

**Doktori (PhD) értekezés tézisei**

**Munkakörnyezeti kémiai expozíciók az áruszállítás és  
raktározás zárt tereiben**

Lovas Szabolcs

Témavezető: Dr. Ádám Balázs, PhD



**DEBRECENI EGYETEM**

**Egészségtudományok Doktori Iskola**

**Debrecen, 2023**

# **Munkakörnyezeti kémiai expozíciók az áruszállítás és raktározás zárt tereiben**

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében  
az Egészségtudományok tudományágban

Írta: Lovas Szabolcs, okleveles népegészségügyi szakember

Készült a Debreceni Egyetem Egészségtudományok Doktori Iskolája  
(Megelőző Orvostan és Népegészségtan Doktori Program) keretében

Témavezető: Dr. Ádám Balázs, PhD

Az értekezés bírálói:

Dr. Kolozsvári László Róbert, PhD

Dr. Tibold Antal, PhD

A bírálóbizottság:

Elnök: Prof. Dr. Paragh György, az MTA doktora

Tagok: Prof. Dr. Nagymajtényi László, az MTA doktora

Prof. Dr. Cseh Károly, az MTA doktora

Dr. Tibold Antal, PhD

Dr. Kolozsvári László Róbert, PhD

Az értekezés védésének időpontja: 2023.03.01. 12 óra

Debreceni Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Szülészeti és  
Nőgyógyászati Intézet tanterme

## 1. BEVEZETÉS

A globális kereskedelem nélkülözhetetlen a gazdaság számára, azonban a szabályozás, a logisztika, az adminisztráció, valamint a rendkívül gyorsan fejlődő technológia komplexitásából eredően megannyi területen rejt magában kockázatot. A kontinenseken átívelő szállítmányozás legelőnyösebb módja az áruk zárt szállítóeszközökben (pl. áruszállító konténerekben) történő szállítása, melyek a célországot elérve logisztikai központokban kerülnek kezelésre és tárolásra a belföldi elosztás előtt. A nemzetközi áruszállítás során a termékek és csomagolóanyagaik sokszor heteket, hónapokat is eltölthetnek zárt áruszállító eszközökben, mielőtt eljutnak a kijelölt helyükre. Ez idő alatt azonban e zárt terekben az azok kezelésére használt kémiai anyagok és különféle illékony szerves vegyületek halmozódhatnak fel, melyekkel az áruszállító eszközöket felnyitó és ott munkát végző dolgozók közvetlen kapcsolatba kerülhetnek.

A szállítóeszközök kémiai kezelésére sokáig metil-bromidot használtak, amit azonban az ózonréteget károsító hatásának következtében fokozatosan betiltottak. Napjainkban a zárt szállítóeszközök kezelésére leggyakrabban használt fumigánsok a magnézium-foszfid, a klórpikrin, a hidrogén-cianid, a szulfuril-fluorid, az acetaldehid, valamint a formaldehid.

Munkaegészségügyi szempontból további problémát jelenthet, hogy az áruk és csomagolóanyagaik illékony szerves vegyületeket bocsáthatnak ki magukból, melyek a zárt terek elégtelen légcseréje következtében felhalmozódhatnak, jelentős kémiai expozíciónak kitéve ezáltal az itt munkát végző dolgozókat. Az áruszállítás és raktározás beltéreiben bizonyítottan megjelenő illékony szerves vegyületek a formaldehid, a benzol, a toluol, a xilol, a sztírol, a vinil-klorid, az etilén-oxid, az aceton, a metanol, az ammónia, valamint a metilén-klorid.

Az ilyen foglalkozási kémiai expozícióra vonatkozó ismeretek hiánya, az exportálók fumigálási gyakorlatának nem kellő ismerete, az alkalmazott munkaegészségügyi intézkedések vélhető elégtelensége, az ennek következtében nem megfelelően lefolytatott kémiai kockázatbecslés mindenütt, így Magyarországon is kihívások elé állítja a munkaegészségügyet. Az áruszállítás és raktározás zárt légtéreiben megjelenő kémiai expozíciók tudományos vizsgálata elengedhetetlen az ágazatban dolgozó munkavállalók megfelelő munkahelyi egészségének biztosításához.

## **2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS**

### **2.1. Kémiai szennyezők az áruszállítás zárt tereiben**

Az áruk szállítása során olyan zárt szállítóeszközök kerülnek alkalmazásra, amelyek a szállított alapanyagok és késztermékek számára biztonságos körülményeket, a környezeti tényezők káros hatásaitól pedig védelmet biztosítanak. A kontinensek között az áruszállítás áruszállító repülőgépek, valamint teherhajók segítségével kerül kivitelezésre. A leginkább költséghatékony módja a kontinensek közötti fuvarozásnak a vízi úton történő áruszállítás, melynek során az áruk egy jelentős része konténerekben jut el a világ egyik pontjáról a másikra. Munkaegészségügyi szempontból a szállítás zárt terei számos kémiai kockázati tényezőt rejthetnek. A bennük felhalmozódott kémiai szennyezőanyagok exponálhatják a konténerek és más zárt szállítóeszközök kezelését végző munkavállalókat, jelentős egészségi kockázatnak téve így ki őket. A zárt áruszállító eszközökben megjelenő különféle kémiai szennyezők elsősorban a konténerek kémiai kezelésére alkalmazott biocid anyagok, az árukból és csomagolóanyagokból felszabaduló illékony szerves vegyületek, valamint az áruszállító járművek által elégetett üzemanyagok kipufogógázai.

Annak érdekében, hogy a konténerekben elhelyezett árukat a tengeren történő szállítás során megóvják a különféle kártevőktől, fumigánsokat alkalmaznak azok kémiai kezelésére. Ezáltal az interkontinentális áruszállítás során megakadályozzák az olyan invazív fajok behurcolását is, amelyek megjelenése egy másik kontinensen jelentős környezeti és gazdasági károkat okozhat. A nemzetközi szállítmányozás során a konténereket és a csomagolóanyagokat a 2009-es Nemzetközi Növényvédelmi Egyezmény (International Plant Protection Convention, IPPC) értelmében kezelik hővel vagy fumigáns anyagokkal, megelőzve azok gombásodását, valamint az idegen fajok behurcolását a célországokba. Ennek következtében mind a kémiai kezelést, mind pedig az áruk be- és kirakodását végző dolgozók jelentős foglalkozási kémiai expozícióknak lehetnek kitéve, amikor ezekkel az anyagokkal közvetlen kapcsolatba kerülnek a zárt terekben történő munkavégzés során. Ilyen, a zárt szállítóeszközök kémiai kezelésére használt fumigánsok a metil-bromid, a klórpikrin, a szulfuril-fluorid, a magnézium-foszfid, a formaldehid, a hidrogén-cianid, valamint az acetaldehid. Mérgező kémiai anyagokról lévén szó, felhasználásuk engedélyhez kötött, valamint alkalmazásukra specifikus munkaegészségügyi intézkedések vonatkoznak.

Kémiai expozíciót kelthetnek a szállított áruk és azok csomagolóanyagai által kibocsátott illékony szerves vegyületek is, melyek az elégtelen légcseré következtében felhalmozódhatnak a zárt szállítóeszközök beltéreiben. Az áruszállítás zárt tereiben bizonyítottan megjelenő illékony szerves vegyületek a formaldehid, a benzol, a toluol, a xilol, a sztirol, a vinil-klorid, az etilén-oxid, az aceton, a metanol, az ammónia, valamint a metilén-klorid.

## **2.2. Kémiai szennyezők a raktározás zárt tereiben**

A logisztikai folyamatok következő állomása a raktározási tevékenység, melynek során az áruk a belföldi áruszállítást megelőzően biztonságos körülmények között kerülnek tárolásra a logisztikai vállalatok áruraktáraiban. A különféle raktárépületek olyan zárt tereket alkotnak, melyek ideális körülményeket teremthetnek a kémiai szennyezőanyagok felhalmozódásához az elégtelen szellőzés következtében. A különféle raktárépületek mind felépítésükben, mind méreteikben eltérőek lehetnek, és ezek a tényezők meghatározzák, hogy az adott raktárépület hogyan szellőzik, biztosított-e a kellő mennyiségű és minőségű légcseré, vagy pedig a szennyezőanyagok munkalégtérből történő eltávolításához mesterséges ventilációra van szükség.

A raktárakban történő árukezelés során az ott dolgozó munkavállalók közvetlen kapcsolatba kerülnek a zárt szállítóeszközökkel, felnyitják és kirakodják azokat, valamint az áruk raktárakba történő betárolását is végzik. Ezeknek a munkafolyamatoknak a során a munkavállalók a zárt szállítóeszközökben és az áruraktárakban felhalmozódott kémiai szennyezőanyagokkal exponálódhatnak, ezáltal a munkavégzéssel összefüggésbe hozható egészségkárosodást szenvedhetnek. A raktározásra kerülő áruk továbbra is illékony szerves vegyületeket bocsáthatnak ki magukból a tárolásuk során, aminek következtében a szennyezők egyes esetekben jelentősen meghaladhatják az érvényben lévő munkaegészségügyi határértékeket akár anélkül, hogy ez kiderülne.

A kémiai szennyezők áruraktárakban való megjelenésének szakirodalma meglehetősen hiányos. A témában készült kutatások elsősorban a veszélyes áruk raktározása során megjelenő kémiai expozíciókat vizsgálják, nem számolva a nem veszélyes áruk raktározása során fellépő expozíciókkal.

A raktárakban kémiai szennyezőként megjelenő illékony szerves vegyületek leggyakrabban a benzol, a toluol, a sztirol, a xilol, a vinil-klorid, az aceton, a formaldehid, az etanol, a metanol és egyéb, az áruk kémiai összetételétől függő illékony szerves vegyület. Jelentősen alacsonyabb

koncentrációkban ugyan, de visszamaradhatnak az áruszállítás után bizonyos biocid anyagok is.

További problémát jelenthet a raktározás során a dízel kipufogógázok által keltett foglalkozási expozíció, tekintettel arra, hogy az áruraktárakba érkező áruszállító kamionok, valamint a dízel targoncák által kibocsátott kipufogógázok egy része bejuthat és hosszú ideig jelen lehet a raktárak levegőjében.

### **2.3. Az áruszállítás és raktározás zárt tereiben megjelenő kémiai szennyezőanyagok lehetséges egészség hatásai**

Az áruszállítás és raktározás zárt tereiben potenciálisan megjelenő illékony szerves vegyületeknek, fumigánsoknak, továbbá a dízel kipufogógázok egyes összetevőinek, mint kémiai szennyezőknek való kitettség számos egészségkockázatot rejt magában.

Az egyik leggyakrabban használt fumigáns a metil-bromid, mely erősen toxikus, neurológiai rendellenességeket, valamint tüdőkárosodást okozhat, továbbá genotoxikus és citotoxikus hatással bír. Az expozíció során tapasztalt leggyakoribb tünetek a száraz köhögés, szédülés, fejfájás, kézremegés, hányás, görcsök, valamint egyéb nem-specifikus neurológiai tünetek. Hosszú távú expozíció során a metil-bromidnak való kitettség kutatások alapján összefüggést mutat az asztma, valamint a prosztatadaganat kialakulásának fokozott rizikójával is.

Szintén gyakran használatos fumigáns a foszfin, mely hányingert, hányást, nehézlégzést, mellkasi szorító érzést, hasi görcsöket, alacsony vérnyomást és egyéb szív-érrendszeri tüneteket okoz röviddel az expozíciót követően. A foszfin gáz okozta mérgezésnek nincs specifikus ellenszere, sem kezelése, így amennyiben jelentős mennyiségű gáz kerül belégzésre, többszervi elégtelenség következtében órákon belül halált is okozhat. Hosszú távú kitettség következtében az orrüreg és a torok gyulladása, a központi idegrendszer, valamint a máj károsodása figyelhető meg.

A klórpikrin leggyakrabban belégzéssel kerül az emberi szervezetbe és toxikusságát elsősorban a légzőszervrendszeren fejt ki. Alacsony szintű expozíció mellett fejfájás, légszomj, szédülés, hányinger, hányás, akut bronchitisz, tüdőödéma, valamint a szemek és a felső légutak irritációja jelentkezik. Citotoxikus hatását elsősorban a légzőszervrendszerben és a szem ideghártyáján fejt ki. Nagyobb mennyiségben belélegezve szintén életveszélyes állapotot idézhet elő, mivel kezelése csupán tüneti.

Kevésbé ismert, azonban a napi gyakorlatban szintén használatos fumigánsok a szulfuril-fluorid, a hidrogén-cianid, a formaldehid, valamint a metil-izocianát, melyek az emberi egészségre nézve szintén számos egészségkárosító hatással bírnak. A leggyakrabban tapasztalt egészséghatások az ezekkel a fumigánsokkal dolgozó munkavállalók körében a légutak és szemek irritációja, fejfájás, hányinger és hányás, száraz köhögés, szédülés és általános gyengeség, izomrángások, valamint súlyosabb esetben tüdőödéma, és következményes hipoxia. Hosszú távú expozíció során bizonyos daganatos megbetegedések (gyomor, prosztata, nazofaringeális) fokozott rizikóját figyelték meg a metil-bromid és formaldehid által exponált logisztikai munkavállalók körében.

Az áruk szállításuk és tárolásuk során számos illékony szerves vegyületet bocsáthatnak ki magukból, melyek jelentős mértékben hozzájárulhatnak a munkakörnyezet levegőjének szennyezettségéhez. Az illékony szerves vegyületekkel összefüggésbe hozható leggyakoribb tünetek a szemek, az orr, valamint a légutak irritációja, száraz köhögés, fejfájás, hányinger, allergiás bőrreakciók, nehézlégzés, fáradtságérzet, szédülés, látászavar, memóriaproblémák, a karok és a lábak gyengesége, kézremegés és koordinációs zavarok. Ezek az aspecifikus tünetek általában már alacsony expozíciós szintek mellett is jelentkeznek és a kitettség megszűnése után elmúlnak. Fokozott és hosszú távú expozíció mellett a tünetek súlyosbodhatnak és állandósulhatnak, valamint kialakulhat asztma, krónikus obstruktív tüdőbetegség (COPD), máj, vese, valamint központi idegrendszeri károsodás, továbbá egyes illékony szerves vegyületek bizonyítottan humán rákkeltő hatással is bírnak (formaldehiddel összefüggésben nazofaringeális, benzol és etilén-oxid esetében vérképzőrendszeri daganatok).

A dízel kipufogógázok egyes összetevői által okozott egészséghatások viszonylag régóta ismeretesek. Az akut hatások között leggyakoribbak a légutak és szemek irritációja, fejfájás, fáradtságérzet, hányinger, hányás, valamint légzési nehézségek. Krónikus hatásai között gyakran előfordul a köhögés, a tüdőfunkció károsodása, idővel kialakulhat asztma, COPD, és egyéb légzőszervi megbetegedés. A dízel kipufogógáz bizonyítottan humán daganatkeltő hatással bír (IARC 1).

## 2.4. Célkitűzések

Kutatási célkitűzésünk az áruszállítás és raktározás zárt tereinek levegőjében potenciálisan megjelenő és ott felhalmozódó kémiai szennyezőanyagok keltette foglalkozási kémiai expozícióknak, egészségkárosító hatásaiknak és munkahelyi prevenciójának komplex értékelése volt.

A kutatási hipotézisünk értelmében a zárt szállítóeszközök felnyitását és az áruk ellenőrzését, kirakodását, valamint raktárakba történő betárolását végző munkavállalók exponálódnak az áruszállító eszközök és a raktárak levegőjében akkumulálódott kémiai szennyezőkkel, melyek akut és krónikus egészséghatások előidézésére képesek. A gyakorlatban alkalmazott preventív munkaegészségügyi intézkedések a nem veszélyes áruk szállítmányozása és raktározása során feltételezhetően nem kellően hatékonyak a dolgozók egészségének megfelelő szintű védelmére, a terület jogi szabályozása elégtelen, valamint a munkafolyamatok során jelen lévő kémiai expozíciók a kellő ismeretek hiányában sokszor rejtve maradnak mind a munkáltatók, mind pedig a munkavállalók előtt.

Annak érdekében, hogy a vizsgált problémával kapcsolatban átfogó képet kapjunk, a kutatás során az alábbi célokat tűztük ki magunk elé:

- a) Magyarországon a zárt szállítóeszközökben és logisztikai elosztó központok raktáraiban alkalmazott árukezelési szabályozás és gyakorlat áttekintése a vonatkozó nemzetközi és hazai munkaegészségügyi jogszabályok tartalmi elemzésén keresztül;
- b) a témában tapasztalatokkal rendelkező munkaegészségügyi, valamint az árukezelésért és raktározásért felelős szakemberek ismereteinek és attitűdjének felmérése a fent említett probléma vonatkozásában félig-strukturált interjúk révén; továbbá
- c) potenciálisan exponált dolgozók körében kérdőíves felmérés végzése az expozícióval kapcsolatos ismeretekről, a tapasztalt egészséghatásokról és a napi munkavégzésük során alkalmazott preventív munkaegészségügyi intézkedésekről.

### 3. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

#### 3.1. Az áruszállítás és raktározás zárt tereiben megjelenő kémiai szennyezők elleni védekezést szolgáló hazai és nemzetközi jogszabályok szisztematikus áttekintése és tartalmi elemzése

##### 3.1.1. Szisztematikus jogszabályi keresés web-alapú jogszabályi adatbázisokban

A zárt szállítóeszközökben és raktárak zárt tereiben végzett árukezelésére vonatkozó Európai Unió és hazai munkaegészségügyi jogi szabályozás web-alapú szisztematikus áttekintését végeztük, jogszabályi adatbázisokban történő kulcsszavas kereséssel. A felhasznált adatbázisok az Európai Unió jogszabályi adatbázisa (EUR-Lex), valamint a Nemzeti Jogszabálytár voltak. A kulcsszavakkal történő keresési stratégia az alábbiak szerint épült fel:

- (“Occupational Health and Safety”) AND (“Chemical Safety” OR “Transportation” OR “Container” OR “Phytosanitary”), valamint
- (“Munkaegészségügy”) ÉS (“Kémiai biztonság” VAGY “Áruszállítás” VAGY “Konténer” VAGY “Növényegészségügy”).

A nemzetközi jogszabályok és ajánlások a témában releváns szakirodalmi áttekintéssel, valamint a Nemzetközi Munkaügyi Szervezet, a Nemzetközi Tengerészeti Szervezet, valamint a Nemzetközi Növényvédelmi Egyezmény weboldalainak áttekintésével kerültek azonosításra.

##### 3.1.2. A szisztematikus keresés során azonosított jogi dokumentumok beválasztása

A releváns jogi dokumentumok azonosítása és tartalmi elemzése céljából a jogszabályi áttekintés során beválasztási kritériumként került meghatározásra, hogy a szisztematikus keresés során azonosított jogszabályok címének és/vagy absztraktjának/preambulumának foglalkoznia kellett a munkaegészségügy valamely területével. Az első körös szűrés beválasztási kritériumának megfelelt jogi dokumentumoknak a teljes dokumentum áttekintése során egy újabb beválasztási kritériumnak kellett eleget tennie, melynek értelmében munkakörnyezeti kémiai expozícióval és/vagy annak kezelésével, megelőzésével kellett foglalkoznia.

##### 3.1.3. A beválasztásra került jogi dokumentumok tartalmi elemzése

A szisztematikus keresés során azonosított és a beválasztási kritériumoknak megfelelt jogi dokumentumok közötti hierarchikus kapcsolatokat térképeztük fel először. Majd a beválasztott jogi dokumentumok tartalmának elemzésére került sor nyolc előre definiált, igen/nem válasszal értékelhető kérdés alapján. A kérdések az alábbiak voltak:

Foglalkozik-e a beválasztásra került jogi dokumentum

- a) munkahelyi biztonsággal,
- b) kémiai biztonsággal,
- c) áruszállítással,
- d) növényegészségügyi intézkedésekkel,
- e) kémiai anyagokkal a munkakörnyezetben,
- f) foglalkozási kémiai expozíciókkal a munkakörnyezetben,
- g) foglalkozási kémiai expozíciók megelőzésével a munkakörnyezetben, valamint
- h) foglalkozási kémiai expozíciók kezelésével és megelőzésével az áruszállítás és raktározás zárt tereiben?

Amennyiben egy dokumentum mind a nyolc kérdésre igen választ kapott, úgy részletes tartalmi elemzésen esett át, azonosítandó a dokumentum azon intézkedéseit, amelyek közvetlenül az áruszállítás és raktározás zárt tereiben megjelenő kémiai szennyezőkkel voltak hivatottak foglalkozni.

Ezt követően az elemzett dokumentumok releváns paragrafusaiból tartalmi kivonat készült az NVivo® 11 szoftver segítségével, összefoglalva azokat a jogszabályi szinten definiált preventív munkaegészségügyi intézkedéseket, amelyek a munkavállalók biztonságát és egészségét hivatottak szolgálni az áruszállítás és raktározás zárt tereiben található kémiai szennyezőkkel szemben.

### **3.2. A kémiai szennyezőkkel kapcsolatos ismeretek és attitűd felmérése munkaegészségügyi, valamint árukezelésért és raktározásért felelős szakemberek körében**

#### *3.2.1. A vizsgálat során alkalmazott félig-strukturált interjú sablon*

A Magyarországon árukezelés közben elszenvedett kémiai expozíciók és a megelőzésükre hivatott munkaegészségügyi gyakorlat vizsgálata félig-strukturált személyes interjúk felvételével történt a témában járatos munkaegészségügyi, valamint az árukezelésért és raktározásért felelős szakemberek ismereteinek felmérésével. Az interjúk során használt sablon kérdéseket foglalt magában a szállítóeszközökben és raktárakban végzett árukezelés módjáról, a lehetséges kockázati tényezőkkel kapcsolatos ismeretekről és észlelt kockázatokról, valamint a kémiai expozíció vélt gyakoriságáról. A dolgozók által észlelt kockázatok, a körükben tapasztalt tünetek és esetlegesen diagnosztizált akut és krónikus megbetegedések, valamint az alkalmazott preventív munkaegészségügyi intézkedések azonosítása szintén részét képezte a

felmérésnek. A válaszadók az interjúk során feltett kérdésekre szöveges választ, továbbá egyes kérdéseknél ötfokozatú Likert-skálán végzett értékelést adtak.

Az interjú sablon adaptálásra került az áruszállítás és raktározás hazai viszonyaira. Ezt követően két pilot-interjú felvétele történt, melyek során vizsgáltuk az interjú sablon kérdéseinek érthetőségét, azok specifikusságát, az interjúhoz átlagosan szükséges időtartamot, valamint azokat a beavatkozási pontokat, ahol szükség lehet többletinformáció átadására az interjúalany számára az adott kérdés adekvát megválaszolásának érdekében.

### *3.2.2. A Magyarországon telephellyel rendelkező, nem veszélyes áruk szállításával és raktározásával foglalkozó vállalatok megkeresése*

A Magyarországon telephellyel rendelkező, nem veszélyes áruk szállításával és raktározásával foglalkozó vállalatok azonosítása és megkeresése a Magyarországi Logisztikai Szolgáltató Központok Szövetségének (MLSZKSZ) segítségével történt. A szövetségtől kaptunk támogató nyilatkozatot és egy olyan adatbázist, amelyben a vizsgálati témában releváns vállalatok elérhetőségei szerepeltek.

A vállalatokat elektronikus úton kerestük meg, melynek során röviden ismertettük a kutatás célját, annak módszertanát, valamint kértük a vállalatok illetékes személyeit, hogy számunkra a vállalatnál foglalkoztatott munkaegészségügyi szakemberekkel, valamint az árukezelésért és raktározásért felelős személyekkel interjúkat készíthessünk.

A vizsgálati populáció méretét az információ szaturáció („*data saturation*”) módszertana alapján határoztuk meg, melynek értelmében akkor fejeződött be az interjúk felvétele, amikor további interjúkkal szerezhető érdemi új információ már nem volt várható.

### *3.2.3. Félig-strukturált interjúk készítése munkaegészségügyi szakemberek, valamint árukezelésért és raktározásért felelős személyek körében*

A félig-strukturált interjúk személyesen, az adott vállalat telephelyén kerültek felvételre egy előre egyeztetett időpontban. Az interjúk során a munkaegészségügyi szakemberek, valamint az árukezelésért és raktározásért felelős személyek bemutatták a napi szintű munkavégzést a vállalatnál; lehetőségünk nyílt betekintést nyerni az áruk fogadásába, azok kezelésébe, valamint a raktári munkafolyamatokba.

Ezt követően kerültek felvételre az interjúk, melyek bizalmas körülmények között, az anonimitást biztosító módon, az interjúalanyok szóbeli beleegyezésével készültek. Az interjúk

tartalmának rögzítése írásban, valamint egyetértés esetén hangfelvétel útján történt. Az interjúkkal szerzett kvalitatív és kvantitatív információkat deskriptív módon elemeztük.

### **3.3. Kérdőíves felmérés végzése az áruszállítással és raktározással foglalkozó vállalatok munkavállalóinak körében**

#### *3.3.1. Az adatgyűjtés során használt kérdőív*

A keresztmetszeti kérdőíves felmérés során a vizsgálati mintát az áruszállítás és raktározás zárt tereiben munkát végző, potenciálisan exponált munkavállalók, valamint expozíciónak közvetlenül ki nem tett dolgozók (irodai adminisztrációs munkakört végzők) szolgáltatták.

A kutatáshoz egy korábban Ausztráliában, majd az Egyesült Arab Emírátságokban végzett vizsgálatokban használt kérdőív („*Occupational chemical exposure from transport containers questionnaire*” (OCETCON) került adaptálásra. A kérdőív az alábbi információkat gyűjtötte a vizsgálati minta körében:

- a. szocio-demográfiai adatok,
- b. foglalkozási történet (korábbi munkahelyek és munkakörök),
- c. a munkahelyi kémiai expozícióval kapcsolatos ismeretek és attitűdök,
- d. az elmúlt időszak során tapasztalt tünetek,
- e. diagnosztizált megbetegedések,
- f. preventív munkaegészségügyi intézkedések a munkahelyen, valamint
- g. potenciális zavaró tényezők (munkahelyen kívüli kémiai expozíció, dohányzás, alkoholfogyasztás).

Az angol kérdőív magyar nyelvre történő átültetését oda-vissza fordítással végeztük, majd a kérdőív fókuszát kiterjesztésre került a raktározás zárt tereire, valamint standardizált kérdésblokkokkal lett kiegészítve. A felhasznált standardizált kérdőívek a Tobacco Questions for Survey (WHO), AUDIT-C alcohol consumption survey, valamint az European Health Interview Survey (EHIS) voltak.

A kérdőív előzetes (pilot) tesztelése során egy áruszállítással és raktározással foglalkozó logisztikai vállalatnál 12 munkavállaló (6 raktári dolgozó, valamint 6 irodai alkalmazott) töltötte ki a kérdőívet abból a célból, hogy vizsgáljuk a kérdőív belső validitását, valamint javítsuk a kérdések érthetőségét a kitöltők észrevételei, valamint az egyes kérdésekre adott válaszok koherenciája alapján.

### 3.3.2. A kérdőív felvétele

A kérdőívek kiosztása személyesen történt meg minden elérhető, írásbeli beleegyezést adó munkavállalónak.

A vizsgálati populáció meghatározása az alábbi kritériumok szerint történt:

- 1) 18 és 65 év közötti életkor,
- 2) a napi munkavégzés helye az a logisztikai vállalat, ahol a kérdőív kitöltésre kerül,
- 3) az exponált csoport körében a napi munkavégzés az áruszállítás és raktározás zárt tereiben történik,
- 4) a nem exponált csoport napi munkavégzése nem az áruszállítás és raktározás zárt tereiben történik (nem exponálódnak a vizsgált kémiai kóroki tényezőkkel a munkahelyen),
- 5) a kérdőív önkéntes kitöltése, írásbeli beleegyező nyilatkozattal történő hozzájárulás.

### 3.3.3. Az adatok statisztikai elemzése

A gyűjtött adatok a Microsoft® Excel 2016 program segítségével kerültek rögzítésre, míg a statisztikai elemzés a STATA® 12.0 szoftverrel történt.

A leíró és a következtetési statisztika készítése során a fő expozíciós változó – mely alapján az exponált és a nem exponált csoportok összehasonlításra kerültek – a következő kérdésen alapult: „*Dolgozik áruszállítás vagy raktározás zárt terében munkája során?*” Igen válasz esetén exponált, nem válasz esetén nem exponált csoportba történt a válaszadó besorolása.

A statisztikai elemzés során a szocio-demográfiai adatok, életmódbeli tényezők, munkahelyen kívüli kémiai expozíciók, diagnosztizált megbetegedések, valamint az elmúlt időszak során tapasztalt tünetek előfordulási gyakorisága került megállapításra. A két vizsgálati csoport között megfigyelhető esetleges különbségeket az egyváltozós elemzésben khi-négyzet próbával vizsgáltuk a kategorikus és az ordinális változók esetében, míg független kétmintás t-próbával a folytonos változóknál. A potenciális zavaró tényezőkre (nem, életkor, dohányzás, alkoholfogyasztási szokások, munkahelyen kívüli kémiai expozíciók, a vállalatnál eltöltött évek száma, múltbéli vagy jelenlegi munkavégzés kémiai anyagokkal, gyógyszer szedése; továbbá fejsérülés, kóma, agyrázkódás neurológiai tünetek összehasonlításakor) történő korrigálást többváltozós logisztikus regressziós elemzéssel végeztük. A szignifikancia 5%-os szinten került elfogadásra ( $p < 0,05$ , 95%-os megbízhatósági tartomány (MT)).

A kérdőív második részének elemzése során, melyet csak az áruszállítás és raktározás zárt tereiben munkát végző dolgozók töltöttek ki, a fő magyarázó változó a következő kérdésen alapult: „*Elvégzett valamilyen, az áruszállítás és raktározás zárt tereiben történő biztonságos munkavégzésről szóló munkavédelmi képzést?*”.

A két csoport összehasonlítását többváltozós logisztikus regressziós elemzéssel végeztük potenciális zavaró tényezőkre (nem, életkor, valamint a vállalatnál eltöltött évek száma) történő korrigálással ( $p < 0,05$ , 95%-os MT).

#### *3.3.4. Etikai engedély*

A vizsgálat elvégzését a Debreceni Egyetem Klinikai Központ - Regionális és Intézményi Kutatás-Értékelési Bizottsága engedélyezte. Az etikai engedély száma: DE RKEB/IKEB: 5065-2018 (2018. szeptember 17.).

## **4. EREDMÉNYEK**

### **4.1. Az áruszállítás és raktározás zárt tereiben megjelenő kémiai szennyezők elleni védekezés nemzetközi és hazai jogi szabályozása**

A web-alapú jogszabályi adatbázisokban történő, valamint a nemzetközi szervezetek által publikált jogi dokumentumok szisztematikus keresésének eredményeként 4737 találat született, melyből 51 dokumentum felelt meg a beválasztási kritériumoknak. 16 jogi dokumentum kapott „igen” választ a nyolc előre definiált kérdés mindegyikére és került részletes tartalmi elemzésre.

#### *4.1.1. Nemzetközi jogi dokumentumok*

A szisztematikus jogszabályi keresés eredményeként hat, a kutatási téma szempontjából releváns dokumentum került tartalmi elemzésre. Ezek az ajánlások részletekbe menően tárgyalják az áruszállítás zárt tereiben megjelenő kémiai szennyezők problémakörét, valamint a hozzájuk kapcsolódó specifikus munkaegészségügyi intézkedéseket. Az ajánlások értelmében a kémiai úton füstölőszerrel kezelt áruk kezelését végző munkavállalóknak ismeretekkel kell rendelkezniük a fúmagánsokkal kapcsolatos veszélyeket illetően, továbbá az ilyen árukat szállító zárt szállítóeszközöket jól látható módon fel kell címkézni. Az áruk kirakódását megelőzőn a zárt tereket szellőztetni kell (természetes vagy mesterséges módon), mely biztosítja a biztonságos, az egészséget nem veszélyeztető munkakörnyezetet. A szellőztetés tényét szintén jól látható módon, annak dátumával együtt fel kell tüntetni a zárt szállítóeszközön. Amennyiben az előírt munkaegészségügyi intézkedések megtörténtek, úgy az

áruszállító eszköz „*gas-free*” címkével látható el, melynek értelmében az áruszállító eszközbe történő belépés nem jelent kockázatot a munkavállalók egészségére nézve.

Az áruszállítást végző személyzetet a munkavédelmi oktatás során specifikus ismeretekkel kell ellátni az áruszállítás zárt tereibe való belépés kockázataival, köztük a kémiai szennyezőkkel, valamint azok felismerésével kapcsolatban. Az ajánlások értelmében a nemzetközi szállítmányozás során rendelkezésre kell állnia egy biztonsági tervnek, amely részletezi, hogy történt-e kémiai kezelés, milyen fumigánssal, milyen biztonsági intézkedések szükségesek az expozíció elkerülése érdekében, ki jogosult a fumigánssal kezelt zárt terek ellenőrzésére, valamint milyen preventív munkaegészségügyi intézkedések megtétele szükséges az áruk zárt terekből történő kirakodását megelőzően.

#### *4.1.2. Európai Unió jogi dokumentumok*

Az Európai Unió jogszabályi adatbázisában végzett szisztematikus jogszabályi keresés eredményeként öt, a kutatási téma szempontjából releváns európai uniós jogi dokumentumot elemeztünk. Ezek tárgyalják a munkafolyamatok egyes szegmenseire kiterjedő kémiai kockázatbecslést, a munkavállalók egészségét és biztonságát védő munkaeszközök biztosítását, a megfelelő higiéniai és munkaegészségügyi intézkedések megtételét, valamint foglalkozási expozíciós határértékeket határoznak meg a kutatás szempontjából releváns egyes kémiai anyagok esetében.

Összhangban a nemzetközi jogi dokumentumokkal, a kémiai úton kezelt árukat az egyéb, egyik fő veszélyességi kategóriába sem tartozó, de a környezetre és az emberi egészségre potenciálisan veszélyes szállítmányok közé sorolják: „*Class 9 – Miscellaneous dangerous substances and articles*”. Fumigált áru csak olyan zárt áruszállító eszközben szállítható, amelyet úgy lehet lezárni, hogy a fumigánsok környezetbe történő kijutása a lehető legkisebb mértékű legyen, továbbá az áruk kirakodását megelőzően a zárt szállítóeszközöket ki kell szellőztetni (természetes vagy mesterséges szellőztetéssel) annak érdekében, hogy az emberi egészségre veszélyes koncentrációban fumigánsok ne maradhassanak vissza.

#### *4.1.3. Nemzeti jogi dokumentumok*

A hazai jogszabályi adatbázisban történő szisztematikus keresés eredményeként öt jogi dokumentum elemzését végeztük el. E jogszabályok minimális munkaegészségügyi intézkedéseket határoznak meg a veszélyes anyagok és keverékek keltette expozíciókból eredő kockázatok elkerülésének vagy csökkentésének érdekében. Munkahelyi levegő határértékeket állapítanak meg továbbá számos olyan kémiai anyag esetében, amelyek a nem veszélyes áruk

szállítása és raktározása során exponálhatják a zárt terekben munkát végző dolgozókat. A kutatási témában releváns kémiai anyagok, melyek határértékeit a rendeletek szabályozzák az aceton, ammónia, benzol, etanol, n-bután, hidrogén-cianid, etilén-oxid, formaldehid, foszfin, metil-bromid, n-pentán, szén-dioxid, szén-monoxid, sztirol, toluol, valamint a xilol.

A nemzeti jogi dokumentumok által elrendelt, a vizsgálat szempontjából fontos megelőző intézkedés a munkakörnyezet helyi, illetve általános szellőztetése, melynek során a szennyezők munkalégtér koncentrációja jelentősen csökkenthető. A jogszabályok emellett elrendelik a növénykárosítókkal szembeni védekező intézkedéseket, a határállomásokon történő egyes áruk hatósági ellenőrzését, meghatározzák a növényvédőszer fenntartható használatának elérését célzó közösségi fellépés kereteit, ismertetik a növényi termékek (például fa alapú csomagolóanyagok) importőreinek kötelezettségeit, valamint olyan egyéb hatósági eljárásokat, amelyek a nem veszélyes áruk szállításával és tárolásával összefüggésben is felmerülhetnek.

#### **4.2. A kémiai szennyezőkkel kapcsolatos ismeretek, attitűdök, tapasztalatok és gyakorlat munkaegészségügyi, valamint árukezelésért és raktározásért felelős szakemberek körében**

35 Magyarországon telephellyel rendelkező logisztikai vállalattal vettük fel a kapcsolatot, melyek közül 9 vállalta, hogy lehetőséget biztosít az általuk foglalkoztatott munkaegészségügyi, valamint az árukezelésért és raktározásért felelős szakemberekkel való személyes interjúkra. A 9 vállalatnál összesen 21 félig-strukturált interjú került felvételre 13 munkaegészségügyi, valamint 9 árukezelésért és raktározásért felelős szakember részvételével.

##### *4.2.1. Munkafolyamatok a logisztikai vállalatoknál és a vonatkozó foglalkozás-egészségügyi jogszabályi környezet ismerete*

A személyes interjúk során a szakemberek átfogó képet adtak a logisztikai vállalatok mindennapi működéséről, valamint bemutatásra kerültek az árukezelés és raktározás munkafolyamatai. Az interjúalanyok becslései szerint a vállalatokhoz érkező, korábban felnyitásra még nem került áruszállító eszközök kevesebb, mint egy százaléka volt korábbi kémiai kezelést jelző címkével ellátva. Ilyen esetben a fumigált áruszállító eszközök felnyitása kellő óvatossággal, a szabad levegőn történik, továbbá a dokumentációban előírt szükséges szellőztetési idő is betartásra kerül.

A szakemberek ismertek bizonyos foglalkozás-egészségügyi jogszabályokat az áruszállítás és raktározás zárt tereiben történő munkavégzéssel összefüggésben, azonban nem voltak

ismereteik arra vonatkozóan, hogy a kötelezően alkalmazandó jogszabályok részleteikben tárgyalják-e az áruszállítás és raktározás zárt tereiben történő munkavégzést.

Az interjúalanyok egybehangzó véleménye értelmében a kötelezően alkalmazandó európai uniós és hazai foglalkozás-egészségügyi jogszabályok, valamint a vállalati belső szabályzás megfelelően védik az árukezelésben és raktározásban részt vevő munkavállalók biztonságát és egészségét.

#### *4.2.2. Foglalkozási kémiai expozíciók az áruszállítás és raktározás zárt tereiben*

A vizsgálatban részt vevő szakemberek egyetértettek abban, hogy a vizsgált jelenség létező probléma lehet, azonban az expozíció gyakoriságát általánosságban véve ritkának gondolták. A felmérésben részt vevő szakemberek által leggyakrabban megnevezett kémiai szennyezők a dízel kipufogógázok, szén-monoxid, szálló por, valamint olyan kémiai anyagok voltak, amelyekkel az áruk természeténél fogva a munkavállalók kapcsolatba kerülhetnek, például a festékek, tisztítószeres, aeroszolok, kenőanyagok és elektrotechnikai áruk alapanyagai. Jóllehet a szakemberek egy része kifejezte aggodalmát a vizsgált jelenséggel kapcsolatban, azonban a kutatás szempontjából releváns kémiai szennyezőket nem tudtak megnevezni.

Az áruszállításért és raktározásért felelős szakemberek egyetértettek abban, hogy a vizsgálat tárgyát képező foglalkozási kémiai expozíció nem jellemző ezekben a munkakörökben, amit azzal indokoltak, hogy nem kezelnek veszélyes árukat, ezáltal a munkakörnyezetben az egészségre káros kémiai szennyezőket nem feltételeztek.

#### *4.2.3. A kémiai szennyezők keltette egészséghatások és azok feltételezett súlyossága*

Az áruszállítás és raktározás zárt tereiben esetlegesen előforduló növényvédőszer maradványok, valamint illékony szerves vegyületek által keltett foglalkozási kémiai expozíciókat a munkavállalók egészségének szempontjából az interjúalanyok elhanyagolhatónak, illetve mérsékelten károsnak becsülték. A munkavállalók által a munkaegészségügyi szakemberek felé jelzett leggyakoribb tünetek a felső légutak, valamint a bőr irritációja voltak. Ezeket az egészséghatásokat a szakemberek a zárt terekben megjelenő dízel kipufogógázoknak, a porszennyezettségnek, valamint az egyes áruk irritációt okozó hatásainak tulajdonították. További, a munkavállalók körében alkalmanként előforduló tünetek a fejfájás, a karok és a lábak gyengesége, az általános fáradtságérzet, valamint a kézremegés voltak.

Az interjúalanyok elmondása alapján a munkavállalók egyáltalán nem, vagy csak nagyon kis mértékben aggódtak az egészségükért foglalkozási kémiai expozíciókkal összefüggésben.

#### *4.2.4. Megelőző munkaegészségügyi intézkedések*

A válaszadó szakemberek véleménye szerint a kötelezően alkalmazandó jogszabályok, valamint a belső munkautasítások és folyamatszabályozások megfelelően definiálják azokat a megelőző munkaegészségügyi intézkedéseket, amelyek megtétele szükséges ahhoz, hogy a zárt terekben munkát végző dolgozók egészségének védelme biztosított legyen. Amennyiben a szállított áru korábban kémiai kezelésre került, úgy a megfelelő, a dokumentációban foglalt előírások értelmében járnak el. Szerintük ezeknek az intézkedéseknek a megtétele elégséges ahhoz, hogy a különféle növényvédőszer maradékokkal és illékony szerves vegyületekkel kapcsolatos kockázat minimálisra legyen csökkenthető. A szakemberek elmondása szerint az általános és természetes szellőztetés, valamint az áruraktárak kapuinak gyakori nyitvatartása megfelelő légcserét biztosít ahhoz, hogy ezek az anyagok ne halmozódjanak fel.

Az egyéni védőfelszerelések közül a munkaruházat, a munkavédelmi cipő és kesztyű, valamint alkalmanként a légzésvédő pormaszok alkalmazása a leggyakoribb. Specifikus, a vizsgálat tárgyát képező kémiai expozíciók elleni védekezést szolgáló felszerelés (például specifikus légzésvédő eszköz) használata nem volt jellemző.

### **4.3. A kémiai szennyezőkkel kapcsolatos ismeretek, attitűdök, tapasztalatok és gyakorlat logisztikai vállalatok dolgozói körében**

A kérdőívet 122, a vizsgált foglalkozási kémiai expozícióknak potenciálisan kitett raktári dolgozó, valamint 136, a vizsgálat szempontjából nem exponált csoportként definiált irodai munkavállaló töltötte ki. A megkeresett munkavállalók közül a raktári dolgozók esetében 73,9%, míg az irodai dolgozók körében 73,5% volt a válaszadási arány.

#### *4.3.1. A vizsgálati minta szocio-demográfiai, valamint életmódbeli jellemzői*

Az áruszállítás és raktározás zárt tereiben dolgozó munkavállalók döntő többsége férfi volt (92,6%), míg az irodai dolgozók között a női munkavállalók voltak többségben (79,4%). A zárt terekben dolgozó munkavállalók, valamint az irodai dolgozók között az átlagéletkor tekintetében szignifikáns különbség nem volt megfigyelhető ( $41,2 \pm 0,93$  valamint  $38,1 \pm 0,89$  év). A zárt terekben dolgozó munkavállalók szignifikánsan gyakrabban fogyasztottak alkoholt ( $p < 0,001$ ), valamint végeztek munkát kémiai anyagokkal ( $p = 0,002$ ).

#### *4.3.2. A kérdőívet kitöltő munkavállalók körében diagnosztizált megbetegedések és tapasztalt tünetek*

A két munkavállalói csoport közötti szignifikáns különbség a diagnosztizált megbetegedések tekintetében nem volt azonosítható.

A felmérésben vizsgált, a munkavégzéssel potenciálisan összefüggő tünetek közül a zavaró tényezőkre történő korrigálás után a zsibbadás vagy fáradtság érzése a karokban és a lábakban (KEH = 3,99; 95% MT = 1,72-9,26), valamint a száraz köhögés (KEH = 2,32; 95% MT = 1,09-4,93) mutatott szignifikáns összefüggést az áruszállítás és raktározás zárt tereiben történő munkavégzéssel.

Az irodai környezetben dolgozó munkavállalók körében a többváltozós elemzésben a feledékenység (KEH = 0,40; 95% MT = 0,18-0,87), alvászavarok (KEH = 0,36; 95% MT = 0,17-0,78), valamint az ébredés utáni fáradtságérzet (KEH = 0,40; 95% MT = 0,20-0,79) jelentkezett szignifikáns gyakrabban.

#### *4.3.3. A kémiai szennyezőkkel kapcsolatos ismeretek és attitűdök a raktári dolgozók körében*

A felmérésben részt vevő 122 raktári dolgozó 79,5%-a napi gyakorisággal dolgozott az áruszállítás és raktározás zárt tereiben, míg mindössze 1,6%-a válaszolta azt, hogy raktári dolgozóként csak ritkán tevékenykedik zárt terekben. A kérdőívet kitöltő raktári dolgozók többsége (62,3%) még sosem hallott kémiai szennyezőkről az áruszállítás és raktározás zárt tereiben, míg azok, akik tudomással bírtak ilyen jellegű foglalkozási kémiai expozíciókról, az információ fő forrásának a munkavédelmi oktatást jelölték meg. A válaszadók 65,6%-a nyilatkozott úgy, hogy nincs ismerete szennyezőkről, míg 9,8%-a vallott részletes ismeretekről. A kérdőívet kitöltő raktári dolgozók 47,5%-a gondolta úgy, hogy sosem dolgozik olyan munkakörnyezetben, ahol kémiai szennyezők lehetnének jelen, míg a válaszadók mindössze 5,7%-a gondolta úgy, hogy ezek a szennyezők gyakran jelen vannak a munkakörnyezetükben. A kémiai szennyezőkkel történő expozíció valószínűségét a válaszadók 39,3%-a valószínűtlennek, 8,2%-a valószínűnek, 9%-a pedig nagyon valószínűnek tartotta.

A kémiai szennyezők keltette egészséghatások súlyosságát illetően a kérdőívet kitöltő raktári dolgozók 21,3%-a gondolta úgy, hogy ezek nem károsak az egészségre, 27,1%-a mérsékelten károsnak, míg 8,2%-a rendkívül károsnak becsülte.

A kérdőívet kitöltő raktári dolgozók közül 38 fő (31,1%) részesült specifikus munkavédelmi oktatásban a munkatevékenységével összefüggésben. Az ilyen oktatás által lefedett leggyakoribb témák az egyéni védőeszközök kiválasztása és helyes használata (89,5%, 34 fő a

38-ból), valamint a kémiai szennyezőkkel történő kapcsolatba kerülés jelentésének a módjai (81,6%, 31 fő) voltak. Mindazonáltal, a specifikus munkavédelmi oktatás mindösszesen a résztvevők 36,8%-a (14 fő) szerint tájékoztatta őket a kémiai szennyezőkkel és azok felismerésének módjával kapcsolatban.

Azok a raktári dolgozók, akik részesültek specifikus munkavédelmi képzésben, szignifikánsan nagyobb valószínűséggel hallottak már az áruszállítás és raktározás zárt tereiben megjelenő kémiai szennyezőkről és az általuk keltett foglalkozási kémiai expozíciókról (KEH = 7,85; 95% MT = 3,20-19,27). Ezek a munkavállalók szignifikánsan nagyobb valószínűséggel gondolták úgy, hogy részletes ismereteik vannak az áruszállítás és raktározás zárt tereiben potenciálisan megjelenő kémiai szennyezőkről (KEH = 8,18; 95% MT = 3,47-19,27). Emellett szignifikánsan gyakoribbnak tartották a kémiai szennyezők munkakörnyezetben való előfordulását (KEH = 2,67; 95% MT = 1,24-5,78), valamint az általuk keltett egészséghatásokat is szignifikánsan súlyosabbnak ítélték meg azok a munkavállalók, akik részt vettek ilyen képzésen (KEH = 2,21; 95% MT = 1,06-4,63).

#### *4.3.4. Az áruszállítás és raktározás zárt tereiben alkalmazott megelőző munkaegészségügyi intézkedések*

A megelőző munkaegészségügyi intézkedések közül a leggyakoribb az egyéni védőfelszerelés viselése (66,4%) volt, melyet a munkakörnyezet természetes szellőztetése (31,9%) követett. További, a munkavállalók által alkalmazott intézkedések voltak a zárt szállítóeszközök kellő elővigyázatossággal történő felnyitása (23,7%), a zárt szállítóeszközökhöz tartozó dokumentációk ellenőrzése (22,1%), a szennyezők munkakörnyezetből való eltávolítása gépi berendezés segítségével (10,6%), valamint a levegő összetételének és minőségének vizsgálata (4,9%). A válaszadók 18,8%-a (23 fő) nyilatkozott úgy, hogy semmilyen preventív munkaegészségügyi intézkedést nem alkalmaz az áruszállítás és raktározás zárt tereiben történő munkavégzés során.

Azok a munkavállalók, akik korábban hallottak már az áruszállítás és raktározás zárt tereiben potenciálisan megjelenő kémiai szennyezőkről, szignifikánsan gyakrabban tekintették át a zárt szállítóeszközökhöz tartozó dokumentációt (KEH = 2,96; 95% MT = 1,18-7,44), valamint a zárt szállítóeszközöket is kellő óvatossággal nyitották fel (KEH = 3,04; 95% CI = 1,25-7,39). Azok a raktári dolgozók, akik részesültek specifikus munkavédelmi képzésben a zárt terekben megjelenő kémiai szennyezőkkel kapcsolatosan, szignifikánsan gyakrabban végezték a zárt szállítóeszközökhöz tartozó dokumentációk ellenőrzését (KEH = 5,49; 95% MT = 2,13-14,14), a zárt szállítóeszközök kellő elővigyázatossággal történő felnyitását (KEH = 7,16; 95% MT =

2,78-18,44), a szennyezőanyagok eltávolítását befűvó vagy elszívó berendezéssel (KEH = 8,90; 95% MT = 1,96-40,27), valamint a természetes szellőzést a szennyezők eltávolítása céljából (KEH = 2,48; 95% MT = 1,03-5,96).

A specifikus munkavédelmi képzésben részesült raktári dolgozók körében a száj vagy torok szárazsága (KEH = 0,26; 95% MT = 0,10-0,64), torokirritáció (KEH = 0,33; 95% MT = 0,14-0,81), száraz köhögés (KEH = 0,43; 95% MT = 0,19-0,97), valamint hasmenés (KEH = 0,38; 95% MT = 0,16-0,91) szignifikánsan ritkábban fordultak elő.

## **5. MEGBESZÉLÉS**

### **5.1. Az áruszállítás és raktározás zárt tereiben megjelenő kémiai szennyezők keltette foglalkozási expozíciókkal kapcsolatos jogi szabályozás**

A szisztematikus jogszabályi keresés által azonosított és a beválasztási kritériumoknak megfelelő jogi dokumentumok tartalmi elemzése rávilágított arra, hogy míg a nemzetközi jogi dokumentumok tárgyalják a nem veszélyes áruk szállítása során a biocid anyagokkal kapcsolatosan jelentkező kémiai expozíciókat, addig az európai uniós és hazai jogszabályok nem térnek ki közvetlenül a vizsgált problémára. A nem veszélyes áruk raktározása során fellépő kémiai expozíciókat sem az azonosított nemzetközi, sem pedig a hazai jogi dokumentumok nem tárgyalják, csupán indirekt módon, a foglalkozási kémiai expozíciók általános kezelésén és megelőzésén, valamint az egyes kémiai anyagokra vonatkozó foglalkozási határértékek megállapításán keresztül.

A nem veszélyes áruk raktározását illetően az azonosított és tartalmilag elemzett jogi dokumentumok nem foglalkoznak a zárt terekben megjelenő kémiai szennyezők keltette expozíciók problémakörével, ezáltal az ilyen munkatevékenységekkel összefüggő célzott preventív munkaegészségügyi intézkedés nem volt azonosítható. A kötelező érvényű jogi dokumentumok ugyan elrendelik a teljeskörű kockázatbecslést és értékelést, azonban specifikusan a nem veszélyes áruk raktározása során a kémiai szennyezőkkel összefüggésbe hozható foglalkozási expozíciókat egyik beválasztott és elemzett jogi dokumentum sem említi.

## **5.2. A kémiai szennyezőkkel kapcsolatos ismeretek, attitűdök, tapasztalatok és gyakorlat munkaegészségügyi, valamint árukezelésért és raktározásért felelős szakemberek körében**

Az interjúk eredményeként megállapítható, hogy a felmérésben részt vevő logisztikai vállalatoknál dolgozó munkaegészségügyi, valamint az árukezelésért és raktározásért felelős szakemberek a vizsgált probléma jelentőségét alapvetően elhanyagolhatónak vélték. A szakemberek néhány kivételtől eltekintve nem tartottak attól, hogy a munkavállalók ilyen jellegű foglalkozási kémiai expozícióknak lennének kitéve. A felmérésben részt vevők túlnyomó többsége nem rendelkezett olyan ismeretekkel, amelyek alátámasztanák a szennyezők jelenlétét a vizsgált munkakörnyezetben, melynek eredményeként a napi munkavégzés során nem számoltak ilyen kockázatokkal.

A válaszadók a kémiai szennyezők által okozott egészséghatások súlyosságát mérsékelten súlyosnak vagy elhanyagolhatónak tartották. A szakemberek megítélése szerint a munkavállalók nem aggódtak az egészségüket illetően a szennyezőkkel összefüggésben, ami magyarázható azzal, hogy a munkavédelmi oktatások alig térnek ki az ilyen jellegű expozíciókra, melynek eredményeként a munkavállalók nincsenek tudatában a potenciális kockázatoknak.

## **5.3. A kémiai szennyezőkkel kapcsolatos ismeretek, attitűdök, tapasztalatok és gyakorlat logisztikai vállalatok dolgozói körében**

A kérdőíves felmérésben részt vevő logisztikai vállalatoknál foglalkoztatott munkavállalók körében a vizsgálat tárgyát képező kémiai szennyezőkkel összefüggésbe hozható tünetek viszonylag ritkák, azonban nem elhanyagolhatók. Tekintettel arra, hogy a kémiai szennyezők jelenlétéről, valamint azok munkalégtér koncentrációiról a vizsgált munkakörnyezetekben nincsenek adataink, így közvetlen összefüggést nem tudunk megállapítani, de statisztikailag kimutatható, hogy a raktározás zárt tereiben dolgozók között szignifikánsan gyakrabban tapasztalható zsibbadás és fáradtság a karokban és lábakban, valamint száraz köhögés. A kutatásunkban tehát az irritáció és a fáradtságérzet esetén találtunk összefüggést a munkakörrel, míg a más tanulmányokban feltárt neurológiai hatások tekintetében nem.

A kémiai szennyezőkkel kapcsolatos ismeretek a kérdőívet kitöltő munkavállalók körében viszonylag ritkák, vagy teljesen hiányoznak. A dolgozók a kémiai szennyezőknek való kitettséget a napi munkavégzésük során valószínűtlennek tartják, az azokkal összefüggésbe hozható egészséghatásokat illetően azonban, a szakemberek véleményével ellentétben, vannak

aggodalmaik, melyek kapcsolatba hozhatók a szennyezőkkel összefüggő ismeretek hiányával is.

Azon munkavállalók körében, akik elvégeztek az áruszállítás és raktározás zárt tereire vonatkozó specifikus munkavédelmi képzést, részletesebb ismeretek és az alkalmazott munkavédelmi intézkedések szélesebb skálája figyelhető meg. Az expozíciók gyakoriságát és az egészséghatásaik súlyosságát is nagyobbra becsülik a munkavédelmi képzésben részesültek, akik között szignifikánsan ritkábban fordul elő hasmenés, száj vagy toroz szárazsága, torokirritáció, valamint száraz köhögés.

A munkavállalók körében leggyakrabban alkalmazott munkavédelmi intézkedés az egyéni védőfelszerelések viselése, amely azonban nem terjed ki megfelelő légzésvédő eszközökre, csupán pormaszk használatára. Gyakori intézkedés emellett a zárt terek természetes szellőztetése, mely valószínűleg nem minden esetben alkalmas a szennyezők koncentrációjának megfelelő mértékű csökkentésére.

#### **5.4. A vizsgálat főbb megállapításai**

A vizsgálatunk új eredményeinek fényében igazolást nyert az a hipotézisünk, mely szerint az áruszállítás és raktározás zárt tereiben megjelenő kémiai expozíciókra vonatkozó hazai munkaegészségügyi jogi szabályozás hiányos, a potenciális kémiai szennyezők elleni védelemre a jogszabályok nem térnek ki a nem veszélyes áruk szállításának és raktározásának vonatkozásában.

Új eredmény, hogy a raktári dolgozók biztonságáért és egészségéért felelős szakemberek nem informáltak kellő mértékben a probléma súlyát illetően, annak jelentőségét – néhány kivétellel – elhanyagolhatónak tartják. Kiemelendő továbbá, hogy a fumigációt, mint eljárást mára már megszűntnek tekintik, így nem feltételeznek füstölőszer-maradványokat a munkakörnyezetben.

A kutatási hipotézissel összhangban álló új eredmény, hogy a raktári dolgozók nem számolnak szermaradványokhoz köthető kockázatokkal, az általánosan kötelező munkavédelmi intézkedéseken túlmenően csak bizonyos esetekben alkalmaznak specifikus munkavédelmi intézkedéseket, ugyanakkor a specifikus munkavédelmi képzésben részesülő munkavállalók rendelkeznek információkkal a szennyezőket illetően, továbbá nagyobb valószínűséggel alkalmaznak megfelelő, a szennyezők ellen kellő védelmet nyújtó megelőző intézkedéseket.

Kiemelendő új eredmény, hogy a kutatás korlátai ellenére is találtunk összefüggést a munkakörnyezet és egyes egészséghatások (száraz köhögés, zsibbadás a karokban és a lábokban) között a raktári dolgozók körében.

Vizsgálatunk eredményeként megállapítható, hogy a nem veszélyes áruk szállítása és raktározása során a zárt terekben történő munkavégzés olyan célzott foglalkozás-egészségügyi jogszabályok kidolgozását teszi szükségessé, amelyek tudományos bizonyítékokon alapulnak és számításba veszik az ezekben a terekben potenciálisan megjelenő és felhalmozódó kémiai szennyezőket.

A vonatkozó jogszabályi környezet a jogi áttekintés és az interjúk eredményei szerint a jelenlegi formájában nem alkalmas arra, hogy érdemben kezelje a vizsgált problémát. A zárt terekben történő munkavégzés során a kötelezően alkalmazandó jogszabályok nem térnek ki a kémiai szennyezők keltette expozíciókra, ezáltal specifikus, jogszabályi szinten definiált, a vizsgálat tárgyát képező szennyezőknek való kitettség kezelését szolgáló munkaegészségügyi intézkedések nem kerülnek alkalmazásra a nem veszélyes áruk szállítása és raktározása során.

Míg a fumigánsok keltette foglalkozási expozíciók és az áruszállítás és raktározás zárt tereiben történő munkavégzés kapcsolatáról már rendelkezünk szakirodalmi adatokkal, napjainkig viszonylag kevés irodalmi adat gyűlt össze arra vonatkozóan, hogy a hosszú távú, alacsony szintű, illékony szerves vegyületek által keltett kémiai expozíciók az egyes munkakörnyezetekben hogyan és milyen mértékben járulnak hozzá a munkavállalók körében jelentkező egyes egészségproblémák kialakulásához. Ennek érdekében további vizsgálatokra van szükség, melyek során a kémiai szennyezők jelenléte és azok koncentrációi a munkalégtérben kvantitatív módon mérésre kerülnek.

A munkaegészségügyi, valamint az árukezelésért és raktározásért felelős szakemberek számára olyan ismereteket szükséges átadni, melyek eredményeként rálátással fognak bírni a zárt terekben történő munkavégzéssel összefüggésbe hozható kémiai szennyezők keltette kockázatokra. Annak érdekében, hogy a munkavédelmi oktatásban megjelenjen a vizsgált probléma, a külföldi kutatások eredményeinek hazai viszonyokra történő átültetésére, valamint további hazai vizsgálatok lefolytatására és azok eredményeinek kommunikációjára van szükség.

A raktárak zárt tereiben történő munkavégzés során jelenleg alkalmazott természetes szellőztetésen túlmenően mesterséges légcserére is szükség lehet, ahol az áruk mennyiségénél fogva egyes szennyezők meghaladhatják az érvényben lévő foglalkozás-egészségügyi határértékeket, azonban ennek bizonyítására szükség van a már fent említett vizsgálatok lefolytatására. Továbbá számításba kell venni az egyéni védőeszközök alkalmazásának bővítését, különös tekintettel a légzésvédő eszközökre.

A zárt terekben dolgozó munkavállalók számára a munkavédelmi oktatásokon szükséges a fent említett ismeretek átadása, melynek eredményeként tudatában lesznek a lehetséges kockázatoknak, képessé válnak a szennyezők felismerésére azok tulajdonságai alapján, továbbá a szennyezőkkel kapcsolatos munkavédelmi intézkedések betartása is várhatóan javulni fog.

Jelen pillanatban a vizsgálat tárgyát képező probléma jelentőségét mind a szakemberek, mind pedig a munkavállalók elhanyagolhatónak tartják, mely jelenség indokolttá teszi további, direkt expozíciós méréseket és hosszútávú követést magukba foglaló vizsgálatok végzését.

### **5.5. A vizsgálat erősségei és korlátai**

A szisztematikus jogszabályi keresés európai uniós és hazai szinten lehetőséget biztosított az összes, a témában releváns jogi dokumentum azonosítására minden jogszabályt tartalmazó adatbázisban. A nemzetközi jogi dokumentumok keresése manuálisan, valamint korábbi, a témában közölt tudományos kutatások áttekintése által történt. Ennek a limitációnak az eredményeként lehetséges, hogy vannak olyan nemzetközi jogi dokumentumok, amelyek a vizsgálati témában relevanciával bírnak, azonban a manuális keresés során nem kerültek azonosításra.

A félig-strukturált interjúkkal történő felmérés során a részvételi hajlandóság a logisztikai vállalatok részéről viszonylag alacsony volt (9 biztosított lehetőséget az interjúkra a megkeresett 35 vállalatból). Ennek eredményeként előfordulhat kiválasztási hiba. Lehetséges, hogy a vizsgálatban részt vevő logisztikai vállalatoknál a kémiai szennyezőkkel kapcsolatos ismeretek a szakemberek körében részletesebbek, valamint az alkalmazott munkavédelmi intézkedések betartása is szigorúbb, mint ott, ahol a felmérésre nem kaptunk lehetőséget. További lehetséges limitációja az interjúk felmérésnek, hogy a résztvevőknek számos kérdésre szubjektív választ kellett adniuk. Valószínűsíthetően igyekeztek pozitív benyomást kelteni az általuk képviselt cégről, így felüljelentették a vállalatnál alkalmazott munkavédelmi intézkedéseket. E információs hibának a mérséklésére szolgált az interjúk anonim felvétele.

Az áruszállítás és raktározás zárt tereiben dolgozó munkavállalók körében végzett kérdőíves felmérés egy keresztmetszeti vizsgálat volt, ami egy adott pillanatban fennálló állapotot tükröz, így a potenciális foglalkozási kémiai expozíciók és a munkavállalók körében diagnosztizált megbetegedések, valamint a tapasztalt egészséghatások közötti ok-okozati összefüggések megállapítására nem alkalmas. A 35 felkeresett logisztikai vállalatból hétnél volt lehetőségünk a kérdőíves felmérés elvégzésére, így a cégek alacsony részvételi hajlandósága befolyásolhatja a reprezentativitást. Feltételezhető, hogy a vizsgálatban résztvevő vállalatoknál általában jobb

a munkaegészségügyi helyzet az ipari átlagnál. Ugyanakkor a résztvevő vállalatok minden dolgozója meghívásra került a vizsgálatba és a válaszadási arány magasnak mondható. A kérdőívek önbevallás alapján kerültek kitöltésre, ami korlátozza a gyűjtött információ megbízhatóságát. A felmérés során vizsgált megbetegedések és tünetek multifaktoriálisak, a zavaró tényezőkre történő korrigálás után is maradhatnak olyan tényezők, amelyek befolyásolhatják az eredményeinket.

## **6. ÖSSZEFOGLALÁS**

A nem veszélyes áruk szállítása és raktározása során a zárt terekben dolgozó munkavállalók kémiai szennyezők expozíciójának lehetnek kitéve, mely sokszor rejtve marad a munkáltatók és a munkavállalók előtt egyaránt. A kitettség hosszú távon egészségkárosodást okozhat, mely megelőzhető lenne tudományos bizonyítékokon alapuló munkaegészségügyi intézkedések alkalmazásával.

Vizsgálati célkitűzéseink voltak a (1) nem veszélyes áruk szállítása és raktározása során alkalmazandó nemzetközi és hazai jogszabályok azonosítása és tartalmi elemzése, a (2) zárt terekben dolgozó munkavállalók biztonságáért és egészségéért felelős személyek körében a vizsgált kémiai expozícióval kapcsolatos ismeretek és tapasztalatok felmérése, valamint (3) a zárt terekben munkát végző dolgozók körében tapasztalt egészséghatások, továbbá az expozícióhoz kapcsolódó ismeretek, attitűdök valamint prevenciók gyakorlat vizsgálata.

A kutatás során jogszabályi adatbázisokban történő szisztematikus kereséssel és elemzéssel, munkaegészségügyi, valamint áruszállításért és raktározásért felelős szakemberek körében felvett félig strukturált interjúkkal, valamint logisztikai vállalatoknál alkalmazott munkavállalók körében végzett kérdőíves felmérés segítségével vizsgáltuk a probléma hazai jellegzetességeit.

A jogszabályi környezet vizsgálatának eredményeként megállapítható, hogy az európai uniós és hazai jogszabályok jelen formájukban nem specifikusak kellőképpen a vizsgált probléma adekvát szabályozására. A szakemberek az interjúk során a kémiai expozíciókat ritkának, azok egészségre gyakorolt hatásait elhanyagolhatónak tartották, valamint tapasztalataik szerint a munkavállalók sem aggódtak az egészségüket illetően a vizsgált problémával összefüggésben. A munkavállalók körében végzett kérdőíves felmérés rámutatott a kémiai expozíciókkal kapcsolatos ismeretek hiányosságaira, a légúti irritáció és a végtagfáradtság e munkavégzéssel mutatott összefüggésére, a megelőző munkaegészségügyi intézkedések alkalmazásának elégtelen voltára, továbbá arra, hogy azok a munkavállalók, akik a munkavédelmi oktatás során

specifikus ismeretekre tettek szert a vizsgált expozíciókkal összefüggésben, gyakrabban és hatékonyabban alkalmaztak olyan munkaegészségügyi intézkedéseket, amelyek az védekezést hatékonyan képesek szolgálni.

Vizsgálatunk eredményeként megállapítható, hogy a zárt terekben dolgozó munkavállalók egészségének megfelelő szintű védelme érdekében a jogszabályi környezetnek reflektálnia kellene a kémiai szennyezőkkel kapcsolatos új tudományos eredményekre, melyekre a munkavédelmi oktatások során is hangsúlyt kellene helyezni annak érdekében, hogy a munkavállalók ismeretekkel rendelkezzenek róluk, és képesek legyenek megtenni a szükséges és hatékony preventív munkaegészségügyi intézkedéseket. A kémiai szennyezők zárt terekben való jelenlétére direkt expozíciós mérésekre, a lehetséges egészséghatásaikra pedig hosszú távú követéses vizsgálatokra lenne szükség a hazai viszonyokra adaptáltan.

## 7. Saját közlemények listája



**DEBRECENI  
EGYETEM**

**DEBRECENI EGYETEM  
EGYETEMI ÉS NEMZETI KÖNYVTÁR**

H-4002 Debrecen, Egyetem tér 1, Pf.: 400  
Tel.: 52/410-443, e-mail: publikaciok@lib.unideb.hu

Nyilvántartási szám: DEENK/493/2022.PL  
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Lovas Szabolcs

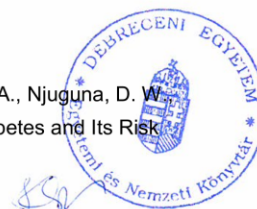
Doktori Iskola: Egészségtudományok Doktori Iskola

### A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

1. **Lovas, S.**, Varga, O., Loney, T., Ádám, B.: Chemical pollutants in closed environments of transportation and storage of non-dangerous goods - Insufficient legislation, low awareness, and poor practice in Hungary.  
*Int. J. Environ. Health Res.* 6, 1-18, 2022.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/09603123.2022.2035325>  
IF: 4.477 (2021)
2. **Lovas, S.**, Nagy, K., Sándor, J., Ádám, B.: Presumed Exposure to Chemical Pollutants and Experienced Health Impacts among Warehouse Workers at Logistics Companies: a Cross-Sectional Survey.  
*Int. J. Environ. Res. Public Health.* 18 (13), 1-14, 2021.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18137052>  
IF: 4.614

### További közlemények

3. Mahrouseh, N., **Lovas, S.**, Njuguna, D. W., Nellamkuzhi, N. J., Soares, A. C. A., Sackey, W. E., Irawan, A. S., Varga, O.: How the European Union legislations are tackling the burden of diabetes mellitus: a legal surveillance study.  
*Front. Public Health.* 10, 1-12, 2022.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2022.1002265>  
IF: 6.461 (2021)
4. **Lovas, S.**, Mahrouseh, N., Bolaji, O. S., Nellamkuzhi, N. J., Soares, A. C. A., Njuguna, D. W., Varga, O.: Impact of Policies in Nutrition and Physical Activity on Diabetes and Its Risk Factors in the 28 Member States of the European Union.  
*Nutrients.* 13 (10), 1-17, 2021.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/nu13103439>  
IF: 6.706





5. Nagy, K., Duca, R. C., **Lovas, S.**, Creta, M., Scheepers, P. T. J., Godderis, L., Ádám, B.:  
Systematic review of comparative studies assessing the toxicity of pesticide active ingredients and their product formulations.  
*Environ. Res.* 181, 1-19, 2020.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2019.108926>  
IF: 6.498
6. Ádám, B., **Lovas, S.**, Ádány, R.: Use of Genomic Information in Health Impact Assessment is Yet to Come: a Systematic Review.  
*Int. J. Environ. Res. Public Health.* 17 (24), 1-13, 2020.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph17249417>  
IF: 3.39

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora: 32,146**

**A közlő folyóiratok összesített impakt faktora (az értekezés alapjául szolgáló közleményekre):  
9,091**

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudományometriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2022.12.07.



## **Köszönetnyilvánítás**

Szeretném megköszönni témavezetőmnek, Dr. Ádám Balázsnak, hogy elvállalta a témavezetésemet és bizalmat szavazott nekem. Az elmúlt évek során olyan tudással és tapasztalatokkal látott el, amelyek eredményeként mára már biztosan tudom, hogy életem egyik legnagyobb lehetősége volt a vele való közös munka megkezdése. Pontos, precíz, minden részletre kiterjedő és mindig objektív szakmai iránymutatása eredményeként nem csak a doktori értekezésem készülhetett el, de az általa biztosított tudásnak köszönhetően én magam is jobb szakemberre váltam.

Szeretném kifejezni köszönetemet és nagyrabecsülésemet Prof. Dr. Ádány Rózának, Prof. Dr. Balázs Margitnak, valamint Prof. Dr. Sándor Jánosnak, hogy lehetőséget teremtettek számomra a kutatásom megvalósítására, továbbá azt, hogy olyan időkben is mellettem álltak, amikor nagy szükségem volt a helyes iránymutatásra. Az Ő tudásuk és tapasztalataik nem csak a tudományos világban, de a magánéletben is jelentős hatással bírtak rám.

Köszönettel tartozom Prof. Dr. Kósa Karolinának, hogy a Kar akkori dékánjaként támogatta a doktori tanulmányaim folytatását és közreműködött a kialakult helyzet adekvát kezelésében.

Köszönöm Prof. Dr. Sándor Jánosnak, Dr. Nagy Károlynak, Dr. Varga Orsolya Editnek és Dr. Tom Loneynak, hogy közreműködtek az értekezésem alapjául szolgáló közlemények elkészítésében és hozzájárultak azok szakmai színvonalának emeléséhez.

Köszönettel tartozom a Magyarországi Logisztikai Szolgáltató Központok Szövetségének a kutatásunk során nyújtott támogatásukért, a vizsgálatunkban részt vevő szakemberek támogató hozzáállásáért, valamint a kérdőívünket kitöltő munkavállalóknak, hogy időt szántak a vizsgálatra és megosztották velünk tapasztalataikat.

Külön köszönettel tartozom a European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA) munkatársainak, akiknél a disszertációírás utolsó hónapjait töltöttem gyakornokként Bilbaoban, Spanyolországban, hogy végig türelemmel, megértéssel és támogatással voltak felém a munkám mellett a doktori értekezéssel összefüggő elfoglaltságaimmal kapcsolatosan.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm a családomnak és a barátaimnak a doktori tanulmányaim során nyújtott lelki támogatást és türelmet, mely türelemre sokszor nagy szükségük volt, ahogy nekem a támogatásukra és a mindig pozitív visszajelzéseikre.

A kutatás a „Debrecen Venture Catapult Program” EFOP-3.6.1-16-2016-00022 azonosítószámú projekt segítségével valósult meg.