



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építészmérnöki Kar
Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék, [www.egt.bme.hu](http://www egt.bme.hu)

Épületek világítása

KOMPLEX 2.

tervezési segédlet



Falnézet lámpatestek, berendezési tárgyak, ill. textúrák ábrázolásával (Hertel Anna munkája)

Majoros András, Vetési Emil, Filetóth Levente

Szerkesztette: Filetóth Levente

Frissítve: 2015. január 8.

TARTALOMJEGYZÉK

TERVEZÉSI, SZÁMÍTÁSI FELADAT	3
BEADANDÓ TERVEK ILLETVE SZÁMÍTÁSOK	3
A) MESTERSÉGES VILÁGÍTÁS TERVEZÉSE	4
A.1. A MESTERSÉGES VILÁGÍTÁS FŐ JELLEMZŐI	4
A.2. ÉPÜLETEK VILÁGÍTÁSÁNAK TERVEZÉSI LÉPÉSEI	5
A.3. BELSŐTEREK VILÁGÍTÁSÁNAK MÉRLETEZÉSE	6
A.3.1. TEREK, TÉRC SOPORTOK JELLEMZŐI	6
A.3.2. VILÁGÍTÁSMÓD MEGHATÁROZÁSA	7
A.3.3. MEGVILÁGÍTÁSI ÉRTÉKEK MEGHATÁROZÁSA	8
A.3.4. FÉNYFORRÁS VÁLASZTÁSA	8
A.3.5. VILÁGÍTÓTEST VÁLASZTÁSA	9
A.3.6. BEÉPÍTETT TELJESÍTMÉNY MEGHATÁROZÁSA	10
A.4. BEADANDÓ FELADATRÉSZEK	10
B) HELYISÉGEK VILLAMOS TERVE	15
B.1. BEADANDÓ FELADATRÉSZEK	15

TERVEZÉSI, SZÁMÍTÁSI FELADAT

Jelen tervezési segédlet a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Építészmérnöki Kar hallgatóinak világítástechnikai szakági konzultációit hivatott segíteni.

A „komplex 2.” tervek esetében a feladat az ún. „kiviteli tervdokumentáció” elkészítése. Ez esetben a világítástechnikai szakági konzultáció célja **az épület belső tereinek** - esetleg kapcsolódó kültér és/vagy homlokzat - **mesterséges világításának**, illetve a **mesterséges és természetes világítás illesztésének** meghatározása.

A tervezett épület jellemzőinek figyelembe vételével vagy az épület kiválasztott **helyiségeinek mesterséges világítását (A)** kell megtervezni, vagy **helyiségek villamos tervét (B)** kell elkészítenie a hallgatónak.

A szakági konzulenssel egyeztetendő az, hogy az (A) vagy a (B) feladatrészt kell-e kidolgozni a félév során!

Beadandó tervek illetve számítások

- (A) Az (A) típusú feladat** esetében a kijelölt helyiség - és kapcsolódó helyiségek - világításának tervezése kapcsán beadandó:
- 1:50 léptékű alaprajz (álmennyezeti terv), hossz- vagy keresztmetszet a lámpatestek jelölésével,
 - fal-, ill. mennyezet felületeinek színe, textúrája, anyagának jelölése (pl. 3D skicc - kézzel vagy számítógéppel készített - a választott helyiségről, kb. szemmagasságból),
 - a tervezett lámpatestek és választott fényforrások jellemzőinek - számításokkal alátámasztott - meghatározása.
- (B) A (B) típusú feladat** esetében a kijelölt lakó- illetve lakás jellegű helyiség - és kapcsolódó helyiségek - villamos tervének kidolgozása kapcsán beadandó:
- 1:50 léptékű alaprajz, a villamos berendezés jelölésével a mellékelt "alaprajzi jelképi jelölésrendszer" használatával,
 - fal-, ill. mennyezet felületeinek színe, textúrája, anyagának jelölése (pl. 3D skicc - kézzel vagy számítógéppel készített - a választott helyiségről, kb. szemmagasságból),
 - gyártói katalógusokból választott lámpatestek másolata.

A hallgató által tervezett **épületvilágítás**, a fenti részletezés szerint kidolgozott tanulmány az építész tervdokumentációhoz csatolt "**Épületgépészeti leírás**" című melléklet **egy fejezete**.

A) MESTERSÉGES VILÁGÍTÁS TERVEZÉSE

A.1. A mesterséges világítás fő jellemzői

Az épületek (mesterséges) világítási terveit világítástechnikai társtervező hivatott elkészíteni a tender- vagy kiviteli tervfázisban, az építész tervező által szolgáltatott tervdokumentációt alapul véve. A világítási tervek elkészítéséhez ismernünk kell a helyiségek funkcióját, illetve az ott folyó tevékenységeket; a helyiség méreteit; továbbá a helyiség felületeinek, berendezési tárgyainak tervezett színét és kiterjedését.

A mesterséges világítás tervezése során biztosítanunk kell a szabványok által meghatározott megvilágítási értékeket. Cél továbbá a világítás kiegyensúlyozott (pl. fénysűrűség-eloszlás, színvisszaadás) és megfizethető módon való megoldása, továbbá a vizuális komfort (pl. káprázás-korlátozás) biztosítása (1. táblázat).

Világítási jellemző	Jele	Mértékegység	Tartomány vagy dimenzió
Megvilágítás	E	lux	lx
Fénysűrűség	L	cd/m ²	cd/m ²
Megvilágítás, ill. fénysűrűség időbeni, térbeni v. vonalmenti egyenletessége	e	dimenzió nélküli szám	0,0 - 1,0
Színvisszaadási fokozatok (R _a alapján)	1a 1b 2a 2b 3 4	R _a (általános színvisszaadási index)	R _a ≥ 90 90 > R _a ≥ 80 80 > R _a ≥ 70 70 > R _a ≥ 60 60 > R _a ≥ 40 40 > R _a ≥ 20
Korrelált színhőmérséklet csoportjai (CCT alapján)	M S H	meleg semleges hideg	CCT < 3300 K 3300 ≤ CCT ≤ 5300 K CCT > 5300 K

1. táblázat: A világítási berendezésekre előírt, ill. előírható jellemzők, melyek világítástechnikai szabványokban és előírásokban szerepelnek

A.2. Épületek világításának tervezési lépései

Az épület világításának tervezése során az egyes előírásokat és szabványokat a tervezési feladatból, ill. a gyakorlati tapasztalatából adódó sorrendben ajánlott alkalmazni. Az alábbi lépések - a teljesség igénye nélkül - ismertetik a fő tervezési lépéseket.

A féléves feladatban a lent ismertetett, *kiemelt lépések* alapján szükséges kidolgozni a kötelezően beadandó feladatrészeket.

1. ***A funkció és tevékenységek meghatározása a tervezési feladat részét képező helyiségekben és helyiségcsoportokban a szakági konzulens segítségével. [A.3.1.]***
2. A világítási berendezés rendeltetésének meghatározása: üzemi világítás, tartalékvilágítás, speciális vagy egyéb világítás stb.
3. A világítás rendszerének meghatározása: egyenletes általános világítás, irányított általános világítás, kiegészítő jellegű helyi világítás stb.
4. ***Az egyes tevékenységekhez alkalmazható világításmódok kiválasztása szakági konzulens segítségével. [A.3.2.]***
5. ***Az egyes tevékenységekhez kapcsolódó - szabvány által előírt - megvilágítási értékek meghatározása konzulens segítségével. [A.3.3.]***
6. A megvilágítás térbeli egyenletességének (e), időbeni egyenletességének stb. - szabvány által előírt - meghatározása.
7. A tervezett fényforrás színvisszadási fokozatának (R_a) - szabvány által előírt - meghatározása a funkció függvényében.
8. A tervezett fényforrás színhőmérsékleti csoportjának és intervallumának meghatározása a funkció függvényében.
9. A tervezett fényforrás „felfutási,” és „újragyújtási időtartamának” meghatározása.
10. ***Az egyes tevékenységekhez kapcsolódó fényforrások választása - a 6-7. pontok, illetve a szakági konzulens segítségével. [A.3.4.]***
11. ***A választott fényforrásokhoz - gyártmány-specifikus - lámpatestek választása gyártói katalógusokból. [A.3.5.]***
12. Káprázási indexek meghatározása, ill. ellenőrzése a helyiség(ek) geometriai adataival és a világítótestek geometriai elrendezésével, továbbá a lámpatestgyártók katalógusadataival – a különböző észlelési helyzetekben végzett előzetes világítástechnikai méretezés segítségével.

13. **Mesterséges világítás méretezése: a választott lámpatestek darabszámának ill- a választott fényforrások beépített teljesítményének meghatározása a szakági konzulens segítségével. [A.3.6.]**
14. Mesterséges és természetes világítás illesztése, vizuális komfort, épületenergetikai és üzemeltetési szempontok figyelembe vétele - a szakági konzulens segítségével.

A.3. Belsőterek világításának méretezése

A korábbi fejezetben felsorolt, **kiemelt tervezési lépések** alapján az itt ismertetésre kerülő, egyszerűsített méretezési eljárás használható a komplex 2. világítási tervek kidolgozása során.

A.3.1. Terek, tércsoportok jellemzői

A világítástervező szakági konzulens segítségével meghatározandó a tervezett épület azon része, melyre világítási terv készítendő.

Ez lehet az épület azon tere vagy tércsoportja, mely betekinhető egy jellemző nézőpontból (pl. szálloda előtér + recepciós pult + várakozó/olvasó terek stb; ipari épületek azon jellemző, ill. kiemelt tércsoportja, mely az épület használata szempontjából meghatározó stb.).

A terek, tércsoportok kiválasztása után meghatározandó:

- **k [-] környezeti tényező**, mely lehet $k = 1,25$ ún. "tisztá" belsőtér esetében és lehet $k = 1,6$ ún. "kevésbé tiszta" belsőtér. Ez utóbbi csoportba azon belsőterek sorolhatóak, melyek légtérében - az adott funkciónak köszönhetően - folyamatos porszennyeződés várható, mint. pl. cement üzem, fafeldolgozó üzem stb.
- **A [m²] alapterület(ek)**, mely az egyes funkcióhoz vagy tevékenységhez tartozó alapterületet jelenti. Pl. szálloda esetében a recepciós pult, a szélfogó, a beszélgetősarkok és a közlekedőrészek alapterülete külön-külön értendő. Minden olyan funkció, ill. tevékenységhez tartozó alapterület meghatározása szükséges, melyet eltérő módon szeretnénk megvilágítani.

A világítás tervezés alapjául szolgáló feladatrészt kiválasztása, ill. kidolgozása során használható az "épületek világítása"¹ online képadatbázis, mely megépült épületek és azok belsőtereinek világításának megoldására nyújt példákat és ötleteket.

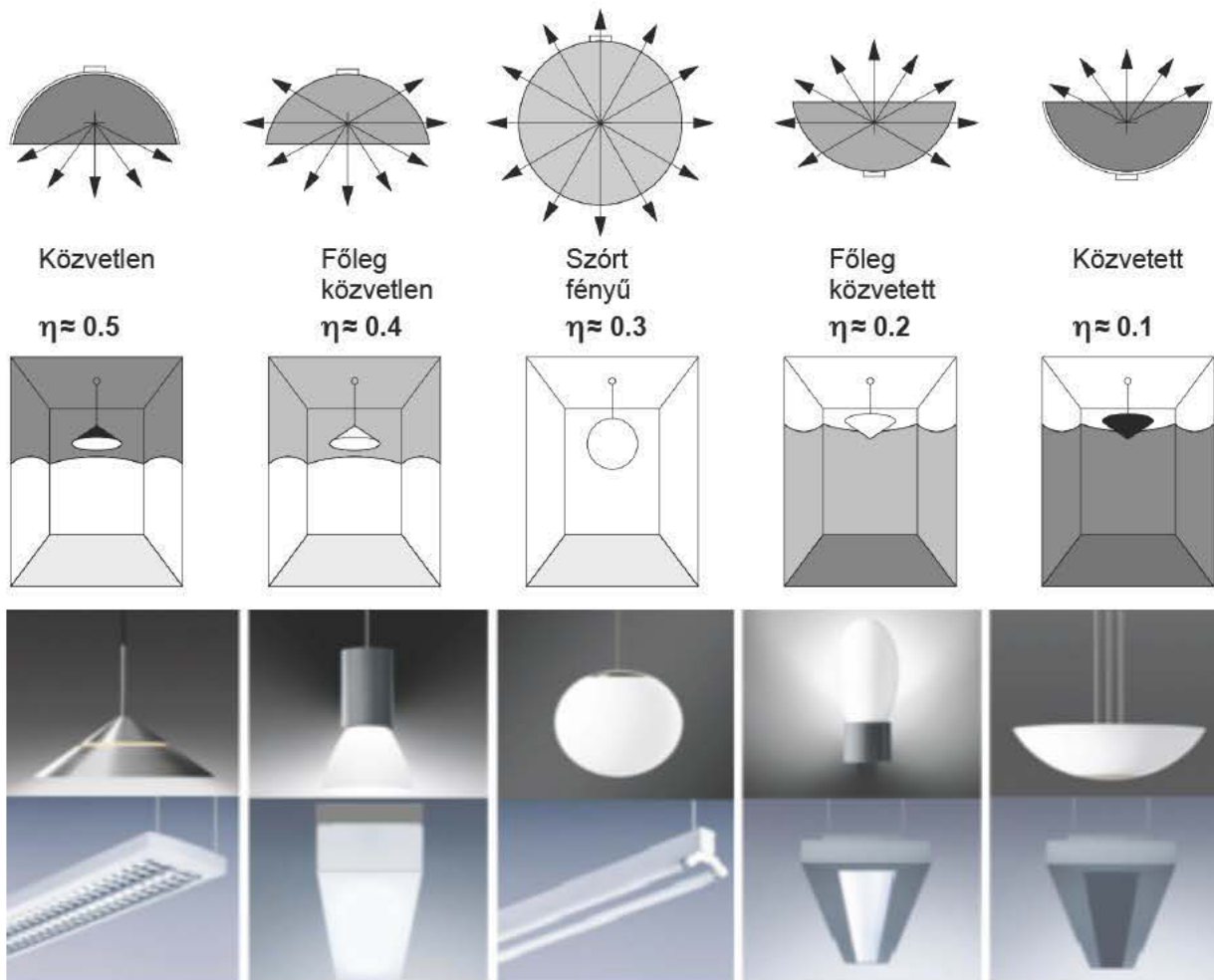
¹ Épületek világítása képadatbázis: <http://egt.pagem.hu>

A.3.2. Világításmód meghatározása

Az egyes terek, illetve tércsoportok mesterséges világításának tervezése során eldöntendő az alkalmazott lámpatestek fényeloszlási jellemzője, mely meghatározza a lámpatest hatásfokát.

- η [-] hatásfok értékei: közvetlen világítás: **0,5**, főleg közvetlen világítás: **0,4**, szórt világítás: **0,3**, főleg közvetett világítás: **0,2**, közvetett világítás: **0,1**.

A világításmód meghatározása, kiválasztása során kérjük egyeztessen a szakági konzulenssel!



2. táblázat: lámpatestek fényeloszlása és hatásfoka

A.3.3. Megvilágítási értékek meghatározása

A kapcsolódó szabványok pontosan előírják azt, hogy az egyes funkciók illetve tevékenységes esetében milyen megvilágítási értékeket kell biztosítani:

- **E [lx] megvilágítás**, melynek értékei az épületek belsőtereinek megvilágítása esetében $50 \text{ lx} < E < 750 \text{ lx}$ között változnak.

Az egyes tevékenységekhez tartozó előírt E [lx] megvilágítási értékeket kérjük, egyeztesse a szakági konzulenssel!

A.3.4. Fényforrás választása

A választott fényforrás világítástechnikai jellemzői - fényhasznosítása, élettartama, színvisszaadási indexe, ára stb. (3. táblázat) befolyásolja, ill. meghatározza az adott fényforrás alkalmazhatóságát adott világítási feladat kapcsán.

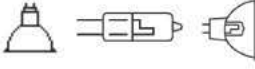


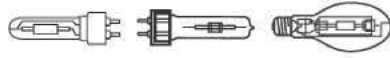

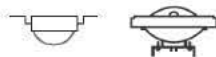
A mennyiség megnevezése	Jele	Mértékegysége	Mértékegység jele
Fényhasznosítás	η^*	lumen per watt	lm/W
Élettartam	t	óra	h
Általános színvisszaadási index	R_a	dimenzió nélküli szám	-
Korrelált színhőmérséklet	CCT	kelvin	K
Felfutási idő	t_F	másodperc	s
Újragyújtási idő	t_U	másodperc	s
Egységteljesítmény	P_e	watt	W
Egységfényáram	ϕ_e	lumen	lm
Egységfényenergia	Q_e	lumenóra	lmh

3. táblázat: Fényforrásjellemzők

A funkcióhoz kapcsolódó világítási elvárások, előírások, továbbá az épület belső (és külső) tereinek jellemzőit ismerve - pl. belmagasság stb. - megfelelő fényforrás választható az adott világítási feladat megoldására.

Az egyes világítási feladatokhoz kapcsolódó fényforrás választás során kérjük egyeztessen a szakági konzulenssel!

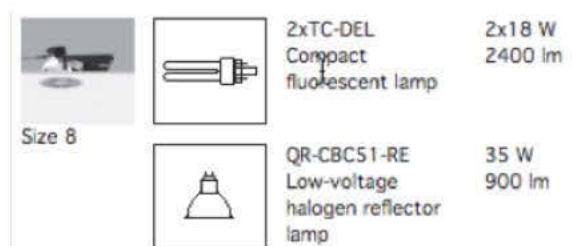
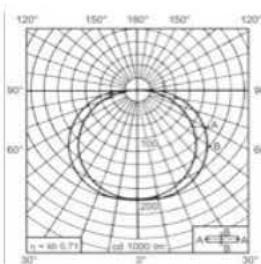
A szakági konzulenssel is egyeztetett fényforrások kiválasztása után, a választott fényforrás fényhasznosítási indexe szükséges a méretezési számítások kapcsán. Ez az érték a 4. táblázat segítségével határozható meg.

Fényforrás	Jellemző fényhasznosítási index, η^* [lm/W]	Fényforrás katalógusokban használatos ábrája
Halogén izzó	$\eta^* = 25$ lm/W	
Kompakt fénycső	$\eta^* = 70$ lm/W	
Fénycső	$\eta^* = 80$ lm/W	
Fémhalogén lámpa	$\eta^* = 90$ lm/W	
Nátrium lámpa	$\eta^* = 130$ lm/W	
LED fényforrások	$\eta^* = 90$ lm/W	

4. táblázat: Fényforrások fényhasznosítási indexe

A.3.5. Világítótest választása

A korábban eldöntött világítási mód [A.3.2.] és a választott fényforrás [A.3.3.] ismeretében gyártói katalógusokból válszthatunk világítótesteket (világítótest = lámpatest + fényforrás), melyek színben és formavilágban is illeszkednek a belsőtérhez. Gyártói katalógusok gyűjteménye megtalálható a [tanszéki honlapon](http://www.egt.bme.hu)² is.



² Világítótest gyártói katalógusok gyűjteménye: http://www.egt.bme.hu/w_oktatas/komplex/letoltheto/

A.3.6. Beépített teljesítmény meghatározása

A világítás méretezésének következő lépése az ún. "beépített teljesítmény", azaz a világítótestek darabszámának, ill. fényforrásaik teljesítményének meghatározása. Ezt a komplex 2. féléves feladat során közelítő számításokkal, az alábbi módon lehet meghatározni:

- Először meghatározandó a Φ [lm] ún. "beépítendő fényáram" az alábbi összefüggés használatával:

$$\Phi = k (E \cdot A) / \eta \quad [\text{lm}].$$

- Ezután számítható a P [W] ún. "beépített teljesítmény" az alábbi összefüggés használatával:

$$P = \Phi / \eta^* \quad [\text{W}].$$

- A beépített teljesítmény ismeretében meghatározható az adott funkcióval rendelkező tér, ill. tércsoportban használandó lámpatest darabszáma, ill. kiosztása, valamint a választott fényforrás teljesítménye.

A választott lámpatest alaprajzi, mennyezeti kiosztásának lehetőségeit kérjük, vizsgálja meg és szükség esetén egyeztesse a kapcsolódó szakági konzulensekkel is (épületgépészet, belsőépítészet stb).

A.4. Beadandó feladatrészek

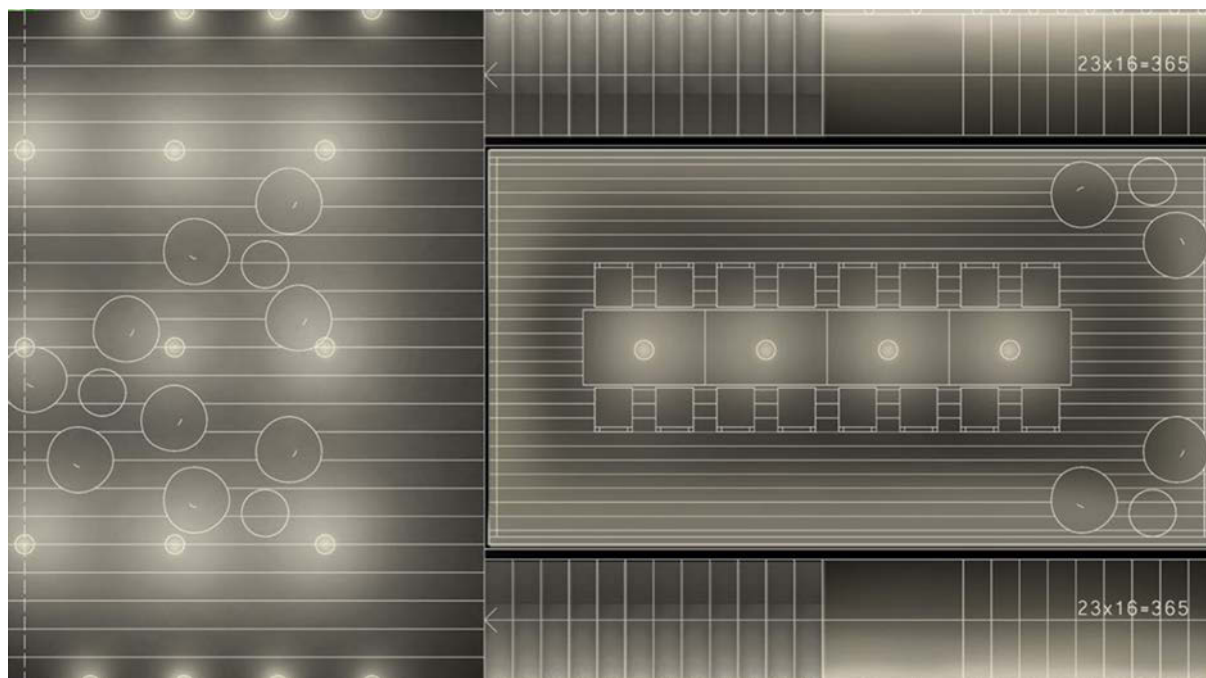
A bevezetőben leírtak szerint az alábbi feladatrészeket szükséges kidolgozni a félév során:

- 1:50 léptékű alaprajz (álmennyezeti terv), hossz- vagy keresztmetszet a lámpatestek jelölésével,
- fal-, ill. mennyezet felületeinek színe, textúrája, anyagának jelölése (pl. 3D skicc - kézzel vagy számítógéppel készített - a választott helyiségről, kb. szemmagasságból),
- a tervezett lámpatestek és választott fényforrások jellemzőinek - számításokkal alátámasztott - meghatározása [A.3.] fejezet szerint. A számítás részeként beadható a gyártói katalógusból választott lámpatest leírása is.

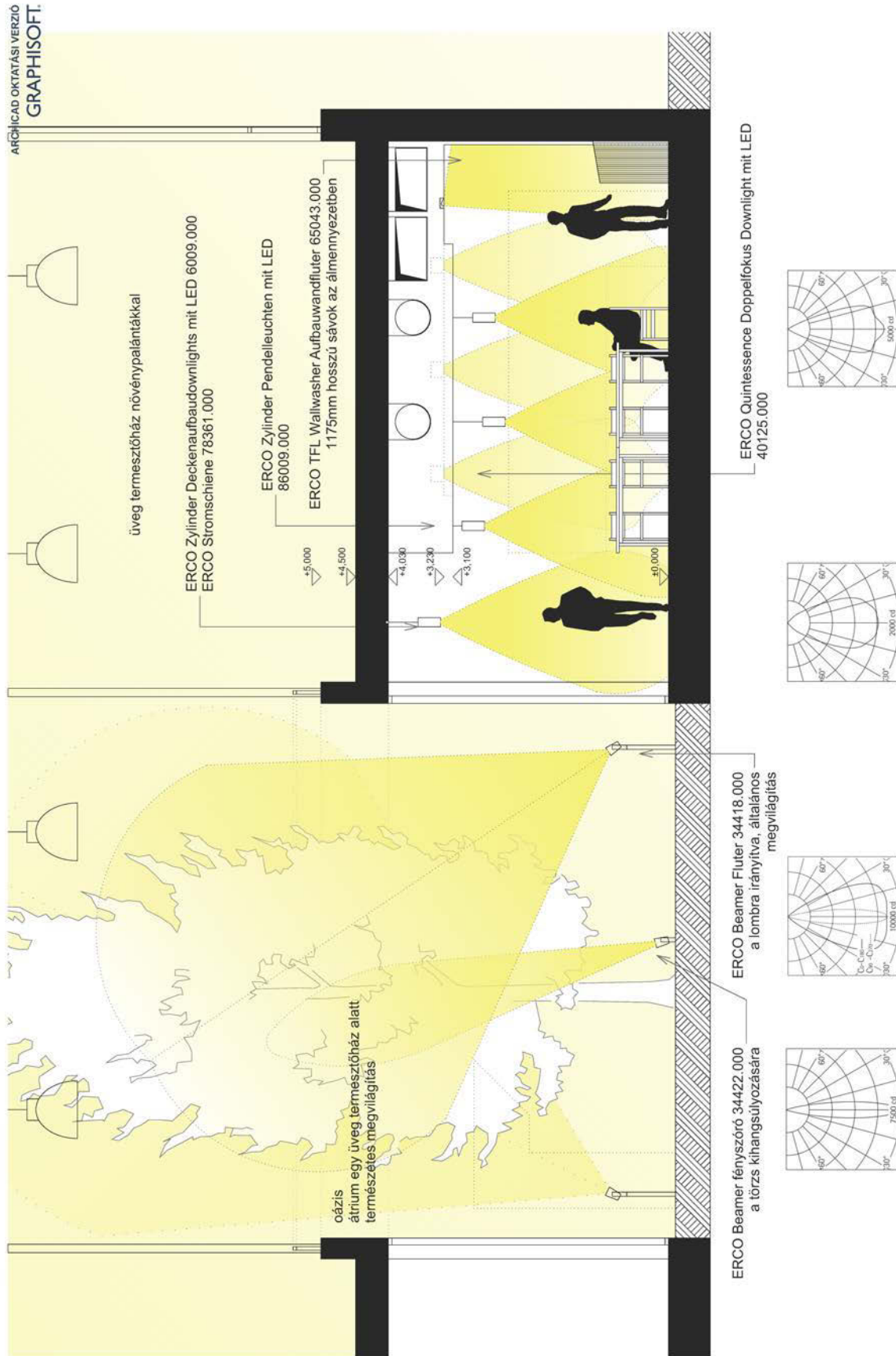
A következő oldalon látható tervlapok a lámpatestek alaprajzi és magassági elrendezésére, illetve a belsőtér felületeinek ábrázolására mutat be egy lehetőséget.



Falnézet részlet lámpatestek, berendezési tárgyak, ill. textúrák ábrázolásával (Hertel Anna munkája)



Alaprajz részlet lámpatestek ábrázolásával (Hertel Anna munkája)



Metszet részlet lámpatestek ábrázolásával (Birgés Borbála munkája)



Alaprajz és metszet részlet lámpatestek ábrázolásával (Vajda Dorottya munkája)

TERVEZETT VILÁGÍTÓTESTEK, FÉNYFORRÁSOK:

- ZSK-** A zsibongó általános megvilágítása a közlekedő részben
- 30 db KALU RECESSED 3 hálózati feszültségű 3x 50 W-os
BIG WHITE lámpatest
- fényforrás: halogén izzók
- ZSJ-** A zsibongó kisebb játszó egységeinek kiegészítő megvilágítása
- 19 db körkörös elrendezett LIGHT EYE PENDANT 75 W-os
BIG WHITE lámpatest
- fényforrás: LED fényforrás
- ZSF-** A zsibongó firka falának irányított megvilágítása
- 35 db sínnel rögzített EURO SPOT INTEGRÁLT LED fényforrásokkal
rendelkező 13 W-os BIG WHITE lámpatest
- fényforrás: integrált LED fényforrás
- ÉÁ-** Az étkező általános megvilágítása
- 12 db KALU RECESSED 3 hálózati feszültségű 3x 50 W-os
BIG WHITE lámpatest
- fényforrás: halogén izzók
- ÉÉ-** Az étkezőasztalok irányított megvilágítása
- asztalonként 1 db FOTO 50 W-os IKEA függő lámpatest
- fényforrás: kompakt fénycső
- ÉP-** Az ételkiosztó pult irányított megvilágítása
- 3db db sínnel rögzített EURO SPOT INTEGRÁLT LED
fényforrásokkal rendelkező 13 W-os BIG WHITE lámpatest
- fényforrás: LED fényforrás
- T-** A kültéri terasz fedett részének világítása
- 3db BIG THEO WALL OUT 75 W-os BIG WHITE lámpatest
- fényforrás: halogén izzók


















Lámpatestek és fényforrások listája és megnevezése (Vajda Dorottya munkája)

B) HELYISÉGEK VILLAMOS TERVE

Lakó- és lakás jellegű épületek esetén a világításhoz kapcsolódó, villamos szakági feladat lehet egy vagy több kapcsolódó helyiség funkcionális villamos tervének készítése. Ilyen feladat esetén a kiválasztott helyiség, ill. helyiség csoport lámpáinak elrendezése és működtetése, továbbá a csatlakoztatható erős- és gyengeáramú berendezések csatlakozási lehetőségének tervezése a feladat. Egy helyiség esetében - pl. nappali - gyártói katalógusokból választhatóak azon lámpatestek és fényforrások, melyek az adott belső térbe használhatóak.

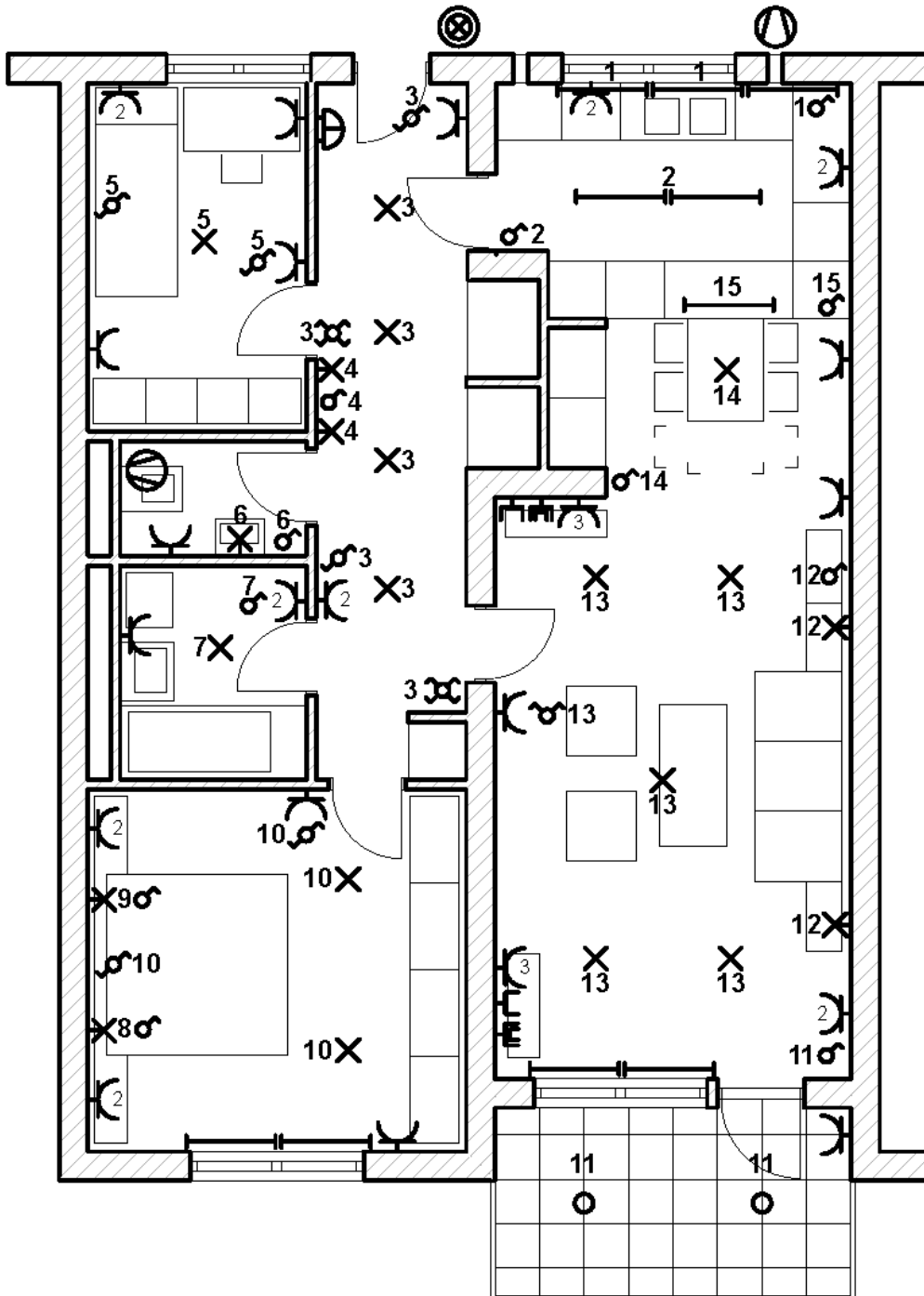
B.1. Beadandó feladatrészek

Mindez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a helyiségek alaprajzán jelölni kell a mellékelt táblázat segítségével azt, hogy hova kerülnek lámpák, kapcsolók, dugaszoló aljzatok, a telefoncsatlakozók, TV-antenna csatlakozók stb. illetve mellékelni kell a katalógusból választott lámpatestek és javasolt fényforrások oldalait is.

	Beépített lámpahely (kültéri beépítés, álmennyezetbe, szerkezetbe vagy bútorba épített)
	Mennyezeti lámpahely
	Oldalfalon kialakított lámpahely
	Ki-be kapcsoló, adott lámpa vagy lámpacsoport egy helyről történő működtetéséhez
	Váltókapcsoló, adott lámpa vagy lámpacsoport két helyről történő működtetéséhez (Váltó kapcsolóból minden esetben 2 darabot alkalmaznak)
	Keresztkapcsoló, olyan esetben használt, ha az adott lámpát vagy lámpacsoportot kettőnél több helyről akarják működtetni. Ilyen esetben két helyről működtetést váltókapcsoló teszi lehetővé, a további működtetési helyeken keresztkapcsolót kell telepíteni.
	Csillárkapcsoló
	Egyes dugaszoló aljzat
	Kettes dugaszoló aljzat
	Hármas dugaszoló aljzat
	Négyes dugaszoló aljzat
	Telefon dugaszoló aljzat
	TV / számítógép dugaszoló aljzat
	Fénycső
	Elszívó
	Nyomógomb
	Csengő

5. táblázat: Villamos jelképi jelölésrendszer

Az alaprajzon azon lámpák, amelyeket együtt kívánnak kapcsolni, továbbá a kapcsolóik azonos számmal jelöltek. A helyiségek bútorozását és használatát is figyelembe véve kell a lámpák kiosztását elvégezni. Egy átlagos lakás villamos készülékeinek alaprajzi kiosztását mutatja a következő alaprajzi részlet. A fogyasztók mellé írt számadatokból az egész számjegy az áramkör sorszámát, a decimális számjegy az áramkörön belüli fogyasztói sorszámot adja meg.



6. Ábra: Egy lakásrész villamos fogyasztóinak elhelyezése áramköri jelölésekkel