

# **Rizika přepravy radioaktivního materiálu používaného ve zdravotnictví**

Kateřina Grešová

---

Bakalářská práce  
2015



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav krizového řízení

akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina Grešová**  
Osobní číslo: **L12032**  
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Ovládání rizik**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Rizika přepravy radioaktivního materiálu  
používaného ve zdravotnictví**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na zadané téma.
2. Posudte současný stav realizace přeprav radioaktivního materiálu v oblasti zdravotnictví.
3. Analyzujte vybraná rizika při přepravě radioaktivního materiálu v oblasti zdravotnictví prostředky silniční dopravy.
4. Charakterizujte redukci vybraných rizik při přepravě radioaktivního materiálu v oblasti zdravotnictví.

Rozsah bakalářské práce: 64 stran  
Rozsah příloh: 4 strany  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] MÁLEK, Zdeněk a Miroslav TOMEK. Logistika přeprav nebezpečných věcí. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011. ISBN 978-80-7454-131-5.

[2] ŠEFČÍK, Vladimír. Analýza rizik. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. ISBN 978-80-7318-696-8.

[3] TARTAINI, Petr. Přeprava infekčních látek a dalších nebezpečných věcí ve zdravotnictví. Rožnov pod Radhoštěm: ROVS Rožnovský vzdělávací servis s.r.o., 2006.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Miroslav Tomek, Ph.D.**  
Ústav ochrany obyvatelstva  
Datum zadání bakalářské práce: **6. února 2015**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2015**

V Uherském Hradišti dne 20. února 2015

  
doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.  
*děkan*



  
Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

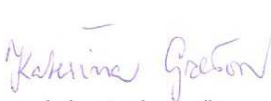
### **Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v archivu Fakulty logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval/a samostatně a použitou literaturu jsem citoval/a. V případě publikace výsledků budu uveden/a jako spoluautork/a.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

V Uherském Hradišti dne 30.4.2015 .....

  
podpis studenta/ky

## **ABSTRAKT**

GREŠOVÁ, Kateřina: Rizika přepravy radioaktivního materiálu používaného ve zdravotnictví. [Bakalářská práce]. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta logistiky a krizového řízení; Ústav krizového řízení.

Vedoucí: doc. Ing. Miroslav Tomek, Ph.D. Stupeň odborné kvalifikace: Bakalář (Bc.) v programu: Procesní inženýrství, studijní obor: Ovládání rizik. Zlín: FLKŘ UTB, 2015, 68 s.

Bakalářská práce se zabývá problematikou rizik vyplývajících z přepravy radioaktivního materiálu používaného ve zdravotnictví a návrhem na jejich minimalizaci s využitím vybraných metod analýzy rizik. Práce se skládá z teoretické a praktické části. V teoretické části je řešena problematika významu a použití radioaktivního materiálu v oblasti zdravotnictví, vlivu rizik přepravy vybraných druhů na zdraví a život člověka a analýza současných právních předpisů, které souvisejí s přepravou radioaktivního materiálu používaného ve zdravotnictví.

Cílem práce v praktické části je orientace na technologie přepravy vybraných druhů radioaktivního materiálu používaného ve zdravotnictví, posouzení bezpečnosti při přepravě včetně minimalizace rizik.

Klíčová slova:

Bezpečnost, materiál, přeprava, radioaktivita, riziko, zdravotnictví.

## **ABSTRACT**

GRESOVA, Katerina: Risks of Transport of Radioactive Material Used in Health Care. [the Bachelor work]. Tomas Bata University in Zlin. Faculty of Logistics and Crisis Management; Institute for Crisis Management.

The Leader: doc. Ing. Miroslav Tomek, Ph.D. The Level of Professional Qualification: The Bachelor (Bc.) in a Programme: The Process Engineering, The Field of Study: The Risk Control. Zlin: FLKR UTB, 2015, 68 pages.

This thesis deals with issues of risks arising from transport of radioactive material used in health care and suggestion for their minimizing with usage of selected methods of risk analysis. The thesis contains a theoretical and a practical part. The theoretical part deals with significance of radioactive material usage in health care, influence of transport risks on health and life of humans and analysis of current law which is related to the transport of radioactive material used in health care.

The target of the practical part of this thesis is orientation to transport technologies given kinds of radioactive material used in health care, assessment of safety during the transport including minimizing the risks.

Keywords:

Safety, material, transport, radioactivity, risk, health.

## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala zejména vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Miroslavu Tomkovi, Ph.D. za poskytnuté informace, odborné rady, metodické vedení a čas, který mi věnoval na konzultacích.

Velké poděkování za cenné informace, jenž mi byly nápomocné při řešení dané problematiky a drahocenný čas, patří také primáři MUDr. Jaromíru Bernátkovi z Krajské nemocnice T. Bati, a. s. ve Zlíně, panu Ing. Janu Vokurkovi z Nemocnice ve Znojmě, paní Bc. Lence Ullmanové z Fakultní nemocnice v Ostravě, panu Mgr. Václavu Říčnému ze Slezské nemocnice v Opavě, p. o. a panu Ing. Petru Tartainiovi, bezpečnostnímu poradci pro přepravu nebezpečných věcí po silnici a nakládání s vysoce toxickými látkami ze Střediska ochrany zdraví a ekologie v Bohumíně.

*Motto:*

*„I v našem životě může někdy platit, že útek znamená záchranu“.*

*Josef Hrdlička, 2015*

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>1 CÍL A METODY ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE</b> .....	<b>10</b>
1.1 CÍL PRÁCE .....	10
1.2 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....	10
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>2 PRÁVNÍ PŘEDPISY A ZÁKLADNÍ POJMY</b> .....	<b>13</b>
2.1 POSOUZENÍ SOUČASNÝCH PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ PRO ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNÉ PŘEPRAVY RADIOAKTIVNÍHO MATERIÁLU POUŽÍVANÉHO VE ZDRAVOTNICTVÍ .....	13
2.2 ZÁKLADNÍ POJMY Z OBLASTI PŘEPRAVY A RADIAČNÍ BEZPEČNOSTI .....	15
<b>3 RADIOAKTIVNÍ MATERIÁL POUŽÍVANÝ V OBLASTI ZDRAVOTNICTVÍ A ZÁSAHOVÉ POSTUPY V PŘÍPADĚ HAVÁRIE VOZIDLA</b> .....	<b>17</b>
3.1 RADIOAKTIVNÍ MATERIÁL POUŽÍVANÝ V OBLASTI NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY .....	19
3.2 VÝZNAM RADIOFARMAK PRO ZÁCHRANU ŽIVOTA A ZDRAVÍ ČLOVĚKA .....	22
3.3 MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI A ZÁSAHOVÉ POSTUPY PŘI HAVÁRII VOZIDLA .....	23
<b>4 PŘEPRAVA RADIOAKTIVNÍHO MATERIÁLU POUŽÍVANÉHO VE ZDRAVOTNICTVÍ</b> .....	<b>26</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>27</b>
<b>5 POSOUZENÍ RIZIK PŘI PŘEPRAVĚ RADIOAKTIVNÍHO MATERIÁLU VE ZDRAVOTNICTVÍ</b> .....	<b>28</b>
5.1 DODAVATELSKÉ FIRMY ZAJIŠŤUJÍCÍ PŘEPRAVU .....	28
5.2 TECHNOLOGIE BEZPEČNÉ PŘEPRAVY RADIOAKTIVNÍHO MATERIÁLU .....	30
5.3 IDENTIFIKACE RIZIK SPOJENÝCH S PŘEPRAVOU RADIOAKTIVNÍHO MATERIÁLU POMOCÍ ISHIKAWOVÝCH DIAGRAMŮ .....	31
5.4 POSOUZENÍ RIZIK PŘI PŘEPRAVĚ RADIOAKTIVNÍHO MATERIÁLU .....	37
<b>6 ZÁSADY A DODRŽOVÁNÍ PRAVIDEL PRO ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNÉ PŘEPRAVY</b> .....	<b>44</b>
6.1 POKYNY PRO PŘEPRAVU OTEVŘENÝCH RADIONUKLIDOVÝCH ZÁŘIČŮ .....	44
6.2 PŘEPRAVA Z MÍSTA SKLADOVÁNÍ DO OBJEKTU ZDRAVOTNICKÉHO ZAŘÍZENÍ .....	46
6.3 NEBEZPEČÍ VYPLÝVAJÍCÍ Z PŘEPRAVY S VYUŽITÍM SWOT ANALÝZY.....	47
6.3.1 Minimalizace nebezpečí rizik hrozících při přepravě radioaktivního materiálu.....	53
6.3.2 Vlastnosti používaných obalových materiálů .....	55
6.4 NÁVRH OPATŘENÍ NA ZKVALITNĚNÍ PŘEPRAVY RADIOAKTIVNÍHO MATERIÁLU .....	56
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>58</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>59</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>61</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>62</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>63</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>64</b>



## ÚVOD

Problematika přepravy radioaktivního materiálu (dále jen „RM“) pro zdravotnické účely je poněkud složitější proces, skrývající v sobě různá úskalí. Přeprava nebezpečného materiálu třídy 7 se značným způsobem liší od jiných druhů přepravy. Řídí se obecně stanovenými a platnými předpisy, které náleží Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (dále jen "Dohoda ADR"). Přísným dodržováním těchto nezbytných pravidel a také zajištěním zejména bezpečnostních, přepravních, provozních a v neposlední řadě i technologických opatření se předejde vzniku hrozícího nebezpečí či nepředvídatelné mimořádné události (dále jen „MU“).

V řadě nemocnic se jedná především o přepravu elučních generátorů  $^{99m}\text{Tc}$  -  $^{99}\text{Mo}$  a  $^{81m}\text{Kr}$  -  $^{81}\text{Rb}$ , dále pak radiofarmak značených izotopy  $^{131}\text{I}$ ,  $^{111}\text{In}$ ,  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{67}\text{Ga}$ ,  $^{51}\text{Cr}$  a beta zářičů určených k paliativní léčbě  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ ,  $^{186}\text{Re}$  (Příloha 1).

Ve zdravotnictví se především používá eluát  $^{99m}\text{Tc}$  získávaný elucí z Mo/Tc generátorů, v menší míře také  $^{131}\text{I}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{111}\text{In}$  a některé terapeutické zářiče ( $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Y}$ ). Kromě molybdentechneiových generátorů, jenž slouží jako zdroj technecia, jsou zářiče dodávány až na příslušné oddělení distributory, kteří uvedené zářiče prodávají. Zpětným odběrem použitých generátorů vlastními auty se ve větší míře zabývá zlínská společnost M. G. P. spol. s r. o., která má s touto činností bohaté zkušenosti. Přeprava může být organizována i tak, že se generátor pošle dodavatel vlakem na konkrétní nádraží, odkud si pak nemocnice zajišťuje přepravu sama.

Bakalářská práce se skládá z teoretické a praktické části. Obsahem první kapitoly je specifikace hlavního a následných dílčích cílů bakalářské práce a jsou zde definovány příslušné metody analýzy rizik (Ishikawovy diagramy, SWOT analýza a využití rozhodovací analýzy), jenž jsou zaměřené na konkrétní oblasti vzniku rizik. Současné právní předpisy a normy pojednávající o bezpečné manipulaci s RM pro zdravotnické účely, jejichž dodržování značně snižuje rizika související s přepravou RM a také základní pojmy, které se vztahují k oblasti přepravy RM jsou náplní druhé kapitoly. Předposlední kapitola teoretické části pojednává o tom, jaký RM se v oblasti zdravotnictví používá - rozdělení látek, jaký má význam pro záchranu života a zdraví člověka a vliv jeho rizik na životní prostředí (dále jen "ŽP"). Čtvrtá a pátá kapitola se zabývají otázkami, jaké firmy v České republice (dále jen "ČR") zajišťují jeho přepravu, co se musí zabezpečit a respektovat při přepravě z místa skladování až do objektu zdravotnického zařízení.

# 1 CÍL A METODY ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Bakalářská práce s názvem „Rizika přepravy radioaktivního materiálu používaného ve zdravotnictví“ je zaměřena na posouzení rizik, jejich eliminaci a tím i zvýšení bezpečnost přepravy RM používaného ve zdravotnictví.

## 1.1 Cíl práce

Hlavním cílem bakalářské práce je posouzení rizik přepravy RM používaného ve zdravotnictví a s využitím vhodných metod analýzy rizik návrh na jejich minimalizaci.

Pro splnění tohoto cíle jsem si stanovila následující dílčí cíle:

- posouzení současného stavu realizace přeprav RM v oblasti zdravotnictví včetně zabezpečení bezpečnosti právními předpisy,
- posouzení bezpečnosti při přepravě RM používaných ve zdravotnictví včetně identifikace nebezpečí, které může nastat a jejich vliv rizik na člověka a ŽP,
- minimalizace rizik a vytvoření možného návrhu technických a organizačních opatření, který by měl přispět ke zvýšení bezpečnosti a prevenci před únikem nebezpečných látek a minimalizování hrozících rizik.

Pro co nejlepší naplnění cílů jsem se rozhodla požádat o informace Ministerstvo zdravotnictví ČR, Státní úřad pro jadernou bezpečnost a akciovou společnost ENVIFORM (Příloha 2 - 4). Bohužel poskytnuté informace byly jen obecného charakteru, které mi při naplnění cílů práce nepomohly.

## 1.2 Zvolené metody zpracování bakalářské práce

Při řešení bakalářské práce použiji k provedení analýzy rizik metodu zvanou **Ishikawův diagram**, která je také označována jako analýza příčin a následků problémů nebo běžně diagram rybí kosti. Jedná se o jednoduchou a přehlednou grafickou metodu vyjádření příčin problémů. Tuto metodu použiji na porovnání faktorů technických, okolí nemocnice a rizika, jež mohou vzniknout lidským selháním s důrazem na hlavní oblasti sehrávající důležitou roli při přepravě RM používaného ve zdravotnictví t. j. přepravovaný RM, obal tohoto RM, vozidlo, řidič vozidla a personál oddělení nukleární medicíny (dále jen "ONM").

Při zpracovávání Ishikawových diagramů jsem čerpala zejména z pravidel Dohody ADR, dále z poskytnutých informací od vybraných nemocničních zařízení a nemohu opomenout ani vlastní poznatky, na základě pozorování, kterých jsem nabyla navštívením Krajské nemocnice T. Bati, a. s. ve Zlíně a společnosti M. G. P. spol. s r. o.

Vzhledem ke své univerzálnosti nachází tato metoda uplatnění v oblasti kvality při hledání příčin nekvality, ale také v oblasti rizik či řešení problémů, kdy se systematicky hledají jejich možné příčiny a znázorňují se formou rybí kostry. Příčiny se většinou hledají v základních dimenzích. Mezi typické dimenze používané ve výrobě patří příčiny způsobené lidmi, pravidly, směrnici, legislativou či normami, zařízeními jako jsou stroje, počítače, nářadí a nástroje, vady materiálů, nevhodné nebo špatně zvolené měření, nesprávné řízení a údržba. [6]

Další metodou uplatněnou v této bakalářské práci bude **analýza SWOT** s následným využitím rozhodovací analýzy a výsledkem vyjádřeným graficky. Jedná se vlastně o přehlednou grafickou formu analýzy rizika, zpracovanou ve formě tabulky se čtyřmi kvadranty v níž popíši přednosti (silné stránky a příležitosti) a nedostatky (slabé stránky a hrozby).

V rámci SWOT analýzy důraz položím na přípravu řidičů, kteří realizují přepravy RM používaného ve zdravotnictví, složky provádějící dozor při přepravě RM a z toho vyplývající význam bezpečnostního dozoru ze strany Policie ČR a dalších složek Integrovaného záchranného systému (dále jen "IZS").

Kromě výše zmíněných metod jsem v práci použila také **metodu pozorování a srovnávání**. Vlastní poznatky jsem získala navštívením Krajské nemocnice T. Bati, a. s. ve Zlíně a společnosti M. G. P. spol. s r. o. Dále jsem provedla srovnání používaného radioaktivního materiálu v několika vybraných nemocnicích.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 2 PRÁVNÍ PŘEDPISY A ZÁKLADNÍ POJMY

Každý stát, stejně tak i ČR věnuje otázce zajištění bezpečnosti velkou pozornost. Byla přijata celá řada opatření, jež jsou zakotvené v základních právních předpisech, resp. příslušných zákonech a vyhláškách. Tyto předpisy je možné upravovat na základě nových poznatků v oblasti bezpečné přepravy nebezpečných věcí (dále jen "NV").

Rostoucí objem RM používaných ve zdravotnictví s sebou přináší skutečnost existence stoupajících požadavků pojednávajících o bezpečné manipulaci při přepravě tohoto materiálu do zdravotnických zařízení resp. na ONM. V práci jsem se zaměřila na přepravu, při níž se využívá silniční doprava, která patří mezi činnosti se zvýšenou mírou rizika, a proto musí být kladen důraz na zajištění bezpečnosti s pokud možno co nejrychlejší dobou doručení bez zbytečného prodlení. Tento druh přepravy se vzhledem ke svým specifikám značným způsobem liší od jiných způsobů přepravy, tudíž je při její realizaci potřebné provést několik konkrétních opatření, ať už bezpečnostních, provozních či technologických a zajistit tak maximální bezpečnost s důrazem na ochranu zdraví zainteresovaných osob při vlastní přípravě a realizaci, ŽP a předejít vzniku nepředvídané MU, jež může vlivem nepozornosti nastat a dosáhnout katastrofických rozměrů. Jedná se například o únik nebezpečné látky, zneužití či zničení při havárii, odcizení apod.

### 2.1 Posouzení současných právních předpisů pro zajištění bezpečné přepravy radioaktivního materiálu používaného ve zdravotnictví

Nakládání s radioaktivními látkami se v ČR řídí platnými právními předpisy. Na plnění požadavků radiační ochrany dohlíží **Státní úřad pro jadernou bezpečnost**<sup>1</sup> (dále jen "SÚJB"), na jejichž internetových stránkách [www.sujb.cz](http://www.sujb.cz) je uvedený seznam všech subjektů, kteří provádějí přepravu na základě povolení, jenž SÚJB dle platných norem uděluje a mimo jiné také právní zabezpečení problematiky ionizujícího záření.

---

<sup>1</sup> Státní úřad pro jadernou bezpečnost - Senovážné náměstí 9, 110 00 Praha 1, tel.: +420 221 624 111, fax.: +420 221 624 396, IČ 48136069

K nejdůležitějším právním předpisům lze zařadit:

- Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon upravuje:
  - způsob využívání jaderné energie a ionizujícího záření a podmínky vykonávání činností souvisejících s využíváním jaderné energie a činností vedoucích k ozáření,
  - systém ochrany osob a životního prostředí před nežádoucími účinky ionizujícího záření,
  - povinnosti při přípravě a provádění zásahů vedoucích ke snížení přírodního ozáření a ozáření v důsledku radiačních nehod,
  - zvláštní požadavky pro zajištění občanskoprávní odpovědnosti za škody v případě jaderných škod,
  - podmínky zajištění bezpečného nakládání s radioaktivními odpady,
  - výkon státní správy a dozoru při využívání jaderné energie, při činnostech vedoucích k ozáření a nad jadernými položkami; [3]
- Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě;
- Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy;
- Zákon č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování;
- Zákon č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách;
- Zákon č. 374/2011 Sb., o zdravotnické záchranné službě;
- Vyhlášku č. 64/1987 Sb., o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (Dohoda ADR), ve znění pozdějších předpisů; [2]
- Vyhlášku č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně;
- Vyhlášku č. 317/2002 Sb., o typovém schvalování obalových souborů pro přepravu, skladování a ukládání jaderných materiálů a radioaktivních látek, o typovém schvalo-

vání zdrojů ionizujícího záření a o přepravě jaderných materiálů a určených radioaktivních látek (o typovém schvalování a přepravě). [16]

## 2.2 Základní pojmy z oblasti přepravy a radiační bezpečnosti

Při silniční přepravě látek třídy 7, tzn. i přepravě RM používaných ve zdravotnictví, podléhá tento vcelku obsáhlý a složitý proces přísným pravidlům, které vyplývají z příslušných právních předpisů. V případě likvidace následků havárií, kdy může ojediněle dojít k úniku NV, je důležité znát jednotnou terminologii, jež vychází z platných právních předpisů a definovat široké spektrum odborných pojmů. K těm nejdůležitějším základním pojmům, je možno zařadit:

- **člen osádky vozidla** je řidič nebo jakákoli jiná osoba doprovázející řidiče z bezpečnostních, zabezpečovacích, výcvikových nebo provozních důvodů; [4]
- **dávková intenzita** je odpovídající velikost dávky vyjádřená v milisievertech za hodinu; [4]
- **dopravce** je podnik, který provádí přepravu podle nebo bez přepravní smlouvy; [4]
- **dopravní prostředek** pro přepravu po silnici nebo po železnici je vozidlo nebo železniční vůz; [4]
- **index kritické bezpečnosti** bývá přidělený kusu, přepravnímu obalovému souboru nebo kontejneru se štěpnými látkami; je to číslo, pomocí kterého se omezuje nahromadění kusů, přepravních obalových souborů nebo kontejnerů obsahujících štěpné látky; [4]
- **individuální ochrana** zahrnuje materiální a organizační opatření, která chrání osoby před účinky nebezpečných chemických, radioaktivních nebo biologických látek; [3]
- **jadernou bezpečností** se rozumí stav a schopnost jaderného zařízení a osob obsluhujících jaderné zařízení zabránit nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce nebo nedovolenému úniku radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do životního prostředí a omezovat následky nehod; [3]
- **kontejnmentový systém** je soubor částí obalu specifikovaný konstruktérem, který má zabránit unikání radioaktivních látek během přepravy; [4]

- **nakládce** je podnik, který nakládá balené NV, malé kontejnery nebo přemístitelné cisterny do vozidla nebo do kontejneru či nakládá kontejner, kontejner pro volně ložené látky, cisternový kontejner nebo přemístitelnou cisternu na vozidlo; [4]
- **nákladní dopravní (přepravní) jednotka** je vozidlo, kontejner, cisternový kontejner či přemístitelnou cisternu; [4]
- **odpady** jsou látky, roztoky, směsi nebo předměty, které nemohou být používány jako takové, avšak přepravují se pro další zpracování, uložení na skládce nebo likvidaci spaláním či jinými disponibilními metodami; [4]
- **přeprava** je přemístění NV, včetně zastávek nezbytných vzhledem k dopravním podmínkám a včetně všech dob, po které jsou nebezpečné věci uloženy ve vozidlech, cisternách nebo v kontejnerech a které jsou nezbytné vzhledem k provozním podmínkám před, během a po přemístění; [4]
- **přepravní index** je číslo, kterého se používá ke kontrole expozice záření; [4]
- **přepravní obalový soubor** je vnější obalový prostředek používaný jedním odesílatelem v případě třídy 7 obsahující jeden nebo více kusů pevně spojených do jedné manipulační jednotky pro usnadnění manipulace a uložení při přepravě; [4]
- **radiační ochrana** je systém technických a organizačních opatření vedoucích k omezení ozáření fyzických osob a k ochraně životního prostředí; [3]
- **radioaktivní látka** je jakákoliv látka, která obsahuje jeden nebo více radionuklidů a jejíž aktivita nebo hmotnostní aktivita je z hledisek radiační ochrany nezanedbatelná; [3]
- **radioaktivní obsah** jsou to radioaktivní látky spolu se všemi kontaminovanými nebo aktivovanými tuhými látkami, kapalinami a plyny uvnitř obalu; [4]
- **riziko** je kvantitativní a kvalitativní vyjádření ohrožení, vyjadřující míru a stupeň hrožení, je to výsledek aktivace určitého nebezpečí, která vyústí v negativní následek, škodu; [17]
- **vykládce** je podnik, který snímá kontejner, kontejner pro volně ložené látky, cisternový kontejner či přemístitelnou cisternu z vozidla nebo vykládá balené nebezpečné věci, malé kontejnery nebo přemístitelné cisterny z vozidla nebo kontejneru. [4]



### 3 RADIOAKTIVNÍ MATERIÁL POUŽÍVANÝ V OBLASTI ZDRAVOTNICTVÍ A ZÁSAHOVÉ POSTUPY V PŘÍPADĚ HAVÁRIE VOZIDLA

Dopady radiace na člověka a účinek záření (Tabulka 1) můžeme hodnotit pomocí jednotky **Sievert (Sv)**. Jeden Sv je taková absorbovaná dávka, která při jakémkoliv typu ionizujícího záření vyvolá v organické látce stejný biologický účinek. Starší jednotkou dávkového ekvivalentu byl rem, přičemž  $1 \text{ rem} = 0,01 \text{ Sv}$ . [13]

Pokud nejsou překročeny uvolňovací úrovně stanovené prováděcím právním předpisem nebo rozhodnutím SÚJB, lze radioaktivní odpady, radioaktivní látky a předměty nebo zařízení obsahující radionuklidy nebo jimi kontaminované uvádět do ŽP bez předchozího povolení příslušné organizace; z hledisek radiační ochrany se dále nesledují a nakládá se s nimi, jako by radioaktivní nebyly.

V případě, kdy obsah radionuklidů nebo znečištění radionuklidy přesahuje uvolňovací úrovně, je možné radioaktivní odpady a jiné látky, předměty nebo zařízení obsahující radionuklidy nebo jimi kontaminované uvést do ŽP pouze na základě povolení podle § 9 odst. 1 písm. h).

Pokud povolení k uvádění látek do ŽP vydává ministerstvo zdravotnictví nebo jiný správní úřad podle zvláštních předpisů a jedním z hledisek pro vydání povolení je obsah radionuklidů, je závazným podkladem k vydání povolení souhlas příslušné organizace. [3]

Tabulka 1 - Účinky radiace na lidské zdraví

Dávka radiace	Lékařské vyšetření/popis	Postižené orgány	Dopady na lidský organismus	Poznámka
0,01 mSv	Zubní rentgen	Štítná žláza	Při jaderných nehodách se uvolňuje nestabilní izotop - jód 131. Ukládá se ve štítné žláze, kde může způsobit rakovinu.	Bezpečné hodnoty záření, při kterých nedochází k poškození organismu.
0,1 mSv	Dávka při 10 hodinovém letu ve výšce 10 km			
0,2 - 0,6 mSv	Mamografie			
2 - 4 mSv	Přirozené záření v přírodě			
6 - 10 mSv	CT vyšetření hrudníku			
2 - 11 mSv	CT vyšetření páteře			
10 - 18 mSv	Rentgen střev			
20 mSv/rok	Limit stanovený pro práci osob v kontaminovaném prostředí v Evropě			
250 mSv	Prokazatelné změny krevního obrazu	Krev	Při ozáření od 200 mSv nemají postižení zpočátku žádné viditelné potíže. Přesto dochází ke ztrátě červených a bílých krvinek (imunitní systém). Riziko infekce tak výrazně stoupá.	Částečné či extrémně vysoké nebezpečí, za účinku vlivu radiace, na lidské tělo.
1 000 mSv	Kritická dávka (výskyt radiačního poškození)	Pohlavní orgány	Ozáření od 500 mSv může způsobit dočasnou neplodnost u mužů. U žen způsobuje trvalou neplodnost záření od 2000 mSv.	
3 000 mSv	Trvalé poškození (50 % úmrtnost)	Krev, kůže, vlasy, pohlavní orgány, zažívací trakt	Záření od 3000 mSv ničí krevní destičky, krev se přestává srážet. Postižení krvácejí z úst a pod kůži. Ozáření silně poškozuje kůži. Ta nejprve rudne, pak se rozpouští. Může dojít k silnému vypadávání vlasů či k poškození tkání, žaludku nebo střev. Problémy se projevují nevolností, zvracením a průjmami.	
6 000 mSv	Dávka, po které ozáření pracovníci v Černobylu zemřeli během několika měsíců	Kostní dřeň	Ozáření nad 6000 mSv těžce poškozuje kostní dřeň. Ta přestává produkovat krev.	
7 000 mSv	Smrtelná dávka (100 % úmrtnost)	Srdce	Poškozuje tepny a může vést k okamžité zástavě srdce.	Životu nebezpečné!!!

[Zdroj: autorka]

### 3.1 Radioaktivní materiál používaný v oblasti nukleární medicíny

Obor nukleární medicíny zastřešuje poměrně široké spektrum činností, pro které je společným jmenovatelem využívání radionuklidů v medicíně. Zahrnuje tak:

- diagnostiku metodami in vivo (zobrazovací metody),
- diagnostiku metodami in vitro (laboratorní metody),
- léčbu pomocí radionuklidů.

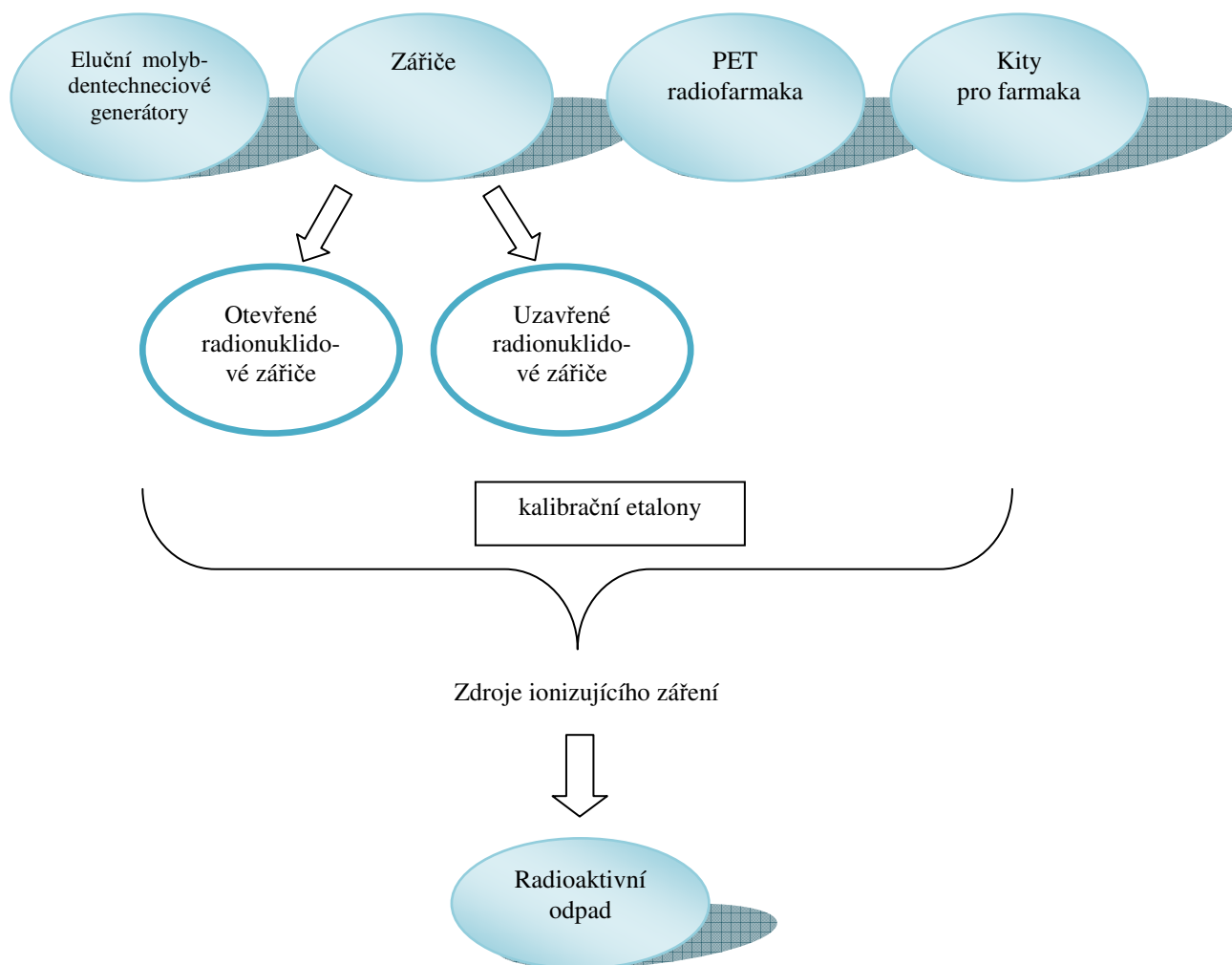
Nukleárně medicínské služby jsou poskytovány na vysoce specializovaných zdravotnických pracovištích, která jsou stavebně, přístrojově i personálně vybavena pro bezpečné nakládání s otevřenými radionuklidovými zářiči a pro individuální přípravu léčivých přípravků. Tato pracoviště jsou pod dohledem **SÚJB** a **Státního ústavu pro kontrolu léčiv**<sup>2</sup> (dále jen "SÚKL"). Radionuklidové zářiče využívá nejen obor nukleární medicíny, ale také radioterapie či jiné lékařské odvětví. Zajištění chodu pracovišť nukleární medicíny je pravděpodobně nejsložitějším ze všech lékařských oborů, neboť musí být naplněny zákonné požadavky kladené na běžná ambulantní a/nebo lůžková zdravotnická zařízení a zároveň na pracoviště s otevřenými zdroji ionizujícího záření, taktéž na lékárenské provozy a musí být splněny požadavky kladené na vzdělání a specializaci pracovníků v mnoha různých profesích nezbytných pro chod pracoviště (specializovaní lékaři, imunoanalytici, farmaceuti, fyzici, radiologičtí a zdravotní laboranti, všeobecné sestry atd.). [1]

Ve zdravotnických zařízeních, konkrétně na pracovištích s názvem Oddělení lékařské fyziky a radiační ochrany nebo také častěji nazývaných jako ONM, dochází odpovědnými osobami, tj. radiofarmaceuty eventuálně fyziky, k manipulaci a využívání celé řady radioaktivních látek a materiálů sloužících k léčebným účelům (Obrázek 1).

Na klinikách nukleární medicíny se rutinně využívá ionizujícího záření k diagnostice a léčbě pacientů. Zejména se zde pracuje s poměrně velkým množstvím radionuklidů ve formě **otevřených zářičů / radiofarmak** - léčiva značená radioaktivní látkou, která se aplikují pacientům. Pro terapeutické účely je nejvíce využíváno radiojód - <sup>131</sup>I pro léčbu štítné žlázy a pro diagnostické účely metastabilní technecium - <sup>99m</sup>Tc společně s <sup>18</sup>F.

---

<sup>2</sup> Státní ústav pro kontrolu léčiv - Šrobárova 48, 100 41 Praha 10, tel.: +420 272 185 111, fax.: +420 271 732 377



Obrázek 1 - Schéma členění RM používaného ve zdravotnictví [Zdroj: autorka]

V lékařství se také hojně využívají ke zkušebním a kalibračním účelům u přístrojů tzv. **uzavřené radionuklidové zářiče**. Z uzavřených zářičů se nejčastěji používají  $^{137}\text{Cs}$ . Například do Fakultní nemocnice v Olomouci na brachyterapeutickou jednotku Onkologické kliniky je dodáváno  $^{192}\text{Ir}$  ve formě uzavřeného zářiče.

Kromě výše zmíněného se k medicínským účelům využívá ještě množství kalibračních etalonů jako např.  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{68}\text{Ge}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ .

Další velkou skupinou RM používaného ve zdravotnictví jsou radioaktivní odpady. Nakládání s nimi se řídí atomovým zákonem. Tyto odpady je možno rozdělit podle zdrojů radioaktivního záření na otevřené a uzavřené. Zařazují se zde veškeré odpady z radiodiagnostických a radioterapeutických pracovišť nukleární medicíny, radiologických oddělení a výzkumných pracovišť.

Nakládání s nebezpečnými odpady ze zdravotnictví může být příčinou vzniku onemocnění nebo poranění. Riziko vyplývá z možných nebezpečných vlastností odpadu, který obsahuje především infekční agens, genotoxické látky, toxické chemické látky nebo nepoužitelná léčiva, radioaktivní látky a ostré předměty. Odpad může ohrozit pacienty, zdravotnický personál, pomocný personál i personál, který se zabývá shromažďováním, přepravou a odstraněním odpadu. Muže ohrozit veřejné zdraví i ŽP. Ohrožení není možno posuzovat obecně, ale vždy je nutno vycházet ze specifických podmínek konkrétního zdravotnického zařízení. Největší riziko souvisí vždy s nakládáním s infekčními nebo toxickými odpady a ostrými předměty. Základním předpokladem minimalizace zdravotních a environmentálních rizik v celém cyklu nakládání s odpady je řízený způsob nakládání v jednotlivých krocích, a to od třídění odpadu v místě jeho vzniku (odděleného shromažďování odpadu), až po jejich bezpečné odstranění. Mezi hlavní cíle bezpečného nakládání s odpady patří nutnost třídění nebezpečných odpadů od ostatních, které nevyžadují zvláštní způsob nakládání a odstranění. Riziko odpadu ze zdravotnictví se snižuje s přijetím kompletního a bezpečného systému třídění, sběru, přepravy, shromažďování a odstranění. Současně tím dochází ke snížení nákladu na úpravu a odstranění.

Přepřavou nebezpečných odpadů od původce, tj. zdravotnického zařízení do zařízení k nakládání s odpady se rozumí každý vjezd s nákladem obsahujícím nebezpečné odpady ze zdravotnického zařízení na veřejnou komunikaci. Jedná se o odpady uvedené v seznamu nebezpečných odpadů v katalogu odpadů a jakékoliv jiné odpady vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností. V katalogu jsou označeny hvězdičkou a pro účely evidence se označují písmeny „N“. V případě, že odpad vykazuje některou nebezpečnou vlastnost a v katalogu odpadů je uveden jako ostatní odpad, pak pro účely evidence se označuje „O/N“.

Podmínky a postup při přepravě:

- vyplnit Evidenční list pro přepravu nebezpečných odpadů po území ČR (7 kopií),
- povinnost ohlásit přepravu nebezpečných odpadů, která vzniká jejím uskutečněním,
- uskutečnění vlastní přepravy.

Původce, tj. příslušné zdravotnické zařízení, je odesílatel nebezpečných odpadů RM použitých ve zdravotnictví, který vyplní formulář evidenčního listu č. 1 včetně data a hodiny shromáždění odpadu ze zdravotnictví. Ten je potvrzený dopravcem (provozovatelem dopravního prostředku) včetně data a hodiny zahájení přepravy a ponechá si jej pro svoji evi-

denci. List č. 2 zašle původce odpadu obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností a odboru ŽP, příslušnému podle místa zahájení přepravy do 10 dnů od jejího zahájení. Listy č. 3 – č. 7 předá dopravci společně se zásilkou nebezpečného odpadu.

Příjemce odpadu je oprávněná osoba, která po převzetí odpadu do svého vlastnictví zašle doplněný a potvrzený formulář evidenčního listu o převzetí odpadu včetně data a hodiny příjmu do zařízení, list č. 3 obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností, odboru životního prostředí, příslušnému podle místa zahájení přepravy do 10 dnů od jeho převzetí, list č. 4 obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností, odboru ŽP, příslušnému podle místa ukončení přepravy do 10 dnů od jeho převzetí, list č. 5 odesílateli (původci nebezpečných odpadů – zdravotnické zařízení) do 10 dnů od jeho převzetí, list č. 6 zůstává u dopravce pro jeho evidenci a list č. 7 si ponechá pro svoji evidenci.

Účastníci přepravy a konečného odstranění odpadu musí podle vyhlášky dodržet pro odstranění infekčních odpadů maximální dobu mezi jejich shromážděním a odstraněním, která je stanovena pro zimní období na 72 hodin a pro letní období na 48 hodin.

Jedná se o následující subjekty:

- původce nebezpečných odpadů,
- příjemce nebezpečných odpadů, provozovatel zařízení pro konečné odstranění odpadu,
- dopravce nebezpečných odpadů. [5]

### **3.2 Význam radiofarmak pro záchranu života a zdraví člověka**

Radiofarmaka jsou jakékoliv léčivé přípravky obsahující jeden nebo více radionuklidů (radioaktivních izotopů), které se ve zdravotnictví používají k vyšetřovacím a léčebným účelům. Vhodně vybraná radioaktivní látka je vpravena obvykle injekční cestou do lidského organismu, kde po určité době vyvolá zcela specifickou reakci v místě, které je předmětem vyšetření, resp. léčby. Koncentrace radioizotopů a celkové množství radiofarmak je stanoveno vždy tak, aby v žádném případě nemohlo dojít k poškození zdraví pacienta či jeho okolí. Pohyb radiofarmaka v organismu je dán jeho radiochemickou povahou, fyzikálními, chemickými vlastnostmi a způsobem podání. Může se vyskytovat ve formě anorganické či organické látky, bílkoviny, protilátky nebo jako označený krevní element.

V nukleární medicíně se používají pouze uměle vyrobené radionuklidy. Vhodné radiofarmakum je vybíráno na základě distribuce (chování specifické funkce v lidském těle) např. podle vylučování. Radiofarmakum se podává buď intravenózně, inhalací či perorálně. Skládá ze dvou částí: radionuklidu a farmaka (nosiče). Na nosič je navázán vhodný radionuklid. Po podání pacientovi je radiofarmakum distribuováno po těle. V těle pacienta dochází k emisi ionizujícího záření z radiofarmaka. To je zachycováno detektorem gama kamery v blízkém okolí pacientova těla. Výsledný obraz ukazuje fyziologickou funkci dané tkáně nebo orgánu, případně jeho patologické změny. Radiofarmakum je poté z těla vylučováno močí, stolicí, potem, popřípadě jinými mechanismy. [15,16]

### 3.3 Mimořádné události a zásahové postupy při havárii vozidla

Při manipulaci s převáženým RM, který se používá ve zdravotnictví mohou nastat různé mimořádné události, které značným způsobem ohrožují zdraví, resp. život člověka. Vyhlášení a způsobu aktivace MU předchází skutečnost, že každá havárie vozidla převážejícího radioaktivní zářič musí být hlášena orgánům Policie ČR a osobě s přímou odpovědností a zajištění radiační ochrany nebo dohlízející osobě, provádějící soustavný dohled nad radiační ochranou. Ohlášení zabezpečí řidič vozidla telefonicky na příslušné ONM. Zásahové postupy stanoví v časové posloupnosti zásady řešení jednotlivých MU:

- **havárií vozidla s MU I. stupně** se rozumí MU, kdy dojde k poškození obalu otevřeného zářiče a rovněž k nepřípustnému uvolnění radioaktivní látky do prostor vozidla bez ohrožení ŽP. K řešení této události jsou dostačující síly a prostředky ONM. Řešení a řízení MU provádí buď osoba s přímou odpovědností za zajištění radiační ochrany nebo dohlízející osoba vykonávající soustavný dohled nad radiační ochranou. Nejdříve se poskytuje pomoc zraněným osobám. Dojde-li k jejich kontaminaci radioaktivní látkou, provádí se, je-li to možné, dekontaminace podle zásahových postupů vnitřního havarijního plánu. Je nutno zajistit ohraničení místa s kontaminovanou plochou a tím zamezit šíření kontaminace. Dekontaminace vozidla se provádí dle postupů vnitřního havarijního plánu ONM. Radioaktivní zářič, u kterého došlo k porušení obalu a jeho uvolnění, se zabalí do polyetylenového obalu nebo pytle a uloží do místnosti odpadů na oddělení, kde se likviduje dle platného programu monitorování.
- **havárii vozidla s MU II. stupně** je taková MU, kdy dojde k poškození obalu otevřeného zářiče a také k nepřípustnému uvolnění radioaktivní látky do ŽP, která nevyžaduje opatření na ochranu obyvatelstva a ŽP. Řešení a řízení MU provádí osoba s přímou

odpovědností za zajištění radiační ochrany nebo dohlízející osoba provádějící soustavný dohled nad radiační ochranou ve spolupráci se SÚJB. Nejdříve se poskytuje pomoc zraněným osobám. Dojde-li k jejich kontaminaci radioaktivní látkou, provádí se, je-li to možné, dekontaminace dle zásahových postupů vnitřního havarijního plánu. Je nutno zajistit ohraničení místa s kontaminovanou plochou a tím zamezit šíření kontaminace. Dekontaminace vozidla se provádí dle postupů vnitřního havarijního plánu oddělení. Radioaktivní zářič, u kterého došlo k porušení obalu a jeho uvolnění, se zabalí do polyetylenového obalu nebo pytle a uloží do místnosti odpadů na oddělení, kde se likviduje dle monitorovacího programu a provozního řádu. [19]

**Ztráta radioaktivního zářiče** při dopravní nehodě je definovaná jako událost, kdy dojde k odcizení zářiče a to známou či neznámou osobou. Řešení MU provádí osoba s přímou odpovědností za zajištění radiační ochrany nebo dohlízející osoba provádějící soustavný dohled nad radiační ochranou. Událost je neprodleně nahlášena Policii ČR.

Od doby zjištění vzniku a v průběhu MU se v časové posloupnosti zaznamenávají všechny příkazy osoby řešící tuto událost. Dále veličiny, parametry a skutečnosti důležité a rozhodující pro vyhlášení MU. Na základě těchto záznamů se zpracovává protokol o vzniku a průběhu MU. Protokol je předáván SÚJB do 1 měsíce při MU I. a II. stupně. Protokol musí vždy obsahovat:

- zjištěné příčiny vzniku a posouzení závažnosti MU,
- postupy použité při řízení a provádění zásahu,
- hodnocení účelnosti a účinnosti postupů,
- hodnocení následků MU na technologii,
- hodnocení následků MU na zdraví zaměstnanců a dalších osob,
- hodnocení úniku radioaktivních látek do ŽP včetně výsledků monitorování,
- návrh postupu na likvidaci následků,
- návrh opatření na snížení možnosti opětovného výskytu MU. [19]

Záznamy a protokoly o MU se archivují na ONM minimálně 5 let od data vyhlášení MU I. stupně a po dobu 50 let od data vyhlášení MU II. stupně. Co se týká kontroly zajištění havarijní připravenosti, provádí se 1x ročně a je dokladována protokolem, který se ukládá na ONM. Zajištění havarijní připravenosti je zajišťováno a dokladováno:



- poučením řidičů dopravní záchranné služby (dále jen "DZS") - poučení je dokladováno podpisy poučených řidičů,
- kontrolou označení vozidel přepravujících RM používaného ve zdravotnictví,
- kontrolou dokumentů Pokynů při přepravě a Pokynů při dopravní nehodě ve vozidle.

Pokyny pro přepravu se vyhotovují s jednou kopií v papírové formě. Originál zůstává na ONM. Kopie je uložena na DZS, která provádí přepravu radioizotopů (Obrázek 2). Pokyny pro přepravu jsou vedeny v počítači, kde se provádí revize a změny. Součástí Pokynů pro přepravu jsou Pokyny pro případ dopravní nehody. Těmito pokyny jsou vybavena všechna vozidla, která přepravu radioizotopů provádějí.



Obrázek 2 - Vozidlo dopravní zdravotní služby [Zdroj: autorka]

V případě havárie vozidla, které přepravuje preparáty s radionuklidovým zářičem nebo při vážném zranění osádky, je nutno řídit se následujícími pokyny:

- poskytnut první pomoc členům osádky vozidla,
- zamezit manipulaci s vozidlem a věcmi ve vozidle do příjezdu Policie ČR,
- přivolat DZS na tel. čísle 155 a Policii ČR na tel. čísle 158,
- požádat příslušníky Policie ČR, aby o havárii informovali příslušné ONM. [19]

## 4 PŘEPRAVA RADIOAKTIVNÍHO MATERIÁLU POUŽÍVANÉHO VE ZDRAVOTNICTVÍ

K nejvýznamnějšímu předpisu, který pojednává o přepravě NV po silnici lze zařadit **Dohodu ADR**, která byla uzavřena 30. září 1957 v Ženevě a v platnost vstoupila 29. ledna 1968. Samostatná ČR přistoupila k dohodě v roce 1993. Dohoda ADR podléhá pravidelné aktualizaci a vždy k 1. lednu lichého roku vstupuje do platnosti aktualizované znění dohody s tím, že přechodné období na implementaci trvá půl roku.

Dohoda ADR je dohodou mezi státy a na základě této skutečnosti neexistuje žádný nadnárodní orgán, který by mohl vynucovat její dodržování. V praxi může nedodržení tohoto předpisu vést k uložení sankcí národními orgány na základě jejich vnitrostátních právních předpisů. Dohoda se vztahuje na přepravy prováděné po území nejméně dvou členských států a navíc byla přijata členskými státy Evropské unie (dále jen "EU") jako základní předpis pro přepravu NV mezi těmito státy. Některé státy, jenž nejsou členy EU, přijaly přílohy A a B (viz níže) jako základ pro své vnitrostátní právní normy.

Dohoda ADR obsahuje 17 článků a Příloh A a B. Část A pojednává o ustanoveních všeobecných a také těch, jenž se týkají nebezpečných látek a předmětů. Příloha B vymezuje požadavky na konstrukci vozidel, jejich příslušenství, ověřování technické způsobilosti atd. [10,18]

V oblasti silniční dopravy Dohoda ADR rozděluje vozidla pro přepravu NV do dvou skupin. Na typově schválená a ostatní vozidla. Typově schválená vozidla musí být konstrukčně uzpůsobená na přepravu nebezpečného materiálu. Kromě toho musí splňovat i zvláštní požadavky stanovené Přílohou B. [10]

V souladu s požadavky, které vyplývají z dohody ADR musí být plánována a realizována i přeprava RM používaného ve zdravotnictví.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 POSOUZENÍ RIZIK PŘI PŘEPRAVĚ RADIOAKTIVNÍHO MATERIÁLU VE ZDRAVOTNICTVÍ

Rizika posoudím na základě využití metody Ishikawových diagramů, které vycházejí z konkrétních oblastí ovlivňující problematiku přepravy RM používaného ve zdravotnictví.

### 5.1 Dodavatelské firmy zajišťující přepravu

Nákup, prodej a přepravu RM k léčebným účelům zajišťují dodavatelské firmy, které mají s dodávkou radionuklidů a přepravou RM velmi bohaté a dlouholeté zkušenosti. V rámci ČR existují dodavatelské firmy, které zabezpečují přepravu RM v prospěch zdravotnických zařízení. Významnou část problematiky přepravy tvoří distribuce pozitronového zářiče  $^{18}\text{F}$  – fluordeoxyglukóza na pracoviště s kamerami pozitronové emisní tomografie (dále jen "PET"), kterou zajišťují výrobci - PET centrum v nemocnici Na Homolce v Praze, PET centrum Řež (Ústav jaderného výzkumu), který se zabývá odvozem radioaktivního odpadu do úložiště a Masarykův onkologický ústav v Brně.

K nejvýznamnějším dopravcům na území ČR můžeme v současné době zařadit níže zmíněné firmy:

- KC SOLID spol. s r. o. se zabývá dovozem a distribucí radiofarmak v ČR. V oboru nukleární medicíny působí firma od roku 1992, navázáním spolupráce s předním světovým výrobcem radiofarmak a kitů, firmou Mallinckrodt Medical B.V., Petten, Nizozemsko. Počátkem roku 1993 se stává výhradním dodavatelem výrobků Mallinckrodt pro ČR. Během roku 1997 navázali spolupráci s firmou Immunomedics Inc.<sup>3</sup>. Portfolio této firmy neobsahuje úplně veškerý používaný RM ve zdravotnictví. V oboru nukleární medicíny pokrývá 80 - 90 % produkce. Vzhledem ke spolehlivosti dodávek, kvalitě výrobků, odborným zázemím a všeobecnou podporou oboru nukleární medicína patří tato firma mezi přední a nejvýznamnější dodavatele daného sortimentu. Cílem společnosti KC SOLID, spol. s r.o. jako distributora a zastoupení Mallinckrodt pro nukleární medicínu je poskytovat nadstandardní a spolehlivé služ-

---

<sup>3</sup> Immunomedics Inc., USA - Jedná se o dynamického výrobce kitů na bázi fragmentů monoklonálních protilátek.

by pro odběratele na dlouhodobé bázi s možností individuálního přístupu k zákazníkovi a rozumných cenových podmínek. [7]

- LACOMED, spol. s r. o. je česká firma založená v roce 1992 se záměrem dodávat zboží pro oblast zdravotnictví a výzkumu. Zabývá se exportem a importem zboží, které je charakteristické radioaktivními izotopy. Specializuje se na distribuci výrobků pro ONM, imunodiagnostiku, klinickou biochemii, imunologii, molekulární biologii, hygienické stanice, laboratoře a jiná výzkumná pracoviště. Svoji činnost zajišťuje na území ČR pomocí vlastní distribuční sítě, v ostatních zemích používá smluvní společnosti. LACOMED, spol. s r.o. je členem CZ EDMA – IVD4. Pro zajištění své činnosti je držitelem následujících platných povolení:

- povolení k distribuci léčivých přípravků od SÚKL,
- povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření od SÚJB,
- povolení k přepravě NV ADR třídy 7.

Pro neustálé zlepšování své činnosti se zaměřením na spokojenost zákazníka a na kvalitu poskytovaných služeb získal LACOMED, spol. s r.o. soubor následujících norem ISO:

- Systému managementu kvality dle EN ISO 9001/2000,
- Systému managementu kvality dle EN ISO 13485 – zdravotnické prostředky.

Firma dodává následující RM: diagnostická radiofarmaka, terapeutická radiofarmaka, radionuklidový generátor, kity pro radiofarmaka, laboratorní zařízení, ochranné pomůcky pro manipulaci s PET radiofarmaky, laminární boxy, široký sortiment radio-, fluoro-, lumi- a enzymoimunodiagnostických souprav pro komplexní laboratorní diagnostiku štítné žlázy, nádorových onemocnění, kostního metabolismu, infekčních onemocnění, pro endokrinologii, gynekologii, kardiologii, diabetologii, imunologii aj. Dále imunochemický analyzátor KRYPTOR, KRYPTOR COMPACT a KRYPTOR COMPACT PLUS, přístroje (gama-spektrometry, luminometry, fotometry, třepačky), radiochemikálie, kompletní sortiment pro hybridizace, FISH

---

<sup>4</sup> CZ EDMA – IVD - Jde o organizaci, která připravuje legislativu v oboru.

a imunohistochemii, soupravy pro PCR diagnostiku a přípravky pro výzkumné a diagnostické účely. [9]

- M. G. P. spol. s r. o. byla založena v roce 1991 jako jedna z prvních privátních organizací, která získala povolení k distribuci radioaktivních preparátů v původním Československu. Od roku 2003 je držitelem certifikátu Systému managementu jakosti ISO 9001 společnosti Lloyds, certifikátu Správné distribuční praxe vydaného SÚKL a je registrovaná ve Svazu evropských přepravců. Od svého vzniku se specializuje na dodávky RM pro zdravotnictví, vědu, výzkum a technické použití. V současné době je distributorem radiofarmaka kontrastních látek firmy GE HEALTHCARE, dodává veškeré produkty QSA GLOBALa veškerý sortiment radioaktivních a neradioaktivních chemikálií od firmy MP Biomedicals a výrobky pro výzkum od řady dalších dodavatelů. Společnost také dodává zářiče pro gama radiografii od maďarské firmy IZOTOP a má bohaté zkušenosti s přepravou F18DG. M. G. P. spol. s r. o. se zabývá těmito činnostmi: nákup, distribuce a smluvní přeprava radioaktivních preparátů a chemikálií pro medicínské, vědecké, výzkumné a technické použití a přístrojů pro detekci ionizujícího záření. Stále rozšiřující aktivitou je mimo jiné i smluvní doprava RM v Evropě dle Dohody ADR. Firma má pro své činnosti vytvořeny všechny zákonné podmínky, které vyžaduje český právní řád. [11]

## 5.2 Technologie bezpečné přepravy radioaktivního materiálu

Bezpečná technologie přepravy RM používaného ve zdravotnictví zahrnuje celou řadu opatření, která jsou nezbytná zabezpečit. Některé faktory ovlivňující bezpečnost přeprav a tím i možnost předcházení vzniku nehod, případně jejich minimalizace spočívají:

- ve výběru vhodných osob a jejich kvalitní odborné přípravě,
- v zodpovědném plnění stanovených povinností,
- ve správném technickém stavu dopravních prostředků a způsobu jejich označení,
- v úplnosti a kvalitě zpracované průvodní dokumentace,
- v použití správné manipulace při nakládání, překládání RM používaného ve zdravotnictví včetně jejich uložení ve vhodných obalových prostředcích,
- v havarijním vybavení dopravních prostředků přepravujících NV. [10]

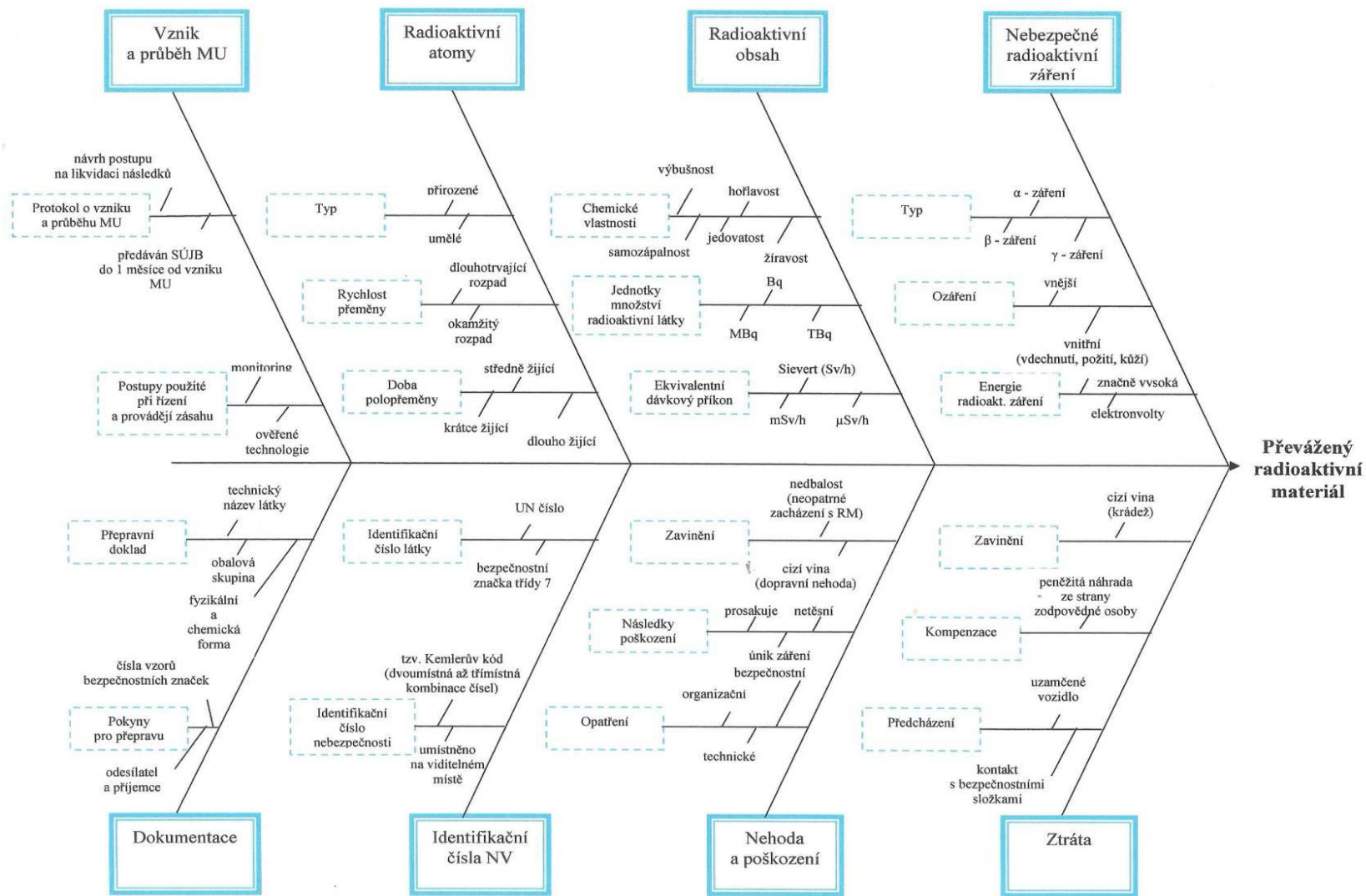
Bezpečnost přepravy ovlivňují i technické prostředky, s jejichž využitím je realizovaná přeprava až do místa použití a spotřeby. K těmto prostředkům můžeme zařadit manipulační techniku (obaly a manipulační prostředky), které umožní bezpečnou manipulaci (nakládání, překládání a vykládání) přepravovaného RM používaného ve zdravotnictví

Další technické prostředky k zabezpečení přeprav RM používaného ve zdravotnictví tvoří konvenční dopravní prostředky, u kterých sortiment druhů a typů vozidla je velice široký a v podstatě závisí na velikosti RM používaného ve zdravotnictví. [18]

### **5.3 Identifikace rizik spojených s přepravou radioaktivního materiálu pomocí Ishikawových diagramů**

K identifikaci rizik spojených s přepravou RM používaného ve zdravotnictví jsem použila Ishikawův diagram, kde jsem graficky znázornila příčiny a důsledky (Obrázek 3 – 7):

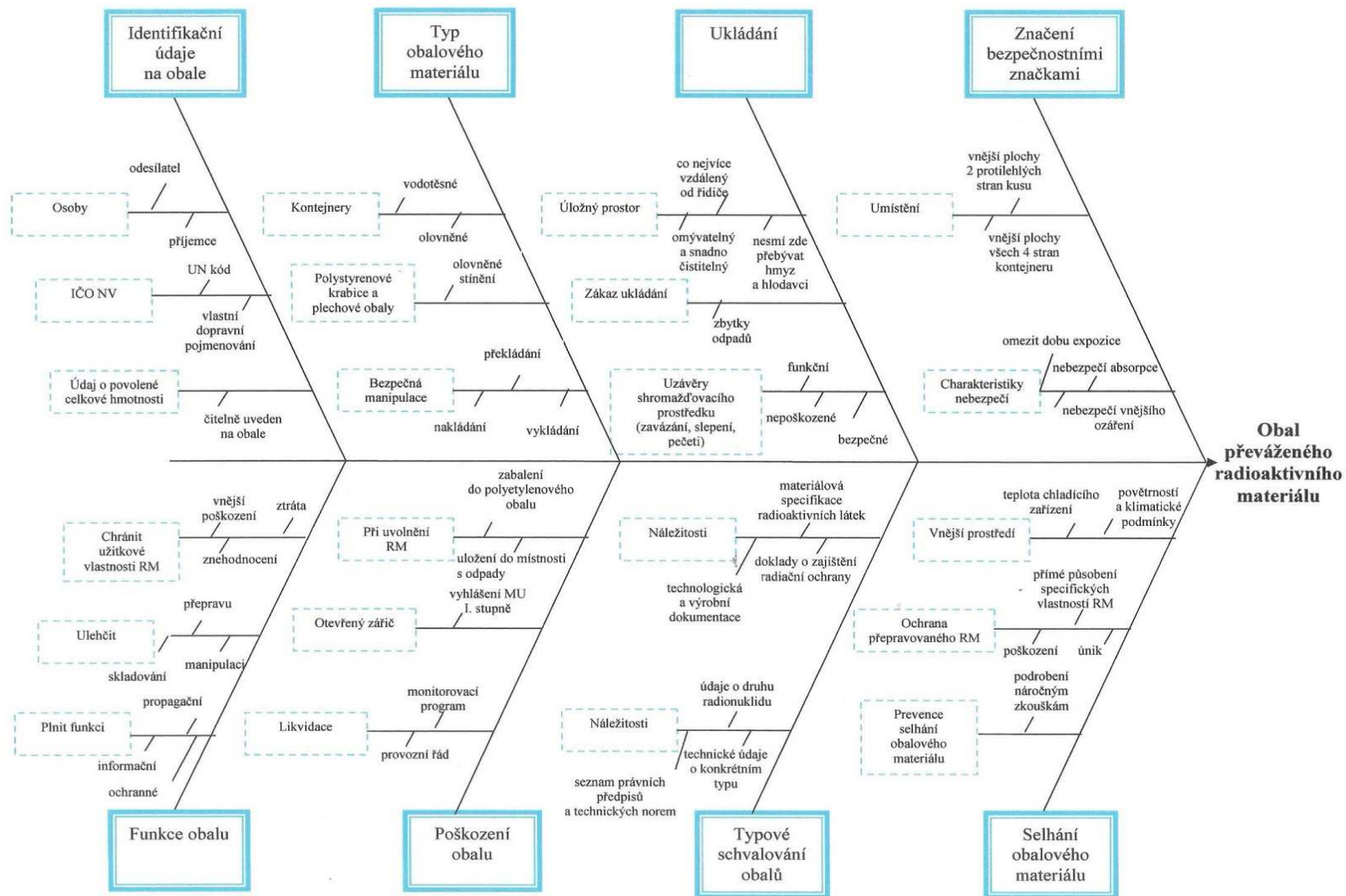
- záležitosti týkající se převáženého RM používaného ve zdravotnictví,
- charakteristiky obalu RM používaného ve zdravotnictví,
- vozidla provádějící přepravu RM používaného ve zdravotnictví,
- řidiče vozidla, který provádí přepravu RM používaného ve zdravotnictví,
- personálu ONM.



Obrázek 3 - Převážený RM

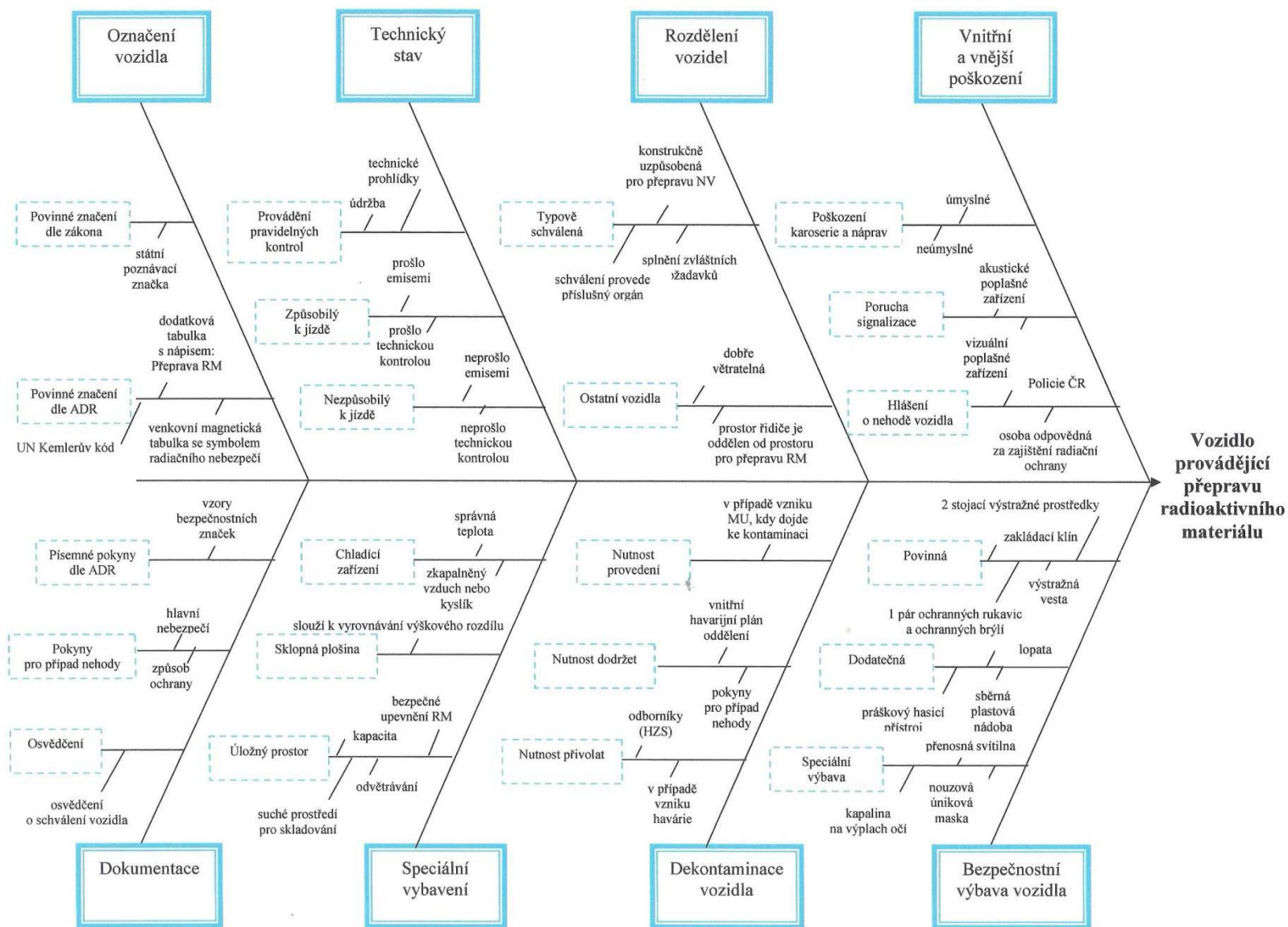
[Zdroj: autorka]





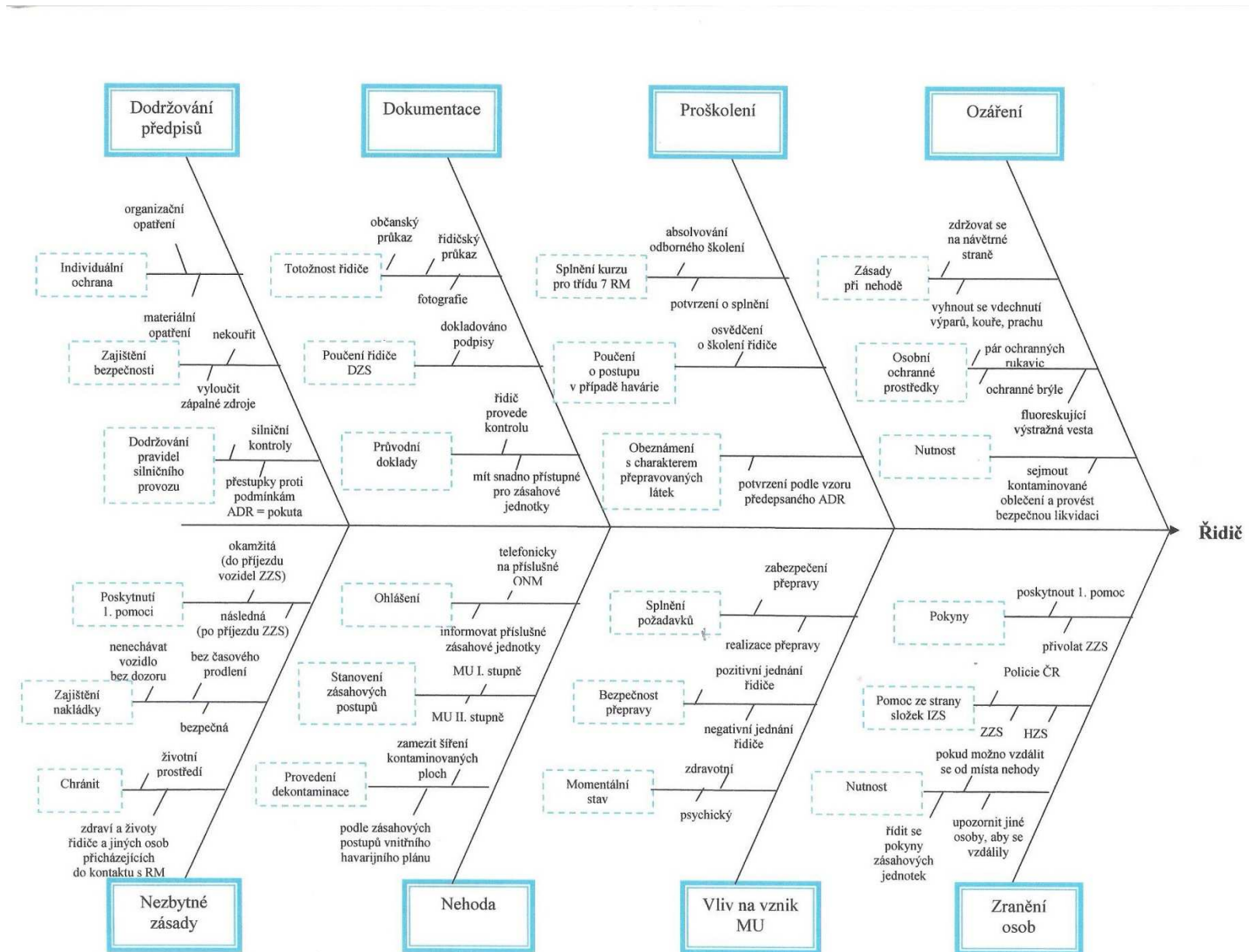
Obrázek 4 - Obal převážného RM

[Zdroj: autorka]



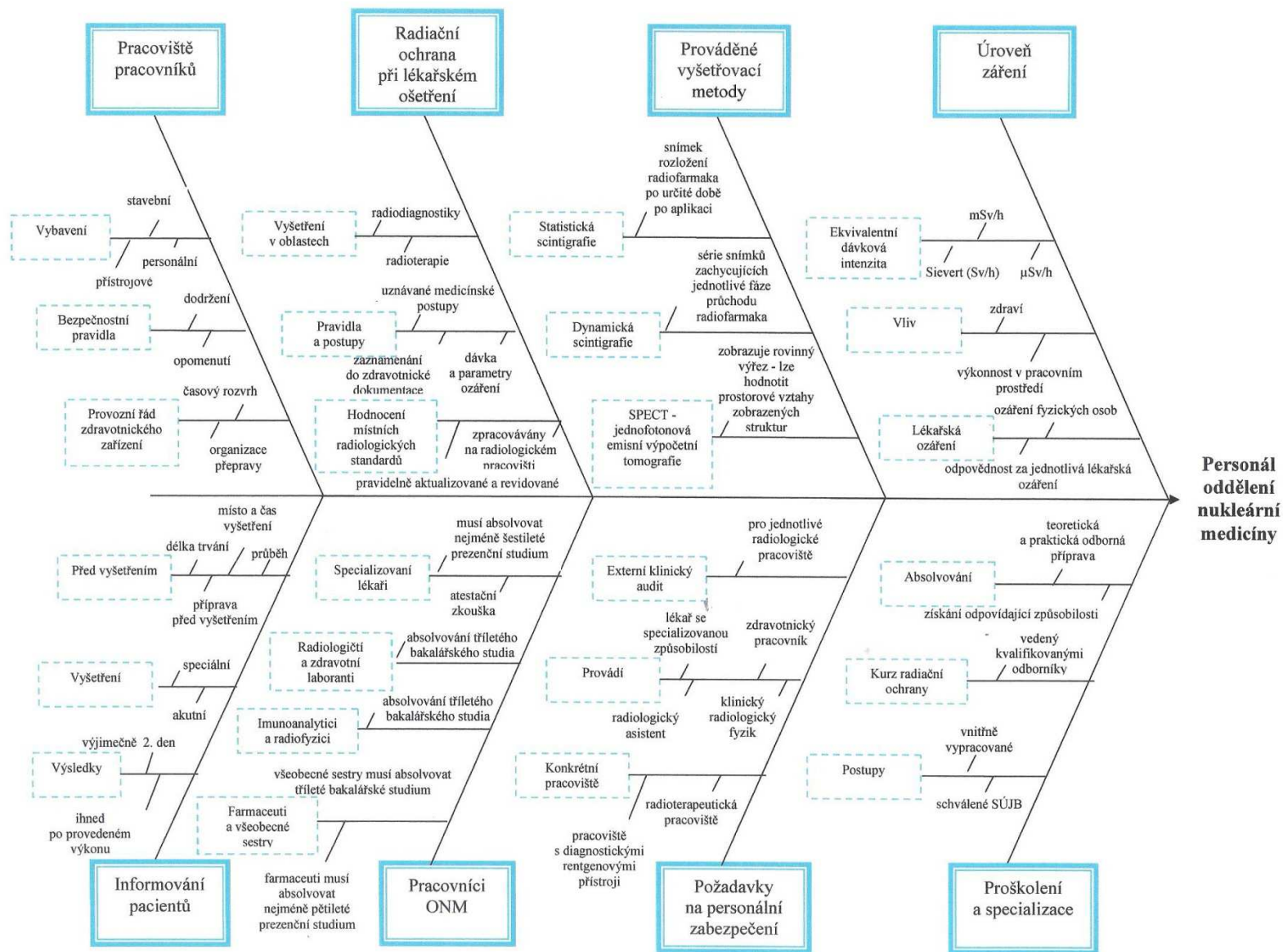
Obrázek 5 - Vozidlo provádějící přepravu RM

[Zdroj: autorka]



Obrázek 6 - Řidič

[Zdroj: autorka]



Obrázek 7 - Personál ONM

[Zdroj: autorka]

#### 5.4 Posouzení rizik při přepravě radioaktivního materiálu

Nezbytným předpokladem pro bezpečný převoz RM používaného ve zdravotnictví je povinnost dodržovat striktní pravidla pro přepravu nebezpečného materiálu, jenž jsou ukotvená v Dohodě ADR a interní předpisy upravující přepravu, které vytváří příslušné ONM a schvaluje je SÚJB. Porušením těchto pravidel **roste riziko vzniku MU**, v horším případě havárie širokého rozsahu.

Převážený RM používaný ve zdravotnictví musí vždy doprovázet přepravní doklad obsahující základní parametry, jakožto technický název látky, obalovou skupinu, typ fyzikální a chemické formy atd. Nedodržením těchto povinných náležitostí či pokynů pro přepravu, může dojít k **závažnému riziku poškození zdraví řidiče či ohrožení ŽP**. Každý RM používaný ve zdravotnictví musí být označen identifikačním číslem látky, tzv. UN číslo a identifikačním číslem nebezpečnosti, tzv. Kemlerův kód, které musí být čitelně napsané na viditelném místě. To se týká i nebezpečných odpadů s RM.

Dojde-li nedbalostí řidiče či vnější příčinou k nehodě a poškození převáženého RM používaného ve zdravotnictví, je nutné zabezpečit organizační, bezpečnostní a technická opatření a provést v co nejkratším čase odstranění následků nehody, jejímiž důsledky může být prosáknutí, netěsnění či únik radioaktivního záření, při němž **existuje riziko vnějšího ozáření osob**.

Zvláštní pozornost musí být věnována také radioaktivnímu obsahu, se kterým se musí vždy manipulovat s velkou opatrností. Chemické vlastnosti jednotlivého RM používaného ve zdravotnictví jako je jedovatost, žíravost, samozápalnost, hořlavost či výbušnost mohou při špatné manipulaci zvýšit **riziko vzniku MU**. Pokud k tomuto dojde, musí být při řízení a provádění zásahu použity zaběhlé postupy k odstranění následků nehody, použity ověřené technologie, monitoring a sepsán protokol o vzniku a průběhu MU, kde je navržen postup na likvidaci následků a je předáván SÚJB do jednoho měsíce od vzniku MU.

Převoz RM do jisté míry ovlivňuje také **riziko ztráty tohoto nebezpečného materiálu**, což může být následek cizího zavinění. Pokud se tak stane, je nutná kompenzace škody formou peněžité náhrady ze strany zodpovědné osoby, tj. řidiče. Kromě uzamknutí vozidla se tomuto může předcházet i mimo jiné udržováním kontaktu s bezpečnostními složkami v průběhu přepravy RM používaného ve zdravotnictví.

Riziko spočívá také ve zvolení nevhodného obalového materiálu převáženého RM.

Dříve než se vůbec může příslušný obal použít na přepravu RM používaného ve zdravotnické, je nezbytné provést typové schvalování obalů, k čemuž jsou nutné potřebné náležitosti jako je údaj o druhu radionuklidu a technické údaje o konkrétním typu, materiálová specifikace RM, technologická a výrobní dokumentace, dále se také doloží údaje o zajištění radiační ochrany, seznam právních předpisů a technických norem. Tímto typovým schvalováním se předejde **vzniku rizika spočívající v úniku nebezpečného radioaktivního záření** z neschváleného obalu.

Obal převáženého RM používaného ve zdravotnictví musí plnit řadu funkcí:

- informační, propagační a ochranné,
- ulehčit přepravu - nakládání, překládání, vykládání, manipulaci a skladování,
- chránit užitkové vlastnosti RM tak, aby se předešlo riziku spojeného se selháním obalového materiálu a následného poškození obsahu zásilky.

Obalovým materiálem mohou být kontejnery, polystyrenové krabice a plechové obaly, které obsahují olovňené stínění pro **zabránění rizika šíření nebezpečného radioaktivního záření do okolí**. Tyto obaly musí být povinně označeny čitelnými identifikačními údaji - údaj o povolené celkové hmotnosti, UN kód, vlastní dopravní pojmenování, název nemocnice a přepravní společnosti. Dále musí být obal označen bezpečnostními značkami, které jsou umístěné na viditelném místě a charakterizují intenzitu nebezpečí vnějšího ozáření.

Převážený RM používaný ve zdravotnictví se nakládá do úložného prostoru, který je co nejvíce vzdálený od řidiče, a musí se dát snadno vyčistit, aby zde nedošlo k přebývání hmyzu či hlodavců a tím se nezvýšilo **riziko výskytu případných infekčních onemocnění**. Při ukládání RM do vozidla platí také přísný zákaz kouření. **Rizikem manipulace** s otevřeným ohněm může být **poškození obalu** a s tím spojené selhání obalového materiálu. Při uvolnění RM následkem selhání obalového materiálu se provede zabalení do polyetylenového obalu a uložení do místnosti s odpady, čímž se **snižuje riziko ekologicky nešetrného spalování odpadů**. Poškozený obal se dále likviduje dle provozního řádu a monitorovacího programu. Prevencí před takovýmto selháním obalu je podrobení náročným zkouškám, které zaručí to, že obal je poté schopen chránit přepravovaný RM před **rizikem poškození obalu a následného úniku radioaktivního záření**.

Velké riziko při přepravě zdravotnického RM hrozí také tehdy, je-li použito vozidlo, které je ve špatném technickém stavu, což může vést až ke katastrofickým následkům.

Charakteristickým rysem vozidla provádějícího přepravu RM používaného ve zdravotnictví je nutnost typového schválení, které provede příslušný orgán na základě splnění zvláštních požadavků a poté vydá Osvědčení o schválení vozidla. Toto vozidlo musí být konstrukčně uzpůsobené pro přepravu RM, aby se zamezilo případnému **riziku posunutí nákladu**, jež může mít za následek poškození či úplné zničení úložného prostoru. Proto by měl být RM bezpečně upevněný a uložený na větratelném a suchém místě v prostoru, který je oddělen od místa řidiče z důvodu předcházení **rizika ohrožení zdraví či života při neočekávaném pohybu RM**. K lepší manipulaci s RM slouží také sklopná plošina, jež se využívá k vyrovnávání výškového rozdílu a umožňuje tak snadnější manipulaci.

Špatný technický stav vozidla je příčinou možného **rizika vzniku MU s ohrožením životů osob**. Proto musejí být prováděny pravidelné kontroly spočívající zejména v konání technických prohlídek a údržby. Vozidlo je způsobilé k jízdě, jestliže prošlo emisemi a technickou kontrolou. Pokud vozidlo neprošlo emisní zkouškou, existuje reálné **riziko znečištění ŽP** a také vysoká pokuta v případě používání tohoto vozidla.

Vozidlo převážející RM používaný ve zdravotnictví se liší na první pohled od ostatních vozidel především tím, že musí být povinně označeno dle ADR tzv. UN kódem, dodatkovou tabulkou s nápisem - přeprava RM a venkovní magnetickou tabulkou se symbolem radiačního nebezpečí, které na první pohled značí, že jde o přepravu NV, u níž existuje **riziko snadného výbuchu vozidla v případě nehody**. Pokud by k takovéto nehodě došlo, je nutné použít bezpečnostní výbavu vozidla, která je:

- povinná - výstražná vesta, zakládací klín, dva stojací výstražné prostředky, ochranné rukavice a ochranné brýle,
- dodatečná - práškový hasicí přístroj, lopata, sběrná plastová nádoba
- speciální - kapalina na výplach očí a nouzová úniková maska, které se používají v **rizikových situacích**, kdy dojde vlivem dopravní nehody k **úniku nebezpečného záření**.

V případě **rizika kontaminace osob či vozidla** je nutné provést následnou dekontaminaci s povinností dodržet pokyny pro případ nehody a nahlásit tuto skutečnost osobě zodpovědné za zajištění radiační ochrany.

Intenzita okolní dopravy a chodci na vozovce jsou při převozu RM jedním z nejdůležitějších rizikových faktorů, kterým musí řidič věnovat maximální pozornost.

Každý **řidič** provádějící přepravu RM používaného ve zdravotnictví musí před započítím této činnosti absolvovat odborné školení pro třídu 7. Pokud bude řidič u zkoušky úspěšný, dostane potvrzení o splnění a pak už mu nic nebrání ve výkonu tohoto povolání. Tato osoba musí být také předem obeznámena s charakterem přepravovaných látek a poučena o postupu v případě havárie, kdy poté dostane osvědčení o proběhnutém školení. Pokud se tak nestane, nemá řidič oprávnění vjíždět na vozovku a existuje zde vysoké **riziko sankcí**.

Před jízdou je povinností řidiče provést kontrolu průvodních dokladů, jež musí být ve vozidle uloženy na snadno přístupném místě z důvodu jejich poskytnutí pro zásahové jednotky v případě vzniku dopravní nehody.

Nezbytným předpokladem je zajištění bezpečné nakládky, která proběhne bez časového prodloužení a tím se zajistí snížení **rizika opožděného dovozu**. V případě vzniku nehody je nutné umět poskytnout okamžitou 1. pomoc, nenechávat v žádném případě vozidlo bez dozoru, chránit zdraví a život řidiče a jiných osob přicházejících do kontaktu s RM.

V případě nehody musí řidič provést telefonické ohlášení na ONM a informovat příslušné zásahové jednotky. Pokud hrozí **riziko rozšíření kontaminovaných ploch**, je nutné provést dekontaminaci podle zásahových postupů vnitřního havarijního plánu.

Podíl na vzniku MU má také momentální psychický a zdravotní stav řidiče. Pokud je jednání řidiče neuvážené, hrozí vznik dopravní nehody a **riziko ohrožení života jeho i kolemjdoucích chodců**. Pokud dojde ke zranění osob, je nutné přivolat ZZS, řídit se pokyny zásahových jednotek a upozornit jiné osoby, aby se z místa nehody vzdálily do bezpečných míst, kde nehrozí **riziko úrazu a újmy na zdraví**. Důležité je také zdržovat se na návětrné straně, protože zde nehrozí takové **riziko vdechnutí výparů, kouře či prachu**. V případě zasažení svrchního oděvu je nutné okamžité sejmoutí tohoto kontaminovaného oblečení a provedení jeho bezpečné likvidace s využitím osobních ochranných prostředků, tj. fluo-reskující výstražná vesta, pár ochranných rukavic a ochranné brýle, s cílem snížit **riziko možného styku s kůží**, projevujícího se zčervenáním, popálením či poleptáním kůže.

Úkolem řidiče je přepravit RM používaný v zdravotnictví na příslušné ONM, kde si zásilku převezme radiofyzik, uloží jej ve skladovacích prostorech nemocničního zařízení, kde může hrozit riziko špatného uskladnění a poté přichází do kontaktu s ostatním personálem.



Na kterémkoliv ONM působí celá řada osob zodpovědných za chod těchto pracovišť, přes specializované lékaře, radiologické a zdravotní laboranty, imunoanalytiku či radiofyziky až po klasické farmaceuty, všeobecné sestry a jiné. Pracoviště těchto osob jsou vybavena personálními, stavebními a přístrojovými prostředky tak, aby byla zajištěna bezpečnost osob a také sníženo **riziko hrozícího narušení správného chodu oddělení**, které souvisí s dodržováním provozního řádu zdravotnického zařízení. Personál musí dbát na dodržování vnitřně vypracovaných a SÚJB schválených postupů, což ovlivňuje bezpečnost, jak na pracovištích s diagnostickými rentgenovými přístroji, tak i na radioterapeutických pracovištích a dalších.

Personál přicházející do kontaktu s RM musí nejdříve absolvovat teoretickou a praktickou odbornou přípravu k získání odpovídající způsobilosti, jinak hrozí při špatné manipulaci **riziko ohrožení zdraví jak personálu, tak i pacientů**. V případě potřeby je možno absolvovat kurz radiační ochrany, který je veden kvalifikovanými odborníky s úkolem docílit vyšší ochrany před **rizikem ozáření osob**.

Pro dodržení radiační ochrany při lékařském ošetření v oblastech radiogianostiky a radioterapie se musí dbát na pravidla a uznávané medicínské postupy. Do zdravotnické dokumentace se po lékařském zákroku zapíše pacientům dávka a parametry ozáření. Může zde vzniknout **riziko zavedení nesprávného množství radioaktivní látky do pacientova těla**. Radiologické standardy zpracovávají na radiologickém pracovišti jdou pravidelně aktualizované a revidované. Před speciálním vyšetřením se provede nezbytné informování pacientů, které zahrnuje přípravu před vyšetřením, místo a čas, průběh a délku trvání zákroku. Výsledky se pacienti dozvědí buď ihned po provedeném výkonu nebo výjimečně na druhý den. Hrozí zde **riziko záměny výsledků zákroku**.

**Bezpečnost silniční dopravy RM používaných ve zdravotnictví** a její kvalitu ovlivňuje celá řada faktorů, které můžeme podle jejich zdroje rozdělit dle základních faktorů:

- člověk - lidský faktor,
- dopravní prostředek,
- druh RM,
- prostředí.

Lidský faktor má nejčastější vliv na vznik mimořádných situací. Za předpokladu, že byly splněny všechny požadavky na zabezpečení a realizaci přepravy RM, může řidič dopravní-

ho prostředku svým jednáním pozitivně nebo negativně ovlivnit bezpečnost přepravy zejména z hlediska svého momentálního negativního zdravotního či psychického stavu. [18]

Rozmanitost nebezpečí vyplývá zejména z přirozených fyzikálních a chemických vlastností přepravovaného RM používaného ve zdravotnictví, které se za určitého předpokladu mohou projevit negativně v působení na člověka nebo nějaký prvek ŽP a způsobit jejich poškození. K nejvýznamnějším negativním faktorům můžeme řadit radioaktivitu. Iniciale nebezpečných vlastností RM může být způsobena v průběhu přepravy kdykoliv a kdekoliv a to různými faktory, např. opomenutím bezpečnostních pravidel ze strany člověka, selháním dopravního prostředku či přepravního obalu, působením vnějšího prostředí, atd.

Mezi hlavní faktory ovlivňující riziko přepravy RM používaného ve zdravotnictví lze zařadit:

- celkovou intenzitu dopravy,
- rozsah, počet přeprav a vlastnosti a množství RM,
- parametry a technický stav pozemních komunikací,
- technickou úroveň, kapacitu a kvalitu řidiče dopravních prostředků,
- míru zranitelnosti území, povětrnostní a klimatické podmínky,
- dostupnost pomoci ze strany složek IZS, apod. [10]

Při přepravě RM používaného ve zdravotnictví sehrává svoji úlohu i faktor, že tato přeprava se nedá vyloučit ze silničního provozu. Silniční tranzitní tahy často vedou hustě zalidněnými oblastmi. Z toho vyplývá další riziko přepravy RM používaného ve zdravotnictví a jeho odpadů. V neposlední řadě se nesmí zapomenout ani na chodce, kteří jsou také účastníky silničního provozu, případně hrající si děti v blízkosti komunikací, po kterých projíždějí vozidla se zdravotnickým RM.

Dalším faktorem, který podstatným způsobem ovlivňuje bezpečnost přepravy RM používaného ve zdravotnictví je použité vozidlo. Ze strany osob zodpovědných za povolení použít vozidlo, ale i ze strany řidiče musí být maximální pozornost věnována provádění pravidelných kontrol, údržby a stanoveným technickým prohlídkám. Za předpokladu, že vozidlo v plné míře splňuje přísná kritéria, největším nebezpečím vzniku havárie může být skrytá chyba materiálu.

K ostatním faktorům lze zařadit celou řadu činitelů, které ovlivňují bezpečnost přepravy RM používaného ve zdravotnictví jako např.: povětrnostní situace, parametry, stav a kvalita vozovky a její označení, bezpečnostní dozor ze strany Policie ČR a ostatních orgánů státního dozoru, hustota provozu na pozemních komunikacích, apod. [12]

## 6 ZÁSADY A DODRŽOVÁNÍ PRAVIDEL PRO ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNÉ PŘEPRAVY

Prvořadým úkolem každého, kdo se zabývá manipulací se RM používaného ve zdravotnictví, včetně jeho přepravy, je věnovat velkou pozornost jejímu zajištění a provedení tak, aby byla garantována maximální bezpečnost. Pojem bezpečnost lze v nejširším slova smyslu chápat jako jistotu toho, že uvažovaný systém je zbaven všech možných nežádoucích událostí a jevů. Je to jistota, že nemůže nastat nehoda, havárie, požár, výbuch, apod. [10]

Na ONM dováží **otevřené radionuklidové zářiče** (dále jen "ORZ") firmy, které mají oprávnění k dané činnosti od SÚJB. Na tomto místě je převezme oprávněný pracovník a postupuje dle vnitřních vypracovaných a SÚJB schválených postupů.

Zářiče jsou baleny v olověných kontejnerech, které jsou vodotěsně uzavřeny v plechových obalech. Každý plechový obal je navíc zabalen v polystyrenových krabicích, tím je zářič chráněn proti nárazu a je zároveň snižena dávkový příkon na povrchu obalu na povolenou minimální úroveň. Generátory Mo/Tc jsou přepravovány v polystyrenových krabicích s olověným stíněním uvnitř. Kity pro laboratoř in vitro se přepravují ve skleničkách zabalených v polystyrenových obalech (z důvodu malých aktivit  $^{125}\text{I}$  a nízké energie záření se nepoužívá žádné další olověné stínění).

### 6.1 Pokyny pro přepravu otevřených radionuklidových zářičů

Řidiči vozidel převážejících radionuklidy by měli být obeznámeni s charakterem přepravovaných látek a poučení o postupu v případě havárie. Popis postupu pro případ havárie vozidla musí být během přepravy radionuklidů ve vozidle uložen na viditelném místě. Dojde-li k havárii vozidla, při které může dojít k poškození přepravované zásilky s radionuklidem, musí být o této události co nejdříve uvedomeni technicko-fyzikální úsek a dohlížející osoba pro konkrétní ONM. Ti pak postupují dle vnitřního havarijního plánu.

Každé vozidlo provádějící přepravu RM používaného ve zdravotnictví musí být podle platných předpisů viditelně označeno bezpečnostní tabulkou se symbolem radiačního nebezpečí (Obrázek 8) a uvnitř kabiny dodatkovou tabulkou s nápisem: „Přeprava radioaktivního materiálu“.



Obrázek 8 - Vozidlo převážející RM [Zdroj: 14]

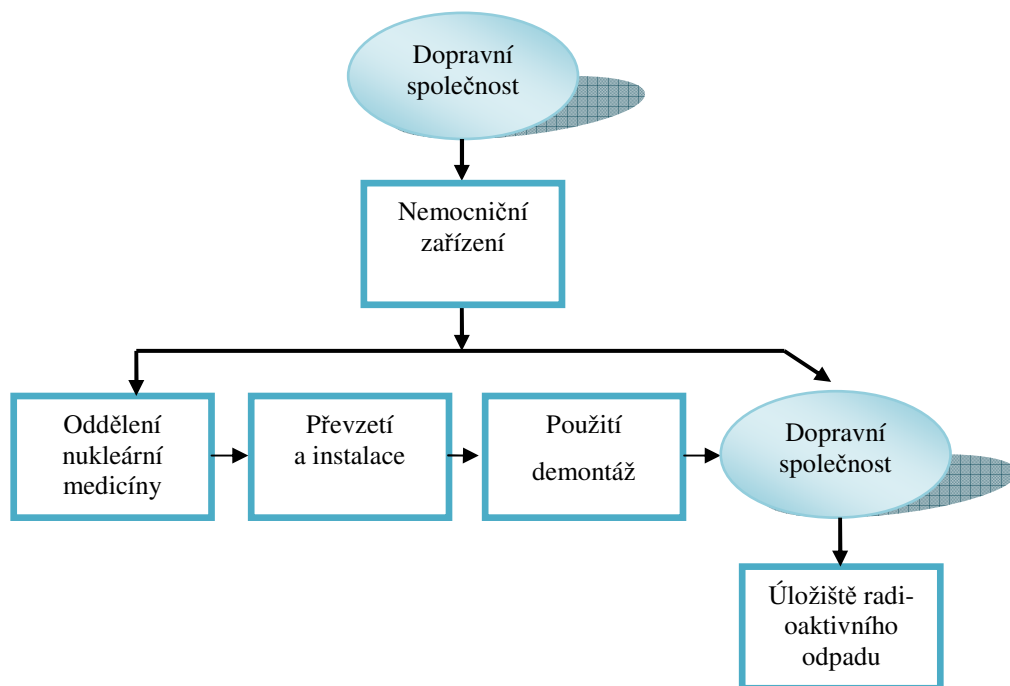
Tato označení si řidič provádějící přepravu vyzvedne u dispečera DZS a umístí je vně a uvnitř kabiny vozidla. Ve vozidle musí být také viditelně umístěny pokyny pro přepravu a pokyny pro případ havárie, se kterými musí být řidič daného vozidla předem seznámen.

Převoz zásilky s RM používaným ve zdravotnictví musí být proveden nejkratší možnou cestou v nejkratším možném čase. Uložení radioaktivní zásilky ve vozidle je na místě co nejvíce vzdáleném od řidiče.

Při přepravě řidič postupuje tak, že na místě k tomu určeném, tzn. v areálu firmy zajišťující distribuci, převezme spěšninu obsahující RM, zkontroluje shodnost obalu zásilky s údaji v dodacím listě a nejkratší cestou, bez zbytečného prodlení dopraví zásilku na příslušné ONM. Zásilku poté předá pověřeným pracovníkům nemocničního zařízení, eventuálně si může v mimopracovní době vyzvednout na vrátnici nemocnice klíč od ONM a spolu s odpovědnou osobou zajistí bezpečné uložení zásilky na určené místo (Obrázek 9). V případě potřeby řidič z oddělení odebere nefunkční generátor.

V případě havárie vozidla musí řidič dle svých možností zabránit manipulaci se zásilkou. Urychleně oznámí přítomnost radioaktivní látky ve vozidle příslušníkům Policie ČR. Neprodleně také informuje osobu s přímou odpovědností za zajištění radiační ochrany nebo dohlížející osobu provádějící soustavný dohled nad radiační ochranou. Tito pracovníci řeší nehodu dle havarijního řádu. Pokud řidič není schopen výše uvedeného postupu, je třeba neprodleně informovat kompetentní osoby a neprovádět žádnou manipulaci se zásilkou s radioaktivní látkou. V případě odcizení zásilky s radioaktivní látkou musí řidič neprodle-

ně informovat kompetentní osoby, které potom řeší vzniklou situaci dle havarijního řádu. [19]



Obrázek 9 - Schéma procesu přepravy RM používaného ve zdravotnictví

[Zdroj: autorka]

## 6.2 Přeprava z místa skladování do objektu zdravotnického zařízení

Přeprava RM používaného ve zdravotnictví v areálu zdravotnických zařízení musí být součástí provozního řádu zařízení. Vozidla pro přepravu RM používaného ve zdravotnictví v areálu zdravotnických zařízení musí splňovat tyto základní požadavky:

- vnitřní přepravní prostor vozidla musí být omyvatelný a snadno čistitelný,
- úložný prostor vozidla nesmí vytvářet podmínky pro přebývání hmyzu a hlodavců,
- ve vozidle nesmějí zůstat zbytky odpadů,
- konstrukce vozidla musí zajistit snadnou a bezpečnou nakládku i vykládku bez nebezpečí poškození shromažďovacího prostředku RM.

Při a po skončení přepravy RM používaného ve zdravotnictví musí být všechny uzávěry (zavázání, slepení, pečeti atd.) shromažďovacího prostředku nepoškozené a funkční. Radioaktivní materiál nesmí být převážen společně s jinými materiály. Veškerá opatření při přepravě musí zajistit bezpečnost i ochranu zdraví, životního a pracovního prostředí. Obsluha musí být proškolená včetně postupu při nehodách. Organizace přepravy zdravot-

nického RM v zařízení a jeho časový rozvrh musí být součástí provozního řádu zdravotnického zařízení. [5]

Protože se jedná o přepravu zdravotnického RM, musí se vypracovat a dodržovat pokyny pro přepravu, které musí být schváleny SÚJB a jenž obsahují přísné pokyny, jak se záříči zacházet a především jak se zachovat při nehodě vozidla, aby nedošlo k ohrožení či újmě na zdraví řidiče ani jeho okolí.

### 6.3 Nebezpečí vyplývající z přepravy s využitím SWOT analýzy

Největším rizikem při přepravě zdravotnického RM je únik radioaktivity, který lze charakterizovat jako nekontrolovatelné šíření do okolí, jenž vzniklo uvolněním RM nehodou, havárií či poruchou dopravního prostředku nebo přepravního obalu, teroristickým nebo jiným záměrným použitím, rozšířením nákazy nebo infekčního onemocnění. [10]

Ve SWOT analýze (Tabulka 2) uvádím nejdůležitější faktory, které vplynuly ze zpracování grafického nákresu jednotlivých Ishikawových diagramů. Informace v nich obsažené mi poskytly konkrétní nemocnice, na které jsem se obrátila a také Dohoda ADR.

Tabulka 2 - SWOT analýza rizik procesu přepravy RM používaného ve zdravotnictví

<b>SWOT ANALÝZA</b>	
<b>SILNÉ STRÁNKY</b>	<b>SLABÉ STRÁNKY</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• bezpečnou přepravu RM zajišťuje dodržování povinností stanovených Dohodou ADR</li> <li>• školení řidičů, odborná příprava a poučení o postupu v případě havárie</li> <li>• technické prohlídky dopravních prostředků, pravidelné kontroly, údržba a způsob označení automobilů</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nezkušenost řidiče a opomenutí bezpečnostních pravidel</li> <li>• nedostatečná manipulační technika</li> <li>• nedostatečná kolektivní ochrana před ionizujícím zářením a chybějící složky provádějící dozor při přepravě RM</li> </ul>
<b>PŘÍLEŽITOSTI</b>	<b>HROZBY</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• bezpečnější technologie přepravy RM</li> <li>• zlepšení bezpečné manipulace při nakládání, překládání a vykládání včetně uložení RM ve vhodných obalových prostředcích</li> <li>• zavedení bezpečnostního dozoru při přepravě RM ze strany Policie ČR a pomoc dalších složek IZS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nebezpečí újmy na zdraví a životech osádky vozidla a ohrožení ŽP</li> <li>• porušení předpisů Dohody ADR</li> <li>• nebezpečí plynoucí z celkové intenzity dopravy (hustota provozu) a nevhodný technický stav pozemních komunikací</li> </ul>

[Zdroj: autorka]

K jednotlivým faktorům přiřadím dle bodové stupnice 1 (největší nedostatky) až 3 (nejmenší nedostatky) hodnotu značící vlastní klasifikaci, poté provedu součet jednotlivých řádků a vypočítám dle tzv. trojčlenky poslední sloupec v tabulce, na základě kterého zjistím ohodnocení důležitosti jednotlivých faktorů (Tabulka 3 – 6).

Tabulka 3 - Porovnání silných stránek s využitím rozhodovací analýzy

Silné stránky	Bezpečnou přepravu RM zajišťuje dodržování povinností stanovených Dohodou ADR	Školení řidičů, odborná příprava a poučení o postupu v případě havárie	Technické prohlídky dopravních prostředků, pravidelné kontroly, údržba a způsob označení automobilů	Součet	Ohodnocení důležitosti
1. Bezpečnou přepravu RM zajišťuje dodržování povinností stanovených Dohodou ADR	X	3	2	5	0,42
2. Školení řidičů, odborná příprava a poučení o postupu v případě havárie	2	X	1	3	0,25
3. Technické prohlídky dopravních prostředků, pravidelné kontroly, údržba a způsob označení automobilů	2	2	X	4	0,33
Součet				12	1

[Zdroj: autorka]



Tabulka 4 - Porovnání slabých stránek s využitím rozhodovací analýzy

Slabé stránky	Nezkušenost řidiče a opomenutí bezpečnostních pravidel	Nedostatečná manipulační technika	Nedostatečná kolektivní ochrana před ionizujícím zářením a chybějící složky provádějící dozor při přepravě	Součet	Odhodnocení důležitosti
1. Nezkušenost řidiče a opomenutí bezpečnostních pravidel	X	1	3	4	0,33
2. Nedostatečná manipulační technika	2	X	1	3	0,25
3. Nedostatečná kolektivní ochrana před ionizujícím zářením a chybějící složky provádějící dozor při přepravě	2	3	X	5	0,42
Součet				12	1

[Zdroj: autorka]

Tabulka 5 - Porovnání příležitostí s využitím rozhodovací analýzy

Příležitosti	Bezpečnější technologie přepravy RM	Zlepšení bezpečné manipulace při nakládání, překládání a vykládání včetně uložení RM ve vhodných obalových prostředcích	Zavedení bezpečnostního dozoru při přepravě RM ze strany Policie ČR a pomoc dalších složek IZS	Součet	Ohodnocení důležitosti
1. Bezpečnější technologie přepravy RM	X	2	2	4	0,33
2. Zlepšení bezpečné manipulace při nakládání, překládání a vykládání včetně uložení RM ve vhodných obalových prostředcích	3	X	2	5	0,42
3. Zavedení bezpečnostního dozoru při přepravě RM ze strany Policie ČR a pomoc dalších složek IZS	2	1	X	3	0,25
Součet				12	1

[Zdroj: autorka]

Tabulka 6 - Porovnání hrozeb s využitím rozhodovací analýzy

Hrozby	Nebezpečí újmy na zdraví a životech osádky vozidla a ohrožení ŽP	Porušení předpisů Dohody ADR	Nebezpečí plynoucí z celkové intenzity dopravy a nevhodný technický stav pozemních komunikací	Součet	Ohodnocení důležitosti
1. Nebezpečí újmy na zdraví a životech osádky vozidla a ohrožení ŽP	X	1	3	4	0,33
2. Porušení předpisů Dohody ADR	1	X	3	4	0,33
3. Nebezpečí plynoucí z celkové intenzity dopravy a nevhodný technický stav pozemních komunikací	1	3	X	4	0,33
Součet				12	Zaokr. = 1

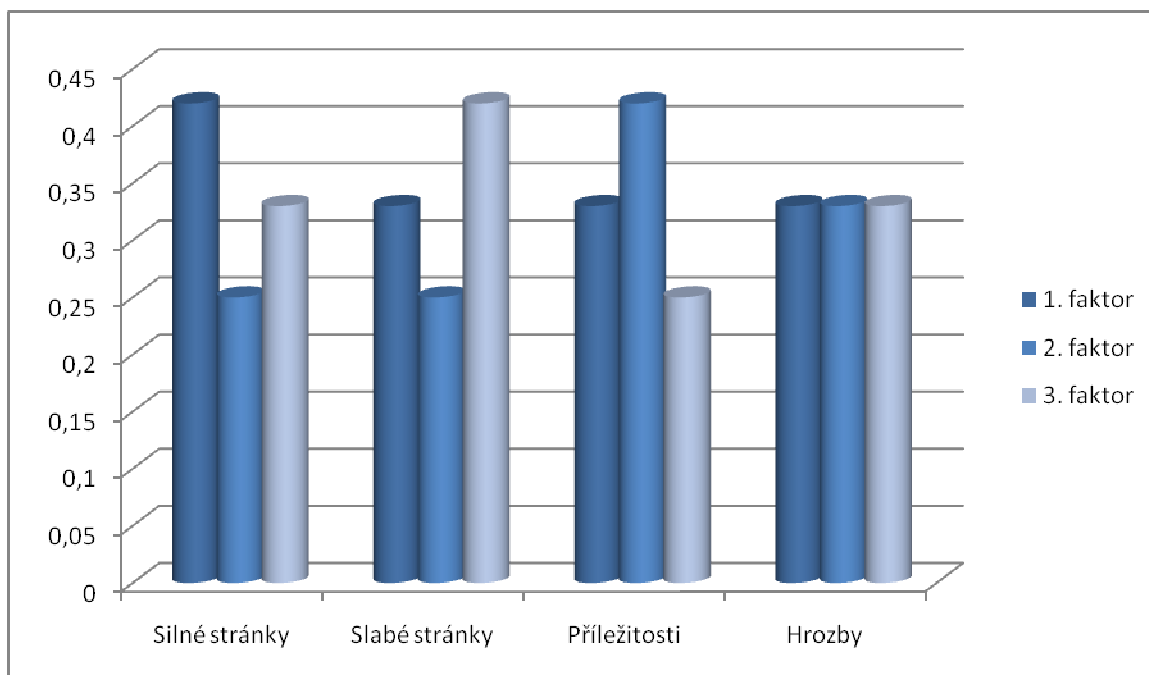
[Zdroj: autorka]

Ze zjištěných číselných ohodnocení vytvořím přehlednou tabulku (Tabulka 7) a znázorním výsledky v grafické podobě (Obrázek 10).

Tabulka 7 - Rozhodovací analýza s vyjádřením důležitosti všech faktorů

Faktory	Silné stránky	Slabé stránky	Příležitosti	Hrozby
1.	0,42	0,33	0,33	0,33
2.	0,25	0,25	0,42	0,33
3.	0,33	0,42	0,25	0,33

[Zdroj: autorka]



Obrázek 10 - Graf zobrazující přehled ohodnocení jednotlivých faktorů na základě rozhodovací analýzy [Zdroj: autorka]

**Silné stránky:** Z grafického znázornění vyplývá, že nejvýznamnějším faktorem této oblasti je dodržování povinností stanových Dohodou ADR, díky nimž je zajištěna bezpečná přeprava RM používaného ve zdravotnictví. Následuje nutnost provádění pravidelných technických prohlídek, kontrol a údržby dopravních prostředků včetně jejich vnějšího způsobu označení, čímž se předejde hrozícím rizikům, která mohou při přepravě RM používaného ve zdravotnictví nastat. Nesmíme zapomenout také na školení řidičů zahrnující odbornou přípravu a poučení, jak mají postupovat v případě vzniku havárie.

**Slabé stránky:** Zde dominuje nedostatečná kolektivní ochrana před ionizujícím zářením v případě, kdy by nastalo riziko ohrožení zdraví a životů nejen řidiče, ale i osob nacházejících se v těsné blízkosti místa, kde došlo ke vzniku MU a absence složek provádějících dozor při přepravě nebezpečného materiálu. Jejich působení v průběhu této činnosti by bylo velkou výhodou. Dále následuje faktor značící nezkušenost řidiče, např. z důvodu chybějící praxe nebo může také jeho vlivem dojít k opomenutí bezpečnostních pravidel, což s sebou dříve či později přinese škodlivé důsledky. Tuto oblast zakončuje faktor nedostatečné manipulační techniky, jejíž absence způsobuje vynaložení větší síly osob při nakládce či vykládce převážného RM používaného ve zdravotnictví.

**Příležitosti:** Největší příležitostí je, jak už vyplývá z faktorů slabých stránek, zlepšení manipulace při nakládání, překládání, vykládání a také uložení RM používaného ve zdravot-

nictví ve vhodných obalových prostředcích, které plní řadu funkcí a snižují tak riziko úniku nebezpečného radioaktivního záření. Pro zajištění maximální bezpečnosti je důležité zavést i bezpečnější a modernější technologie přepravy RM používaného ve zdravotnictví. Na nejnižším stupni této oblasti se nachází eventuální možné zavedení bezpečnostního dozoru při každé přepravě RM ze strany Policie ČR a případná pomoc i dalších složek IZS.

**Hrozby:** Graf výsledků v této oblasti znázorňuje všechny tři faktory na stejné úrovni. Hrozba při přepravě RM tedy vyplývá z porušení předpisů Dohody ADR, kde existuje riziko následného placení pokuty či zákaz provozování činnosti nebo v nejhorším případě i trest odnětí svobody. Hrozí zde také nebezpečí újmy na zdraví a životech osádky vozidla a případně i ohrožení ŽP. Přepravu RM používaného ve zdravotnictví ovlivňuje také riziko nebezpečí plynoucí z celkové hustoty provozu na pozemních komunikacích a jejich nevhodný stav.

### 6.3.1 Minimalizace nebezpečí rizik hrozících při přepravě radioaktivního materiálu

Dříve než dojde k samotné přepravě RM používaného ve zdravotnictví, je povinností dle stanovených pravidel Dohody ADR provést bezpečnostní školení řidiče a obeznámit ho s postupem v případě vzniku MU, což je u takového typu přepravy jedno v nejvýznamnějších hrozících rizik. Je vhodné, aby osoba řidiče měla v této činnosti praxi, jelikož se tím sníží riziko vzniku dopravní nehody v důsledku chybějících zkušeností řidiče. Před samotnou nakládkou musí řidič zkontrolovat obsah průvodních dokladů a porovnat je se skutečnou zásilkou, při čemž se předejde riziku vzniku možných nesrovnalostí v příložené dokumentaci.

Nakládání RM používaného ve zdravotnictví je spojeno s možnými provozními riziky. Těm se dá předejít tak, že RM bude uložený do vhodných obalových materiálů, vybavených olověným stíněním. Tento způsob uložení RM zajistí stálost obsahu a nevznikne riziko úniku nebezpečného radioaktivního záření s možným následkem poškození zdraví řidiče, personálu ONM či ohrožení ŽP při vzniku dopravní nehody. Vhodný obal musí být typově schválený a jeho hlavním úkolem je zajistit, aby v případě nečekaného pohybu RM v úložném prostoru nedošlo k selhání obalu a následnému poškození převážené zásilky.

Při nakládání RM používaného ve zdravotnictví do vozidla se musí dbát pravidel bezpečné manipulace, aby nevzniklo riziko pozdějšího posunutí nákladu ve vozidle. K tomuto slouží řidiči využití sklopné plošiny na vozidle, pomocí níž dojde k bezpečnému naložení a ve vozidle je nezbytné upevnit polystyrenové krabice dostatečně pevnými popruhy tak,

aby nedošlo k jejich samovolnému posunu. Tento proces by měl být prováděn za dozoru osoby, jenž provádí soustavný dohled nad radiační ochranou z důvodu předcházení rizika vnějšího ozáření osob.

Než řidič vyjede s vozidlem na pozemní komunikaci, je nezbytné mít jistotu, že je vozidlo v dobrém technickém stavu, což znamená, že je způsobilé k přepravě RM používaného ve zdravotnictví. Je nutné provést jeho pravidelnou údržbu a předejít tak vzniku rizika selhání brzdového či chladicího systému, odvětrávání, funkčnosti sklopné plošiny a jiných hrozeb.

Důležitou zásadou, kterou by se měl řidič řídit je skutečnost, že převoz RM používaného ve zdravotnictví musí být uskutečněn v co nejkratším čase, tj. bez zbytečného časového prodloužení a s použitím co nejkratší pozemní komunikace. Řidič z tohoto důvodu také nesmí nechat vozidlo stát někde na odlehlém místě, pokud by se tak stalo, musí být vozidlo bezpečně uzamčeno a stále pod dohledem řidiče. Tímto se předejde vzniku rizika opožděného dovozu RM na ONM a také se sníží riziko případné ztráty RM, za což nese řidič odpovědnost. Prevencí potenciální ztráty RM může být již před samotnou jízdou domluvený kontakt s bezpečnostními složkami, které by provedly zásah v případě potřeby.

Při převozu RM používaného ve zdravotnictví je také nutné dbát zvýšené pozornosti na vnější okolí a bezpečnost kolemjdoucích chodců pohybujících se v blízkém okolí vozovky. Proto je nutné, aby řidič dbal na pravidla silničního provozu a bral v potaz i to, že musí dodržovat povolenou rychlost, protože nemá přednost v jízdě před jinými automobily jako je tomu u vozidel ZZS. V případě nerespektování těchto pravidel hrozí riziko placení pokuty.

Obrovská rizika s sebou nese skutečnost, kdy dojde buď nešťastnou náhodou, nedbalostí řidiče nebo cizím zaviněním vlivem husté dopravy ke vzniku MU I. či II. stupně. V tomto případě snadno dojde k mnoha rizikům, např.: posunutí zásilky v úložném prostoru a selhání obalového materiálu v důsledku dopravní nehody. Následkem tohoto je poškození obalu a ohrožení zdraví či života jak řidiče, tak i kolemjdoucích osob, z důvodu potenciálního rizika úniku a šíření nebezpečného radioaktivního záření do okolí. Pokud řidič nepoužije ochranné prostředky, je zde reálné riziko kontaminace, což může mít za následek úraz či újmu na jeho zdraví. Existuje zde také riziko rozšíření kontaminovaných ploch. Proto musí být řidič předem proškolen, aby věděl, jak postupovat v případě vzniku havárie. Povinností řidiče je poskytnout 1. pomoc, pokud dojde ke zranění osob a také přivolat složky

IZS, protože v případě kontaminace vozidla hrozí jeho výbuch, což může být vysoce nebezpečné, jestliže vozidlo právě převáží zvláště hořlavý a výbušný materiál.

Skutečnost vzniku MU musí řidič neprodleně nahlásit osobě provádějící soustavný dohled nad radiační ochranou na příslušné ONM a také se musí zajistit rychlé odklizení poškozeného RM. U radioaktivního zářiče, u něhož došlo k porušení obalu, se riziku jeho dalšího uvolnění předejde tak, že se zabalí do polyetylenového obalu nebo pytle a převez k uložení do místnosti odpadů na ONM, kde se likviduje dle monitorovacího programu a provozního řádu. Radioaktivní odpad poté odveze přepravní společnost do úložiště jaderného odpadu, kde nedojde k riziku ekologicky nešetrného spalování odpadů.

### 6.3.2 Vlastnosti používaných obalových materiálů

Radioaktivní materiál používaný ve zdravotnictví může být přepravován, resp. ukládán jen do obalů, které jsou určeny k tomuto účelu. Obal sehrává při přepravě jednu z nejdůležitějších podmínek pro zajištění bezpečnosti přepravy, a to jednak ochranu přepravovaného RM používaného ve zdravotnictví a dále chrání okolní prostředí před nebezpečnými účinky radioaktivního záření. Každý obal musí splňovat celou řadu náročných kritérií, kromě jiného i ustanovení mezinárodních dohod o přepravě a současně plnit funkce, které jsou na obal kladené, tzn. ochranné a informační. Obaly jsou po celou dobu přepravy jednoznačně vymezené a jejich úkolem je:

- chránit užitkové vlastnosti RM před vnějším poškozením, znehodnocením a ztrátám,
- chránit vnější prostředí před nežádoucími účinky radioaktivního záření,
- ulehčit přepravu, manipulaci a skladování,
- racionálně využít prostředky silniční dopravy,
- snižovat náklady na dopravu,
- znemožnit nebo ztížit vykrádání obsahu zásilek,
- plnit funkci informační a propagační.

Obal musí být vyrobený a uzavíratelný tak, aby při normálních manipulačních (včetně přepravních) podmínkách chránil přepravovaný RM používaného ve zdravotnictví před únikem, poškozením, resp. chránil prostředí před přímým působením specifických vlastností nebezpečného materiálu. Před zavedením do výroby musí být každý obal podroben náročným zkouškám, které zohledňují kromě jiného i specifické přepravní podmínky a podle

jejich výsledku je v případě úspěchu přidělen klasifikační kód, jen je nositelem požadovaných informací o daném obalu. [10,18]

#### 6.4 Návrh opatření na zkvalitnění přepravy radioaktivního materiálu

Na základě provedené analýzy vybraných rizik jsem došla k závěru, že v procesu přepravy RM používaného ve zdravotnictví jsou minimální nedostatky, které je třeba řešit. Ke zvýšení bezpečnosti a k eliminaci zjištěných rizik navrhuji následující bezpečnostní, technická a organizační opatření:

- provést modernizaci technologie přeprav, která spočívá v napojení na pult centrální ochrany, který by po celou dobu přepravy lokalizoval aktuální pozici jedoucího vozidla či alespoň zavedení GPS signalizace do každého vozidla s cílem monitoringu, jehož kontrola by byla v kompetenci nově přijatého pracovníka na technicko - fyzikálním úseku nebo zavést kamery na přední skla vozidel, které by posloužily jako důkazní prostředek k prokázání viny či nevinu řidiče v případě nehody;
- provést převoz RM v časných ranních hodinách. Tímto by se přispělo k zajištění větší bezpečnosti z důvodu ne příliš vysoké hustoty dopravy v tomto čase, tudíž by mohlo být využito i jindy celkem frekventovaných pozemních komunikací pro rychlejší převoz RM;
- zavést doprovod každé přepravy RM ze strany Policie ČR (Obrázek 11). Tato varianta by byla sice velmi finančně náročná, jak pro přepravní společnost, tak také pro příslušné ONM, ale přispělo by se tím k zajištění bezpečnosti a významnému snížení rizika vzniku potenciální MU I. či II. stupně;



Obrázek 11 - Doprovod provedený Policií ČR [Zdroj: autorka]



- usnadnit práci řidiče a vybavit prostor, kde dochází k nakládce, speciální manipulační technikou;
- zlepšit havarijní vybavení vozidel přepravujících RM. Vozidlo přepravující tyto NV nemá ze zákona povinnost být vybaveno přístrojem na zjištění úrovně radioaktivního ozáření osob při vzniku MU, tzv. dozimetrickým přístrojem, proto by bylo vhodné zajistit jejich pořízení do každého vozidla přepravujícího RM;
- vybavit řidiče vozidla ochrannými pomůckami a prostředky, jež by bylo nezbytné využít při vzniku závažné dopravní nehody (Obrázek 12). V tomto případě je nejdůležitější chránit si dýchací cesty, k čemuž je nezbytné použít ochrannou masku, ochrannou roušku či protiprachový respirátor nebo také při úniku nebezpečného radioaktivního záření využít tablety jodové profylaxe (jodid draselný), což by posloužilo k individuální ochraně kontaminovaných osob.



Obrázek 12 - Protichemický ochranný oděv

[Zdroj: autorka]

## ZÁVĚR

Přeprava RM používaného ve zdravotnictví patří mezi činnosti se zvýšenou mírou rizika, a proto musí být kladen důraz na zajištění bezpečnosti s pokud možno co nejrychlejší dobou doručení bez zbytečného prodlení. Vzhledem ke svým specifickým se přeprava RM používaného ve zdravotnictví a jeho odpadů značným způsobem liší od jiných způsobů přepravy, tudíž je při její realizaci potřebné provést několik konkrétních opatření, ať už bezpečnostních, provozních či technologických a zajistit tak maximální bezpečnost s důrazem na ochranu zdraví zainteresovaných osob při přípravě a realizaci přepravy a předejít tak vzniku nepředvídatelné MU, jež může vlivem nepozornosti nastat a dosáhnout v nejhorším případě až katastrofických důsledků.

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární rešerši o dané problematice a posoudit potenciální rizika, jež mohou při přepravě RM používaného ve zdravotnictví nastat. K tomuto účelu jsem využila metodu Ishikawových diagramů, na jejímž základě jsem poté vytvořila SWOT analýzu rizik procesu přepravy RM používaného ve zdravotnictví. Ze zjištěných poznatků bylo dále mým úkolem navrhnout možné řešení redukce rizik tak, že provedu nastínění návrhu technických a organizačních opatření, které by posloužily k zajištění větší bezpečnosti a tím také k předcházení možným škodám.

Mezi nejdůležitější technická a organizační opatření bych tedy zařadila potřebu provést modernizaci technologií přeprav. Což by spočívalo v napojení na pult centrální ochrany, který by po celou dobu přepravy lokalizoval aktuální pozici jedoucího vozidla či alespoň zavedení GPS signalizace do každého vozidla s cílem monitoringu, jehož kontrola by byla v kompetenci nově přijatého pracovníka na technicko - fyzikálním úseku. Dále je dobré zajistit provedení převozu RM v časných ranních hodinách. Také by bylo vhodné zavést doprovod každé přepravy RM ze strany Policie ČR. Není na škodu přijmout také opatření, které by usnadnilo práci řidiče s využitím rozšířené manipulační techniky, dále zlepšit havarijní vybavení vozidel přepravujících RM používaného ve zdravotnictví, což je spojeno s vybavením vozidel ochrannými pomůckami a prostředky. V tomto případě je nejdůležitější chránit si dýchací cesty, k čemuž je nezbytné použít ochrannou masku, ochrannou roušku či protiprachový respirátor nebo také použít tablety jodové profylaxe, které by posloužily k individuální ochraně v případě vzniku závažné dopravní nehody, při které by došlo k úniku a ozáření osob nebezpečným radioaktivním zářením.

Hlavní cíl i dílčí cíle bakalářské práce byly splněny.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] BĚLOHLÁVEK, Otakar. *Česká společnost nukleární medicíny: O oboru* [online]. 2010-2014 [cit. 2014-10-22]. Dostupné z: <http://www.csnm.cz/article/show/aboutDomain/default>
- [2] ČESKO. *Sbírka zákonů ČR* [online]. 2010-2014 [cit. 2014-12-18]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/sbirka>
- [3] ČESKO. *Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.*
- [4] *European agreement concerning the international carriage of dangerous goods by road*. S.l.: United Nations Pubns, 2013. ISBN 978-921-0397-278.
- [5] *Hodnocení a minimalizace negativních vlivů na zdraví a životní prostředí při nakládání s odpady*: Příloha č. 1 Z. Praha: Státní zdravotní ústav a Ministerstvo životního prostředí, 2009. SP-2f3/227/07.
- [6] *Ishikawův diagram* [online]. 2013 [cit. 2014-11-18]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>
- [7] *KC SOLID spol. s r. o.: O nás* [online]. 2010 [cit. 2014-10-11]. Dostupné z: [http://www.kcsolid.cz/zdravotnictvi/menu\\_o\\_nas.php](http://www.kcsolid.cz/zdravotnictvi/menu_o_nas.php)
- [8] KRAFT, Otakar. *Nukleární medicína: Skripta*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, srpen 2013. ISBN CZ.1.07/2.2.00/29.0006.
- [9] *LACOMED, spol. s r. o.: Profil společnosti* [online]. 2007 [cit. 2014-10-11]. Dostupné z: [http://www.lacomed.cz/index.php?option=com\\_content&task=view&id=137&Itemid=179](http://www.lacomed.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=137&Itemid=179)
- [10] MÁLEK, Zdeněk a Miroslav TOMEK. *Logistika přeprav nebezpečných věcí*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011. ISBN 978-80-7454-131-5.
- [11] *M. G. P. spol. s r. o.: Transport ADR* [online]. 2014 [cit. 2014-10-11]. Dostupné z: <http://www.mgp.cz/cz/o-firme>
- [12] PŘIBYL, Pavel, Aleš JANOTA a Juraj SPALEK. *Analýza a řízení rizik v dopravě: Tunely na pozemních komunikacích a železnicích*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2008. ISBN 978-80-7300-214-5.

- [13] *Radioaktivita a účinek záření na člověka* [online]. 2011 [cit. 2014-12-18]. Dostupné z: <http://vedaumendiku.blog.cz/1103/radiokativita-a-ucinek-zareni-na-cloveka>
- [14] REX, Frank a Hans-Gerd HEßLING. *Ausbildung der Fahrzeugführer gemäß ADR*. 2. Aufl., Stand: Januar 2011. Düsseldorf: Verkehrs-Verl. Fischer, 2011. ISBN 9783878414490.
- [15] *SPECT - jednofotonová emisní tomografie: Radiofarmaka*. [online]. 2009 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://www.pet-spect.fbmi.cvut.cz/spect/index.php/radiofarmaka.html>
- [16] *Státní úřad pro jadernou bezpečnost: Legislativa* [online]. 2002 [cit. 2014-10-11]. Dostupné z: <http://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/prepravy-radioaktivnich-materialu/legislativa-pro-prepravy-v-cr/>
- [17] ŠEFČÍK, Vladimír. *Analýza rizik*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. ISBN 978-80-7318-696-8.
- [18] TOMEK, Miroslav a Zdeněk MÁLEK. *Logistika přepravy nebezpečných látek: cvičebnice*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013. ISBN 978-80-7454-297-8.
- [19] VOKUREK, Jan. *Pokyny pro přepravu otevřených radionuklidových zářičů: Oddělení nukleární medicíny*. Znojmo: Nemocnice Znojmo, příspěvková organizace, 6.1.2010.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

Dohoda ADR	Evropská dohoda o mezinárodní silniční dopravě nebezpečných věcí
ČR	Česká republika
DZS	Dopravní záchranná služba
EU	Evropská unie
IZS	Integrovaný záchranný systém
MU	Mimořádná událost
MZ	Ministerstvo zdravotnictví
NV	Nebezpečné věci
ONM	Oddělení nukleární medicíny
ORZ	Otevřené radionuklidové zářiče
PET	Pozitronové emisní tomografie
RM	Radioaktivní materiál
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚKL	Státní ústav pro kontrolu léčiv
ŽP	Životní prostředí

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 - Schéma členění RM používaného ve zdravotnictví.....	20
Obrázek 2 - Vozidlo dopravní zdravotní služby .....	25
Obrázek 3 - Převážený RM.....	32
Obrázek 4 - Obal převáženého RM .....	33
Obrázek 5 - Vozidlo provádějící přepravu RM .....	34
Obrázek 6 - Řidič .....	35
Obrázek 7 - Personál ONM .....	36
Obrázek 8 - Vozidlo převážející RM.....	45
Obrázek 9 - Schéma procesu přepravy RM používaného ve zdravotnictví.....	46
Obrázek 10 - Graf zobrazující přehled ohodnocení jednotlivých faktorů na základě rozhodovací analýzy .....	52
Obrázek 11 - Doprovod provedený Policií ČR.....	56
Obrázek 12 - Protichemický ochranný oděv.....	57

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 - Účinky radiace na lidské zdraví .....	18
Tabulka 2 - SWOT analýza rizik procesu přepravy RM používaného ve zdravotnictví.....	47
Tabulka 3 - Porovnání silných stránek s využitím rozhodovací analýzy .....	48
Tabulka 4 - Porovnání slabých stránek s využitím rozhodovací analýzy.....	49
Tabulka 5 - Porovnání příležitostí s využitím rozhodovací analýzy .....	50
Tabulka 6 - Porovnání hrozeb s využitím rozhodovací analýzy.....	51
Tabulka 7 - Rozhodovací analýza s vyjádřením důležitosti všech faktorů.....	51

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1 - Členění radiofarmak dle izotopů

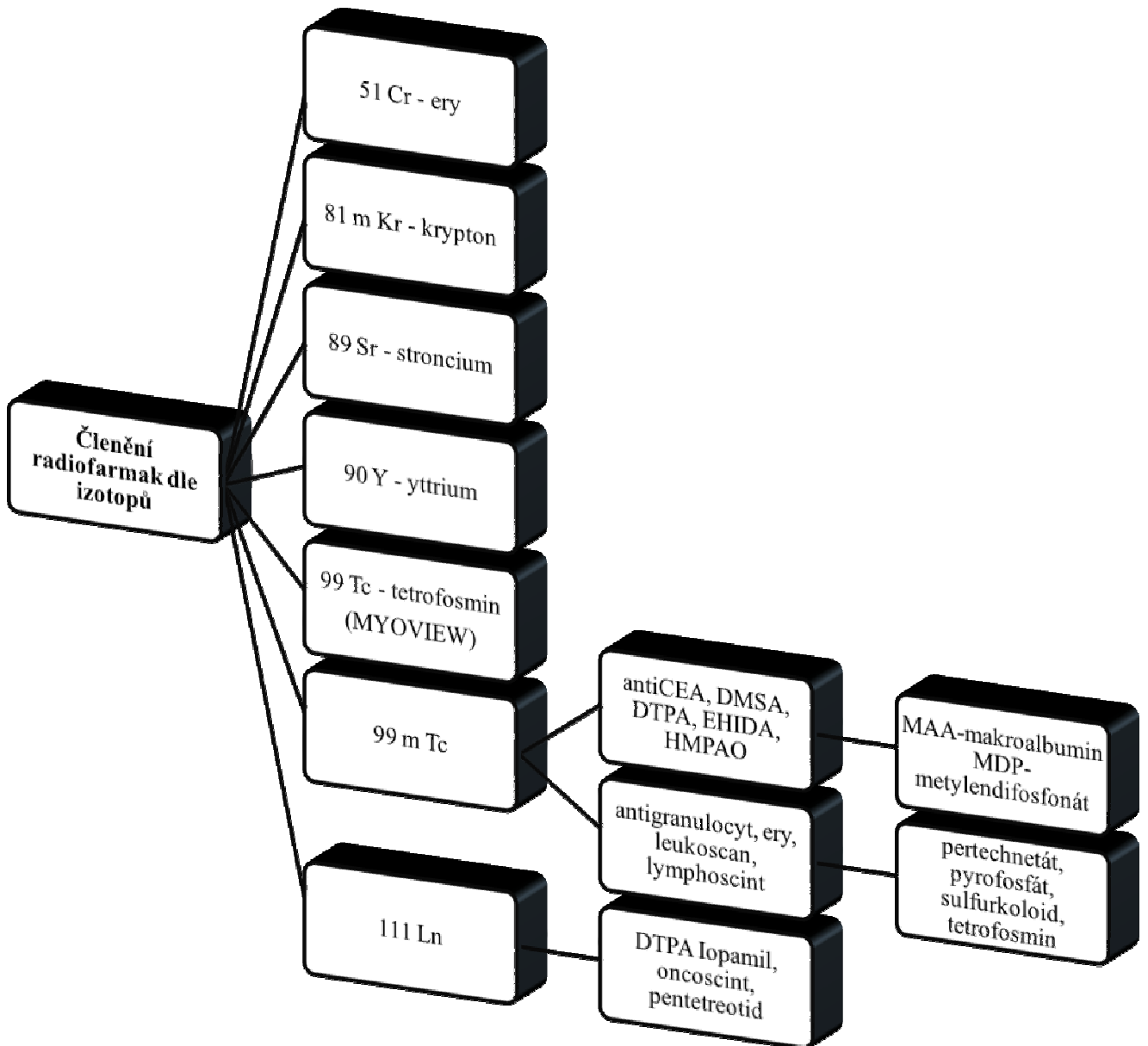
Příloha P 2 - Vyjádření bezpečnostního poradce pro přepravu nebezpečných věcí

Příloha P 3 - Vyjádření Ministerstva zdravotnictví

Příloha P 4 - Vyjádření Státního úřadu pro jadernou bezpečnost



## PŘÍLOHA P 1 - ČLENĚNÍ RADIOFARMAK DLE IZOTOPŮ



Zdroj: [autorka]

# PŘÍLOHA P 2 - VYJÁDŘENÍ BEZPEČNOSTNÍHO PORADCE PRO PŘEPRAVU NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ



bezpečnost - zdraví - prosperita

Závodní 814, Staré Město, 739 61 Třinec

ENVIFORM a.s.

Kateřina Grešová  
Bělotín 241  
753 64 Bělotín

VÁŠ DOPIS ZN.:  
ZE DNE:  
NAŠE ZN.:

VYŘIZUJE: Ing. Petr Tartaini  
DIVIZE: Bohumín, středisko ochrana zdraví a ekologie  
ŽDB DRÁTOVNA a.s.,  
Jeremenkova 66, 735 51 Bohumín  
TEL.: +420 596 085 237  
MT: +420 607 011 432  
E-MAIL: [petr.tartaini@trz.cz](mailto:petr.tartaini@trz.cz)  
<http://www.enviform.cz/>

DATUM: 5. 3. 2015

## Informace k přepravě radioaktivního materiálu

Přeprava nebezpečných věcí se obecně řídí mezinárodními dohodami:

- Letecká přeprava – ICAO-TI <http://www.icao.int/safety/DangerousGoods/Pages/technical-instructions.aspx>
- Námořní přeprava – IMDG-Code <http://www.imo.org/Publications/IMDGCode/Pages/Default.aspx>
- Vodní přeprava – ADN [http://www.mdcz.cz/cs/Vodni\\_doprava/Preprava\\_nebezpecnych\\_veci/](http://www.mdcz.cz/cs/Vodni_doprava/Preprava_nebezpecnych_veci/)
- Železniční přeprava – RID [http://www.mdcz.cz/cs/Drazni\\_doprava/Preprava\\_nebezpecnych\\_veci/](http://www.mdcz.cz/cs/Drazni_doprava/Preprava_nebezpecnych_veci/)
- Silniční přeprava – ADR [http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni\\_doprava/Nakladni\\_doprava/adr/](http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni_doprava/Nakladni_doprava/adr/)

Vašemu případu bude nejlépe odpovídat silniční přeprava, protože se jedná o velmi specifický materiál, který není zpravidla převážen ve velkých množstvích a využívají jej pouze úzce specializovaná pracoviště.

V naší legislativě je přeprava nebezpečných věcí po silnici zakotvena v § 1 odst. 2, § 22 a 23 zákona č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, v platném znění (dále jen „zákon o SD“), ve vyhlášce MZV č. 64/1987 Sb., o Evropské dohodě o přepravě nebezpečných věcí ADR, platném znění a přílohách „A“ a „B“, které jsou vyhlášovány ve sbírce mezinárodních smluv – nejnovější je Sdělení MZV č. 11/2015 Sb.m.s. (dále jen „Dohoda ADR“ nebo „ADR“).

Každé nebezpečné věci (látce, přípravku, radioaktivnímu materiálu) je přiřazeno číslo s představenými písmeny „UN“, např. UN 2977 LÁTKA RADIOAKTIVNÍ, HEXAFLUORID URANU, ŠTĚPNÁ, pro rychlejší orientaci jsou nebezpečné věci rozděleny podle vlastností do tříd, radioaktivním látkám odpovídá třída 7.

Než se pustím do dalšího vysvětlování trochu Vám přiblížím samotnou strukturu Dohody ADR, v případě, že ji neznáte, bude se Vám lépe v ní orientovat. Nynější struktura Dohody ADR je konsistentní s Doporučeními OSN pro přepravu nebezpečných věcí, Vzorovými předpisy, Mezinárodním námořním řádem pro nebezpečné věci (IMDG Code) a Řádem pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID). Je členěna do 9 částí a 2 příloh.

Strana 1 (celkem 3)

IČ: 25839047  
DIČ: CZ25839047  
Bankovní spojení: ČSOB, a.s.  
Zapsána u KS Ostrava, oddíl B, vložka 4170

Tel.: 558 535 181  
Fax: 558 535 930  
č.ú.: 157954996/0300  
[www.enviform.cz](http://www.enviform.cz)



[Zdroj: Ing. Petr Tartaini]

# PŘÍLOHA P 3 - VYJÁDŘENÍ MINISTERSTVA ZDRAVOTNICTVÍ



MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ  
ČESKÉ REPUBLIKY

Vážená paní  
Kateřina Grešová  
Bělotín 241  
753 64 Bělotín  
Katerina.Gresova@seznam.cz

V Praze dne 6. března 2015  
Č.j.: MZDR 10887/2015-2/OVZ



MZDRX00OWDN2

## Poskytnutí informací pro bakalářskou práci

K Vašemu požadavku ohledně informací související s rizikem přepravy radioaktivního materiálu používaného ve zdravotnictví Vám sdělujeme, abyste se obrátila na Státní úřad pro jadernou bezpečnost, která má toto v kompetenci.

S pozdravem

MUDr. Jarmila Rážová, Ph.D.  
ředitelka odboru ochrany veřejného zdraví  
a zástupkyně hlavního hygienika ČR



Ministerstvo zdravotnictví, OVZ: Odbor ochrany veřejného zdraví  
Palackého náměstí 4, 128 01 Praha 2, tel.: , fax: , e-mail: vh@mzcr.cz  
www.mzcr.cz

[Zdroj: MZ]

# PŘÍLOHA P 4 - VYJÁDŘENÍ STÁTNÍHO ÚŘADU PRO JADERNOU BEZPEČNOST

## **Státní úřad pro jadernou bezpečnost**

Senovážné nám. 9 110 00 Praha 1

V Praze dne 18. 3. 2015  
Č.j.: SÚJB/PrO/6447/2015

Vážená paní  
Kateřina Grešová  
Bělotín  
753 64 Bělotín

### **Odpověď na žádost o informaci**

K Vaší žádosti o informaci ze dne 10. března 2015, týkající se přepravy radioaktivního materiálu používaného ve zdravotnictví, poskytují následující informace, zpracované odborným útvarem SÚJB.

V žádosti o informace se ptáte, zda existují nějaké předpisy, směrnice či pokyny popisující rizika, jež mohou při přepravě radioaktivního materiálu používaného ve zdravotnictví nastat a popřípadě jaké jsou možnosti pro předcházení a odstranění těchto rizik.

Především upozorňujeme, že při odhadu a hodnocení rizik přepravy radioaktivních látek není výhodné tyto látky dělit podle účelu použití (energetika, průmysl, věda, výzkum, zdravotnictví, atd.), ale spíše podle jejich fyzikálně-chemických vlastností (aktivita a jiné nebezpečné vlastnosti, skupenství, struktura, apod.). Proto v dalším bude pojednáno prostě o radioaktivních látkách.

Problematiku přepravy radioaktivních látek v České republice upravuje atomový zákon [1] v § 9 odst. 1, písm. m) (povolení k přepravě) a písm. p) (povolení k mezinárodní přepravě radioaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva), § 20 (povinnosti při přepravě a dopravě jaderných položek a radioaktivních látek) a § 23 (typové schválení obalových souborů pro přepravu, skladování a ukládání radioaktivních látek a jaderných materiálů a typové schválení zdrojů ionizujícího záření). Podrobnosti požadavků pak uvádí prováděcí předpis – vyhláška o typovém schvalování a přepravě [2]. Podrobnosti povinností týkajících se havarijní připravenosti a zvládnutí radiační mimořádné události (od nehody přes incident až po havárii) jsou popsány v dalším prováděcím předpisu, vyhlášce o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti [3]. Kromě toho jsou radioaktivní látky třídou 7 nebezpečných věcí a jejich přeprava proto podléhá modálním předpisům o přepravě nebezpečných věcí, u nás zejména [4] a [5]. Poměrně rozsáhlý návod k bezpečné přepravě radioaktivních látek poskytuje dokument Přeprava radioaktivních látek (BN-JB-1.13) [6].

Zásadním principem zajištění bezpečné přepravy radioaktivních látek je použití obalového souboru vhodného (příslušného) k přepravě dané radioaktivní látky (včetně jaderných materiálů). Pokud je dodržena tato podmínka, i případná radiační