

DIPLOMADOLGOZAT

Mátyás Edith Nikolett

2024



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Műszaki intézet

Létesítménymérnök mesterképzési szak

ZW700B légtechnika felülvizsgálat

Belső konzulens:	Benécs József István Tanszéki munkatárs
Belső konzulens intézete/tanszéke:	Épületgépészeti és Energetikai tanszék
Külső konzulens:	Niebling Tamás Facility Engineer - Energetics
Készítette:	Mátyás Edith Nikolett

Gödöllő

2024

MŰSZAKI INTÉZET
LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MESTERSZAK
Létesítményüzemeltető-energetikus specializáció

DIPLOMADOLGOZAT
feladatlap

Mátyás Edith Nikolett (JCERQO)

részére

A diplomadolgozat címe:

ZW700B légtechnika felülvizsgálat

Feladatkiírás:

Tekintse át a vonatkozó szakirodalmakat, előírásokat, lehetőségéhez mérten értékelje!
Vizsgálja meg a terület jelenlegi légtechnikai rendszer működését, mérésekkel igazolja a feladatokhoz illeszkedését!

Határozza meg a létesítmény hőigényét és értékelje!

Dolgozza ki a szükséges légtechnikai rendszermódosítás javaslatait!

Hasonlítsa össze a kivitelezhetőség alternatív lehetőségeit!

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai tanszék

Külső konzulens: Niebling Tamás okl. villamosmérnök, Veolia Water Hungary Kft., 2840 Oroszlány Bláthy Ottó u. 4

Belső konzulens: Benécs József István tanszéki munkatárs, MATE, Műszaki Intézet

A dolgozat beadási határideje: 2024 év április hó 22 nap

Kelt: Gödöllő, 2024. év 04. hó 19. nap

Jóváhagyom

Átvettem

(tanszékvezető)

(szakfelelős)

(hallgató)

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

Kelt: Oroszlány, 2024. év 04. hó 19. nap

(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés	3
2. Szakirodalmi áttekintés	4
2.1. Belső levegő minősége	4
2.2. Éghajlatváltozás hatása a beltéri környezetre	5
2.2.1. Éghajlatváltozás befolyása	5
2.2.2. Városi hősziget	8
2.3. Beltéri szennyeződések.....	9
2.3.1. Illékony szerves vegyületek (VOC)	9
2.3.2. VOC tartalom és VOC emisszió	11
2.3.3. VOC hatása az emberre és a környezetre.....	13
2.4. Területen található jelentősebb veszélyes anyagok.....	14
2.4.1. N-Metil-2-pirrolidon	14
2.4.2. Nátriumhipokorit.....	15
2.4.3. Sósav	15
2.4.4. PES Dope	16
2.5. Légtechnikai rendszer követelményi	16
2.5.1. Légtömör zárás	17
2.5.2. Frisslevegő pótlása	19
2.5.3. Tűzvédelmi tulajdonságok	20
2.5.4. Zajcsillapítás.....	20
2.5.5. Korrózió elleni védelem	21
2.5.6. Szilárdság, öntartósság, szerkezeti stabilitás.....	22
2.5.7. Hőszigetelés	23
2.5.8. Kis áramlási ellenállás.....	23
2.6. Földgáz	24
2.7. Távhő.....	25
3. Saját munka.....	27
3.1. Történeti elemzés.....	27
3.2. Építőanyagok vizsgálata	28
3.3. Alkalmazott módszerek	31
3.3.1. Terület jelenlegi fűtése	32
3.3.2. Jelenlegi technológiai elszívások	35
3.3.3. Téli időszakban felhasznált hőenergia	43

3.4.	Szükséges friss levegő mennyiségének meghatározása	45
3.5.	Légcsatorna méretezése	47
3.5.1.	Gerincvezeték mérete:.....	48
3.5.2.	3 db ágvezeték méretezése	49
3.5.3.	Légcsatorna súrlódási ellenállása	50
4.	Eredmények, következtetések, javaslatok.....	54
4.1.	Jelenlegi technológiai elszívások értékelése.....	54
4.2.	Felhasznált hőenergia értékelése	55
	Összefoglalás.....	56
	Summary	58
	Irodalomjegyzék.....	62

1. Bevezetés és célkitűzés

Diplomamunkámat a Veolia Water Hungary Kft.-nél készítem, a ZeeWeed 700B gyártósor légtechnikájának felülvizsgálata. „A Veolia Water Solutions & Technologies közvetlenül és számos leányvállalata révén világszerte jelen van az ivóvíz- és szennyvíztisztítás területén. Magyarországon a kommunális és ipari ivóvízkezelő, szennyvíztisztító és iszapkezelő telepek tervezésével, építésével, bővítésével és felújításával foglalkozik. Ezen kívül számos technológiával/megoldással rendelkezik, továbbá igény esetén ezekhez tartozó szolgáltatásokat is nyújt. Ilyen például a zárt kivitelű fedett és föld alatti létesítményeket tervezése és építése, amelyek esetében a zaj és szag emisszió-mentesség garantált, így ezek a szennyvíztisztító telepek a legszigorúbb környezetvédelmi előírásoknak is megfelelnek.

A VWS-nek magyarországi tevékenységét 1999-ben az Észak-pesti Szennyvíztisztító Telep rekonstrukciós munkáinak elnyerésével kezdte meg. A vállalat napjainkig számos szennyvíztisztítási beruházásban vett részt fő- és alvállalkozóként.” [19]

A szemcsés szűrőközegekhez és a patronszűrőkhöz képest a ZeeWeed 700B membrán kiváló vízminőséget eredményez, és sokkal jobban ellenáll a változó nyersvízminőségnek. Ez a membránfajta a vírusokat is képes kiszűrni, ezáltal kiváló minőségű vizet létrehozva.

Alkalmazási területei:

- Ivóvíz előállítás
- Ipari technológiai víz
- Harmadlagos szűrés
- Tengervíz, sós víz, fordított ozmózis előkészítés [19]

A ZeeWeed700B gyártóegységénél jelenleg nincs friss levegőellátás, a hőmérsékelt szabályzás nincs megoldva. A téli időszakban Hovalokkal (távhővel, vagyis gázzal) van megoldva a terület fűtése. Technológia elszívások találhatóak a területen, ami miatt a terület depresszív légnyomású. A nyári időszakban a kollégák a kültérre vezető kaput szokták nyitva tartani, ami több szempontból sem optimális. A fő cél egészség megóvása, komfortosabb munkakörnyezet kialakítás, illetve az alapanyagok szempontjából fontos a megfelelő hőmérséklet és páratartalom tartása, ami jelenleg nem megoldott.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Belső levegő minősége

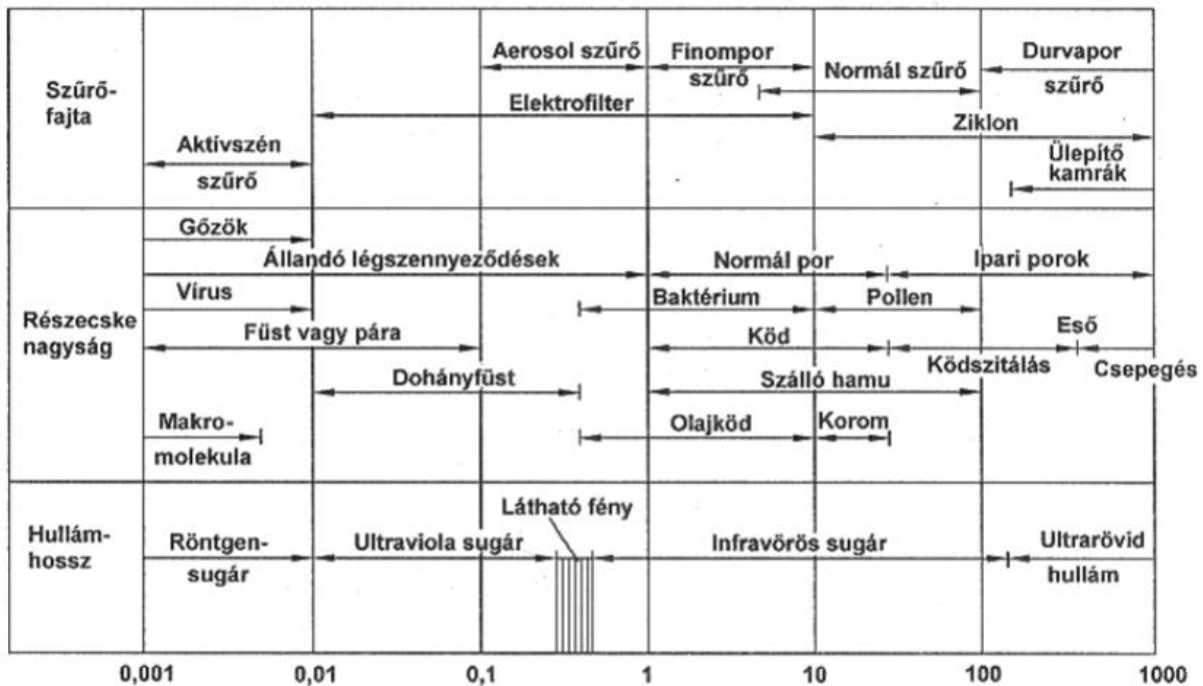
A belső levegő minőségét több tényező is befolyásolja, amely az emberi szervezet komfortjára, termelékenységére, egészségére stb. jelentős hatást gyakorol.

A belső levegő minőségét befolyásoló szennyező anyagok

- Gázok, gőzök (CO, CO₂, SO₂, NO₂, NO_x, O₃, Radon)
- Szaganyagok (szerves anyagok bomlástermékei, emberi, állati és növényi eredetű szaganyagok, építő és burkoló anyagok kipárolgási termékei)
- Aeroszolok (porok, lebegő anyagok, nehézfém szálak, pollen)
- Vírusok
- Baktérium és spórák (pl. legionella)
- Gombák és spórák (pl. nedvesítő kamra kórokozói) [17]

A belső levegő minőség szennyezőanyag forrásai jelentős mértékben az ember állítja elő, mint például külső forrás lehet ipar, közlekedés, belső forrás az inhaláció, bőr, mindazonáltal lehetnek természetes források is, mint a pollen és a por.

A belső levegő minőség meghatározásához a szabványok és rendeletekben meghatározott értékeket kell betartani, ezeket betartva kell megtervezni a helyiségek légtechnikáját, megszervezni a karbantartásokat (például: a levegőszűrő cseréjének gyakoriságát meghatározni). A szennyezőanyagoknak különböző méretükből kifolyólag különböző levegőszűrő méretek állnak rendelkezésre a piacon. A tervezés során figyelembe kell venni az épület elhelyezkedését (például egy óceánparti légkezelte épületben más levegőszűrőket érdemes alkalmazni és más gyakorisággal, mint az óceántól távol egy szárazabb környezetben), az épületben a munkavégzés jellegét, a bent tartózkodó személyek számát, életkorukat stb. [3]



A részecskeméretek μm -ben ($1\mu\text{m}=1/1000\text{mm}$)

1 ábra A levegőben előforduló szennyezőanyagok részecskeátmérője

Forrás: [3]

2.2.Éghajlatváltozás hatása a beltéri környezetre

2.2.1. Éghajlatváltozás befolyása

Az éghajlatváltozás számos módon befolyásolja a belső terek levegőminőségét, a meglévő problémák súlyosbodásától az újabb megjelenéséig. Az Amerikai Egyesült Államokban az emberek nagyjából 90%-ban tartózkodnak zárt térben. [6] Az európaiak körülbelül 80-90%-ban tartózkodnak zárt térben. [4] A belélegzett levegő minősége és ezáltal az egészségünk számos tényezőtől függ, többek között a külső levegő minőségétől, a belső térben végzett tevékenységektől, valamint az épület tervezésétől, kivitelezésétől, üzemeltetésétől és karbantartásától. [6]

Az éghajlatváltozás számos módon befolyásolhatja a beltéri levegőt. Például a rosszabbodó külső levegőminőség miatt nőhet a beszivárgó szennyezőanyagok mennyisége. A szén-dioxid (CO_2) szint emelkedése és a melegebb időjárás növelheti a szabadtéri allergéneket, amelyek beszivároghatnak a belső terekbe. A melegebb hőmérséklet és a változó időjárási

minták gyakoribb és súlyosabb erdőtüzekhez vezethetnek. A szabadtéri füst és egyéb részecskeszennyezés, beleértve az erdőtüzekből és porviharokból származó szennyeződést is, beszivároghat a belső terekbe, és hozzájárulhat a beltéri szálló por szintjének növekedéséhez. [6]

Ezenkívül a gyakoribb és hosszabb ideig tartó hőhullámok magasabb belső hőmérsékletet eredményezhetnek. Az 1980 és 2020 közötti időszakban a hőhullámok 77.000-129.000 ember halálát okozták az EU 32 tagállamában. Ez az éghajlatváltozással összefüggő szélsőséges időjárási események okozta halálesetek 86-91%-át teszi ki. Az idősek és a krónikus betegségben, például szív- és érrendszeri betegségben szenvedők a legsebezhetőbbek a hőhullámokkal szemben. Európában a folyamatosan növekvő hőmérséklet, az elöregedő népesség és a városiasodás fokozódása sebezhetőbbé teszi a lakosságot a hőséggel szemben. [4]

Az éghajlatváltozás növeli bizonyos extrém időjárási események, például a heves csapadék, az árvíz és a viharok gyakoriságát és súlyosságát is, amelyek károsíthatják az épületeket, és lehetővé teszik a víz vagy a nedvesség bejutását a belső térbe. A megnövekedett beltéri nedvesség és páratartalom a penészgomba, a poratka, a baktériumok és egyéb biológiai szennyezőanyagok szaporodását idézheti elő. A szélsőséges időjárási események olyan körülményeket is teremthetnek, amelyek elősegítik a kártevők és fertőző ágensek szaporodását és elterjedését, amelyek bejuthatnak a belső terekbe. [6]

A gyakoribb szélsőséges időjárás esetén áramszünetek is előfordulhatnak, megnehezítve a kellemes belső hőmérséklet és az egészséges belső levegő minőségének fenntartását, valamint a hordozható generátorok gyakoribb használatát eredményezve. A hordozható generátorok nem megfelelő használata miatt fellépő szén-monoxid-mérgezés évente több száz halálesetet és több ezer megbetegedést okoz. [6]

Az EU épületállományának nagy része a hőtechnikai szabványok bevezetése előtt épült, és közel 75%-a energiahatékonytalan. Az Eurostat adatai szerint 2020-ban a tagállamok lakosságának 5-39%-a olyan lakásban élt, ahol tetőbeázás, nedves falak, padlók vagy alapok, illetve korhadás volt az ablakkeretekben vagy a padlóknál. [4]

Az a hiedelem, hogy az új vagy felújított épületek mindig megfelelnek a hőmérséklet szabályozás szempontjainak, téves lehet. Még a jól szigetelt épületek is túlmelegedhetnek, ha a tervezés során nem veszik figyelembe a napsugárzás, a belső hőtermelés és a szellőzési stratégia együttes hatását. Riasztó tény, hogy a városi kórházak és iskolák közel fele olyan területen

található, ahol jelentős az UHI (Urban Heat Island -városi hősziget) hatás. Ez a hatás magasabb hőmérsékletnek teszi ki az ilyen intézmények sérülékeny használóit, mint a betegek és a diákok. [4]

Ha nem teszünk konkrét lépéseket, az a klímaberendezések, mint például a légkondicionálók használatának gyors és ellenőrizetlen növekedéséhez vezet az épületekben. Ennek jelentős társadalmi és környezeti hatása van, miközben növeli az energiafogyasztást is. Az épületek, mint tartós szerkezetek, megfelelő tervezés, kivitelezés, felújítás és karbantartás esetén viszonylag alacsony energiafogyasztással védhetik a lakókat a hőség hatásaitól. Az épületek homlokzatának mélyreható energetikai felújítása javíthatja az épületek ellenállóképességét a hőséggel szemben, csökkentheti a hűtésre fordított energia mennyiségét, és csökkentheti az üvegházhatású gázok kibocsátását. Mindez, azáltal, hogy a sebezhető csoportokra is kiemelten figyelünk, minimalizálhatja az éghajlatváltozás egészségügyi hatásait, csökkentheti az egyenlőtlenségeket, és enyhítheti a nyári energiaszegénységet. Ha mégis aktív hűtésre van szükség (például hosszú hóhullámok vagy kritikus egészségügyi problémák miatt), akkor a hűtőrendszereknek a lehető leghatékonyabbnak és a sebezhető és más csoportok számára egyenlően elérhetőnek kell lenniük. A fenntartható hűtési stratégia kulcsszereplői közé tartozik a helyi viszonyokhoz való igazítás, a városi hűtési megoldások előmozdítása, a passzív hűtési technikákba történő beruházások prioritása, az aktív hűtőrendszerek ésszerű és mérsékelt használata, valamint a jövőbeli melegebb éghajlathoz igazodó, alacsony energiafogyasztású hűtőrendszerek fejlesztése. [4]

Az EU jelenlegi politikai tájképe – beleértve az EU felújítási hullámát, az „55 az éghajlatért” javaslatcsomagot, az EU éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodási stratégiáját és az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodási küldetést – kulcsfontosságú lehetőségeket kínál a fenntartható hűtési megoldások, a társadalmi igazságosság és a nagyobb reziliencia biztosítására. A jövőbeli éghajlat- és hűtési igényeket figyelembe véve az energiahatékony felújítás központi jelentőségű a jövőbeli nyári energiaigény szabályozásában. [4]

2.2.2. Városi hősziget

A városi hősziget (UHI – Urban Heat Island) egy olyan jelenség, ahol a városi területek lényegesen melegebbek, mint a környező vidéki területek. Ez a hőmérsékleti különbség a városiasodás következtében alakult ki, és számos tényező hozzájárulhat:

1. Sötét felületek: A városokban jellemző sötét tetők, utak és járdák elnyelik a napsugárzást, ezáltal hővé alakítják azt. A vidéki területeken a növényzet visszaveri a napfényt, hűvösebb hőmérsékletet eredményezve.
2. Hőtermelés: A városokban az emberi tevékenység, a járművek, az ipari létesítmények és légkondicionálók mind hőt termelnek, ami hozzájárul a melegebb hőmérséklethez.
3. Gyenge szellőzés: A sűrű beépítettség és a magas épületek akadályozzák a levegő áramlását, ezáltal csapdába ejtik a hőt a városi területen.
4. Hiányzó növényzet: A városokban kevesebb a fa és zöld terület, ami csökkenti a párolgást és a hűsítő hatást. [7]

A városi hőmérsékleti szigetnek számos negatív következménye lehet:

1. Növeli az energiafogyasztást: A légkondicionálók használata megnövekszik a melegebb hőmérséklet miatt.
2. Egészségügyi kockázatokat jelent: A hőség stresszt, hőségütést és légzési problémákat okozhat, főleg a kisgyermek, az idősek és a krónikus betegek számára.
3. Rontja a levegő minőségét: A hőmérséklet emelkedésével a légszennyező anyagok koncentrációja is nőhet.
4. Károsítja a vízi ökoszisztémákat: A melegebb vízben kevesebb az oldott oxigén, ami veszélyezteti a vízi élőlényeket. [7]

A városi hőmérsékleti sziget hatásának csökkentése érdekében számos lépést lehet tenni:

1. Zöld felületek növelése: Fák és parkok telepítése hűvösebbé teszi a városi környezetet.
2. Világos színű burkolatok használata: A tetők és utak világosabb színűre festése kevesebb hőt nyel el.

3. Hőhatékony építézet: A tervezés során figyelembe kell venni a napsugárzást, a szellőzést és a hőszigetelést.
4. Megújuló energiaforrások használata: A napenergia és a szélenergia alkalmazása csökkentheti a fosszilis tüzelőanyagok használatából származó hőtermelést. [18]

A városi hőmérsékleti sziget egy komoly probléma, de tudatos tervezéssel és a megfelelő stratégiák alkalmazásával a városok élhetőbbé és fenntarthatóbbá válhatnak.

2.3. Beltéri szennyeződések

2.3.1. Illékony szerves vegyületek (VOC)

A "VOC" egy angol betűszó, a "Volatile Organic Compounds", azaz "Illékony Szerves Vegyületek" szóösszetétel kezdőbetűiből áll.

A VOC fogalmát különböző módon határozzák meg és a levegőben mért VOC-tartalom mennyiségét és összetételét a mérési módszerek függvényében különböző módon értékelték. Ebben a tekintetben az Egyesült Államok Környezetvédelmi Ügynöksége (EPA) az illékony szerves vegyületeket a szén-monoxid, a szén-dioxid, a szénsav, a fémkarbidok vagy a karbonátok és atmoszférikus fotokémiai reakciókban részt vevő ammónium-karbonátok kivételével. Más szóval az illékony szerves vegyületek olyan szerves kémiai vegyületek, amelyek normál beltéri hőmérsékleten és nyomáson képesek elpárologni. [8]

A tudományos definíció szerint: A VOC vegyületeknek hivatalosan azokat a szerves (azaz legalább egy szénatomot tartalmazó) oldószereket nevezzük, amelyek nagy gőznyomással rendelkeznek (több, mint 0.27 kPa, normál légköri nyomáson és hőmérsékleten. [8]

Egyszerűen összefoglalva: a VOC-k a szobahőmérsékleten is erősen párolgó, ezért légtérbe és a szervezetünkbe is könnyen bejutni képes szerves oldószerek.

Az illékony szerves vegyületeket azonosították és forráspontjuk szerint osztályozták. Például az Európai Unió e tekintetben használja a forráspontot. Az illékony szerves vegyület bármelyszerves vegyület, amelynek kezdeti forráspontja kisebb, mint a 250, normál légköri

nyomáson mérve. Minél alacsonyabb a forráspont, annál nagyobb a volatilitás és annál nagyobb a valószínűsége annak, hogy a vegyület egy termékről vagy felületről a levegőre terjed. Nagyon illékony szerves vegyületeket nehéz mérni, teljes mértékben gáz formában. Kevésbé illékony vegyületek a levegőben általában szilárd vagy folyékony formában vannak, amelyek tartalmazzák őket, vagy por alakban a bútorokat és építőanyagokat tartalmazó felületeken. [12]

Az Európai Unió döntéshozói felismerve a VOC-k veszélyességét, részletes szabályozást dolgoztak ki, mint a gyártás, mind a felhasználás területén. A pontforráson történő kibocsátás mellett egyre nagyobb figyelmet kap a diffúz és a fugitív kibocsátások (DFE) relatív fontossága. Az Európai Szennyezőanyag kibocsátási és szállítási nyilvántartás (E-PRTR) keretében a meghatározott tevékenységet végzőknek információt kell szolgáltatni többek között a levegőbe diffúz módon kibocsátott szennyezőanyagokról is. A jogszabályi kereteken túl ajánlásokkal és szabványok kidolgozásával próbálják mérhetővé és ezáltal kezelhetővé tenni a levegőbe kerülő VOC-k problémáját. 2003-ban az Európai Bizottság által kiadásra került az Integrált Szennyezés-megelőzés és Csökkentés (IPPC) – A monitoring általános alapelvei c. referencia dokumentum, amely szerint a csövégi a diffúz és a havária jellegű kibocsátások nyomon követése egyaránt szükséges. A DFE számszerűsítése történhet pl. anyagmérleg készítésével, keresőgázok alkalmazásával, optikai monitorokkal, hasonlósági értékeléssel vagy méréssel. A számítósos metodikákkal szemben a mérési módszer alkalmas a problémás területek, berendezések beazonosítására, így lehetőséget nyújt a helyi szinten történő beavatkozásra, amely jelentős költségmegtakarítást jelenthet. [12]

A gyártás folyamat után még kipárolgó VOC-k okozzák az új bútorok vagy autók illatát.

Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) a beltéri szennyező anyagokat az alábbiak szerint osztályozza: erősen illékony szerves vegyületek (pl. propán, bután, metil-klorid), illékony szerves vegyületek (pl. Formaldehid, toluol, aceton, etil-alkohol) és félig illékony szerves vegyületek (peszticidek). [12]

Az illékony szerves vegyületek az ipari környezetben és hétköznapijainkban is egyre jelentősebb hatással vannak életünkre.

A VOC-tartalmak aggodalomra adnak okot, mint a beltéri levegőszennyező anyagok és a kültéri levegőszennyező anyagok. Ennek az aggodalomnak a kültéri hatása azonban más, mint a beltéri terek. A beltérben a fő probléma az, hogy a káros hatással lehet az illékony szerves kémiai vegyületeknek kitett emberek egészségére. A VOC-tartalom is okozhat problémát a

kültéri egészségben, de bizonyos körülmények között képesek fotokémiai füstök keletkezésére. Például az ipari folyamatok és az autó kipufogógázai kibocsátanak szénhidrogén- és nitrogén-oxidokat a levegőbe és szennyezik a levegőt. Ezek a szennyező anyagok azonban az erős napfény által okozott fotokémiai reakció következtében füstté vagy köddé válnak. Ebben az esetben az illékony szerves kémiai vegyületek hatása csökken.

A legnagyobb ipari kibocsátók a nyomdaipar, a faipar, a gyógyszeripar, festékipar, valamint a gépjárműipar, ahol elsősorban a tároló létesítmény szellőzése, felöltése és leürítése közben, szilárd anyagok szabad téren való tárolása, szellőzőnyílásokon, valamint oldószeres folyamatok kapcsán kerülhet diffúz módon VOS a levegőbe. Az e csoportba tartozó anyagok jellemzően alifás- és aromás szénhidrogének, karbonsava, glikolok, alkohol, észterek, aldehidek, ketonok. Háztartásunkban is találkozhatunk velük oldószertartalmú festékekben, ragasztókban. Az emberi egészségre és a környezetünkre egyaránt veszélyesek. Magas koncentrációjuk tünetei lehetnek: köhögés, asztmaszerű tünetek; szem, orr és torok irritáció, fáradtság, szédülés, hányinger, mellkasi fájdalom, a korai VOC-expozíció hatással lehet a magzat fejlődésére és az újszülött idegrendszerére is. Szerepet játszanak az ózonszmog kialakulásában a napsugárzás hatására, ugyanis az illékony szerves vegyületek és a kipufogógázok nitrogén-dioxidja reakcióba lépnek, a nitrogén-dioxid nitrogén-oxiddá alakul és ennek során ózon szabadul fel.

A káros VOC-k, mint például a formaldehid, mérgező lehet állatokra és emberekre egyaránt. A formaldehid egy színtelen, szúrós szagú gáz, gyakran használják az építőiparban és a háztartási eszközök és préselt fa termékek (forgácslemez, MDF, stb.) előállításánál; ragasztókban kötőanyagokban, formára préselt szöveteknél; papírtermékek bevonásánál; különféle szigetelőanyagoknál. [9]

A gyártás folyamat után még kipárolgó VOC-k okozzák az új bútorok vagy autók illatát.

2.3.2. VOC tartalom és VOC emisszió

A szerves oldószereket előszeretettel használják az autófestő és -bevonatoló iparban. Általában, a szerves oldószereket azért adagolják ezen termékekhez, hogy elősegítsék az

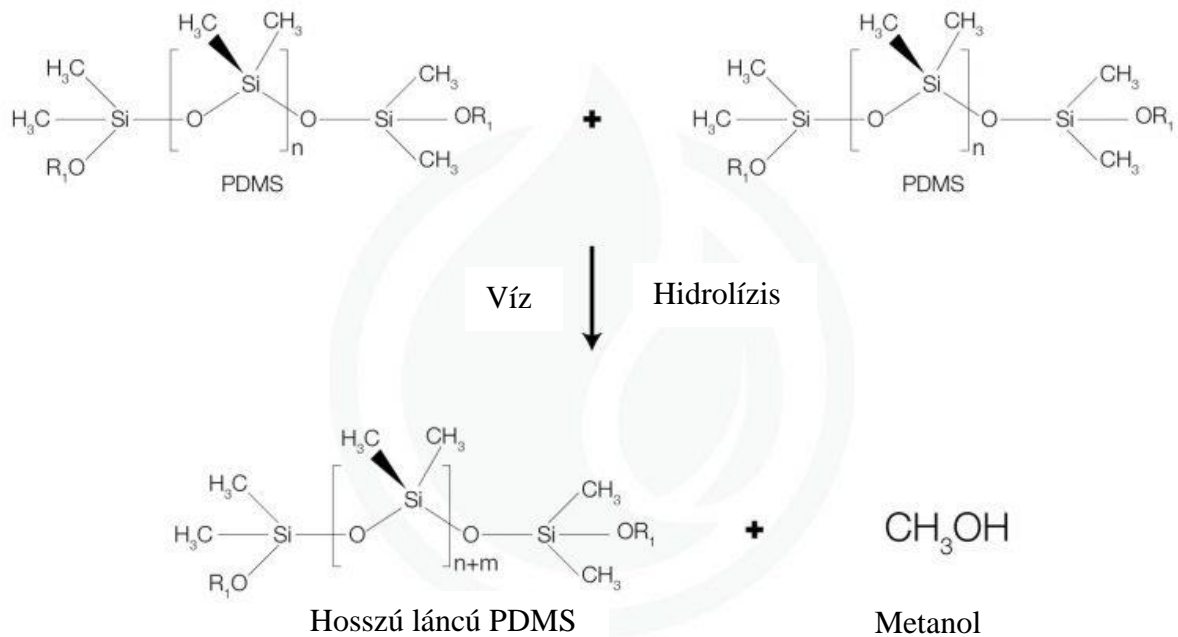
autófesték vagy kerámiabevonat folyósságát (viszkozitását), a könnyebb kezelhetőség és az egyenletesebb terület érdekében. A felvitel után a száradási folyamat részeként oldószerek a közvetlen környezetbe párolognak ki.

Az erős párologási képességeik miatt a VOC-k igen gyorsan a műhely légterébe jutnak, közvetlenül veszélyeztetve és hosszú távú egészségügyi kockázatnak kitéve mindazokat, akik az adott légtérben dolgoznak. 2016-ban, a Munkavédelmi és -egészségügyi Szervezet (Occupational Safety and Health Association [OSHA]) be is számolt egy halálesetről, melyet a rosszul szellőztetett légtérben felhalmozódott diklór-metán okozott. Nem lehet tehát eléggé kihangsúlyozni a munkaterületek megfelelő szellőztetésének szükségességének különösen ott, ahol VOC-tartamú kerámiabevonatokkal dolgoznak. [13]

Sok helyen azonban nehézségekbe ütközik műhely porszűrt friss levegővel való folyamatos és elegendő mennyiségben való ellátása, ezért a VOC-k könnyen felszaporodhatnak a légtérben.

Némely, a festékiparban használt gyanta és kerámiabevonat szintén kibocsát VOC-t a száradási és kötési folyamat alatt, pedig eredetileg nem is tartalmazott ilyen oldószereket. Ezt a jelenséget hívjuk VOC-emisszióknak. A leggyakoribb oka a VOC-emisszióknak, a kerámiabevonat száradása során felszabaduló metanol és butanol.

Metanol szabadul fel, amikor a kerámiabevonat hatóanyaga reagál a levegő páratartamával. Ahogy az ábrán is látható, az oldószerben feloldott kerámiabevonat szárazanyagtartalom reakcióba lép a levegő páratartamával, mely reakciót hidrolízisnek hívunk. A hidrolízis során a rövid láncú PDMS a többihez kapcsolódik, hogy hosszúláncú PDMS-polimert (azaz magát a kerámiabevonatot), egy száraz és szilárd filmfelületet alkossanak. A folyamat során metanol szabadul fel. [8]



2 ábra Oldószerben feloldott kerámiabevonat

2.3.3. VOC hatása az emberre és a környezetre

A VOC-knak az emberi egészségre jelentett veszélyét elsődlegesen az határozza meg, mennyire, milyen mértékben vagyunk kitéve ezen anyagoknak és hatásaiknak.

Első lépésben a leghatásosabb védekezés egyike, ha úgy védjük magunkat az egészségre ártalmas hatásoktól, hogy csökkentjük a VOC-knak való kitétségenket.

Egészségügyi kitétség során megkülönböztetünk rövid és hosszútávú hatások. A VOC-kibocsátásnak való folyamatos kitétség problémákat, visszafordíthatatlan károsodások okozhat a légzőszervekben. Egyéb hatások: szemek, orr, torok és bőr irritációja, allergiás reakciók kiváltása. Súlyosabb esetekben a VOC-knak való intenzívebb kitétség fejfájást, hányingert, rosszullétet és bódultságot okozhat. A hosszútávú hatások közé sorolhatjuk az esetleges máj-, vese- és a központi idegrendszer károsodásokat is. [12]

2.4. Területen található jelentősebb veszélyes anyagok

2.4.1. N-Metil-2-pirrolidon

Az N-Metil-2-pirrolidon [26] (későbbiekben: NMP) nem alkalmazható kozmetikai termékekben. Ipari termékek szintetikus előállításához és/vagy formulázásához használható.

Az NMP színtelen, tiszta/átlátszó, enyhe sajátos szaggal rendelkező, gyúlékony folyadék, de nem öngyulladó és nem robbanásveszélyes. Önbomlásra nem képes. Ezen anyagot jól szellőző elzárt helyen kell tárolni, a csomagolását is szorosan zárva tartandó.

Az NMP az alábbi figyelmeztető jelzésekkel van ellátva:

- H319 súlyos szemirritációt okoz
- H315 bőrirritáló hatású
- H335 Légúti irritációt okozhat
- H360D Károsítja a születendő gyermeket

Ez utóbbi hatás miatt ezzel a veszélyes anyaggal nők nem dolgozhatnak.

Ezen hatások elkerülése érdekében lehet tenni és kötelező is. Megfelelő minőségű egyéni védőfelszerelés (védőkesztyű, védőruha, szemvédő, arcvédő) használata kötelező. A nem megfelelően használt és/vagy nem megfelelő minőségű egyéni védőeszköz károsíthatja az emberi szervezetet. Kizárólag szabadban vagy jól szellőző helyiségben lehet használni. Kerülni kell a gőz vagy permet belélegzését.

Az anyaggal való kitettség esetén

- érintkezés esetén szükséges bő szappanos vízzel lemosni,
- szembe kerülés esetén azonnal óvatosan kell öblíteni legalább 15 percen keresztül,
- belégzés esetén az érintett személyt friss levegőre kell vinni és nyugalomba kell helyezni olyan testhelyzetbe, hogy könnyen tudjon lélegezni,
- lenyelés esetén a száj kiöblítése szükséges és sok folyadék fogyasztása.
- Rosszullét, illetve a tünetek súlyosbodása esetén toxikológiai központhoz vagy orvoshoz kell fordulni.

- A szennyezett ruhát le kell vetni és az újbóli használat előtt ki kell mosni.

Tüneti kezelések lehetségesek, de speciális antidótum (ellenanyag) nem ismert.

2.4.2. Nátriumhipokorit

A nátriumhipokorit [27] (későbbiekben Hipo) színe sárgától zöldig lévő skálán helyezkedik el, klór szagú folyadék. Vízen korlátlanul elegyedik, savval érintkezve mérgező gázok képződnek.

Az hipo az alábbi figyelmeztető jelzésekkel van ellátva:

- H290 Fémekre korrozív hatású lehet
- H413 Súlyos égési sérülést és szemkárosodást okoz
- H335 Légúti irritációt okozhat
- H410 Nagyon mérgező a vízi élővilágra, hosszan tartó károsodást okoz

Ezen vegyi anyag kitettségeinek a csökkentése érdekében hasonlóan kell eljárni, mint az NMP esetében, kiegészítve, hogy gázálc használata kötelező az anyag használata közben. Illetve, ha mégis kapcsolatba kerülünk, akkor minden esetben orvoshoz kell fordulni, még akkor is, ha a tünetek nem, vagy csak kis mértékben jelentkeznek.

2.4.3. Sósav

A sósav [28] színe egy színtelentől a sárgás skálán helyezkedik el, szúrós szagú folyadék. Vízzel kezelésére alkalmazható, a pH érték beállítására.

Az sósav az alábbi figyelmeztető jelzésekkel van ellátva:

- H314 Súlyos égési sérülést és szemkárosodást okoz
- H335 Légúti irritációt okozhat
- H290 Fémekre korrozív hatású lehet

A sósavnál is hasonló biztonsági eljárásokat kell alkalmazni, kitettség után hasonlóan kell cselekedni, mint a hiponál.

Fontos megemlíteni, hogy hipoval való elegyedése esetén mérgező gázok keletkeznek, ami az emberi szervezetre jelentősen káros, akár halált is okozhat.

2.4.4. PES Dope

A PES Dope [25] méz színű, halványsárgától a borostyán sárgáig. Jellemzően nem kellemetlen szagú. Nem robbanásveszélyes de képes robbanásképes elegyet létrehozni.

Az PES Dope az alábbi figyelmeztető jelzésekkel van ellátva:

- H360D Károsítja a születendő gyermeket
- H315 Bőrirritáló hatású
- H319 Súlyos szemirritációt okozhat
- H335 Légúti irritációt okozhat

Az NMP-hez hasonlóan kell eljárni a felhasználásnál.

2.5. Légtechnikai rendszer követelményi

A légkezelő és elosztó rendszereknek nem csak komfortos környezetet kell biztosítaniuk a létesítményekben, hanem szellőztetést is kell nyújtaniuk a szennyezőanyagok hígítására és eltávolítására, valamint a kondicionált levegő biztosítására, és segíteni kell a levegőben terjedő fertőzések terjedésének szabályozásában. [21]

A rendszerek elemekből épülnek fel, melyeket terméktervezés és gyártás során hoznak létre. Már ezen a korai fázison is érvényesíteni kell a folyamattervezés során meghatározott minőségi követelményeket. A termék gyártásakor, a légcsatorna hálózat kivitelezésekor nem lehet alacsonyabb minőségi elvárásokat támasztani, mint a rendszer tervezésekor. Ezért az EU már a terméktervezés irányelveiben rögzítette a légcsatorna rendszerek alapvető

követelményeit. Ezek alapján a légszűrő rendszernek és elemeinek meg kell felelniük az alábbi előírásoknak:

1 táblázat Követelmények és tervezési szempontok közötti összefüggések
 Forrás: [2]

Sorszám	Követelmények	Tervezési szempontok
1	higiénia, egészségügyi és környezetvédelmi	Légtömör zárás Frisslevegő pótlás
2	tűzvédelmi	Tűzvédelmi tulajdonságok és képességek. Tűzállóság, tűzgátóság.
3	zajvédelem	Légtömör zárás, zajcsillapítás
4	biztonságos használat	Korrózió elleni védelem, Könnyű szerelhetőség
5	mechanikai ellenállóság	Szilárdság, öntartóság, szerkezeti stabilitás
6	energiatakarékosság	Légtömör zárás, Hőszigetelés, Kis áramlási ellenállás
7	költség kímélősség	Alacsony beruházási és üzemeltetési költség
8	alkalmasság, a felhasználási célra	Komplex tervezhetőség, Felhasználóbarát rendszerkialakítás

2.5.1. Légtömör zárás

A légszűrő hálózatok elemei lemezből készülnek és összeépítésük során hézagok keletkeznek. Ezeket a hézagokat tömíteni kell, hogy a légszűrő hatékonyan és megbízhatóan üzemeljen. [2]

A tömítés hiányának következményei:

- Levegő szivárgása: A légszűrőben uralkodó nyomáskülönbség miatt a nem tömített hézagokon levegő szivárog ki. Ez a szivárgás tervezhetetlenné teszi a

légcsatorna hálózat működését, és befolyásolja a higiénés és egészségügyi követelmények teljesíthetőségét.

- Komfortérzet romlása: A szivárgás miatt szennyeződések juthatnak be a légcsatorna rendszerbe, ami rontja a helyiségek levegőminőségét és komfortérzetet.
- Szellőzési hatékonyság csökkenése: A szivárgás miatt a légcsatorna nem képes a tervezett szellőző levegő mennyiséget elszállítani, ami a komfortérzet romlását eredményezi.
- Zajszint növekedése: A szivárgás okozta leválások nyomáspulzációval járnak, ami zajt okoz. A rések, különösen a nagynyomású légcsatornákban, másodlagos zajforrásként is szerepelnek.
- Energiapazarlás: A tömítetlen légcsatorna a szivárgási térfogatáram növekedése miatt csak térfogatáramvesztéssel tudja továbbítani a kezelt levegőt. Ez energiapazarlással és levegőelosztási problémákkal jár.
- Csökkent szellőzőlevegő mennyiség: A szivárgás következtében lecsökken a statikus nyomás a légcsatornában, ami a szellőző levegő mennyiségének csökkenését eredményezi. [2]

A tömítés előnyei:

- Hatékonyabb üzemeltetés: A tömített légcsatorna kevesebb energiát fogyaszt és hatékonyabban szállítja a levegőt.
- Jobb komfortérzet: A tömített légcsatorna jobb levegőminőséget és komfortérzetet biztosít a helyiségekben.
- Csökkentett zajszint: A tömített légcsatorna csendesebb üzemeltetést tesz lehetővé.
- Megbízhatóbb működés: A tömített légcsatorna kevésbé hibásodik meg és hosszabb élettartamú [11]

A tömítés kiemelt fontosságú a légcsatorna hálózatok hatékony és megbízható üzemeltetéséhez. A tervezés, kivitelezés és karbantartás során kiemelten figyelmet kell fordítani a hézagok tömítésére.

2.5.2. Frisslevegő pótlása

A szellőzőrendszerek egyik legfontosabb célja a helyiségek friss levegővel történő ellátása. A friss levegő biztosítja az optimális oxigénszintet, eltávolítja a szennyeződésekkel és kellemetlen szagokkal és hozzájárul a komfortos belső klíma megteremtéséhez. [2]

A frisslevegő mennyiségét a helyiségek hő-, nedvesség- és szennyezőanyagterhelése határozza meg. A hőterhelést a helyiségben lévő emberek, berendezések és külső hőmérséklet okozza. A nedvességterhelést a helyiségben lévő emberek, növények és a párolgási folyamatok okozzák. A szennyezőanyag-terhelést a helyiségben lévő emberek, berendezések és a külső levegő szennyezettsége okozza.

„A szellőző levegő térfogatáramának bizonyos hányada friss (külső) levegő, melyet megfelelő elosztásban kell eljuttatni a kiszolgált terek tartózkodási zónáiba” [2] A Friss levegő eloszlását befolyásolja a légcsatorna hálózat kialakítása, a befúvó és elszívó nyílások elhelyezése, a légáram sebessége és helyiség geometriája.

A szellőzőrendszer tervezésekor figyelembe kell venni a helyiség hő-, nedvesség- és szennyezőanyagterhelést, a frisslevegő szükséges mennyiségét és eloszlását. A tervezés során biztosítani kell, hogy a szellőzőrendszer a kívánt frisslevegő mennyiséget a kívánt elosztásban juttassa el a helyiségekben.

A légcsatorna hálózatok tervezésekor kiemelt fontosságú a higiénia biztosítása. Ennek érdekében figyelembe kell venni az a következőket:

- A légcsatorna anyagának sima felületűnek, korrózióállóknak és könnyen tisztíthatóknak kell lennie. Kerülni kell a porózus anyagokat, amelyekben mikroorganizmusok megtelepedhetnek.
- A légcsatorna hálózat nyomvonala úgy kell kialakítani, hogy a légcsatorna könnyen tisztítható legyen. El kell kerülni a zsákutcákat és a nehezen hozzáférhető helyeket, ahol a szennyeződések felhalmozódhatnak.
- A tisztítási folyamat során alkalmazott eszközök és vegyszerek nem károsíthatják a légcsatorna rendszert. A tisztítás rendszeresen, a légcsatorna szennyezettségének mértékétől függően kell elvégezni. [1]

A szellőzőrendszer üzemeltetésekor fontos a rendszeres karbantartás és ellenőrzés, hogy a frisslevegő mennyisége és eloszlása megfeleljen a tervezett értékeknek.

2.5.3. Tűzvédelmi tulajdonságok

A légszűrő nem ronthatja a tűz elleni védelmet. A falnak, amelyen a légszűrő halad át ugyanolyan tűzállónak kell lennie, mint a légszűrő nélküli falnak.

Tűzállósági osztályok

- Tűzgátló: 60 percig ellenáll a tűznek
- Tűzálló: 90 percig ellenáll a tűznek [2]

A hő hatására a légszűrő tágul, ami mechanikai igénybevételt okoz, acéllemez légszűrő 700 °C felett károsodik.

Több tűzvédelmi megoldást is lehet alkalmazni:

- Szigetelés (szigetelő paplan, szigetelő lemezekkel)
- Önhordó szigetelőlemezekből épített légszűrő
- Tűzvédelmi csappantyúk

A nyomvonal tervezésekor szem előtt kell tartani, hogy minél kevesebb tűzszakasz határt képző falakon/födémeken haladjanak át.

A cél a tűz terjedésének megakadályozása és az épületben lévő személyek biztonsága.

2.5.4. Zajcsillapítás

A továbbiakban az akusztikai fogalmakat a vonatkozó nemzetközi szabványoknak megfelelően használjuk. A zaj minden olyan hangeffektus, amely az emberi tevékenysége során zavarja. A hangeffektus a rugalmas közeg állapotának elemi ingadozása, amely hullám formájában terjed a élő közegben. Minden zaj hangeffektus, de nem minden hangeffektus zaj. Zajvédelmi követelmény „minimálisra csökkenteni a légszűrő rendszerben terjedő primer

zajforrásokból származó zaj hangintenzitás szintjét, és mérsékelni kell a szekunder zajforrásokból származó hangteljesíteny szintjét”. [15]

A primer zajforrások közé tartoznak a ventilátorok, szivattyúk és motorok. A szekunder zajforrások a légsatorna falán keletkező turbulens áramlás és a csillapítók.

A cél a zajszint csökkentése a komfortérzet javítása érdekében.

2.5.5. Korrózió elleni védelem

A korrózív közeget szállító légsatornák esetében kiemelt fontos a megfelelő anyagválasztás. A helytelen anyagválasztás korróziós károsodáshoz vezet, ami a levegő szivárgásához, a légsatorna mechanikai gyengüléséhez és instabilitásához, sőt drasztikusan csökkent élettartamot eredményezhet.

Az ipari létesítményekben a légsatorna rendszerek kiemelt fontosságúak a hatékony szellőzés és a komfortos munkakörnyezet biztosításához. Azonban ezek a rendszerek gyakran ki vannak téve agresszív környezeti hatásoknak, mint a nedvesség, a vegyi anyagok és hőmérsékleti ingadozások, amelyek korróziót okozhatnak. A korrózió súlyos következményekkel járhat, amely rövidíti a légsatorna hálózat élettartamát, csökkenti a szellőzés hatékonyságát, rontja a komfortérzetet és balesetveszélyt jelent. Ezért kiemelt fontosságú a korrózióálló anyagok használata, speciális bevonatok alkalmazása, rendszeres karbantartás és ellenőrzés. [16]

Az alábbi kép megfelelően bemutatja a nem megfelelő anyag megválasztást, ezen légsatorna EUROPAN-ból készült. A tartószerkezet elkorrodálódott, ami következtében a tönkrement, vagyis a beszakadt.



3 ábra Korrodált, beszakadt légszatórna

2.5.6. Szilárdság, öntartósság, szerkezeti stabilitás

A légszatórna elemeknek mechanikailag ellenállónak kell lenniük. A sérült elemek nem szerelhetők fel biztonságosan, nem tudják ellátni a funkciójukat, a sérülések szivárgásokhoz és zajhoz vezetnek és a sérült elemek cseréje költséges és időigényes. [16]

A légszatórna szilárdsága alapvető fontosságú a hosszú távú üzembiztonság és a szivárgásmentes működés szempontjából. A nem kellően szilárd szatórna deformálódhat, ami

szivárgásokhoz, zajhoz és a légáramlás gyengüléséhez vezethet. A csatornarendszernek ellen kell állnia belső nyomásnak, a hőmérséklet-változásnak és a külső behatásoknak is. [1]

2.5.7. Hőszigetelés

A fémlemez légcsatornák hőleadása és hőfelvétele jelentős lehet a kis hőellenállásuk miatt. Ez energiapazarlást és a levegőkezelés hatékonyságának romlását eredményezi. A szigetetlen légcsatornák a páralecsapódás és korrózió melegágyai is. A szigetelés előnyei:

- Energiatakarékosság: Csökkenti a hőleadást és hőfelvételt, ezáltal kevesebb energiára van szükség a levegő hőmérsékletének szabályozásához.
- Hatékonyabb levegőztetés: A szigetelt légcsatornában a levegő a tervezett hőmérsékleten marad, így a hővisszanyerés és a páramentesítés hatékonyabb.
- Korrózióvédelem: A szigetelés megakadályozza a páralecsapódást a csatorna falán, ezáltal megelőzi a korróziót.
- Higiéné: A szigetelt légcsatornában kevesebb a mikroorganizmusok elszaporodásának esélye.
- Zajcsökkenés: A szigetelés csökkenti a légcsatornából származó zajt. [18]

2.5.8. Kis áramlási ellenállás

Energiatakarékossági okokból a légcsatorna hálózatok ellenállását a lehető legkisebbre kell szorítani. A cél a szállítót levegő minél kisebb energiabevittel juttatása el a kívánt helyre és a távozó levegő minél kisebb energiabefektetéssel történő elszállítás. Ennek eléréséhez:

- a légcsatorna hálózat és légkezelők súrlódási- és alak ellenállását minimalizálni kell,
- kör keresztmetszetű légcsatornát kell használni, ha lehetséges,
- négyzet- és téglalap keresztmetszetű légcsatornák esetén számolni kell a nagyobb ellenállással
- számítógépes program segíthet az optimális ellenállás meghatározásához

- a gyáróknak garantálnia kell a légcsatorna elemek ellenállási tényezőit. [2]

2.6.Földgáz

A földgáz olyan fosszilis energiahordozó, amely a szénhez és a kőolajhoz hasonlóan keletkezett évmilliókkal ezelőtt. A fosszilis energiahordozók olyan szerves anyagok, amelyeket elpusztult élőlények átalakító biokémiai és geokémiai folyamatok révén hoztak létre. [22]

A földgáz túlnyomó részben metánt (CH₄) tartalmaz, továbbá magasabb rendű szénhidrogéneket is, például etán, propánt és butánt. Tökéletes égés során nem keletkezik füst, korom, hamu, káros égéstermékek, csak igen kevés szén-monoxid és kéndioxid. A sűrűsége a levegőnél kisebb, így szabad állapotban felfelé áramlik. [9]

Főbb tulajdonságai:

- Tiszta formájában színtelen és szagtalan
- Gyúlékony: kiválóan ég és energiát szolgáltat
- Fellelhetősége: A földben néhány métertől akár 5000 méteres mélységben is található
- Nyomás és hőmérséklet: Nyomása helyenként meghaladhatja a 300 bar-t, hőmérséklete pedig a 180 °C-ot, attól függően, milyen mélységben található. [23]

A földgázt a kőzetek repedésin keresztül, fedő kőzetek által határolt mezőkből kitermelik. A kitermelés után a földgázt megtisztítják a szennyeződésektől, hogy elérje a szabványban meghatározott minőséget. A gázelőkészítést követően nagy átmérőjű gázszállító vezetékrendszeren, illetve speciális tartályhajókon juttatják el a fogyasztókig. [23]

A földgáz széles körben felhasználható:

- Fűtésre
- Villamosenergia termelésre
- Ipari célokra
- Közlekedésben
- Főzésre

A földgáz szagosított, így szivárgás esetén könnyen észlelhető.

A földgáz előnyei:

- Hatékony szállítás nagy távolságokra
- Tárolható
- Környezetvédelmi szempontból a legtisztább energiahordozók egyike
- Alacsonyabb CO₂ kibocsátás, mint a szénnél és az olajnál

A földgáz robbanóképes elegyet alkot a levegővel 5-15% közötti arányban elegyedve. Fontos betartani a gázszolgáltatók előírt biztonsági előírásokat. Illetve, hogy csak megfelelően képzett és megfelelő szaktudással rendelkező személy telepítheti, szerelheti és tarthatja karban.

A földgáz fűtőérték a földgáz tökéletes elégetésekor felszabaduló hőmennyiség, amelynek a mértékegysége MJ/m³. Ez az érték átlagosan Magyarországon 34-34,2 MJ/m³ között mozog.

2.7. Távhő

A földgázt erőművekben égetik el kazánokban, melynek során hőenergia keletkezik. A kazánok típusa lehet:

- Víztüzes kazán: A földgáz égése közvetlenül a vízben történik, ami gőzzé alakul.
- Gőztüzes kazán: A földgáz égése egy hőcserélőn keresztül történik, ami a vizet gőzzé alakítja.

A gőz hőmérséklete és nyomása a kazántól függően változhat.

A hőátadó közeg (általában víz vagy gőz) a kazánokból távozik, és a távhővezetékbe jut. A távhővezeték szigetelt csövekből áll, melyek megakadályozzák a hőveszteséget. A csővezeték hálózat a hőtermelő erőműből eljut a felhasználási helyszínekre, jelen esetben a hovalokhoz, későbbiekben bővebben is kitérek rájuk.

A hőleadás a felhasználási helyen hőcserélőkön keresztül történik. A hőcserélő átadja a hőenergiát a fűtési rendszernek vagy használati melegvíz előállítására szolgál. A fűtési rendszer a hőenergiát felhasználja a lakóépület, ipari létesítmények fűtésére.

A távhőrendszer hőmérsékletét a hőigénynek megfelelően szabályozzák. A hőmérséklet-szabályozás történhet:

- A kazánok teljesítmény szabályozásával
- A hőcserélők hőátadó felületének változtatásával.
- A távhővezetékben áramló hűtőközeg hőmérsékletének szabályozásával.

A távhővezetékben a hőveszteség elkerülhetetlen, de szigeteléssel minimalizálható. A hőveszteség mértéke függ a csővezeték hosszától, átmérőjétől, szigetelésének minőségétől és a hőmérséklettől. Egyre gyakoribbak a piacon az előre szigetelt csövek, amik már a gyártás során ellátnak megfelelő vastagságú szigeteléssel. Ezzel egy sokkal tartósabb és jobban illeszkedő szigetelést helyeznek el a csöveken, gyorsabb a szerelése és kevesebb karbantartást igényelnek.

A modern távhőrendszerekben kondenzációs kazánokat is alkalmaznak, amelyek a füstgázban lévő vízgőz kondenzációjából származó hőenergiát is hasznosítják. A kondenzációs kazánok hatékonyabbak, mint a hagyományos kazánok és kevesebb üvegházhatású gázt bocsátanak ki. [10]

A távhőrendszerek lehetnek nyílt vagy zárt rendszerűek. A nyílt rendszerű távhőrendszerben a hűtőközeg (víz) közvetlenül a felhasználóhoz jut el és a hőleadás után visszakerül a hőtermelőbe. A zárt rendszerű távhőrendszerben a hűtőközeg egy hőcserélőn keresztül adja át a hőenergiát a felhasználó fűtési rendszerének és nem keveredik a felhasználó rendszerével. [10]

3. Saját munka

3.1. Történeti elemzés

A tanulmány szempontjából fontos gyár 2000-ben kezdte meg az építkezését egy 48 ezer négyzetméteres területen. A most már első ütemként emlegetett gyáregység területe 9 ezer négyzetméteren terült el, gyártócsarnokkal, irodákkal, öltözőkkel és étkezővel. Ez a terület 2002-ben került átadásra és megkezdődhetett a működés.

2004-ben a bővítést követően 6 ezer négyzetméter került kiépítésre. Ezen a területen irodák, öltözők, raktár és gyártórész helyezkedik el.

2006-ban egy újabb bővítést követően, újabb közel 3 ezer négyzetméter terület került átadásra, hasonló egységekkel, mint korábban.



4. ábra Veolia Water Hungary kft. ZeeWeed gyár

3.2.Építőanyagok vizsgálata

Padlók: [25]

- Termett talaj
 - ami a természeti erők által létrehozott és mesterségesen meg nem bolygatott talaj, illetve talajréteg.
 - Talajcsere szükségessége esetén betartott követelmény: Trg. 95% tömörségű.
 - Talajcsere alatt: laza, iszapos homokliszt. Határfeszültség alap. érték: 150 kN/m².
- 40,0 cm tömörített kavicsfeltöltés
 - 0-35 mm vegyes zúzalék.
 - Határfeszültség alap. érték: 300 kN/m².
 - Ennek jelentősége, hogy a talajnedvesség – a kavics vagy a zúzott kő nagy hézagterfogata következtében – nem tud hajszálcsöves úton behatolni a töltésbe vagy a terítésbe; ugyanezen okból kifolyólag a töltés és terítés nem tud lekötvé tartani (tárolni) – mint egyébként az eredeti altalaj – nedvességet. A kavics- vagy zúzottkő-töltés és -terítés a vizet magukba sűrítő agyagtala-joknál nélkülözhetetlen. [5]
- 2 réteg építési fólia
 - A párazáró fólia feladata megakadályozni, hogy a padló az aljzatból nedvességet szívjon fel, vagy az aljzatból kicsapódó pára, pangó víz a termékkel érintkezzen, mivel bizonyos környezeti behatások mellett (kedvezőtlen páratartalom és hőmérséklet) a vízgőz a padló alatt kondenzvízként csapódhat ki, ezzel károkat okozva a padlóban. A párazáró fólia a padló rétegrendjében a legelső, azaz legelső réteget képezi, tehát közvetlenül az aljzatra kerül. [19]
- A helyiség jellegétől és funkciójától függően különböző vastagságban acélhaj erősítésű betonpadló található meg (15 cm, 20 cm, 24 cm). Jelen esetben 24 cm.

Ipari padló (műgyanta, beton): [25]

Műgyanta: Többrétegű, a helyszínen felhordott, általában két komponensű, öntött, burkolati rendszer, amely a hordozó felület hézagmentes védelmét hivatott biztosítani.

Anyagminőségek: [25]

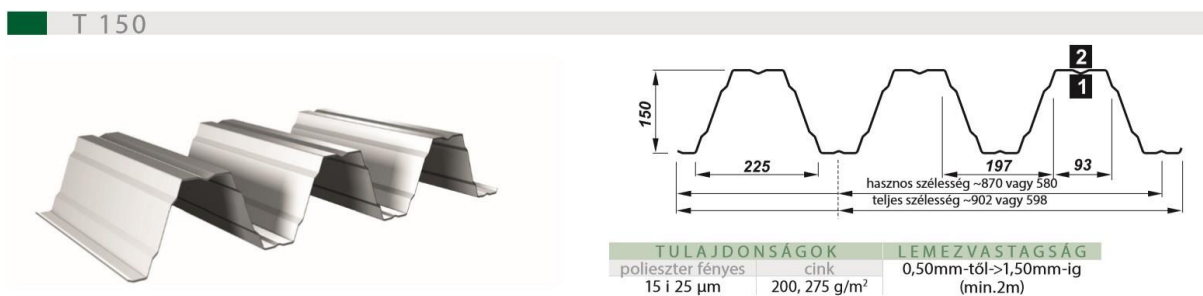
- Csöm. beton: C8-32/FN
 - A beton nyomószilárdság mértéke: 8 N/mm²
 - A beton adalékanyagának maximális szemcsemérete: 32 mm
 - Konzisztencia/bedolgozási tényező: földnedves
- Vasbeton: C16-16/KK
 - A beton nyomószilárdság mértéke: 16 N/mm²
 - A beton adalékanyagának maximális szemcsemérete: 16 mm
 - Konzisztencia/bedolgozási tényező: kissé képlékeny
- Vasbeton lemezalap: C20-16/KK
 - A beton nyomószilárdság mértéke: 20 N/mm²
 - A beton adalékanyagának maximális szemcsemérete: 16 mm
 - Konzisztencia/bedolgozási tényező: kissé képlékeny
- Betonacél: B60.50 - Ø6: B.38.24
 - Folyóméter tömeg tolerancia: ± 6,0 %
 - Folyáshatár (Reh): min. 500 MPa, Max. 650 MPa
 - Szakítószilárdság (Rm): min.600 MPa
 - Duktilitás (Rm/Reh): ≥1,08
 - Nyúlás: Agt ≥ 5%, AS ≥18%
 - Szabványok:
 - Minőségi: MSZ 339:1987
 - Méret: MSZ/T 339:2012.03

Falak: [25]

- Sinus hullámú alu. lemez burkolat vízszintesen
- Kalap profil
- 14,0 cm falkazetta HK 140/600 között 14,0 cm hőszigeteléssel

Tető: [25]

- 1 réteg csapadékvíz elleni pvc szigetelő mech. rögzítve
- 12 cm lépésálló kőzetgyapot hőszigetelő fólia
- Nagy testsűrűségű szigetelőanyagok melyek alkalmasak hő és hangszigetelésre egyaránt.
- 1 réteg légzáró és párafékező fólia
- 15,4 cm trapézlemez HP 150-0,75
- Lejtést adó egy. vb. szelemen
- Vb. főtartó
- Légtér



5. ábra HP 150 trapézlemez

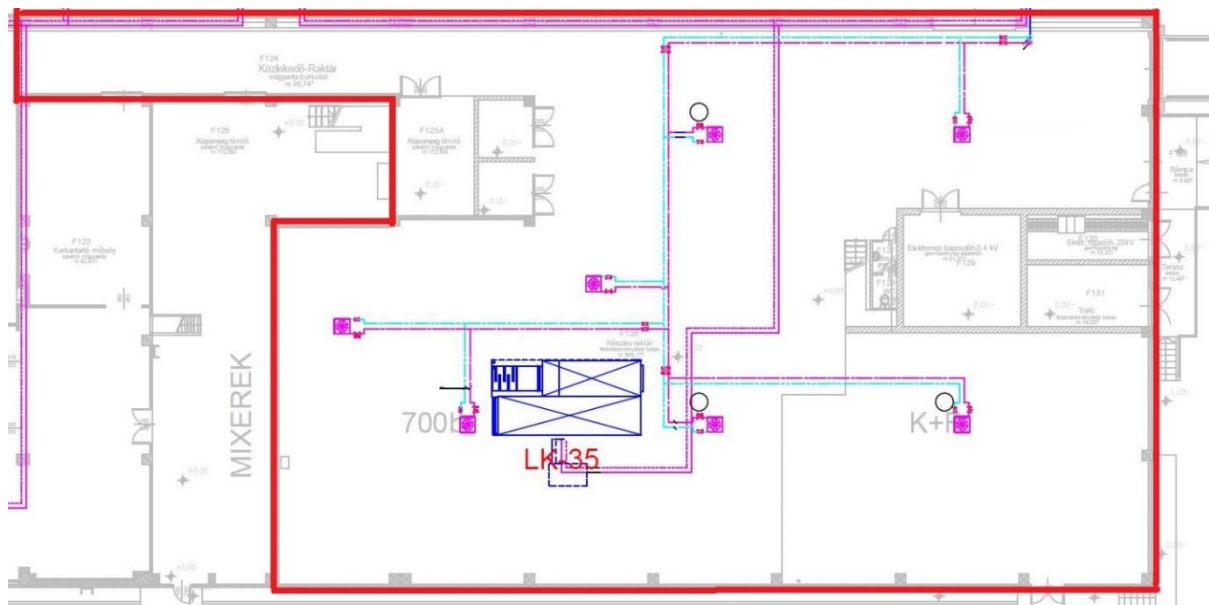
3.3. Alkalmazott módszerek

Az épület harmadik ütemének egy jelentős része készárú raktárként lett tervezve, illetve ekként is volt használva. A vevő igények szélesebb körű lefedése miatt a készárú raktár kiköltözött, létrejött a ZeeWeed 700B gyártósor. Korábban ezt a terméket egy külföldi gyártócsarnokunkban is termelték, ott viszont kézi alapanyag adagolás volt. Az oroszlányi telephelyen az egyik fő cél volt ezen gyártósor gépiesítése, illetve a termelékenység növelése.

Mivel ez a terület raktárként üzemelt, ezért erre a területre nem terveztek frisslevegő ellátást, ami gyártósor telepítése folyamán se valósult meg.

A technológia miatt fontos a megfelelő hőmérséklet, illetve páratartalom tartása. Másik fő szempont, hogy az itt dolgozó kollégák plusz fizikai igénybevételnek vannak kitéve a nem megfelelő hőmérsékelt és páratartalom miatt.

Ezen területen az egyterűség miatt több területet von maga után. A vizsgált terület 1230,51 m² területű, illetve 13 012,64 m³.



6. ábra Vizsgált terület

Az ábrán szereplő légkezelő nem ezen területet látja el.

3.3.1. Terület jelenlegi fűtése

A területen megtalálható 7 db Hoval TopVent DHV-6/A. Ezen gépek csak fűtésre alkalmasak, illetve a levegő keringtetésére, ami a nyári időben nem optimális. A távhő hálózatra van rákötve, így csak a fűtési szezonban fűtenek (szeptember végétől, májusig).

A Hoval recirkulációs készülékeit magas csarnokok fűtésére alkalmazzák. Kiválóan alkalmasak továbbá decentralizált elrendezésben ipari és kereskedelmi csarnokokban, gyárakban, raktárakban, sportcsarnokokban és bevásárlóközpontokban is.

A készülékeket a tető alatt helyezkedik. Ezáltal – mint a Hoval valamennyi csarnokszellőző berendezésénél – a nem kívánt hőmérsékletretegződés csökkenthető. A friss levegő fentről kerül huztmentesen a légtérbe. A decentralis elhelyezés által értékes helyet takaríthatunk meg. Nincs szükség légcsatornákra.



7. ábra Hoval TopVent DHV-6/A

- Fűtőegység
 - Ház: A ház alkotórészei Alucink lemezből készülnek. Ez egy alumínium-cink ötvözettel rétegelt acéllemez, mely rendkívül korrózióálló, tartós és ellenállóbb a sérülésekkel szemben.

- Hőcserélő: A hőcserélő rézcsövekből készül és alumínium lamellákkal van ellátva. Teljesítményigény szerint minden mérethez 3 különböző hőcserélőtípus áll rendelkezésre.
- Ventilátor: A helytakarékos ventilátor egység 2-fokozatú 3 fázisú motorból nyomásálló alumínium horga szárnyakkal és beépített védőrácsból áll. A horgas ventilátor halk üzemű. A motor túlterhelésének védelmére egy hőkioldót építettek be a motorszerkezetbe.
- Sorkapocsszekrény: Az ütésálló műanyagból készült fedéllel ellátott sorkapocsszekrény a ház oldalára szerelve a hőkioldóval és tartozékaival, mint szűrőellenőrzés és kevert levegőmeghajtás, ellátott ventilátormotor tápfeszültségének csatlakoztatására szolgál. [29]
- Örvénykamrás befűvő
 - Az örvénykamrás befűvő Alucink lemezből készült zajcsillapító fedéllel, koncentrikus fűvőkákkal és állítható terelőlapátokkal ellátott önhordó házból áll. Ez a Hoval keringtetett levegős berendezéseinek egyik legfontosabb eleme, mely a friss levegőt különböző hőmérsékleten huzatmentesen és egyenletesen juttattja a helyiségbe.
 - A koncentrikus fűvőkákkal és az állítható terelőlapátokkal állítható be a kifűjt levegőörvény. Ez a levegőteljesítménytől, a kifűvási magasságtól, valamint a friss- és helyiséglevegő közötti hőmérsékletkülönbségtől függ. Így ez vagy függőlegesen lefelé (örvény nélkül), tölcser lakban (minimális örvénylés) vagy vízszintesen (maximális örvénylés) a helyiségbe juttattja a levegőt. biztosítva azt, hogy a frisslevegő akár a legzordabb üzemi körülmények mellett is huzatmentesen átszellőztesse a helyiséget.
 - A hőmérséklet rétegződés nagymértékben csökken. [29]

2 táblázat Hoval Top Vent DHV-6/A műszaki adatok
 Forrás: [29]

Készülék típusa	DHV-6/A	
	I	II
Fordulatszámfokozat	I	II
Fordulatszám (névleges) [min ⁻¹]	690	900
Névl. Térfogatáram [m ³ /h]	4500	6100
Min. szerelési magasság [H _{min} 1]	4	4
Elárasztott csarnokfelület (Készülékek távolsága) min. kb. [m x m]	10 x 10	12 x 12
Elárasztott csarnokfelület (Készülékek távolsága) max. kb. [m x m]	19 x 19	22 x 22
Minimális távolság a faltól [m]	5	6
Maximális távolság a faltól [m]	9,5	11
Teljesítményfelvétel 400 VAC ± 10 % / 50 Hz [kW]	0,48	0,69
Áramfelvétel 400 VAC ± 10 % / 50 Hz [A]	0,78	1,25
Teljes-zajszint L _{WA} [dB(A)]	69	75
Hangnyomásszint L _{PA} [dB(A)]	47	53

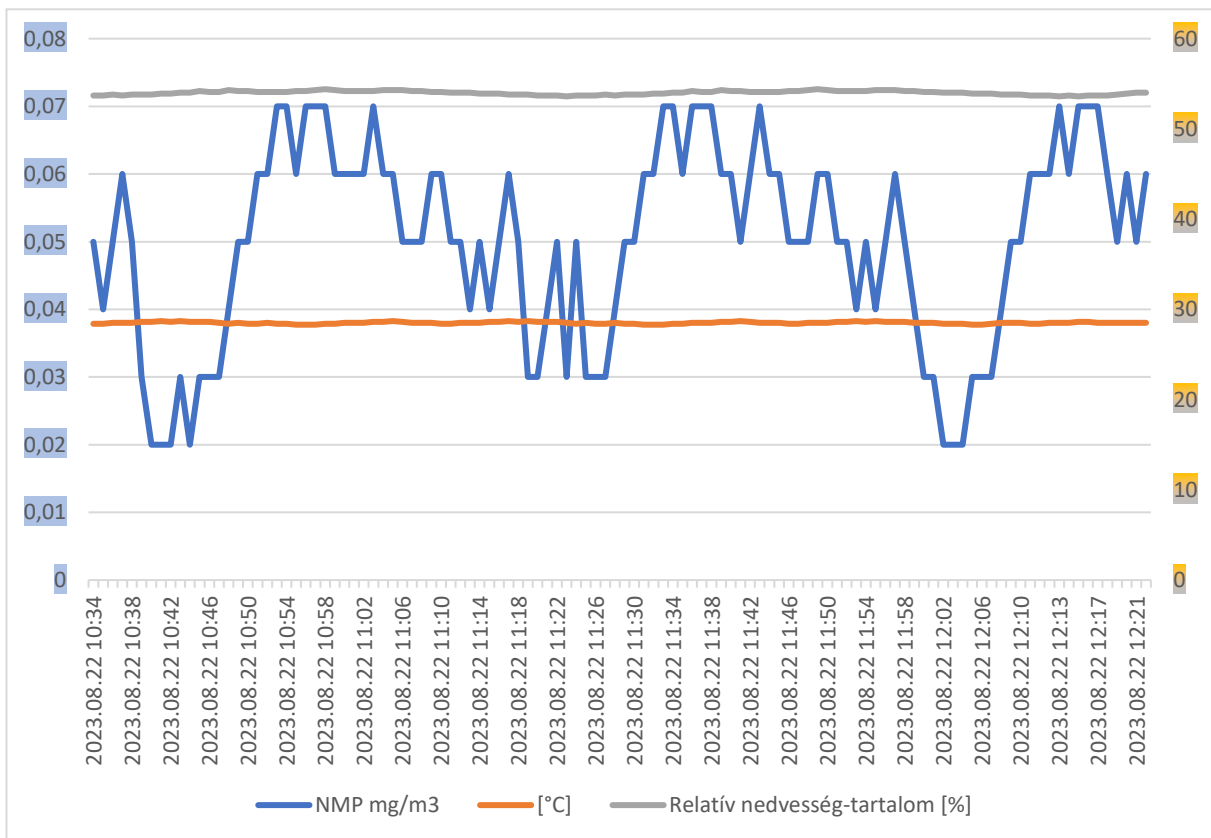
3.3.2. Jelenlegi technológiai elszívások

A területen a korábban említett vegyi anyag megtalálható, ezért a vegyi expozíciós helyeken kialakításra kerültek technológiai elszívások, hogy az itt keletkezett vegyi gőzöket el lehessen távolítani a munkatérből.

A területen mérendő vegyi anyag az NMP (N-METIL-2-PIRROLIDON).

A területen történtek személyi mérések, amelyek arra hivatottak, hogy megmutassák a levegőben található koncentrált vegyi anyagot.

Ezen mérés alapján megállapítható, hogy a levegőben lévő NMP nem éri el a 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet-ben meghatározott határértéket.



8 ábra Munkavállalón elhelyezett mobil mérőeszköz (NMP koncentráció, hőmérséklet, relatív nedvesség tartalom)

A munkavállalón elhelyezett mobil mérőeszköz alapján az is megállapítható, hogy a területen átlagosan 28,5 °C van.

Munkahelyen mért:

- Hőmérséklet: 28,5 °C
- Relatív-nedvességtartalom: 54, 0 %
- A mintavétel ideje: 10:24 – 12:22

3 táblázat A mérési adatokból számított átlag koncentráció
 Forrás: [25]

Légszennyező anyag	Átlagkoncentráció a mintavételi időre mg/m ³	ÁK mg/m ³	ÁK szerint minősítés	ACGIH szerinti határérték (TWA) mg/m ³	Átlag- Koncentrációk ACGIH szerinti minősítése
n-metil-2-pirrolidon	0,05	40	megfelelő	40	megfelelő

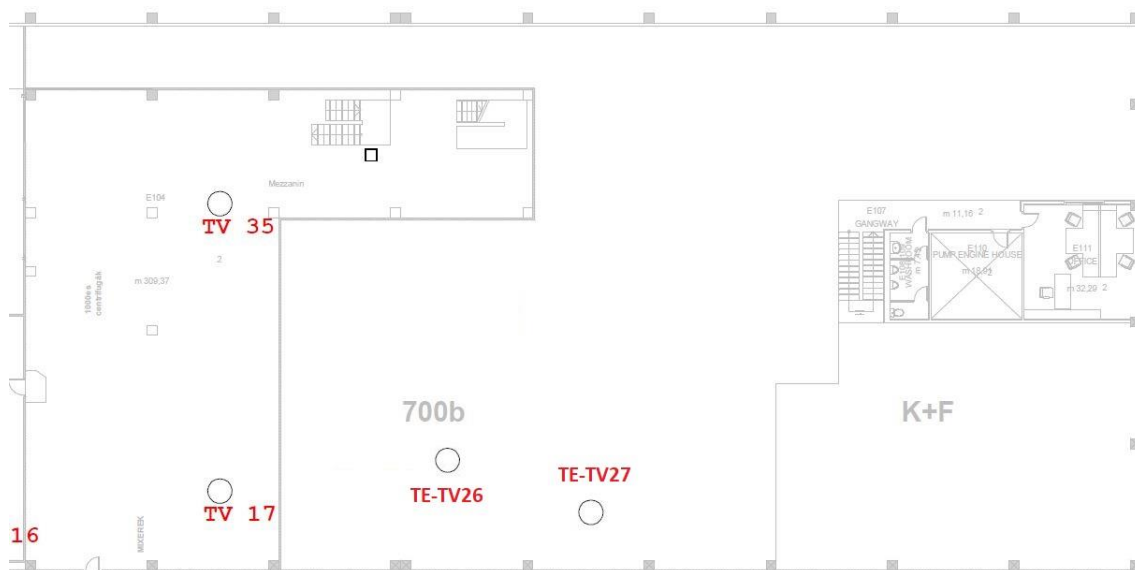
Az itt dolgozó kollégák könnyű fizikai munkát végeznek, ezért a 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet alapján az itt maximálisan megengedhető effektív, illetve korigált effektív hőmérséklet 31 °C

4 táblázat 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet 2. számú melléklet
 Forrás: [30]

A munka jellege	Hideg évszakban biztosítandó léghőmérséklet °C	Meleg évszakban biztosítandó		
		Léghőmérséklet °C	Effektív, illetve korigált effektív hőmérséklet °C	Maximálisan megengedhető effektív, illetve korigált effektív hőmérséklet °C
Szellemi munka	20-22	21-24	20	31
Könnyű fizikai munka	18-20	19-21	19	31
Közepesen nehéz fizikai munka	14-18	17-19	15	29
Nehéz fizikai munka	12-14	15-17	13	27

Bár a hőmérséklet még nem éri el a határértéket, az itt dolgozók számára plusz fizikai megterhelést jelent a magas hőmérséklet, illetve ilyen hőmérsékleten és relatív nedvességtartalom mellett az emberi szervezet hűteni próbálja magát, ami izzadást eredményez, ami további diszkomfort tényezőket eredményez.

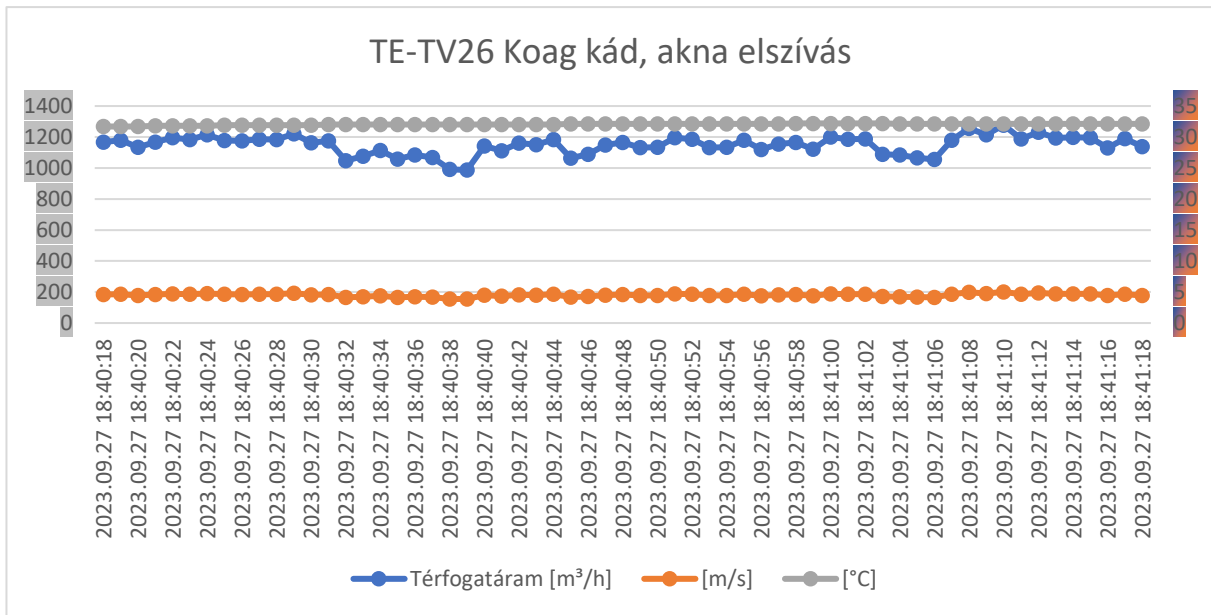
Két darab technológiai elszívó ventilátor található a területen, mind a kettő két különböző helyről szív el. Mindkettőnek az egyik ága a technológiai kádaktól szív el, a másik ága a pit aknákból.



10. ábra Technológiai elszívás

- TE-TV26
 - A motor típus FCA 80 B-4/HE, amely a hozzá tartozó ventilátor egységgel az alábbi paraméterekkel rendelkezik:
 - pv: 2000 m³/h
 - pf: 535 Pa
 - psf: 528 Pa
 - Pr: 0,62 kW
 - N: 1400 rpm
 - Nmax: 3000 rpm
 - Működési hőm. tart.: -20/120 °C
 - Optimális hőm.: 20 °C
 - m: 56 kg
 - Ezen elszívó ventilátor légcsatornáján több helyen végzett méréseim eredményei:

- A gerinc



11 ábra TE-TV26 Koag kád, akna elszívás

A mérést testo 405i műszerrel végeztem, 1 másodperces mintavételezési gyakorisággal.

Átlagos térfogatáram: 1149,2 m³/h

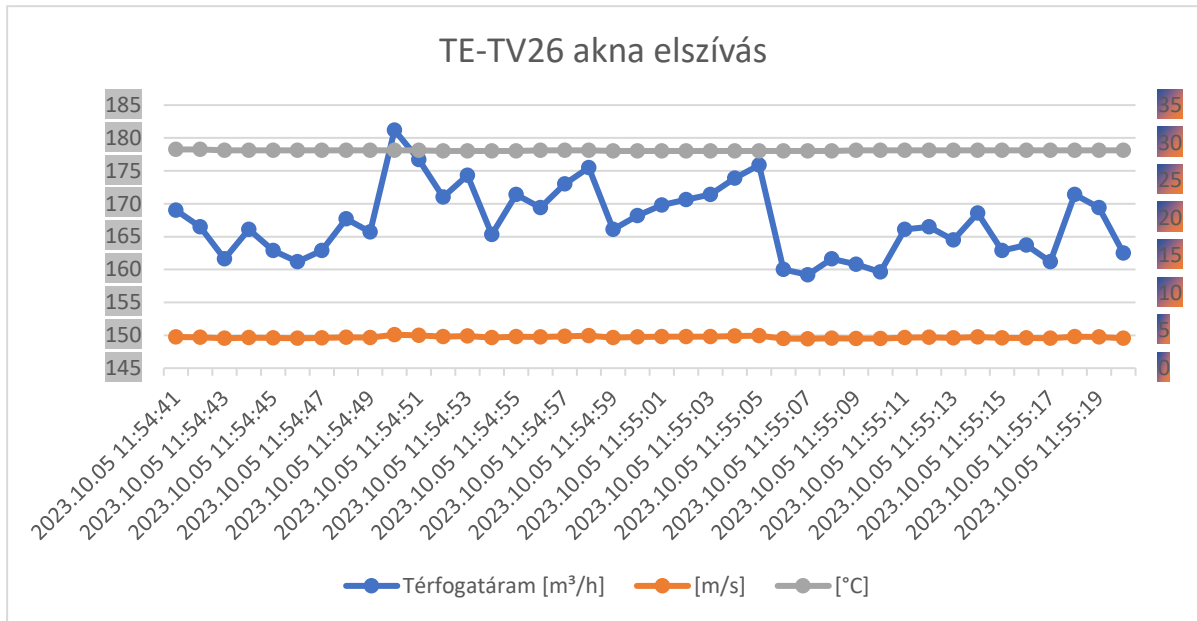
Átlagos légsebesség: 4,52 m/s

Átlagos hőmérséklet: 32 °C

Légcsatorna átmérő: 300 mm

Ezen légcsatorna méréseiből látszik, hogy ezen ventilátor térfogatárama, nem éri el a ventilátoron feltüntetett névleges térfogatáramot, illetve a mérésekből az is kiderül, hogy a hőmérséklet meghaladja a könnyű fizikai munka 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendeletben meghatározott maximálisan megengedhető effektív, illetve korrigált effektív hőmérsékletet magasabb a megengedettnél.

- Pit akna elszívás



12 ábra TE-TV26 akna elszívás

Átlagos térfogatáram: 167,4 m³/h

Átlagos légsebesség: 4,11 m/s

Átlagos hőmérséklet: 29 °C

Légcsatorna átmérő: 120 mm

A mérés lapján következtetni lehet, hogy az aknában, ahol relatíve a "hidegebbnek" kéne lennie, a minimum elszívott hőmérséklet 28,9 °C.

- Koag kád elszívását nem tudtam mérni, mert nem tudtam megközelíteni sem létrával, sem karos emelőgéppel, így ezen adatokat véleményem szerint a korábbi mérésekből következtethetőek.

Feltételezhető térfogatáram: ~980 m³/h

Feltételezhető légsebesség: 4,6 m/s

Feltételezhető hőmérséklet: ~33 °C

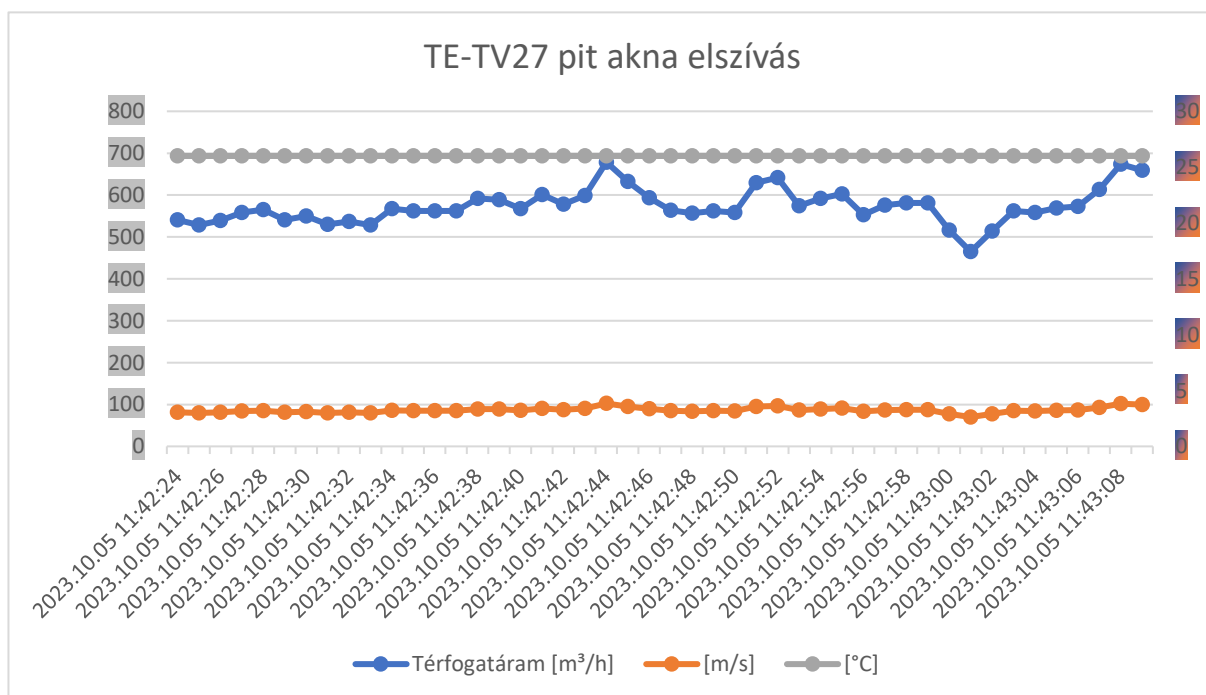
- TE-TV27

- A motor típus FCA 100 ÉA4/HE, amely a hozzá tartozó ventilátor egységgel az alábbi paraméterekkel rendelkezik:

- pv: 5800 m³/h
- pf: 567 Pa
- psf: 533 Pa
- Pr: 1,48 kW
- N: 1440 rpm
- Nmax: 2500 rpm
- Működési hőm. tart.: -20/120 °C
- Optimális hőm.: 20 °C
- m: 76 kg

- Ezen elszívó ventilátor légcsatornáján több helyen végzett méréseim eredményei:

- Pit akna elszívás



13 ábra TE-TV27 pit akna elszívás

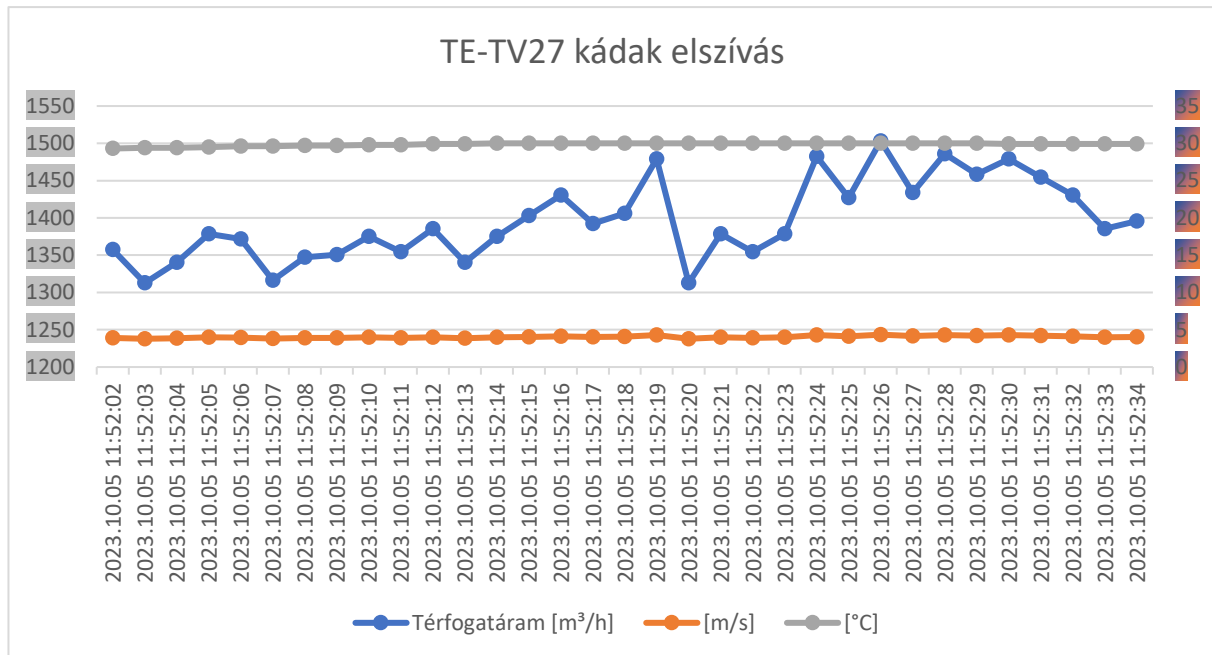
Átlagos térfogatáram: 573,4 m³/h

Átlagos légsebesség: 3,24 m/s

Átlagos hőmérséklet: 26 °C

Légcsatorna átmérő: 250 mm

- Kádak elszívása



14 ábra TE-TV27 kádak elszívása

Átlagos térfogatáram: 1396,3 m³/h

Átlagos légsebesség: 4,03 m/s

Átlagos hőmérséklet: 29,9 °C

Légcsatorna átmérő: 350 mm

- Gerinc elszívás

A gerincen nem tudtam mérni, mivel emelőgéppel nem közelíthető meg a terület, így ezt az almérések alapján lehet kikövetkeztetni

Feltételezhető térfogatáram: ~2000 m³/h

Feltételezhető légsebesség: 3,8 m/s

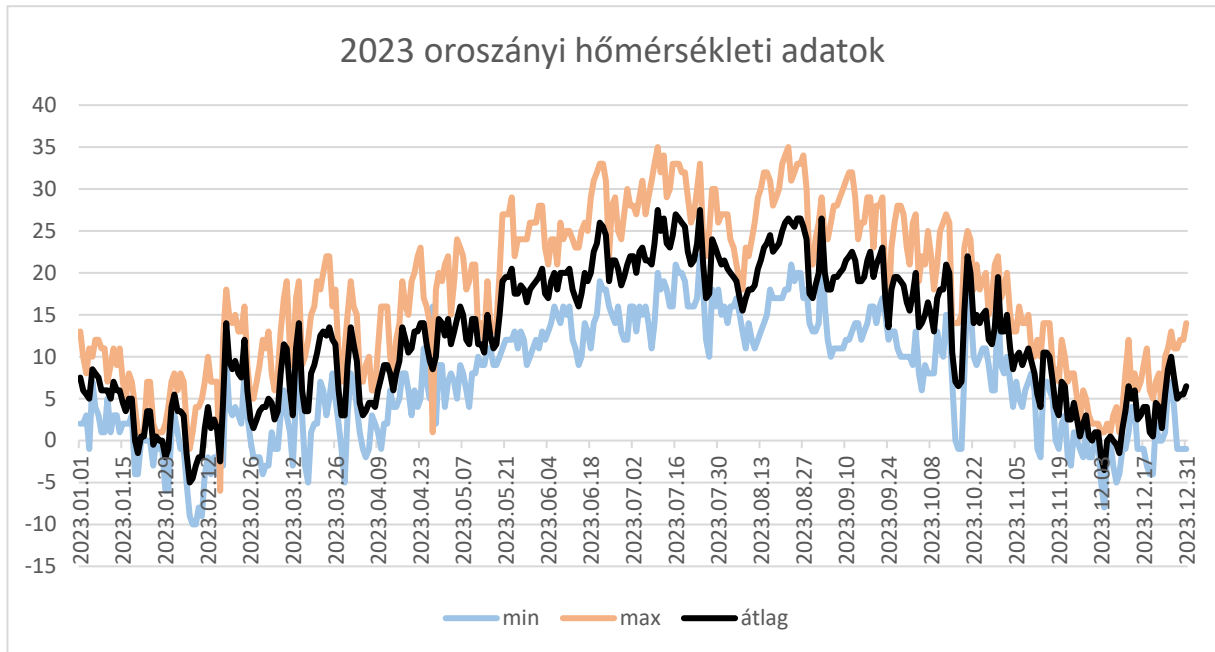
Feltételezhető hőmérséklet: ~28,5 °C

Ezen adatokból látszik, hogy a gerinc térfogatárama, ami 2000 m³/h nem éri el a ventilátor névleges értékét, ami 5800 m³/h, a motor és ventilátor karbantartását javaslom, szükség esetén cseréje.

3.3.3. Téli időszakban felhasznált hőenergia

2023 oroszlányi külső hőmérsékleti adatok és távhő adatok

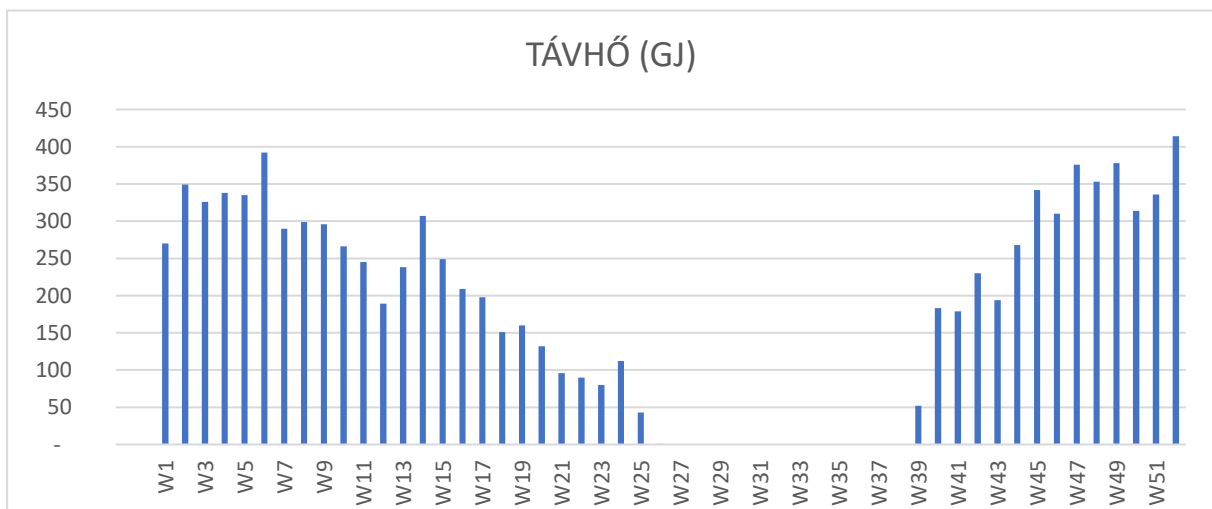
Annak érdekében, hogy egy teljes évet tudjak vizsgálni a 2023-as adatokkal fogok számolni. Az alábbi diagramon az oroszlányi napi hőmérsékletek tekinthetők meg.



15. ábra 2023 oroszlányi hőmérsékleti adatok

A távhő szolgáltatást a 25. héten állítottuk le és a 39. héten indítottuk vissza.

A gyár teljes távhő fogyasztása:



16. ábra ZeeWeed gyár 2023 távhő fogyasztása

A levegő hőenergia igényének kiszámolása

A gyártás szempontjából fontos a megfelelő hőmérséklet, bizonyos alapanyagok 21 °C alatt kristályosodnak, így a terület minimum hőmérsékleti értéke 23 °C.

A ZeeWeed700B terület hőigénye a téli időszakban az alábbi képlettel számolható ki, a terület térfogata 13 012,64 m³:

$$Q = m * c * \Delta T$$

Ahol:

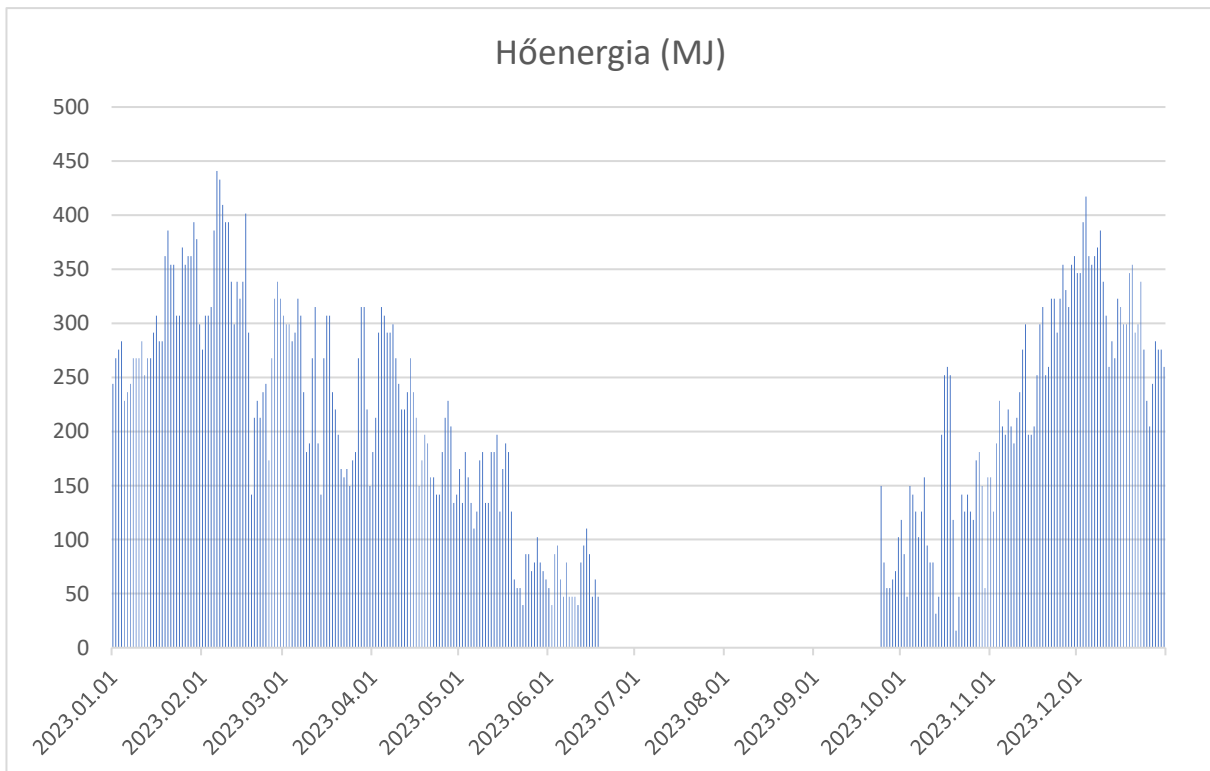
Q = hőenergia (J)

m = levegő tömege (1,204 kg/m³)

c = levegő fajlagos hőkapacitása (1005 J/kg K)

ΔT = hőmérséklet-változás (K)

Ha gépek által termelt hőt és emberi tevékenységből származtatott hőt nem számoljuk, illetve, a kapuk nyitásából származó hőveszteséget és az épület esetleges hőhídjait, akkor az alábbi diagramon mutatom be a területen felhasznált hőenergia mennyiségét.



17 ábra ZW700B területen felhasznált hőenergia 2023-ban

2023-ban összesen 58 896,25 MJ energiára volt szükség a terület felfűtésére.

Az alapján, hogy 1 m³ gáz tökéletes elégeése során ~34 MJ energiát termel, eszerint 1732,24 m³ gázra volt szükség 2023-ban ennek a területnek a fűtésére.

3.4.Szükséges friss levegő mennyiségének meghatározása

Az ember képes fenntartani a szervezet hőegyensúlyát mind fizikai, mind kémiai hőszabályozással. A diszkomfort mértéke annál nagyobb, minél nagyobb alkalmazkodás szükséges a hőszabályozó mechanizmus részéről a hőegyensúly fenntartásához, ez Fanger nevéhez fűződik. Zárt terekben, ahol diszkomfort állapotok vannak, a test hőszabályzó mechanizmusa megváltoztatja a bőr átlagos hőmérsékletet, szükség esetén megindítja az izzadást, annak érdekében, hogy a szervezet hőegyensúlya fennmaradjon.

5 táblázat Mechanikus fűtésű és hűtésű épületek tervezési kategóriák
Forrás: MSZ EN 15251 A.1

Kategória	A test egészének termikus állapota	
	Elégedetlenek várható százalékos aránya [%]	Várható hőérzeti érték
I	<6	- 0,2 < PMV < +0,2
II	<10	- 0,5 < PMV < +0,5
III	<15	- 0,7 < PMV < +0,7
IV	>15	PMV<- 0,7; vagy +0,7<PMV

A táblázatból a várható elégedetlenek arányára következtetek, jelen dolgozatomban a II kategóriát választom, mert az elégedetlenek aránya még elfogadható tartományba esik.

A szükséges frisslevegő mennyiségének meghatározása többféle szabvány szerint is lehetséges, szám szerint két szabvány:

- MSZ EN 15251
- MSZ CR 1752:2000

MSZ EN 15251 frisslevegő-igény meghatározására alapterület alapján:

$$q_{\text{tot}} = n \cdot q_P + A \cdot q_B \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right]$$

ahol:

q_{tot} – a helyiség szellőző levegő igénye [l/s]

n – az emberek tervezett létszáma a helyiségben

q_P – személyenkénti friss levegő igény[l/s·fő] (MSZ EN 15251 B.3 táblázat 35. o.)

A – a helyiség alapterülete [m²]

q_B – az épületben található szennyezőanyagok emissziójához tartozó friss levegő igény, nem alacsony szennyező épület esetében[l/s · m²](MSZ EN 15251 33. o.)

6 táblázat Légáram meghatározása épületszennyezéshez

Forrás: MSZ EN 15251

Kategória	Szellőző levegő 1 főre l/s/fő	Légáram meghatározása épületszennyezéshez (l/s/m ²)		
		Nagyon alacsony szennyező épület	Alacsony szennyező épület	Nem alacsony szennyező épület
I	10	0,5	1	2
II	7	0,35	0,7	1,4
III	4	0,2	0,4	0,8

A képletbe behelyettesítve:

$$q_{\text{tot}} = 15 \cdot 7 + 1230,51 \cdot 1,4 \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right]$$

$$q_{\text{tot}} = 1\,827,714 \left[\frac{\text{l}}{\text{s}} \right]$$

$$q_{\text{tot}} = 6\,579,7704 \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

3.5. Légcsatorna méretezése

Légcsatorna hálózat célja a levegő szállítása, elosztása, illetve elszívása. Hidraulikai méretezés elengedhetetlen, hiszen a légcsatorna keresztmetszetét, áramlási ellenállását határozzuk meg, annak függvényében, hogy az egyes csőszakaszokban mennyi a megengedett légsebesség.

Megengedett légsebességek komfort célú légtechnikai rendszerek esetén, akusztikai szempontok alapján:

- gerincvezetékben: 4÷6 m/s
- ágvezetékben: 2÷3 m/s

Megengedett légsebességek ipari légtechnikai rendszerek esetén, akusztikai szempontok alapján:

- gerincvezetékben: 8÷12 m/s
- ágvezetékben: 4÷6 m/s

Szükséges csőkeresztmetszet meghatározása

$$A_{szükséges} = \frac{\dot{V}}{v_{meg}} [m^2]$$

ahol:

$A_{szükséges}$ – szükséges csőkeresztmetszet [m^2]

\dot{V} – levegő térfogatárama [m^3/s]

v_{meg} – megengedett légsebesség [m/s]

3.5.1. Gerincvezeték mérete:

A képletbe behelyettesítve:

$$A_{g\ szükséges} = \frac{1,8278}{10} [m^2]$$

$$A_{g\ szükséges} = 0,18278 [m^2]$$

A szükséges kör keresztmetszetű légsatorna átmérője:

$$A = \pi r^2$$

$$r_g = 241,2 [mm]$$

Ezen terület ellátására, 10 m/s légsebesség mellett a gerincvezeték mérete 500 mm átmérőjű kör keresztmetszetű légsatorna szükséges.

3.5.2. 3 db ágvezeték méretezése

Kontinuitás törvénye alapján, ha a keresztmetszetek között a levegő mennyisége és sűrűsége változatlan:

$$A_1 * v_1 = A_2 * v_2 = \text{állandó}$$

Ezért:

$$0,18278 * 10 = 3 * (\dot{V}_a * 5)$$

$$\dot{V}_a = 0,1219 \left[\frac{m^3}{s} \right]$$

$$A_{a \text{ szükséges}} = \frac{0,1219}{5} [m^2]$$

$$A_{a \text{ szükséges}} = 0,02438 [m^2]$$

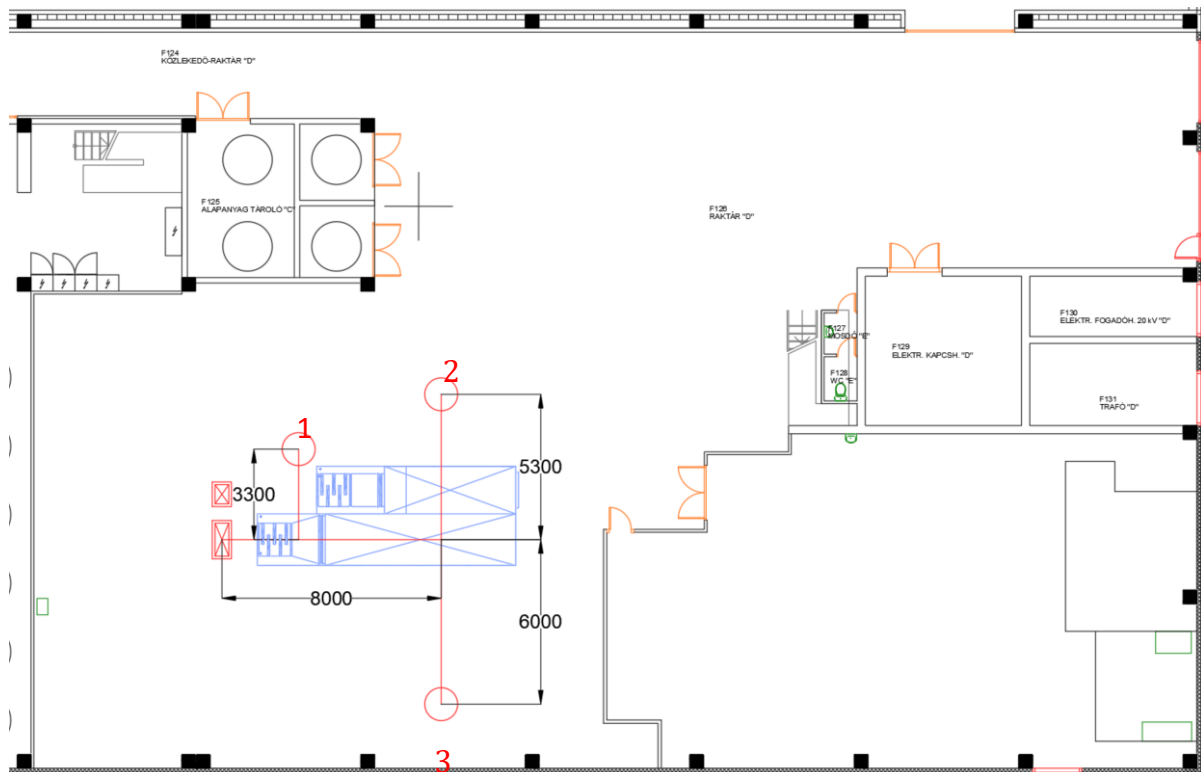
A szükséges kör keresztmetszetű légcsonna átmérője:

$$r_a = 88,01 [mm]$$

A 3 db ágvezeték mérete: 180 mm kör keresztmetszetű légcsonna, 5 m/s légsebesség mellett.

Ezen az egyterű terület egy részén folyik a ZW700B termék gyártása. Az itt dolgozók és az EHS kollégákkal közösen megállapításra kerültek friss levegő befúvási pontok.

A terület felett a tetőn található egy légkezelő, ami más területet lát el frisslevegővel, de az illetékes tervezővel és az EHS-el való egyeztetést követően ennek a légkezelőnek a frisslevegő légcsatorna gerincéből leágazás építhető ki.



18. ábra ZW700B Szükséges befűvési pontok

3.5.3. Légcsatorna súrlódási ellenállása

$$\Delta p_s = \lambda * \frac{l}{d_e} * \frac{\rho}{2} * v^2 [Pa]$$

ahol:

λ – csősúrlódási tényező

l – légcsatorna hossza [m]

d_e – egyenértékű csőátmérő [m] (négyzög légcsatorna: $d_e = 2 * (a * b) / (a + b)$)

ahol a és b a négyzög keresztmetszetű légcsatorna oldalai, kör légcsatorna $d = d_e$)

ρ – a levegő sűrűsége [kg/m^3]

v – a levegő sebessége [m/s]

- Reynolds-szám meghatározása

$$Re = \frac{vl}{\nu}$$

Re – Reynolds-szám

v – az áramlási sebesség [m/s]

l – egy jellemző hossz méret [m]

ν – a kinematikai viszkozitása [m²/s]

- Csősúrlódási tényező meghatározása

$$\lambda = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}}$$

A képletbe behelyettesítve a teljes gerincen:

$$Re_g = \frac{10 * 8}{1,56 * 10^{-5}} = 5\,128\,205$$

$$\lambda_g = \frac{0,3164}{\sqrt[4]{Re}} = 6,6488 * 10^{-3}$$

$$\Delta p_{sg} = \lambda * \frac{8}{0,5} * \frac{1,1843}{2} * 10^2 = \mathbf{6,3 [Pa]}$$

A képletbe behelyettesítve a gerincen az első leágazásig:

$$\Delta p_{sg2} = \mathbf{2,9 [Pa]}$$

A képletbe behelyettesítve az 1. ágon:

$$\Delta p_{sá1} = 2,7 [Pa]$$

A képletbe behelyettesítve az 2. ágon:

$$\Delta p_{sá2} = 3,8 [Pa]$$

A képletbe behelyettesítve az 3. ágon:

$$\Delta p_{sá3} = 6,2 [Pa]$$

A képletbe behelyettesítve a 3 db leszállóágon: (l=5000 mm)

$$\Delta p_{sá3} = 3,7 [Pa]$$

➤ Légcsatorna idomok alaki ellenállása:

$$\Delta p_a = \xi * \frac{\rho}{2} * v^2 [Pa]$$

ahol:

ξ – légcsatorna idom alaki ellenállás tényezője

ρ – a levegő sűrűsége [kg/m^3]

v – a levegő sebessége [m/s]

Az 1. számú leágazás idomok alaki ellenállása:

Leágazás ellenállása:

$$\Delta p_{a11} = 0,5 * \frac{1,1843}{2} * 10^2 = 2,96 [Pa]$$

Leszálló ágak könyök ellenállása:

$$\Delta p_{a12} = 0,14 * \frac{1,1843}{2} * 5^2 = \mathbf{0,42 [Pa]}$$

A gerincvezeték T elágazása

$$\Delta p_{aT} = 3 * \frac{1,1843}{2} * 10^2 = \mathbf{17,76 [Pa]}$$

7 táblázat Légszatórna súrlódási tényezőinek összegzése

Forrás: Saját munka

	1.számú leágazás [Pa]	2.számú leágazás [Pa]	3.számú leágazás [Pa]
Gerinc	2,9	6,3	6,3
Horizontális ágak	2,7	3,8	6,2
Leszálló ágak	3,7	3,7	3,7
Leágazási idom	2,96	17,76	17,76
Könyök	0,42	0,42	0,42
Összesen	12,68	31,98	34,38

Ez alapján feltételezhető, hogy a beszabályozásnál a mértékadó ág a 3-as számú lesz.

4. Eredmények, következtetések, javaslatok

4.1. Jelenlegi technológiai elszívások értékelése

8 táblázat Mérések összesítő

Forrás: Saját munka

	Személy mérés	TE-TV26		TE-TV27	
°C	28,5	32		~28,5	
		Pit	Kád	Pit	Kád
°C		29	~33	26	29,9

Ezen mérések alapján a területen található olyan rész, ami nem felel meg a határértékeknek, viszont elsődleges mutatónak a munkavállalón elhelyezett mobil mérőeszköz méréseit kell tekinteni, mert gépiesítve van a terület, így egyik munkafolyamatnál sem kell sok időt ott tölteni a kollégának.

A területen található vegyi anyag koncentráció a levegőben nem közelíti a határértéket, csökkentett működésű technológiai elszívó ventilátorokkal, bár ezen gépek karbantartását vagy cseréjét el kell végezni.

Friss levegő biztosítását a Zeeweed 700B területre a legegyszerűbben a tetőn fölötté elhelyezkedő légkezelővel lehetne biztosítani, amiből szükséges 7 000 m³/h frisslevegő ellátás kiépítése, illetve 4 000 m³/h elszívás, mivel a területen találhatóak technológiai elszívások, amelyek motor teljesítmények alapján összesen 3 000 m³/h. Ennek költsége közel 10 000 000 Ft-ba kerülne, ami tartalmazza az alapanyagokat, munkadíjat, vezérlést, épületfelügyeletre való illesztést és egyéb felmerülő költségeket.

A technológiai elszívások motorjait, illetve ventilátorait ajánlott karbantartani vagy cserélni, mert nem érik el a gyártó által meghatározott térfogatáramot, amik a vegyi gőzök koncentrációjának növekedéséhez vezethet, ezáltal a területen dolgozó kollégák szervezetében és a szerkezetekben károsodását okozhatnak.

A területre új légkezelő telepítésével is elérhető a szükséges frisslevegő ellátás, ami az alábbi paraméterekkel kell rendelkezzen: minimum 7 000 m³/h frisslevegővel működő fűtő-hűtő légkezelőt telepíteni, ami hőcserélővel rendelkezik, az elszívása 4000 m³/h szükséges. A területről elszívott vegyi gőzöket nem szabad visszatermelni a csarnokban, ezért a légkezelőben tilos kialakítani visszakeverési lehetőséget, viszont energetikailag fontos hővisszanyerő rendszert beépíteni a légkezelőbe, pl. forgódobos, keresztirányú hőcserélő stb. Energetikailag és környezetvédelmileg nem optimális, hogy a nagy hőtartalmú elszívott levegőt kibocsájtjuk a környezetbe. A határértékek tartása miatt szükséges ezen szempontok szerint eljárni. Ebben az esetben fontosabb az emberi egészség megőrzése, mint az energiahatékonyság.

A tetőszerkezet elérte a végterhelését, így ide nem telepíthető már gépészeti egység, azt más módon kell megoldani. A telephely zöld területeinek aránya is elérte az önkormányzat által előírt határértéket. A gép telepítését egy már beépített területre kellene telepíteni, ami a közelben nem áll rendelkezésre, mert mellett halad el a tűzoltósági vonulási útvonal. A légkezelő egységet egy távolabbi helyre lehet csak elhelyezni. Következtetésként egy új gép telepítése során csak jelentős veszteséggel lehetne ellátni ezt a területet megfelelő mennyiségű és minőségű friss levegővel, ami az üzemeltetési költségeket jelentősen megnövelné. Egy ilyen gép és telepítése nagyságrendileg 35 000 000 Ft-ba kerül. Ami jelentősen nagyobb költséget jelent, mint a meglévő légkezelőről való leágazás kiépítés.

4.2. Felhasznált hőenergia értékelése

Magyarországon egy átlagos családi ház éves gázfelhasználása 1200-2500 köbméter között mozog, így ezen a területen egy átlagos ház gázigénye kerül felhasználásra, ami 1732,24 m³ gáz.

A távfűtés hődíja 2023-ban átlagosan 35 000 Ft/GJ, ez alapján ezen terület fűtési költsége 2 061 368,75 Ft/év. A földgáz tőzsdei piaci ára befolyással van a távhő díjára is az egyes szerződési időszakokban.

Összefoglalás

A ZeeWeed700B gyártóegységnél jelenleg nincs friss levegőellátás, a hőmérsékelt szabályzás nincs megoldva. A téli időszakban Hovalokkal (távhővel, vagyis gázzal) van megoldva a terület fűtése. Technológia elszívások találhatóak a területen, ami miatt a terület degresszív légnyomású. A nyári időszakban a kollégák a kültérre vezető kaput szokták nyitva tartani, ami több szempontból sem optimális. A fő cél egészség megóvása, komfortosabb munkakörnyezet kialakítás, illetve az alapanyagok szempontjából fontos a megfelelő hőmérséklet és páratartalom tartása, ami jelenleg nem megoldott.

A szakirodalmi áttekintésben kifejtem:

- A belső levegő minőségével támasztott követelményeket és befolyásoló tényezőket
- Az éghajlat változás hatását a beltéri környezetre, illetve a városi hőszigeteket
- A beltéri szennyeződések, illékony szerves vegyületeket és hatásukat
- A területen található fontosabb veszélyes vegyi anyagokat, azok fizikai tulajdonságaikat, hatásukat és óvintézkedéseket
- Légtechnikai rendszerrel szembeni követelményeket
- Földgáz és a távhő mint energiahordozók

A saját munka fejezetet történeti elemzéssel és építőanyagi vizsgálattal kezdem. Ismertetem a vizsgálandó terület tulajdonságait, jelenlegi fűtőegységeket ismertetem. A felhasznált veszélyes vegyianyagok miatt találhatóak technológiai elszívások a területen, ezeken méréseket végeztem és elemzem őket, összevetem az ide vonatkozó szabványokkal és rendeletekkel. Kiszámolom a 2023-as napi átlag hőmérsékleti adatokkal a terület hőenergia igényét. Meghatározom a terület friss levegő mennyiségét és légcsatornát méretek hozzá.

Az eredmények kimutatják, hogy a Zeeweed 700B területen szükséges a beavatkozás, mivel jelentős mennyiségben található a területen veszélyes vegyi anyag, ami az emberi szervezetben jelentős károsodást okozhatnak, ezek a vegyi anyagok a hőmérséklet megnövekedésével a levegőben található koncentrációjuk is növekedhet. Továbbá, a vegyi

gőzös környezet az itt található gépekre, szerkezetekre is káros hatást gyakorol. Gyakoriak a rozsdamentes, savállóacél szerkezetek korróziója, a beton padló sérülése.

A személyi mérések megközelítik a szabványban előírt határértéket, a technológia elszívásokban mértek pedig meg is haladják az előírtakat.

Diplomamunkámban javaslatot teszek a fent említett problémák lehetséges megoldásaira.

Summary

The ZeeWeed700B unit currently has no fresh air supply, no temperature control. In winter, the area is heated by Hoval (district heating, i.e. gas). Technology exhausts are located in the area, which causes the area to have a degressive air pressure. During the summer, colleagues tend to keep the gate to the outside open, which is not optimal in many respects. The main objective is to maintain uniformity, create a more comfortable working environment and maintain the right temperature and humidity for the raw materials, which is currently not possible.

This is explained in the literature review:

- Requirements and factors influencing indoor air quality
- The impact of climate change on indoor environments and urban heat islands
- Indoor pollutants, volatile organic compounds and their effects
- Major hazardous chemicals in the area, their physical properties, effects and precautions
- Ventilation system requirements
- Natural gas and district heating as energy carriers

I begin the chapter on my own work with a historical analysis and an examination of the building materials. I describe the characteristics of the area under study and describe current heating units. Due to the hazardous chemicals used, there are technological removals in the area, I measure and analyse them and compare them with the relevant standards and regulations. I will calculate the thermal energy demand of the area using average daily temperatures in 2023. I determine the fresh air volume of the area and add duct dimensions.

The results show that the Zeeweed 700B area needs intervention because there are significant amounts of hazardous chemicals in the area that can cause significant harm to humans, these chemicals can increase in concentration in the air as the temperature increases. In addition, the chemical vapour environment also has a detrimental effect on the machinery

and structures located in the area. Corrosion of stainless, acid-resistant steel structures and damage to concrete floors are common.

Personnel measurements are close to the limits required by the standard, and those measured in technology extraction exceed the required limits.

In my thesis I propose possible solutions to the above mentioned problems.

NYILATKOZAT

Mátyás Edith Nikolett (név) (hallgató Neptun azonosítója: JCERQO) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakdolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védésre javaslom / nem javaslom¹.

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

Kelt: 2024 év 04 hó 19 nap


belső konzulens

¹ A megfelelő aláhúzendó.

² A megfelelő aláhúzendó.

NYILATKOZAT

diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Mátyás Edith Nikolett
A Hallgató Neptun kódja: JCERQO
A dolgozat címe: ZW700B légteljesítés felülvizsgálat
A megjelenés éve: 2024
A konzulens intézetének neve: Műszaki intézet
A konzulens tanszékének a neve: Épületgépészeti és Energetikai intézet

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

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

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

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

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumába. 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 MATER Hallgatói Dolgozatok repozitóriumában.

Kelt: 2024 év 04 hó 19 nap


Hallgató aláírása

Irodalomjegyzék

- [1] Faye C. McQuiston, Jerald D. Parker, Jeffrey D. Spitler. Heating, Ventilating, and Air Conditioning. Wiley, 2019
- [2] Dr. Magyar Tamás, Vigh Gellért. Légtechnikai tervezési segédlet
- [3] Dr. Magyar Zoltán. Belső levegő minőség alapfogalmak. BME Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék
- [4] Stéphane Quefelic (EEA): Cooling buildings sustainably in Europe: exploring the links between climate change mitigation and adaptation, and their social impacts; 2022
- [5] WHO International Agency for Research of Cancer: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 88, Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol
- [6] U.S. EPA/Office of Radiation and Indoor; Air Indoor Environments Division; 1200 Pennsylvania Avenue, NW; <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/indoor-air-quality-and-climate-change>
- [7] Hibbard, K.A., F.M. Hoffman, D. Huntzinger, and T.O. West. 2017. Changes in land cover and terrestrial biogeochemistry. In Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I [Wuebbles, D.J., D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart, and T.K. Maycock (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC.
- [8] Mag. Elisabeth Dal-Bianco, MSc, Senior Manager Sustainability & Internal Communication, and Agnes Kaspar, MSc, Corporate Affairs; <https://denkstatt.eu/news-publications/fogalomtar/diffuz-voc-kibocsatas/?lang=hu>
- [9] Csanálosi Tamás, Fölföldi Zsolt, Szokodi Gábor; Kiadó: MAGYAR ENERGETIKAI ÉS KÖZMŰSZABÁLYOZÁSI HIVATAL; A Magyar Földgázrendszer
- [10] David W. Wade, PE, President, RDA Engineering Services Inc.
- [11] EUROVENT 2/2. A szivárgó levegő mennyisége fémlemez légelosztó rendszerekben. EUROVENT / CECOMAF

- [12] White, C. M. (2007). Volatile organic compounds: Health hazards and regulations (3rd ed.). Washington, DC: American Chemical Society.
- [13] Luft, R. W. (2000). A levegőben lévő illékony szerves vegyületek kézikönyve (2. kiadás). Washington, DC: Amerikai Vegyészeti Társaság.
- [14] F.R. Carrié - J. Andersson - P. Wouters: Szellőzőcsatorna-hálózatok tömítettebb levegő-elosztó rendszerek. Kézikönyv. Energy Conservation in Buildings Community Systems Programme
- [15] Dr. Magyar Tamás: Légtechnikai tervezés akusztikai problémái. Budapest, Szakmai konferencia
- [16] HVCA. DW/144. Fémlemezről készült csatorna-hálózatok specifikációi. Heating and Ventilating Contractor's Association. London, UK. Copyright
- [17] Dr. Bánhidi László – dr. Kajtár László: Komfortelmélet
- [18] Dr. Magyar Tamás: Épületgépészet a gyakorlatban. Légtechnika. Budapest, Verlag Dashöfer
- [19] <https://www.veolia.hu/hu/veolia-water-solutions-technologies-vws>
- [20] <https://www.eurolab.com.tr/hu/testler/ortam-analizleri/voc-icerik-ve-emisyon-testleri>
- [21] https://ashrae.iwrapper.com/ASHRAE_PREVIEW_ONLY_STANDARDS/STD_170_2021
- [22] http://www.foldgaz.hu/A_foldgaz/Mi_a_foldgaz.aspx
- [23] <http://energiapedia.hu/foldgaz-felhasznalasa-es-lelohelyei-magyarorszagon>.
- [24] <https://www.accuweather.com/hu/hu/oroszl%C3%A1ny/188901/december-weather/188901?year=2023>
- [25] Veolia Water Hungary Kft.
- [26] BASF SE 30036605/SDS_GEN_HU/HU biztonsági adatlap
- [27] Brenntag 700000000087 biztonsági adatlap.

[28] Brenntag R52736 biztonsági adatlap

[29] Hoval DHV/DKV

[30] 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet

[31] 5/2020. (II. 6.) ITM rendelet.

[32] MSZ EN 15251.