

SZAKDOLGOZAT

Opor Csaba Barnabás

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki Intézet

**Létesítményfenntartó szakmérnök szakirányú
továbbképzési szak**

EGY NYOMDAIPARI

ÜZEM ENERGETIKAI FEJLESZTÉSE

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta
egyetemi docens

**Belső konzulens
intézete/tanszéke:** Műszaki Intézet/
Gépészeti Technológiák Központ/
Épületgépészeti és Energetikai
Tanszék

Külső konzulens: Kövi Dávid Viktor
operatív vezető

Készítette: Opor Csaba Barnabás

Gödöllő

2024.

MŰSZAKI INTÉZET
LÉTESÍTMÉNYFENNTARTÓ SZAKMÉRNÖK
specializáció

SZAKDOLGOZAT
feladatlap

Opor Csaba Barnabás (F5LWIT)

részére

A diplomadolgozat címe:

Egy nyomdaipari üzem energetikai fejlesztése

Feladatkiírás:

A kiválasztott üzemegység bemutatása, a jelenlegi állapotok felmérése.
Az objektum energetikai felújítási tervei és lehetőségei.
További beruházási lehetőségek és energetikai fejlesztések.

Közreműködő tanszék: Műszaki Intézet/Gépészeti Technológiák Központ/Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: Kövi Dávid, operatív vezető

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta egyetemi docens, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024. év november hó 5. nap

Kelt: Gödöllő, 2024 év október hónap

Jóváhagyom



(tanszékvezető)



(szakfelelős)

Átvettem



(hallgató)

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

Kelt: 2024. év november hó 5. nap



(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	3
2.	Cél	5
3.	Irodalom elemzés	6
3.1.	A komfortelmélet a nyomdaiparban	6
3.2.	Klíma	7
3.3.	Levegő minőség.....	8
3.4.	Robbanásveszélyes területek	10
3.5.	Jogi, munkavédelmi és tűzvédelmi előírások	14
4.	A telephely bemutatása	17
4.1.	Elhelyezkedés	17
4.2.	Tevékenység	17
4.3.	Jelenlegi állapot	18
4.4.	Nyílászárók.....	19
4.5.	Esővíz elvezetés.....	21
4.6.	Párásítás	22
4.7.	Légtechnika	22
4.8.	Fűtés.....	23
4.9.	Világítás.....	25
4.10.	Jelenlegi energetikai költségek	25
	Villamosenergia	26
	Gáz	27
4.11.	Jelenlegi felújítási problémák és stratégia	28
5.	Jelenlegi tervek.....	30
5.1.	Brikett fűtés	30
5.2.	Kazáncsere.....	31
5.3.	Nyílászáró cserék.....	31

5.4.	Légtechnikai fejlesztések.....	32
6.	További fejlesztési lehetőségek.....	34
6.1.	Napelem.....	34
6.2.	Akkumulátoros energia tárolás lehetőségei	37
6.3.	Napkollektor	39
6.4.	Fal- és fűdémszigetelés.....	43
6.5.	Karbantartási stratégia bevezetésének a lehetősége	44
7.	Konklúzió.....	47
8.	Összegzés	49
9.	Summary	50
10.	Irodalomjegyzék.....	51
11.	Táblázatok és ábrák jegyzéke.....	53
12.	Nyilatkozatok	54

1. Bevezetés

Biztonságpolitikai és versenypiaci okokból a nyomda beazonosíthatósága miatt konkrét adatokat sok esetben nem adhatok meg.

A vállalat több telephellyel, illetve leányvállalattal rendelkezik. A vállalat esetén a piaci szegmensek kiaknázása és folyamatos fejlődése indokolja az újabb technológiák és raktározási területek bevonását. Emellett az elmúlt években tapasztalt rezsisválság és a termékek még jobb minőségének a megkövetelése szükségessé teszi a telephelyek energetikai felújítását, illetve a gépek és az épületek, illetve a környezet korszerűsítését.

Az Európai Unió 2022-ben fogadta el a fenntarthatósággal kapcsolatos vállalati beszámolásra vonatkozó irányelvét¹, melyet Magyarország is átültetett,² kötelezővé téve egyes vállalatok részére a környezeti, társadalmi és irányítási (ESG) adatszolgáltatást, így a fenntarthatóság, a környezeti lábnyom fontos és meghatározó szempont lesz egy üzem részére az elkövetkezendő időkben.

A nyomdaipari termékek tekintetében fontos az állandó hőmérséklet és páratartalom, a pormentes környezet, illetve a munkavállalók tekintetében sem elhanyagolható a komfort és az ergonómiai tényezők.

A régi épületeknél a technológiák és az alapanyagok még nem tették lehetővé az energiahatékony kivitelezést, bár a hetvenes években nem is volt szempont az olcsó energiaárak miatt. Napjainkra a folyamatosan emelkedő fosszilis energiahordozók ára, az épületszerkezetek amortizációja szükségessé teszi, hogy az épületeket a mai elvárásoknak a szintjére hozzuk. Egyfelől fontos az imázs, hogy egy gyár „jól” nézzen ki, a befektetők, leendő dolgozók szívesebben válasszák ezt a vállalatot, de még fontosabb az épületek állagmegóvása és a rezsiárak csökkentése.

Szintén elvárás a mai Z generáció számára a modern és egészséges munkakörnyezet, míg a Baby boomer vagy X generációba tartozó dolgozóknál ez csak másodlagos szempont.

¹AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 2022. december 14-i (EU) 2022/2464 IRÁNYELVE a 537/2014/EU rendeletnek, a 2004/109/EK irányelvnek, a 2006/43/EK irányelvnek és 2013/34/EU irányelvnek a fenntarthatósággal kapcsolatos vállalati beszámolás tekintetében történő módosításáról.

² 2023. évi CVIII. törvény a fenntartható finanszírozás és az egységes vállalati felelősségvállalás ösztönzését szolgáló környezettudatos, társadalmi és szociális szempontokat is figyelembe vevő, vállalati társadalmi felelősségvállalás szabályairól és azzal összefüggő egyéb törvények módosításáról

Fontos tényező lett a gazdaságosság, mivel egy vállalatnak látnia kell, hogy egy befektetés mikor és hogyan térül meg, kívánja-e addig az adott ingatlant hasznosítani, illetve várhatóan hogyan alakul a piac, az adott épületben milyen gyártási folyamatok vannak/lesznek, arra alkalmas lesz-e. Ebben szintén szerepet játszik a folyamatos munkaerőhiány, illetve az automatizálásra törekedés, hogy a termékek minél tökéletesebbek és hibamentesek legyenek.

A mai világban a folyamatosan változó gazdasági tényezők és szereplők, igények, inflációváltozások mellett már nagyon nehéz több évre gondolkodni, a bankok és hitelezők is a korábbi 20 éves futamidő helyett már csak indokolt esetben adnak 10 éves hitelt, inkább törekednek az 5 éves megtérülésre.

Míg az autóipar vagy gépgyártás területén már szinte csak „sötét gyárakban”³ gondolkoznak, azaz csak gépek és robotok működnek 0-24 órában, a nyomdaiparban egyelőre az emberi jelenlét még több évtizedig jelen lesz, így szükséges az épületek megfelelő fenntartása és komfortosabbá tétele. Talán ez az egyik fő szempont a vidéki üzem fenntartása mellett, hogy a környék munkaerőpiacát be lehet szippantani és a dolgozók a fővárosba is könnyebben felcsábíthatóak, ha már bele kóstoltak a nyomdaiparba, illetve a vállalati kultúrába.

Jelen esetben a gyártott termékek különlegessége, hogy itt szinte minden termék egyedi és kevés a tömeggyártás. Az üzem nem néhány tucat alkatrészt gyárt milliószámba, hanem hatalmas a termékpaletta, melyeket bizonyos időközönként pontos mennyiségekben kell gyártani, mindet egyedi azonosítóval, és minden terméknek tökéletesnek kell lennie, nem lehet hibázni. Természetesen a vállalat részéről ez az előny is, hogy rendelkezik olyan technológiával, tudással és tapasztalattal, amivel más, a piacra újonnan belépő másik szereplő nem tudja felvenni a versenyt.

³ SZON (2019): *Egyes gyárakban már kizárólag robotok dolgoznak*. SZON honlapja. Letöltés dátuma: 2024. 10.11. forrás: <https://www.szon.hu/digitalia/2019/07/egy-es-gyarakban-mar-kizarolag-robotok-dolgoznak>

2. Cél

A szakdolgozatom célja a jelenlegi rezsiköltségek csökkentését mérlegelve a szükségleteket és a bekerülési/megtérülési költségeket számolva egy olyan tervezet kidolgozása, amely lehetőséget ad egy stratégiai döntéshozatalra.

A szóban forgó üzemépület a megépítése óta nem kapott nagyobb renoválást, a nyílászárói, falszerkezetei javarészt még az eredeti állapotban vannak. Az évek során többször tervbe volt véve az épület felújítása, de csak felmérésekre és árajánlatok megkérésére került sor, döntés sosem született ez ügyben.

Az üzem több évig zárva volt, az újraindítást követően a technológiák változása következtében többször került sor belső átalakításra.

Dolgozatomban először végigveszem az épület jelenlegi állapotát, amit személyes bejárásom, a fellelt dokumentumok és a jelenlegi műszaki szervezet elmondása alapján állapítottam meg.

Szükségesnek tartanám az épület teljes szigetelése (fal, földem, nyílászáró) mellett az elavult kazánrendszert korszerűbbre cserélni, valamint az épület „becsomagolása” után, a természetes légcserre megszűnéséből adódó légtechnikai megoldáson is gondolkodni.

Szeretnék tervet készíteni arra is, hogy a jelenlegi energiafogyasztásra milyen megújuló energia telepítése lenne célszerű, ár/érték/megtérülés arányában.

A szakdolgozatom végére szeretnék egy stratégiai irányt mutatni, hogy melyik beruházással lenne szükséges elindulni, illetve melyik alternatív terv megvalósulásával milyen és mennyi idő alatt lehet a megtérüléssel számolni.

3. Irodalom elemzés

A komfortelmélet és annak alkalmazása a nyomdaiparban ugyanolyan fontos, mint más beltéri munkahelyeken, mivel az emberek komfortérzete befolyásolja a hatékonyságot és a munkavégzés minőségét. A nyomdai üzemek esetében a különböző komfortparaméterek – mint a hőmérséklet, páratartalom, légsebesség, zaj, szag és a káros anyagok jelenléte – szigorú szabályozása szükséges, különösen a zárt környezetben és az állandó fizikai aktivitást igénylő munkakörnyezet miatt. A munkahelyek kényelmes körülményeinek biztosítása hozzájárul az egészségmegőrzéshez és a munkahelyi balesetek elkerüléséhez, ami kiemelt fontosságú a nyomdaiparban, ahol nehéz gépek és vegyi anyagok használata elengedhetetlen.

3.1. A komfortelmélet a nyomdaiparban

A komfortelmélet tudománya az elmúlt évtizedekben egyre fontosabbá vált, különösen a modern ipar és technológia fejlődésével, mivel a munkakörnyezet minősége közvetlen hatással van a dolgozók fizikai és mentális jóllétére. A nyomdaiparban, ahol a dolgozók zárt térben és hosszú órákon át végzik munkájukat, különösen fontos a komfortparaméterek pontos szabályozása. A megfelelő hőmérséklet, páratartalom és légsebesség elengedhetetlen, mivel a nyomdagépek és egyéb eszközök működése során keletkező hő és páratartalom nemcsak a dolgozók hőérzetét, hanem a gépek és anyagok működését is befolyásolja. (Kajtár és Bánhidi, 2018)

Az ember és a környezete közötti interakciók vizsgálatakor fontos különbséget tenni az objektív, azaz mérhető paraméterek, valamint a szubjektív, személyes érzékelés között. A nyomdaipari munkakörnyezetben ezek a kapcsolatok hatással vannak a munkahelyi komfortérzetre, hiszen a munkatér zaj-, hő- és szaghatásai mind olyan tényezők, amelyeket figyelembe kell venni a komfortérzet javítása érdekében. (Osha, 2024)

A nyomdaiparban gyakran megjelenő vegyi anyagok, festékek és oldószerek szaga, valamint a nyomdagépek zajszintje erősen befolyásolja a dolgozók komfortérzetét. Az optimális komfortérzet biztosítása érdekében ezen tényezők szabályozása és ellenőrzése létfontosságú. (Kajtár és Bánhidi, 2018) (Pénzes és Tömöry, 1981)

A test hőérzete és a környezeti hőmérséklet közötti egyensúly fenntartása a komfort szempontjából alapvető. A nyomdaipari üzemekben, ahol a gépek működése hőtermeléssel jár, kiemelt figyelmet kell fordítani a hőszabályozásra és hűtési rendszerek telepítésére. Nyáron a hőterhelés enyhítése érdekében hatékony szellőztetés és légkondicionáló rendszerek

szükségesek, míg télen a gépek hőleadását a fűtés kiegészítőjeként lehet felhasználni, ezzel csökkentve az energiafogyasztást. (ASHRAE Handbook, 1981)

A nyomdaipari környezetben a hőleadás nagyban függ a dolgozók tevékenységének intenzitásától, a környezeti hőmérséklettől és a levegő minőségétől. Az emberi test hőleadása a konvekció, sugárzás és párolgás folyamatai révén történik, melyek közül a magas gépi zajjal és páratartalommal rendelkező nyomdaipari terekben különös figyelmet kell fordítani a szellőztetés hatékonyságára. A nyomdaiparban dolgozóknak folyamatosan biztosítani kell a hőegyensúlyt, különben az alacsony komfortérzet csökkentheti a munkavégzés hatékonyságát. (Kajtár és Bánhidi, 2018)

A nyomdaipari üzemekben a belső levegő minőségének megőrzése érdekében figyelembe kell venni a festékek és oldószerek által kibocsátott gázok, valamint a gépek működése során keletkező részecskék jelenlétét. A dolgozók által kibocsátott szén-dioxid és egyéb anyagcsere-termékek szintén rontják a levegő minőségét, ezért elengedhetetlen a megfelelő szellőztető és légszűrő rendszerek telepítése. (Kajtár és Bánhidi, 2018)

3.2. Klíma

Egy nyomdaipari üzem megfelelő munkahelyi klímája különösen fontos a termékminőség és a dolgozók jóléte szempontjából. A megfelelő klíma a következőket foglalja magában:

Hőmérséklet: A nyomdai folyamatok és technológiák optimális hőmérsékleti tartománya általában 20-22°C között van. Ez segít biztosítani a berendezések megfelelő működését és a papír stabil állapotát.

A nyomdai gépek működésük közben hőt termelnek, így nyáron a plusz hőt el kell vezetni, vagy vissza kell hűteni.

Páratartalom: A páratartalom szabályozása kritikus fontosságú. Az optimális relatív páratartalom 40-45% között van. Ha a páratartalom túl alacsony, a papír elektrosztatikus feltöltődése növekedhet, ami problémákat okozhat a nyomtatás során. Ha túl magas, a papír magába szívhatja a nedvességet így az hullámosodhat, deformálódhat vagy szakadhat.

Szellőzés: Jó szellőzés szükséges a káros vegyi anyagok és oldószerek eltávolításához, amelyek a nyomtatási folyamat során keletkezhetnek. Ez különösen fontos az egészséges munkakörnyezet fenntartása érdekében.

Légáramlás: A légáramlás szabályozása segít elkerülni a hőmérséklet és páratartalom gyors változásait, amelyek hatással lehetnek a nyomtatási folyamatra és a papír minőségére.

Megvilágítás: A megfelelő megvilágítás szintén fontos, mivel a nyomdaiparban a színek és részletek pontos megjelenítése kulcsfontosságú. Az egyenletes, természetes fényhez hasonló megvilágítás ideális.

Ezek a tényezők együtt biztosítják a nyomdai termelés zavartalan működését és a nyomtatott anyagok kiváló minőségét. (Kajtár és Bánhidi, 2018) (Szentgyörgyvölgyi, 2008) (Kipphan, 2000) (Benedek, 1961)

3.3. Levegő minőség

Amióta az ólomszedés megszűnt a nyomdaiparban, azóta a munkahelyi kockázat a nagyon veszélyesről közepesre, néha alacsonyra csökkent. Ennek ellenére, nagyon sokféle vegyi anyag van továbbra is jelen a területen. Ezek a vegyi anyagok a festékeken túl, különböző ragasztók, tisztítószeres és oldószeres lehetnek. Bár jellemzően a festékek már UV fényre száradóak, a szárításból adódóan ózon szabadul fel. Az oldószeres javarészt különböző alkohol származékok. A nyomdaiparban egyre nagyobb előszeretettel használják a műanyagokat, melyeknek gyártás közben (forrasztás, laminálás, stb) azok különböző vegyületei szabadulhatnak fel, például a PVC-ből klór. Ugyancsak számolni kell a különböző porokkal is, melyek lehetnek alapból a papír miatt, de a digitális nyomtatásnál a tonerek kiporzása is okozhatja.

A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény (továbbiakban: munkavédelmi törvény) 44. § kimondja, hogy azoknál a munkafolyamatoknál, ahol expozíció állhat fent, ott alapvetően zárt technológiát, kollektív védelmet, illetve legutolsó sorban egyéni védőeszközt kell alkalmazni.

A nyomdaiparban nehéz a zárt technológia kivitelezése, így alapvetően helyi elszívásokat alkalmaznak, melyeket aztán mérni kell, hogy megfelelő teljesítménnyel rendelkeznek.

Az anyagok és keverékek osztályozásáról, címkézéséről és csomagolásáról szóló CLP-rendelet (1272/2008/EK rendelet) alapján, minden egyes vegyi anyagnak rendelkeznie kell biztonsági adatlappal (MSDS), mely tartalmazza a keverékek különböző összetevőit az arányokkal együtt.

A kémiai kóroki tényezők hatásának kitett munkavállalók egészségének és biztonságának védelméről szóló 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet (továbbiakban: ITM rendelet) pontosan leírja, hogy melyek azok a veszélyes anyagok és keverékek, melyek veszélyesek lehetnek a

munkavállalókra és ezeket a munkáltatónak mérnie kell, valamint a koncentrációtól függően meg kell tennie a szükséges intézkedéseket. A felhasznált anyagok és technológiákból adódóan, valamint az ITM rendelet melléklete által meghatározott anyagokra szükséges akkreditált méréseket végezni.

A kémiai kockázatértékelés elkészítése szintén kötelező eleme a munkavédelemnek. Ebből a dokumentumból ki kell derülnie, hogy milyen anyagok vannak jelen a területen, mennyi van belőlük, illetve hány emberrel kerülhet kapcsolatba, mennyi ideig. Ezek alapján szükséges légtérmerést készíteni, hogy megtudjuk, hogy az adott területen lévő anyagmennyiség okozhat-e valamilyen expozíciót, illetve a kiépített légtechnika megfelelő-e a veszély elkerülésére.

Jelen üzem területén is, a technológiából adódóan, több anyagra is megtörténtek a mérések, akkreditált laboratórium által. Összesen 6 mérési pont került kijelölésre a három különböző gyártási területen, valamint 7 különböző anyagra történt a mérés.

A fenti technológiákból adódóan különböző alkoholokat, illetve műanyagból származó vegyületeket érdemes mérni, ahogy 1. ábrán látható, amennyiben azokat az MSDS lapok igazolják.

1. ábra Szennyező anyagok határértékkel (forrás: 5/2020 ITM r.)

Megnevezés	Határérték mg/m³ ÁK
Etanol	1900
2-Propanol	500
Aceton	1210
Toluol	192
Vinil-klorid	2,6

Minden veszélyes anyag rendelkezik egy határértékkel, melyet, ha a koncentrációja meghaladja az adott területen, akkor szükséges intézkedéseket tenni.

Mindenképpen a mérési pontokat úgy kell elhelyezni, hogy azok „életszerűek” legyenek. Javasolt érzékelőket telepíteni a mérésnél a dolgozók légzési zónájába, illetve azokara a területekre, ahol alapvetően a munkát végzik.

A mérési jegyzőkönyv alapján a dolgozók légzési zónáiban és rögzített mintavételi pontokon kimutatott illékony szerves vegyületek koncentrációi minden mérési pontban rögzítésre kerülnek és így vizsgálják az együttes hatást, hogy mennyire közelíti meg a határértékeket.

A mérési eredményeknek meg kell felelniük a 3/2002. (II.8.) SzCsM-EüM rendelet és az 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet előírásainak. (5/2020. (II. 6.) ITM rendelet)

3.4. Robbanásveszélyes területek

Azoknál a munkahelyeknél, ahol tűz- vagy robbanásveszélyes anyagok jelen vannak, fennállhat annak a veszélye, hogy ezek koncentrációja olyan szintre emelkedik, ami robbanást idézhet elő. A robbanások megelőzéséhez általában elengedhetetlen egy átfogó stratégia kialakítása. Ez nemcsak a robbanásveszélyes területeken alkalmazandó műszaki megelőző intézkedéseket igényli, hanem a munkáltató által kidolgozott szervezési lépések bevezetését is.

A robbanások megelőzése érdekében a munkáltatónak az alábbi kötelezettségei vannak:

- a létesítmények robbanásveszélyes zónák szerinti besorolása;
- az ATEX irányelvek követelményeinek betartása;
- a robbanási kockázatok alapos felmérése és értékelése;
- a robbanásveszélyes környezetben működő munkahelyek minimális munkavédelmi előírásainak teljesítése;
- a munkahelyek, munkaeszközök és biztonsági rendszerek megfelelő kialakítása, üzemeltetése és karbantartása;
- belső szabályzat kidolgozása a munkaeszközök biztonságos használatára vonatkozóan.

Ezek az intézkedések együttesen biztosítják a robbanásveszély csökkentését és a munkavállalók biztonságát.

A térségbesorolás alapján azonosíthatóvá váltak azok a munkahelyek, ahol fennáll a robbanás veszélye. A munkáltatónak gondoskodnia kell olyan védelmi intézkedések bevezetéséről, amelyek biztosítják az egészségre ártalmatlan és biztonságos munkavégzést. Ennek érdekében a kockázatokat meg kell szüntetni, vagy a lehető legkisebbre, elfogadható szintre kell csökkenteni. A robbanás elleni védekezést következetesen át kell gondolni, és a szükséges lépéseket időben végre kell hajtani.

A potenciális robbanásveszélyes környezetben található munkahelyeken az általános munkavédelmi követelményeken túl különleges előírásokat is alkalmazni kell, amelyek célja a robbanásveszélyes légkör kialakulásának megakadályozása, illetve a robbanás esetleges hatásának mérséklése vagy megszakítása. A robbanásveszély megelőzésének érdekében a munkáltatónak kötelessége számos általános és specifikus védelmi intézkedés végrehajtása. Az

általános követelményeket munkavédelmi szabályok, míg az egyedi előírásokat rendeletek és egyéb jogszabályok határozzák meg.

A 99/92/EK irányelv meghatározza azokat a minimális követelményeket, amelyek a robbanásveszélyes légkörben dolgozó munkavállalók biztonságának és egészségének védelmét szolgálják, beleértve a megfelelő műszaki és szervezési intézkedések szükségességét. Ezt az irányelvet a 3/2002. (III. 11.) FMM-EszCSM együttes rendelet ülteti át a magyar jogba, amely a potenciális robbanásveszélyes környezetben dolgozó munkavállalók védelmére vonatkozó minimális munkavédelmi követelményeket harmonizálja, teljes összhangban az irányelvvel. A rendelet szerint a munkáltatónak kötelessége a munkaterületek zónabesorolását elkészíteni a munkavégzés megkezdése előtt, ezt rendszeresen felülvizsgálni, és szükség esetén módosítani a változásoknak megfelelően.

A potenciálisan robbanásveszélyes környezetben található munkahelyet úgy kell megtervezni és kialakítani, hogy az biztosítsa a munkavállalók és más jelenlévők egészségét és a munkavégzés biztonságát.

Amennyiben robbanóképes légkör olyan mértékben alakul ki, hogy az veszélyezteti a munkavállalók vagy más jelenlévők egészségét és biztonságát, folyamatos felügyeletet kell biztosítani, beleértve a rendszeres monitorozást is.

A berendezések, készülékek, védelmi rendszerek és a kapcsolódó eszközök csak akkor helyezhetők üzembe, ha a robbanásveszélyes területek zónabesorolása rendelkezésre áll. Ennek alapján meg kell határozni, milyen feltételek mellett üzemeltethetők ezek biztonságosan a robbanóképes légtérben. Ez az előírás vonatkozik minden olyan munkaeszközre és kapcsolódó berendezésre, amely önállóan nem jelent gyújtóforrást, de más eszközzel együtt használva potenciális veszélyt képviselhet. A munkáltatónak gondoskodnia kell a szükséges védőintézkedésekről, hogy a kapcsolódó berendezések ne cserélődjenek össze nem megfelelő típusokra.

A robbanóképes légtérben első alkalommal üzembe helyezett munkaeszközök alkalmazási feltételeit robbanásvédelmi szempontból alaposan meg kell vizsgálni. A kockázatok elkerülése érdekében minden szükséges biztonsági intézkedést végre kell hajtani.

A robbanásveszélyes munkaterületekre tilos gyújtóforrást vagy bármilyen nyílt láng létrehozására alkalmas eszközt, például öngyújtót vagy nyílt lángú lámpát bevinni. Ezt a tilalmat jól látható figyelmeztetéssel kell jelezni a potenciálisan robbanásveszélyes terület

bejáratánál, hogy a munkavállalók tisztában legyenek vele. Gondoskodni kell arról is, hogy illetéktelen személyek ne léphessenek be ezekbe a zónákba; a belépési tilalom jelzését (például táblát vagy ábrát) jól látható helyen, a bejáratnál kell elhelyezni.

A robbanásveszélyes környezetben működő munkahelyek esetében a munkáltatónak a kockázatértékelés során munkabiztonsági és munkaegészségügyi szempontból kötelessége az előrelátható veszélyek azonosítása. A veszélyeztetettséget és annak fokát az alábbi tényezők figyelembevételével kell megállapítani:

- a robbanásveszélyes légtér kialakulásának, fennmaradásának, illetve időtartamának valószínűsége;
- a gyújtóforrás megjelenésének esélye a robbanásveszélyes légtérben, beleértve az elektrosztatikus kisüléseket is;
- az alkalmazott berendezések, anyagok, technológiák és ezek kölcsönhatásai;
- egy esetleges robbanás hatásainak várható nagysága.

A munkáltatónak kötelező elvégeznie a robbanásveszélyes területek zónabesorolását kötelezettségeinek teljesítése érdekében. A zónabesorolásnak különösen az alábbiakat kell magában foglalnia:

- a tervezési határok meghatározása;
- a tervezett technológia rövid ismertetése;
- a robbanásveszély részletezése;
- a robbanásvédelem szempontjából lényeges anyagtulajdonságok bemutatása.

A robbanásveszélyes területek zónabesorolását még a munkavégzés megkezdése előtt kell elkészíteni, és szükség esetén, változások alkalmával módosítani kell. A zónabesorolás különösen az alábbi esetekben felülvizsgálandó:

- a teljes tervezési folyamat során,
- a technológia üzembe helyezésekor,
- a technológiai rendszer bármilyen módosításakor vagy változtatásakor, ha ez hatással lehet a robbanásveszélyes terület kiterjedésére vagy a védelmi intézkedésekre,
- a vonatkozó FMM-ESzCSM rendelet szerint, a robbanásvédelmi dokumentáció részét képező folyamatos felülvizsgálat során,

- a munkavédelmi törvény 54. § (3) bekezdése értelmében, a kockázatértékelés elvégzésekor, amely a robbanásvédelmi dokumentáció része; ezt szükség esetén, de legalább háromévente kötelezően el kell végezni.

Az FMM-ESzCSM rendelet meghatározza a robbanásveszélyes légtérben használható készülékek és védelmi rendszerek kiválasztásának követelményeit. Az alábbi kategóriájú készülékek alkalmazhatók a különböző zónákban:

- 0. vagy 20. zóna esetén: 1. kategóriájú készülékek;
- 1. vagy 21. zóna esetén: 1. vagy 2. kategóriájú készülékek;
- 2. vagy 22. zóna esetén: 1., 2. vagy 3. kategóriájú készülékek.

A különböző gépek és termékek alapvető biztonsági és egészségvédelmi követelményeit a 16/2008. (VIII. 30.) NFGM rendelet határozza meg, amely a gépek biztonsági előírásairól és megfelelőségük tanúsításáról rendelkezik.

Ez a rendelet szabályozza a gépek biztonságát a tervezési fázistól kezdve egészen a forgalomba hozatalig és üzembe helyezésig. A rendelet előírja, hogy a gépeket úgy kell megtervezni és legyártani, hogy azok eleget tegyenek az alapvető biztonsági és egészségvédelmi követelményeknek.

Az üzem területén a robbanásveszélyes terek 0-s, 1-es és 2-es zónákba sorolhatók. E besorolás alapján robbanásveszélyes környezetben lehetőség nyílik a villamos és nem villamos eszközök kiválasztására és telepítésére, figyelembe véve a készülék kategóriákat, a gázcsoportokat és a hőmérsékleti osztályokat. A zónák ismerete alapot ad a gyújtóforrások és a munkavállalók robbanásveszélyből fakadó kockázatainak értékelésére is.

A zónabesorolások során figyelembe vesszük az éghető anyagot tartalmazó technológiai berendezéseket, amelyek potenciális kibocsátó forrásokként befolyásolhatják a zóna kiterjedését. Fontos megjegyezni, hogy a területek besorolása és a szükséges tanúsítványok elkészülte után minden olyan változtatás a berendezéseken vagy technológiai eljárásokon, amely a robbanásveszélyes környezetet érinti, érvénytelenítheti a korábbi besorolást.

A robbanásveszélyes térség zónájának meghatározásában alapvető szerepe van a kibocsátó források azonosításának és a kibocsátások intenzitásának osztályozásának. Csak azok a gépek és berendezések minősülhetnek kibocsátó forrásnak, amelyek tűz- vagy robbanásveszélyes anyagot tárolnak, dolgoznak fel, vagy szállítanak. A robbanásveszélyes zónák kijelölésénél

minden előforduló tűz- vagy robbanásveszélyes anyagot figyelembe kell venni. Amennyiben egy berendezés éghető anyagot bocsáthat ki a környezetébe, a kibocsátó forrásokat a következő három alapfokozat egyikébe kell besorolni a robbanásveszélyes gázközeg jelenlétének csökkenő valószínűsége alapján:

- Folyamatos fokozatú kibocsátás: folyamatos vagy hosszú időn keresztül fennálló kibocsátás.
- Elsőrendű fokozatú kibocsátás: rendszeres vagy alkalmankénti kibocsátás, amely normál üzemben várhatóan előfordul.
- Másodrendű fokozatú kibocsátás: normál üzemben nem várható kibocsátás, de ha elő is fordul, valószínűleg ritkán és rövid ideig tart.

Az alapelv szerint a robbanásveszélyes térségeket a robbanóképes atmoszféra jelenlétének gyakorisága és időtartama alapján kell zónákba sorolni:

- 0-s (20-s) zóna: olyan térség, ahol robbanóképes gáz vagy gőz folyamatosan, hosszú ideig vagy gyakran van jelen.
- 1-es (21-es) zóna: olyan térség, ahol normál üzemi körülmények között esetenként előfordulhat robbanóképes gáz vagy gőz.
- 2-es (22-es) zóna: olyan térség, ahol normál üzemi körülmények között várhatóan nem jelenik meg robbanóképes gáz vagy gőz, de ha elő is fordul, csak rövid ideig marad fenn.

A szabvány szerint tehát a zónák besorolása a robbanóképes közeg előfordulási valószínűségétől függ. (Robbkontroll, 2024)

3.5. Jogi, munkavédelmi és tűzvédelmi előírások

Egy gyártóüzem működésében elengedhetetlen, hogy a munkavédelmi előírásoknak megfeleljen. Ezért a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről szóló 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendeletnek minden pontjának meg kell feleltetni a munkahelyeket. (3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet)

A jogszabály kimondja, hogy a munkáltatónak a feladata, hogy a munkahelyek biztonságosak legyenek, illetve minden feltétel a munkavállalók rendelkezésére álljon. Az alapvető dolgokon, mint a menekülésen és a tűzoltáson túl, gondoskodni kell a szellőzésről, hőmérsékletről, megvilágításról, az épületszerkezetek és nyílászárók állapotáról, a megfelelő méretű

munkahelyekről, pihenő- és öltözőkódőhelyekről, tisztálkodási lehetőségekről, ívóvízről és munkahelyi zaj- és rezgések elleni védelemről.

A munkavédelemről szóló 1993. évi XCIII. törvény kimondja, hogy „azoknál a munkafolyamatoknál, amelyeknél a munkavállaló veszélyforrás hatásának lehet kitéve, a hatásos védelmet zárt technológia alkalmazásával, ha ez nem oldható meg, akkor kollektív műszaki védelem, szervezési intézkedések, egyéni védőeszközök – szükség szerinti együttes – alkalmazásával kell megvalósítani.”⁴ (1993. évi XCIII. törvény)

A nyomdaipar az elmúlt 50 évben nagy technikai változáson ment keresztül. Alapvetően a nyomdagépek is fejlődtek, az ofsetgépek mellett a digitális nyomtatók is teret hódítottak. A festékek a régi nehézfémek helyett ma már sokkal veszélytelenebb anyagokat tartalmaznak, a hozzájuk tartozó oldószerek is a korábbi rákkeltő anyagok helyett sokkal veszélytelenebb tisztítószereket használnak. A ragasztók is szinte ártalmatlanok a környezetre. Ugyanakkor még mindig van oldószer kibocsátás, melynek az elszívásáról gondoskodni kell, a természetes szellőzés mellett szükséges gépi szellőztetés üzemeltetése. Vizsgálni szükséges a gyúlékony anyagoknál a felhasználásnál, illetve a tárolásnál a robbanásveszélyes zónák kialakulását, ott külön intézkedni kell a légcseréről, illetve olyan gépek, berendezések használatáról, hogy gyújtóforrás ne lehessen. (Nagy, 2018)

Az új digitális gépek nagy mennyiségű ózont bocsátanak ki, ami azon túl, hogy erősen oxidál, az emberi szervezetben is okoz károkat hosszú távon és nagy töménységben. Így szintén szükséges ezeknek a gépek esetén a zárt technológia, illetve a közvetlen gépi elszívás biztosítása. (Gera és Darkó, 1961)

Ahhoz, hogy a nyomtatás tökéletes minőségű legyen, az alapanyagok megfelelő kezelésére van szükség. A nyomtatás egyik lelke a papír. A papír kétféle módon található meg a gyártásban, vagy több száz kilós hengerben feltekerve vagy íves formában. Ha a papír túl száraz vagy túl nedves, akkor a festéket sem fogja úgy „beszívni” vagy meghullámosodik, ami pontatlanná teszi a nyomtatást, illetve gyűrődni fog a gépek hengereiben. A technológia ezért folyamatos 40 %-os páratartalmat, illetve 22 C°-os hőmérsékletet kíván. Ebből adódóan olyan légtechnikai szükségletekre lenne szükség, melyek ezt állandó szinten tudják tartani. Mivel a klíma alapvetően párát von el, így az üzemek területén megfigyelhető a folyamatos gépi párasítás.

⁴ 1993. XCIII. tv. 44. §.

Ugyanakkor a párásítás magával hozza a penészedés és a legionella veszélyeit is. (Fairley, 1971) (Bartha, 1983) (Mvff, 2024)

Az új technológiák közé tartozik a műanyag, gondoljunk egy kártya alapú személyazonosító igazolványra, bankkártyára vagy az útlevelel adatoldalára. Ezek legtöbb esetben laminált termékek, tehát középső papír rétegek vannak külön megnyomva az adott technológiákkal, majd kerülnek laminálásra. Sok esetben a kötészeti segédmunkában a lapok összehordása, majd a PVC vagy PU rétegeket kézi vagy gépi technológiával történő pontforrasztással – az elmozdulás ellen – össze tapasztják, hogy utána laminálásra kerülhessenek. A forrasztás hatására a műanyagok különböző vegyi anyagai szabadulhatnak fel, például klór, melyeknek a helyi elszívásáról gondoskodni kell. (Radó, 1970) (Robison, 2014)

4. A telephely bemutatása

4.1. Elhelyezkedés

Az üzem Magyarország északi régiójában található, egy 10000 fő alatti településen.

A telephelyen két épület található, az egyik teljes mértékben magasraktárnak van használva, a másik épület – melyről a dolgozatom is készül – az üzemcsarnok, melynek egy része raktárként is funkcionál. Az épület rendelkezik a főbejárat felől egy szinttel, ahol szociális helyiségek (öltöző, mosdó, ebédlő), irodák karbantartási és irattári helyiségek találhatóak.

Az üzemépület 3250 m² alapterületű, belmagassága a csarnok részen 5,1 méter, a 650 m² alapterületű raktár és a 650 m² alapterületű irodai és szociális helyiségek két szinten helyezkednek el, 6,9 méteres épületmagassággal. Az épület fekvése északkeleti-délnyugati.

Az épület 1974-ben került a vállalat birtokába, és több-kevesebb idő kihagyással azóta is használatban van. Az elmúlt 50 évben az épületen nagyobb átalakításokat, illetve felújításokat nem végeztek, ahogy az az 2. ábrán látható.

2. ábra A homlokzat (Forrás: saját kép)



4.2. Tevékenység

Az épületekben a fő tevékenységként kötészeti segédmunkák zajlanak, melyet körülbelül 100 fő munkavállaló végez, műszakonként 30-40 fővel, illetve raktározás. A fő alapanyag a papír. Ahhoz, hogy minden nyomdai művelet hiba nélkül működjön, és minden gép akadály nélkül dolgozhasson, különösen fontos az állandó hőmérséklet és páratartalom.

4.3. Jelenlegi állapot

Az épület a szerkezet alapján a hetvenes években épülhetett (eredeti tervek nem állnak rendelkezésre) előre gyártott vasbeton szerkezetű tetővel és homlokzattal, a szociális részénél monolit vasbeton közbenső szinttel.

2003 augusztusában az MTM tanácsadó mérnök iroda megrendelésre készített egy tartószerkezeti felmérést, mivel a csarnokhoz kapcsolódó irodaépület falai elkezdtek repedezni. Folyamatban volt az épület tisztasági festése, és aggódtak, hogy felújítás után a frissen elkészült részek károsodnak. (Markovits, 2003)

A szakvélemény feltárta, hogy statikai problémája az épületnek nincs, az alapozás megfelelő, nem süllyed. Vélhetően a tartószerkezet és a falpanelek találkozásánál a tömítések előregedtek, bekoszolódtak, így már nem tud megfelelően mozogni a falszerkezet a nyári hőingadozásban. Abban a pár hétben, amikor tapasztalták a repedések megjelenését, közrejátszhatott a napi 30-35 C°-os napi hőmérséklet, valamint a közelben több helyen előforduló kisebb földrengés is.

A repedések flexibilis tömítése és festése, illetve üvegszál-asztalozás használata a fő problémát nem fogja megoldani, de véleményem szerint a későbbiekben, ha az épület szigetelésére sor kerül, akkor a szerkezetek kevesebb hőingadozást fognak elszenvedni, amitől mérséklődni fog a dilatáció.

Ugyanakkor a dokumentációból további fontos információkat kapunk az épület szerkezetéről, mégpedig azt, hogy a tetőszerkezet 18 méteres panelekkel és 6 méteres rövid főtartókkal épült, amelyek előregyártott homlokzati pillérekre támaszkodnak. A homlokzati panelek szintén előregyártottak és részben egymásra, részben pedig a pillérekre rögzítettek. A fugákat a panelek rendszer elvei szerint rugalmas, hő- és vízszigetelésre alkalmas fuga tömítéssel töltötték ki. A harántfalak falváz-pilléreit szögacél rögzíti a tetőpanel bordájához. A közbenső szint monolit vasbeton szerkezete fugával csatlakozik a homlokzathoz.

A földem szimpla vasbeton szerkezet, melyen bitumenes vízszigetelés van, azon kavicságy vagy egyéb anyag nem található.

Villámvédelemmel rendelkezik. Az épület külső pereménél oldalfalra szerelt 2 méteres szívócsúcsok vannak, összekötve a felfogó vezeték sodronnyal. Az épület lapos tetején betongúlára helyezett felfogó vezeték van kereszt irányban elhelyezve hét és hosszanti irányban kettő helyen. A betongútlákban 50 cm-es tartótüskék vannak, alattuk pedig szigetelő alátét lapok. Az épület kerülete mentén nyolc darab földelő szonda található, melyekhez a levezetők

vannak kötve, vizsgáló összekötőn keresztül. A villámvédelmi felülvizsgálat 2023-ban megtörtént és a következő felülvizsgálat esedékessége hat év múlva lesz.

Érdekesség még, hogy 1995-ben az irodaépület földszintjén, az addig ott elhelyezett TMK műhely, irodák, tárgyaló, raktár stb. helyiségekből egy nagykereskedelmi üzletet és büfét terveztek kialakítani, melynek a komplett tervrajzai és műszaki leírása rendelkezésre áll, de sosem valósult meg.

4.4. Nyílászárók

Az ablakok még az 50 évvel ezelőtti fémkeretes kétrétegű üveg nyílászárók (3. ábra), az ajtók fém-, illetve üvegajtók. Az évek alatt bekövetkezett vetemedések miatt a nyílászárók húznak, így biztosítják a természetes szellőzést.

3. ábra Az eredeti fémkeretes nyílászáró (Forrás: saját kép)



Az üzemben eredetileg az ablaksor fölött kopolit üveg más néven U-profil üveg volt körben, hogy több természetes fény kerüljön be az üzem területére.

A kopolit a 20. században főleg az ipari épületeknél rendkívül népszerű építőanyag volt, leginkább homlokzati burkolatként válaszfalként, illetve tetőszerkezetekben használták.

A U-alakú profil miatt a kopolit üveg jóval erősebb és teherbíróbb, mint a hagyományos lapüveg. Ez lehetővé teszi, hogy nagy felületeken is használják, minimális támasztó szerkezet mellett. Felhasználható homlokzatokon, válaszfalakban, beltéri és kültéri felületeken egyaránt, mind vízszintes, mind függőleges irányban.

Képes a természetes fény beengedésére, miközben bizonyos fokú intimitást biztosít, mivel az üveg felülete gyakran textúrázott. Így ideális olyan terekben, ahol fontos a fény, de nem szükséges a teljes átláthatóság.

A kopolit üveg hőszigetelő képessége nem olyan magas, mint egy háromrétegű üvegé, de fejlesztése során különféle megoldásokkal javították ezt a tulajdonságot, mint például a többrétegű alkalmazással, vagyis két vagy több rétegű kopolit üveget helyeztek egymásra, amelyek között levegőréteg alakult ki, ami javította a hőszigetelést. A modern szerkezetekben gyakran alkalmaztak speciális tömítéseket és hőszigetelő anyagokat a kopolit üveg rögzítése körül, hogy csökkentsék a hőhidak kialakulását.

A kopolit üveg minimalista megjelenése különösen vonzó volt a modern (ipari) építészetben. Tiszta vonalai és a fényjátékok, amelyeket a felület textúrája teremt, hozzájárulnak ahhoz, hogy egyedi karaktert adjanak egy épületnek. Használható átlátszó vagy matt változatban, ami lehetővé teszi, hogy a tervezők az adott tér funkciójához és megjelenéséhez igazítsák.

A kopolit üveg vastagsága és profilja hozzájárulhat az akusztikai szigeteléshez is, bár ez elsősorban nem a zajszigetelésről híres anyag. Többrétegű változata azonban jelentősen képes csökkenteni a külső zajok behatolását.

A kopolit üveg tartós, esztétikus és funkcionális építőanyag, amely a modern építészet egyik alapvető elemévé vált. Alkalmazásával lehetőség nyílik olyan terek létrehozására, amelyek egyszerre biztosítják a természetes fény bejutását és a belső terek intimitását, miközben az energiahatékonyság is javítható. (Zotya üveges, 2017)

Ugyanakkor mára kiment a divatból, illetve nagyon megdrágult, a törött üvegek pótlása nehézkes.

Jelen esetben az épület vélhető süllyedése miatt az üvegek elkezdtek megrepedni, így több 10 kilós üvegtáblák kezdtek kiesni, amik éles szélük és tömegük miatt balesetveszélyt jelentettek.

Ezek után döntöttek úgy, hogy az összes kopolit üveget kiveszik, és helyettük polikarbonát lemezzel pótolják a homlokzatot, ahogy az a 4. ábrán látszik.

4. ábra A kopolit üveg helyettesítése polikarbonát lemezzel (Forrás: saját kép)



4.5. Esővíz elvezetés

Az épület lapostetővel rendelkezik, ahonnan fémcsövekkel vezetik le az esővizet a tetőről. Ezek a fémcsövek leginkább a vízszintes szakaszokon, illetve a könyököknél kirohadtak a folyamatos sűrűlódás és a lappangó víz miatt. A cseréjük a tetőszigeteléssel egybekötve kerül majd kivitelezésre. Ahol lehetőség volt, ott műanyag PVC csövekre cserélték a kirohadt részeket, és gumiharanggal bilincseltek össze a csőszakaszokat, ahogy az a 5. ábrán látszik.

5. ábra Javított csőszakasz (Forrás: saját kép)



Vélhetően azok a csövek is el vannak oxidálódva, amik az épület alatt távoznak, és a földem alatt nem láthatóak, így lehetséges, hogy az esővíz az épület alatt gyűlik és szikkad el. Erre abból is lehet következtetni, hogy az épület korábbi, később kicserélt kopolit ablakai is kezdtek megrepedni egy bizonyos saroknál. Nem lenne rossz egy kamerázás az esővíz elvezető rendszerénél, hogy megtudjuk, ténylegesen milyen állapotban vannak a föld alatti csövek, és hogy a víz hova távozik. Az épületet körbejárva látható, hogy minden egyes csatorna kivezetésnél készült egy tisztító akna, ami nagyban fogja segíteni a feltárásokat.

Érdemes lenne ezeket a vízelvezetéseket minél hamarabb cserélni, illetve épületen kívülre vezetni, hogy elkerüljük a drága és időigényes bontási és feltárási munkákat. Szükségesnek tartanám egy statikai felmérést is azzal kapcsolatban, hogy az évek alatt történt alámosás miként befolyásolta az épület állékonyságát.

4.6. Párásítás

A technológia megköveteli az állandó 40-45 %-os páratartalmat. Az üzem területén folyamatosan alacsonyabb volt a páratartalom, ezért az üzem területére egy Finestfog márkájú párásítórendszert építettek be (6. ábra), amely a csarnokot három szektorra osztva mindegyikben külön kezeli a paramétereket. A csarnok több pontján érzékelők vannak felszerelve, amelyek folyamatosan kommunikálnak a központi egységgel, és amennyiben csökken a páratartalom, akkor a rendszer automatikusan pótolja azt. Fontos a szektorokra való osztás, mivel egyes géptermekekben eltérő páratartalom előírás is lehet, illetve a nap folyamán folyamatosan változnak a technológiák és létszámok, nem beszélve az időjárási körülményekről.

6. ábra Finestfog (Forrás: saját kép)



4.7. Légtechnika

Eredetileg az üzem építéskor nem terveztek légtechnikai rendszert, mivel akkor sem a munkavédelmi törvény, sem a hozzá kapcsolódó egyéb jogszabályok, valamint az országos településrendezési és építési követelményekről szóló 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet sem írta elő, és az akkori technológia sem feltétlenül indokolta. Ugyanakkor egy másik üzemcsarnok költözése következtében az ott leszerelt légtechnika beüzemelésre került a csarnokban. (253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet) (Altecovent, 2024)

Az AIRVENT Légtechnikai Zrt. által gyártott EMM-100 típusú légtechnika (7. ábra) elsősorban csak a hűtés miatt került kiépítésre a területen, amit kizárólag nyári időszakban használtak. Téli időszakban nem volt működtetve, mivel kihűtötte volna az üzemet.

Javaslatomra a kazán egyik fűtőkörét leágasztatták és bekötötték a légtechnikai rendszerbe, így már télen is tudják biztosítani a friss levegőt, amit a kazán előfűt, illetve ki tudják használni a légkezelőbe épített hőcserélő rendszert is.

Ugyanakkor a légkezelő még nem működik tökéletesen, mivel a lecsapódó kondenzvizet a rá kötött szivattyú nem szállítja el, így félő, hogy a szerkezetben pangó víz marad, ami később legionella megbetegedést okozhat. Ezzel kapcsolatban külső szakcéggel felvettük a kapcsolatot.

Végeredményben szerencsés, hogy a légtechnikát sikerült átállítani téli-nyári üzemmódra, mivel, ha a későbbiekben megtörténnek az ablakcserék, és az épület megkapja a szigetelést, akkor a pára bennragadna, és már nem párástani, hanem páramentesíteni kellene.

7. ábra AIRVENT EMM-100 (Forrás: saját kép)



4.8. Fűtés

Az üzem építésekor az első kazán még a mostani TMK helyiség helyén volt, legalábbis a korábbi tervrajzok erről tanúskodnak, illetve a korábbi kémény is még ott magaslik. Az épületben beépített berendezések hőigénye méretezett állapot mellett 418,6 kW.

A jelenlegi kazánt, az 1990-es évek végén került telepítésre az épület mellett egy konténerbe. A FÉG Vestal AF-105 fűtőmodulból került 4 db kialakításra, ezekből már csak kettő működik, az energiahatékonyságuk pedig igen korszerűtlen és a működésük is megbízhatatlanná vált. A fűtésen felül ezzel kerül előállításra a használati melegvíz is. Bár a melegvíz rendeltetésszerűen működik az üzem öltözőiben, ugyanakkor a kazánokkal együtt telepített FŰTŐBER AB 1600

literes HMV puffertároló szigeteléssel nem rendelkeznek, így sok energia tűnik el, de nem csak itt, hanem a már roncsolódott hiányos csőszigeteléseken is. Sok helyen, akár kültéren is a fűtőcsövek szigetelés nélkül maradtak, így a megtermelt hő kárba vész.

Jelenleg a területen a hőleadók vegyesen vannak. Az irodaépületben duplasoros acéllemez lapradiátorok kerültek felszerelésre, minden helyiségben megfelelően méretezve, ugyanakkor termosztát szelepekkel még nem lettek ellátva a fűtőtestek.

Az üzemcsarnok területén az elkerített üzemegységekben szintén radiátorokkal oldották meg a fűtéseket, melyek a fal mentén az ablakok alatt helyezkednek el, de a csarnok közepén lévő tartóoszlopokra felrögzítésre került 6 db VTS Volcan VR Mini EC típusú termoventilátor (8. ábra), amelyek irányítottan a csarnok egész területét befűjják mindegyik irányban. A csarnokból nyíló korábbi rámpára berendezett bálázóhelyiséglemezfalai minimálisan szigeteltek ugyan, de a tolóajtó rései miatt huzatos, ezért szintén egy korszerű VTS termoventilátort kapott, bár szerintem egy 48,20 m² helyiségbe, melynek a belmagassága nincs átlag 3 méter, egy 3-20 kW-os teljesítményű 2100 m³/h légszállítású ventilátort pocsékolás volt beépíteni.

8. ábra VTS Volcan VR Mini EC (Forrás: saját kép)



Azokon a területeken, ahol a radiátoros fűtés megoldott, 2 db-ot, illetve a raktárnak használt területeken, ahol állandó munkavégzés nincs, csak temperálni kell a területet, ott 4 db-ot meghagytak a működő régi FŰTŐBER TRA 226 típusú termoventilátorokból.

A légtechnikánál már említettem, hogy a kazán előremenő ágát, rákötötték a légkezelő egység fűtőkaloriferjére.

Mivel a kazán eléggé elavult, így szükséges lenne a cseréje, melyre több ajánlatot is bekértünk, illetve teljes épületgépészeti kiviteli tervdokumentáció is készült Hupuczi Ádám Miklós épületgépész mérnök és tervező által. Ez a tervdokumentáció a kazáncseréken kívül javasolta a radiátorokra a termosztatikus fejek beépítését is, a tervezett szelepállással, valamint további radiátorok beépítését is, mely terveket majd egy későbbi fejezetben részletezek.

Sajnos a tervezésnél még nem lett figyelembe véve, hogy szeretnénk hőszigetelni az épületet, valamint korszerűsíteni a nyílászárókat, így az eredeti 420 kW körüli hőigény érték vélhetően túlméretezett lesz.

4.9. Világítás

Az üzemben eredetileg régi fénycső armatúrák voltak. Az évek során ezeknek a burkolata megsárgult, elkoszolódott, eltörték, valamint az elektronika részük, a trafók tönkrementek. Az elmúlt években cserélve lettek armatúrával együtt újabb típusú LED fénycsővekre, melyek az üzemben hosszanti irányban végig, egymástól 4 méterenként lettek elhelyezve, körülbelül 4 méter magasságig leeresztve. Így az üzemcsarnok területén – függetlenül a természetes fényviszonyoktól – 600-650 lux mérhető. Ezáltal nőtt a fény az üzemben, komfortosabbá és produktívabbá vált a munkahely, mindemellett csökkent az energiafelhasználás. Azoknál a gépeknél, amelyek további fényt igényelnek, illetve a gépkezelői állásokhoz kiegészítő LED-es világítást építettek be. (Kaiserkraft, 2024)

Ugyanakkor a nyári időszakban a nagy üveg és most már víztiszta polikarbonát felületek miatt nagyon sok természetes fény jut be a munkaterületre, így legfeljebb a reggeli és délutáni órákban szükséges a mesterséges megvilágítás, meg természetesen ősztől télig, ahogy rövidülnek a nappalok.

4.10. Jelenlegi energetikai költségek

A három fő költségelem a víz, a gáz és az áram. Az üzemnek technológiai vízfelhasználása jelenleg nincs, vízfogyasztás kizárólag csak szociális felhasználásból van.

A gázt a fűtés és a csekély mennyiségű melegvíz előállítására használják. Az épület rossz energetikai tulajdonságai és az elavult kazánok miatt a gázfogyasztás tetemes, nem beszélve a rezsi árak emelkedéséből adódó hatalmas többletköltségekről.

A villamos energia a technológia miatt kerül felhasználásra. Itt gondolok maguknak a gépeknek a működésére, a kompresszor üzemeltetésére, a világításra stb.

Sikerült 2015-ig visszamenőleg az összes energiára adatot beszerezni, melyeket több szempontból is lehet elemezni, mint például a fogyasztások változása és ezzel összefüggésben az árak alakulása, mely 2022-ben volt a legdrasztikusabb. Természetesen az energia használatokat bőven befolyásolja, hogy épp milyen és mennyi technológiát használ az üzem. Mint már említettem, 2022-ig alapvetően csak kötészeti segédmunka volt jellemző az üzem tevékenységére, amit néhol egy-egy másik nyomtatási tevékenység kiegészített. 2022-ben ugyanakkor az üzem egy része bérbeadásra került, mely területen nagyüzemben történt a digitális könyvgyártás. Így ezt a két időszakot jelenleg külön venném és a később is az egyes megtérülések számolásánál külön bontom, ha szükséges. Itt nem feltétlenül csak a villamosenergia növekedésre gondolok, hanem a nagyobb létszám miatt a több műszak előfordulása esetén a fűtés, hűtés, légtechnika működéséből adódó fogyasztásokra.

Villamosenergia

2015-től 2021-ig átlagosan 93 MWh villamosenergiát használtunk el évente. Sajnos az évek alatt elég nagy differenciával, míg az első két évben 125 MWh körül volt a fogyasztás, a rákövetkező két évben leesett 55 MWh átlagra, majd 2019 és 2021 között realizálódott 95 MWh értéken. A havi elosztás szinte rendszeres, nincsenek nagyon kiugró hónapok egyik irányba sem.

Az árak alakulásának több változója is van, 2022-ig átlagosan több mint 3,5 millió forintot fizettünk villanyszámlára. Mivel nem lakossági ügyfelek vagyunk, így az áramszolgáltatók közül korábban lehetett választani, így évente árajánlat alapján történt a választás, ki milyen áron tud szolgáltatni. A másik változó tényező az Euró árfolyam volt, mivel a számlákon lévő áramdíjat Európában határozták meg, így előfordulhatott, hogy a fogyasztás több volt, de a kedvezőbb árfolyam miatt kevesebbet, de volt, hogy fordítva, a kevesebb fogyasztásra többet fizettünk. Lényegében a legalacsonyabb és legdrágább számla között sem volt vészesen nagy eltérés az átlagtól.

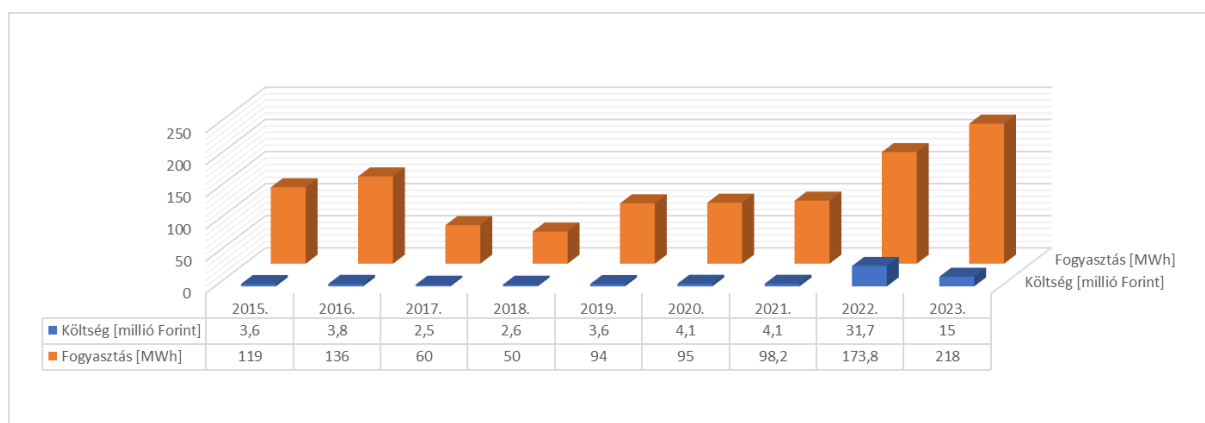
2022-ben az addigi átlag 93 MWh-ról 174 MWh-ra, míg 2023-ban 218 MWh-ra emelkedett a fogyasztás. A nagy ugrás 2022 májusában történt, amikor a bérlő elkezdte a gyártást. Ekkor az addigi 9000 KWh átlag felugrott 17,5 MWh-ra.

Az orosz-ukrán konfliktus kirobbanását követően a vállalatok számára a rezsicsökkentett árakat eltörölték, így 2022 júliusától kezdődően a villamos energia árak az ötszörösére emelkedtek. Így a havi 175.000 Forintos számlák helyett jöttek a közel 1,5 millió forintos számlák.

Természetesen ekkor a vállalatnak nagyobb érdeke volt már, hogy csökkentse az energiahasználatot, így többek között elkezdte a világítást energiatakarékosabbra cserélni, illetve a cégen belül kampányolni, hogy a profit érdekében a dolgozók maguk hogyan tudják csökkenteni az energiafelhasználást, és rászoktatták a dolgozókat, hogy kapcsolják le a villanyt, főlegesen ne járassák a gépeket, húzzák el a sötétítő függönyt lámpa helyett stb. Ez a mai napig törekvés a vállalat részéről, és folyamatosan díjazzák azokat a dolgozókat, akik olyan ötlettel állnak elő, ami segíti a spórolást. Az utolsó ilyen beruházás a folyosók és mellékhelyiségek mozgásérzékelőkkel való felszerelése volt, mely csak akkor világítja a tereket, ha tényleg szükséges, és nem maradnak főlegesen felkapcsolva a lámpák.

A statisztikából látszik, hogy 2023 utolsó negyedévére már sikerült a számlákat bőven 1 millió forint és 16 MWh alá szorítani, ahogy az 9. számú ábrán látszik.

9. ábra Villamosenergia kimutatás (Forrás: saját szerkesztés)



Gáz

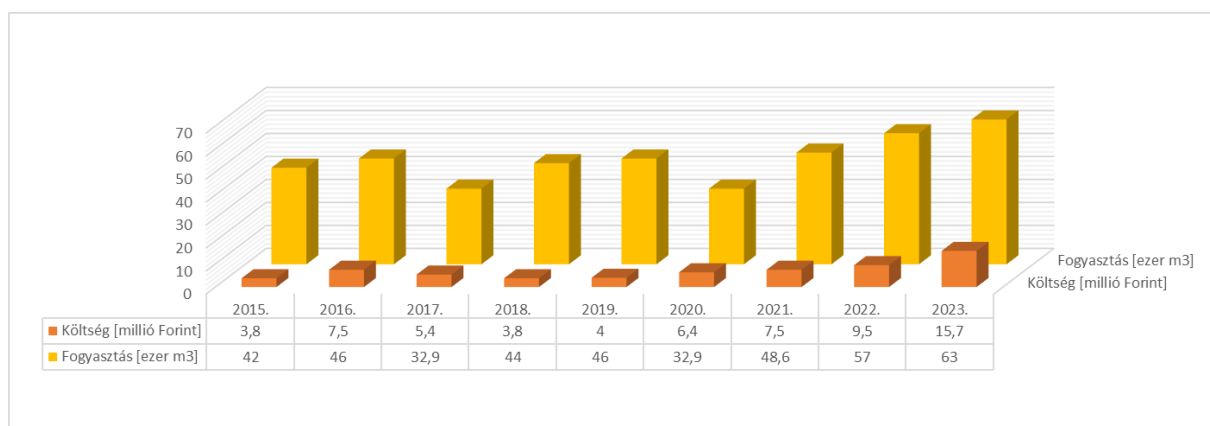
A gáz használattal kapcsolatban nincsenek akkora változások a fogyasztás terén, mivel lényegében nagy befolyásoló tényező nem változott. A téli hőmérséklet természetesen nagyban befolyásolja az elégetett mennyiségeket. Az éveket vizsgálva azt látjuk, hogy csak az utóbbi pár évben nőtt meg a valamelyest a fogyasztás, melyet magyarázhat a bővülő technológia és a létszám, mivel utóbbi a 70 főről 100 fő fölé emelkedése, magával hozhatta a melegvíz használat megnövekedését is.

Számokban kifejezve 2021-ig évente átlagosan 42 ezer m³, 2022-ben 57 ezer m³ majd 2023-ban már 63 ezer m³ gáz került elfogyasztásra, ahogy a 10. ábrán is látszik. Ahogy már korábban részleteztem, az elavult, régi kazánok cseréje, a csöveknek és a HMV tárolónak, illetve a magának az épületnek és a nyílászáróknak a szigetelése nagy mértékben lecsökkentené a fogyasztást.

Az árak enyhén eltérően alakultak az áramhoz képest. A kapott adatok alapján a 2021-ig jellemző átlag 42 ezer m³-re átlagosan éves 5,5 millió forintos számla érkezett, viszont visszaosztva az elfogyasztott köbméterekkel nagyban ugráló értékeket kapunk. Mivel a gáz értékét nem feltétlenül az elfogyasztott m³ adja, hanem a fűtőértéke, illetve itt még nagyobb szerepet játszik a kereskedő, valamint az aktuális Euró árfolyam, így nehéz kikalkulálni pontos m³ árakat.

Ami a havi elszámolásokról látható, hogy itt is nagy hatással volt a 2022 szeptemberében életbe lépő tarifaváltozás, ami duplájára emelte a díjakat. Természetesen az életbe lépő jogszabályváltozások, melyek lehetővé tették a hűvösebb munkahelyek biztosítását a téli időszakban, sok energiát megspóroltak a vállalatnak. De sok céget arra ösztönzött ez a drágulás, hogy a fűtési rendszerükön változtassanak, és ne hagyják elszökni a megtermelt hőt.

10. ábra Gázenergia kimutatás (Forrás: saját szerkesztés)



4.11. Jelenlegi felújítási problémák és stratégia

Jelenleg a vállalatnak nincsen karbantartási stratégiája. Tervben van, hogy a gépekkel kapcsolatban kiadásra kerüljön egy anyag, de az a létesítményeket nem érinti. Az épületekkel kapcsolatban külső szemlélőként nem előre tervezetten történnek a felújítások, hanem sok esetben, ha egy új gép érkezik, akkor annak a helyét felújítják. Másik nehezítő tényező, hogy folyamatosan változik a piac, befolyásolja a termékeket a digitalizáció, az infláció és a valutaárfolyam, ami egyes termékeknél már oly módon csökkenti az árrést, hogy nem éri meg gyártani, másik termékekre meg nő a kereslet. Így változik a technológia, a gépek egy részét félrerakják, másokat elővesznek, egyes esetekben több emberi munkaerőre van szükség, másik esetben gépre vagy épp több raktározási területre.

Ebből adódóan ez az üzem is néhány évig zárva volt, majd a fővárosi munkaerőhiány miatt inkább megnyitott, mert szükség lett a kétkezi munkaerőre, illetve a raktározási kapacitásra.

A vállalat szervezeti felépítése fővárosi központú, ott van minden osztály, amely a szervezési és irányítási munkákat ellátja, a telephelyeken csak egy-két fő van, aki kapcsolattartóként helyben tudja az információkat szolgáltatni.

Ez idáig a vidéki telephely folyamatosan továbbította a problémákat és hibákat, illetve a fejlesztési lehetőségeket, de ez a „headquarter” mérlegelése során került jóváhagyásra vagy elutasításra, illetve mindig vártak valamilyen pályázatra, amibe az adott felújításokat, fejlesztéseket bele lehetett rakni.

A vállalat nem rendelkezik saját, önálló brigáddal, akik tervezetten néhány év alatt a festéssel körbe tudnának menni, cserélnék az elhasznált parkettákat, vagy elvégeznék az egyéb felújítási munkákat. Minden ilyen fajta munkára külső vállalkozót vesznek igénybe, így a felújításokat, bútorcseréket stb. folyamatosan hátráltatja a külső vállalkozó leterheltsége.

Másik nehezítő tényező, hogy az üzemben nincs leállás, nincs egy olyan időszak, amikor tervezetten leállnak a termeléssel, és akkor betervezhetően el lehetne végezni a felújításokat. Így minden menet közben zajlik, amit próbálnak úgy időzíteni, hogy a termelést ne befolyásolja, így igyekeznek előre dolgozni, majd a beruházás után ledolgozni a hátrányt.

5. Jelenlegi tervek

Ebben a fejezetben azokat a folyamatokat szeretném bemutatni, melyek az elmúlt években felmerültek és terv szinten, illetve árajánlat szinten készen állnak a kivitelezésre. Természetesen észszerűbb lenne először az épület szigetelését és nyílászárók korszerűsítését kivitelezni, majd a változó hőigény alapján a kazánok és egyéb fűtési megoldások tervezését/újra tervezését végrehajtani, de alapvetően a vállalatnál az alábbi sorrend alakult ki, bár a brikettfűtést végül elvetették.

5.1. Brikett fűtés

Sokáig tervben volt, hogy az üzemcsarnok hátsó raktár kontingenséből egy 50 m²-es részt leválasztanak és két papírbrikett eltüzelésére alkalmas kazánt építtetnek be, ezzel rásegítve a jelenlegi fűtési rendszerre.

Alapvetően az ötlet adta magát, mivel a termelés mellékterméke, a papírnyesedék rendelkezésre állt és az a vállalkozó, aki elszállította időről-időre a temérdek papírhulladékot, brikettet is készített. Így alacsony áron visszavásárolhattuk volna a hulladékunkat, mely már alkalmas az eltüzelésre.

Ugyanakkor a brikettel való tüzelés több problémát is felvetett. Egyfelől az értékes, temperált raktárból vett volna el újabb helyet maga a kazánház, melynek tűzvédelmi szempontból magas követelményei lettek volna a papírnyersanyag raktárra nézve.

A briketteket ugyancsak be kellett volna raktározni, tárolni, majd szükség lett volna egy kazánmesterre, aki folyamatosan adagolja a kazánnak, majd az égéstermékeltávolítja, ami meg szintén hulladékként keletkezik, illetve sok port okozott volna a kazán környezetében, amit meg az üzemben folyamatosan próbálunk kiszűrni.

Környezetvédelmi szempontból – gondolva az új ESG elvárásokra – ez a technológia nem annyira zöld, mint a papír újra hasznosítása.

A több millió forintos bekerülési költség lassan tért volna meg, főleg azzal számolva, hogy a jelenlegi kazán felújítása is tervben van, nem beszélve az épület szigeteléséről és a nyílászárók cseréjéről, ami drasztikusan csökkenteni fogja a fűtési szükségletet. Bár abban az esetben, ha mi állítottuk volna elő a briketteket is, akkor a fűtőanyag úgymond már „ingyen” lett volna, de maga a gép is több milliós tétel lett volna, ami újabb helyet és humán erőforrást igényelt volna, nem beszélve az éves karbantartási költségekről.

5.2. Kazáncsere

A korábban részletezett elavult félig működő FÉG Vestal kazán helyett 4 db Fondital Itaca CH KR 120 típusú kondenzációs fűtő készüléket terveztünk be. Az eddigi 480 kW névleges teljesítmény és 50,5 m³/h maximális gázfogyasztás, 460 kW teljesítményre és 48,68 m³/h gázfogyasztásra csökkenne. Mivel jelenleg a két öreg kazánnal is az enyhe telek átvészeltetők voltak, így úgy gondolom, hogy az új kazánok bőven fogják tudni teljesíteni a szükséges feladatot. Eredetileg 418,6 kW jelenleg az épület energiaigénye, de 2025-re meg fog valósulni az energetikai felújítás, így ez nagymértékben csökkenni fog.

A gázvezeték, ami jelenleg rendelkezésre áll a területen megfelelő, változtatásokat nem igényel.

Az üzemben szükség lesz még a fűtés csövek egy részének a cseréjére a korrózió miatt, valamint azok csőhéjakkal való ellátása. Az elkerített üzemegységek területére, a számítások további radiátorok telepítését indokolják. Ezen túlmenően minden radiátor megkapja a termosztatikus fejet, amelyet az előre megtervezett értéken üzemeltetnek.

5.3. Nyílászáró cserék

Az épületben jelenleg még az 1970-es években beépített nyílászárók vannak, fémkeretben, egy réteg üvegezéssel. Felmérés szerint összesen 310 m² az összes ablak felület. Az ajtókat illetően szintén az eredeti fém, illetve néhol egyrétegű üvegbetéttel ellátott bejáratok vannak melyeknek összesen 60m² a felülete.

Az épület két részre tagolódik, a csarnok részre és az irodaépületre, ezek teljes homlokzati felülete: 1480 m²

csarnok: 72 méter hosszú, 36 méter széles, 5,1 méter magas = 918 m²

iroda: 18 méter hosszú, 36 méter széles, 6,9 méter magas = 562 m²

Tehát az épület 21%-a ablak, további 4% ajtó, összesen az épület felületének 25%-a nyílászáró.

A homlokzatra számolt jelenlegi hőveszteség 1110 m² felületi 30 cm vastag vasbeton esetén 2,76 W/m²K, valamint 310 m² egyrétegű 4 mm üveg esetén 5,94 W/m²K⁵. Vélhetően az elvetemedett fém ablakkeretek miatt ez az érték még magasabb lehet. Az ajtók esetében nem találtam pontos adatokat, hogy mekkora a hő átbocsátásuk, így a WinWatt programban az

⁵ Pannon (2006): *Hőszigetelés kalkulátor*. Pannon épületenergetika honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 17. forrás: <https://www.pannonmuhely.hu/energetika/hoszigeteles-kalkulator.php>

Alumínium 55 mm-es kétkamrás profilt vettem alapul, melynek az értéke $3,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. A nyílászárókra vetített hő átbecsajtás összesen $1841,4 \text{ W/K}$ az üvegre, illetve 228 W/K az ajtókra, összesen $2069,4 \text{ W/K}$. A fal hő átbecsajtási tényezője $3063,6 \text{ W/K}$. Teljes homlokzatra nézve 5133 W/K .

Az üzem 2023. januárban kért ajánlatot az összes nyílászáró cseréjére, akkor Veka Effectline 70, háromrétegű, argonnal töltött nyílászárókra kaptunk ajánlatot, melynek az U értéke $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Mivel így az ajtók is ebből a szerkezetből készültek volna, így a 370 m^2 esetében 444 W/K -re (az ablakok tekintetében ötödére) esik vissza az energiaszükséglet. Így a teljes homlokzatra vetítve $3507,6 \text{ W/K}$, ami 68%-a a kiindulási értéknek, így mondható, hogy 1/3-al lehet csökkenteni a fűtésrezi árát, tehát a gázfogyasztást. Természetesen a nyári időszakban is csökkenni fog a villamosenergia felhasználás, mivel a klímák esetében is harmadannyi energiaszükséglete lesz.

A kapott árajánlat 44 millió forint volt, az éves gázfogyasztás 2023-ban 15 millió forintba került, így körülbelül 10 évre lehet saccolni a megtérülést, ha csak a nyílászárók cseréjét végezzük el.

Megjegyezném, hogy 2024-től az energetikai követelmény a PVC keretszerkezetű homlokzati üvegezett nyílászárók esetén $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$.

(befektetés/megtérülés; klimatikus viszony változások – természetes szellőzés megszűnése – penész, friss levegő),

5.4. Légtechnikai fejlesztések

A légtechnika fejlesztése jelenleg is folyamatban van, a már leírtak szerint a kazán fűtése csatlakoztatva került a kezelőre, így várhatóan tudják majd így használni a légtechnikát a téli időszakban is és a hőcserélőnek és az előfűtésnek köszönhetően nem fogja kihűteni az épületet.

Szükségesnek tartanám, hogy ne csak a nagy csarnokban történjen meg a levegőcsere, illetve pótlás, hanem a leválasztott helyiségekbe is történjen a bevezetés, valamint az elszívás biztosítása, gondolok itt a raktárhelyiségekre, irodákra, egyéb üzemegységekre, ahol állandó tartózkodás van a dolgozók részéről.

Ugyancsak fontos lenne a friss levegőcserén kívül a technológiákból adódó elszívásokra, szintén külön hővisszanyerővel ellátva, hogy egy oldószeres használat esetén ne szívjuk ki a hideget/meleget a térből, évszaktól függően. (Fuchs, 1910) (Dr. Kovács, 1981)

Az öltözők és a vizeshelyiségek a jelenlegi nem igazán jól záródó ablakokkal eléggé párásak és kellemetlen szagúak, így ezeken a területeken is szükséges lenne a légtechnika felújítása, cseréje a nagyobb komfort elérése miatt.

6. További fejlesztési lehetőségek

6.1. Napelem

A napelemes rendszerek jelentős költségmegtakarítást eredményezhetnek, különösen a villamosenergia-számlák csökkentésében. A jelenlegi villamosenergia-költségek alapján egy jól méretezett rendszer akár 100%-ban fedezheti az éves energiafogyasztást, csökkentve az áramszámlákat, és a felesleges energiát visszatáplálhatjuk a hálózatba, ami további bevételi forrást jelenthet.

Egy napelemes rendszer beruházás nagyban hozzájárulna a környezeti fenntarthatósághoz, mivel a napenergia megújuló forrás, és nem jár károsanyag-kibocsátással. Ezzel az üzem lényegesen csökkentheti a szén-dioxid-kibocsátását, és pozitívan járulhat hozzá a vállalat ökológiai lábnyomának csökkentéséhez.

A napelemek beruházási költsége az elmúlt években jelentősen csökkent, míg a hatékonyságuk folyamatosan nőtt. A tipikus megtérülési idő egy jól tervezett napelemrendszer esetében 7-10 év körüli, utána a rendszer gyakorlatilag ingyen termeli az energiát. Emellett a rendszerek élettartama elérheti a 25-30 évet is.

Az ilyen nagyságrendű energiaigény ellátása napelemrendszerrel egy fontos lépés lehet a fenntartható energiahasználat felé. A napelemek tervezésekor több tényezőt is figyelembe kell venni, hogy a lehető legjobb eredményt érjük el, ilyenek az energia igények, ebből adódó méretezés, telepítési szempontok stb. (Tiszta Energiák, 2024)

A napelemrendszer tervezése során elsődleges cél, hogy a rendszert úgy méretezzük, hogy fedezze a létesítmény éves villamosenergia-fogyasztását. Jelen esetben az éves fogyasztás 175-220 MWh, ami havi bontásban 15-20 MWh fogyasztást jelent. Egy ilyen mértékű energiaigényhez egy közepes vagy nagy méretű napelemes rendszerre lesz szükség.

A napelem teljesítménye függ az egy panel által előállítható energiától, melyet kilowattórában (kWh) adnak meg, amely függ a napelem típusától (például polikristályos vagy monokristályos). Általánosságban, egy 1 kWp teljesítményű napelem éves szinten körülbelül 1000-1200 kWh energiát termel Magyarországon, ami az adott telepítés helyszínének éghajlati és napfényviszonyaitól is függ.

A cél tehát az, hogy olyan rendszert tervezzünk, amely 175-220 MWh energiát tud biztosítani évente. Ezért a következő képlettel számolhatjuk ki a szükséges rendszer teljesítményét:

$$\text{Szükséges kWp teljesítmény} = \frac{\text{Éves fogyasztás (kWh)}}{\text{Helyi éves napsütéses órákból termelhető energia (kWh/kWp)}}$$

Tehát, ha a létesítmény éves energiaigénye 200 MWh (200.000 kWh), és 1 kWp napelemes rendszer évi 1100 kWh energiát termel, akkor:

$$\text{Szükséges kWp} = \frac{200000}{1100} \approx 182 \text{ kWp}$$

Ez tehát azt jelenti, hogy a létesítmény energiaigényének teljes kielégítéséhez hozzávetőlegesen egy 182 kWp teljesítményű napelemrendszerre lenne szükség.

Jelenleg a piacon elérhető napelemek teljesítménye széles skálán mozog, jellemzően 350 Wp - 600 Wp között. A nagyobb teljesítményű panelek használata csökkenti a szükséges panelek számát és ezzel valamelyest a telepítési területet, viszont érdemes magasabb költséggel is számolni.

Kétféle típusú napelem létezik most a piacon, az egyik a monokristályos napelemek, ez az elterjedtebb, mivel hatékonyabbak és hosszabb élettartamúak, mint a polikristályos társaik. Hatékonyságuk kb. 18-22 %. A másik típus a polikristályos napelemek, melyek olcsóbbak, de kevésbé hatékonyak, hatékonyságuk általában 15-18% körül van.

A tervezett 450 Wp monokristályos napelemek hatékonyabbak lesznek, különösen, ha a panelek nem optimálisan dél felé tájoltak.

Én tervezésnél egy 450 Wp teljesítményű monokristályos napelempaneleket vettem figyelembe, mivel ezek hatékonysága magas, és kisebb helyet foglalnak, valamint ár-érték arányban ezek most megfizethetőbbek.

Egy 450 Wp panel évi átlagosan 495-540 kWh energiát képes termelni a magyarországi napsütéses órák alapján. A teljes rendszer kapacitását a következőképpen számolhatjuk ki:

$$\text{Szükséges panelek száma} = \frac{\text{Szükséges kWp}}{\text{Egy panel kWp teljesítménye}}$$

A korábban számított 182 kWp igény alapján:

$$\text{Szükséges kWp teljesítmény} = \frac{182000}{450} = 404 \text{ db panel}$$

Tehát körülbelül 404 darab 450 Wp teljesítményű napelem panelre lesz szükség a létesítmény éves energiaigényének kielégítésére.

A rendelkezésre álló tetőfelület 2600 m^2 (72 méter x 36 méter), ami bőven elegendő egy ekkora rendszer telepítéséhez. Fontos azonban figyelembe venni a tető orientációját, mivel az északkeleti-délnyugati fekvés nem a legoptimálisabb a napelemes rendszerek számára, mert a legjobb hatásfokot dél felé tájolt panelek esetén érhetjük el. A délnyugati fekvés miatt valószínűleg csökkenni fog a panelek teljesítménye, ezért a rendszer hatékonyságát alaposan optimalizálni kell.

A telepítéskor figyelmet kell fordítani az esetleges árnyékolási tényezőkre, mint például kémények, faágak vagy más épületek, amelyek csökkenthetik a napelemek teljesítményét. Az optimális dőlésszög Magyarországon 30-35 fok, ami maximalizálja a napsugárzás elnyelését. Mivel a tető lapos, szükség lehet tartószerkezetekre a megfelelő dőlésszög eléréséhez. Ezek alumíniumból vagy horganyzott acélból készülnek, és biztosítják a panelek stabilitását, valamint védelmet nyújtanak a szél- és hóterheléssel szemben.

Egy 450 Wp teljesítményű panel mérete általában kb. $1,7 \text{ m}^2$ (1,9 méter hosszú és 1 méter széles). Ha 404 panelt tervezünk telepíteni, akkor ennek helyigénye:

$$\text{Helyigény} = 404 \times 1,7 \text{ m}^2 = 686,8 \text{ m}^2$$

Ez azt jelenti, hogy a panelek elhelyezése könnyedén megvalósítható a rendelkezésre álló 2600 m^2 felületen, figyelembe véve az optimális dőlésszöget (kb. 30-35 fok) és a távolságokat a panelek között, amelyek szükségesek az árnyékhát minimalizálásához.

Ha a panelek merőlegesen lesznek elhelyezve az épülethez képest, és dél-nyugati tájolásban, akkor fontos, hogy a sorok közötti távolságot úgy tervezzük, hogy a panelek ne árnyékolják egymást. Ez általában kb. 2-3 méter távolságot igényel sorok között, a dőlésszögtől függően.

A tető hossza 72 méter, tehát egy sorban hozzávetőlegesen 36 panel fér el (1,9 méteres panelhossz alapján). Így:

$$\text{Szükséges sorok száma} = \frac{404}{36} \approx 11 - 12 \text{ sor}$$

Ez az elrendezés a panelek optimális tájolásával és soros elhelyezésével a tetőn biztosítható.

Az inverterek a rendszer kritikus elemei, mivel ezek alakítják át a napelemek által termelt egyenáramot (DC) váltakozó árammá (AC), amit az épület használni tud. Az inverterek méretezése kritikus, figyelembe kell venni a teljes rendszer teljesítményét, és célszerű legalább 92-95%-os hatékonyságú invertereket választani, hogy biztosítani tudjuk a rendszer hatékony működését és az energiatermelést a különböző napszakokban.

Egy 182 kWp rendszerhez valószínűleg több inverterre lesz szükség, az inverterek összteljesítménye 190-200 kW körüli lenne.

Az ilyen méretű napelemes rendszerek telepítési költsége több tényezőtől függ, beleértve a panelek típusát, az inverterek számát, a tartószerkezeteket, valamint a telepítési díjat. Az átlagos költség egy 1 kWp rendszerre telepítéssel együtt Magyarországon körülbelül 300.000-450.000 Ft/kWp. Tehát egy 182 kWp teljesítményű rendszer esetében a költségbecslés:

$$\text{Költség} = 182 \text{ kWp} \times 350.000 \text{ Ft} = 63.700.000 \text{ Ft}$$

Az ár függ a kiválasztott panel típusától, az adott helyszínen történő telepítési nehézségektől és az esetleges egyedi igényektől, de az éves 15-23 millió forintos jelenlegi villanyszámlával, akár 5-7 év alatt megtérülhet, főleg ha sikerül egy pályázat keretén belül támogatást szerezni rá.

6.2. Akkumulátoros energia tárolás lehetőségei

Az energia tárolása kulcsfontosságú lehet a napelemes rendszerhez, különösen akkor, ha a létesítmény célja a független energiaellátás áramkimaradások esetén, illetve, ha az energiafogyasztás és a termelés időben eltérőek (például éjszakai műszak). Az akkumulátoros tárolás segít abban, hogy a napelemes rendszer által termelt többlet energiát később, csúcsidőn kívül is fel lehessen használni, vagy akár áramkimaradás esetén is legyen áramellátás.

Az akkumulátoros rendszer elemei az akkumulátorok, melyek maguk az energiatároló egységek, amelyek több modulból állhatnak, és összekapcsolódnak a napelemes rendszerrel és az inverterrel. Az inverterek és vezérlők az akkumulátorok működését szabályozzák, amelyeken keresztül az energia áramlik a hálózatba vagy a létesítmény felé. Az inverternek támogatnia kell a kétszintű működést (a napelemek és az akkumulátor közötti átkapcsolást). A BMS (Battery Management System) az akkumulátorok felügyeleti rendszere, ami biztosítja a biztonságos és hatékony működést, figyeli a töltést, kisütést és a hőmérsékletet. (Opera Solar, 2021)

A létesítmény éves energiafogyasztása 175-220 MWh, ami havi szinten 15-20 MWh energiát jelent. Az energiatároló rendszer méretezése attól függ, hogy órára/műszakra/napra szeretnénk fedezni az energiaigényt tárolással, illetve milyen célból szükséges az akkumulátorok használata (például csak áramkimaradás esetére, vagy minden éjszakai fogyasztás fedezésére).

Tegyük fel, hogy egy olyan tárolási rendszert szeretnénk kialakítani, amely képes az éjszakai műszakra fedezni az energiaigényt.

A létesítmény napi energiaszükséglete 500-600 kWh körül alakul, de a napelemes rendszer napközben folyamatosan biztosít energiát a működéshez. Ennek megfelelően az akkumulátoros rendszer kapacitását nem a teljes napi igény fedezésére, hanem a napnyugta után szükséges energiamennyiség tárolására kell méretezni.

Az esti és éjszakai energiaigénynél feltételezzük, hogy kevesebb energiára van szükség, mivel kevesebb a munkavállaló, az irodai dolgozók legtöbbször nem dolgoznak, így a létesítmény napnyugta után még 150-200 kWh-t fogyaszt. Ez ugyanennyi tárolási kapacitást igényel, hogy éjszaka elegendő energiát biztosítson.

Amennyiben napközben a napelemek több energiát termelnek, mint amennyi azonnal felhasználható, a felesleget szintén az akkumulátorok tárolják. Azonban a pontos többletkapacitás szükséglete a napelemek méretétől és a tényleges napi termelési profiltól fog majd függeni.

Javasolt akkumulátorkapacitás tehát 150-200 kWh közöttire tehető, hogy az esti és éjszakai energiaigényt megbízhatóan fedezze, és lehetőséget biztosítson az esetleges többletenergia tárolására is, de egy több órás áramszünet se okozzon napközben gondot.

Korábban ólomsavas akkumulátorokat használtak, melyek olcsóbbak, de alacsonyabb energiasűrűséggel és rövidebb élettartammal rendelkeznek (általában 3-5 év).

A lítium-ion akkumulátorok jobban alkalmazkodnak az ipari méretű rendszerekhez és hosszú távú energiatárolási igényekhez.

Az akkumulátorok jelenleg leggyakrabban használt típusai napelemes rendszerekben a Lítium-ion vagy lítium-vasfoszfát (LiFePO_4) akkumulátorok, amik a legnépszerűbbek a magas energiasűrűségük, hosszú élettartamuk és alacsony karbantartási igényük miatt. Ezek akár 5000-7000 ciklus kisütést is kibírnak, ami kb. 15-20 éves élettartamot jelent.

Az akkumulátorok által tárolt egyenáramot egy inverter alakítja át váltóárammá, amely illeszkedik a létesítmény energiarendszeréhez. Ezen kívül töltésszabályozó is szükséges a túltöltés és a mélykisülés megakadályozására, ami meghosszabbítja az akkumulátorok élettartamát.

Célszerű az akkumulátorrendszerben némi tartalék kapacitást is kialakítani, amely lehetővé teszi az időjárás miatti termelési ingadozások vagy az esetleges csúcsterhelések kezelését. Ennek érdekében további 10-20% tartalékkal érdemes kalkulálni a meghatározott alapkapaacitáshoz viszonyítva.

A jelenlegi árak alapján a lítium-ion akkumulátorok ára 120.000 - 160.000 Ft/kWh között mozog. A 150-200 kWh kapacitású akkumulátor költsége tehát:

$150 \text{ kWh} \times 120.000 \text{ Ft/kWh} = 18.000.000 \text{ Ft}$ és $200 \text{ kWh} \times 160.000 \text{ Ft/kWh} = 32.000.000 \text{ Ft}$, így összességében a tárolási rendszer akkumulátor költsége 18 és 32 millió forint közé tehető.

Az inverter és töltésszabályozók költsége a rendszer méretétől függően további 5.000.000 - 8.000.000 Ft-ba kerül. Az akkumulátoros rendszer telepítésének és integrációjának költségei körülbelül 3.000.000 - 5.000.000 Ft között alakulnak.

Összességében az akkumulátoros tárolórendszer teljes költsége körülbelül 26.000.000 - 45.000.000 Ft-ra tehető a 150-200 kWh kapacitás figyelembevételével.

A napelemes rendszerhez kapcsolódó akkumulátoros tárolásra is vonatkoznak jogszabályok és engedélyezési folyamatok:

Tűzvédelmi előírások: Az akkumulátoros rendszereket biztonságosan kell telepíteni és karbantartani, különös figyelmet fordítva a tűzvédelmi szabványokra. (54/2014. (XII. 5.) BM rendelet)

Helyi áramszolgáltatói előírások: Az energia visszatáplálására vonatkozó szabályozások és a hálózati csatlakozási feltételek az akkumulátoros rendszerekre is kiterjednek.

Energetikai auditok: Nagyobb méretű rendszereknél előírás lehet egy energetikai audit elkészítése, amely igazolja a rendszer hatékonyságát és megfelelőségét.

6.3. Napkollektor

A napkollektoros rendszerek ideálisak melegvíz-előállításra és fűtési rásegítésre, különösen olyan létesítményekben, ahol nagy mennyiségű meleg vízre van szükség, mint például az ipari

üzemekben. Egy olyan üzemben, ahol műszakonként 30 fő zuhanyzik le, és napi 2-3 műszak működik, jelentős mennyiségű meleg víz előállítása válik szükségessé. A napkollektorok ezt környezetbarát módon tudják biztosítani, és fűtés rásegítésre is alkalmasak, különösen az átmeneti hónapokban.

A napkollektorok termelése évszakok szerint jelentősen változik, mivel teljesítményük a napsugárzás intenzitásától és a nappalok hosszától függ. A napkollektorok téli és nyári teljesítménye között akár 4-5-szörös különbség is lehet. Az alábbiakban részletezem a főbb tényezőket és azt, hogy hogyan oszlik meg a napkollektorok termelése télen és nyáron.

Nyáron a napkollektorok kihasználhatják a nap folyamán érkező intenzív napsugárzást. Nyáron a napsütéses órák száma akár 10-12 óra is lehet és a beesési szög is kedvezőbb, ami jelentős termelést biztosít. Ilyenkor a napkollektorok teljes kapacitással tudnak üzemelni. Így a nyári hónapokban (június-augusztus) a napkollektorok a teljes éves termelésük kb. 60-70%-át állítják elő.

Télen a napsugárzás intenzitása jelentősen csökken, különösen a közép-európai régióban. Az alacsonyabb napszög és a rövidebb nappalok miatt a napkollektorok termelése drasztikusan visszaesik. Decembertől-januárig átlagosan 2-4 napsütéses órára lehet számítani Magyarországon. Emellett a napsugarak beesési szöge sokkal meredekebb, ami rontja a kollektorok hatékonyságát. A napkollektorok télen a teljes éves termelésük mindössze 10-15%-át adják. Ezért a napkollektorok ebben az időszakban inkább kiegészítő szerepet játszanak, nem pedig a fő melegvízforrást biztosítják. A hideg időszakokban a hőveszteség is növekszik a kollektorok felületén, különösen akkor, ha síkkollektorokról van szó. Vákuumcsöves kollektorok hatékonyabbak a hőveszteség csökkentésében, de még ezek sem tudják teljesen ellensúlyozni a téli napsugárzás alacsonyabb intenzitását. (Zöldház, 2014)

Március-május, illetve szeptember-november között az időjárás kedvezőbb, de még mindig nem olyan erős a napsugárzás, mint nyáron. Az átmeneti hónapokban a napkollektorok a teljes éves termelésük kb. 20-30%-át termelik meg.

Annak érdekében, hogy a téli időszakban is javítsuk a napkollektor hatékonyságát, az alábbi megoldások alkalmazhatóak.

Érdemes vákuumcsöves kollektorokat használni, mivel ezek jobb hőszigetelést biztosítanak, így télen is hatékonyabbak, mint a síkkollektorok. Ezeket a kollektorokat érdemes meredekebb 50-60° dőlésszögben használni, mivel télen így hatékonyabbak. (Wagner, 2024)

A napkollektoros rendszerek csökkentik a fosszilis energiahordozók használatát, és hosszú távon jelentős energiamegtakarítást eredményeznek, mely megújuló energiaforrásként működik, így csökkenti az üvegházhatású gázok kibocsátását.

A rendszer méretezéséhez először is fel kell mérni a létesítmény melegvíz-igényét. Átlagosan egy személy zuhanyzáskor 30-50 liter meleg vizet használ. Ezért a napi melegvíz-szükségletet a következőképpen számíthatjuk ki, hogy műszakonként 30 fővel számolva, a napi 2-3 műszakban már 60-90 fő fog tisztálkodni. Ha átlagosan 40 liter vízzel számolunk, akkor 2400-3600 liter melegvíz igény szükséges.

A napkollektoros rendszer képes lehet arra, hogy a fűtési rendszer energiaigényének egy részét biztosítsa, különösen az átmeneti hónapokban (tavasz, ősz), amikor a fűtés nem működik maximális kapacitáson. Ez általában a teljes fűtési igény 20-30%-át tudja fedezni, ami jelentős energia-megtakarítást eredményezhet.

Két fő típusú napkollektor érhető el most a piacon, a síkkollektorok, illetve a vákuumcsöves kollektorok. A síkkollektor egyszerűbb szerkezetű, kevésbé hatékony, de olcsóbb. Ezzel szemben a vákuumcsöves kollektorok hatékonyabbak, mert jobban megtartják a hőt, ezért egész évben képesek meleg vizet előállítani, és fűtési rásegítésre is jobbak, különösen hidegebb időszakokban.

Az ipari létesítmények esetében, ahol egész évben jelentős melegvíz-igény van, a vákuumcsöves kollektorok ajánlottak, mivel ezek télen is képesek megfelelő teljesítményt nyújtani.

Egy átlagos vákuumcsöves napkollektor napi 50-70 liter 60°C-os meleg vizet képes előállítani négyzetméterenként. Ahhoz, hogy a napi 2400-3600 liter melegvíz-igényt fedezni tudjuk, a szükséges kollektorfelület:

$$\text{Szükséges kollektorfelület} = \frac{\text{Napi melegvíz igény}}{\text{Kollektor teljesítménye}} = \frac{2400 \text{ l} - 3600 \text{ l}}{60 \text{ liter/m}^2} = 40 - 60 \text{ m}^2$$

Tehát egy 40-60 m² vákuumcsöves napkollektoros rendszer képes fedezni a napi melegvíz-szükségletet.

A napkollektoros rendszerek esetén elengedhetetlen egy megfelelő méretű melegvítároló tartály. A tartály méretét a napi vízhasználat és a napsütéses órák száma alapján kell meghatározni. Mivel a napi vízigény 2400-3600 liter, ezért egy 3000-4000 literes tartály

szükséges, amely képes tárolni a nappal előállított meleg vizet, és biztosítani az esti és éjszakai használatot. Ez a meglévő kazánnál rendelkezésre áll, így további beruházást nem igényel, csak figyelmet, hogy kazáncsere esetén, olyan HMV kerüljön kialakításra mely alkalmas a kollektor kezelésére.

A napkollektoros rendszer felépítése áll magából a napkollektorokból, melyek a napenergia összegyűjtésére és hővé alakítására szolgáló eszközök. Ezekben egy hőközlő folyadék (általában fagyálló glicerín-oldat) áramlik, amely felmelegszik a napsugárzás hatására, majd hőt ad át a víznek a hőcserélőn keresztül.

A melegvíz-tároló tartály egy nagy kapacitású, jól hőszigetelt tartály, amely a napkollektor által előállított meleg vizet tárolja, amíg arra szükség van. Hőcserélők a hőközlő folyadék hőjét a melegvíz-tárolónak adja át, így biztosítva a víz melegítését. Ehhez a szivattyúk biztosítják a hőközlő folyadék keringetését a rendszerben, míg a vezérlők szabályozzák a rendszer működését, figyelve a hőmérsékleteket és a napkollektor teljesítményét.

A napkollektorok képesek a fűtési rendszerhez is hozzájárulni. Ehhez a napkollektor által termelt hőt egy puffer tartályba táplálják, amelyből a fűtési rendszer hőenergiát vesz fel. A rendszer hatékonysága azonban függ a napsugárzástól, így télen vagy felhős napokon nem hatékony a rásegítés.

A napkollektoros rendszer költsége szintén függ a kollektorok típusától, a rendszer méretétől és a telepítési körülményektől, de egy vákuumcsöves kollektor esetén az átlagos költség 150.000 - 200.000 Ft/m² közé esik. Ehhez adódik hozzá a melegvíz-tároló tartály, a csövek, a szivattyúk, a vezérlőegységek és a telepítési költségek.

Összességében egy napkollektoros rendszer a fent említett méretek alapján kb. 9.500.000 - 18.500.000 Ft közötti költséggel valósítható meg, melyből a kollektorok (40-60 m²): 6.000.000 - 12.000.000 Ft, a melegvíz-tároló tartály (3000-4000 liter): 1.500.000 - 2.500.000 Ft, a csövek, szivattyúk, vezérlés: 1.000.000 - 2.000.000 Ft és a telepítési költségek: 1.000.000 - 2.000.000 Ft.

Építési engedély alapvetően nem szükséges a kivitelezéshez, de a tetőszerkezet terhelésének figyelembevétele szükséges lehet, szakértő bevonásával. Tűzvédelmi szempontból a hőközlő folyadék és a tartály megfelelő szigetelése és telepítése alapvető tűzvédelmi előírás.

6.4. Fal- és födémszigetelés

A korábban számolt 1110 m² felület 30 cm-es vasbeton jelenleg 2,76 W/m²K hő átbecsajjtási tényezővel rendelkezik. A 2024-es energetikai követelmény szerint a homlokzati falnak 0,24 W/m²K értékkel kell rendelkeznie egy új épület esetében. Ebből adódóan legalább 15 cm EPS hőszigeteléssel kellene ellátni az épületet.

A MAGYAR-Festék Kft. honlapjáról egy gyors online árajánlatkérés után látszik, hogy a komplett homlokzat szigeteléséhez az alapanyagár 6,745 millió Forint, amihez a munkadíj 10-15 millió Forint hozzáadódik.⁶

Ha kerekítünk 20 millió forintra, akkor tizedére tudjuk csökkenteni a falon történő hő kibocsajjtást, bő 3000 W/K-ról 266 W/K-ra, ami a régi nyílászárókkal is 5133 W/K-ról 2335 W/K-ra, a felére változtatja.

Ezzel már akár 5 éves megtérülés is elérhető, a nyílászáró cserével együtt a 700 W/K-ra csökkenthető, ami a hetede a jelenlegi értéknek. A két beruházás egyszerre való kivitelezése a megtérülési időt is csökkenti, véleményem szerint 8-10 év alatt megtérülne.

A födémszigetelésről se feledkezzünk meg, mivel a megtermelt hő itt távozik. A jelenlegi előírás új épületekre vonatkozóan 0,17 W/m²K. Ezáltal körülbelül 25 cm-es EPS szigetelést lenne szükség a tetőre telepíteni. Természetesen erre már szükséges a megfelelő rétegrend kialakítása, valamint a zárásként egy UV álló PVC borítás, mely megoldaná a korábbi beázásokat is.

Fontos megjegyezni, hogy a tetőhöz való hozzányúlás előtt mindenképpen szükséges a vízelvezetés problémáját megoldani, valamint a meglévő villámvédelmet átrakni és újraminősíteni.

A tetőfelület 3200 m² melyre a 25 cm EPS szigetelés költsége 35 millió forint körül lenne munkadíjjal, és ehhez további 25 millió forint költség jönne a födém vízzárása miatt, amikhez a pótmunkák még nincsenek benne. De természetesen szintén energiacsökkenést érünk el a beruházással, és mellette az épület védelméről is nagyban gondoskodunk. (Pannon, 2006)

⁶ Magyar Festék (2023): *Homlokzati hőszigetelés munkadíjak 2024*. Magyar Festék Kft. honlapja. Letöltés dátuma: 2024. szeptember 17. forrás: <https://hoszigetelorendszer.com/homlokzati-hoszigeteles-munkadijak-2023>

Ezek a beruházások szintén nagyban növelik az épület arculatát, mely egy modern kinézetet kölcsönözne az üzemnek.

Másik megoldás a homlokzati szigetelésre, hogy szendvicspanelből „falaznak” fel egy előtét falat, így rengeteg munka, idő és anyag térülhet meg. Természetesen nem a legjobb szigetelési forma és képződik rengeteg hőhíd, de ekkora épületnél talán kevésbé szempont a tökéletes záródás. Az biztos, hogy egyedi dizájnt lehet létrehozni a szendvicspanellel a színterezés miatt, időtálló, könnyebb a nagy modulokat felrögzíteni, nem kell vakolni, színezní külön stb.

6.5. Karbantartási stratégia bevezetésének a lehetősége

A gyártóüzemek létesítményfenntartása kritikus jelentőségű a biztonság, a működés folytonossága és az üzem élettartamának meghosszabbítása érdekében. A karbantartási stratégia bevezetése, különösen a rendszerezett és tervszerű megközelítés alkalmazása, jelentősen hozzájárul az állagmegóváshoz és a költségek optimalizálásához. Ebben a bekezdésben szeretném részletezni a karbantartási stratégia különböző aspektusait, és feltárni annak bevezetési lehetőségeit egy gyártóüzem létesítményfenntartásában. A főbb fókuszterületek közé tartoznak az épületszerkezeti elemek, mint a padozat, nyílászárók, kazánrendszer, elektromos hálózat, vízhálózat, valamint a tűzvédelmi rendszerek.

A karbantartási stratégia kialakítása és bevezetése során figyelembe kell venni a gyártóüzem jellegét, a gépek és rendszerek élelciklusát, valamint a gyártási folyamat intenzitását. Az általános elvek az alábbiakban foglalhatók össze:

Rendszeres ellenőrzés: A rendszeres ellenőrzések célja a lehetséges problémák korai azonosítása. Ehhez szükséges egy átfogó ellenőrzési protokoll kidolgozása, amely minden lényeges területet lefed.

Preventív karbantartás: A megelőző karbantartási terv rendszeres karbantartási tevékenységeket ír elő az épületszerkezeti elemek és rendszerek élettartamának meghosszabbítása érdekében.

Reaktív karbantartás: Fontos, hogy a tervszerű megelőző karbantartás mellett a reaktív karbantartási intézkedések is megfelelő helyet kapjanak a stratégia részeként.

Adatalapú döntéshozatal: A modern karbantartási stratégiák nagyban támaszkodnak a digitális megoldásokra és adatgyűjtésre.

A létesítmény állagmegóvása elsősorban a folyamatos tisztításból, időszakos festésből, illetve az épület külső és belső felületeinek megóvásából áll.

Az állagmegóvás során elsődleges cél a korrózió, károsodás és kopás megelőzése. A falak és egyéb felületek tisztasági festése, szükség esetén újrafestése segít megelőzni a felületek kopását, valamint védelmet biztosít a környezeti hatások ellen.

A tisztasági festés nemcsak esztétikai, hanem higiéniai célokat is szolgál. A gyártóüzem környezete szennyezetté válhat az idő múlásával, ezért az éves vagy kétéves ciklusú festés ajánlott.

Egy jól szervezett tisztasági festési program hozzájárul a munkavállalók számára kellemes és biztonságos környezet biztosításához, valamint csökkenti a környezeti ártalmak kockázatát.

A nyílászárók (ajtók, ablakok) karbantartása kiemelt figyelmet érdemel, mivel ezek az elemek szoros kapcsolatban állnak a hőszigeteléssel, zajszigetéssel és a biztonsággal.

A nyílászárók zsanérjai, vasalatai, tömítései és üvegezése gyakori ellenőrzést igényelnek. A megfelelő tisztítás segít megőrizni ezek állapotát, megelőzve az idő előtti elhasználódást. A hő- és hangszigetelés kulcsfontosságú egy gyártóüzem számára, ezért évente ellenőrizni kell az ablakok és ajtók szigetelését.

A kazánok és HVAC (fűtés, szellőzés, légkondicionálás) rendszerek karbantartása különösen lényeges a komfortérzet és az energiatakarékosság szempontjából.

Éves szervizelés és tisztítás: A kazánok éves szervizelése biztosítja, hogy a rendszerek hatékonyan működjenek, és elkerülhetők legyenek a költséges meghibásodások. A kazántisztítás javítja a hatékonyságot, csökkentve a fűtési költségeket.

Szűrők cseréje és légszűrő tisztítása: A szűrők tisztítása és cseréje a szellőztetőrendszerek hatékony működésének alapja. A légszűrő időszakos tisztítása megelőzi a rendszer túlterhelését és javítja a beltéri levegő minőségét.

A kazán- és HVAC karbantartás nemcsak a működési költségeket csökkenti, hanem a munkavállalók komfortérzetét is növeli.

A padozatok állapotának fenntartása mind biztonsági, mind higiéniai szempontból lényeges. A karbantartási tervnek az alábbi szempontokat kell figyelembe vennie:

Tisztítás és burkolatjavítás: Az ipari padlófelületek erőteljes igénybevételnek vannak kitéve, különösen nehézgépek használata során. Az állandó tisztítás és burkolatjavítás elengedhetetlen a csúszásveszély és a balesetek elkerülése érdekében.

Repedések és sérülések javítása: A repedések és egyéb sérülések gyors javítása meghosszabbítja a padló élettartamát, és megelőzi a súlyosabb szerkezeti károk kialakulását.

Az elektromos rendszerek zavartalan működése elengedhetetlen a gyártási folyamatok biztosításához és a munkahelyi biztonság garantálásához. A karbantartási stratégiában figyelembe kell venni a rendszeres ellenőrzést és karbantartást, miszerint az elektromos hálózat rendszeres ellenőrzése megakadályozza az áramkimaradások miatti termelésleállást és a munkahelyi baleseteket. Évente szükséges az elektromos vezetékek és kapcsolók átvizsgálása, hogy kiszűrjék az esetleges túlmelegedéseket vagy meghibásodásokat.

A vízhálózat zavartalan működése kulcsfontosságú a gyártási folyamatok szempontjából, különösen, ha a víz szerepet játszik a hűtési vagy tisztítási folyamatokban. Az elöregedett vagy hibás csővezetékek jelentős kockázatot jelenthetnek mind a gyártás folytonossága, mind a költségek szempontjából.

7. Konklúzió

Ez az épület jelenleg korszerűtlen, de a vállalat hosszú távon tervez vele. Nagy beruházásokat kell végrehajtani a jövőben, hogy egyáltalán fűtés szempontjából üzemeljen. Ugyanakkor korához képest nincs rossz állapotban az épület. A 1. számú táblázatban található egy összefoglaló a dolgozatban található javaslatokról.

Elsősorban mindenképpen a kazánkorszerűsítést lenne szükséges végrehajtani, hogy közelgő tél már ne okozzon gondot a gyártásban, így is egy ilyenfajta beruházás több hónapot vesz igénybe és mindig vannak hetek, amikor a fűtés és melegvíz nem megoldható.

A rezsit csökkentő intézkedés lenne és nagyban emelné a komfortot, ha a nyílászárók ki lennének cserélve újakra, valamint a falak és a födém szigetelése megtörténne, így az épületben megszűnne a falak és az ablakok húzása.

Ez a három beruházás szükséges és hamar, egy évtizeden belül megtérülne. Arról nem is beszélve, hogy a környéken egy szép modern gyárépületnek munkaerő bevonzó ereje van.

A tervezett brikettfűtés véleményem szerint zsákutca, több probléma és feladat lenne vele, mint amennyi hasznot hozna.

A napelemes beruházás hosszútávon biztosan megtérülne és érdemes lenne elgondolkodni azon, hogy mekkora akkumulátor kapacitást lenne szükség mellé rakni. Természetesen ez talán a legnagyobb költség, ami nehezen térül meg, de a változó energiaárak később lehet, hogy indokolni fogják.

A napkollektor nem egy drága beruházás lenne, ugyanakkor, ha nem is térülne meg, akkor is a fenttarthatóság felé billentené el az egyensúlyt, illetve segítené a rizikós fosszilis energiáról való leválást.

A telephelyre nagyban ráférne egy karbantartási stratégia, hogy ne csak akkor kerüljenek javításra, felújításra a dolgok, ha azok már használhatatlanok, hanem tervszerű felújítás keretében, a költségeket racionalizálva ütemezve kerüljenek végrehajtásra a feladatok.

Természetesen nem ártana, ha lenne egy saját brigád, aki két év alatt végig érne az üzemén festés szempontjából, ha épülnek be új nyílászárók, akkor azokat folyamatosan karbantartanák, a kezdődő hibákat az elején elhárítanák stb.

Ha minden igaz, akkor 2024 végén a nyílászáró cserék és homlokzatszigetelési munkák elkezdődnek, valamint a nagy hideg beállta előtt a kazánok cserére kerülnek.

Én úgy gondolom, hogy a helyi menedzsment és műszaki szervezet a tőle elvárható módon gondoskodik az épület üzemeltetéséről, és a jövőben beépítésre kerülő fejlesztésekre vigyázni fognak. Nagyon remélem, hogy a későbbiekben a megújuló energia is megjelenik a telephelyen.

11. ábra Összefoglaló táblázat

	Bekerülési költség kb.	Megtérülési idő	Előny	Javaslat
Brikett fűtés	Közepes	Magas	Rendelkezésre álló alapa.	Nem javaslom
Kazáncsere	Közepes	Alacsony	Szükséges	Szükséges beütemezés
Nyílászáró csere	Magas	Közepes	Komfort, Költség csökk.	Szükséges beütemezés
Légtechnikai fejlesztés	Közepes	Magas	Egészség	Soron kívül
Napelem	Magas	Közepes	Költség csökk.	Megfontolandó
Akkumulátoros tárolás	Nagyon magas	Magas	Függetlenség	Nem javaslom
Napkollerkor	Közepes	Közepes	Függetlenség	Megfontolandó
Fal- és földém szigetelés	Magas	Közepes	Költség csökk.	Szükséges beütemezés
Karbantartási stratégia	Nincs	Alacsony	Tervezhetőség	Soron kívül

8. Összegzés

Szakedolgozatomat egy jelenleg is működő nyomdaipari üzem energetikai felújításainak lehetőségeinek számba vételéről írtam.

Irodalom feldolgozás szempontjából a klimatikus tényezőket vettem górcső alá, a technológiához, illetve a komforthoz szükséges pára és levegőminőséget vizsgálva. Maga a technológia is elvár egy megfelelő páratartalmat, valamint a technológiából adódóan kerül szennyező és por a levegőbe, melyet mind az egészséges munkakörnyezet, másfelől a technológia miatt kell szűrni. Ezek a szempontok gyártás vonatkozásában kulcstényezők.

A vizsgált épület 1970 óta történt változásait vettem sorba, hogy mikor milyen fejlesztések, beruházások, illetve tervek keletkeztek az elmúlt 50 évben.

Bemutattam részletesen, hogy jelenleg milyen elképzelések vannak az épülettel kapcsolatban, milyen folyamatokra van lehetőség, illetve mire lett kérve árajánlat a kivitelezésekhez. Ezek a brikettfűtés, a kazán csere, a nyílászáró felújítás és a légtechnikai fejlesztések. Ezekre a beruházásokra készítettem számolásokat, hogy milyen körülbelüli beruházási költséggel járna, valamint milyen időintervallumban térülne meg, illetve mennyi energiát lehet megspórolni a megvalósításukkal.

A következő fejezetben a további felújítási és beruházási lehetőségeket taglalom, amik egyfelől a homlokzatok és a födém energetikai szigetelésére terjed ki számolásokkal igazolva, valamint a megújuló energiák és a zöld beruházásokra készítettem egy számolást, hogy mekkora rendszerekre lenne szükség, illetve azok mekkora bekerülési költséggel és milyen távú megtérüléssel rendelkeznek. Ilyenek voltak a napkollektor, a napelem, a hozzá tartozó akkumulátorok.

Fontosnak tartottam a karbantartási stratégiára való kitérést, mert egy épület üzemeltetésénél ez egy kulcskérdés.

Az utolsó fejezetben levontam a következtetéseket, illetve egy táblázatba összefoglaltam (11. ábra) a dolgozatomban számolt eredményeket.

9. Summary

My thesis focuses on evaluating potential energy renovations for a currently operating printing facility. For the literature review, I examined climatic factors, analyzing the humidity and air quality necessary for both technological processes and worker comfort. The technology itself requires a specific humidity level, and, due to the nature of the processes, pollutants and dust are released into the air, which need to be filtered for both a healthy working environment and the technological requirements. These factors are key in terms of production.

I reviewed the changes made to the facility since 1970, detailing the types of developments, investments, and plans implemented over the past 50 years. I provided a detailed overview of current plans for the building, including potential processes and requests for quotes related to specific projects, such as briquette heating, boiler replacement, window upgrades, and ventilation improvements. For these investments, I conducted calculations to estimate approximate costs, payback periods, and potential energy savings upon implementation.

In the following chapter, I analyze additional renovation and investment possibilities, focusing on facade and ceiling insulation with supporting calculations. I also conducted assessments on renewable energy and green investments, calculating the requirements for systems such as solar collectors and photovoltaic panels with associated batteries, estimating their installation costs and payback periods.

I considered it essential to address maintenance strategy, as this is a key issue in the management of a building. In the final chapter, I drew conclusions and summarized the calculated results of my thesis in a table.

10. Irodalomjegyzék

1. ASHRAE Handbook, (1981)
2. (Bartha, 1983) Bartha Tamás - Szakmai enciklopédia 2., Műszaki könyvkiadó, Budapest
3. (Benedek, 1961) Benedek Róbert - Nyomdaipari nyomógépek, Műszaki könyvkiadó, Budapest
4. (Dr. Kovács, 1981) Dr. Kovács László Miklós (1981) - Nyomdai kisenciklopédia I., Műszaki könyvkiadó, Budapest
5. (Fairley, 1971) M.C. Fairley (1971) - Safety Health and Welfare in Printing Industry, Pergamon Press
6. (Fuchs, 1910) Fuchs Zsigmond (1910) - A gépterem, Budapesti Gépmesterek és Nyomók Köre, Budapest
7. (Gera és Darkó, 1961) Gera János, Darkó István (1961) - Magasnyomó gépmester szakismeret, Budapest
8. (Kajtár és Bánhidi, 2018) Kajtár László, Bánhidi László (2018) - Válogatott fejezetek a komfortelmélet témaköréből, Akadémia Kiadó
9. (Kipphan, 2000) H. Kipphan (2000) - Handbook of Print Media, Springer, Berlin
10. (Markovits, 2003) Markovits Tanácsadó Mérnökiroda Kft. (2003) - Tartószerkezeti szakvélemény
11. (Nagy, 2008) Nagy Veronika (2008) - Nyomdaipari munkavédelmi kézikönyv – Optima Téka Kiadó
12. (Pénzes és Tömöry, 1981) Péntes, G., és Tömöry, T. (1981) - Korszerű energiatakarékos légtechnikai rendszerek, Budapest, Építésügyi Tájékoztatási Központ
13. (Radó, 1970) Radó Endre, (1970) - Ofszet könyvgyártás, Műszaki könyvkiadó, Budapest
14. Robbkontrol, 2024) Robbkontrol Kft. (2024) – Robbanásveszélyes területek zónabesolása
15. (Szentgyörgyvölgyi, 2008): Szentgyörgyvölgyi R. (2008) - Nyomdaipari technológiai ismeretek I., Budapest
16. 1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről
17. 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről
18. 3/2002. (II. 8.) SzCsM–EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről

19. 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet a kémiai kóroki tényezők hatásának kitett munkavállalók egészségének és biztonságának védelméről
20. 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról
21. Altechcovent (2024): HVAC alapok. Altechcovent honlapja. Letöltés dátuma: 2024. 10. 18. forrás: <https://hovisszanyero-szelloztetes.hu/legkondicionalo-futes-szelloztetes/>
22. Kaiserkraft (2024): Alapismeretek a munkahelyi világításról. Kaiserkraft honlapja. Letöltés dátuma: 2024. 10. 13. forrás: https://www.kaiserkraft.hu/info/alapismeretek-a-munkahelyi-vilagitasrol/w/additional_info_Arbeitsplatzbeleuchtung/
23. Mvff (2024): Munkaügyi kiadványok. Munkavédelem Foglalkoztatás-felügyelet honlapja. Letöltés dátuma: 2024. szeptember 30. forrás: https://mvff.munka.hu/#/munkaugyi_kiadvanyok_2
24. Opera Solar (2021): Napelem akkumulátor – ez lesz a jövő? (vagy már a jelen!). Opera Solar honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 1. forrás: <https://operasolar.hu/napelem-akkumulator/>
25. Osha (2024): Printing Industry. Occupational Safety and Health Administration honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 9. forrás: <https://www.osha.gov/printing-industry/health-safety-concerns>
26. Pannon (2006): Hőszigetelés kalkulátor. Pannon épületenergetika honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 17. forrás: <https://www.pannonmuhely.hu/energetika/hoszigeteles-kalkulator.php>
27. Robison (2014): Common Health and Safety Hazards for Printers. Robison honlapja. Letöltés dátuma: 2024. október 22. forrás: <https://www.robison.co.uk/docs/sectors/printers/Manufacturing%20Risk%20Insights%20Common%20Health%20and%20Safety%20Hazards%20for%20Printers.pdf>
28. Tiszta Energiák (2024): Tiszta Energiák Honlapja. Letöltés dátuma: 2024. szeptember 20. forrás: <https://www.tisztaenergiak.hu/>
29. Wagner (2024): Napkollektor cégeknek. Wagner Solar honlapja. Letöltés dátuma: 2024. szeptember 21. forrás: <https://wagnersolar.hu/napkollektor-cegeknek/>
30. Zotya üveges (2017) – Kopolit üveg, U profil. Zotya üveges, üvegezés honlapja. Letöltés dátuma: 2024. 10. 08. forrás: <https://www.uvegezes.info/kopolit-uveg-u-profiluveg/>
31. Zöldház (2014): Melegvíz előállítás napkollektorral. ZöldHázSolar honlapja. Letöltés dátuma: 2024. szeptember 21. forrás: <https://napenergia-hasznositas.hu/rendszerek/melegviz-elollitas/>

11. Táblázatok és ábrák jegyzéke

1. ábra Szennyező anyagok határértékkel (forrás: 5/2020 ITM r.)	9
2. ábra A homlokzat (Forrás: saját kép)	17
3. ábra Az eredeti fémkeretes nyílászáró (Forrás: saját kép)	19
4. ábra A kopolit üveg helyettesítése polikarbonát lemezzel (Forrás: saját kép).....	21
5. ábra Javított csőszakasz (Forrás: saját kép)	21
6. ábra Finestfog (Forrás: saját kép).....	22
7. ábra AIRVENT EMM-100 (Forrás: saját kép)	23
8. ábra VTS Volcan VR Mini EC (Forrás: saját kép)	24
9. ábra Villamosenergia kimutatás (Forrás: saját szerkesztés).....	27
10. ábra Gázenergia kimutatás (Forrás: saját szerkesztés)	28
11. ábra Összefoglaló táblázat.....	48

12. Nyilatkozatok

Nyilatkozat

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Opor Csaba Barnabás

A Hallgató Neptun kódja: F5LWIT

A dolgozat címe: Egy nyomdaipari üzem energetikai fejlesztése

A megjelenés éve: 2024

A konzulens intézetének neve: Műszaki Intézet / Gépészeti Technológiák Központ

A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

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

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant 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 mindenkori szellemitulajdon-kezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

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

- nem titkosított dolgozat a védést követően
- titkosításra engedélyezett dolgozat a benyújtásától számított 5 év eltelte után nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: Budapest, 2024. év november hó 3. nap



Opor Csaba Barnabás

NYILATKOZAT

Opor Csaba Barnabás (F5LWIT) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem^{*2}

Kelt: 2024. év november hó _____ nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendő.

² A megfelelő aláhúzendő.