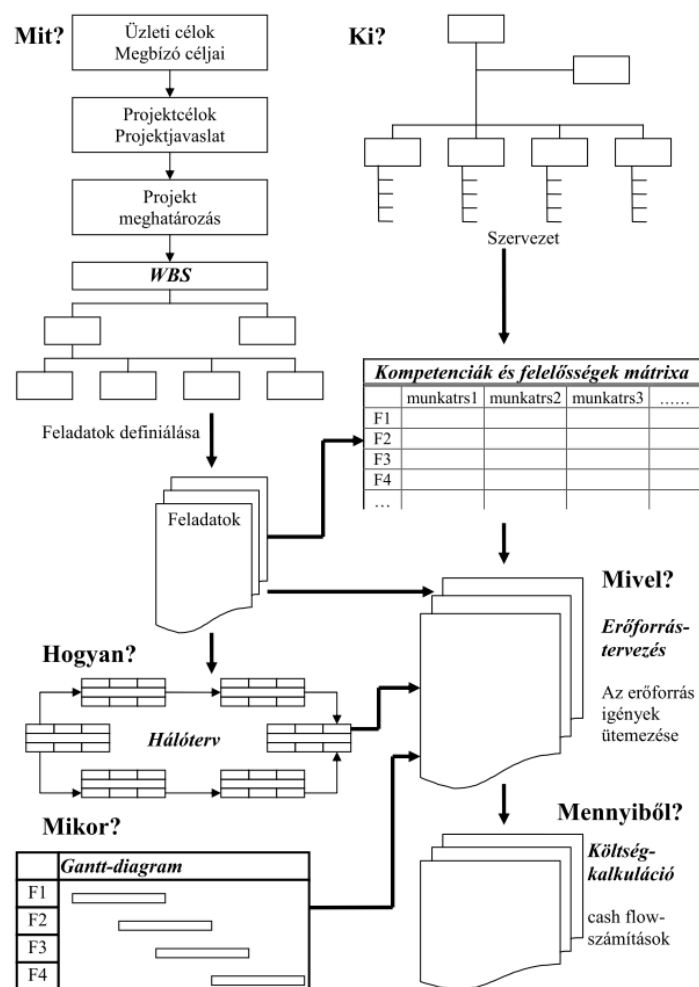
A hivatkozott szakirodalmak szerint egy projekt megtervezése általánosságban a projekt definiálását és a konkrét projektterv elkészítést jelenti. A projekt megtervezésekor meg kell határoznunk és dokumentálnunk kell:

- mi a projekt célja,
- mi az elvárt eredménye,
- mik a költségvetési-, emberi-, időbeni- és egyéb erőforrás- ráfordításai és korlátjai [9].



Ezután láthatunk neki a tényleges projektterv kidolgozásának, amely részletesen ki kell, hogy térjen az elvégzendő tevékenységekre, azok ütemezésére, a közöttük fennálló logikai kapcsolatokra és felelősök egyértelmű meghatározására. A projekttervnek szintén kell tartalmaznia a projekthez szükséges erőforrásokat, a várhatóan felmerülő költségeket, a szükséges időráfordítást, valamint az elvégzendő tevékenységek minőségi vagy elfogadási kritériumait. A projektterv ugyancsak ki kell, hogy térjen projekt megvalósítása során esetlegesen előforduló, lehetséges kockázatok feltárására és azok kezelésének módjára [17].

Az **1. ábra** jól szemléletesen a leírtakat és bemutatja a projekt terv szerkezetét és a tervezés folyamatát.



**1. ábra:** A projekt terv szerkezte a tervezés folyamata  
(Forrás: [17])

A projekttervvel kapcsolatosan meg kell említeni, hogy az nem olyan, mint egy épület terve, hogy a kivitelezési tervezés befejezése után a már lényegében nem változik csak arra

vár, hogy valaki a kezébe vegye és megvalósítsa. A projekt tervére úgy tekinthetünk, hogy ez egy információs rendszer vagy mondhatjuk útmutatásnak is a projektmenedzser, illetve a projekt résztvevői számára. A projekt vezetői az irányítást úgy gyakorolják a projekt folyamatok fölött, hogy összehasonlítják hol tart a megvalósítás azzal, ahol lennie kellene és ha eltérést tapasztalnak akkor korrekciós intézkedéseket tudnak tenni, módosíthatják a tervet. Vagyis mondhatjuk, hogy projekt hatékony irányításában elengedhetetlen eszköz a projekt terv, amellyel minden projektnek rendelkeznie kell, amennyiben sikerre akarjuk azt vinni. Tehát a projekttervezés nem választható alternatíva.

## **2.1 A projekt tartalmának, terjedelmének meghatározása**

A projekttervezés ezen bevezető fázisában a legfontosabb feladat a projekt koncepciójának körvonalazása. A projekt eredményének, hatókörének, terjedelmének meghatározására a „miért” és a „mit” kérdések átgondolt megválaszolását javasolják egyes szakirodalmakban. A fenti két kérdésre leegyszerűsített megoldás kisebb, egyszerűbb, helyesebben kevésbé összetett projektek esetén bizonyára jól használható. Azonban Görög Mihály „Általános projektmenedzsmet” című művében jóval általánosabb, stratégiaorientált megközelítést fogalmaz meg, amely a projekt struktúratervein alapul. Ennek a módszernek az alkalmazásával, feltárhatóak a tervezendő projekt elvárt eredményének főbb jellemzői, paraméterei és funkciói. Ez azért is fontos, mert a projektek során előálló idő- és költség-túllépések egyik gyakori oka a megvalósítandó projekteredmény nem kellő körültekintéssel és alaposággal történő leírása, illetve behatárolása. A projekt tervezésnek ebben a fázisában megjelenő pontatlanság, a megfelelő részletezettség hiánya oda vezet, hogy a projekt feladattartalma, műszaki tartalma bizonytalanná válik. A hivatkozott forrás a projekt struktúratervek alábbi három típusát javasolja a projekt eredmény minél pontosabb behatárolására:

- Funkcióstruktúra;
- Funkcióhordozó struktúra;
- Tevékenységi struktúra [6].

A projekt terjedelmi behatárolásával kapcsolatosan van még valami, amit érdemes megemlíteni tapasztalataim szerint. Ez az, hogy van-e valami kifejezetten kizárva a projektből? Időnként lehetnek olyan tevékenységek és teljesítések, amelyeket valamilyen megfontolásból szeretnénk zárni a projektből. Ezek lehetnek olyan feladatrészek, amelyekről esetleg valaki azt gondolhatja, hogy része a projektnek. Fontos ezeket az

eseteket egyértelműsíteni, a kizárásokat írásban rögzíteni, mivel a projekt definiálásakor legalább annyira fontos lehet, hogy rögzítsük, mi az, amit nem értünk bele a projekt teljesítésébe, mint az, amit beleértünk.

## **2.2 Feladat lebontás és logikai kapcsolatok meghatározása**

A projekttervezés egyik legfontosabb eleme, hogy a tervezendő projektet olyan elemi résztvekenységekre, egységekre osztjuk fel, amelyek egymástól jól elkülöníthetőek. Ezzel a módszerrel alakíthatjuk ki azt a tevékenységi struktúrát, amely már megfelelő részletezettséggel rendelkezik ahhoz, hogy az biztos alapja lehessen a későbbi idő-, erőforrás- és költségtervezésnek. Vagyis a feladatok lebontását olyan részletezettséggel kell elkészíteni, hogy annak segítségével kellő megbízhatósággal meg tudjuk becsülni, hogy az adott feladat végrehajtásához mennyi időre és erőforrásra van szükség. Az így összeállított résztvekenységek mindegyikének jól körül határolható eredménye, kimenete kell, hogy legyen. A kimenetnek rendelkeznie kell olyan egyértelmű paraméterekkel, amelyek mérhetőek és amelyek alapján eldönthető, hogy az adott feladat teljesítése az előre lefektetett idő- és költség korlátok között teljesült-e, és teljesíti-e az eredmény az elvárt minőségi kritériumokat. Amennyiben az így elvégzett részfeladatokra bontást grafikusan ábrázoljuk, akkor a kapott diagramot nevezzük munka lebontási szerkezetnek vagy munkacsomag-hierarchiának [10].

Miután elvégeztük részfeladatokra bontást és előállt a munka lebontási szerkezet, azonosítanunk kell az elemi feladatok (munkacsomagok) között lévő logikai kapcsolatrendszerrel. Lényegében azt kell megvizsgálnunk és feltárunk, hogy az egyes elemi feladatokat melyik másik feladatnak vagy feladatoknak kell megelőznie. Lehet azt is vizsgálni, hogy melyik elemi feladatot melyikeknek kell követnie. Így ugyanolyan információtartalmú logikai kapcsolatrendszerhez juthatunk, csak más megközelítésben. Amennyiben így összeállítjuk minden elemi tevékenységre ezt a teljes követési listát, akkor a tevékenységek esetleges párhuzamosításának lehetőségéről is információt nyerünk [5].

A projekttervezés következő fázisa az időtervezés lesz. Az ütemterv elkészítéséhez azonban nem a teljes követési listára van szükség, hanem elegendő egy közvetlen követési lista. Hiszen abban az esetben, ha az ütemtervezésnél a közvetett logikai kapcsolatokat is figyelembe vennék akkor túl bonyolult időtervhez jutnánk.

A közvetett követési kapcsolatok figyelembevételének elkerülése érdekében át kell vizsgálnunk a teljes megelőzési listát, hogy a jelölt kapcsolatok vajon közvetlenek-e vagy

nem. A közvetett kapcsolatokat kiszűrve és törölve a listát át tudjuk alakítani közvetlen követési listává.

### **2.3 Időtervezés**

A projekttervezés előző fázisában elvégeztük a projekt feladatainak részfeladatokra bontást és előállt a munka lebontási szerkezet, valamint feltártuk a részfeladatok közötti logikai kapcsolatokat. Azonban ahhoz, hogy a projekt végén teljesíteni tudjuk az elvárt projekteredményt, el kell készítenünk egy részletes és egyben lehetőleg pontos idő-, erőforrás- és költségtervet is.

A vonatkozó szakirodalmak általában külön tárgyalják az időtervezést, az erőforrás tervezést és a költségtervezést. Azonban nem szabad elfelejtenünk, hogy a projekt részfeladatának elvégzéséhez szükséges idő a felhasznált erőforrások és a felmerülő költségek között szoros összefüggést tapasztalhatunk. Például amennyiben növeljük a rendelkezésre álló költségkeretet akkor növelni tudjuk a feladat megoldására fordítható erőforrások mennyiségét és teljesítőképességét, így lehetővé válik az adott munkacsomag időszükségletének csökkentése. A projekteredmény szempontjából meghatározó három tényező összefüggése más irányból közelítve is fennáll, vagyis az időkeret, az erőforrás keret és a költség keret közül bármelyik megváltozása hatással lesz a másik két tényezőre. Tehát ha időben elkülönülve is történik az időtervezés, az erőforrás tervezés és a költségtervezés. Egy projekt megtervezése során nem szabad szem előtt téveszteni, hogy azok nem lehetnek egymástól függetlenek [18].

A projekt ütemezésének megtervezése során a projekt tevékenységeit, az előző pontban bemutatott módon már lehatárolt munkacsomagokat egységes folyamattá kell alakítanunk. Ezt úgy tudjuk megtenni, hogy a korábban elkészített megelőzési lista alapján rögzítjük ezek végrehajtási sorrendjét, egymástól való függését az időben, és a végrehajtásukhoz szükséges időtartamot. Ezen információk összessége biztosítja a projekt ütemezésének kialakítását.

Az ütemezésre konkrét módszerét és grafikus megjelenítését tekintve beszélhetünk tradicionális és háló alapú tervezési módszerekről. A leggyakrabban használt tradicionális módszernek nevezhetjük a sávós ütemtervet (továbbiakban: Gantt-diagram) valamint a ciklogram ábrát. A háló alapú technikákat az 1950-es évektől kezdték kifejleszteni, főként azzal a céllal, hogy a tradicionális technikák hátrányait kiküszöbölhessék. A legismertebb háló tervezési módszerek a kritikus út módszere (továbbiakban: CPM), a sztochasztikus

időtervezés (továbbiakban: PERT) és az tevékenység csomópontú háló (továbbiakban: MPM), de léteznek további módszerek is [19].

### **2.3.1 A sávós ütemterv**

A sávós ütemtervben a tervezés korábbi szakaszában meghatározott, elvégzendő tevékenységek felsorolása található függőlegesen listázva, a vízszintes tengely az időt mutatja. Az adott tevékenység mellett feltüntetett színes sáv reprezentálja, hogy azt mikor tervezzük elkezdni és mikor tervezzük befejezni. A munkacsomagok korábban tárgyalt megelőzési, illetve követési összefüggéseit nyilakkal jelölik. A projekt mérföldköveit, a teljesítéshez kötődő részhatáridőket nulla időszükségletű tevékenységekként speciális jelöléssel (pl. rombusz) adhatjuk meg a sávós ütemterven. Az ütemterv ezen típusán a feladatok készségi fokát egy adott időpillanatban a színes sávokon belüli eltérő színű sávval tudjuk megjeleníteni. A Gantt-diagram lehetőséget biztosít a projekt később tárgyalt, kritikus útjának megjelenítésére is [22].

### **2.3.2 Háló alapú módszerek**

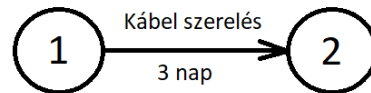
A háló alapú projektterv ábrázolási módszerek napjainkban igen elterjedtek. A hálótervezés a gráfelmélet ábrázolási megoldásait használja. A projekttervezés hálós ábrázolásakor lényegében irányított, összefüggő gráfokkal jelenítjük meg a projektfeladatokat. Irányítottnak nevezünk egy gráfot akkor, ha az élek két végén lévő csomópontok sorrendje megkötött. Ezt a kötöttséget az élt reprezentáló vonalon elhelyezett nyíllal mutatjuk meg. Összefüggő egy gráf, ha két tetszőleges, de különböző csomópontja között létezik út. Lényeges megkötés még, hogy amikor így modellezzük a tevékenységek sorozatát akkor egyetlen csomópontból kell kiindulunk, és egyetlen csomópontba kell megérkeznünk a projekt befejezésekor. Tehát a projekt kezdőpontját reprezentáló csomópontba nem futhat be egyetlen él sem és a végpontból pedig nem indulhat ki él. A projektmenedzsment által használt gráfokban nem lehetnek hurkok és a csomópontok között egyetlen él fut. A gráfoknál az élekhez rendelhetünk valamilyen értéket. A projekt időtervezéskor az élekhez az egy-egy tevékenység végrehajtásához szükséges időt rendeljük hozzá [12].

A háló alapú projektterv ábrázolási módszereknek két alapvető típusa jól megkülönböztethető:

- A tevékenységélű ábrázolás;
- A tevékenységcsomópontú ábrázolás [12].

### 2.3.3 A tevékenységélű hálók

A tevékenységélű projektábrázolás hálója két alapvető elemből épül fel: az élek a projekt egyes részfeladatait jelentik, a csomópontok az ezen feladatok elejét és végét jelző eseményeket szimbolizálják. Az élek, vagyis az egyes tevékenységek, amelyekhez időtartamot rendelünk és kezdési és befejezési dátumuk van. Egyes a projekt megvalósulása szempontjából nagyon jelentős események bekövetkeztét mérföldkönek szokták nevezni. A **2. ábrán** látható a tevékenység élű háló ábrázolása.



**2. ábra:** Tevékenység élű ábrázolás  
(*Forrás: saját szerkesztés*)

A tevékenységélű hálók rajzolásánál van néhány alapvető szabály, amit szem előtt kell tartani:

- A tevékenység kezdeténél lévő eseményt reprezentáló csomópontot mindig kisebb sorszámokkal kell jelölni, mint a tevékenység végénél lévőket. Vagyis balról jobbra haladó időrendben kell megszerkeszteni a hálót.
- A csomópontokat a körökbe írt sorszámok jelölik.
- A tevékenységet a körök közé rajzolt nyíl jeleníti meg. A nyíl hegye a tevékenység befejezésénél kell legyen. A nyíl hosszának nem tulajdonítunk jelentőséget. A rajz áttekinthetősége érdekében szabadon megválasztható.
- Ahhoz, hogy elérjünk az 1. jelű eseménytől a 2. jelű eseményhez el kell végezzük a 1-2. tevékenységet. A tevékenység tartalmát a nyíl fölött jelenítjük meg, azt az időtartamot, ami a feladat elvégzéséhez szükséges a nyíl alatt [10].

### 2.3.4 CPM diagram

A tevékenységélű hálók egyik leggyakoribb megvalósítása a kritikus út módszerének alkalmazására specializált hálómegoldás. A hagyományos megoldás alapján a CPM-hálók esetében a csomópontot reprezentáló kört egy függőleges vonallal megfelelően, az így kapott két félkör közül a jobboldalit egy vízszintes vonallal megfelelően. A csomópont kódját a bal oldali félkörbe írják. A kör jobb oldali felének alsó és felső részében az esemény szempontjából jellemző idő adatokat jelenítenek meg. Felülre a legkorábbi esemény-időpont kerül ez az a legkorábbi időpillanat, amelyben az adott esemény bekövetkezhet. Alulra a legkésőbbi esemény-időpont ez az a legkésőbbi időpont, amikor a reprezentált

eseménynek feltétlenül be kell következni, amennyiben szeretnénk teljesíteni a teljes projektidőt. Ha a két időpont nem azonos, azt jelenti, hogy az adott esemény bekövetkezésénél tartalékidővel számolhatunk. Teljes projekt-átfutási időnek azt a legrövidebb időtartamot nevezzük, ami alatt a projekt befejeződhet, és ezt az időtartamot a projekt kritikus útja határozza meg [8].

Áttekinthetőbb hálóábrát eredményez, ha a tevékenységekhez kötődő időtartamokat egy összefoglaló táblázatban tároljuk és csak a csomópontok számát tüntetjük fel a hálóábrán.

A tevékenységélű háló CPM formában történő elkészítése a következő lépésekből áll:

- meghatározzuk az egyes tevékenységeket,
- azonosítjuk a közöttük meglévő logikai kapcsolatokat,
- megállapítjuk a tevékenységek elvégzéséhez szükséges időtartamot,
- összeállítjuk a CPM diagramot,
- megkeressük a kritikus utakat és jelöljük azokat [4].

A kritikus utat fontossága miatt ábrázolják a CPM-hálóban. Ezt úgy oldják meg például, hogy a kritikus tevékenységeket reprezentáló nyilakat két kis párhuzamos vonallal áthúzzák vagy a nyíllal párhuzamosan elhelyezett másik vonallal jelölik.

A kritikus útnak négy jellemzője van:

- a háló első csomópontjánál indul,
- folyamatos,
- a háló utolsó csomópontjánál fejeződik be,
- a kritikus út nem tartalmaz tartalékidőt.

Tartalékidő alatt azt az időtartamot értjük, amivel egy tevékenység ideje meghosszabbodhat vagy késhet úgy, hogy az a teljes projektidőt nem befolyásolja [7].

### **2.3.5 A tevékenység csomópontú háló**

A tevékenység csomópontú háló azáltal, hogy nem tartalmaz eseményeket, lényegesen egyszerűbb formája a háló alapú projektterv ábrázolásoknak. Léteznek a projekt időtervezésének megvalósítására szolgáló más hálótechnikák is pl. a PERT. Ez a projekt időbeli átfutására vonatkozóan sokkal nagyobb bizonytalanságokkal rendelkező projektek időtervének elkészítésére használható. Ilyen projektek például a kutatási-fejlesztési projektek. A beruházási projektek nem igényelnek ilyen technikát. A PERT módszer azonos jelöléseket használ, mint a CPM, grafikai megjelenésük is azonos. Ebben a

hálótípusban a várható időtartamokra nem szükséges konkrét értéket megadni, hanem azokat becsült értékek alapján súlyozott átlaggal lehet, meghatározni [17].

A projekt megtervezése során célszerű a legjobban megfelelő időtervezési módszert választani az alábbi lépések, szempontok szerint

- az információs igényszint rögzítése,  
Meg kell határozni, hogy a projekt résztvevői számára milyen részletességű információkat kell szolgáltatnia az elkészült és folyamatosan aktualizált időtervnek. A meghatározott információs igényszint erősen kihatással van a projekt részfeladatokra történő bontására.
- az így kialakított tevékenység bontás elemei között fennálló kölcsönös függőségek elemzése,
- azt az időtervezési ábrázolási megoldást kell választani, amelyik leginkább képes grafikai módon megjeleníteni a fenti szempontokat [7].

## 2.4 Erőforrás tervezés

Az előző fejezetben az időtervezésnél nem hangsúlyoztam ki, de valójában a tervezett projekt időterve és a projekt teljesítéséhez felhasznált erőforrások mennyisége között szoros összefüggés van.

Általánosságban közelítve az erőforrásokhoz: minden olyan tényezőt erőforrásnak tekinthetünk melyre egy projekt tevékenység végrehajtásához szükségünk lehet vagy amely esetleg korlátozhatja a projekt megvalósíthatóságát.

Az erőforrásokat csoportosíthatjuk az alábbiak szerint:

- nem tárolható erőforrások: olyan erőforrások, amelyeket időről időre meg kell újítani, ilyen például a munkaerő,
- tárolható erőforrások: ezek olyan erőforrások, amelyek, ha azokat nem használták fel, továbbra is rendelkezésre állnak, ilyenek például a projektnél felhasznált anyagok [12].

Amikor egy projekt teljesítéséhez szükséges erőforrásokat tervezzük, akkor az alábbi csoportosítás szerint kell számba vennünk azokat:

- emberi erőforrások (a projekt teljesítéshez hozzájáruló szakemberek),
- technikai erőforrások (gépek, berendezések, eszközök),



- anyag jellegű erőforrások (a projekteredménybe beépülő anyagok, berendezések) [12].

A fenti általános erőforrás meghatározás értelmében a leírt fő típusok mellett lehetnek az adott projekt szempontjából egyéb erőforrások is, ilyen például a rendelkezésre álló munkaterület. Ez korlátozhatja a projekt teljesítést mert hiába akarjuk az átfutási időt csökkenteni a feladatok párhuzamosításával, ha az adott munkaterületen egy időben nem fér el a szükséges munkaerő. Így a rendelkezésre álló munkaterület erőforrássá válik, amit figyelembe kell vennünk a tervezésnél, holott nem sorolható be a fenti alaptípusok egyikébe sem.

A projektek teljesítésének erőforrás tervezésekor az elvégzendő tevékenységekből kell kiindulni. Az erőforrások sokrétűsége miatt a szakirodalom nem javasol általánosan alkalmazható módszert.

Az erőforrás szükséglet tervezésénél az alábbi mátrixok alaposan átgondolt elkészítése jó eszközt ad a projekt tervezőjének kezébe:

- az emberi erőforrások szakmai leltárának mátrixa,
- a feladat-felelősség mátrix,
- a tevékenység-erőforrás mátrix [8].

Az emberi erőforrások szakmai leltárának mátrixa lényegében egy táblázatban gyűjti össze a rendelkezésre álló munkatársakat és a projekt teljesítéséhez szükséges szakmai képzettségeket, illetve gyakorlati tapasztalatokat. A mátrix celláiban rögzíthető, hogy mely szakemberek rendelkeznek a projekt teljesítéséhez szükséges kompetenciákkal.

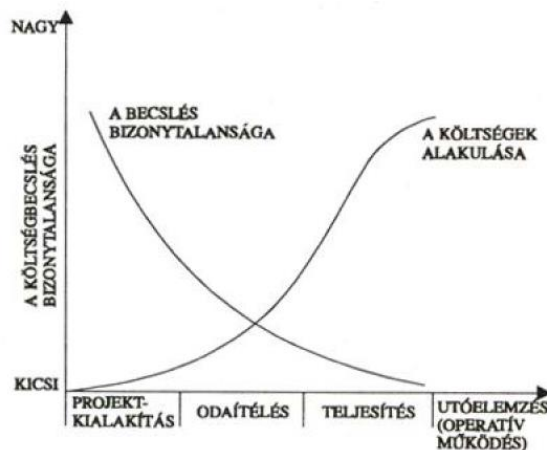
A feladat-felelősség mátrix a projektben teljesítendő tevékenységeket és a projektben résztvevő munkatársak (szervezeti egységek) nevét tartalmazza. A tevékenységek összeállítása a korábban elkészített tevékenységi struktúra alapján, a személyek felsorolása pedig, a szakmai leltár mátrixa felhasználásával kerül a táblázatba. A feladat felelősség mátrix az egyes tevékenységek és személyek közötti összerendelés jellegét is tartalmazza a mátrix egyes celláiban. Például megadható, hogy ki az egyszemélyi felelőse az adott feladat elvégzésének.

A tervezendő projekt teljesítéséhez szükséges technikai és anyagjellegű erőforrások tervezését a tevékenység-erőforrás mátrix elkészítésével oldhatjuk meg. A tevékenység-erőforrás mátrixot az emberi erőforrásokat tartalmazó feladat-felelősség mátrixból

kiindulva, azt kibővítve a szükséges technikai és anyagjellegű erőforrásokkal készíthetjük el. Az így összeállított mátrix egyes celláiban az időtartam és a mennyiség mellett a gépek, eszközök kapacitása, illetve a fajlagos, azaz az időegységre eső anyagszükséglet is feltüntethető a projekt sajátosságainak figyelembevételével [6].

## 2.5 Költségtervezés

A projekt tervezésnél természetes módon törekszünk a projekt költségeinek minél pontosabb becslésére, hiszen a tervben költségek meghatározásának pontossága nagy fontossággal bír a projektmenedzseri döntések meghozatala és a projektkövetés, ellenőrzés szempontjából. A költségekre vonatkozó pontos becslés a projekt tervezése során, illetve a projekt kezdeti fázisában igen komoly és nehezen elvégezhető feladat. A projekt későbbi fázisaiban, ahogyan a projekt teljesítése egyre jobban előrehalad, már egyre pontosabb becslések készíthetők. A projekt költségbecslésnek ezt a tulajdonságát mutatja a következő ábra. A projektciklus folyamán időben előre haladva a költségbecslés bizonytalansága folyamatosan csökken, ugyanakkor a projekt költségei folyamatosan nőnek. A **3. ábra** szemlélteti A költségbecslési bizonytalanság és a megvalósítás tényleges költségeinek eltérő karakterisztikáját.



**3. ábra:** A költségbecslési bizonytalanság és a megvalósítás tényleges költségeinek eltérő karakterisztikái

(Forrás: [6])

A projektköltségek becslésére az alábbi két módszert használják leggyakrabban:

- a paraméteres költségbecslési eljárás,
- a tevékenység alapú költségbecslési eljárás.

A paraméteres költségbecslési eljárás lényege, hogy a korábbi hasonló projektek ismert költségei alapján becsüljük meg a tervezett projekt költségeit. Pontatlansága miatt csak a projekt kezdeti szakaszában szokták széles körben használni [4].

A tevékenység alapú költségtervezési módszer jól használható, amikor már elkészítettük a projektünk tevékenységi struktúráját, illetve már kész a projekt időterve és ismert az erőforrás szükséglet. Ez a módszer jól alkalmazható ajánlati kalkulációk készítéséhez is. A tevékenység alapú költségtervezési módszer alkalmazásakor költségeket a tevékenységekhez vagy az erőforrásokhoz rendelhetünk. Így a közvetlen költségeket tudjuk első körben meghatározni. Ezután ezek számbavétele után az arányosan felmerülő általános költségeket is figyelembe kell venni. A becslés mindig megmaradó bizonytalanságai miatt a tevékenység alapú kalkulációnál szükséges a tartalékkeretek kialakítása. A tartalékkereteket a kockázatok elemzési eredményei alapján kell elvégezni, és a tartalékkeretek álljanak arányban a feltárt kockázatokkal [20].

## **2.6 Kockázatelemzés**

A projekttervezésnek, illetve egészen pontosan a projektmenedzsmentnek nagyon fontos része a kockázatmenedzsment, hiszen a projektmenedzser elsődleges céljai közé tartozik, hogy a projekt teljesítést veszélyeztető különféle kockázati tényezők ellenére az mégis sikeresen záruljon. Kockázatnak tekinthetünk minden olyan történést, hatást, amely a sikeres projekt megvalósulás ellen hat, esetleg szélsőséges esetben meg is tudja gátolni azt.

A projektek jelentős bizonytalansággal járnak, a bizonytalanság pedig kockázatot jelent. A projekt kockázatok csak alapos átgondolással tárhatók fel, mert projektről projektre a változó adottságok miatt mindig különbözőek lehetnek. Azonban közös tulajdonságuk, hogy zavarják, vagy megakadályozzák a projekteredmény sikeres elérését. Tehát a kockázatok elemzésénél legfontosabb feladatunk, hogy felismerjük, megbecsüljük és ezek alapján kezeljük a projektünk sikerét negatívan befolyásoló esetlegesen felmerülő valamennyi kockázatot. Vagyis a projektek sajátossága a bizonytalanság, illetve a kockázat. A különböző általánosságban használatos kockázatkezelési eljárások nem tudják megszüntetni a kockázati tényezőket, de segítségünkre vannak abban, hogy azok hatása számszerűsített formában megjeleníthető legyen és ennek segítségével kezelhetővé váljon [24].

A kockázatkezelés komplex tevékenységfolyamata a következő lépések sorozataként értelmezhető:

- a kockázati források föltárása és csoportosítása,
- a kockázati tényezők meghatározása és csoportosítása,
- a kockázati tényezők hatásának elemzése és számszerűsítése,
- a kockázatkezelési politika kialakítása,
- a kockázatkezelési politika alkalmazásának értékelése [8].

Amennyiben kipillantunk a témakörrel foglalkozó nemzetközi szakirodalomra ott is nagyon hasonló meghatározást találhatunk a kockázatkezelés lépéseire. A kockázati források lehetnek a projekten kívüliek. illetve a projekten belüliek.

Ezután a kockázatkezelés második lépése, mint a fenti felsorolásban láthattuk, a kockázati tényezők meghatározása következik. Kockázati tényezőnek tekintjük a kockázati forrásból származó hatóerőt. Ennek a hatóerőnek változása mérhető, vagyis különböző előfordulási értékeinek adott projekteredményre kifejtett hatása számszerűsíthető. A kockázati tényezők áttekinthetőségét. illetve a velük való további munkát segíti, ha készítünk róluk egy összefoglaló táblázatot.

A kockázatkezelés harmadik lépése a feltárt kockázati tényezők hatásának elemzése, számszerűsítése. A vonatkozó szakirodalom megkülönböztet kvalitatív és kvantitatív elemzési módszert [4].

A kockázati tényezők hatását kvantitatív értékelés esetén, azok előfordulási értékének bekövetkezési valószínűségében, valamint az általuk okozott hatás mértékében megállapítható eltérés alapján kategorizálhatjuk.

Vagyis ezen tényezők kombinálásával az alábbi kockázatcsoportok hozhatók létre:

- nagy bekövetkezési valószínűség – nagymértékű hatás,
- nagy bekövetkezési valószínűség – kismértékű hatás,
- kicsi bekövetkezési valószínűség – kismértékű hatás,
- kicsi bekövetkezési valószínűség – nagymértékű hatás.

A kockázati tényezők fontossági sorrendje a felhasznált forrásban közöltek szerint a következő képletből kapott K-érték alapján felállítható:

$$K = P + 2 \times I$$

ahol:

K: a kockázati együttható,

P: a bekövetkezés valószínűsége ötfokozatú skálán meghatározva,

I: az okozott hatás mértéke szintén ötfokozatú skálán értékelve.

A képlet az okozott hatás mértékét erősebb tényezőnek tekinti a bekövetkezés valószínűségénél és ezért 2-es szorzófaktorral veszi figyelembe.

A kockázati együttható „K” alkalmazásával a kockázati tényezők a következő három értékelési kategóriába sorolhatóak:

- $10 < K < 15$ : kritikus kockázati tényezők,
- $5 < K < 10$ : nem kritikus kockázati tényezők,
- $K < 5$ : elhanyagolható kockázati tényezők.

A „K” értékei alapján az elemzett kockázati tényezők grafikusán ábrázolhatóak a **4. ábra** szerint egy valószínűségi-hatás mátrixba. Egy-egy cellában több kockázati tényező is szerepelhet egyszerre.

HATÁS	5					
	4					
	3					
	2					
	1					
		1	2	3	4	5
VALÓSZÍNŰSÉG						

Jelmagyarázat:	
	Kritikus kockázati tényező
	Nem kritikus kockázati tényező
	Elhanyagolható kockázati tényező

**4. ábra:** Valószínűségi-hatás mátrix  
(Forrás: [8])

A kockázati források föltárása, a kockázati tényezők meghatározása és a hatásuk elemzése után a negyedik lépés a kockázatkezelési politika kialakítása. A kockázatkezelési politika azt jelenti, hogy hogyan reagálunk az egyes felmerülő kockázatokra, hogyan avatkozunk be a folyamatokba, milyen döntéseket hozunk, illetve, hogyan követjük és értékeljük a kockázatokat a projekt folyamán [21].

A kockázatkezelés során a kockázatokkal kapcsolatos alapvető cselekvési lehetőségek a következők: a kockázatok elkerülése, csökkentése, áthárítása, megosztása, elhalasztása, elfogadása.

Az ötödik lépés már nem szorosan véve a projekt tervezés része. A projekt során folyamatosan követni szükséges az esetlegesen felmerülő új kockázati tényezőket, illetve a korábban felismert kockázati források változásait.

A leírtakból látszik, hogy a kockázat elemzés, kockázat kezelés segíti a projektmenedzsert abban, hogy világosan láthassa milyen külső és belső körülmények között tudja teljesíteni az adott projektben foglalt tevékenységeket [8].

## **2.7 Döntés a projektvariánsokról**

A projekt időátfutás és az erőforrás felhasználás korábban említett szoros egymásra hatását figyelembe véve két szélső megközelítés adódik. Ezek az időkorlátos erőforrás-tervezés és az erőforrás korlátos tervezés alkalmazásával előállított projektvariánsok. Az első megoldás amikor a projekt átfutási ideje kötött, de a felhasználható erőforrások korlátlanok tekinthetők. A második esetben abból indulunk ki, hogy az erőforrások korlátozottak tehát meghatározzák az átfutási időt. Ezek a szélső megközelítések szinte sohasem eredményeznek reális elvárásoknak megfelelő projektet.

Ezért, hogy valós projektnek megfelelő projekttervhez jussunk célszerűbb, ha az időtartam és az erőforrások tekintetében a két szélső megoldás közötti kompromisszumot keresünk. Erre alkalmasak az alábbi módszerek:

- az időterv kritikus útjára vonatkozó rövidítési lehetőségek megkeresése,
- az erőforrás-kiegyenlítés lehetőségeinek vizsgálata.

Az időterv kritikus útjának rövidítési lehetőségei:

- több erőforrás alkalmazása a kritikus tevékenységeknél,
- a kritikus tevékenységek felbontása párhuzamos tevékenységekre,
- az átfedések növelése az időtervben,
- az egyes tevékenységek átfutási idejének a hatékonyság növelés útján történő csökkentése [7].

Az erőforrás-kiegyenlítés lényege, hogy a hullámzó erőforrás iránti igény kiegyenlítettebbé válik, vagyis egyenletesebb erőforrás lekötését igyekszik elérni a projekt végrehajtása során, vagyis törekszik a projektköltségek csökkentésére.

Az erőforrás-kiegyenlítést alkalmazva a nem kritikus tevékenységeket kell elcsúsztatni vagy tervezett teljesítési időtartamukat megnövelni, ha így a felhasznált erőforrások csökkenthetőek és összességében a projekt leginkább kiegyenlített erőforrás-lekötését

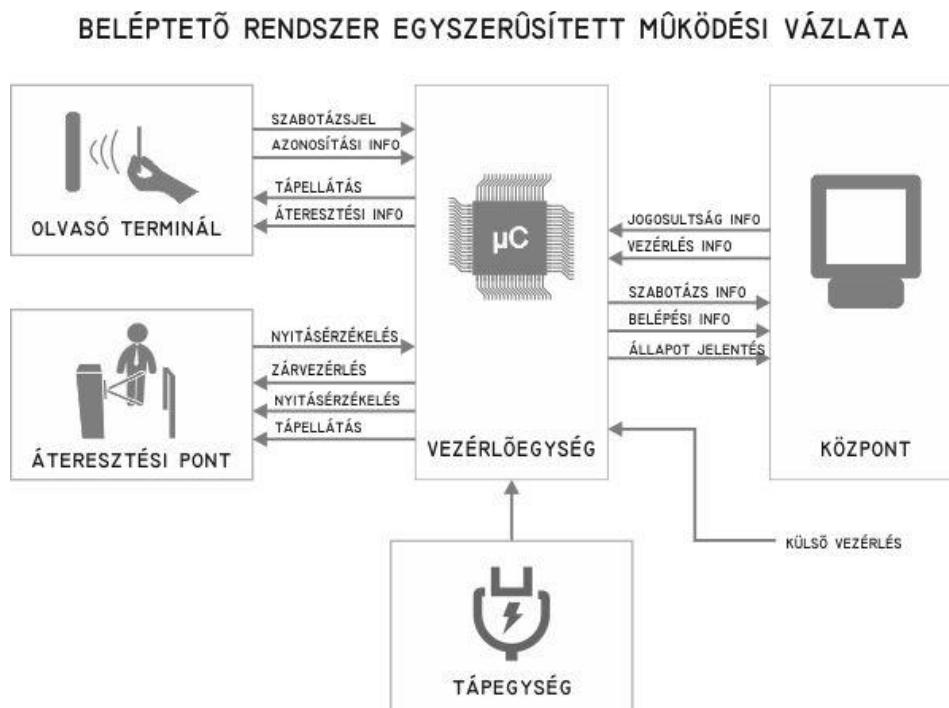
kapjuk eredményül. Ez esetben egyes átmeneti időszakokban sem kényszerülünk a nem kellően kihasznált erőforrások folyamatos lekötésére, vagyis csökkenthetjük a projektköltségeket [6].

## 2.8 Biztonságtechnikai és tűzjelző rendszerek

Ebben a fejezetben bemutatom, hogy a hazai vonatkozásban melyek a legelterjedtebb biztonságtechnikai rendszer elemek, valamint azt, hogy a tervezet biztonságtechnikai rendszer részelemei milyen műszaki háttérrel és tulajdonságokkal rendelkeznek.

### 2.8.1 Beléptető rendszerek

A biztonságtechnikai rendszerek egyik alapvető eszköze a beleptető rendszerek. Az ilyen rendszerek feladata annak ellenőrzése, hogy a belépni szándékozó személy rendelkezik-e a megfelelő jogosultsággal belépéshez, valamint, megakadályozni az illetéktelen személyek belépését. Az **5. ábra** jól szemlélteti a beleptető rendszerek elvi felépítését:



**5. ábra:** Beléptető rendszer egyszerűsített működési vázlatja  
(Forrás: [2])

A jogosultság ellenőrzésre leggyakrabban PIN kód vagy kártya segítségével történik. Az olvasó terminálból a jel továbbításra kerül a vezérlő egységbe, ami azonosítás esetén oldja az elektromos zárt, elektromágneset vagy rendszám azonosítás esetén nyitja a sorompót [3].

Abban az esetben, ha egy helyszínen több olvasó terminál is elhelyezésre kerül, akkor azokat lehetőség van egy központi számítógépen keresztül összekötni. A központban

hozhatók létre a különböző jogosultsági szintek és oszthatók ki a felhasználók számára, valamint folyamatosan felügyelhető a végpontok státusza. A beléptető rendszereket lehetőség van összekapcsolni a vállalat által alkalmazott munkaidő nyilvántartó rendszerrel [13].

A közelítő kártyás rendszerek egyik nagy hátránya a biometrikus azonosítással szemben, hogy nem a személy jogosultsága kerül megállapításra, hanem az azonosító eszköze, ezért a kártya birtokában bárki jogosult a belépésre. A biometrikus elven működő eszközök sokkal nagyobb biztonságot jelentek a gyakorlatban, azonban a negatív társadalmi megítélés miatt eddig nem tudtak széles körben elterjedni [1].

### **2.8.2 Kamera rendszerek**

A kamera rendszerek egy zárt belső hálózaton keresztül juttatják el a rögzített képet a megfigyelni kívánt területről. A video megfigyelő rendszerek a biztonságtechnikai rendszerek egyik legelterjedtebb formájává váltak a gyors technikai fejlődésnek köszönhetően. Napjainkban a digitális IP alapú rendszerek nyernek folyamatos térhódítást az analóg rendszerekkel szemben, mivel számos új funkcióval kerülnek ellátásra a korábbi társaikhoz képest. A kamera rendszerek árát nagyban meghatározzák azok tulajdonságai, mint éjszakai funkció, mozgáskövetés vagy a kép felbontásának minősége.

A gyakorlatban az IP technológiát alkalmazó kamerák közül a dóm kamera terjedt el, amely a jellegzetes félgömb alakjáról kapta a nevét. A másik legelterjedtebb típus, ami egyben jóval költségesebb is a PTZ (forgatható, dönthető, nagyítani képes) kamerák. Ezek tudnak függőleges és vízszintes mozgást is, továbbá az optikának köszönhetően a kép nagyítása lehetséges velük [23].

A rendszer működéséhez nem elegendőek csak a kamerák elhelyezése egy objektumban, mivel a kamrában csak a képalkotás történik. Ahhoz, hogy egy kamra rendszer kielégítsen minden vele támasztott igényt szükség van egy rögzítő eszközre, megfelelő adatátviteli közegre (sodort érpár, optikai kábel) és egy vezérlő számítógépre, valamint megfelelő tápellátásra [14].

### **2.8.3 Tűzjelző rendszerek**

Ahhoz, hogy tűz keletkezzen, térben és időben egyidejűleg oxigénre, éghető anyagra és megfelelő gyulladási hőmérsékletre van szükség. A tűzjelző rendszerek elsődleges és egyben legfontosabb célja, hogy a tűz kialakulásának a lehető legkorábbi fázisában jelezzen az épületen belül tartózkodók számára, óvva ezzel a vagyon- és az élet biztonságot.

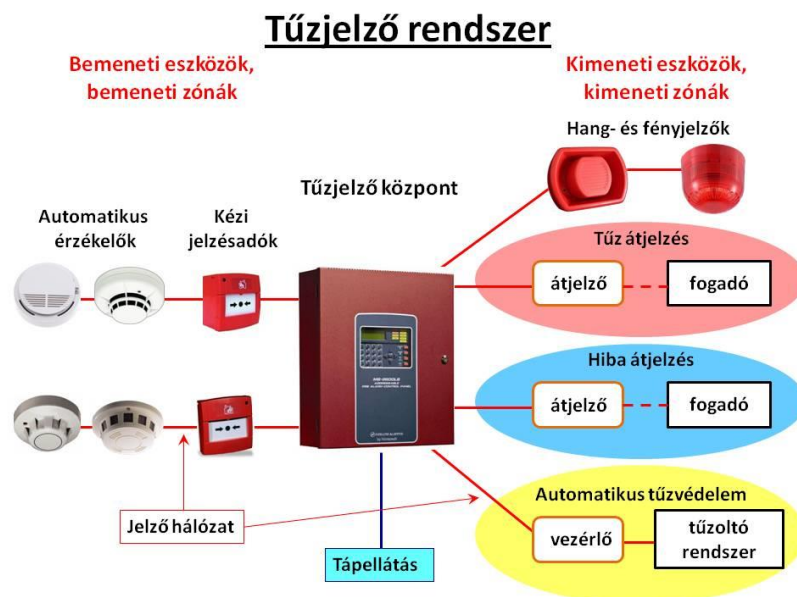


A tűzjelző rendszerek feladata, hogy égést kísérő valamelyik jelenséget (füst, hő, láng, gázok) észlelje, majd ezt a jelet továbbítsa a tűzjelző központ felé. A beérkező jelet feldolgozza és késedelem nélkül jelzést ad a tűzriadóról hang- és fényjelzők útján.

A tüzek kezdeti fázisában történő észlelésében az emberi tényező fontos szerepet játszik, ezért minden rendszerben szükséges telepíteni kézi jelzésadókat, amivel szintén kiváltható a riasztás. A rendszer elemeit hurokszeműen szükséges telepíteni, hogy azok minden esetben elérhetőek legyenek két irányból tűzjelző kábelén keresztül [13].

Az érzékelők kialakítása lehet vonali és pontszerű. A gyakorlatban a pontszerű érzékelők terjedtek el, elsősorban az egyszerű telepíthetőség miatt. A leggyakrabban alkalmazott pontszerű érzékelő az optikai füstérzékelő, amely a vizsgáló kamrába kerülő füst által okozott fénytörést érzékeli. A füstérzékelők gyakran kombinálásra kerülnek hőérzékelővel, amely tűz által kibocsátott hőmennyiséget vagy a hőmérsékletváltozás sebességét érzékeli. A kombinált érzékelők nagy előnye, hogy nem minden anyag égése jár füstképződéssel vagy az égés kezdeti szakaszában nincs jelentős hőfejlődés, így gyorsabban észlelhetők a tüzek. A tűzjelző központnak a vonatkozó előírások szerint rendelkeznie kell szünetmentes tápegységgel, hogy esteleges áramkimaradás esetén is maradéktalanul biztosítani tudja a tűzjelzést [15].

A **6. ábrán** látható a tűzjelző rendszerek elvi felépítése.



**6. ábra:** A tűzjelző rendszerek elvi felépítése  
(Forrás: [25])

#### **2.8.4 Informatikai rendszerek**

Napjainkra egy modern irodában alap elvárás, hogy minden igényt kielégető informatikai hálózat legyen kiépítve mind vezetékes mind pedig vezeték nélküli területen. A legtöbb cég a számára legfontosabb adatokat egy központi szerveren tárolják, amit az arra illetékes személyeknek zavartalanul szükséges elérniük, amennyiben csatlakoznak a hálózathoz. A legtöbb belső hálózat ma már úgy kerül kialakításra, hogy az csatlakoztatva van az internethez [11].

Az informatikai rendszerek egyik alapvető és egyben a legfontosabb tulajdonsága a sávszélesség, azaz, hogy a rendszer egy megadott időegység alatt mekkora mennyiségű adatot képes átvinni. A kívánt sávszélesség biztosításához a hálózatot megfelelő adatátviteli eszközökből szükséges felépíteni. Ezeket az eszközöket a végponti elemekkel megfelelő beltéri kábelezéssel (sodort érpár vagy optikai kábel) szükséges összekötni. A belső informatikai rendszerekhez lehetőség van egyéb kommunikációs eszközöket is hozzá kapcsolni, mint telefonhálózat, hangosító berendezés vagy épületautomatizálás [26].

### **3. Anyag és módszer**

Dolgozatom témája egy épület biztonságtechnikai rendszerének kivitelezését célzó projekt megtervezése. Ez a beruházási projektek csoportjába tartozik. A beruházási projektek célja, hogy egy adott terméket előállító, vagy valamilyen konkrét szolgáltatást végző létesítmény jöjjön létre, vagy egy már létező létesítményt átalakítsanak, bővítsenek, esetleg felújítsanak. Az ilyen céllal létrehozott projekteket műszaki, illetve létesítményi projekteknak is nevezik. Az ilyen típusú létesítmény építési projekt általában bonyolult, időigényes műszaki feladatokat tartalmaz. Egy teljes építési projekt kivitelezése általában több szakaszból áll, amelyek egyenként is többféle szakterület együttműködését igénylik. A kezdeti projekt előkészítéstől, a tervezésen, engedélyezésen és a kivitelezésen át a projekt befejezéséig a projekt egymást követő és különálló szakaszokon megy keresztül, amelyekhez olyan különböző szakterületekről van szükség résztvevőkre, mint a pénzügyi szervezetek, engedélyező hatóságok, mérnökök, építészek, jogászok, biztosítók, vállalkozók, anyaggyártók és szállítók. Még egy szerény méretű építési folyamat is sok szakismeretet, anyagot és szót igényel több száz különböző művelet igényelhet. Az építési folyamatnak az egyes lépések természetes, logikai sorrendjét kell követnie, amely az egyes lépések idő- és erőforrás igények figyelembevételével.

#### **3.1 A projekttervezés során alkalmazott módszerek**

A választott épület biztonságtechnikai rendszerét kivitelező projekt megtervezése során az alábbi projekttervezési feladatokat fogom elvégezni:

a. A projekt tartalmának, terjedelmének meghatározása a projekt struktúratervek alábbi három típusának elkészítésével:

- **Funkcióstruktúra:**

Egy olyan, hierarchikus rendszert építünk fel, ahol a projekt eredménye helyezkedik el a struktúra csúcsán. Egyel lentebbi szinten találhatóak a fontosabb, átfogó funkciócsoportok a „fő funkciócsoportok”. Ezek fogják össze a meghatározott szempontok alapján csoportosított „alfunkciókat”. Ezt a felbontási módot következetesen alkalmazva jutunk el egészen az „elemi funkciókig”.

- **Funkcióhordozó struktúra:**

Megtervezek egy a projekthez tartozó eszköz struktúrát, amely szemléletesen leírja a projekteredmény hierarchikusan felépített rendszerét. Ebben bemutatok a

megvalósítandó projekt eredményét képező minden olyan részegységet, amely által a funkcióstruktúrában megjelenített minden funkcióelem működtethető.

- **Tevékenységi struktúra:**

Miután alapos átgondolás mellett összeállítottam a funkcióstruktúra alapján a funkcióhordozók struktúráját is, akkor lényegében elvégeztem a projekt terjedelmének behatárolását. Azonban ezek után azt is megvizsgálom, hogy az így behatárolt projekt megvalósításához mit is kell ténylegesen tenni. Akkor a következő lépésben létrehozom a funkcióhordozók struktúrájának elemeit létrehozó tevékenységek struktúráját is.

b. **Feladat lebontás és a feladatok közötti logikai kapcsolatok meghatározása:**

A feladat lebontás elkészítéséhez kiindulásként felhasználok a projekt definiáláskor készített struktúra terveket, hogy azt tovább finomítva a fentebb leírt szempontok alapján olyan részletezettségű tevékenységi hierarchiát hozzak létre, ahol már az egyes elemi tevékenységekhez akár egyszemélyi felelőst is hozzá lehet rendelni. Ezután megvizsgálom és feltárom, hogy az egyes elemi feladatokat melyik másik feladatnak vagy feladatoknak kell megelőznie, illetve követnie, figyelembe véve, hogy az ütemterv elkészítéséhez majd nem a teljes követési listára lesz szükségem, hanem elegendő egy közvetlen követési lista. Amit a közvetett kapcsolatokat kiszűrve és törölve fogok előállítani.

c. **A projekt időtervének elkészítése:**

A projekt időtervének elkészítésére egy tradicionálisnak tekinthető megoldást és egy háló alapú módszert választottam:

- **Sávós ütemterv:**

Ezt a gyakorlatban előszeretettel alkalmazott időtervezési megoldást azért választottam, mert könnyen érthető, a projekt minden érintettje számára jól követhető. Valójában nem csak tervezésre használható, hanem a projekt előrehaladásának követésére is jól felhasználható. A Gantt-diagram jól elemezhető és lehetőséget biztosít számomra a tartalékidő és a korai, illetve késői tevékenységidők meghatározására. A sávós ütemterv későbbi átgondolásával viszonylag egyszerűen tudom az erőforrásokat hozzárendelni az egyes feladatokhoz.

- **Tevékenység csomópontú hálódiaagram (precedencia-diagram):**

A háló alapú időtervezési módszerek közül tevékenység csomópontú hálómegoldást választottam. A tevékenység csomópontú hálótechnikát alkalmazom, mivel ezzel

grafikailag jól áttekinthető hálót kapunk eredményül. Az áttekinthetőség fokozása érdekében a tevékenységekhez kötődő időtartamokat egy összefoglaló táblázatban tároltam és csak a csomópontok számát tüntettem fel a hálóábrán. A tevékenységekhez meghatározott időadatok alapján megkeresem a kritikus utakat és jelölöm azokat a háló diagramban.

d. A projekt teljesítéséhez szükséges erőforrások megtervezése:

- emberi erőforrások (a projekt teljesítéshez hozzájáruló szakemberek),
- anyag jellegű erőforrások (a projekteredménybe beépülő anyagok, berendezések).

A tervezendő projekt teljesítéséhez szükséges emberi, technikai és anyagjellegű erőforrások tervezését a tevékenység-erőforrás mátrix elkészítésével végeztem el, a korábban elkészített tevékenységi struktúra alapján.

e. Költségtervezés a tevékenység alapú költségbecslési eljárás alkalmazásával:

A projekt költségtervezéséhez a tevékenység alapú költségtervezési módszert választottam, mert az jól használható, amikor már elkészítettük a projektünk tevékenységi struktúráját, illetve már kész a projekt időterve és ismert az erőforrás szükséglet. A tevékenység alapú költségtervezési módszert úgy alkalmaztam, hogy a költségeket a korábban meghatározott tevékenységekhez, illetve az erőforrásokhoz rendeltem.

f. A projekt kockázatainak elemzése:

A projekt kockázatainak elemzésére kvantitatív elemzési módszert választottam. A projekten belüli kockázati forrásokat úgy azonosítottam, hogy átvizsgáltam az elvégzett projekt tervezés során elkészített dokumentumaimat, ábráimat, táblázataimat pl. tevékenységi struktúrát vagy az időterveket. A kockázati tényezők hatását, azok előfordulási értékének bekövetkezési valószínűségében, valamint az általuk okozott hatás mértékében megállapítható eltérés alapján kategorizáltam kritikusság szerint. A kategorizálás eredménye alapján, elterveztem, hogy hogyan reagáljunk az egyes felmerülő kockázatokra, hogyan avatkozzunk be a folyamatokba, milyen döntéseket hozzunk a projekt folyamán.

A választott projekt időtervezését, erőforrás tervezését és költségtervezését három terv változatban készítettem el:

**A. Minimális átfutási idejű, magas erőforrás igényű projektterv:**

A projekt átfutási idejét kötöttnek vettem, de a felhasználható erőforrásokat korlátlanak tekintettem.

**B. Minimális erőforrás igényű, magas átfutási idejű projektterv:**

Ebben az esetben abból indultam ki, hogy a projekt teljesítéséhez rendelkezésre álló erőforrások korlátozottak, tehát meghatározzák az átfutási időt.

**C. Átfutási időben és erőforrás felhasználásban (költségben) a két első változat közötti, reális projektterv változat:**

Azért, hogy az időkorlátos erőforrás-tervezés és az erőforrás korlátos tervezés alkalmazásával előállított szélső projektvariánsok közötti, reális projektnek megfelelő projekttervhez jussunk az időtartam és az erőforrások tekintetében, a két szélső megoldás közötti kompromisszumot kerestem az alábbi módszerek alkalmazásával:

- Megkerestem az időterv kritikus útjának rövidítési lehetőségeit.
- Megvizsgáltam az erőforrások kiegyenlítésének lehetőségeit.

### **3.2 A projekt műszaki terjedelme**

Ebben az alfejezetben a tervezendő projekt műszaki tartalmát ismertetem részletesen. A fejezet a kialakítandó biztonságtechnikai rendszerek felépítését és funkcionális leírását tartalmazza.

*A projekt megvalósítása során érintett létesítmény leírása:*

Egy 1200 m<sup>2</sup> alapterületű, háromszintes, ipari irodaépület, vegyes rendeltetéssel, amely négy transzformátor kamrát, villamos-, irányítástechnikai-, gépészeti tereket, műhelyeket, raktárakat, irodákat és szociális rendeltetésű helyiségeket egyaránt magába foglaló épület.

#### **3.2.1 Tűzjelző rendszer**

A tűzjelző berendezés élet- és vagyonvédelem céljából létesül. Teljes körű védelem kialakítása szükséges, kivéve a vizes helyiségek (mosdók és előterek). A hatályos előírásoknak, jogszabályoknak megfelelően az épületben tűzjelző rendszer kialakítása szükséges, amit erre képzett és megfelelő jogosultsággal rendelkező személynek szükséges megterveznie, kiviteleznie, valamint a területileg illetékes Katasztrófavédelmi Igazgatósággal engedélyeztetni kell.

### **3.2.2 Informatikai rendszer**

Az irodaház teljes területén, a megrendelő igényeknek megfelelően eleget téve informatikai hálózatot szükséges kialakítani. A rendszert úgy szükséges kialakítani, hogy az mind belső hálózatként is funkcionáljon, valamint a csatlakozzon az internethez. A helyiségekben biztosítani szükséges a vezetékes csatlakozási pontokat számítógépek fogadásához.

A megrendelő belső szabályzatának eleget téve az informatikai rendszernek rendelkeznie kell vész hívásokra alkalmas biztonsági telefontal.

### **3.2.3 Beléptető rendszer**

Az épületben kialakítandó beléptető rendszer feladata a jogosulatlan belépések megakadályozása, a belépők azonosítása és a belépési adatok továbbítása a földszinti műszerszobában elhelyezett beléptető szerveren lévő központi adatbázisba.

### **3.2.4 Kamera rendszer**

A projekt tárgyát képező irodaépület egy ipari telephelyen belül helyezkedik el, ezért a megrendelő szeretné a telephelyet és az épület környezetét kamera rendszeren keresztül megfigyelni, ellenőrzés alatt tartani.

## 4. A rendszer műszaki kialakítása

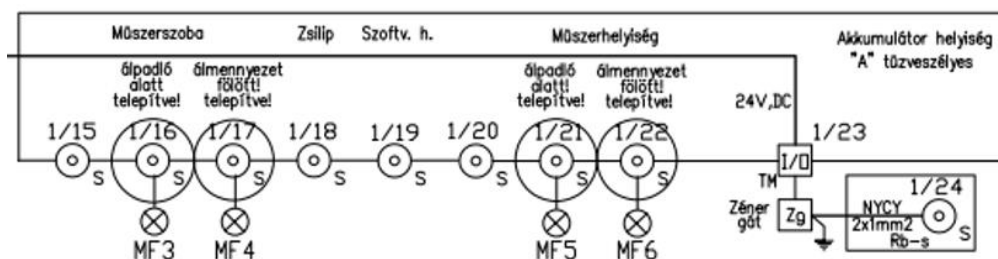
Ebben a fejezetben a választott kivitelezési projekt általam megtervezett műszaki kialakítását végzem el. A fejezetben kialakítom a biztonságtechnikai rendszerek felépítését és funkcionális struktúráját. A következő pontokban az alkalmazandó műszaki megoldásokat, berendezéseket, felhasznált anyagokat részletesen meghatározom, listázom.

### 4.1 Tűzjelző rendszer kialakítása

Az irodaépületben 1 db jelzőzónát terveztem, a kézi-, illetve önműködő jelzésadók, kimeneti vezérlők stb. között – eszközönként – megvalósított izolátoros szakaszolással. A létesítményben 1 db riasztási zónát alakítottam ki – három különálló, felügyelt áramkörre kötött – megfelelő számú hangjelzővel.

Az analóg, intelligens, címezhető kialakítású tűzjelző rendszer, a két irányból táplált jelzőáramkör, továbbá a minden jelzésadóban megtalálható áramköri szakaszoló egység (izolátor) lehetővé teszi, hogy a hurok védett legyen zárlat, földzárlat, szakadás esetén. Ezáltal teljesülnek az egyszeres vezetékhiba esetére az Országos Tűzvédelmi Szabályzatban előírt feltételek. A tervezett hangjelzők három önálló, tűznek fél óráig ellenálló vezetékkel kiépített riasztási áramkörre csatlakoznak, tehát úgy alakítottam ki, hogy egyszeres vezetékhiba esetén marad az épületben üzemképes hangjelző.

Tekintettel a várható tűzjellemzőkre, az égés kezdetén jelentkező látható füst észlelésére, általánosságban pontszerű optikai füstérzékelők, a tartózkodó-étkezőkbe multiszenzoros - 2 füstérzékelőt és 2 hőérzékelőt tartalmazó – önműködő jelzésadók, a közlekedőkbe, a galériára, valamint az épület külső homlokzataira – a kijáratokhoz – kézi jelzésadók alkalmazása indokolt. A **7. ábrán**, amely az **1. melléklet** részletrajza, látható az érzékelők hurokszerű kialakítása.



**7. ábra:** A tűzjelző rendszer érzékelőinek hurok kialakítása

(Forrás: saját szerkesztés)

A tűzjelző központ analóg típusú, intelligens, címezhető, 4 db visszatérő hurokkal, saját szünetmentes másodlagos áramforrással rendelkező központi egység. A tervezett optikai



füstérzékelőket, és kézi jelzésadókat szintén illesztettem a tűzjelző központ típusához. A tervezett hangjelzőket, a fény- és hangjelzőket, úgy választottam ki, hogy azok állítható típusúak, legfeljebb 101 dB hangerejű, érzékelő aljzat alá is beépíthető, nem címezhető hangjelző készülékek legyenek. A másodlagos fényjelzők a kábeltérben, az álmennyezet fölött, illetve az álpadló alatt, – elzárt terek védelmére szolgáló – füstjelzők működésének jelzésére szolgálnak.

A tűzjelző központot a műszerszobában helyeztem el, a falra szerelve. Az önműködő pontszerű, optikai füstérzékelőket általánosságban a helyiségek mennyezeteire, álmennyezeteire, az álmennyezet fölötti födém alsó síkjára, illetve az álpadló szerkezetének alsó síkjára felszerelve határoztam meg. Az akkumulátor helyiségben robbanásbiztos kivitelű füstérzékelőt alkalmaztam. A kézi jelzésadókat a helyiségekben helyeztem el. A vezetékek mechanikai sérülés elleni védelmét falba süllyesztett műanyag védőcsővel biztosítom. A kivitelezés után, az érintésvédelmi ellenőrző méréseket írtam elő.

A kivitelezendő tűzjelző rendszer részletes rendszersémája az **1. és 2. mellékletben** látható.

#### **4.2 Informatikai rendszer kialakítása**

Az irodaház informatikai hálózatát, a céges adatátviteli- és telefon hálózatokkal összekapcsoló kábelek fogadása a földszinti erre a célra is szolgáló helyiségben elhelyezett, táp- és rendezőszekrényben történik terveim szerint.

Az innen kiinduló belső informatikai hálózatot, műanyag vezetékcsatornában, illetve védőcsőben elhelyezett kábelek, továbbá falba süllyesztett informatikai csatlakozó aljzatok alkotják. A külső informatikai hálózat optikai kábellel, a biztonsági telefonhálózat hagyományos (rézvezetőjű) hírközlő kábellel, az épület alapozásakor elhelyezendő műanyag védőcsöveken át csatlakozik az irodaházba az általam elkészített rendszerterv szerint. A fali műszerszekrény a külső és belső hálózatok illesztéséhez, összekötéséhez, a végpontok rendeltetésének meghatározásához szükséges.

A kiépítendő informatikai hálózat vezetékeit, álpadló alatt műanyag vezetékcsatornában, egyéb helyeken falba süllyesztett műanyag védőcsőbe elhelyezett kábelekkel oldom meg. Az álpadló alatti kábelszakaszoknál, a földszinti csatlakozó helyiség és a szoftver helyiség közötti kábelátvezetéseket, tekintettel a túlnyomásos szellőzésre, gáztömör kivitelben kell elkészíteni.

A biztonsági diszpécser telefonok csatlakoztatására szolgáló aljzatokat a terven „bizt.tel.” felirat különbözteti meg az adatátviteli célú, illetve az IP alapú telefonok (a vállalati telefonhálózat készülékei) részére szolgáló aljzatoktól.

Az informatikai hálózat kivitelezése során terveimnek megfelelően az álpadló alatti kábelezésnél a vezetékcsatorna szakaszokat az aljzatbetonhoz kell rögzíteni.

A kivitelezendő informatikai rendszer részletes rendszersémája a **3. mellékletben** látható.

### **4.3 Beléptető rendszer**

Az épületbe a jelenkor követelményeinek megfelelő, akár több ezer kártyáig és több ezer ajtóig bővíthető beléptető rendszert telepítünk, aminek rendszerét szintén én alakítottam ki. A belépési pontokat közös hálózatba kell kötni. A kontrollerek csatlakoztatva lesznek egy a földszinti műszerszobában elhelyezett beléptető szerverhez, amelyen a jogosultságok, kártya adatok karbantarthatók, az események nyomon követhetők és az egyszerű munkaidő nyilvántartási feladatok elvégezhetőek. A beléptető vezérlők és a beléptető szerver közötti átalakító biztosítja a kapcsolatot. A rendszer elemeinek tápellátását, illetve a három blokkba szervezett beléptető tápellátását közös tápegységekkel biztosítom. A beléptető vezérlőt és a hozzájuk tartozó tápegységet az ajtó közelében elhelyezve fémdobozba szerelve alakítottam ki. A beléptető olvasókat az épület, illetve a helyiségek ajtóinál a külső oldalon kell elhelyezni. A beléptetésre kialakított ajtók tokjába elektromos zárat kell szerelni. Az ajtók automata csukódását biztosítani kell ajtóbehúzó felszerelésével. A kilépést védett helyiségekből és épületből a beléptető nem korlátozza. Az ajtó belépési oldalán gombos vagy fogantyús a kilépési oldalon kilincses zárpajzs kerül felszerelésre.

Közelítő kártyás beléptetőket kell telepíteni az épület személyforgalomra alkalmas kültérre nyíló ajtóinál, ahol a belépés ellenőrzésére van szükség. A belépési pontok az általam készített rendszersémán láthatóak.

A rendszer kábelezése falon kívüli szerelt műanyag védőcsőben, vezetékcsatornában vagy kábeltálcában az erősáramú kábelektől elkülönítve történik.

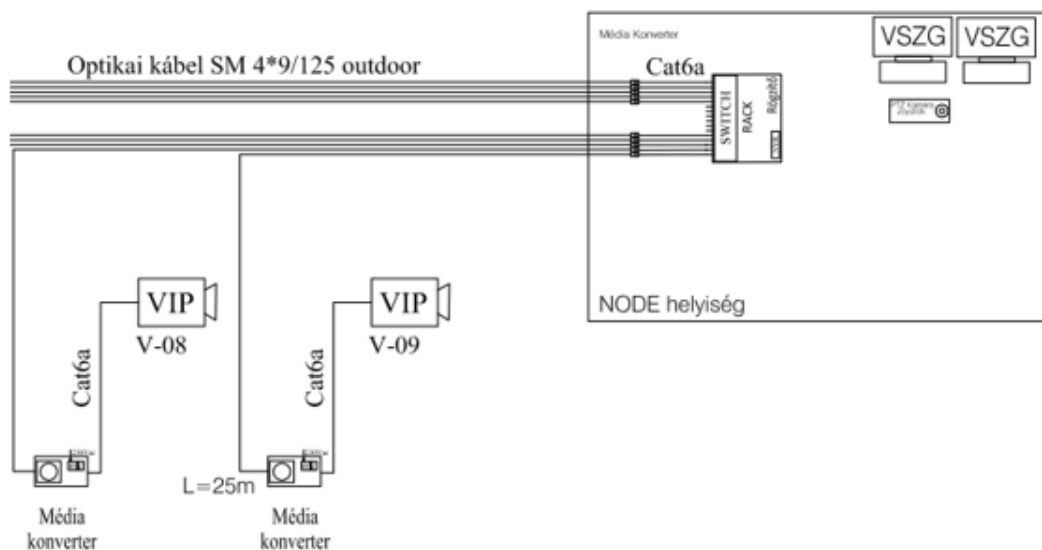
A rendszer energia ellátása a beléptető rendszer 230V-ot igénylő elemei külön védelemmel kialakítva a 24 órás üzemű berendezések áramkörére kerül csatlakoztatásra.

A kialakítandó beléptető rendszer egy több felhasználós beléptető rendszer szoftverrel lesz ellátva, amely megoldást nyújt a teljes rendszer vezérlésére.

A kivitelezendő beléptető rendszer részletes rendszersémája a **4. mellékletben** látható.

#### 4.4 Kamera rendszer

Az irodaépület külső falára olyan IP biztonsági kamera rendszer telepítését tervezetem, amely informatikai hálózaton keresztül IP címet használó és professzionális képminőséget biztosító HD (nagy felbontású) képalkotó kamerákból és hozzá csatlakoztatott NVR (hálózati video rögzítő) készülékből áll. A telepített kamerák hálózatba kapcsolva a digitális IP technológiának köszönhetően nagy felbontású, részlet gazdag kép érhető el a hagyományos analóg biztonsági kamerákéhoz képest. Az IP kamerák rendszerébe illeszkedő NVR eszköz teszi lehetővé a hálózaton belül a kamerák által közvetített videó rögzítését. A kamerák megfelelő beláthatóság kialakítása érdekében irodaépület falán 10 helyen lesznek telepítve. A kamerák által biztosított kép megjelenítése folyamatos üzemben történik, a NODE (hálózati csomópont) helyiségben 2 db számítógéphez csatlakoztatott 50"-os monitoron a hét minden napján, 0-24 órában. A **8. ábrán**, amely az **5. melléklet** részletrajza látható a tervezett kamera rendszer struktúrája.



**8. ábra:** A tervezett kamera rendszer struktúrája

(Forrás: saját szerkesztés)

A kamerák csatlakoztatása egy ipari optikai elosztóhoz történik, média konverteren keresztül. A megfigyelési pontokat úgy választottam ki, hogy az iroda épület környezetére

nyújtson átfogó képet. Nagyfelbontású IP rendszer kerül kiépítésre. A kamerák szélsőséges körülmények közé lesznek telepítve (időjárás)  $-30^{\circ}\text{C}$  -  $+60^{\circ}\text{C}$  így ennek megfelelően választottam ki. Átviteli közeg: réz-optika-réz (média konverter fordítja le a jelet a másik közegbe). Erre az esetleges környezeti zavarok kiiktatása miatt van szükség. Kábelezés nyomvonalát varratmentes csővel és kábelcsatornával, a kábelezést monomódusú optikai kábellel alakítottam ki.

A kivitelezendő biztonsági kamerarendszer részletes rendszersémája az **5. mellékletben** látható.

## **5. A rendszer megvalósítására szolgáló projekt megtervezése három változatban**

Ebben a fejezetben elkészítem a rendszer megvalósítására szolgáló projekttervet három lehetséges változatban.

### **5.1 A projekt megtervezése három változatban**

A választott projekt időtervezését, erőforrás tervezését és költségtervezését három különböző terv változatban készítem el és mutatom be a következőkben:

A. Kidolgoztam egy minimális átfutási idő alatt megvalósítható, azonban magas erőforrás igényű projekttervet:

Ebben az esetben a projekttervet minimális átfutási idővel készítettem el, azonban a projekt teljesítéséhez igénybe vehető erőforrásokat „korlátlanak” feltételeztem.

B. A választott projektet megterveztem minimális erőforrás felhasználással, de ekkor magas átfutási idő adódott:

Ebben a változatban a projekt megvalósításához felhasználható erőforrások korláttal rendelkeznek, vagyis meghatározzák a projekt átfutási idejét.

C. Elkészítettem egy reális projektterv változatot is, amely átfutási időben és erőforrás felhasználásban is a két első változat közé esik:

Ezt a változatot úgy dolgoztam ki, hogy az időkorlátos erőforrás-tervezés és az erőforrás korlátos tervezés alkalmazásával előállított projektváltozatok között elhelyezkedő, reális projekttervet kapjak. Reális kompromisszumot kerestem az időátfutásban és az erőforrások felhasználásában a két szélső változat között, úgy, hogy az alábbi módszereket alkalmaztam:

- Lerövidítettem az időterv kritikus útját.
- Kiegyenlítettem az erőforrások felhasználást.

A három projekt változatot azért készítettem el mert a projekt időátfutás és az erőforrás felhasználás szoros egymásra hatását figyelembe véve a két szélső megközelítés jól behatárolta számomra, illetve a kivitelező cég döntéshozói számára azt az időátfutás és erőforrás intervallumot, amelyben a megvalósítandó projekt ezen paramétereinek reális megközelítés esetén el kell helyezkedni. Az időátfutásnak és az erőforrás felhasználásnak az általam alkalmazott két szélső megközelítése szinte sohasem eredményez reális elvárásoknak megfelelő projekt tervet, azonban a két szélső megoldás közötti

kompromisszumot keresve megtaláltam azt a megoldást, amellyel „reális” projektnek megfelelő projekttervhez jutottam.

A projekt változatok azzal a kiinduló feltételezéssel készültek, hogy a kivitelezést végző cég rendelkezik mind a három esetben a szükséges erőforrásokkal vagy alvállalkozók igénybevételével. Vagyis csak a projekt vezetőinek döntésétől függ, hogy mennyi erőforrást használnak fel el a projekt feladatok teljesítéséhez. Az „A”, illetve a „B” jelű projekt terv változat sem tekinthető teljesen elméleti szélsőértéknek idő és erőforrás felhasználás szempontjából. A minimális erőforrás feltételezésével készült változatnál a minimális erőforrást egy 4 fős munkacsapatban határoztam meg, mert a tapasztalataim szerint munkaszervezési és munkabiztonsági szempontokat figyelembe véve gyakorlatilag nem fordulhat elő, hogy egy ilyen jellegű kivitelezési munkán ennél kisebb létszámú kivitelezői csapat dolgozzon. A minimális átfutási idejű projektváltozat megtervezésénél több egy időben dolgozó munkacsapattal számoltam. Azonban a munkaterület nagysága itt is határt szab a felhasznált erőforrás kapacitás mértékének, figyelembe véve a biztonságos munkavégzéshez szükséges terület nagyságát. Ezen kívül a munkaterületen hely szükséges a beépítendő anyagok átmeneti tárolásához, a felhasznált munkagépek, biztonságos működtetéséhez is. Tehát a maximális erőforrás felhasználás sem lehet korlátlan. Esetenként az elvégzendő feladatok magasban végzendő tevékenységnek számítanak. Ehhez pedig szintén megfelelő hely kell a biztonságos munkavégzés érdekében szükséges eszközök megfelelő használata miatt. Ezért azt az ésszerű erőforrás növelési lehetőséget alkalmaztam, hogy az irodaépület egyes emeleteit párhuzamosan több munkacsapat szereli.

## **5.2 A projekt tartalmának, terjedelmének meghatározása**

A projekttervezés bevezető fázisában a legfontosabb feladatnak a projekt koncepciójának körvonalazását tekinttem. Ez feltétlenül szükséges ahhoz, hogy a projekt megtervezése során meghatározzam a projektet alapvetően meghatározó paramétereket: milyen időtartam alatt, milyen költségkorlátok mellett, milyen tevékenységet szeretnék végrehajtani a projektcélok előre definiált minőségi kritériumoknak megfelelő teljesítése mellett. Annak érdekében, hogy a tervezendő projektet megfelelően definiálhassam, pontosan látnom kellett, hogy mi a projekt elvárt eredménye és mit kell teljesíteni ahhoz, hogy a projekt elérje a célját. Ennek a fázisnak azért tulajdonítottam különleges fontosságot, mert az a tapasztalatom, hogy egy projekt eredményes megtervezéséhez majd befejezéséhez feltétlenül szükséges pontosan értenem, hogy mit kell megvalósítani. Úgy

gondolom, hogy amennyiben helyesen határozom meg a projekt tartalmát, lényegesen pontosabbá teszem a tervezés további szakaszait.

A projekt tartalmának, terjedelmének meghatározásához stratégiaorientált megközelítést alkalmaztam, amely a projekt struktúratervein alapul. Ennek a módszernek az alkalmazásával, feltártam a tervezendő projekt elvárt eredményének főbb jellemzőit, paramétereit és funkcióit. Ez azért is fontos, mert tapasztalataim szerint a projektek során előálló idő- és költség-túllépések egyik gyakori oka a megvalósítandó projekteredmény nem kellő körültekintéssel és alaposággal történő leírása, illetve behatárolása. A projekt tervezésnek ebben a fázisában megfelelő pontosságra és alaposágra törekedtem mert, a megfelelő részletezettség hiánya oda vezet, hogy a projekt feladattartalma, műszaki tartalma bizonytalanná válik.

Három különböző típusú projekt struktúratervet készítettem el a projekt tartalmának, terjedelmének és eredményének minél pontosabb behatárolására:

- Funkcióstruktúra terv;
- Funkcióhordozó struktúra terv;
- Tevékenységi struktúra terv.

### **5.2.1 Funkcióstruktúra terv**

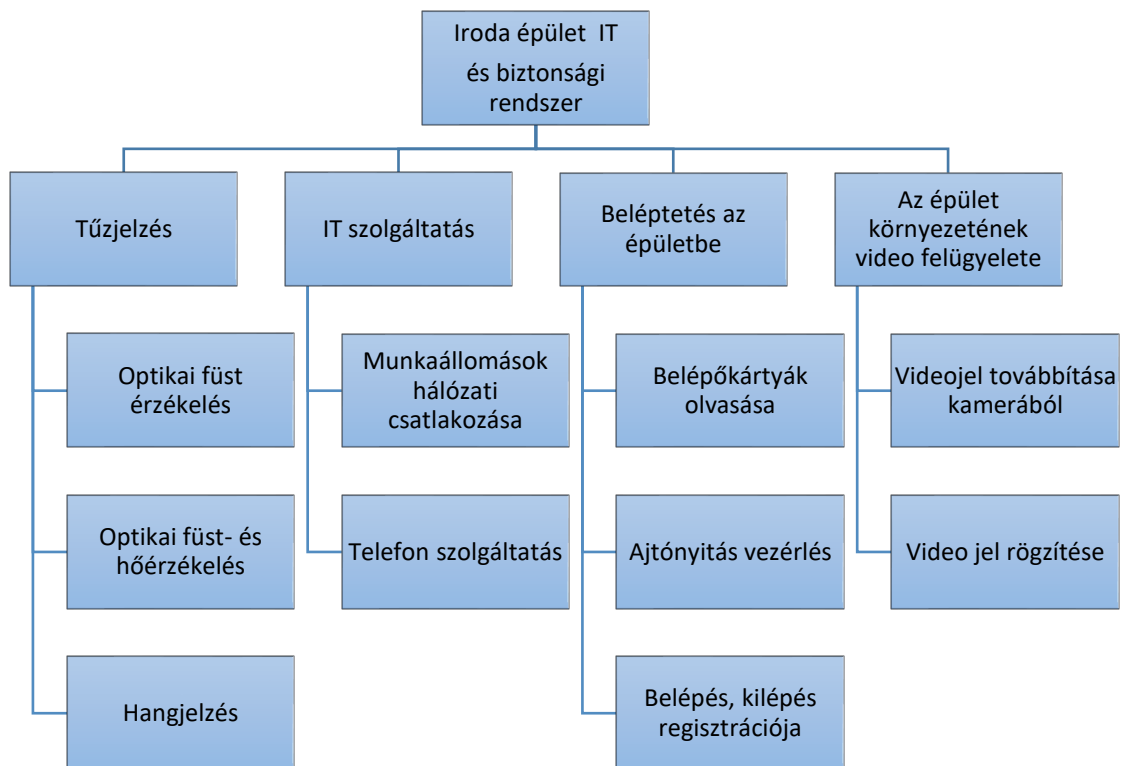
Összeállítottam a választott projekt funkcióstruktúráját, amely egy olyan, hierarchikusan felépülő rendszer lett, ahol a projekt eredménye helyezkedik el a struktúra csúcsán. Egyel lentebbi szinten találhatóak a fontosabb, átfogó funkciócsoportok a „fő funkciócsoportok”. Ezek fogják össze a meghatározott szempontok alapján csoportosított „alfunkciókat”. Ezt a felbontási módot következetesen alkalmaztam és jutottam el egészen az „elemi funkciókig”. Az így kialakult funkcióstruktúrát először megjelenítettem szöveges formában, azonban később áttértem a szemléletesebb ábrázolás érdekében a grafikus ábrára.

Irodaépület IT és biztonsági rendszer funkcióstruktúrája:

- Tűzjelzés:
  - Optikai füst érzékelés;
  - Optikai füst- és hőérzékelés;
  - Hangjelzés.
- IT szolgáltatás:
  - Munkaállomások hálózati csatlakoztatása;

- Telefon szolgáltatás.
- Beléptetés az épületbe:
  - Belépőkártyák olvasása;
  - Ajtónyitás vezérlése;
  - Belépés, kilépés regisztrációja.
- Az épület környezetének video felügyelete:
  - Videojel továbbítása kamerából;
  - Video jel rögzítése.

A **9. ábrán** látható az általam készített Informatikai és biztonsági rendszer funkcióstruktúrája grafikusán ábrázolva:



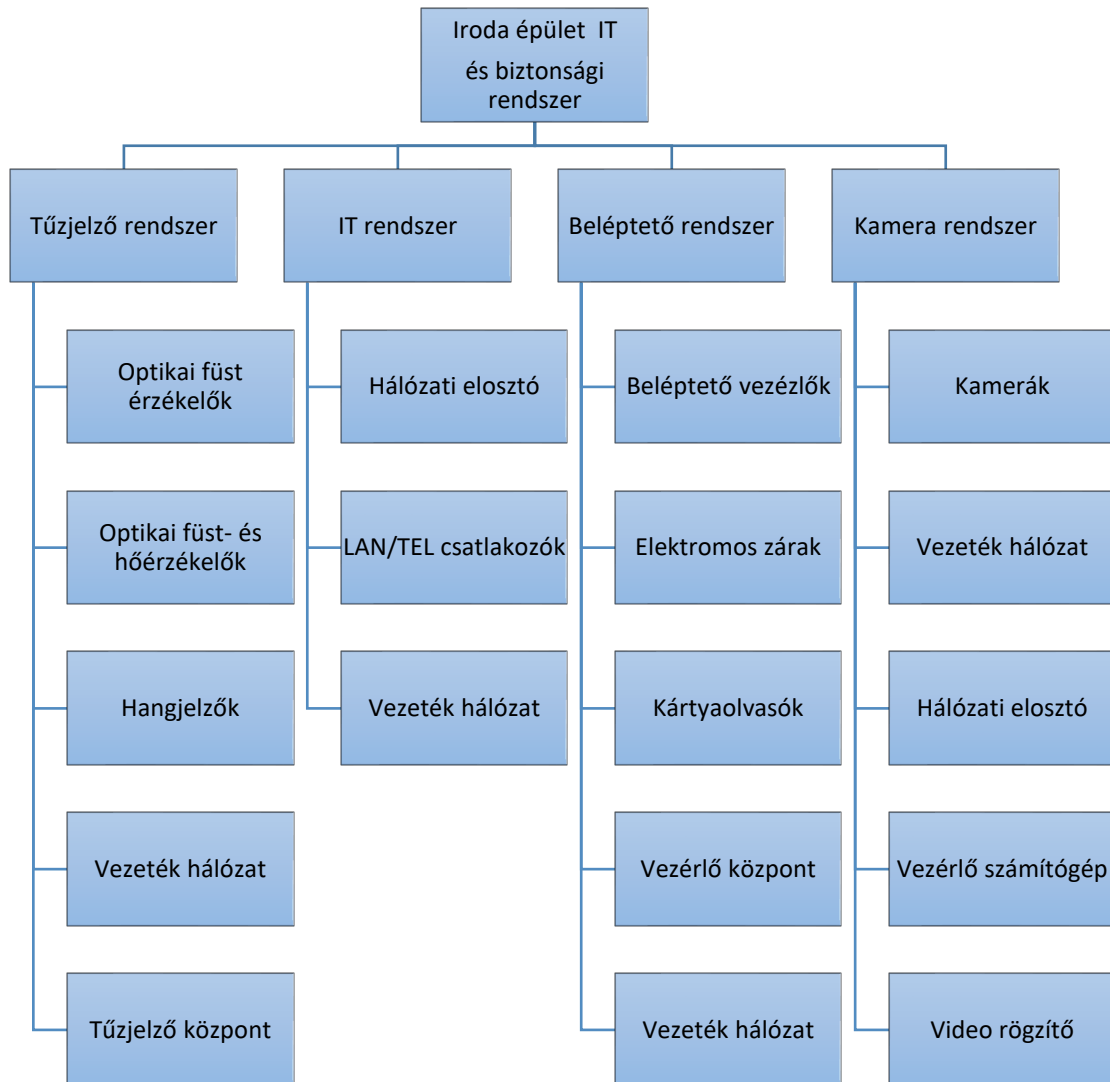
**9. ábra:** Az informatikai és biztonsági rendszer funkcióstruktúrája

(Forrás: saját szerkesztés)



## 5.2.2 Funkcióhordozó struktúra terv

Elkészítettem a kivitelezési projekt funkcióhordozó struktúra tervét, amely egy eszköz struktúra, és az szemléletesen bemutatja a projekteredmény általam összeállított hierarchikusan felépített rendszerét. Ebben szerepeltettem a megvalósítandó projekt eredményét képező minden olyan részegységet, amely által egy a funkcióstruktúrában megjelenített funkcióelem működtethető. A **10. ábra** megmutatja a projekt funkcióhordozó struktúráját.

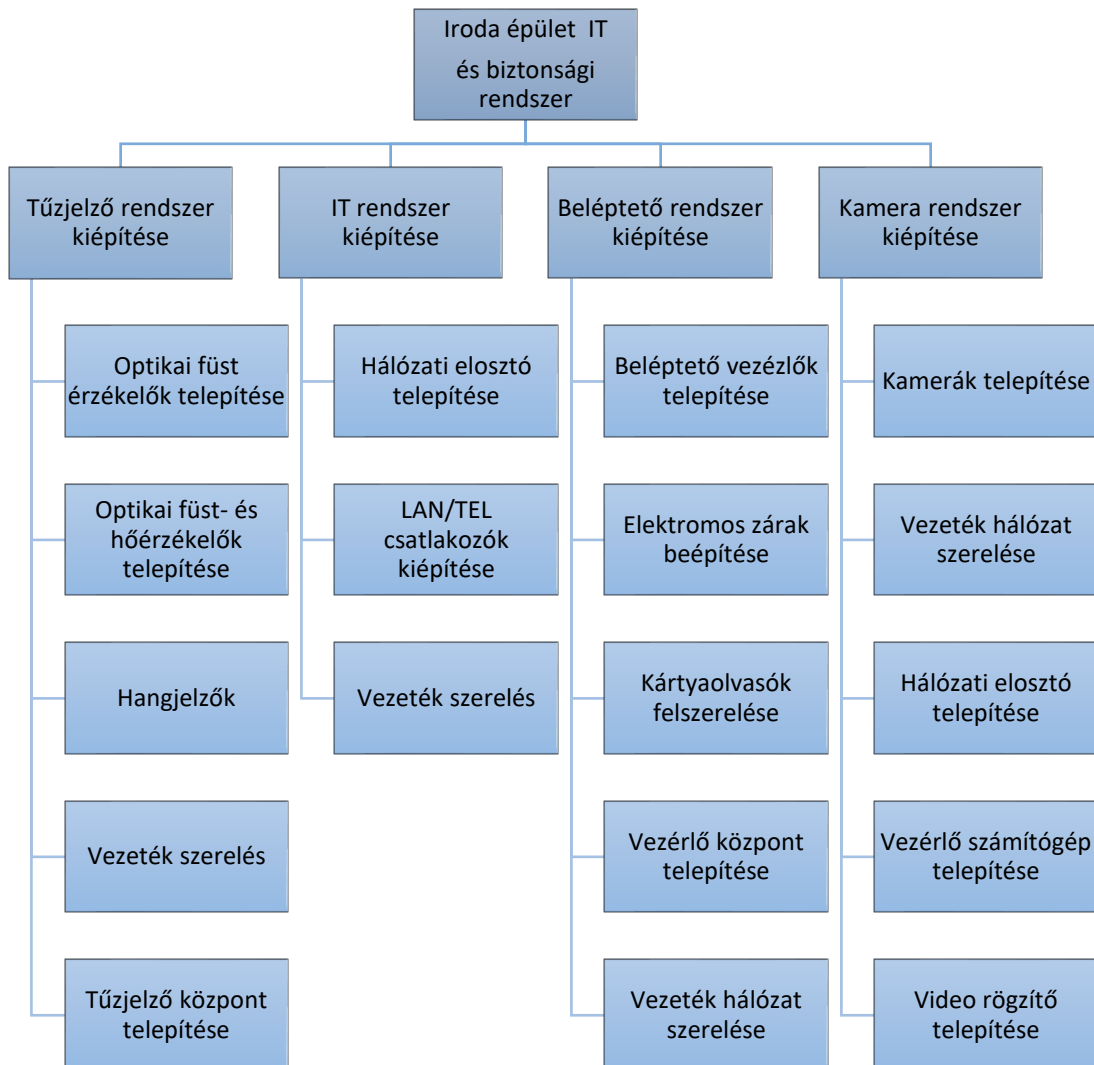


**10. ábra:** Az informatikai és biztonsági rendszer funkcióhordozó struktúrája

(Forrás: saját szerkesztés)

### 5.2.3 Tevékenységi struktúra terv

A fentiekben látható, hogy alapos átgondolás mellett elkészített funkcióstruktúra alapján összeállítottam a funkcióhordozók struktúráját is, így lényegében elvégeztem a projekt terjedelmének behatárolását. Ezek után azt is megvizsgáltam, hogy az így behatárolt projekt megvalósításához mit is kell ténylegesen tenni. Így adódott a következő lépés, hogy az eddigiekhez hasonlóan összeállítottam a funkcióhordozók struktúráját létrehozó tevékenységek struktúráját is. Ez a tevékenységi struktúra, amit a **11. ábrán** szemléltetek:



**11. ábra:** Az informatikai és biztonsági rendszer tevékenységi struktúrája

*(Forrás: saját szerkesztés)*

## 5.2.4 Feladat lebontás és logikai kapcsolatok meghatározása

A feladat lebontás elkészítéséhez kiindulásként felhasználtam a projekt definiáláskor készített és az előbbieken bemutatott struktúra terveket. Azokat tovább finomítva a fentebb leírt szempontok alapján olyan részletezettségű tevékenységi felbontást hoztam létre, ahol már az egyes elemi tevékenységekhez egyszemélyi felelőst is hozzá lehet rendelni. Olyan tevékenységi struktúrát alakítottam ki, amely megfelelő részletezettséggel rendelkezik ahhoz, hogy az alapján el tudjam készíteni az idő-, erőforrás- és költségtervezést. A feladatok lebontását olyan részletezettséggel készítettem el, hogy ennek felhasználásával meg tudjam becsülni, hogy az egyes feladatok végrehajtásához mennyi időre és erőforrásra van szükség. Látható, hogy résztevékenységek mindegyikének kézzelfogható eredménye, kimenete van. A kimenetnek rendelkeznek olyan mérhető tulajdonságokkal, amelyek alapján eldönthető majd a projekt megfelelő szakaszában, hogy az adott feladat teljesült-e az előre eltervezett idő- és költség határok között és az eredmény kielégíti-e az elvárt minőségi szintet.

A következő táblázatban látható az általam készített munka lebontási szerkezet elvi felépítése, amelyből látható, hogy az a projektcélből kiindulva hogyan ábrázolja a projekt összes tevékenységét, azokat hierarchikus szerkezetbe rendezve.

A munka lebontási szerkezet elkészítése után meghatároztam az elemi feladatok között lévő logikai kapcsolatrendszerét. Azt vizsgáltam, azonosítottam és rögzítettem, hogy az egyes feladatokat melyik másik feladatnak vagy feladatoknak kell megelőznie. A közvetett követési kapcsolatokat nem vettem figyelembe a lista összeállításánál, mert az ütemterv elkészítéséhez nem teljes követési listára van szükség, hanem elegendő egy közvetlen követési lista. Ezt szemlélteti az **1. táblázat**.

### 1. A táblázat: Tevékenységi lebontás és megelőzési lista

Ssz.	Tevékenység	„A” változat	„B” változat	„C” változat
<b>Projekt előkészítés</b>				
1.	Anyagbeszerzés	-	-	-
2.	Munkaterület átadás-átvétel	1	1	1
3.	Anyag kiszállítás, felvonulás munkaterületen	1	1	1
<b>Tűzjelző telepítése</b>				
4.	Védőcső és vezetéksatorna kiépítése	2, 3	2, 3	2, 3
5.	Földszinti tűzjelző hálózat kiépítése	4	4	4
6.	Első emeleti tűzjelző hálózat kiépítése	4	5	5

(Forrás: saját szerkesztés)

## 1. B táblázat: Tevékenységi lebontás és megelőzési lista - folytatás

Ssz.	Tevékenység	„A” változat	„B” változat	„C” változat
7.	Második emeleti tűzjelző hálózat kiépítése	4	6	6
8.	Műszerszekrény és tűzjelző központ	4	7	7
9.	Hang és fényjelzők telepítése	5, 6, 7	8	7
10.	Feliratok elhelyezése	9	9	9
11.	Tűzjelző központ programozása	8, 10	10	8, 10
<b>Beléptető rendszer telepítése</b>				
12.	Védőcső és vezetékcsonna kiépítése	2, 3	11	2, 3
13.	Ajtóbehúzókat telepítése	2, 3	12	2, 3
14.	Elektromos zárok beszerelése kábelezéssel	9	10	9
15.	Kártyaolvasók és vezérlők telepítése	14	14	14
16.	Beléptető központ telepítése	2, 3	15	14
17.	Beléptető központ programozása	13, 15, 16	16	13, 15, 16
<b>Kamera rendszer telepítése</b>				
18.	Védőcső és vezetékcsonna kiépítése	2, 3	17	2, 3
19.	Táp és rendező szekrény telepítése elosztóval	2, 3	18	2, 3
20.	Média konverterek telepítése optikai	18, 19	18	18, 19
21.	Kamerák telepítése	20	20	20
22.	Felügyeleti számítógép és rögzítő telepítése	2, 3	21	20
23.	Kamerák konfigurálása, beállítása	21, 22	22	21, 22
<b>Informatikai rendszer telepítése</b>				
24.	Védőcső és vezetékcsonna kiépítése	2, 3	23	2, 3
25.	Földszinti informatikai kábelek behúzása	24	24	24
26.	Első emeleti informatikai kábelek behúzása	24	25	25
27.	Második emeleti informatikai kábelek	24	26	26
28.	Táp és rendező szekrény telepítése elosztóval	2;3	27	27
29.	Hálózati végpontok kiépítése	31, 32, 33	34	27
30.	Telefon telepítése	28, 29	29	28, 29
<b>Műszaki átadás és engedélyezés</b>				
31.	Próbaüzem	30	30	11, 17, 23, 30
32.	Megvalósulási dokumentáció készítése	30	30	9, 17, 23, 30
33.	Kezelői, karbantartói oktatások	11, 17, 23, 30	30	9, 17, 23, 30
34.	Hatósági átadási eljárás	31, 32	31, 32	31, 32
35.	Műszaki átadás-átvételi eljárás	33, 34	33, 34	33, 34

(Forrás: saját szerkesztés)

### 5.3 Időtervezés

Eddig elkészítettem a projekt feladatainak részfeladatokra bontást és előállítottam a munka lebontási szerkezetet, valamint megállapítottam a részfeladatok közötti logikai kapcsolatokat. Ezután elvégeztem a projekt időtervezését a korábban leírt három változatban.

A projekt időtervezését és erőforrás tervezését egymással összefüggésben készítettem el, mert az időkorlátos, az erőforrás korlátos és „reális” projektváltozatokban ezek szorosan összefüggnek. A projekt részfeladatának elvégzéséhez szükséges idő, a felhasznált erőforrások és a felmerülő költségek között szoros összefüggést van. Az időkorlátos változat készítésekor addig növeltem a rendelkezésre álló erőforrások mennyiségét és teljesítőképességét, hogy lehetővé vált az adott munkacsomagok, illetve a projekt időszükségletének minimálisra csökkentése. Az erőforrás korlátos változatnál minimális erőforrás mennyiség feltételezésével meghatároztam a projekt teljesítésének idejét. A „reális” változatot időráfordítás és erőforrás felhasználás szempontjából a két szélső eset közé terveztem meg.

A projektváltozatok ütemezésének megtervezését úgy végeztem, hogy a korábban meghatározott elemi tevékenységeket egységes folyamattá alakítottam. Az ugyancsak korábban elkészített megelőzési lista alapján rögzítettem a feladatok végrehajtási sorrendjét, egymástól való logikai függését az időben, figyelembe véve a végrehajtásukhoz megbecsült időtartamot. Ezen az úton jutottam el a projekt ütemezésének kialakításához.

Az ütemezés konkrét módszerét és grafikus megjelenítését tekintve két módszert választottam, a tradicionális sávos ütemtervet és háló alapú tervezési módszert, a tevékenység csomópontú hálót. A sávos ütemtervet azért alkalmaztam, mert a gyakorlatban a projekt minden érintettje számára könnyen érthető, jól követhető. Nem csak tervezésre használható, hanem a projekt előrehaladásának követésére is felhasználható. Az elkészített Gantt-diagram-ot kitűnően tudtam elemezni és így könnyen tudtam a tartalékidőt és a korai, illetve késői tevékenységidőket meghatározni. A projektidők meghatározásához az MS Office Excel táblázatkezelő programban egy számolótáblát készítettem az alábbiak szerint:

- I. Idő hozzárendelése a tevékenységekhez;
- II. Tevékenységek időtartamának ( $D_{ij}$ ) meghatározása:

- legkorábbi kezdés:  $ES_j$

- legkorábbi befejezés:  $EF_i$

Az (i,j) tevékenység legkorábbi befejeződési időpontja:  $EF_i = ES_i + D_{ij}$

- legkésőbbi kezdés:  $LS_{ij}$

Az (i,j) tevékenység legkésőbbi kezdési időpontja:  $LS_{ij} = LF_j - D_{ij}$

- legkésőbbi befejezés:  $LF_i$

- A j eseményből kiinduló tevékenységek legkorábbi kezdési időpontja:

$$ES_j = \max_i(ES_i + D_{ij}); ES_0 = 0$$

- A  $i$  eseményben végződő tevékenységek legkésőbbi befejezési időpontja:

$$LF_j = \min_i(LF_j - D_{ij}); LF_n = ES_n$$

A projekt kezdőpontjából kiindulva a tevékenység legkorábbi kezdési időpontjához ( $ES_i$ ) hozzáadva annak tervezett időtartamát ( $D_{ij}$ ), megkaptam az adott tevékenység legkorábbi befejezési időpontját ( $EF_i$ ). Majd valamennyi tevékenységre és eseményre vonatkozóan elvégeztem a számításokat, akkor megkaptam a teljes projektre, vonatkozó időszükségletet.

Ezután a projekt végpontjából kiindulva a számításokat fordítva, a céleseményből kiindulva és sorozatos kivonásokkal végeztem el. Az események legkésőbbi kezdési időértékének ( $LS_{ij}$ ) kiszámítását úgy készítettem el, hogy a vizsgált esemény után közvetlenül következő esemény időpontjából levontam az azt megelőző tevékenységek tervezett időtartamát.

### III. A teljes tartalékidő meghatározása:

Ezután meghatároztam a teljes tartalékidőket ( $S$ ) amely megmutatja, hogy mi az az időintervallum, amelyen belül az adott tevékenység elvégzéséhez szükséges időt meg lehet növelni anélkül, hogy a kritikus út megváltozna:

$$S = LF_{ij} - (ES_i + D_{ij})$$

### IV. A kritikus út meghatározása:

Ezután a kapott időadatok alapján meghatároztam az adott projektváltozat kritikus útját, ami a legkisebb tartalékidővel rendelkező tevékenységek sorozata. Minden olyan tevékenység kritikus tevékenység, amelynek csúszása (teljes tartalékideje) nulla. A kritikus útnak az a jelentősége, hogy ezen a vonalon lévő folyamatokra különös figyelmet kell fordítani a projekt megvalósítása során, mert ha a kritikus úton bármelyik tevékenységben csúszás történik, akkor a teljes projekt időben eltolódik.

A három projektváltozat teljes átfutási ideje a következők szerint adódott:

- „A - Maximális erőforrásigény - minimális időátfutás” projekt változat: **41 nap**;
- „B - Minimális erőforrásigény - maximális időátfutás” projekt változat: **117 nap**;
- „C - Reális” projekt változat: **49 nap**.

Az elvégzett számításaim eredményét a következő oldalon szereplő **2. táblázat** tartalmazza a „C - Reális” változatra vonatkozóan.

2. táblázat: Tevékenységi lebontás és megelőzési lista

Ssz.	Tevékenység	Idő	ES	EF	LS	LF	S
<b>Átfutási idő</b>		<b>49</b>	<b>nap</b>				
<b>Projekt előkészítés</b>		<b>8</b>					
1.	Anyagbeszerzés	6	0	6	0	6	0
2.	Munkaterület átadás-átvétel	1	6	7	7	8	1
3.	Anyag kiszállítás, felvonulás munkaterületen	2	6	8	6	8	0
<b>Tűzjelző telepítése</b>		<b>28</b>					
4.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	5	8	13	8	13	0
5.	Földszinti tűzjelző hálózat kiépítése	6	13	19	13	19	0
6.	Első emeleti tűzjelző hálózat kiépítése	4	19	23	19	23	0
7.	Második emeleti tűzjelző hálózat kiépítése	4	23	27	23	27	0
8.	Műszerszekrény és tűzjelző központ telepítése	2	27	29	31	33	4
9.	Hang és fényjelzők telepítése	4	27	31	27	31	0
10.	Feliratok elhelyezése	2	31	33	31	33	0
11.	Tűzjelző központ programozása	3	33	36	33	36	0
<b>Beléptető rendszer telepítése</b>		<b>14</b>					
12.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	5	8	13	8	13	0
13.	Ajtóbehúzó telepítése	4	8	12	16	20	8
14.	Elektromos zárok beszerelése kábelezéssel	4	13	17	13	17	0
15.	Kártyaolvasók és vezérlők telepítése kábelezéssel	3	17	20	17	20	0
16.	Beléptető központ telepítése	2	17	19	18	20	1
17.	Beléptető központ programozása	2	20	22	29	31	9
<b>Kamera rendszer telepítése</b>		<b>18</b>					
18.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	5	8	13	8	13	0
19.	Táp és rendező szekrény telepítése elosztóval	1	8	9	12	13	4
20.	Média konverterek telepítése optikai kábelezéssel	6	13	19	13	19	0
21.	Kamerák telepítése	4	19	23	19	23	0
22.	Felügyeleti számítógép és rögzítő telepítése	2	19	21	21	23	2
23.	Kamerák konfigurálása, beállítása	3	23	26	28	31	5
<b>Informatikai rendszer telepítése</b>		<b>23</b>					
24.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	7	8	15	8	15	0
25.	Földszinti informatikai kábelek behúzása	3	15	18	15	18	0
26.	Második emeleti informatikai kábelek behúzása	2	18	20	18	20	0
27.	Harmadik emeleti informatikai kábelek behúzása	2	20	22	20	22	0
28.	Táp és rendező szekrény telepítése elosztóval	2	22	24	28	30	6
29.	Hálózati végpontok kiépítése	8	22	30	22	30	0
30.	Telefon telepítése	1	30	31	30	31	0
<b>Műszaki átadás és engedélyezés</b>		<b>18</b>					
31.	Megvalósulási dokumentáció készítése	4	31	35	37	41	6
32.	Kezelői, karbantartói oktatások	3	31	34	43	46	12
33.	Próbaüzem	5	36	41	36	41	0
34.	Hatósági átadási eljárás	5	41	46	41	46	0
35.	Műszaki átadás-átvételi eljárás	3	46	49	46	49	0

(Forrás: saját szerkesztés)

A két szélső változatra („A”, „B” változatra) kiszámolt projektidő értékek táblázata a **6. és 7. mellékletben** látható.

### **5.3.1 Sávós ütemterv készítése**

A sávós ütemterv elkészítést az MS Project szoftverrel végeztem. A programban rögzítettem a korábban elkészített munka lebontási szerkezetet, illetve az elemi feladatok között lévő logikai kapcsolat rendszert valamint a tevékenységidőket. A program segítségével elkészített sávós ütemtervben az elvégzendő tevékenységek egymás alatt szerepelnek listázva, a vízszintes tengely reprezentálja az időt. A tevékenység mellett látható sáv mutatja meg, hogy az adott tevékenységet mikor kell elkezdni és mikor kell befejezni a projektterv szerint. A tevékenységek megelőzési, illetve követési kapcsolatait nyilakkal láthatjuk megjelenítve. Az elkészített három projekt változat kritikus útját piros sávok mutatják, vagyis azokat a tevékenységeket jelöltem így, amelyek esetleges csúszása a teljes projektátfutás idejének a meghosszabbodását okozzák. A két szélső változatra („A”, „B”) megrajzolt sávós ütemtervek a mellékletben láthatóak.

A „B - Minimális erőforrásigény” szerint kialakított projekt ütemterv azt a nem meglepő eredményt mutatja, hogy a projekt szinte minden tevékenysége kritikus tevékenység.

Az „A - Minimális időátfutás” figyelembevételével felrajzolt, illetve a „C - Reális” projekt változatra elkészített Gantt-diagram is jól szemlélteti, hogy a lényegében a „Tűzjelző telepítése” összefoglaló tevékenységnek szinte minden elemi tevékenysége a projekt változat kritikus útjára esik. Ez azt mutatja a projektmenedzser számára, hogy a projekt végrehajtása során ezen a vonalon lévő tevékenységekre különös figyelmet kell fordítania a projekt csúszásának elkerülése érdekében.

A következő oldalon látható a választott projektre vonatkozó „C - Reális” változathoz készített sávós ütemterv. A felrajzolt ütemterv alapján a projekt folyamata jól követhető. Én most elsősorban időtervezési céllal használom, azonban a gyakorlatban a projekt előrehaladásának követésére is jól felhasználható. A sávós ütemterv későbbi átgondolásával végeztem el később az erőforrások hozzárendelését a feladatokhoz az egyes tervek változatok figyelembevételével, amely a **12. ábrán** látható.





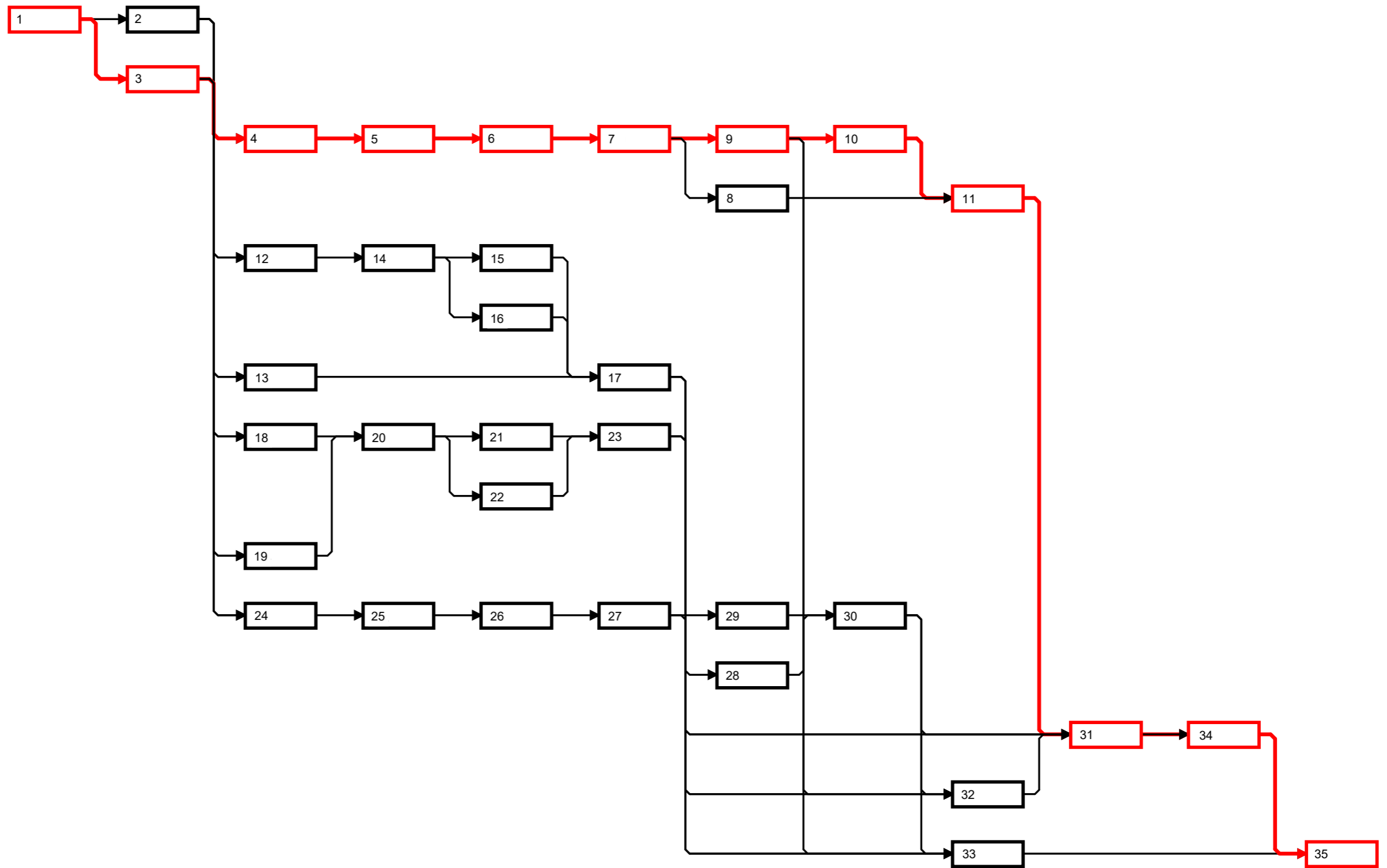
### 5.3.2 Háló alapú projektterv szerkesztése

A sávos ütemterv elkészítése után háló alapú projekttervezési módszert választva egy tevékenység csomópontú hálót készítettem mind a három korábban ismertetett projektterv változatra vonatkozóan. A hálóterv kézzel történő felrajzolása rendkívül időigényes feladat volt korábban, ezért a gyakorlatban napjainkban már szinte kizárólag erre a célra fejlesztett szoftvereket használnak. Én a hálóábra elkészítését az MS Project szoftverrel végeztem. A háló ábrázolása után a kritikus utakat is jelöltem az ábrán. A hálóábra nagyobb áttekinthetőségének növelése, illetve a méretének csökkentése érdekében, azt a megoldást alkalmaztam, hogy a tevékenységekhez kötődő időtartamokat egy összefoglaló táblázatban tároltam és csak a csomópontok számát tüntettem fel a hálóábrán. A tevékenységek és a projektidők összefoglalására készített áttekintő táblázatot már az előzőkben bemutattam. A csomópontokat, vagyis a tevékenységet a téglalapokba írt sorszámok jelölik. A nyíl hegye a későbbi tevékenység irányába mutat. A nyíl hosszának nincs tartalmi jelentősége, a rajz áttekinthetősége érdekében lettek megválasztva. Az idő az ábrán balról jobbra halad.

A kritikus utat piros vonallal, a kritikus úton lévő tevékenységeket piros téglalappal jelöltem a hálóábrán. A kritikus út az első csomópontnál kezdődik (1), folyamatos, az utolsó csomópontnál végződik (35) és a rajta lévő tevékenységeknek nincs tartalékideje.

A két szélső változatra („A”, „B”) megrajzolt hálóábrák a **6. és 7. mellékletben** láthatóak. A következő oldalon látható a választott projektre vonatkozó „C - Reális” változathoz készített hálódiaagram.

A következő oldalon szereplő, általam készített **13. ábrán** látható hálóterv is visszaigazolja azt a korábbi következtetést, amit a már elkészített Gantt-diagramokon feltüntetett kritikus út elemzésével tettem, hogy a projekt időtervének teljesítése a tűzjelző telepítésének időben történő elvégzésétől függ.



**13. ábra:** Hálóterv - „C - Reális” változat

(Forrás: saját szerkesztés)

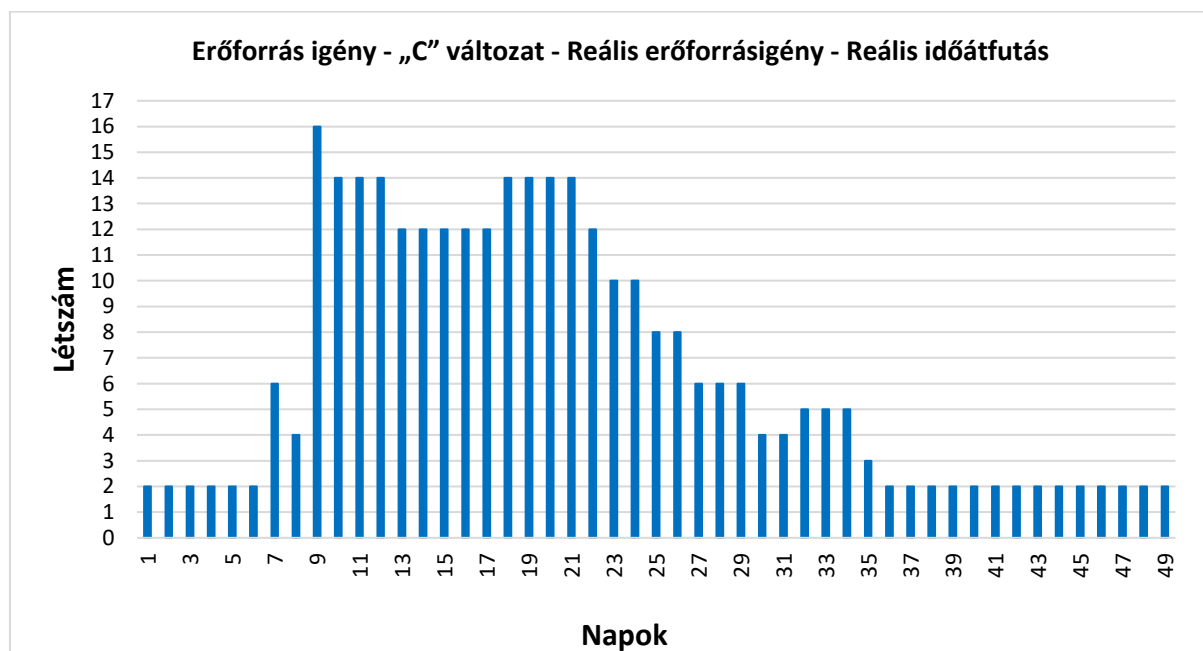
## 5.4 Erőforrás tervezés

A sávos ütemterv későbbi átgondolásával viszonylag egyszerűen tudtam elkészíteni az erőforrások hozzárendelését az egyes feladatokhoz.

A maximális személyi erőforrás igény az „A - Minimális idő átfutású” projektváltozatnál 28 főre adódott és a felhasználás erősen egyenetlen, 2 és 28 fő között változik. A „B - Minimális erőforrás felhasználású” projektváltozatnál 6 főre adódott a személyi erőforrás felhasználás maximuma és annak értéke 2 és 6 fő között változik.

Ez alapján elkészítettem mind a három projektváltozathoz az erőforrások felhasználását szemléltető ábrát. A függőleges tengelyen a kivitelezésben résztvevő szakemberek létszámát ábrázoltam, a vízszintes tengelyen a projekt munkanapjai láthatóak.

A két szélső változatra („A”, „B”) megrajzolt erőforrás hisztogramok a **6. és 7. mellékletben** láthatóak. Az alábbiakban látható **14. ábrán** a választott projektre vonatkozó „C - Reális” változathoz készített diagram.



**14. ábra:** Erőforrás igény - „C” változat

(Forrás: saját szerkesztés)

A maximális személyi erőforrás igény az „C - Reális” projektváltozatnál 16 főre adódott és a felhasználás 2 és 16 fő között változik. Az erőforrás felhasználás lényegesen egyenletesebb a minimális átfutási idejű „A” változathoz képest és az átfutási idő csak 49 napra nőtt meg az „A” változat 41 napjához képest. A kivitelező cég rendelkezik 18 megfelelő képzettségű

saját szakemberrel. Így az „A” projektváltozat megvalósítása esetén alvállalkozó igénybevételére lenne szüksége.

## 5.5 Költségtervezés

A projekt költségeinek megtervezésénél tevékenység alapú költségbecslési módszert alkalmaztam, mivel már elkészítettem a projekt tevékenységi struktúráját, illetve már kész a projekt időterve és meghatároztam az erőforrás szükségletet. A tevékenység alapú költségtervezési módszer alkalmazásakor költségeket a tevékenységekhez, illetve az erőforrásokhoz rendeltem. Arra törekedtem, hogy az adott feladategység, amelyre a költség becslést végzem jól körül határolható és kellően kis méretű legyen, mert így lehet a becslés a legpontosabb. Az elemi feladatok szintjén a feladat megbecsülendő költségét egyenként meghatároztam, majd a nagyobb feladat egységek irányába összegeztem, így a projekt tevékenységi struktúrája által tartalmazott feladatok mindegyikéhez, illetve az egész projekthez előállítottam a költségek tervezett értékét. Az anyagköltségeket az általam kialakított rendszertervek részletes anyagszükséglete alapján becsültem meg. Az egyes rendszerekhez elkészített anyagjegyzékek végül területi okokból nem kerültek be a dolgozatomban végleges változatába. A választott projekt keretében végzendő kivitelezési tevékenység jellegéből adódóan megfelelő közelítést jelent a költségek megtervezésének tekintetében, ha a felhasznált anyagok költségén kívül felmerülő költségeket egyenesen arányosan vesszük a személyi erőforrás felhasználással. Ezért megállapítottam egy általános munkadíjat (12.500.- Ft) amely tartalmazza kivitelező cégnél a kivitelezési tevékenységgel kapcsolatosan felmerülő az arányosan felmerülő projekt általános, illetve egyéb általános költségeket egy kivitelezői munkára vetítve. Amennyiben alvállalkozó szolgáltatásának igénybevételére is szükség lesz annak általános munkadíját magasabb összeggel (21.500.- Ft) vettem figyelembe. Alvállalkozó alkalmazásakor is a beépítendő anyagokat a kivitelező cég szerzi be, kezeli, szállítja a kivitelezés helyszínére és bocsátja az alvállalkozó rendelkezésére. Az összes anyagköltség minden projektváltozatnál 29.077 E Ft, mert a projektváltozatok megvalósítandó műszaki tartalma azonos. A munkadíj az „A” projektváltozatnál, ahol alvállalkozót kell igénybe venni a projekt teljesítésénél azokon a napokon, ahol a szükséges személyi erőforrás mennyisége nagyobb, mint 18 fő, 37.453 E Ft-ra jön ki. Ekkor az összes költség 66.530 E Ft. Az „B” projektváltozatnál, illetve a „C - Reális” változat esetén a munkadíj 34.760 E Ft-ra az összes költség **63.837 E Ft**-ra adódott. A fenti költségértékeket 10% tartalékköltség figyelembevételével számítottam ki.

A **3. táblázatban** látható a választott projektre vonatkozó, „C - Reális” változathoz általam készített költségbecslés táblázatos formában.

**3. táblázat: Költségbecslés**

Ssz.	Tevékenység	Anyag költség	Munkadíj	Össz. költség
<b>Projekt előkészítés</b>				
1.	Anyagbeszerzés	355 E Ft	1 200 E Ft	<b>1 555 E Ft</b>
2.	Munkaterület átadás-átvétel	0 E Ft	200 E Ft	<b>200 E Ft</b>
3.	Anyag kiszállítás, felvonulás munkaterületen	213 E Ft	800 E Ft	<b>1 013 E Ft</b>
<b>Tűzjelző telepítése</b>				
4.	Védőcső és vezetékcsonna kiépítése	247 E Ft	2 000 E Ft	<b>2 247 E Ft</b>
5.	Földszinti tűzjelző hálózat kiépítése	691 E Ft	2 400 E Ft	<b>3 091 E Ft</b>
6.	Első emeleti tűzjelző hálózat kiépítése	691 E Ft	1 600 E Ft	<b>2 291 E Ft</b>
7.	Második emeleti tűzjelző hálózat kiépítése	691 E Ft	1 600 E Ft	<b>2 291 E Ft</b>
8.	Műszerszekrény és tűzjelző központ	3 373 E Ft	400 E Ft	<b>3 773 E Ft</b>
9.	Hang és fényjelzők telepítése	2 672 E Ft	800 E Ft	<b>3 472 E Ft</b>
10.	Feliratok elhelyezése	34 E Ft	400 E Ft	<b>434 E Ft</b>
11.	Tűzjelző központ programozása	0 E Ft	600 E Ft	<b>600 E Ft</b>
<b>Beléptető rendszer telepítése</b>				
12.	Védőcső és vezetékcsonna kiépítése	68 E Ft	1 000 E Ft	<b>1 068 E Ft</b>
13.	Ajtóbehúzó telepítése	410 E Ft	800 E Ft	<b>1 210 E Ft</b>
14.	Elektromos zárok beszerelése kábelezéssel	554 E Ft	800 E Ft	<b>1 354 E Ft</b>
15.	Kártyaolvasók és vezérlők telepítése	729 E Ft	600 E Ft	<b>1 329 E Ft</b>
16.	Beléptető központ telepítése	3 013 E Ft	400 E Ft	<b>3 413 E Ft</b>
17.	Beléptető központ programozása	250 E Ft	400 E Ft	<b>650 E Ft</b>
<b>Kamera rendszer telepítése</b>				
18.	Védőcső és vezetékcsonna kiépítése	880 E Ft	1 000 E Ft	<b>1 880 E Ft</b>
19.	Táp és rendező szekrény telepítése elosztóval	1 296 E Ft	200 E Ft	<b>1 496 E Ft</b>
20.	Média konverterek telepítése optikai	2 640 E Ft	1 200 E Ft	<b>3 840 E Ft</b>
21.	Kamerák telepítése	1 451 E Ft	800 E Ft	<b>2 251 E Ft</b>
22.	Felügyeleti számítógép és rögzítő telepítése	1 536 E Ft	400 E Ft	<b>1 936 E Ft</b>
23.	Kamerák konfigurálása, beállítása	212 E Ft	600 E Ft	<b>812 E Ft</b>
<b>Informatikai rendszer telepítése</b>				
24.	Védőcső és vezetékcsonna kiépítése	471 E Ft	2 800 E Ft	<b>3 271 E Ft</b>
25.	Földszinti informatikai kábelek behúzása	175 E Ft	1 200 E Ft	<b>1 375 E Ft</b>
26.	Első emeleti informatikai kábelek behúzása	175 E Ft	800 E Ft	<b>975 E Ft</b>
27.	Második emeleti informatikai kábelek	175 E Ft	800 E Ft	<b>975 E Ft</b>
28.	Táp és rendező szekrény telepítése elosztóval	2 783 E Ft	400 E Ft	<b>3 183 E Ft</b>
29.	Hálózati végpontok kiépítése	384 E Ft	1 600 E Ft	<b>1 984 E Ft</b>
30.	Telefon telepítése	64 E Ft	200 E Ft	<b>264 E Ft</b>
<b>Műszaki átadás és engedélyezés</b>				
31.	Próbaüzem	142 E Ft	400 E Ft	<b>542 E Ft</b>
32.	Megvalósulási dokumentáció készítése	0 E Ft	600 E Ft	<b>600 E Ft</b>
33.	Kezelői, karbantartói oktatások	0 E Ft	1 000 E Ft	<b>1 000 E Ft</b>
34.	Hatósági átadási eljárás	37 E Ft	1 000 E Ft	<b>1 037 E Ft</b>
35.	Műszaki átadás-átvételi eljárás	22 E Ft	600 E Ft	<b>622 E Ft</b>
	<i>Tartalék (10%)</i>	<i>2 643 E Ft</i>	<i>3 160 E Ft</i>	<i>5 803 E Ft</i>
<b>Összes költség:</b>		<b>29 077 E Ft</b>	<b>34 760 E Ft</b>	<b>63 837 E Ft</b>

(Forrás: saját szerkesztés)

## 5.6 Kockázatelemzés

A projektek sajátossága a bizonytalanság, illetve a kockázat. A projekt tervezés ezen záró szakaszában az eddig elkészített dokumentumokat felhasználva végig gondoltam mik azok a tényezők, amelyek zavarják, vagy megakadályozzák a megtervezett projekt eredményeinek sikeres elérését. A kockázatok elemzésénél legfontosabb feladatnak tekintetem, hogy felismerjem, megbecsüljem és ezek alapján kezeljem a projekt sikerét negatívan befolyásoló esetlegesen felmerülő kockázatok minél nagyobb hányadát. Abból indultam ki, hogy a kockázatkezelési eljárások nem képesek megszüntetni a kockázati tényezőket, de a projekt során segítségünkre lesz, hogy a kockázatok hatása számszerűsített formában megjeleníthető és ennek segítségével kezelhető.

A kockázat elemzés során feltártam a projekt eredményét veszélyeztető kockázati forrásokat és csoportosítottam azokat. Ugyancsak meghatároztam és csoportosítottam a kockázati tényezőket. Majd a kockázati tényezők hatását részletesen elemeztem és számszerűsítettem. „Mérsékelt” és a „Súlyos” kockázatok kezelésére intézkedést határoztam meg a kockázatok csökkentése, elkerülése érdekében. A „Csekély” besorolású kockázatok nem igényelnek beavatkozó intézkedést. A meghatározott és csoportosított a kockázati tényezőket az alábbi általam kidolgozott értékelési rendszer szerint számszerűsítettem a **15. ábra** szerint.

**Kockázati érték = Gyakoriság × Kockázat hatása**

		Kockázat hatása		
		Jelentéktelen	Közepes	Súlyos
		1	2	3
Előfordulás	Ritka	1	2	3
	Közepes	2	4	6
	Magas	3	6	9

Besorolás:

1	Csekély
2	Mérsékelt
3	Súlyos

**15. ábra:** Kockázati értékelési rendszer

(Forrás: saját szerkesztés)

Az előzőekben kidolgozott szempontrendszer szerint, az általam elvégzett kockázatelemzés követően a kapott eredményeket a következő oldalon szereplő **4. táblázatban** összesítettem.

#### 4. A táblázat: Kockázatelemzés eredményeinek összefoglalása

Ssz.	Terület	Kockázat	Gyakoriság	Súlyosság	Kockázati érték	Besorolás	Intézkedés
1.	Alvállalkozók	Szakmai függés az alvállalkozóktól	Ritka	Közepes	2	CSEKÉLY	Nem igényel intézkedést.
2.	Alvállalkozók	Alvállalkozói árak emelkedése	Közepes	Jelentéktelen	2	CSEKÉLY	Nem igényel intézkedést.
3.	Alvállalkozók	Alvállalkozói szolgáltatások minőségromlása	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Fokozott minőségellenőrzős a projekt során.
4.	Alvállalkozók	Nem megfelelő információ áramlás az alvállalkozókkal	Közepes	Súlyos	6	SÚLYOS	Rendszeres kooperációs értekezlet szervezése a projekt során.
5.	Beszállítók	Anyagok beszállítása késik vagy elhúzódik	Magas	Súlyos	9	SÚLYOS	Csak minősített, megbízható beszállítók alkalmazása.
6.	Beszállítók	Informatikai problémák (szoftverek, hálózat, ...)	Közepes	Közepes	4	MÉRSÉKELT	Csak minősített, megbízható beszállítók alkalmazása.
7.	Munkavállalók	Szakmai gyakorlat hiánya	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Fokozott figyelemmel kell a kivitelezői csapatokat összeállítani.
8.	Munkavállalók	Nem megfelelő szakismeret	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Fokozott figyelemmel kell a kivitelezői csapatokat összeállítani.
9.	Munkavállalók	A feladatra nem megfelelő szerszám megválasztása	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Megfelelően képzett, szakmai tapasztalattal rendelkező csapat összeállítása.
10.	Munkavállalók	Az adott feladatra vonatkozó előírások nem megfelelő ismerete	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Megfelelően képzett, szakmai tapasztalattal rendelkező csapat összeállítása.
11.	Munkavállalók	A végzett tevékenységekre vonatkozó előírások változásának nem megfelelő követése	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Megfelelően képzett, szakmai tapasztalattal rendelkező csapat összeállítása.
12.	Munkavállalók	Feladat megoldási hatékonyság nem megfelelő	Közepes	Súlyos	6	SÚLYOS	Fokozott figyelemmel kell a kivitelezői csapatokat összeállítani.
13.	Munkavállalók	Megrendelői igények nem megfelelően tisztázottak	Ritka	Közepes	2	CSEKÉLY	Nem igényel intézkedést.

(Forrás: saját szerkesztés)



**4. B táblázat:** Kockázatelemzés eredményeinek összefoglalása - folytatás

Ssz.	Terület	Kockázat	Gyakoriság	Súlyosság	Kockázati érték	Besorolás	Intézkedés
14.	Projektvezetés	A feladatok elvégzéséhez szükséges időátfutás alábecsült	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	A projekt időtervnek folyamatos nyomon követése
15.	Projektvezetés	A kivitelező csapat kijelölése nem megfelelő	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Tapasztalattal rendelkező Projektmenedzser kinevezése
16.	Projektvezetés	Szükséges erőforrások alul tervezése	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	A projekt erőforrástervnek folyamatos nyomon követése
17.	Projektvezetés	A Megbízó együttműködési kötelezettsége nem tisztázott	Ritka	Közepes	2	CSEKÉLY	Nem igényel intézkedést.
18.	Projektvezetés	A határidők nem egyértelműen tisztázottak, rögzítettek	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Megrendelői elvárások azonnali tisztázása
19.	Projektvezetés	Nem tisztázott feladatmegosztás a kivitelező csapaton belül	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Napi szintű koordinációs megbeszélések szervezése a munkaterületen
20.	Projektvezetés	Nem tisztázott felelőségek a kivitelezői csapaton belül	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Napi szintű koordinációs megbeszélések szervezése a munkaterületen
21.	Projektvezetés	Nem megfelelő információ áramlás a kivitelezői csapatok között	Közepes	Súlyos	6	SÚLYOS	Rendszeres kooperációs értekezlet szervezése a projekt során.
22.	Projektvezetés	Alacsony szakmai vezetési minőség	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Tapasztalattal rendelkező Projektmenedzser kinevezése
23.	Projektvezetés	A feladatok megoldásánál használt módszerek elavulása	Ritka	Közepes	2	CSEKÉLY	Nem igényel intézkedést.
24.	Projektvezetés	Túl sok vagy túl nagy projekt fut egyszerre a cégnél	Ritka	Közepes	2	CSEKÉLY	Nem igényel intézkedést.
25.	Projektvezetés	A projekt elhúzódik és leköti a kapacitást a tervezett időkereten túl is	Közepes	Súlyos	6	SÚLYOS	Megbízható, minősített alvállalkozói kapcsolatok kiépítése.
26.	Projektvezetés	Költség és határidő elsőbbséget élvez a minőséggel szemben	Ritka	Súlyos	3	MÉRSÉKELT	Jóváhagyott projektterv betartásának ellenőrzőse

(Forrás: saját szerkesztés)

A projektek folyamata jól meghatározott, előre definiált lépésekből áll, ezek egymástól jól felismerhetően elkülönülnek, szakaszokra bonthatóak, a projekt előkészítésétől a projekttervezésen és végrehajtáson keresztül egészen a projekt lezárásáig. A kockázatmenedzsment szempontjából tapasztalataim szerint a projekt megtervezésének és projekt végrehajtásának a fázisa a legmeghatározóbb. A kockázati források, illetve a tényezők első feltárása, azonosítása, csoportosítása értékelése a tervezés fázisában történik meg. Úgy gondolom, hogy a projektet akkor készítettem el megfelelően, ha számba vettem minden olyan előrelátható körülményt, ami rossz irányba befolyásolhatja a projektteljesítést és intézkedést határoztam meg az általuk előidézett sikertelenség megakadályozására.

Ennek megfelelően jártam el dolgozatom megírása során. Először szisztematikusan felkutattam a projekt során esetlegesen felmerülő, előre látható problémákat, amelyek a megvalósítás során valamilyen felmérhető kockázatot jelenthetnek. Majd a kockázatelemzés elvégzése során arra törekedtem, hogy a projekttervezés fázisában jól beazonosítható kockázatok kezelésére megfelelő intézkedések álljanak rendelkezésre a projekt végrehajtása alatt ahhoz, hogy a projekt sikere ne kerüljön veszélybe.

Amikor a projekt majd a kivitelezési fázisba lép akkor a mindenképpen a felmerülő hibák lehetséges elkerülése és projekt feladatok megfelelő minőségű teljesítése az elsődleges feladat a projektmenedzsment számára. Ezért arra törekedtem, hogy mindenképpen feltárjam a teljesítőképes, megbízható beszállítók, az esetleges alvállalkozók kiválasztásában, valamint a tapasztalt műszaki személyzet megválasztásában rejlő kockázatokat.

Vagyis arra törekedtem, hogy megfelelő kockázatmenedzsmentet lehessen megvalósítani a választott, általam megtervezett projektben a projekt életciklusának legmeghatározóbb fázisaiban.

A megtervezett kivitelezési projekt végrehajtása során folyamatosan követni kell az esetlegesen felmerülő új, esetleg a fentiekben nem szereplő kockázati tényezőket, illetve folyamatosan értékelni szükséges a korábban már azonosított kockázati források változásait.

## 6. Következtetések, javaslatok

Az előző fejezetben elvégeztem egy 1200 m<sup>2</sup> alapterületű, háromszintes, ipari irodaépület biztonságtechnikai rendszerének kivitelezésére vonatkozó projekt megtervezését három különböző megközelítésben. A választott kivitelezési projekt magában foglalja az épület tűzjelző, IT, beléptető és biztonsági kamerarendszerének megépítést. A tervezés során a projekt ugyancsak általam kidolgozott műszaki tartalmát állandónak tekintettem. Így a projektterv csak az időtervezés, az erőforrás tervezését és költségtervezés vonatkozásában válik szét változatokra. Az első változatban arra törekedtem, hogy a projekt átfutási idejét a lehetséges minimális értéken tartsam, miközben a felhasználható erőforrásokat korlátlanak tekintettem. A második esetben az volt a kiindulási alapfeltétel, hogy a projekt teljesítéséhez felhasznált erőforrások legyenek minimálisak, amelyek ekkor meghatározták az átfutási időt. A harmadik tervváltozat az időkorlátos projekttervezés és az erőforrás korlátos projekttervezés alkalmazásával előállított szélső projektvariánsok közé kialakított, „reális” projektnek megfelelő projekttervet készítettem időtartam és az erőforrások tekintetében a két szélső megoldás közötti kialakítva azt. A dolgozatom megírása keretében kidolgozott projektterv változatokat összehasonlítva az alábbi megállapításokra jutottam:

- A korábban bemutatott „A” és „B” két szélső változathoz adódó projekt átfutási idő és erőforrás felhasználási értékek jól visszaigazolták azt az ismert ténytet, hogy a projekt során a projekteredmény és említett tényezők között szoros összefüggés van. Amennyiben a projekt által megvalósítandó műszaki tartalmat rögzítjük - mint ahogyan én is tettem -, a másik kettő egymással fordított irányban változik. Láthatjuk, hogy miközben az említett két változatot nézve a projekt teljes átfutási ideje 41 napról 117 napra növekedett a maximális személyi erőforrás felhasználás értéke 28 főről 6 főre csökkent. A személyi erőforrás felhasználásnak a teljes átfutási időre vonatkoztatott átlagát tekintve a csökkenés 7.71 főről 2.69 főre történt.
- A „C” „reális” változatnál a két szélső változat által behatárolt idő-erőforrás mozgástéren belül olyan kompromisszum kialakítása volt a célom, hogy az erőforrás felhasználás maximuma 18 fő alatt maradjon, és így alvállalkozó szolgáltatásainak igénybevételére ne legyen szükség. Így a maximális személyi erőforrás felhasználást ennél a projektváltozatnál 16 főre sikerült megtervezni és az erőforrás felhasználás lényegesen egyenletesebb 2 és 16 fő között alakult ki. Tehát az erőforrás felhasználás lényegesen lecsökkentettem, miközben az átfutási idő csak 49 napra nőtt meg az „A” változat 41 napjához képest.

- Mivel a projektben az anyagköltségen kívül felmerülő költségeket egyenesen arányosak vettem a személyi erőforrás felhasználással és így egy átalány munkaóradíjjal számoltam. Ez az átalány költség tartalmazza a kivitelező cégnél a kivitelezési tevékenységgel kapcsolatosan arányosan felmerülő projekt általános, illetve egyéb általános költségeket egy kivitelezői munkaórára vetítve. Így a „B” projektváltozatnál, illetve a „C - Reális” változat esetén a projekt becsült költsége azonos értékre adódott (63.837 E Ft). „A” projektváltozat összes költsége 66.530 E Ft, vagyis magasabb, az alvállalkozó alkalmazásának magasabb fajlagos költsége miatt.

A módszer előnye, hogy nem túlságosan sok plusz tervezési munkaráfordítással kijelölhetjük projektünk számára azt az átfutási idő-erőforrás mozgásteret, amelyben azután kiválaszthatjuk azt a pereméter kombinációt, amely biztonságosan megvalósítható és minden érintett számára megfelelő lehet.

A módszer hátránya, hogy a kijelölt intervallum segítségével a projektünk idő-erőforrás értékét jól behatároljuk, viszont valódi optimalizációt nem végzünk a „reális” projekt megtalálására. Azonban a háló alapú tervezési módszer lehetőséget biztosít arra, hogy annak gráfelméleti háttérét kihasználva projektünk folyamatait és logikai kapcsolatait egy mátrixban összefoglaljuk és megfelelő optimalizációs feltételek mellett akár az összes lehetséges vagy egy optimalizált háló-gráfot állítsunk elő. Ez a módszer tudományos szempontból lényegesen pontosabb, optimálisabb projekttervet eredményezhet, azonban ez összehasonlíthatatlanul számítás és szoftverigényesebb projekttervezési módszer.

A leírt hátrány és továbbfejlesztési lehetőség ellenére dolgozatom kidolgozása során megbizonyosodtam róla, hogy az időkorlátos, illetve az erőforrás korlátos tervezés behatárolási módszerének alkalmazásával gyakorlati szempontból jól használható projekttervhez juthatunk.

## 7. Összefoglalás

Dolgozatom elkészítése során egy olyan projekt tervezését végeztem el, amelynek célja egy irodaépület informatikai és biztonságtechnikai rendszer kivitelezésének lebonyolítása. Három terv változat kialakításával rámutattam, hogy a projekttervezési folyamat során milyen erős befolyással bír a megvalósítási költségekre az átfutási idő és az erőforrásigény változása, azonos műszaki tartalom esetén. Ehhez a dolgozatomban a szakirodalmi áttekintés fejezetben bemutattam a dolgozat későbbi részében alkalmazott projekttervezési módszereket (idő-, erőforrás-, költségtervezés, kockázatelemzés, kockázatkezelés) hazai és nemzetközi források felhasználásával. Ezt követően definiáltam a kivitelezendő gyengeáramú biztonságtechnikai rendszer műszaki tartalmát, majd röviden ismertettem a rendszer működésének követelményeit és felépítését, valamint meghatároztam a megvalósításhoz szükséges anyagszükségletet és ennek költségeit.

Ezután elkészítettem az előzőekben megtervezett biztonságtechnikai rendszer megvalósítását célzó kivitelezés projekt tervét három változatban, az eddigi munkatapasztalataim szerint a hazai biztonságtechnikai kivitelezői piacon a megrendelői igények alapján kialakult, átlagosnak tekinthető cég erőforrás lehetőségeinek figyelembevételével.

Az elkészített három projektterv változat:

- A. Minimális átfutási idejű, magas erőforrásigényű projektterv;
- B. Minimális erőforrásigényű projektterv;
- C. Átfutási időben és erőforrás felhasználásban (költségben) a két első változat közötti, reális projektterv változat.

A diplomadolgozat megírásával egy gyakorlati példa keresztül rámutattam, hogy az időkorlátos, illetve az erőforrás korlátos tervezés behatárolási módszerének alkalmazásával olyan átfutási idő-erőforrás intervallumot jelölhetünk ki a tervezendő projektünk számára, amelyen belül megfelelő módszerek alkalmazásával pl. erőforrás kiegyenlítés egy biztonságosan megvalósítható „reális” projektváltozatot jelölhetünk ki. A fenti három tervváltozat eredményeit értékelve összességében megállapítható, hogy az időkorlátos, illetve az erőforrás korlátos szélső behatárolás tervezési módszer segítségével egy kedvező átfutási idő-erőforrás paraméterekkel rendelkező projektváltozatot tudtam kidolgozni, ami megvalósítható és a megrendelő részére is kedvező átfutási idővel rendelkezik. Vagyis a leírtakkal megfelelően szemléltettem a módszer alkalmazását.

## 8. Summary

During the preparation of my thesis, I completed the planning of a project. Its purpose is to implement the IT and security system of an office building. By creating three versions of the plan, I pointed out how strongly the change in lead time and resource demand has an influence on the implementation costs during the project planning process, in the case of the same technical content. For this purpose, I presented the project planning methods (time, resource, cost planning, risk analysis, risk management) used in the later part of the thesis using domestic and international sources in the literature review chapter.

After that, I defined the technical content of the security system, then briefly explained the requirements and structure of the system's operation, as well as determined the material requirements and costs for the implementation. Then I prepared the construction project plan in three versions. According to my work experience, considering the resources of an average Hungarian company formed based on the customer's needs in the domestic security construction market.

The three project plan versions:

- A. Project plan with minimal lead time and high resource requirements;
- B. Project plan with minimal resource requirements;
- C. A realistic project plan version between the two first versions in terms of lead time and resource requirements.

Before writing the thesis, I set myself the goal of using a practical example to show that a realistic project plan can be prepared by applying the limitation method of time-limited and resource-limited planning.

Summarizing the results of the three project versions mentioned above, it can be concluded that, with the help of the time-limited and resource-limited planning method, I was able to develop a project version with favorable lead time-resource parameters. It is achievable and has a favorable lead time for the customer. I illustrated the application of the method successfully.

## NYILATKOZAT

Alulírott **Kovács Gergely (OM215D)**, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, műszaki menedzser MSc szak nappali/levelező\* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Gödöllő, 2023. április 28.



Hallgató

## NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom\*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem\*

Gödöllő, 2023. április 28.



Belső konzulens

\*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!

## KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

A **Kovács Gergely (OM2I5D)** konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A diplomadolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom<sup>1</sup>.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem<sup>\*2</sup>

Gödöllő, 2023. április 28.



Belső konzulens

---

<sup>1</sup> A megfelelő aláhúzendó.

<sup>2</sup> A megfelelő aláhúzendó.



## NYILATKOZAT

### a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: **Kovács Gergely**  
A Hallgató Neptun kódja: **OM2I5D**  
A dolgozat címe: **Projektterv készítése adott irodaépület biztonságtechnikai rendszerének megvalósítására**  
A megjelenés éve: **2023.**  
A konzulens tanszék neve: **Műszaki Intézet**

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

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

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

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

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

Gödöllő, 2023. április 28.



---

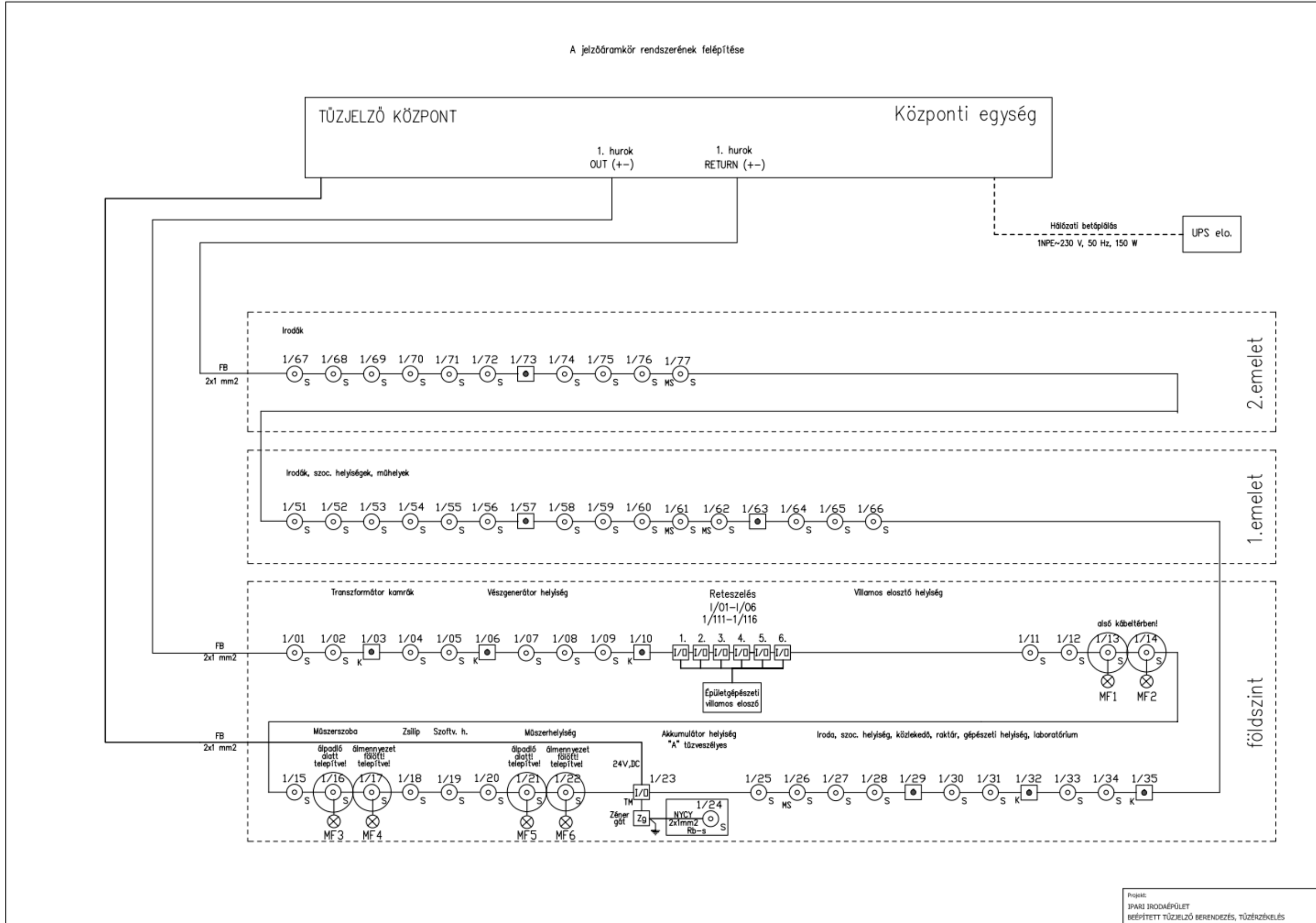
Hallgató aláírása

## Irodalomjegyzék

- [1] Bak G., Kovács T., Ószi A. (2022): A biometrikus azonosítás megítélése – 1.rész. Hadmérnök, 17. évf. 4.szám
- [2] Beléptető rendszer egyszerűsített működési vázlata  
<https://www.intep.hu/index.php?page=103>  
(A letöltés ideje: 2023.04.01)
- [3] Bunyitai Á. (2011): A beléptető rendszerek helye és szerepe a vagyonvédelemben. Hadmérnök, VI. évf. 4. szám
- [4] Daróczi M. (2011): Projektmenedzsment. Szent István Egyetem, Gödöllő, pp 54-55
- [5] Farkas R., Lajtos G., Hartyányi M., Pölöskeiné Hegedűs H. (2014): Projektmenedzsment és MS Project 2003, 2007, Második, átdolgozott kiadás. Prompt Kft., Gödöllő, pp 60-187
- [6] Görög M. (1999): Általános projektmenedzsment, második, javított kiadás. Aula Kiadó, Budapest
- [7] Görög M. (1999): Bevezetés a projektmenedzsmentbe, III., átdolgozott kiadás. Aula Kiadó, Budapest, pp 47-80
- [8] Görög M. (2003): A projektvezetés mestersége. Aula Kiadó, Budapest, pp 98-305
- [9] Jenkins, N.: A Project Management Primer: Basic Principles - Scope Triangle  
<https://www.projectsmart.co.uk/best-practice/project-management-scope-triangle.php>  
(A letöltés ideje: 2023.02.04)
- [10] Kerekes G. (2012): Projektmenedzsment. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Közigazgatási Vezetői Akadémia, Budapest, pp 14-29
- [11] Király L. (2008): Hálózati ismeretek – Számítógéphálózatok. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest
- [12] Lockyer, K., Gordon, J. (2000): Projektmenedzsment és hálós tervezési technikák. Kossuth Kiadó, Budapest, pp 111-128, 207-238
- [13] Lukács Gy., Döring A., Hell P. (2015): Analóg áramkörök és érzékelők II. Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Budapest, pp 69-132
- [14] Lukács Gy., Döring A., Hell P. (2015): Vagyonvédelmi rendszerek I. Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar, Budapest, pp 39-59
- [15] Mohai Á. (2015): A tűzjelző berendezések típusainak megnevezése. Hadmérnök, X. évf. 3. szám
- [16] MSZ ISO 21502:2022: Project, programme and portfolio management. Guidance on project management / Projekt-, program- és portfóliómenedzsment. Útmutató a projektmenedzsmenthez

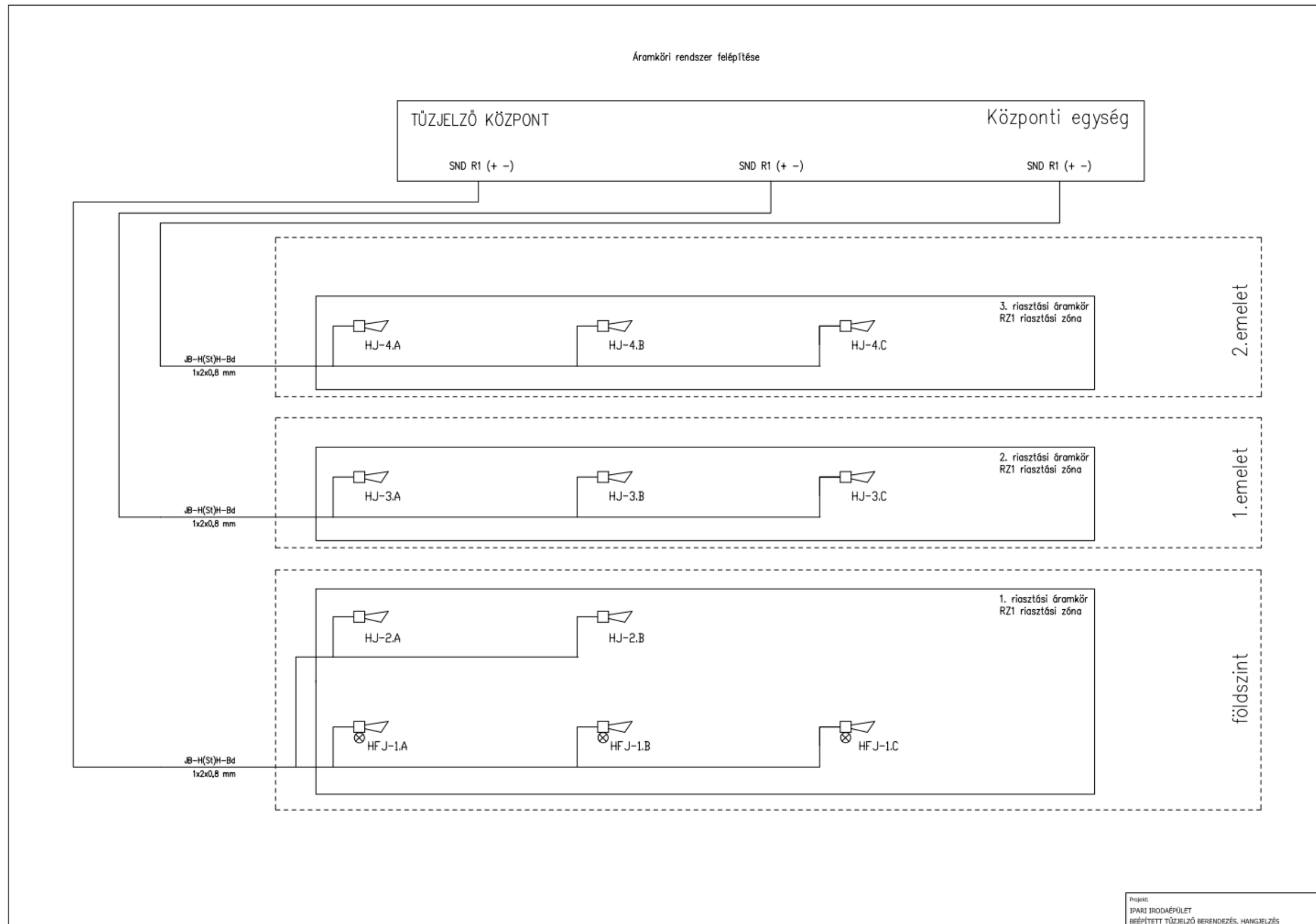
- [17] Nagy Zs. (2008): Projektmenedzsment jegyzet. Nyugat-magyarországi Egyetem, Közgazdaságtudományi Kar, Sopron
- [18] Newton, R. (2016): Project Management Step by Step: How to Plan and Manage a Highly Successful Project, Second edition. Pearson Education Limited, Harlow, pp 128-151
- [19] Project Management Institute (2012): Projektmenedzsment Szakkifejezések PMI Lexikonja, 2. kiadás. Project Management Institute, Pennsylvania
- [20] Project Management Institute (2017): Project Management Body of Knowledge, PMBOK Guide, 6. edition. Project Management Institute, Pennsylvania, pp 231-305
- [21] Nemzeti Fejlesztési és Gazdasági Minisztérium (2008): Projektmenedzsment kézikönyv. Nemzeti Fejlesztési és Gazdasági Minisztérium, Budapest, pp 19-22
- [22] Sediviné B. I. (2008): Projekttervezés-, és menedzsment alapfogalmak. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest
- [23] Space and Naval Warfare Systems Center Atlantic (2013): CCTV Technology Handbook. U.S. Department of Homeland Security, Washington D.C.
- [24] Tonchia, S. (2008): Industrial Project Management. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, pp 51-71
- [25] Tűzjelző rendszer felépítése,  
<http://www.ipbiztonsagikamera.hu/index.php/tevekenysegek/tuz-es-vagyonvedelmi-riasztok/tuzjelzok>, (A letöltés ideje: 2023.03.11)
- [26] Vigh S. J. (2008): Beltéri hálózatok kiépítése. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest

# 1. Melléklet - Tűzjelző rendszer - Rendszerterv



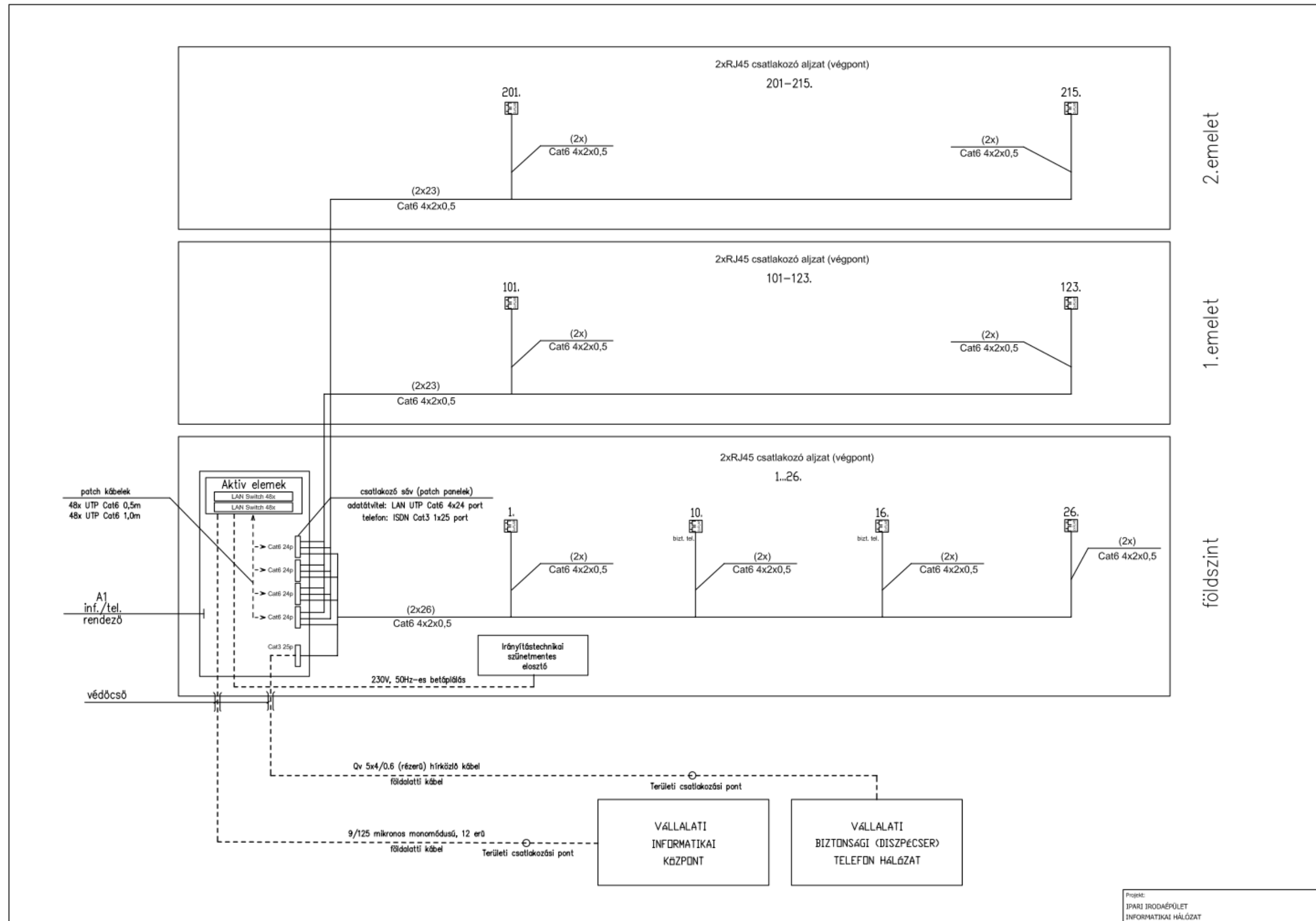
(Forrás: saját szerkesztés)

## 2. Melléklet - Tűzjelző rendszer, hangjelzés - Rendszerterv



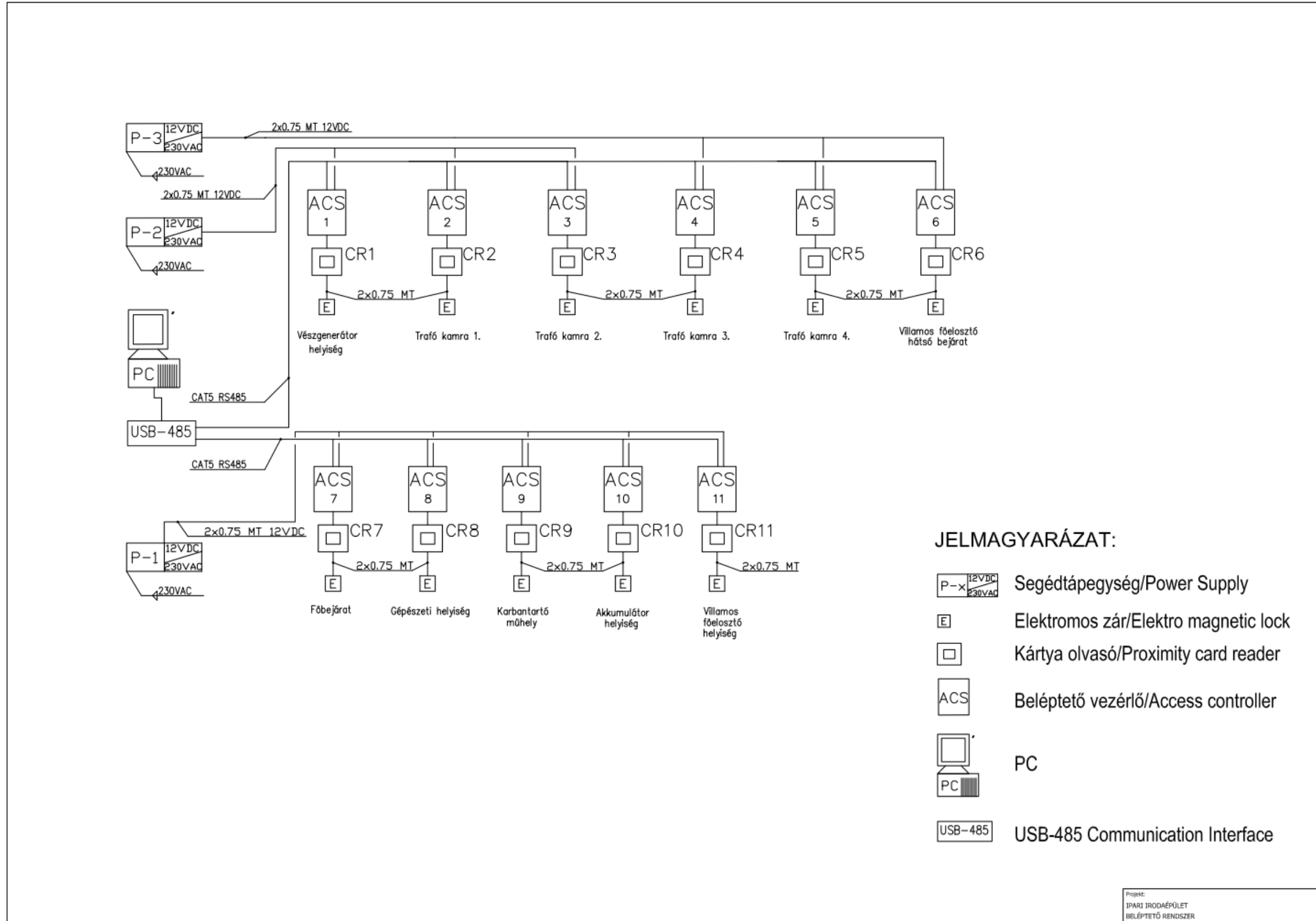
(Forrás: saját szerkesztés)

### 3. Melléklet - Informatikai rendszer - Rendszerterv



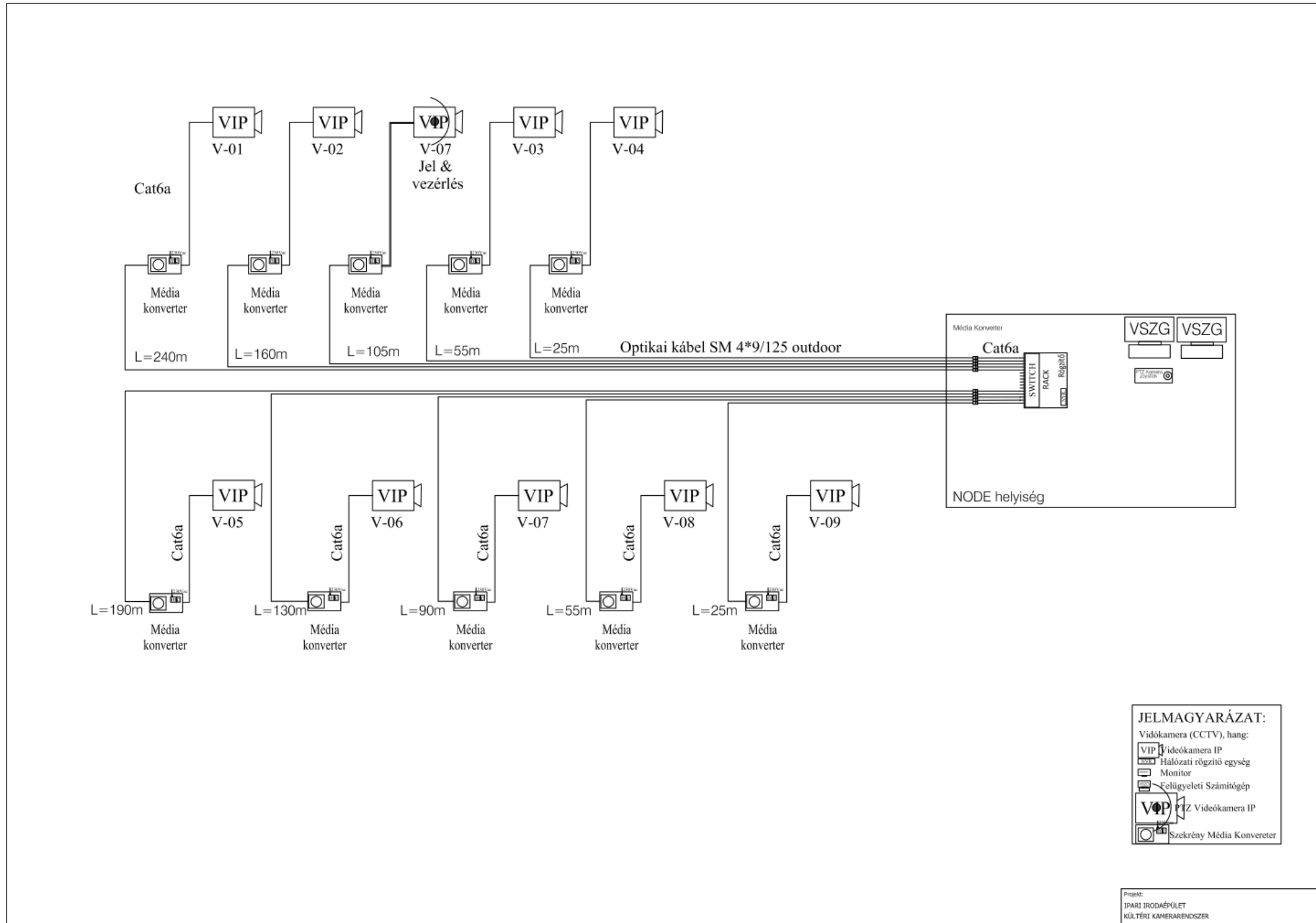
(Forrás: saját szerkesztés)

#### 4. Melléklet - Beléptető rendszer - Rendszerterv



(Forrás: saját szerkesztés)

5. Melléklet – Biztonsági kamera rendszer - Rendszerterv



(Forrás: saját szerkesztés)

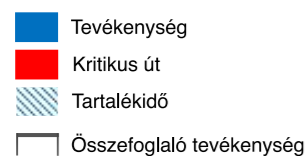
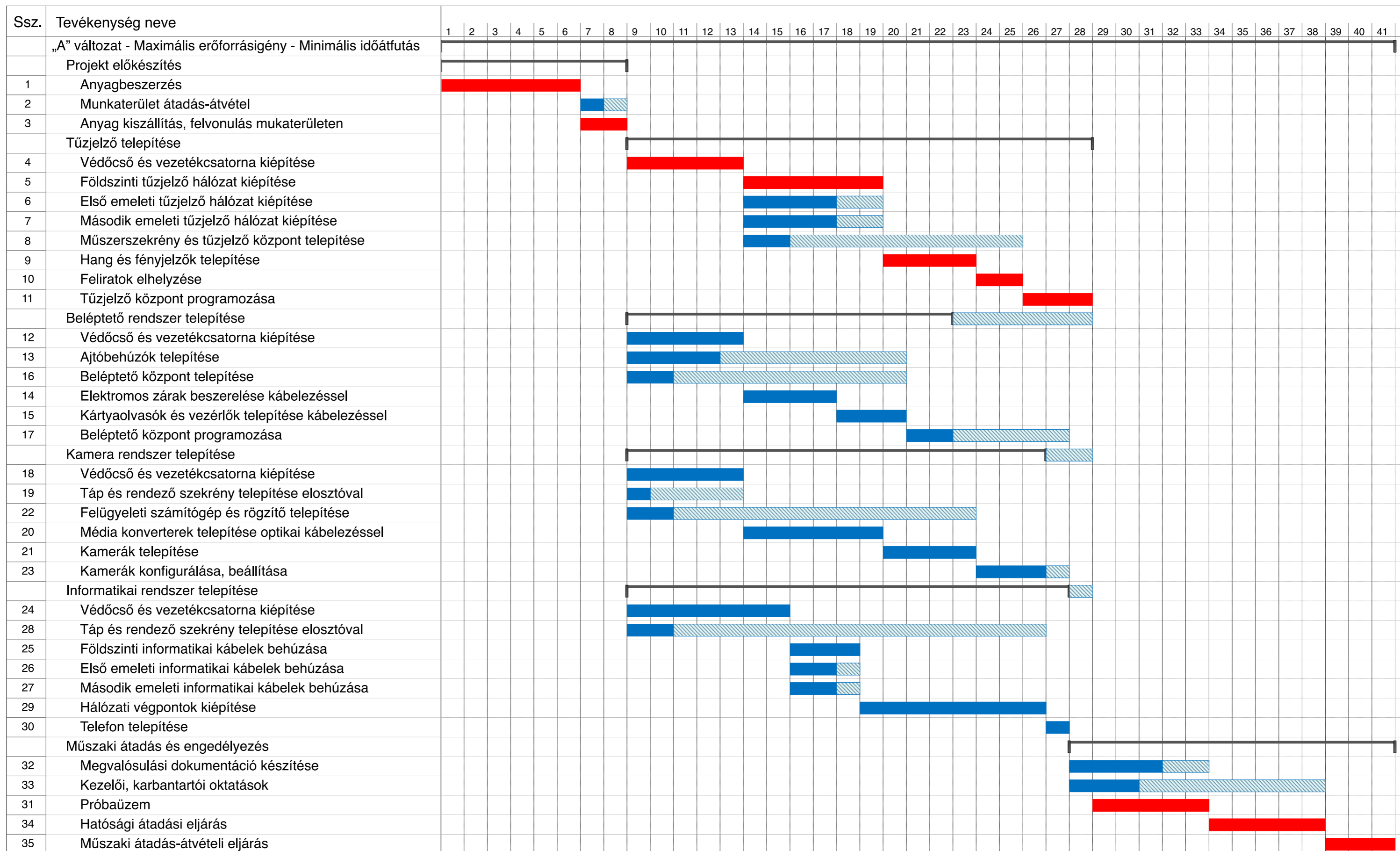


## 6. Melléklet - Projektterv dokumentumok - „A” változat - Maximális erőforrásigény - minimális időátfutás

Ssz.	Tevékenység	Idő	ES	EF	LS	LF	S	
<b>Átfutási idő</b>		<b>41</b>	<b>nap</b>					
<b>Projekt előkészítés</b>		<b>8</b>						
1.	Anyagbeszerzés	6	0	6	0	6	0	
2.	Munkaterület átadás-átvétel	1	6	7	7	8	1	
3.	Anyag kiszállítás, felvonulás munkaterületen	2	6	8	6	8	0	
<b>Tűzjelző telepítése</b>		<b>20</b>						
4.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	5	8	13	8	13	0	
5.	Földszinti tűzjelző hálózat kiépítése	6	13	19	13	19	0	
6.	Első emeleti tűzjelző hálózat kiépítése	4	13	17	15	19	2	
7.	Második emeleti tűzjelző hálózat kiépítése	4	13	17	15	19	2	
8.	Műszerszekrény és tűzjelző központ telepítése	2	13	15	23	25	10	
9.	Hang és fényjelzők telepítése	4	19	23	19	23	0	
10.	Feliratok elhelyezése	2	23	25	23	25	0	
11.	Tűzjelző központ programozása	3	25	28	25	28	0	
<b>Beléptető rendszer telepítése</b>		<b>14</b>						
12.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	5	8	13	8	13	0	
13.	Ajtóbehúzókat telepítése	4	8	12	16	20	8	
14.	Beléptető központ telepítése	2	8	10	18	20	10	
15.	Elektromos zárok beszerelése kábelezéssel	4	13	17	13	17	0	
16.	Kártyaolvasók és vezérlők telepítése kábelezéssel	3	17	20	17	20	0	
17.	Beléptető központ programozása	2	20	22	25	27	5	
<b>Kamera rendszer telepítése</b>		<b>18</b>						
18.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	5	8	13	8	13	0	
19.	Táp és rendező szekrény telepítése elosztóval	1	8	9	12	13	4	
20.	Felügyeleti számítógép és rögzítő telepítése	2	8	10	21	23	13	
21.	Média konverterek telepítése optikai kábelezéssel	6	13	19	13	19	0	
22.	Kamerák telepítése	4	19	23	19	23	0	
23.	Kamerák konfigurálása, beállítása	3	23	26	24	27	1	
<b>Informatikai rendszer telepítése</b>		<b>19</b>						
24.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	7	8	15	8	15	0	
25.	Táp és rendező szekrény telepítése elosztóval	2	8	10	24	26	16	
26.	Földszinti informatikai kábelek behúzása	3	15	18	15	18	0	
27.	Első emeleti informatikai kábelek behúzása	2	15	17	16	18	1	
28.	Második emeleti informatikai kábelek behúzása	2	15	17	16	18	1	
29.	Hálózati végpontok kiépítése	8	18	26	18	26	0	
30.	Telefon telepítése	1	26	27	26	27	0	
<b>Műszaki átadás és engedélyezés</b>		<b>14</b>						
31.	Megvalósulási dokumentáció készítése	4	27	31	29	33	2	
32.	Kezelői, karbantartói oktatások	3	27	30	35	38	8	
33.	Próbaüzem	5	28	33	28	33	0	
34.	Hatósági átadási eljárás	5	33	38	33	38	0	
35.	Műszaki átadás-átvételi eljárás	3	38	41	38	41	0	

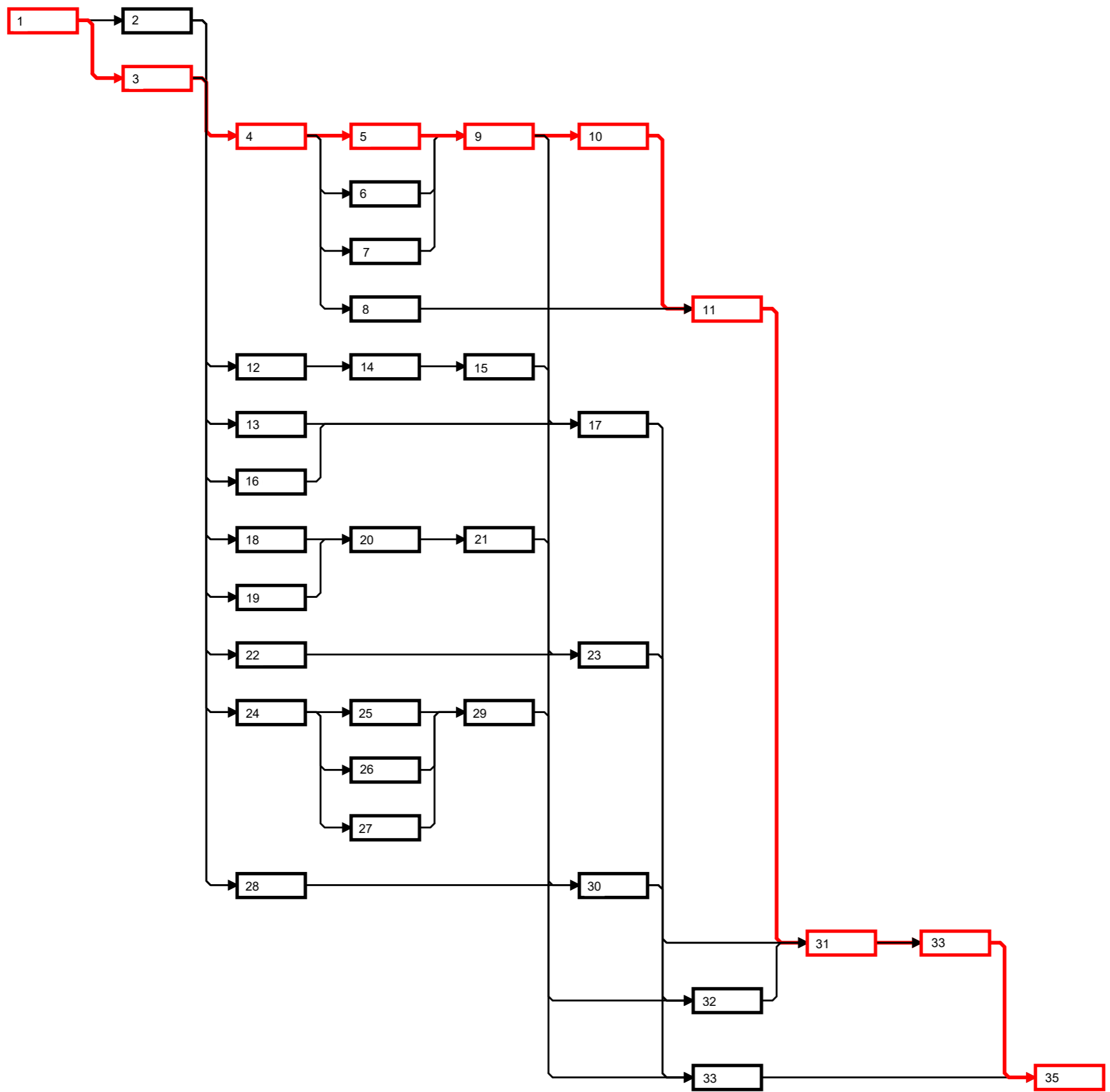
Projektidők - „A” változat - Maximális erőforrásigény - Minimális időátfutás

(Forrás: saját szerkesztés)



Sávós ütemterv - „A” változat - Maximális erőforrásigény - minimális időátfutás

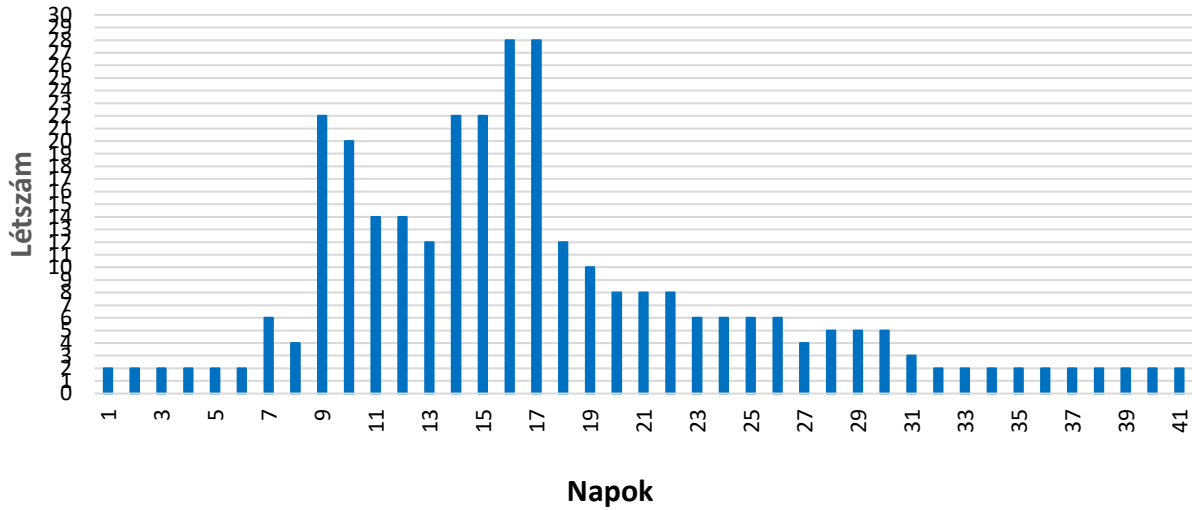
(Forrás: saját szerkesztés)



Hálóterv - „A” változat - Maximális erőforrásigény - Minimális időátfutás

(Forrás: saját szerkesztés)

**Erőforrás igény - „A” változat - Maximális erőforrásigény - minimális időátfutás**



Erőforrásigény - „A” változat - Maximális erőforrásigény - Minimális időátfutás

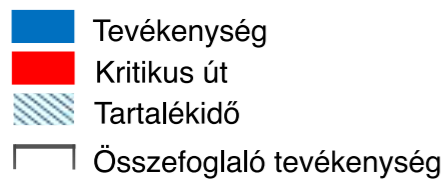
*(Forrás: saját szerkesztés)*

## 7. Melléklet - Projektterv dokumentumok - „B” változat - Minimális erőforrásigény - Maximális időátfutás

Ssz.	Tevékenység	Idő	ES	EF	LS	LF	S
<b>Átfutási idő</b>		<b>117</b>	<b>nap</b>				
<b>Projekt előkészítés</b>		<b>8</b>					
1.	Anyagbeszerzés	6	0	6	0	6	0
2.	Munkaterület átadás-átvétel	1	6	7	7	8	1
3.	Anyag kiszállítási, felvonulás munkaterületen	2	6	8	6	8	0
<b>Tűzjelző telepítése</b>		<b>30</b>					
4.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	5	8	13	8	13	0
5.	Földszinti tűzjelző hálózat kiépítése	6	13	19	13	19	0
6.	Első emeleti tűzjelző hálózat kiépítése	4	19	23	19	23	0
7.	Második emeleti tűzjelző hálózat kiépítése	4	23	27	23	27	0
8.	Műszerszekrény és tűzjelző központ telepítése	2	27	29	27	29	0
9.	Hang és fényjelzők telepítése	4	29	33	29	33	0
10.	Feliratok elhelyezése	2	33	35	33	35	0
11.	Tűzjelző központ programozása	3	35	38	35	38	0
<b>Beléptető rendszer telepítése</b>		<b>20</b>					
12.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	5	38	43	38	43	0
13.	Ajtóbehúzó telepítése	4	43	47	43	47	0
14.	Elektromos zárok beszerelése kábelezéssel	4	47	51	47	51	0
15.	Kártyaolvasók és vezérlők telepítése kábelezéssel	3	51	54	51	54	0
16.	Beléptető központ telepítése	2	54	56	54	56	0
17.	Beléptető központ programozása	2	56	58	56	58	0
<b>Kamera rendszer telepítése</b>		<b>21</b>					
18.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	5	58	63	58	63	0
19.	Táp és rendező szekrény telepítése elosztóval	1	63	64	63	64	0
20.	Média konverterek telepítése optikai kábelezéssel	6	64	70	64	70	0
21.	Kamerák telepítése	4	70	74	70	74	0
22.	Felügyeleti számítógép és rögzítő telepítése	2	74	76	74	76	0
23.	Kamerák konfigurálása, beállítása	3	76	79	76	79	0
<b>Informatikai rendszer telepítése</b>		<b>25</b>					
24.	Védőcső és vezetékcsatorna kiépítése	7	79	86	79	86	0
25.	Földszinti informatikai kábelek behúzása	3	86	89	86	89	0
26.	Második emeleti informatikai kábelek behúzása	2	89	91	89	91	0
27.	Harmadik emeleti informatikai kábelek behúzása	2	91	93	91	93	0
28.	Táp és rendező szekrény telepítése elosztóval	2	93	95	93	95	0
29.	Hálózati végpontok kiépítése	8	95	103	95	103	0
30.	Telefon telepítése	1	103	104	103	104	0
<b>Műszaki átadás és engedélyezés</b>		<b>13</b>					
31.	Próbaüzem	5	104	109	104	109	0
32.	Megvalósulási dokumentáció készítése	4	104	108	105	109	1
33.	Kezelői, karbantartói oktatások	3	104	107	111	114	7
34.	Hatósági átadási eljárás	5	109	114	109	114	0
35.	Műszaki átadás-átvételi eljárás	3	114	117	114	117	0

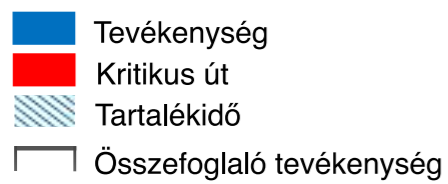
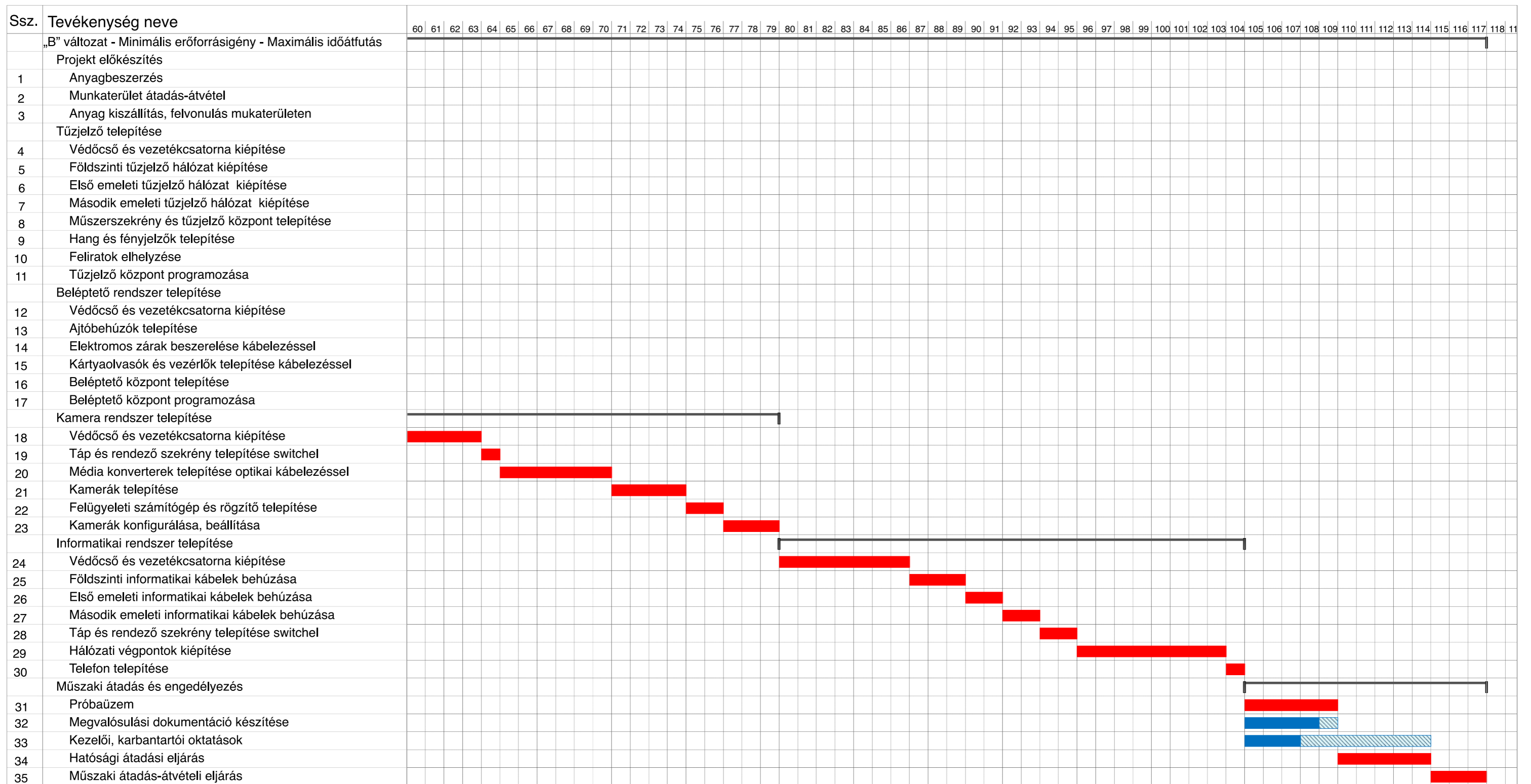
Projektidők - „B” változat - Minimális erőforrásigény - Maximális időátfutás

(Forrás: saját szerkesztés)



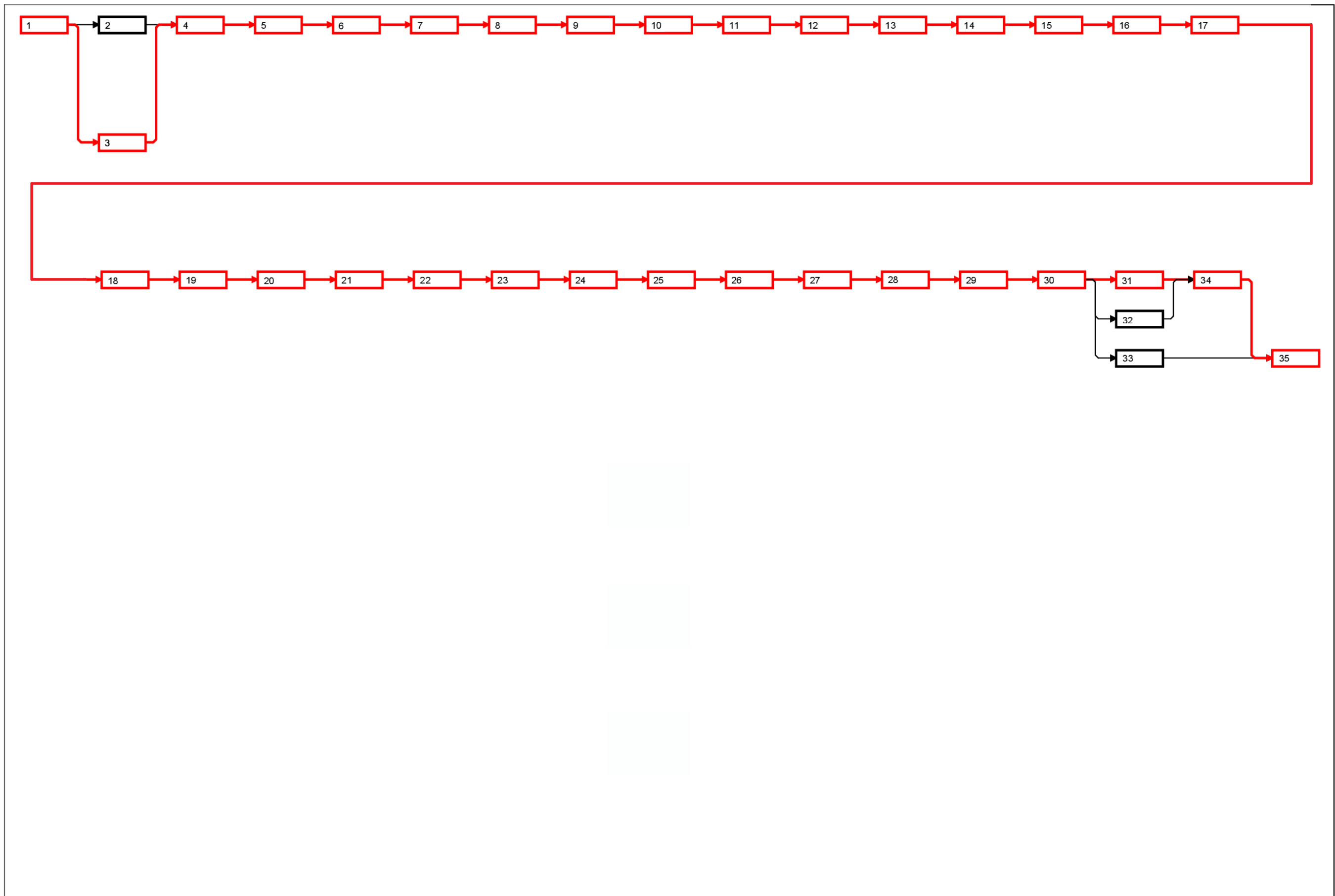
Sávos ütemterv - „B” változat - Minimális erőforrásigény - Maximális időátfutás – 1. rész

(Forrás: saját szerkesztés)



Sávos ütemterv - „B” változat - Minimális erőforrásigény - Maximális időátfutás – 2. rész

(Forrás: saját szerkesztés)

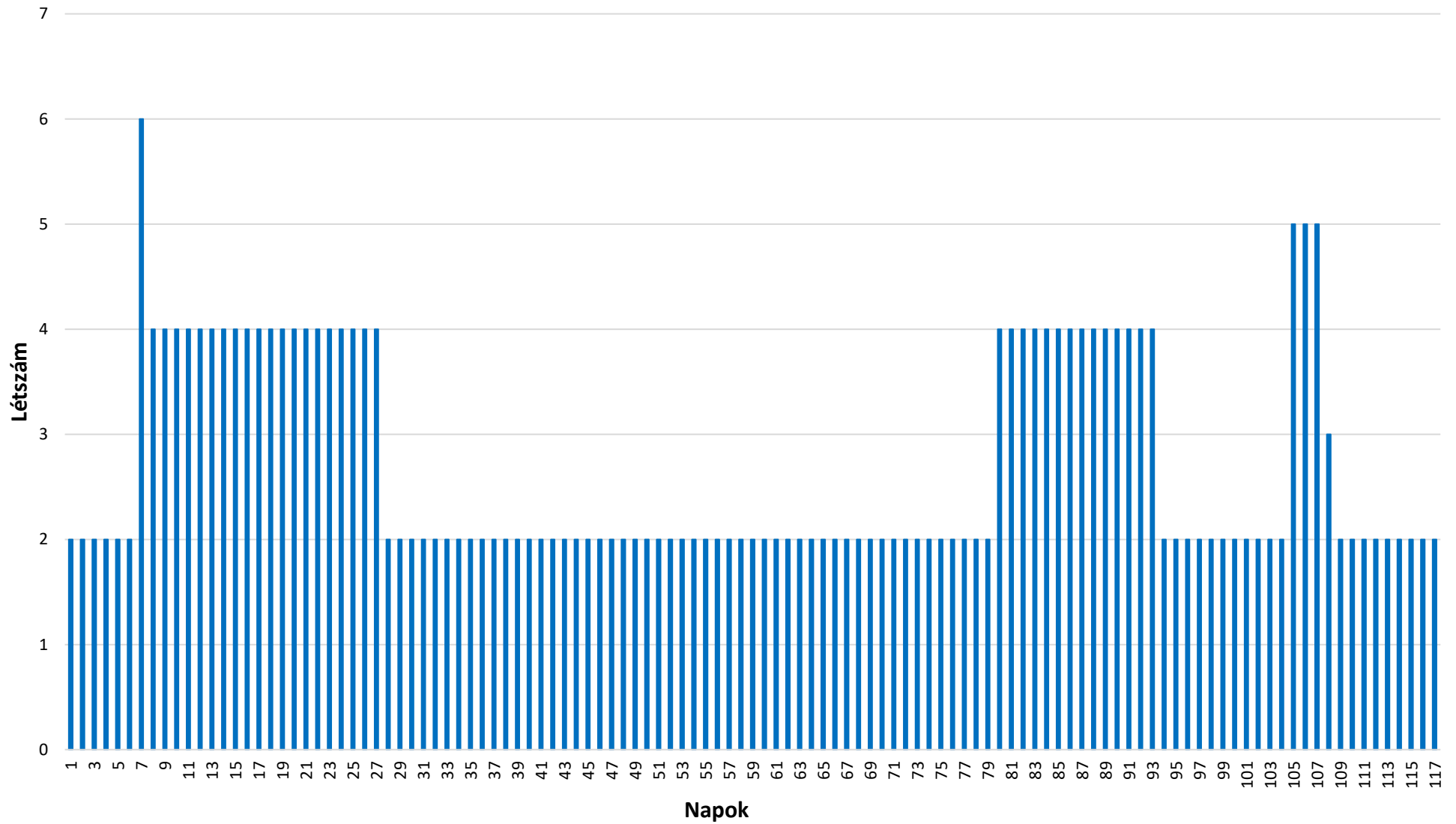


Hálóterv - „B” változat - Minimális erőforrásigény - Maximális időátfutás

(Forrás: saját szerkesztés)



### Erőforrás igény - „B” változat - Minimális erőforrásigény - maximális időátfutás



Erőforrásigény - „B” változat - Minimális erőforrásigény - Maximális időátfutás

(Forrás: saját szerkesztés)