



ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

Többcélú ipari épület épületvillamossági tervezése

Szakdolgozat

Készítette:

Lazar Iván

hallgató

Hallgató törzskönyvi száma: T006634/FI12904/K

Modul csoport: energetikai informatika



ÓBUDAI EGYETEM

**Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet**

HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2021. 12. 15.

.....
hallgató aláírása



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Lazar Iván

Szakdolgozat száma: SZD21090213454386

Törzskönyvi száma: T007924/FI12904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki (magyar nyelven)

Specializáció: Villamosenergetikai specializáció

A dolgozat címe: Többcélú ipari épület épületvillamossági tervezése

A dolgozat címe angolul: Electrical design of a multi-purpose industrial building

A feladat részletezése: 1. Villamosenergia-igény meghatározása

2. Hálózatra csatlakozás lehetőségei

3. Villamos- és világítás méretezés

4. Revit modellezés

A kiadott téma elévülési határideje: -

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 12. 15.

P.H

.....
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens

Tartalomjegyzék

1.	BEVEZETÉS	6
2.	AZ ÉPÜLET VILLAMOSENERGIA-IGÉNYEINEK FELMÉRÉSE.....	7
2.1.	Feladatok.....	7
2.2.	AZ ÉPÜLET ISMERTETÉSE.....	7
2.3.	FOGYASZTÓK CSOPORTOSÍTÁSA FUNKCIÓJUK SZERINT.....	8
2.4.	HELYISÉGEK ENERGIAIGÉNYEI.....	9
2.5.	FŐVEZETÉKI TERV KÉSZÍTÉSE.....	10
2.6.	KÁBELMÉRETEZÉS AZ ALELOSZTÓ BERENDEZÉSEK SZÁMÁRA.....	11
2.7.	KÁBELLISTA.....	13
2.8.	KÁBELEK KIVÁLASZTÁSA	15
2.9.	FŐVEZETÉKTERV.....	18
2.10.	ELOSZTÓSZEKRÉNYEK	20
3.	HÁLÓZATI CSATLAKOZÁS	26
3.1.	0,4 kV-OS HÁLÓZATRA VALÓ CSATLAKOZÁS VIZSGÁLATA.....	26
3.2.	20 kV-OS HÁLÓZATRA VALÓ CSATLAKOZÁS VIZSGÁLATA.....	32
3.3.	HÁLÓZATI CSATLAKOZÁS FESZÜLTÉGSZINTJÉNEK KIVÁLASZTÁSA.....	37
3.4.	MEGTÉRÜLÉS SZÁMÍTÁS.....	38
3.5.	TOKOZOTT ÁRAMSÍN KIVÁLASZTÁSA	39
3.6.	BETÁPLÁLÓ MEGSZAKÍTÓ KIVÁLASZTÁSA	39
4.	VILÁGÍTÁSTERVEZÉS	41
4.1.	A TERVEZÉS LÉPÉSEI	41
4.2.	A TERVEZŐPROGRAM ISMERTETÉSE	41
4.3.	VILÁGÍTÁSTECHNIKAI ALAPFOGALMAK	42
4.4.	MEGRENDELŐI IGÉNYEK ÉS AZ ÉPÜLET FELMÉRÉSE	42
4.5.	TERVEZÉS DIALUXBAN	43
5.	REVIT	51
5.1.	REVIT PROGRAM ISMERTETÉSE.....	51
5.2.	MODELLEZÉSI FELADAT ISMERTETÉSE	52

5.3. MEGVALÓSÍTÁS.....	52
6. ÖSSZEFOGLALÁS.....	58
IRODALOMJEGYZÉK.....	59

1. Bevezetés

Szakdolgozatom témája egy többcélú ipari épület épületvillamossági tervezése.

Dolgozatomhoz a témakört a STUDIO IN-EX Zrt. biztosította, ahol elsajátíthattam a szakdolgozat elkészítéséhez szükséges tervezőprogramok megfelelő használatát, és beleláthattam a különböző tervezési folyamatokba, amely sok segítséget nyújtott a különböző felmerülő problémák megoldásában.

A dolgozat témájának kifejtése előtt szükségesnek bizonyul a tervezés menetének rövid ismertetése.

Elsőként bemutatom az épületet, és a megrendelő által kért elvégzendő feladatokat, majd egy felmérést végzek az épület villamosenergia-igényeiről. Ezt követően rátérek az elosztószekrények és a fővezetéki kábelek méretezésére. A tervezés folyamán számításokkal fogom alátámasztani a különböző feladatokhoz adott megoldásaimat. Ezen számolások alapján fogom kiválasztani a megfelelő kábeleket és villamos berendezéseket. Továbbá megvizsgálom a közüzemi hálózatra való csatlakozási lehetőségeket, és javaslatot teszek figyelembe véve a gazdaságos kivitelezést és a megtérülést. Ezután elvégzem az épület belső világításának tervezését egy tervező program segítségével. Végezetül pedig egy másik tervezőprogram segítségével mindezekről egy 3 dimenziós modellt fogok alkotni, ami egy új irányzata a villamosipari tervezésnek.

2. Az épület villamosenergia-igényeinek felmérése

2.1.Feladatok:

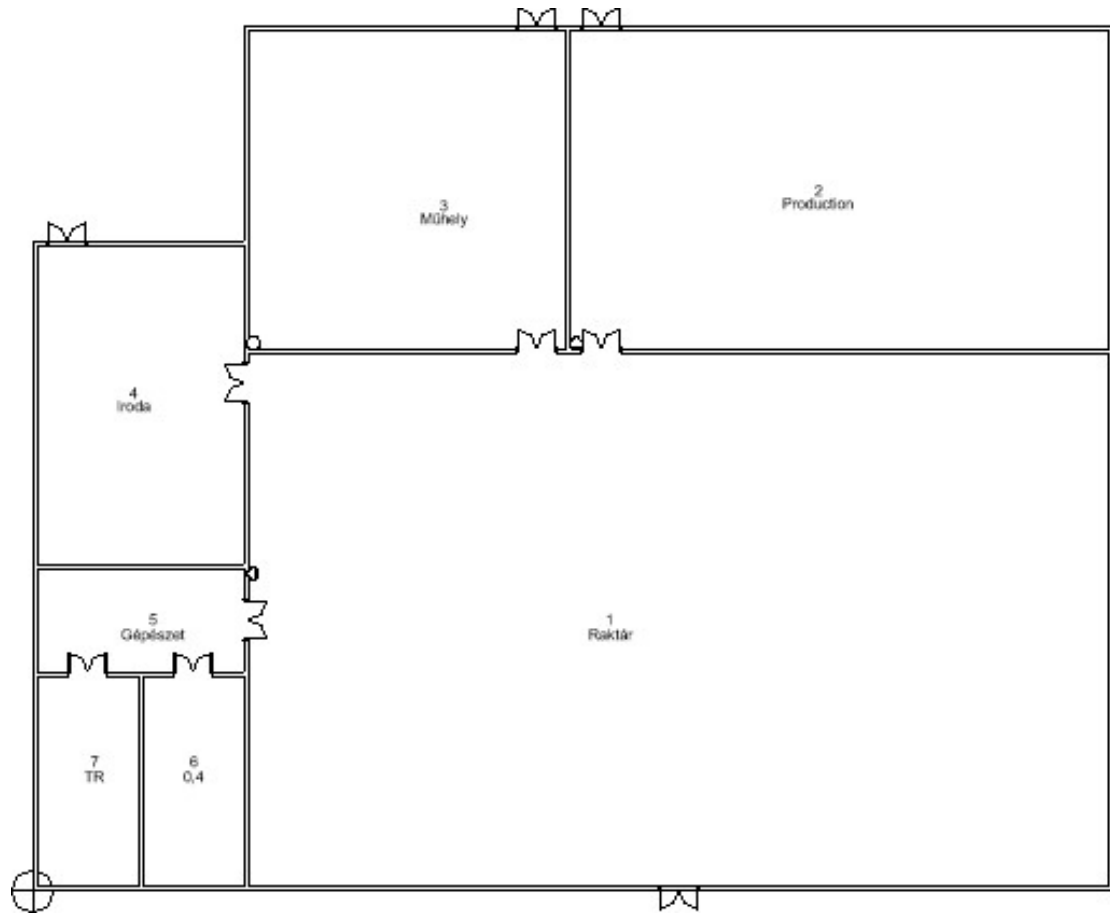
- Fővezetékterv készítése
- Fővezetési kábelek méretezése
- Kábellista készítése
- Kábeltálcák nyomvonalának meghatározása
- Főelosztó és alelosztó szekrények elhelyezése az épületben
- 3D modellezés Revitben

2.2.Az épület ismertetése

Az épület egy körülbelül 2000 m²-es gyárépület, ahol elektromos és elektronikai ipari gyártás fog zajlani.

Az épület tartalmaz egy raktárt, egy termelői helyiséget, egy szervizműhelyt, egy irodát és egy gépészeti szobát, amely magába foglalja a KÖF/KIF transzformátort, illetve a főelosztóhelyiséget is.

Épület alaprajza:



2.1.Ábra: Épület alaprajza

2.3.Fogyasztók csoportosítása funkciójuk szerint

A fogyasztókat működésük és felhasználási módjuk szerint főbb csoportokra lehet bontani:

- Épületvillamosság
- Gépszek
- Tűzeseti fogyasztók
- Technológia

Az épületvillamossági csoport magába foglalja a hálózati csatlakozóaljakat és a világítást.

A gépészeti csoportba a gépészeti berendezések tartoznak. A tűzeseti csoportba tartozik az összes olyan fogyasztó, amiknek a működése egy esetleges tűznél elengedhetetlen (tűzoltóberendezések, füstelvezetők, vészvilágítás stb.). A technológiák csoportjába ebben az esetben a megrendelő által meghatározott helyre telepített nagy berendezések kerültek. pl.: gyártósorok.

Az első három csoportnak kell majd az épületben elhelyezni elosztószekrényeket, a technológiának viszont nem, mert az a szakdolgozat keretein belül nem tartozik a tervezési feladatok közé.

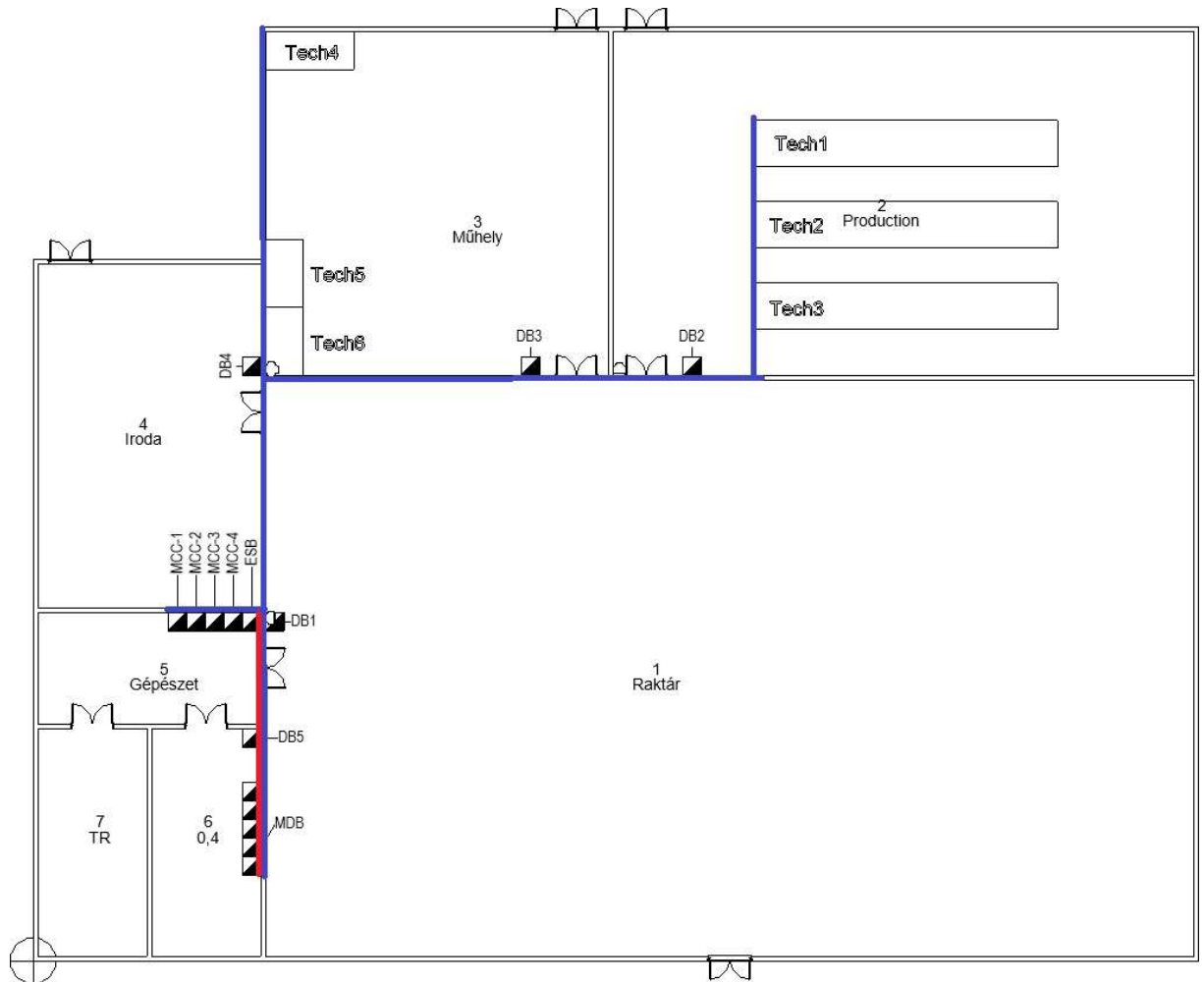
2.4.Helyiségek energiaigényei

A megrendelő által kiadott energiaigény a különböző helyiségekben:

	Elosztó	Egyéb betáplálás	Teljesítmény (kW)	Elhelyezkedés
Főelosztó	MDB			0,4
Épületvillamosság	DB-1		35	Raktár
	DB-2		20	Termelés
	DB-3		50	Műhely
	DB-4		80	Iroda
	DB-5		10	Gépészet
Gépészet	MCC-1		30	Gépészet
	MCC-2		30	Gépészet
	MCC-3		50	Gépészet
	MCC-4		70	Gépészet
Tűzeseti	ESB-1		35	Gépészet
Technológia		TECH-1	30	Termelés
		TECH-2	30	Termelés
		TECH-3	30	Termelés
		TECH-4	10	Műhely
		TECH-5	20	Műhely
		TECH-6	20	Műhely
		Összesen:	550	

2.1.Táblázat: Helyiségek energiaigénye

2.5.Fővezetéki terv készítése



2.2.Ábra: Fővezetéki terv

A kábeltálcák fő nyomvonalára 2D-ben lett javaslat téve, hogy egy biztos alapot adjon a későbbiekben történő modellezéshez. Az ábrán a pirossal jelzett vonal a tűzeseti elosztószekrényhez vezet, ennek minden esetben külön kábeltálcát kell biztosítani a TvMI 7.4:2020.01.22. szerint.[5] Ezt mindig legföldre kell helyezni, ha több kábeltálca is fut egymás felett párhuzamosan. Így abban az esetben, ha bármi sérülés érne az alatta levőket, akkor is gond nélkül el tudja látni a feladatát. A kézzel jelzett vonal jelöli az összes többi elosztószekrényhez menő kábelek útvonalát.

2.6. Kábelméretezés az alelosztó berendezések számára

A kábelek feszültségesésre lettek méretezve úgy, hogy a százalékos feszültségesés kisebb legyen, mint egy százalék. $\varepsilon \leq 1$

Ennek meghatározásához elsőként az üzemi áramerősségre van szükség, ami a meglévő adatokból kiszámítható az alábbi képlet alapján:[1]

$$I = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} [A]$$

A vezetékek először terhelésre vannak kiválasztva, majd feszültségesésre lesznek méretezve.

Terhelésre a kiszámított üzemi áram alapján az alábbi táblázat szerint lettek kiválasztva, ami egy elég erős útmutatást ad a kiválasztandó vezeték keresztmetszetére:[8]

A vezető keresztmetszete mm ²	Megengedett terhelés „A” www.novill.hu						Biztosító betétek
	A csoport		B csoport		C csoport		
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	
0.5	7	-	10	-	13	-	-
0,75	10	-	13	-	16	-	-
1	12	-	16	-	20	-	6
1.5	16	13	20	17	25	22	10
2.5	21	16	27	21	34	27	16
4	27	21	36	29	45	35	20
6	35	27	47	37	57	45	25
10	48	36	65	51	78	61	35
16	63	51	87	68	104	82	50
25	83	65	115	90	137	107	63
35	110	86	143	112	168	132	80
50	140	110	178	140	210	165	100
70	175	140	220	173	260	205	125
95	215	175	265	210	310	245	160
120	255	205	310	245	365	285	200
150	295	235	355	280	415	330	250
185	340	270	405	320	475	375	315
240	400	300	480	380	560	440	400
300	470	375	555	435	645	510	500
400	570	455	690	540	770	605	630
500	660	530	820	640	880	690	-

2.2. Táblázat: Vezetékek terhelhetősége

A mértékadó feszültségesést a kiválasztott keresztmetszet alapján lehet meghatározni: [1]

$$e' = \frac{\rho \cdot I \cdot l}{A} [V]$$

Majd a számított feszültségesés százalékban: [1]

$$\varepsilon = \frac{e' \cdot \sqrt{3}}{0,75 \cdot U_n} \cdot 100 [\%]$$

Ezután kerül kiválasztásra a megfelelő kábeltípus.

2.7.Kábellista

Honnan	Hová	Teljesítmény [kW]	Feszültség szint [V]	cos ϕ	Üzemi áramerősség [A]	Kábelhossz [m]	Kábel fázis keresztmetszet [mm ²]	Kábel típus	ρ (réz)	Feszültségesés terhelésre [%]
MDB	ESB	35	400	0,9	56,13	23	16	NHXXH	1/56	0,83
MDB	DB1	35	400	0,9	56,13	23	16	NYJ-J	1/56	0,83
MDB	DB2	20	400	0,9	32,08	65	25	NYJ-J	1/56	0,86
MDB	DB3	50	400	0,9	80,19	46	50	NYCWY	1/56	0,76
MDB	DB4	80	400	0,9	128,30	34	50	NYCWY	1/56	0,90
MDB	DB5	10	400	0,9	16,04	17	4	NYJ-J	1/56	0,70
MDB	Tech1	30	400	0,8	54,13	66	50	NYCWY	1/56	0,74
MDB	Tech2	30	400	0,8	54,13	63	50	NYCWY	1/56	0,70
MDB	Tech3	30	400	0,8	54,13	60	35	NYCWY	1/56	0,96
MDB	Tech4	10	400	0,8	18,04	53	10	NYJ-J	1/56	0,99
MDB	Tech5	20	400	0,8	36,08	40	16	NYJ-J	1/56	0,93
MDB	Tech6	20	400	0,8	36,08	37	16	NYJ-J	1/56	0,86
MDB	MCC-1	30	400	0,75	57,74	27	16	NYJ-J	1/56	1,00
MDB	MCC-2	30	400	0,75	57,74	28	25	NYCWY	1/56	0,67
MDB	MCC-3	50	400	0,75	96,23	29	35	NYCWY	1/56	0,82
MDB	MCC-4	70	400	0,75	134,72	30	50	NYCWY	1/56	0,83

2.3.Táblázat: Kábellista

A tűzeseti fogyasztókról és tápellátásukról a TvMI 7.4:2020.01.22. szabvány rendelkezik.
[5]

Jelen esetben a 8. pont alatt található rendelkezések lesznek szükségesek a megfelelő tervezéshez.

A 8.1-es cikkely kimondja, hogy tűzálló kábelrendszerre, és a tűzálló kábelrendszer rögzítésére alkalmas építményszerkezetek létesítésére van szükség.

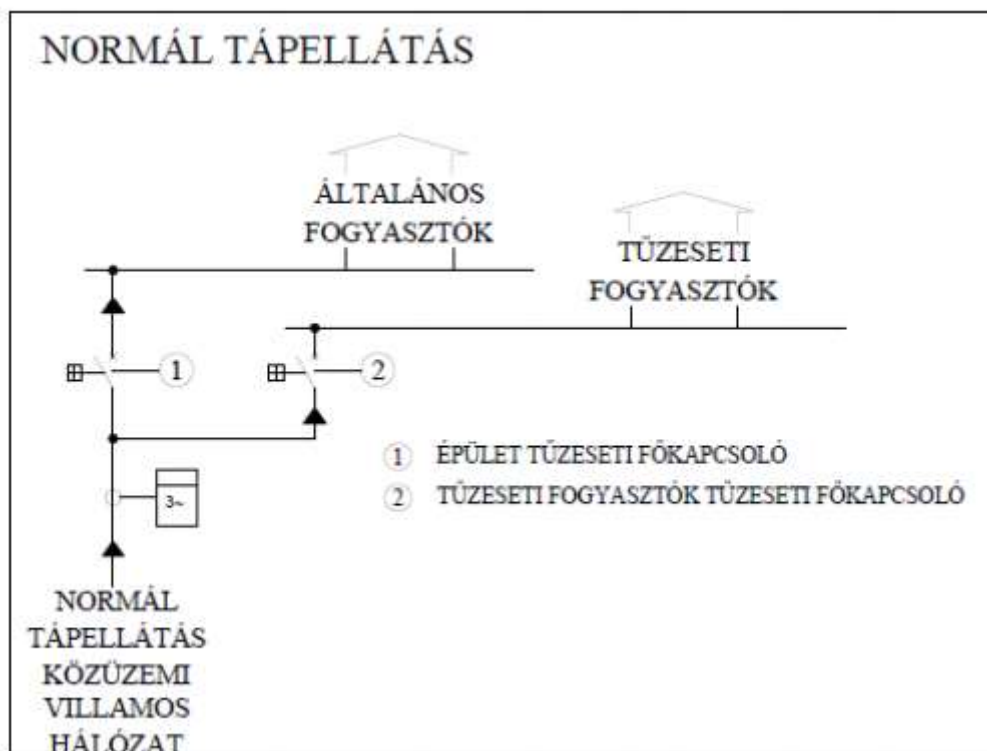
A tűzeseti fogyasztókról és tápellátásuk módjáról a 8.2-es bekezdés rendelkezik:

„8.2.1. Tűzeseti fogyasztók megtáplálása

8.2.1.1. Olyan építményekben, amelyekben a tűzeseti fogyasztók megtáplálása nem biztonsági tápforrásról történik, megfelelő a tűzeseti fogyasztókat megtápláló áramkörök kialakítása, ha azok leágaztatása a normál tápellátásról úgy történik, hogy

a) a normál fogyasztók tűzeseti lekapcsolása nem okozza a tűzeseti fogyasztók lekapcsolását, és

b) a tűzeseti fogyasztók tűzeseti lekapcsolása külön tűzeseti főkapcsolóval lehetséges.”



2.3.Ábra: Tűzeseti tápellátás módja

Tehát ebben az esetben elegendő a normál tápellátásról ellátni a tűzeseti fogyasztókat, de külön megszakítóval kell ellátni azt az ágot, ami függetlenül működik az általános fogyasztók felé menő ágtól.[5]

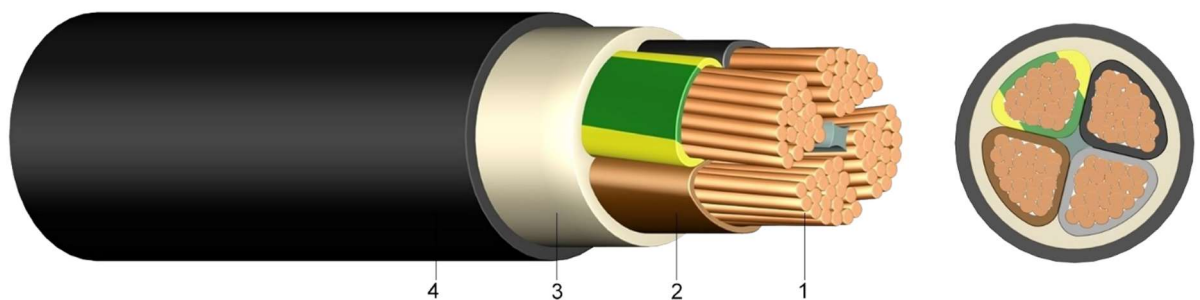
2.8.Kábelek kiválasztása

A kábeleket a VLG honlapjáról kerestem ki. Ez a cég erőátviteli kábelek forgalmazásával foglalkozik. [16]

Általános fogyasztókhoz tartozó kábel (ide tartoznak a gépészeti, a technológiai és az épületvillamossági fogyasztók):

Erre a célra két kábeltípus került kiválasztásra: a 25 mm^2 keresztmetszet alatti kábelekhez NYY, a 25 mm^2 felettiekhez pedig NYCWY típusú.

NYY: [16]



2.4.Ábra: NYY típusú kábel felépítése

Felépítése:

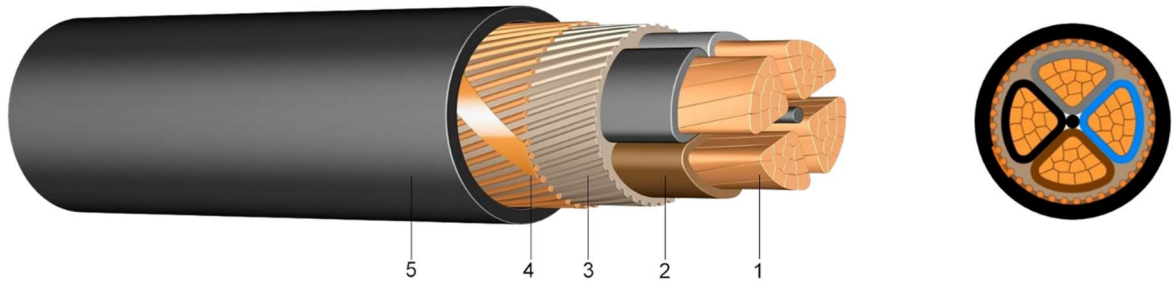
1. rézvezető, csupasz, tömör (RE) vagy sodrott (RM/SM)
2. PVC érszigetelés
3. PVC - kitöltőköpeny vagy bandázsolás
4. PVC külső köpeny, fekete (UV álló)

Alkalmazása:

Belső térben és a szabadban, kábelcsatornában, rögzített elhelyezéssel falon és fémszerkezeteken, vagy közvetlenül a földbe fektetve. Főleg közcélú elosztóhálózatokban,

erőművekben, ipari üzemekben és kapcsoló-berendezésekben, ha a felhasználás során a kábel mechanikai sérüléseknek nincs kitéve. [16]

NYCWY: [16]



2.5.Ábra: NYCWY típusú kábel felépítése

Felépítése:

1. rézvezető, csupasz, tömör vagy sodrott
2. PVC érszigetelés
3. PVC kitöltőköpeny
4. hullámformában felvitt rézvezető árnyékolás
5. PVC külső köpeny, fekete (UV álló)

Alkalmazása:

Száraz, nedves és vizes helyiségekben, kábelcsatornában, kültéren, földbe fektetve és vízben.

Ez a fajta kábel elsősorban nem az előbbi tulajdonságai miatt lett kiválasztva, hanem a költségcsökkentés miatt. Ugyanis az NYCWY-ben a koncentrikus vezető a PE-szál szerepét veszi át, ami kevesebb réz felhasználását eredményezi, és ilyen keresztmetszet felett (25 mm^2) érdemesebb ezt használni. [16]

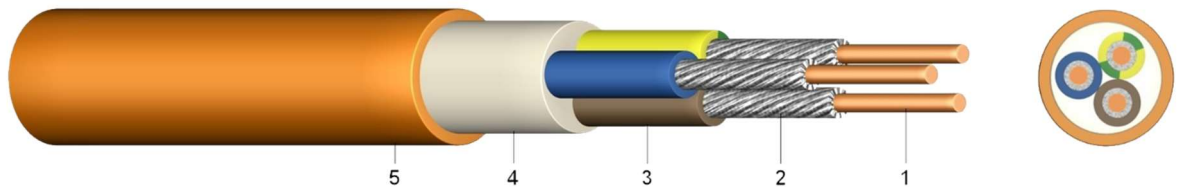
Tűzeseti fogyasztókhoz tartozó kábel:

Ehhez a fogyasztóhoz NHXH típusú kábel lett kiválasztva.

Tulajdonságai:

Felhasználható olyan helyeken, ahol különleges szabályok vonatkoznak a tűz elleni védekezésre, fontos a személyek és értéktárgyak védelme, tűz esetén a füst és korrozív gázok keletkezése nem megengedhető, magas biztonsági követelményeket kell teljesíteni. Használhatók kültéren és beltéren, de nem fektethető közvetlenül földre és víz alá. A 2. védelmi osztály előírásait teljesíti. Funkcionális integritását a kábel 90 percig tartja meg, a szigetelési tulajdonságát 180 percig.[16]

NHXX:

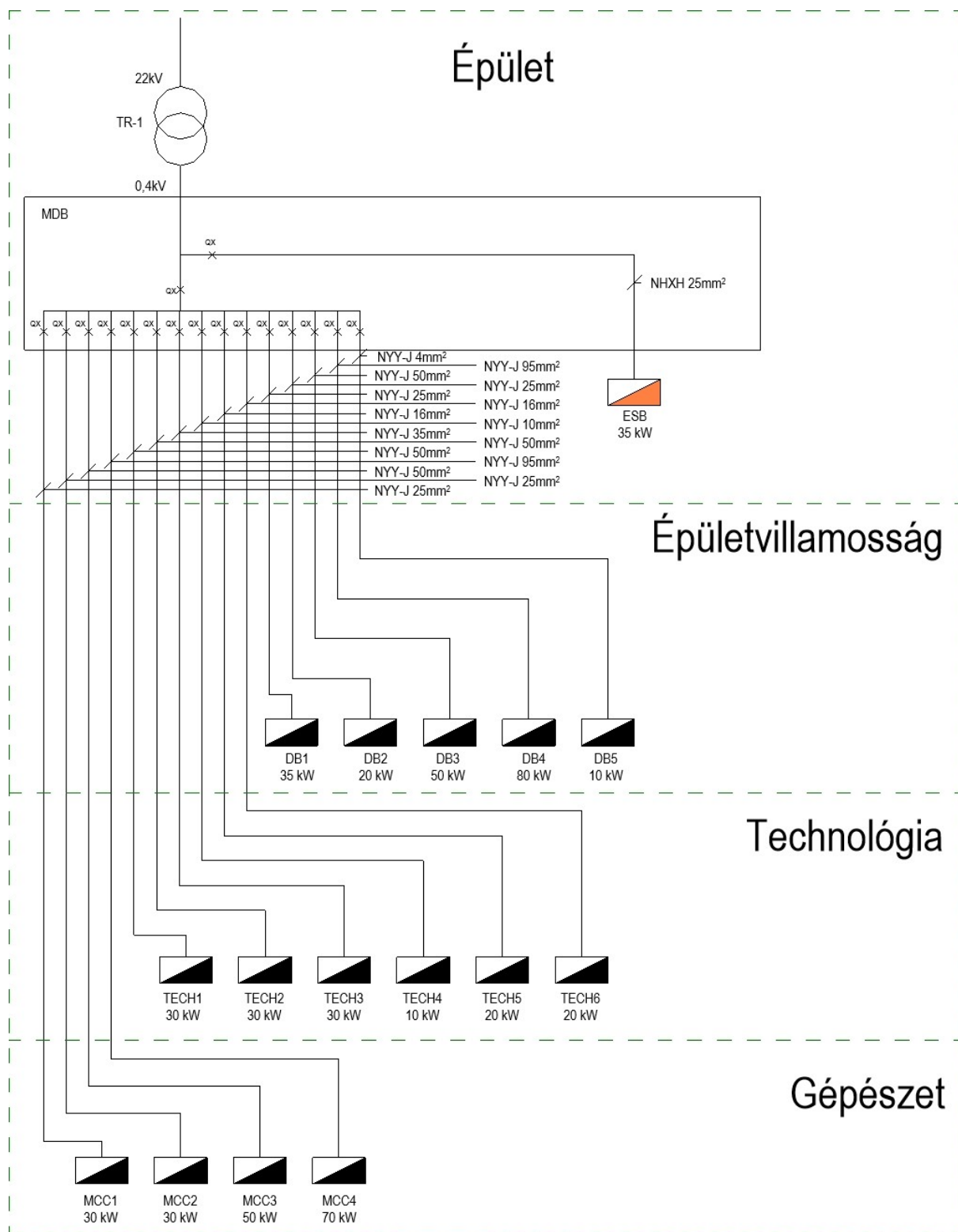


2.6.Ábra: NHXX típusú kábel felépítése

Felépítése:

1. rézvezető, csupasz, egyerű vagy sodrott
2. lángvédő MICA tekercselés (csillám szalag)
3. érszigetelés halogénmentes polimerből
4. halogénmentes kitöltőköpeny
5. külső köpeny halogénmentes polimerből, narancs színű [16]

2.9.Fővezetékterv



2.7.Ábra: Fővezetékterv

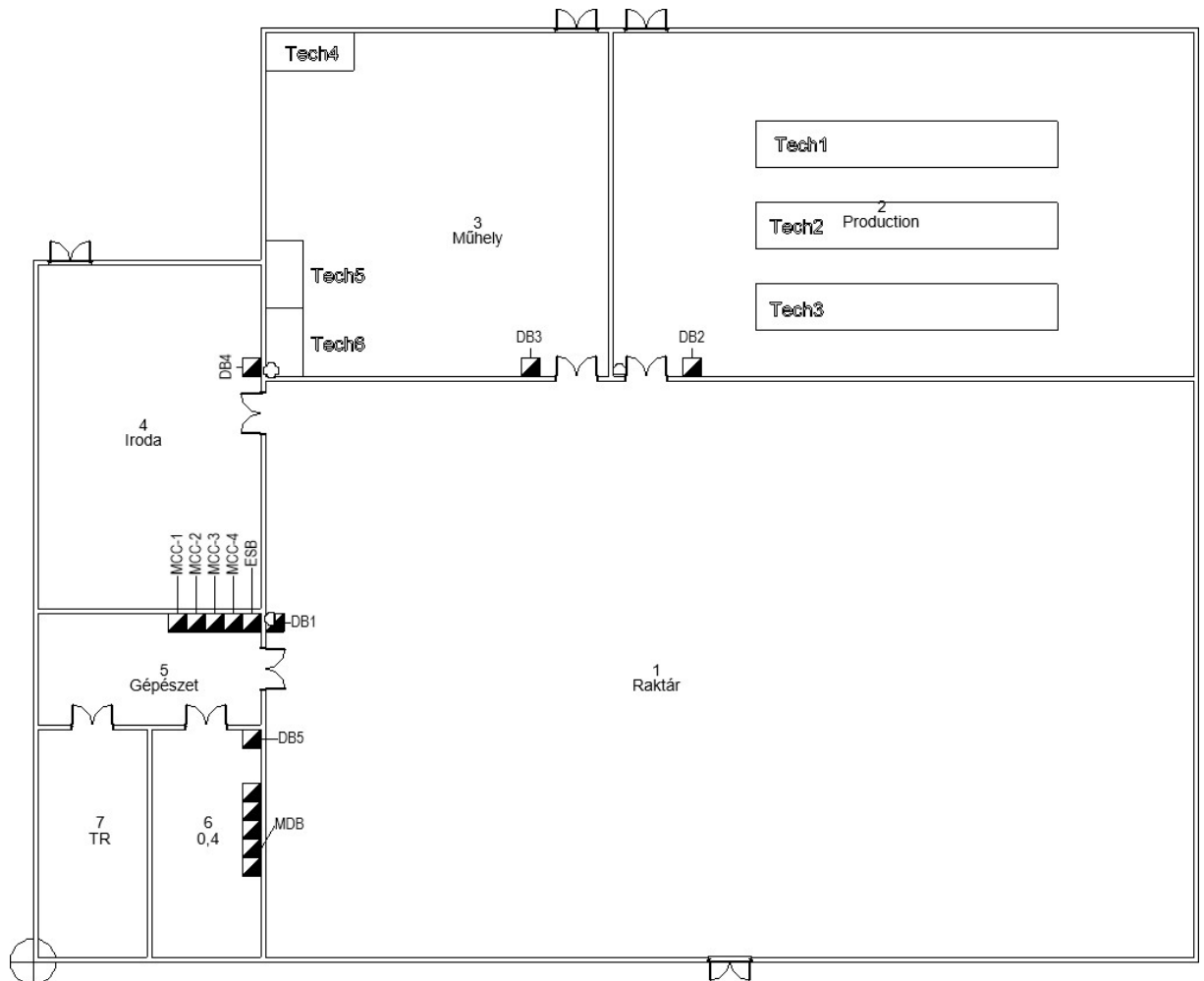
A fővezetékterv az MMK szabályzat kiviteli szabályai szerint készült.

A 8.3.2 bekezdés szerint:

„Erősáramú fővezeték tervek: a berendezéshez tartozó energiaforrások, energia átalakítók, főelosztók, elosztók és egyedi nagy fogyasztók (felvonók, hűtőgépek stb.) elhelyezésének, az azokat összekötő fővezeteki hálózatnak ábrázolása az épület szintjeit, illetve vízszintes és függőleges tengelyeit feltüntető fa- struktúraszerű ábrán, az elosztók, nagy fogyasztók tervjeleinek, teljesítményigényének, a fővezetékek keresztmetszetének és hosszának feltüntetésével.” [5]

2.10. Elosztószekrények

Elhelyezésük az épületben:



2.8.Ábra: Elosztószekrények elhelyezkedése az épületben

A főelosztó 5 mezőre lett tervezve, hogy fedje a valóságos kiterjedését, de ennek méretét legpontosabban majd az elosztószekrény gyártója fogja tudni megmondani.

A szekrények lehelyezésénél figyelembe lett véve, hogy minél kevesebb helyet foglaljon a hasznos térből, és a fő nyomvonal a lehető legegyszerűbb legyen. Ahol csak lehetséges volt, ott mindenhol az ajtó mellé lettek elhelyezve.

Főelosztó berendezés:

Főelosztó tervezéskor az épület teljes villamosenergia-igényét figyelembe kell venni, és az összesített teljesítménnyel kell a számolásokat elvégezni.

Az elosztószekrények méretezésénél figyelembe szokták venni az egyidejűségi tényezőt is. Az egyidejűségi tényező olyan becsült érték, amely figyelembe veszi a tényt, hogy egy berendezésben soha nincs minden készülék egyidejűleg és teljes teljesítménnyel bekapcsolva.

A megrendelő által adott teljesítményértékek már tartalmazzák ezt a korrekciót, ezért csak a főelosztó tervezésénél kell figyelembe venni.

Egyidejűségi tényezők:

- Technológia: 1
- Gépészet: 0,8
- Épületvillamosság: 0,7

Egyidejűségi tényezővel korrigált teljesítmények:

Honnan	Hová	Teljesítmény [kW]	Egyidejűség	
MDB	ESB	35	1	35
MDB	DB1	35	0,7	24,5
MDB	DB2	20	0,7	14
MDB	DB3	50	0,7	35
MDB	DB4	80	0,7	56
MDB	DB5	10	0,7	7
MDB	Tech1	30	1	30
MDB	Tech2	30	1	30
MDB	Tech3	30	1	30
MDB	Tech4	10	1	10
MDB	Tech5	20	1	20
MDB	Tech6	20	1	20
MDB	MCC-1	30	0,8	24
MDB	MCC-2	30	0,8	24
MDB	MCC-3	50	0,8	40
MDB	MCC-4	70	0,8	56
Korrigált összes teljesítmény:				455,5

2.4.Táblázat: Korrigált teljesítmény

A korrekció nélküli összteljesítmény $P=550\text{kW}$ lenne, de így csak $455,5\text{ kW}$ -ra kell méretezni a főelosztó berendezést.

Áramerősség meghatározása: [1]

$$I = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{455,5\text{kW}}{\sqrt{3} \cdot 400\text{V}} = 657,5\text{ A}$$

Ehhez az áramerősség értékhez 500mm^2 -es kábelt ajánl az útmutató táblázat, de a kis távolság miatt (15 m), kicsi a feszültségesés, ezért elég 120mm^2 -es kábelt használni. Az ehhez tartozó százalékos feszültségesés $\varepsilon=0,85\%$.

A transzformátor és a főelosztó összekötéséhez tehát egy 120mm^2 -es NYCWY típusú kábel lett kiválasztva.

Elosztószekrények kiválasztása:

Az elosztószekrények a Schneider Electric honlapján megtalálható berendezések közül kerültek kiválasztásra.[14]

Főelosztószekrény:

Főelosztónak egy Prisma Plus P szekrény lett kiválasztva, amely 4000A -es terhelhetőségre van méretezve.



2.9.Ábra: Főelosztószekrény

Műszaki adatok:

- Elosztó rendszer: vízszintes és függőleges gyűjtősínek oldalirányú rekeszben vagy a mezők hátuljánál
- Fémszekrények: acéllemezek elektroforézises kezeléssel és hővel polimerizált epoxy porbevonattal
- RAL 9001 fehér színben
- Védettségi besorolás: IP30–IP55
- Mechanikai behatásokkal szembeni védettségi besorolás: IK07 és IK10

Méretek:

- magasság: 2000 mm
- szélesség: 800 mm (függőleges gyűjtősínekkel rendelkező funkcionális egységek esetén), 650 mm (funkcionális egységek esetén), 400 mm (funkcionális egységek vagy kábelcsatornák esetén), 300 mm (kábelcsatornák esetén)
- mélység: 400 mm, 600 mm [14]

Alelosztószekrények:

Alelosztószekrényeknek Prisma Plus G lett kiválasztva. Ezek 630A terhelhetőségűek.



2.10.Ábra: Alelosztószekrény

Műszaki adatok:

- Fémszekrények: acéllemezek elektroforézises kezeléssel és hővel polimerizált epoxy porbevonattal
- RAL 9001 fehér színben
- Védettségi besorolás: IP30–IP55
- Mechanikai behatásokkal szembeni védettségi besorolás: IK07 és IK10 [14]

3. Hálózati csatlakozás

A hálózatra csatlakozáshoz szükséges feszültségszint meghatározása.

Az épület hálózatra való csatlakozásához a körülményeket tekintve két lehetőség áll rendelkezésre:

- 20 kV-os hálózatra csatlakozás
- 0,4 kV-os csatlakozás

Az épülettől 100 m-re található az energiaszolgáltató elosztószekrénye, ahol középfeszültségen 20 kV-on, illetve kisfeszültségen egy 20/04 kV-os transzformátor segítségével van lehetőség csatlakozni. Ez a transzformátor az energiaszolgáltató tulajdonát képezi.

A megfelelő feszültségszint kiválasztásakor a következő szempontok fognak szerepet játszani:

- A különböző feszültségszintre való csatlakozás tarifája
- Az éves fogyasztás
- Telepítési költségek
- Beruházási költségek
- Karbantartási költségek
- Megtérülés számítás

3.1. 0,4 kV-os hálózatra való csatlakozás vizsgálata

Méretezés feszültségesésre: [1]

$$A \geq \frac{\rho}{e'} \cdot l \cdot I_w$$

Ahol:

A - a vezető keresztmetszete [mm²]

ρ – a vezető fajlagos ellenállása [Ω m]

e' – feszültségesés [V]

l – a vezető hossza [m]

I_w - a vezetón átfolyó wattos áram [A]

A fajlagos ellenállás értéke réz vezető esetén: $\rho = \frac{1}{56} \Omega m$

A megengedhető feszültségesés a tervezés során a megrendelő kérésére $\varepsilon=1\%$.

$$P = 455,5 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi = 0,95$$

$$\tan \varphi = 0,329$$

$$l = 100m$$

Áram értékének meghatározása:[1]

$$I_w = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

$$I_w = \frac{455,5kW}{\sqrt{3} \cdot 0,4kV}$$

$$I_w = 657,5A$$

Feszültségesés:[1]

$$e' = 0,75 \cdot \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

$$e' = 0,75 \cdot \frac{1}{100} \cdot \frac{0,4 \text{ kV}}{\sqrt{3}} = 1,73V$$

Keresztmetszet számítás:[1]

$$A \geq \frac{\rho}{e'} \cdot l \cdot I_w$$

$$A \geq \frac{1}{56\Omega m \cdot 1,73V} \cdot 100m \cdot 657,5A$$

$$A = 678,68mm^2$$

A konzulensem javaslatára a választott keresztmetszet $240mm^2$. Így olyan kábelt tudok használni, ami a kereskedelmeben kapható, ezzel is elkerülve az egyedi gyártást, ami jelentősen növelné a költségeket.

$$A = 240mm^2$$

Az igényelt kábelek száma úgy határozható meg, ha a számított szükséges keresztmetszetet leosztjuk a használni kívánt kábel keresztmetszetével (egyenletességet feltételezve):

$$\frac{678,68 \text{ mm}^2}{240 \text{ mm}^2} = 2,83 \rightarrow 3 \text{ db}$$

Ellenőrzés teljesítményveszteségre:[1]

$$v' = \frac{\rho}{A} \cdot l \cdot I^2$$

Ahol:

A - a vezető keresztmetszete [mm^2]

ρ – a vezető fajlagos ellenállása [Ωm]

v' – teljesítményveszteség [W]

l – a vezető hossza [m]

I – a vezetőkön átfolyó áram [A]

$$I_m = I_w \cdot \tan \varphi = 657,5 \text{ A} \cdot 0,329 = 216,32 \text{ A}$$

$$I = \sqrt{I_w^2 + I_m^2} = \sqrt{657,5^2 + 216,32^2} = 692,17 \text{ A}$$

[1]

Egy kábelben átfolyó áram nagysága:

$$\frac{692,17 \text{ A}}{3} = 230,72 \text{ A}$$

Teljesítményveszteség:[1]

$$v' = \frac{100 \cdot 230,72^2}{56 \cdot 240} = 396,07 \text{ W}$$

$$v' = 3 \cdot 396,07 \text{ W} = 1188,21 \text{ W}$$

Kábel kiválasztása:

0,4 kV-on történő csatlakozás esetén 3 db NYCWY 4x240/120 rézvezetős földkábel látná el az energiaátvitelt az épület és az áramszolgáltató transzformátora között.

Éves fogyasztás meghatározása:

Az éves villamosenergia fogyasztás kiszámolásához a 2021. év naptárát vettem alapul, ami 254 munkanapot tartalmaz.

A termelés napi 2x8 órás műszakban történik minden hétköznapi. Egy műszakos leállás van, amikor a technológiai fogyasztók nem üzemelnek, a gépészeti fogyasztók 30%-on működnek, minden egyéb fogyasztót a teljes fogyasztási értékkel vettem figyelembe.

Tehát az épületvillamossági fogyasztókat napi 24 órával, a technológiai fogyasztókat napi 16 órával, a gépészeti fogyasztókat pedig napi 16 óra teljes fogyasztási értékkel, és napi 8 óra 30%-os fogyasztási értékkel kell figyelembe venni.

Mivel 2 tarifás díjszabás lesz érvényben, amit a későbbiekben részletesebben kifejték, ezért külön számolni kell csúcs- és völgyidőszakot is. Az E.ON honlapja szerint völgyidőszaknak minősül munkanapokon a 22-06 óra közötti időszak. Tehát az éjszakai műszakra, amikor nem folyik termelés, a völgyidőszakra vonatkozó árszabás fog vonatkozni, ezért azt külön kell kezelni.[10]

Épületvillamosság:

$$P_{\text{é.vill}} = 136,5 \text{ kW}$$

$$P_{\text{é.vill-éves-csúcs}} = 136,5 \text{ kW} \cdot 254 \text{ nap} \cdot 16 \text{ h}$$

$$P_{\text{é.vill-éves-csúcs}} = 554736 \text{ kWh} = 554,736 \text{ MWh}$$

$$P_{\text{é.vill-éves-völgy}} = 136,5 \text{ kW} \cdot 254 \text{ nap} \cdot 8 \text{ h}$$

$$P_{\text{é.vill-éves-völgy}} = 277368 \text{ kWh} = 277,368 \text{ MWh}$$

Technológia:

$$P_{\text{tech}} = 140 \text{ kW}$$

$$P_{\text{tech-éves-csúcs}} = 140 \text{ kW} \cdot 254 \text{ nap} \cdot 16 \text{ h}$$

$$P_{\text{tech-éves-csúcs}} = 568960 \text{ kWh} = 568,96 \text{ MWh}$$

$$P_{\text{tech-éves-völgy}} = 0 \text{ kWh}$$

Gépészet:

$$P_{gép} = 180 \text{ kW}$$

$$P_{gép-éves-csúcs} = 180 \text{ kW} \cdot 254 \text{ nap} \cdot 16 \text{ h}$$

$$P_{gép-éves-csúcs} = 731520 \text{ kWh} = 731,520 \text{ MWh}$$

$$P_{gép-éves \text{ ölgly}} = 0,3 \cdot 180 \text{ kW} \cdot 254 \text{ nap} \cdot 8 \text{ h}$$

$$P_{gép-éves-völgy} = 109728 \text{ kWh} = 109,728 \text{ MWh}$$

Összesített éves fogyasztás:

$$P_{össz-éves-csúcs} = P_{é.vill-éves-csúcs} + P_{tech-éves-csúcs} + P_{gép-éves-csúcs}$$

$$P_{össz-éves-csúcs} = 554,736 \text{ MWh} + 568,96 \text{ MWh} + 731,520 \text{ MWh}$$

$$P_{össz-éves-csúcs} = 1855,216 \text{ MWh}$$

$$P_{össz-éves-völgy} = P_{é.vill-éves-völgy} + P_{tech-éves-völgy} + P_{gép-éves-völgy}$$

$$P_{össz-éves-völgy} = 277,368 \text{ MWh} + 0 \text{ MWh} + 109,728 \text{ MWh}$$

$$P_{össz-éves-völgy} = 387,096 \text{ MWh}$$

Kisfeszültségű tarifa megállapítása:

Mivel az épület az E.ON Áramszolgáltató Kft. elosztói működési területén helyezkedik el, ezért az E.ON díjszabását kell figyelembe venni.

A választott tarifa: nem lakossági (üzleti) villamos energia A2-es csomagja.

Ez egy kéttarifás számítási rendszeren alapul, amiben csúcs- és völgyidőszakra különül el az elszámolás és a díjszabás.

Az árakat az E.ON honlapjáról szereztem. Eszerint a kalkulációhoz felhasznált villamosenergia-árak és azok belső szerkezete 2021. ápr. 1-től hatályosak.[10]

Csúcs-időszakban: $p_{csúcs}=72 \text{ Ft/kWh}$

Völgy-időszakban: $p_{völgy}=53 \text{ Ft/kWh}$

Ezek az árak ÁFÁ-val együtt értendők, és tartalmazzák az egyetemes szolgáltatói árat, a forgalomarányos rendszerhasználati díjat és a külön pénzeszközökre vonatkozó díjakat.

Az elosztói alapidíj mindkét esetben 1446 Ft/év/csatlakozási pont [10]

$$p_{csúcs-éves} = p_{csúcs} \cdot P_{össz.-éves-c\ úcs}$$

$$p_{csúcs-éves} = 72 \text{ Ft/kWh} \cdot 1855216 \text{ kWh}$$

$$p_{csúcs\ éves} = 133\,575\,552 \text{ Ft}$$

$$p_{völgy-éves} = p_{völgy} \cdot P_{össz.-éves-völgy}$$

$$p_{völgy-éves} = 53 \text{ Ft/kWh} \cdot 387096 \text{ kWh}$$

$$p_{völgy-éves} = 20\,516\,088 \text{ Ft}$$

$$p_{éves} = p_{csúcs\ éves} + p_{völgy-éves} + p_{csatl.}$$

$$p_{éves} = 133\,575\,552 \text{ Ft} + 20\,516\,088 \text{ Ft} + 1446 \text{ Ft}$$

$$p_{éves} = 154\,093\,086 \text{ Ft/év}$$

Beruházási és karbantartási díjak:

1 méter 240mm² NYCWY kábel ára 60ezer forint, ehhez hozzáadódik méterenként ugyanennyi telepítési munkadíj is. [11]

3db kábellel történik az energiaátvitel.

$$p_{kábel} = 3db \cdot 100m \cdot 60\,000 \text{ Ft} \cdot 2$$

$$p_{kábel} = 36\,000\,000 \text{ Ft}$$

Összefoglalás:

A beruházási költség 0,4 kV feszültség szint esetén 36 000 000 Ft

Az éves villamosenergia-költség 154 093 086 Ft/év

3.2. 20 kV-os hálózatra való csatlakozás vizsgálata

Méretezés feszültségesésre:[1]

$$A \geq \frac{\rho}{e'} \cdot l \cdot I_w$$

Ahol:

A - a vezető keresztmetszete [mm²]

ρ – a vezető fajlagos ellenállása [Ωm]

e' – feszültségesés [V]

l – a vezető hossza [m]

I_w - a vezetõn átfolyó wattos áram [A]

A fajlagos ellenállás értéke alumínium vezető esetén: $\rho = \frac{1}{35} \Omega m$ [1]

A megengedhető feszültségesés a tervezés során a megrendelő kérésére $\varepsilon=1\%$.

$$P = 455,5 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi = 0,95$$

$$\tan \varphi = 0,329$$

$$l = 100m$$

Áram értékének meghatározása:[1]

$$I_w = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

$$I_w = \frac{455,5kW}{\sqrt{3} \cdot 20kV}$$

$$I_w = 13,15A$$

Feszültségesés:[1]

$$e' = \frac{\varepsilon}{100} \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

$$e' = \frac{1}{100} \cdot \frac{20 \text{ kV}}{\sqrt{3}} = 115,47 \text{ V}$$

Keresztmetszet számítás:[1]

$$A \geq \frac{\rho}{e'} \cdot l \cdot I_w$$

$$A \geq \frac{1}{35 \Omega \text{m} \cdot 115,47 \text{ V}} \cdot 100 \text{ m} \cdot 13,15 \text{ A}$$

$$A = 0,3254 \text{ mm}^2$$

A kis áramérték miatt és a viszonylag kis távolság miatt a szükséges keresztmetszet nagyon kis érték lesz, ezért konzulensem javaslatára 95mm²-es földkábelt választottam a 20kV-os csatlakozáshoz.

$$A = 95 \text{ mm}^2$$

Ellenőrzés teljesítményveszteségre:[1]

$$v' = \frac{\rho}{A} \cdot l \cdot I^2$$

Ahol:

A - a vezető keresztmetszete [mm²]

ρ – a vezető fajlagos ellenállása [Ωm]

v' – teljesítményveszteség [W]

l – a vezető hossza [m]

I – a vezetőkön átfolyó áram [A]

$$I_m = I_w \cdot \tan \varphi = 13,15 \text{ A} \cdot 0,329 = 4,33 \text{ A}$$

$$I = \sqrt{I_w^2 + I_m^2} = \sqrt{13,15^2 + 4,33^2} = 13,85 \text{ A}$$

Egy kábelben átfolyó áram nagysága, feltételezve, hogy a fázisok között egyenletesség van:

$$\frac{13,85 \text{ A}}{3} = 4,62 \text{ A}$$

Teljesítményveszteség:[1]

$$v' = \frac{100 \cdot 13,85^2}{35 \cdot 95} = 5,2 \text{ W}$$

$$v' = 3 \cdot 5,2 \text{ W} = 15,6 \text{ W}$$

Kábel kiválasztása:

20 kV-on történő csatlakozás esetén 3 db NA2XS(F)2Y 1x95/16mm² alumínium vezető földkábel látná el az energiaátvitelt az épület és az áramszolgáltató transzformátora között.

Éves fogyasztás meghatározása:

Az előző részben meghatározásra került az éves fogyasztás.

Épületvillamosság:

$$P_{\text{é.vill-éves-c}} \text{ úcs} = 554736 \text{ kWh} = 554,736 \text{ MWh}$$

$$P_{\text{é.vill}} \text{ éves-völgy} = 277368 \text{ kWh} = 277,368 \text{ MWh}$$

Technológia:

$$P_{\text{tech-éves-csúcs}} = 568960 \text{ kWh} = 568,96 \text{ MWh}$$

$$P_{\text{tech-éves-völgy}} = 0 \text{ kWh}$$

Gépészet:

$$P_{\text{gép-éves-csúcs}} = 731520 \text{ kWh} = 731,520 \text{ MWh}$$

$$P_{\text{gép-éves-völgy}} = 109728 \text{ kWh} = 109,728 \text{ MWh}$$

Összesített éves fogyasztás:

$$P_{\text{össz-éves-}} \text{ úcs} = 1855,216 \text{ MWh}$$

$$P_{\text{össz-éves-völgy}} = 387,096 \text{ MWh}$$

Középfeszültségű tarifa megállapítása:

Mivel az épület az E.ON Áramszolgáltató Kft. elosztói működési területén helyezkedik el, ezért az E.ON díjszabását kell figyelembe venni.

A választott tarifa: nem lakossági (üzleti) villamos energia A2-es csomagja középfeszültségű csatlakozással.

Ez is kéttarifás számítási rendszeren alapul, amiben csúcs- és völgyidőszakra különül el az elszámolás és a díjszabás.

Az árakat az E.On honlapjáról szereztem. Eszerint a kalkulációhoz felhasznált villamosenergia-árak és azok belső szerkezete 2021. ápr. 1-től hatályosak.[10]

Csúcs-időszakban: $p_{csúcs}=66,42 \text{ Ft/kWh}$

Völgy-időszakban: $p_{völgy}=47,25 \text{ Ft/kWh}$ [10]

Ezek az árak ÁFÁ-val együtt értendők, és tartalmazzák az egyetemes szolgáltatói árat, a forgalomarányos rendszerhasználati díjat és a külön pénzeszközökre vonatkozó díjakat.

Az elosztói alapidő két esetben 1446 Ft/év/csatlakozási pont [10]

$$p_{csúcs-éves} = p_{csúcs} \cdot P_{össz.-éves-csúcs}$$

$$p_{csúcs-éves} = 66,42 \text{ Ft/kWh} \cdot 1855216 \text{ kWh}$$

$$p_{csúcs-éves} \cong 123\,223\,447 \text{ Ft}$$

$$p_{völgy-éves} = p_{völgy} \cdot P_{össz.-éves-völgy}$$

$$p_{völgy-éves} = 47,25 \text{ Ft/kWh} \cdot 387096 \text{ kWh}$$

$$p_{völgy-éves} \cong 18\,290\,286 \text{ Ft}$$

$$p_{éves} = p_{csúcs-éves} + p_{völgy-éves} + p_{csatl.}$$

$$p_{éves} = 123\,223\,447 \text{ Ft} + 18\,290\,286 \text{ Ft} + 1446 \text{ Ft}$$

$$p_{éves} = 141\,515\,179 \text{ Ft/év}$$

Transzformátor választás:

Mivel a villamosenergia vételezés középfeszültségen történik, és az épülethez is ezen a feszültség szinten érkezik meg, ezért szükség van egy 20/0,4 kV-os transzformátorra.

Az épület egyidejűsített teljesítménye:

$$P = 455,5 \text{ kW} \rightarrow S = \frac{P}{\cos\varphi} = \frac{455,5 \text{ kW}}{0,95} = 479,5 \text{ kVA}$$

Transzformátorokat mindig 80%-ra kell tervezni, és 20% tartalékot szükséges hagyni.

Szükséges transzformátor teljesítmény:

$$S_{Tr} = \frac{100}{80} \cdot S = \frac{100}{80} \cdot 479,5kVA = 599,34 kVA$$

20/0,4 kV-os transzformátornak egy olaj szigetelésű 630 kVA-es névleges teljesítményű Newton 630/22 berendezést választottam. [9]

Ennek ára:

$$p_{Tr} = 3\,000\,000 Ft$$

Beruházási és karbantartási díjak:

Kábel vételi és telepítési költsége:

1 méter 95mm² NA2XS(F)2Y kábel ára 3ezer forint, ehhez hozzáadódik méterenként ugyanennyi telepítési munkadíj is. [15]

3 db kábelrel történik az energiaátvitel.

$$p_{kábel} = 3db \cdot 100m \cdot 3000Ft \cdot 2$$

$$p_{kábel} = 1\,800\,000Ft$$

Transzformátor helyiség költsége:

Abban az esetben, ha transzformátor is kerül az épületbe, akkor szükséges külön helyiséget biztosítani neki, ami további plusz költségekkel jár.

Építési költség: 600ezer Ft/m²

Transzformátor helyiség alapterülete:

$$A_{Tr} = 4,7m \cdot 9,8m = 46,06 m^2$$

Transzformátor helyiség építési költsége:

$$p_{ép} = A_{Tr} \cdot 600000Ft = 46,06m^2 \cdot 600000Ft$$

$$p_{ép} = 27\,636\,000 Ft$$

Transzformátor éves karbantartási díja: 400ezer Ft/év

Összefoglalás:

A beruházási költség 20 kV feszültség szint esetén:

$$p_{ber} = p_{Tr} + p_{kábel} + p_{ép}$$

$$p_{ber} = 3000000Ft + 1800000Ft + 27636000Ft$$

$$p_{ber} = 32\,436\,000Ft$$

Az éves villamosenergia-költség és karbantartási díjak:

$$p_{éves-díj} = p_{éves} + p_{kábel} + p_{Tr-k}$$

$$p_{éves-díj} = 141\,515\,179\,Ft + 400\,000\,Ft$$

$$p_{éves-díj} = 141\,915\,179\,Ft$$

3.3.Hálózati csatlakozás feszültség szintjének kiválasztása

0,4 kV-os csatlakozás esetén a beruházási költség 36 000 000 Ft, az éves villamosenergia-költség 154 093 086 Ft/év

20 kV-os csatlakozás esetén a beruházási költség 32 436 000 Ft, az éves villamosenergia-költség 141 915 179 Ft/év

Tehát 20 kV-on minden szempontból kifizetődőbb a hálózati csatlakozás, ugyanis olcsóbb a beruházási költség és az éves villamosenergia-díja is.

10 év alatt csak az éves költségeket figyelembe véve 121,78millió forint takarítható meg ezzel a választással.

A számolt teljesítményveszteségek alapján is az látszik, hogy érdekesebb középfeszültségen csatlakozni, hiszen nagyságrendekkel kisebb a veszteség ebben az esetben, ami további gazdaságosságot eredményez:

$$0,4\,kV \rightarrow 1188,21\,W$$

$$20\,kV \rightarrow 15,6\,W$$

3.4.Megtérülés számítás

Évenként 12 178 000 Ft az az összeg, amit meg lehet spórolni a villamosenergia-díjakon

$$\frac{\text{beruházási költség}}{\text{megtakarítás}} = \frac{32436000}{12178000} = 2,66 \text{ év}$$

Tehát az így nyert pénzből 2,66 év alatt fedezni lehet a beruházási költséget.

3.5. Tokozott áramsín kiválasztása

A transzformátor és a főelosztó között a megrendelő kérésére toksínnel kell megvalósítani az összeköttetést.

A megfelelő toksín kiválasztásához ismerni kell a rajta átfolyó áram nagyságát. Ezt a korábban kiválasztott transzformátor adatai és a főelosztó teljesítménye alapján tudom meghatározni.

$$S_n^{Tr} = 630 \text{ kVA}$$

$$U_n = 400 \text{ V}$$

$$\cos \varphi = 0,95$$

$$P = 455,5 \text{ kW}$$

Az átfolyó áram meghatározása: [1]

$$I_w = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{455,5 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,95} = 692,06 \text{ A}$$

A tokozott sínen átfolyó áram nagysága 692,06 A.

A tokozott sínrendszert a Schneider Electric katalógusából választottam ki. A választásom egy 800 A-es sínre esett, ami a Canalis KS termékcsalád részét képezi.[14]

3.6. Betápláló megszakító kiválasztása

A megfelelő megszakító kiválasztásához ismernem kell a transzformátor és a fővezeték zárlati teljesítményét.

Transzformátor zárlati teljesítménye:[2]

$$\varepsilon_{Tr} = 6\%$$

$$S_{Tr}^z = S_{Tr} \cdot \frac{100}{\varepsilon} = 630 \text{ kVA} \cdot \frac{100}{6} = 10500 \text{ kVA}$$

Áramsín zárlati teljesítménye: [2]

$$z_{\dot{a}} = 0,11 \frac{m\Omega}{m}$$

$$l_{\dot{a}} = 20m$$

$$Z_{\dot{a}} = z_{\dot{a}} \cdot l_{\dot{a}} = 0,11 \frac{m\Omega}{m} \cdot 20m = 2,2\Omega$$

$$S_{\dot{a}}^z = \frac{U_n^2}{Z_{\dot{a}}} = \frac{(400V)^2}{2,2\Omega} = 72,727 \text{ kVA}$$

Zárlati teljesítmény és zárlati áram: [2]

$$S_z = \frac{S_{\dot{a}}^z \cdot S_{Tr}^z}{S_{\dot{a}}^z + S_{Tr}^z} = \frac{10500 \text{ kVA} \cdot 72,727 \text{ kVA}}{10572,727 \text{ kVA}} = 72,23 \text{ kVA}$$

$$I_z = \frac{S_z^2}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{(72,23 \text{ kVA})^2}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \text{ kV}} = 7530,34 \text{ A} = 7,53 \text{ kA}$$

A berendezést háromfázisú zárlati áramra méreteztem, ennek eredményeképpen a zárlati áram nagysága 7,53 kA lehet.

A kapott eredményeket kielemezve egy Schneider Electric NS800N 800 A-es megszakítót választottam, ami képes akár 50 kA-es zárlati áram megszakítására [14]

4. Világítástervezés

A világítástervezés az épületvillamossági tervezés egy nagyon fontos részét képezi. A tervezés bármilyen megvilágítás esetén szükséges, még lakossági szinten is, de különösen az ipari létesítményekben, ahol elengedhetetlenek a megfelelő látási viszonyok a biztonságos és hatékony munkavégzéshez. Fontos, hogy a tervezés során az erre vonatkozó szabványban leírtaknak teljes egészében eleget tegyünk (MSZ EN 12464-1_2012). [7]

4.1.A tervezés lépései

- Helyiség funkciójának megismerése
- A megvilágítási érték és egyenletesség meghatározása szabvány segítségével
- Szükséges lámpatestek kiválasztása
- Megvilágítási terv és látványterv elkészítése

4.2.Tervezőprogram ismertetése

A tervezés Dialux program használatával valósult meg.

Dialux:

A tervezőprogram egy ingyenesen letölthető és bárki számára szabadon elérhető számítógépes szoftver. Beltéri, kültéri és útvilágítás megtervezésére is lehetőség van a program keretein belül. Az alaprajz dwg formátumban tölthető be, ezáltal a felhasználó szerint meghatározott helyiség méretekkel lehet dolgozni. A helyiségek szabadon berendezhetők a belső adatbázisban szereplő bútorokkal, de lehetőség van létrehozni újakat, esetleg az internetről is le lehet tölteni különböző berendezéseket, és azt importálni az aktuális projektbe. Minden olyan érték megadható, ami a megvilágítást befolyásolja úgy, mint a falak, a berendezés és a padló színe és reflexiók tényezője. Megadhatunk különböző munkasíkokat, ahol a megvilágítási értéket kiszámolja. Tölthetünk be a már gyárilag meglévő lámpatípusok mellé különféle gyártók termékeit. Az elkészített tervezet után lehetőség van a helyiség 3D-s megjelenítésére is, amit tetszőleges szögbe állíthatunk. A programból kimenthetünk pdf és jpg formátumú fájlokat is. Illetve tervdokumentációt is készíthet közvetlenül a programból, ami hatékonyan elősegíti a gyors munkavégzést. Továbbá végezhetünk még tartalékvilágítás, természetes bevilágítás és energiahatékonyság kalkulációkat is.

4.3.Világítástechnikai alapfogalmak

Ahhoz, hogy neki lehessen kezdeni a világítástervezésnek elengedhetetlen megismerni a világítástechnikában használt alapfogalmakat. [6]

- **Fényáram:** „A fényforrás által a tér minden irányába kisugárzott és a szem által érzékelt sugárzási teljesítmény. Mértékegysége a lumen (lm).”
- **Fényerősség:** „A fényforrás által meghatározott térszögbe kisugárzott fény mennyiség. Mértékegysége a Kandela (cd).”
- **Színhőmérséklet:** „Ezzel jellemzik a fényforrások fényének a színét, melynek mértékegysége a kelvin (K). A fényforrásokat fényük színe alapján három csoportba soroljuk. Meleg: a színhőmérséklet kisebb, mint 3300 K; semleges 3300-5300 K; hideg, a színhőmérséklet nagyobb, mint 5300 K (kelvin).”
- **Megvilágítás:** „Egy viszonyszám, amely meghatározza (a fényforrás által kibocsátott fényáram és az általa megvilágított felület nagyságának hányadosa), hogy mennyi fényáram jut egy adott felületre. Mértékegysége a lux (lx).”
- **Fényegyenletesség:** „gyakorlatilag nem más, mint a megvilágítás egyenletes eloszlása minél egyenletesebb annál jobb. Ebből kivétel, amikor kifejezetten kiemelő világítást alkalmazunk!”
- **Fénygörbe:** „Egy fényforrás vagy lámpatest a tér különböző irányában általában nem egyenletesen, hanem különböző erősséggel sugároz. Ha az optikai középpontból kiindulva felmérjük nagyság és irány szerint a fényerősségek vektorait, akkor azok végpontjai határozzák meg a görbét.” [6]

4.4.Megrendelői igények és az épület felmérése

A megrendelő kérésére Philips márkájú lámpatestek kerülnek elhelyezésre az épületben.

Jelen esetben az energiatakarékosságnak nem volt kiemelt szerepe, ezért külön arra nem kellett méretezni a világítást. Ellenben fontos volt, hogy az MSZ EN 12464-1:2012 szabványban előírt megvilágítási és egyenletesség értékek maradéktalanul be legyenek tartva.

Az épületen gyári jellegéből fakadóan nem található ablak, tehát természetes fényforrással nem kell számolni a kalkuláció során.

4.5.Tervezés Dialuxban

A tervezés megkezdése előtt Autocad segítségével az alaprajzot tartalmazó dwg fájl megfelelően be lett állítva, hogy a Dialuxban problémamentesen lehessen dolgozni vele. Ezután az alaprajz betöltésre került a világítástervező programba, majd a helyiségek egyesével körül lettek határolva, hogy ne a teljes épületben kelljen méretezni, hanem külön-külön lehet dolgozni velük. A helyiségeket a funkciójuk szerint el kell nevezni, majd be kell állítani a helyiségre jellemző szabványos megvilágítási értékeket, ami által a későbbiekben a program generálni tud egy automatikus lámpaelrendezést, amit utána szabadon lehet módosítani. Ezt a MSZ EN 12464-1:2012 szabványból kell kiválasztani.

Helyiségekhez tartozó értékek:

	Megvilágítás (lx)	Egyenletesség
Raktár	100	0,40
Termelői részleg	500	0,60
Műhely	1500	0,70
Iroda	500	0,60
Gépészeti helyiség	200	0,40
0,4 kV-os helyiség	200	0,40
Transzformátor helyiség	200	0,40

4.1.Táblázat: Helyiségek szabványos világítás értékei

Ezután az épület magassága beállításra került, ugyanis ez egy elengedhetetlen paraméter a világítástervezéshez. Az épület belmagassága 6 méter. A lámpák elhelyezésének magassága viszont máshová kerül, ugyanis a világítótesteket az álmennyezet magasságába kerül még abban az esetben is, ha a helyiségben nincs álmennyezet, hanem például tálcás rögzítés kerül megvalósításra. Ez a magassági érték ebben az esetben 3 méter.

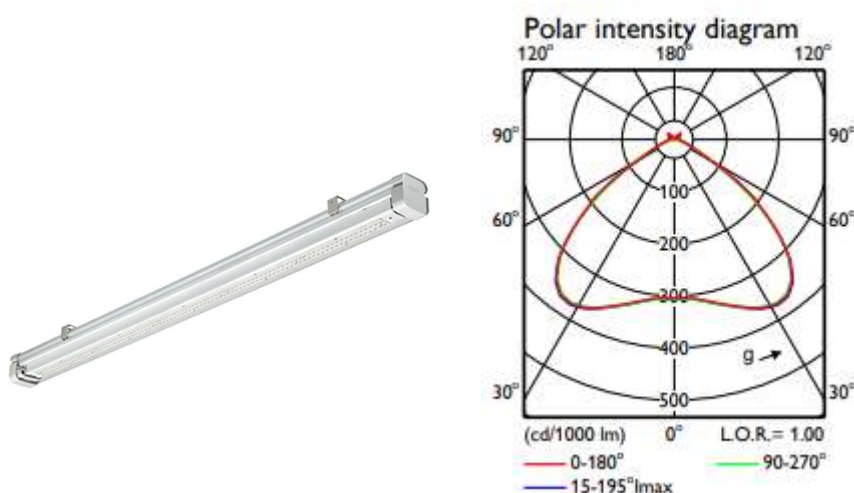
Lámpák kiválasztása:

A világítótestek katalógusból kerülnek kiválasztásra. A gyártó honlapjáról ingyenesen letölthető az IES vagy LDT fájl, amit a Dialux kezelni tud. A kiválasztásnál figyelni kell a lámpa fényeloszlás görbéjére és szerelhetőségére. Egy álmennyezetes helyiségbe, ha mennyezetvilágítást kell megvalósítani, akkor csak olyan típusú lámpákat szabad választani, amik álmennyezetbe építhetőek. Ebben az épületben nem kerül álmennyezet kiépítésre.

Raktár:

A raktárhelyiségben kell a legkisebb világítási értéket megvalósítani, és az egyenletességi érték is elég alacsony. Ide tehát egy kisebb teljesítményű lámpa került kiválasztásra.

A kiválasztott lámpa: Philips WT470C LED42S/840 PSU WB L1300 [12]



4.1.Ábra: Philips WT470C LED42S/840 lámpatest és fényeloszlás görbe

Jellemzői:

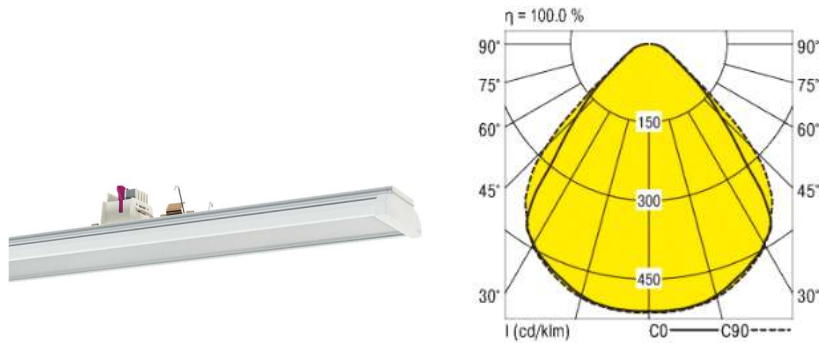
- Teljesítménye: 30 W
- Fényárama: 4300 lm
- Fényhasznosítása: 141 lm/W
- Színhőmérséklete: 4000K
- IP védeltsége: IP66

Szükséges lámpák száma: 30 db

Termelői részleg:

A termelői helyiségben már jóval magasabb megvilágítást kell elérni nagyobb egyenletességi értékkel. Ide nagyobb teljesítményű lámpa került elhelyezésre:

A kiválasztott lámpa: RIDI VLGFS1501-7DAWS850MP0750 [13]



4.2.Ábra: RIDI VLGFS1501 lámpatest és fényeloszlás görbe

Jellemzői:

- Teljesítménye: 50 W
- Fényárama: 7430 lm
- Fényhasznosítása: 125 lm/W
- Színhőmérséklete: 850 K
- IP védettsége: IP54

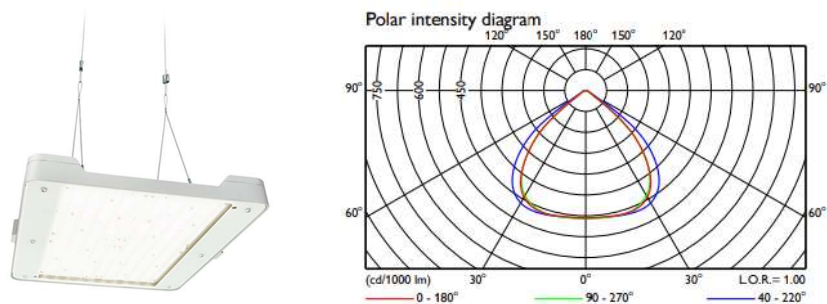
Ezt a típusú lámpát össze lehet kötni DALI rendszerrel, és a szerelhetőségéhez DIN-sínt kell biztosítani.

Szükséges lámpák száma: 35 db

Műhely:

Ez a helyiség követelte meg a legnagyobb megvilágítási és egyenletességi értéket. Az erre vonatkozó szabvány villamosipari műhelyek számára 1500 lux megvilágítást ír elő 0,70 egyenletességi érték mellett.

Az ide kiválasztott lámpa: Philips BY481P LED250S/840 PSD WB GC SI [12]



4.3.Ábra: Philips BY481P LED250S/840 lámpatest és fényszórás görbe

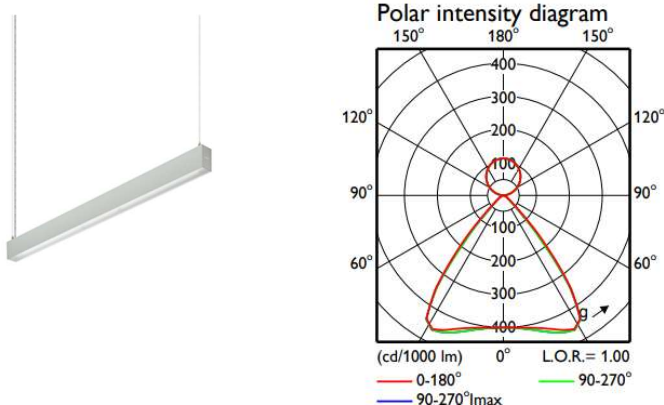
Jellemzői:

- Teljesítménye: 160 W
- Fényárama: 25000 lm
- Fényhasznosítása: 154 lm/W
- Színhőmérséklete: 4000 K
- IP védeltsége: IP65

Szükséges lámpák száma: 20 db

Iroda:

A kiválasztott lámpa: Philips SP532P L1130 OC LED36S/840 NO [12]



4.4.Ábra: Philips SP532P L1130 lámpatest és fényszórás görbe

Jellemzői:

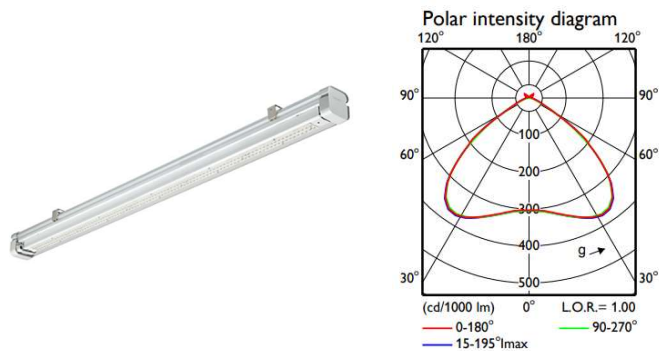
- Teljesítménye: 24,5 W
- Fényárama: 3600 lm
- Fényhasznosítása: 147 lm/W
- Színhőmérséklete: 4000 K
- IP védettsége: IP20

Szükséges lámpák száma: 30 db

Gépész/0,4 kV/Transzformátor helyiség:

Ez a 3 helyiség méretre nagyon hasonló, és az erre vonatkozó szabvány ugyanolyan megvilágítási értéket ír elő. Így tehát ugyanannyi darab és ugyanolyan típusú lámpák kerültek kiválasztásra.

Kiválasztott lámpa: Philips WT470C L1600 WB LED64S/840 NO [12]



4.5.Ábra: Philips WT470C L1600 WB LED64S/840 lámpatest és fényeloszlás görbe

Jellemzői:

- Teljesítménye: 46,5 W
- Fényárama: 6500 lm
- Fényhasznosítása: 140 lm/W
- Színhőmérséklete: 4000 K
- IP védettsége: IP66

Szükséges lámpák száma: 3x3 db, tehát összesen 9 db

Műhely világítástervezése:

Szeretném bemutatni a Dialux használatát a műhely tervezése által, mivel ez a helyiség kívánta meg a legpontosabb tervezést.

Az MSZ EN 12464-1:2012 szabvány szerint a villamos és elektronikai iparban az alábbi értékekre kell méretezni:

5.11. táblázat: Ipari tevékenységek és szakmák. Villamos és elektronikai ipar

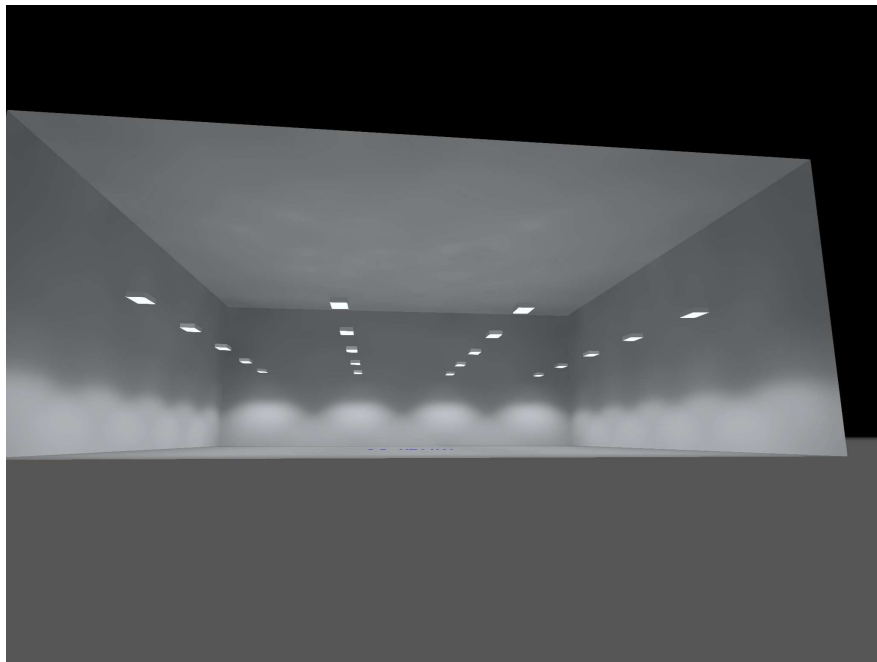
Hiv. szám	A terület jellege, a feladat vagy tevékenység	E_m lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Egyedi követelmények
5.11.8.	Elektronikai műhelyek, vizsgálatok, beállítás	1500	16	0,70	80	

4.6.Ábra: Villamosipari világításméretezési szabvány

Elsőként a 6500 lumenes besugárzási értékkel rendelkező Philips WT470C L1600 WB LED64S/840 NO-val próbálkoztam, de olyan mennyiségű világítóttest kellett volna hozzá, hogy a választás inkább a jóval erősebb Philips BY481P LED250S/840-re esett.

A munkasíkot a dialuxban 0.8 m-re állítottam be.

Az előzőekben tárgyalt feltételeket figyelembe véve a következő elrendezéssel valósult meg a lámpakiosztás:

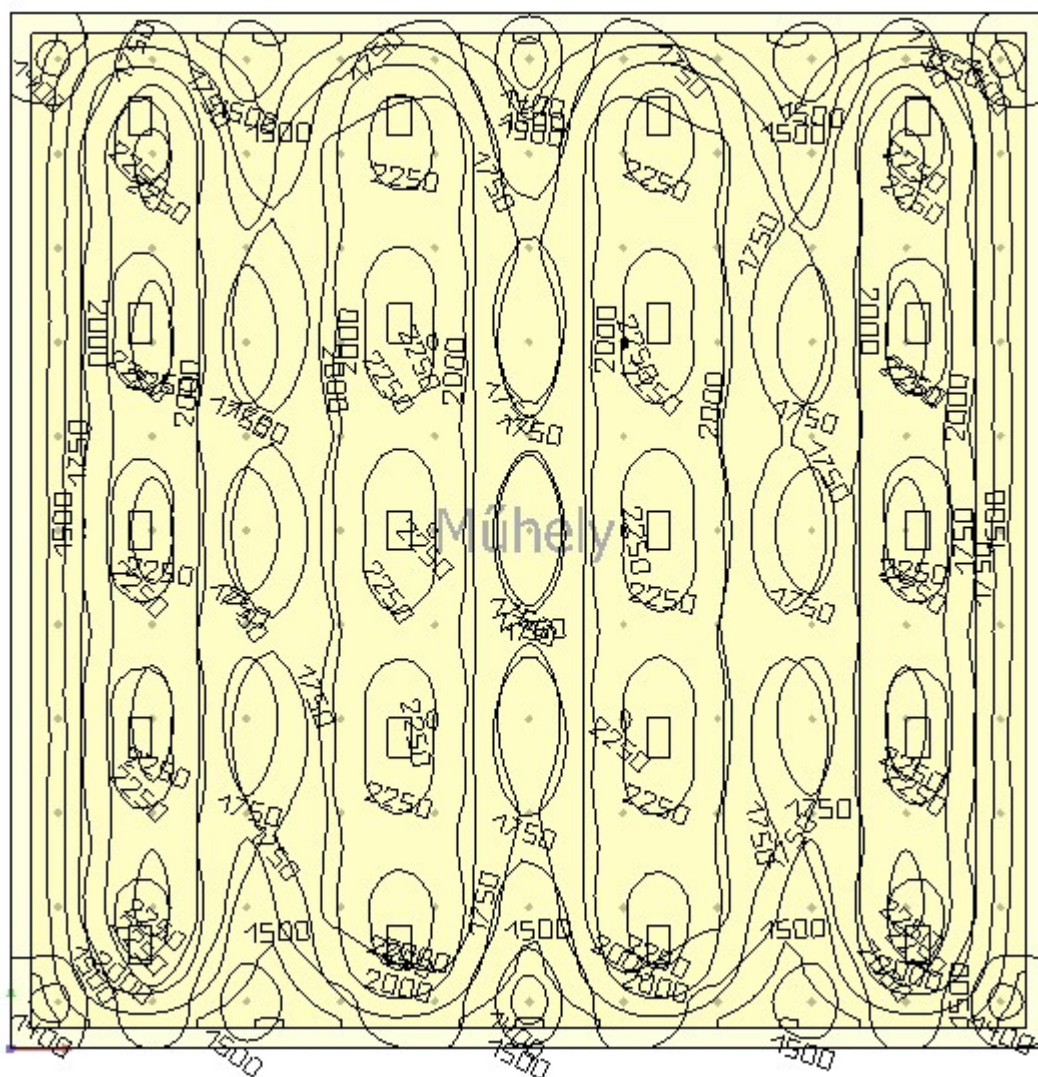


4.7.Ábra: Műhely lámpakiosztása

Miután a méretezés elvégzésre került, a dialux lefuttat egy számítást, és egy jól áttekinthető összegzést ad ki, amiről leolvasható, hogy megfelelt-e a tervezés a beállított feltételeknek.

Az így kapott átlagos megvilágítási érték 1887 lx, az egyenletesség 0,72.

A következő ábrán a dialux kirajzolta a helyiségre vonatkozó megvilágítási értékeket, ami elég jól szemlélteti az egyenletességet és megvilágítást.



4.8.Ábra: Műhely megvilágítási értékei

5. Revit

5.1.Revit program ismertetése

A Revit az Autodesk programcsalád része, amely teljes BIM megoldást kínál a komplex épületek tervezéséhez. Ezt a szoftver a legtöbb építőipari szakágnak nyújt tervezési lehetőséget.

„A BIM az épületinformációs modellezés rövidítése. A BIM egy világszerte alkalmazott módszertan, amelyben az épületeket régmódi 2D rajzok helyett információgazdag 3D modellekből tervezik és építik. Alapvetően megváltoztatja az épületek tervezését, építését és üzemeltetését. Az ipar átmenete elkerülhetetlen, és a BIM a szokásos üzletmenet lesz minden szakmai gyakorlat esetében.” [4]

Érdekes, hogy míg az építőiparban több évtizede használják a 3D tervezést, addig az építőiparban csak az elmúlt 20 évben jelent meg ez a fajta tervezési eljárás.

Ahogy a Magyar Mérnöki Kamara is említi: „Hamarosan eljőhet az a világ, melyben a tervezésben a BIM megkerülhetlenné válik. Ez a tendencia érezhető világszerte. Hazánkba most kezd ez a folyamat begyűrűzni a nagyobb projektek kapcsán, de feltehetően egy idő múlva teljesen általánossá fog válni. Megköveteli ezt az építőipar, a beruházói és kivitelezői oldal, de tervezői oldalról is, akik már benne dolgoznak igyekeznek olyan cégekkel együttműködni, melyek szintén BIM-ben terveznek.” [3]

A STUDIO IN-EX Zrt is., aki jelen szakdolgozat témáját biztosította, ezt a szoftvert használja Closed BIM rendszerrel. Ez annyit jelent, hogy a különböző szakági tervezők közös platformon dolgoznak, ezért nincs szükség egy külön átjárhatóságot biztosító eszközre.

A legnagyobb előnye a BIM tervezésnek, hogy 3D-ben alkothatják meg a tervezett épületet, és ezáltal sokkal mélyebben megismerhetik azt, hiszen bármikor bárhová elhelyezhető egy metszet, szemben egy 2D-s tervezéssel. [3]

Nagyon fontos megemlíteni, hogy a BIM rövidítésből az „Information” szó mit is takar. Ez azt jelenti, hogy a modellben minden egyes elem számon van tartva, és különböző információkkal felruházhatóak. Ezen információk között kapcsolat létesíthető képletek segítségével, és „dinamikusan változtathatóvá” lehet tenni.

Előnyként lehet még megemlíteni, hogy egy modellben egyszerre több tervező is dolgozhat, ami nagyban meg tudja könnyíteni egy nagyobb tervezési projekt előrehaladását.

További előny még, hogy léteznek különböző beépülő modulok, amik hasznos segítséget nyújthatnak a tervezés során.[3]

5.2.Modellezési feladat ismertetése

Az épület építészeti modelljét kész állapotban kaptam meg, ebbe kell a korábbiakban általam megtervezett elektromos berendezéseket elhelyezni, és kábeltálcákkal összekötni.

Feladatok:

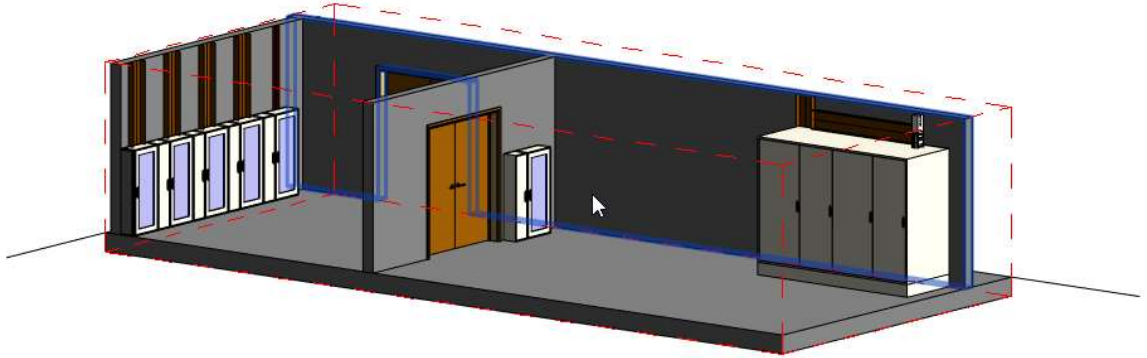
- Elosztószekrények elhelyezése az épületben
- Transzformátor behelyezése
- Tokozott áramsín kimodellezése
- Kábeltálcák lehelyezése az elosztószekrényeknek és a világításnak
- Világítótestek elhelyezése

5.3.Megvalósítás

A modell alkotáshoz szükséges különböző elemeket, úgynevezett Family-k tartalmazzák. Ezek közül sok megtalálható, és ingyenesen letölthető az internetről, de számomra a cég biztosította ezeket.

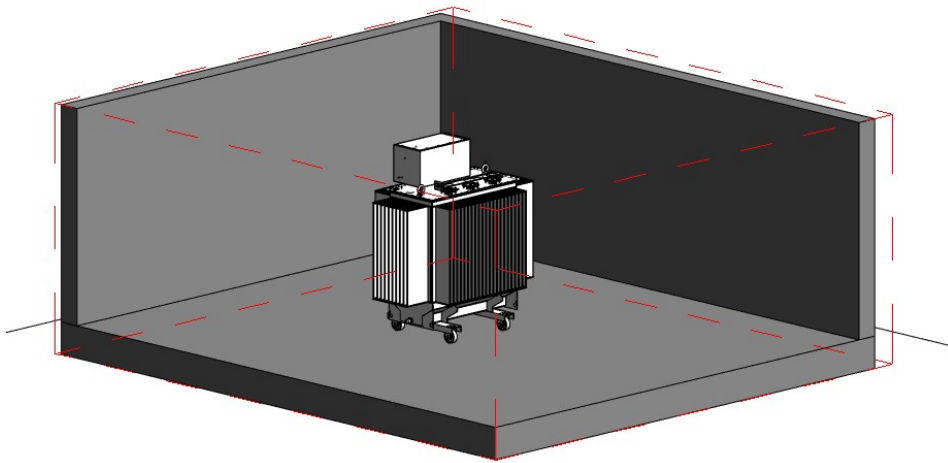
A különféle típusú elemek először 2D-ben kerülnek lehelyezésre, majd 3D-ben megvizsgálásra kerül, hogy megfelelően van-e elhelyezve, jól van-e beállítva a magasság érték, és nem utolsósorban, nincs-e ütközés bármi egyéb berendezéssel vagy tárggyal.

Elsőként az elosztószekrények kerültek behelyezésre az épületbe



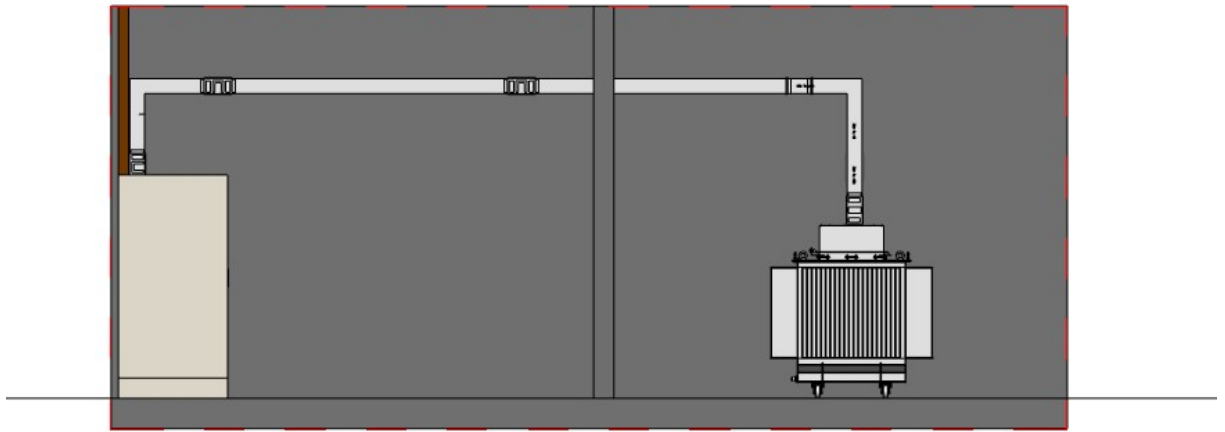
5.1.Ábra: Elosztószekrények 3D nézete

Ezután a Transzformátor került a helyére.



5.2.Ábra: Transzformátor 3D nézet

A transzformátort és a főelosztószekrényt egy 800 A Schneider tokozott áramsín köti össze.



5.3.Ábra: Tokozott áramsín az épületben

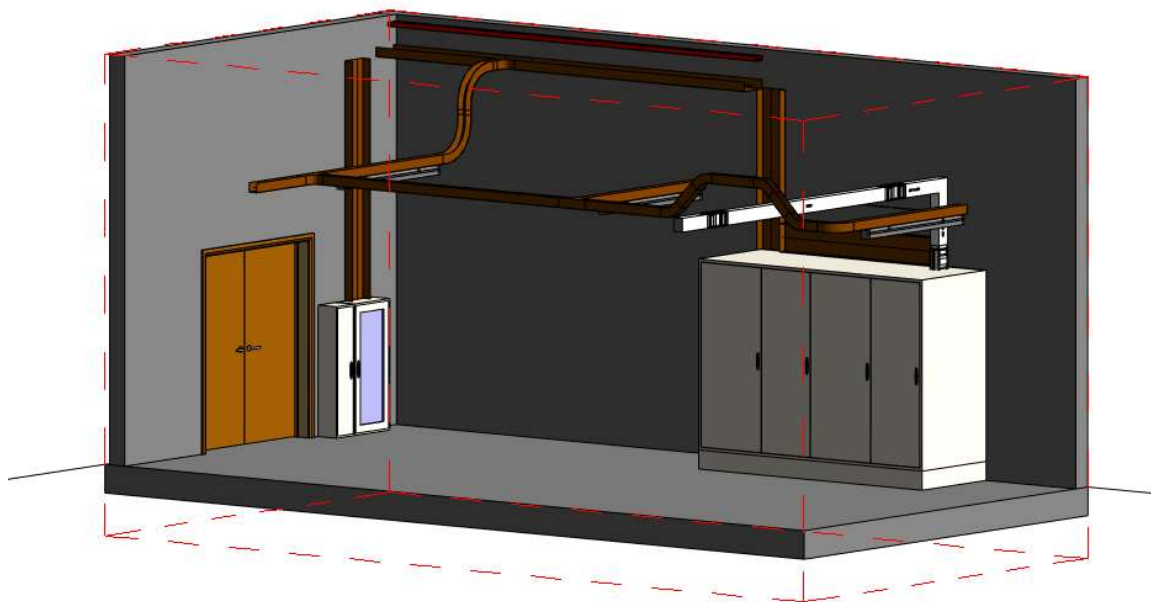
A kábeltálcák lehelyezésekor lehetőség van megadni egy úgynevezett „Service Type” paramétert. Ide az az információ kerül, hogy az adott nyomvonal milyen funkciót tölt be, vagyis, hogy melyik villamosipari berendezéshez vagy fogyasztóhoz megy.

Jelen esetben két különböző funkciójú tálcá kerül be az épületbe. Az egyik az általános „general”, a másik a tűzeseti „fire” tálcá. Ezek filterezéssel eltérő színűekre lettek beállítva, hogy egy egyszerű rápillantással megállapítható legyen, hogy melyik tálcá milyen szerepet tölt be. Az általános tálcá barna, míg a tűzeseti piros színt kapott.

Az főelosztószekrényből az elosztószekrényekhez menő tálcák szélessége 300 mm, a tűzeseti kábeltálcá szélessége 100 mm, a világításnak fenttartott tálcák fő gerince 300 mm-es, a kisebb leágazások 100 mm-es szélességre lettek modellezve.

A tűzeseti tálcá minden esetben legfölső helyezkedik el, hogy egy esetleges vészhelyzet esetén minél kisebb legyen a meghibásodás valószínűsége.

A következő képen a 0,4 kV-os helyiség modellezése látható.

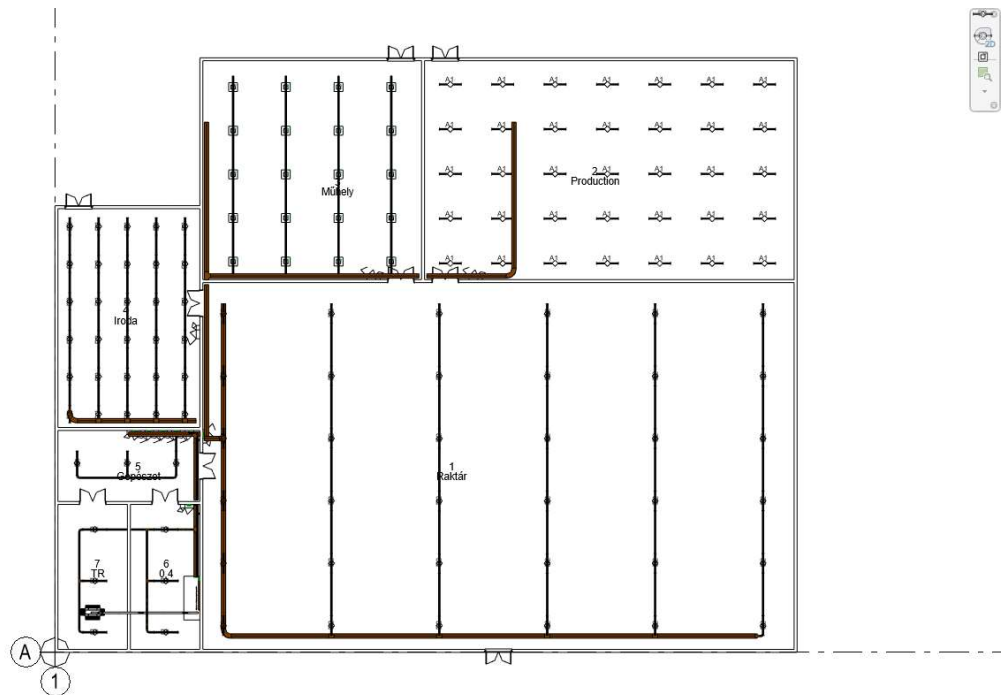


5.4.Ábra: 0,4 kV-os helyiség 3D modellje

A képen látható, hogy a világításhoz szükséges tálcá más magasságon helyezkedik el, de szépen kimodellezhető, hogy a két kábeltálca folytonosan össze legyen kötve. Látható még, hogy a kábeltálca ütközött volna a tokozott áramsínnel, de ezt is könnyen meg lehetett oldani 3D nézet segítségével.

A lámpák elhelyezés a modellben a Dialux-szal megtervezett elrendezés szerint zajlik. Én ezeket még egyesével helyeztem be, de létezik már olyan beépülő modul, ami a dialux programból egyszerűen át tudja importálni a lámpákat a Revitbe.

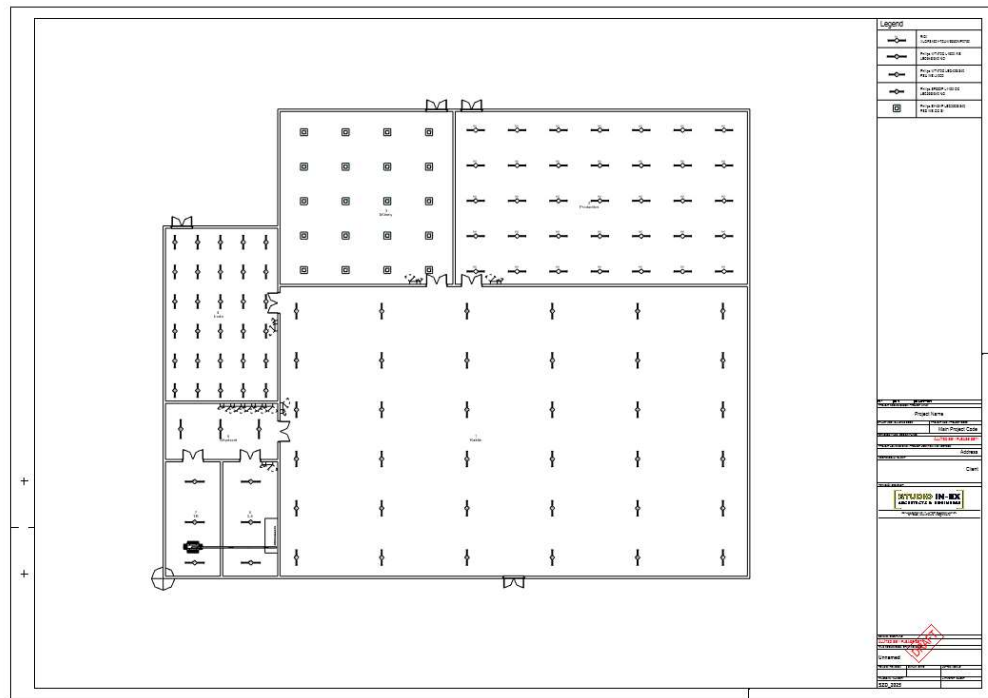
Az alábbi ábrán látható az összes bemodellezett elem.



5.5.Ábra: Bemodellezett elemek

Ebben az esetben még nem annyira vészes, de a legtöbb moellben sokkal több elem található, amit, ha egyszerre jelenítünk meg, akkor átláthatatlan lesz, ezért célszerű különböző „témákra” bontani ezeket. Én ezt világításra és kábelútvonalra osztottam szét

Ez látható a következő ábrán, amin a világítás tervezet került fel egy ilyen lapra.



5.6.Ábra: Világítástervezet

6. Összefoglalás

A szakdolgozat elkészítésének ideje alatt bepillantást nyerhettem egy építészeti és mérnöki szolgáltatásokat nyújtó cég életébe, és megfigyelhettem a különböző tervezési folyamatokat.

Alaposan megismerhettem a villamosiparban is használt két fontos szoftver működését, ami a továbbiakban hasznos segítséget nyújthat a pályafutásom során.

A tervezés során felmértem egy villamosipari termékeket gyártó cég épületének villamenergia-igényeit. Meghatároztam a szükséges kábeltípusokat és méreteztem azokat.

Továbbá megvizsgáltam az épület közcélú villamos hálózatra való csatlakozását, és javaslatot tettem gazdaságossági számítások alapján.

Elkészítettem a gyárépület világítástervezését Dialux program segítségével, és legvégül a Revit szoftver segítségével egy 3D modellezést valósítottam meg.

Summary

I gained insight into a construction and engineering services provider company and I could observe the different planning processes while I prepared my thesis.

I became very familiar with use of two important softwares in the field of electrical industry, which can further my career.

During the planning phase I assessed the electricity capacity needs of factory building, which belongs to an electrical products manufacturer firm. I determined the required cable types and sizes.

Furthermore I examined the options of connecting the building to the electricity grid, and I offered the viable options in context of economic calculations.

I prepared the lighting plan of the factory building with help of the DIALUX software, and also I did a 3D modeling of it, by the REVIT software.

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Novothny Ferenc: Villamos energetika 1. Budapest 2010
- [2] Dr. Novothny Ferenc: Villamosenergia-ellátás 1. Budapest 2010
- [3] <https://www.e-villamos.hu/letoltes/mmk-elt-fap-bim.pdf>
- [4] <https://www.in-ex.hu/hu/karrier/rolunk/technologia/index.php>
- [5] <https://katasztrofavedelem.hu/>
- [6] <http://lightingrate.blogspot.com/p/alapfogalmak.html>
- [7] <http://lightingrate.blogspot.com/p/tervezes-fontossaga.html>
- [8] <https://www.novill.hu/>
- [9] <https://transzformator.com/termek/newton-630-22-transzformator/>
- [10] <https://www.eon.hu/hu/uzleti-es-kozigazgatasi/aram/arak-tarifadijak.html>
- [11] <https://www.kabelkereskedo.hu/termek/nycwy-4x240120>
- [12] <https://www.lighting.philips.hu/kezdolap>
- [13] <https://www.ridi.de/>
- [14] <https://www.se.com/hu/hu/product-category/>
- [15] <https://www.villamossag.com/>
- [16] <http://www.vlg.hu/>