

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra aplikované ekologie



Diplomová práce

Nakládání s radioaktivním odpadem z právního hlediska

Bc. Pavel Vaňha

© 2022 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Pavel Vaňha

Regionální environmentální správa

Název práce

Nakládání s radioaktivním odpadem z právního hlediska

Název anglicky

Legal aspects of radioactive waste management

Cíle práce

Popsat a zhodnotit platnou mezinárodní, unijní a českou právní úpravu na úseku nakládání s radioaktivním odpadem a provést úvahy do budoucna. Srovnat s právní úpravou jiné vybrané země EU, dle jazykových schopností studenta a dostupnosti pramenů.

Metodika

Metody v právní zkoumání obvyklé – deskripce, analýza a syntéza, logická metoda jazykový výklad a komparace. Doplnit o přílohy s věcnou problematikou.

Doporučený rozsah práce

Standardní – dle platných předpisů FŽP ČZU

Klíčová slova

atomové právo, radioaktivní odpad, nakládání s radioaktivním odpadem, jaderná bezpečnost

Doporučené zdroje informací

HANDRLICA, Jakub, 2019. Jaderné právo a právní futurismus: jaderné technologie budoucnosti a jejich právní úprava. Praha: Auditorium. ISBN 978-80-87284-76-6.

JANOUC, František, 2011. Myslím zeleně, proto volím jádro: úvahy o energii, životním prostředí a politice. Praha: Akropolis. ISBN 978-80-87481-46-2.

KLOBOUČEK, Eduard, 2018. Evropské a české atomové právo v kontextu práva energetického a práva životního prostředí (renesance nebo úpadek). Praha. Disertace. Univerzita Karlova.

KRUŽÍKOVÁ, Eva, 1997. Ekologická politika a právo životního prostředí v Evropské unii. Praha: Petr Šauer. ISBN 80-902168-2-x.

NIGRIN, Tomáš, Martin LANDA a Tereza SVOBODOVÁ, 2015. Německo bez jádra?: SRN na cestě k odklonu od jaderné energie. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3186-8.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FŽP

Vedoucí práce

prof. JUDr. Milan Damohorský, DrSc.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2022

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 12. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 13. 03. 2022

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Nakládání s radioaktivním odpadem z právního hlediska" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. března 2022

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce prof. JUDr. Milanu Damohorskému, DrSc., za jeho cenné rady, věcné připomínky a odborné vedení diplomové práce.

Nakládání s radioaktivním odpadem z právního hlediska

Abstrakt

Diplomová práce se týká nakládání s radioaktivním odpadem z právního hlediska. Cílem práce bylo prozkoumat platnou právní úpravu nakládání s radioaktivním odpadem. Práce se věnuje popisu základních pojmů, všeobecně energetikou, čerpáním přírodních zdrojů, jadernou energií, institucemi, charakteristikou radioaktivních odpadů a jejich ukládáním. Poté následuje analýza a popis mezinárodního, unijního práva a českého v oblasti nakládání s radioaktivním odpadem. Součástí je také srovnání českého atomového zákona s německým. V závěru jsou provedeny úvahy změny legislativy do budoucna.

Klíčová slova: atomové právo, radioaktivní odpad, nakládání s radioaktivním odpadem, jaderná bezpečnost

Legal aspects of radioactive waste management

Abstract

This diploma thesis deals with legal aspects of radioactive waste management. The aim of this work was to examine the current legislation on radioactive waste management. It also deals with describe basic concepts, energy in general, extraction of natural resources, nuclear energy, institutions, characteristics of radioactive waste and their disposal. This is followed by an analysis and description of international, EU and Czech law in the field of radioactive waste management. It also includes a comparison of the Czech Atomic Act with the German one. At the end are suggestions for improving the legislation.

Keywords: atomic law, radioactive waste, radioactive waste management, nuclear safety

Obsah

1 Úvod	10
2 Cíl práce a metodika	12
3 Teoretická část	12
3.1 Vymezení základních pojmů	12
3.2 Člověk a jeho vliv na životní prostředí	16
4 Energetika a zdroje energie	18
4.1 Obnovitelné a neobnovitelné zdroje	19
4.2 Porovnání zdrojů energie	21
4.3 Budoucnost energetiky	24
5 Jaderná energie	27
5.1 Stinné stránky jaderného průmyslu	29
5.2 Jaderná bezpečnost	33
5.3 Důležité instituce	35
5.4 Jaderná zařízení v České republice	38
5.5 Jaderná energetika v zahraničí	41
6 Radioaktivní odpady a vyhořelé jaderné palivo	42
6.1 Přehled vyprodukovaných odpadů	45
6.2 Manipulace a přeprava	47
6.3 Přepřevážení vyhořelého paliva	48
6.4 Ukládání radioaktivních odpadů	49
7 Mezinárodní a unijní právo	53
7.1 Omezení vojenského využití jaderné energie	54
7.2 Významné milníky v oblasti mezinárodního práva ŽP	55
7.3 Mírové využívání jaderné energie	58
7.4 Právo Evropské unie	62
8 Srovnání české a německé právní úpravy	65
8.1 Atomový zákon	66
8.2 Porovnání právních úprav	70
9 Poslední fáze nakládání s radioaktivními odpady	73
9.1 Hlubinné úložiště a finální lokalita	76
9.2 Veřejný zájem a kompenzace	78
9.3 Zkušenosti Německa s úložištěm	80
10 Závěr	82

11 Seznam použitých zdrojů	86
---	-----------

Seznam obrázků

Obrázek č. 1 Druhy záření (Zdroj: SÚRAO, 2020)	14
Obrázek č. 2 Mezinárodní stupnice INES (Hák et al., 2015)	31

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 Produkce radioaktivního odpadu v České republice za období 2010 – 2020 (Zdroj dat: výroční zpráva SÚJB)	46
Tabulka č. 2 Ukládání radioaktivního odpadu v České republice v období 2010 – 2020 (Zdroj dat: výroční zpráva SÚJB)	47

Seznam použitých zkratek

EIA	Posuzování vlivu na životní prostředí
EURATOM	Evropské společenství pro atomovou energii
INES	Mezinárodní stupnice závažnosti radiačních nehod
ITER	Mezinárodní termonukleární experimentální reaktor
MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
OSN	Organizace spojených národů
RAO	Radioaktivní odpady
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
ÚRAO	Úložiště radioaktivních odpadů

1 Úvod

V dnešním světě vyspělé společnosti se nelze vyhnout otázkám ochrany a aktivní péče o životní prostředí. Je to zejména z důvodu, že se každý na podobě životního prostředí podílí přímo či nepřímo. Lidstvo je zcela závislé na využívání přírodních zdrojů, potřebují je k získání energie, potravy a řadě dalších činností. S vyšší životní úrovní se zvyšují nároky na spotřebu energie, proto je oblast energetiky důležitá. Bez zajištění dodávek stabilní energie nelze očekávat rozvoj států a lidské populace. Zároveň každá lidská činnost ovlivňuje svým způsobem přírodní prostředí, výjimkou nejsou ani odpady vytvořené člověkem. Ve své podstatě se každý produkt nebo zboží stane jednou odpadem, navíc často i při samotné výrobě energie vznikají vedlejší produkty jako odpad. Tato práce se zabývá neobvyklým druhem odpadu, jedná se o tzv. radioaktivní odpady. V případě jaderných elektráren vznikají radioaktivní odpady a vyvstává otázka, jak se vypořádat s vyhořelým jaderným palivem. Práce popisuje věcnou problematiku a také popis nakládání s radioaktivními odpady z právního hlediska. Proč bylo vybráno právě toto téma? Jedná se totiž o problematiku, která je velice diskutovaná a řešena globálně. Oblast jaderné energetiky může být řešením k dosažení nízkoemisní energetiky, zmírnění změny klimatu a snížení závislosti na zemích dovážejících fosilní paliva. Z těchto důvodů je patrné, že bychom tímto zdrojem energie neměli opovrhovat. Osobně mi přijde velmi důležité mít v této problematice jasno, navíc toto téma se dotýká skutečně každého z nás. Prvotním impulsem pro zaměření se na tuto oblast byla účast na letní škole Správy úložišť radioaktivních odpadů, kde jsem byl seznámen s touto problematikou, která je poměrně obsáhlá a komplikovaná. O tom svědčí provázání různých lidských činností, environmentálních oborů, technicky náročných postupů, vytváření bezpečnostních požadavků, vykonávání dohledu a vyhodnocování správných postupů, získávání nových poznatků ze zahraničí a v neposlední řadě také utváření důležitých platných norem, zákonů, vyhlášek a celkově legislativní zakotvení v mezinárodním, unijním a českém právním řádu.

Diplomová práce je strukturována tak, že postupuje od čerpání přírodních zdrojů přes obecný přehled energetiky až k samotnému vzniku radioaktivních odpadů. V části jaderné energie se nachází historické události, které změnily pohled na jadernou energetiku, charakteristiku mírového používání, představení významných institucí, seznámení

s jadernou bezpečností, jadernými zařízeními a poslední fází palivového cyklu, což je samotné ukládání radioaktivního odpadu. Dále je v jednotlivých kapitolách zpracována a popsána právní úprava, především významné mezinárodní úmluvy a unijní právo v oblasti nakládání s radioaktivními odpady. Práce se dále zabývá relevantní právní úpravou, jedná se především o atomový zákon, který je porovnáván s německým atomovým zákonem. V jedné z částí jsou také zmíněny vybrané jednotlivé zákony, které svou povahou přesahují atomové právo nebo alespoň částečně se týkají problematiky nakládání s radioaktivními odpady, včetně hlubinného úložiště těchto odpadů.

2 Cíl práce a metodika

Cíl práce

Popsat a zhodnotit platnou mezinárodní, unijní a českou právní úpravu na úseku nakládání s radioaktivním odpadem a provést úvahy do budoucna. Srovnat s právní úpravou jiné vybrané země EU, dle jazykových schopností studenta a dostupnosti pramenů.

Metodika

Metody v právní zkoumání obvyklé - deskripce, analýza a syntéza, logická metoda jazykový výklad a komparace. Doplnit o přílohy s věcnou problematikou.

3 Teoretická část

3.1 Vymezení základních pojmů

V úvodní kapitole bych rád zmínil základní pojmy, které lépe pomůžou k porozumění celé práce. Nejedná se o zcela podrobný popis, ale spíše všeobecný pro lepší chápání souvislostí.

Radioaktivita

Je pojem pro atomy, které mají nestabilní jádra a dochází k samovolné změně na jádra jiných prvků, za přítomnosti ionizujícího záření. Tento pojem je také zveřejněn na stránkách Státního ústavu radiační ochrany a je definován takto: „*Radioaktivita je schopnost některých atomů (radionuklidů) se samovolně přeměňovat na jiné atomy (nuklidy/radionuklidy). Přeměna je doprovázena emisí radioaktivního záření (alfa, beta, gama), štěpných produktů, protonů nebo záchytem elektronu*“ (Základní pojmy, Státní ústav radiační ochrany). Tento jev je fyzikálně označován jako radioaktivita, radioaktivní atomy jsou nazývány radionuklidy. Dále můžeme rozlišovat přírodní a umělou radioaktivitu. Roku 1896 objevil fyzik Antoine Henri Becquerel (1852 – 1908) přirozenou radioaktivitu, která uvolňovala jadernou energii pomocí záření, později získal Nobelovu cenu za fyziku. Po objevu radioaktivity následovala spousta objevů, nových poznatků o radioaktivitě a výzkumů. Tento druh přirozené radioaktivity sice již mohl sloužit

v oblastech lékařství, vědě, ale nikoliv ve větším měřítku například k výrobě elektřiny (Augusta et al. 2001).

Druhy záření

Každý živý organismus na světě je neustále vystavován celé řadě druhů záření, jak uvádí Linhart (2019) jde zejména o tyto druhy záření:

- Sluneční záření – důležité pro život na Zemi, je zdrojem energie pro veškeré živé organismy, jde o viditelné světlo
- Ultrafialové (UV) záření – již nemá takovou řadu benefitů jako sluneční záření, spíše naopak, je zdraví škodlivé – může poškodit zrak, podpořit vznik nádoru na kůži atd. Naštěstí nás chrání stratosférický ozon, kde je velká část záření zachycena a není ohrožen život na Zemi.
- Rentgenové záření, záření gama a kosmické záření – tyto druhy ohrožují živé organismy a mohou být životu nebezpečné

Ionizující záření

Dnes žijeme ve světě, kde se vyskytuje spousta druhů záření, jedná se o tepelné, ultrafialové, ionizující a světelné. Zatímco světelné a tepelné dokážeme našimi smysly vnímat, u ionizujícího záření to nedokážeme, je totiž neviditelné a hovorově označované jako “radioaktivní záření” (Augusta et al., 2001). Naštěstí ho dokážeme detekovat prostřednictvím moderních, citlivých a přesných přístrojů. (Dienstbier, 2010)

Ionizující záření od počátku věků ovlivňuje život na zemi (Drábková, 2006). Prakticky není možné se vyvarovat tomuto typu záření, ionizující záření je doslova na každém kroku. K záření dochází uvolněním radioaktivních prvků, ty se nachází ve složkách životního prostředí jako je půda, vzduch, voda a dokonce jej často přijímáme jídlem, čímž se ionizující záření dostává i do nás samotných (Dienstbier, 2010). Samotné ionizující záření se dále dělí na tyto druhy záření, které se od sebe liší zejména tím, jakým způsobem dokážou pronikat látkami a případně interagovat s molekulami. Rozdělení záření podle průniku skrze různé látky je znázorněno na obrázku č. 1. Základní dělení ionizujícího záření je rozděleno na alfa, beta, gama záření (Polášková, 2011). Vyšší dávky ionizujícího záření mohou být pro člověka nebezpečné (Dienstbier, 2010). Vnitřní ozáření je pro

člověka nebezpečné více zářiči alfa než zářením beta či gama. Při vnějším ozáření člověka je to přesně naopak (Kuraš, 1994).

Jaké druhy záření rozlišujeme?

Záření α

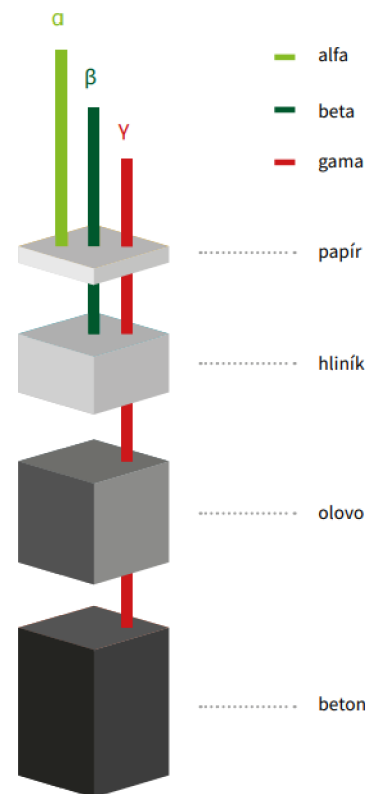
Záření alfa se skládá z kladně nabitých jader helia, která jsou tvořena dvěma protony a dvěma neutrony. Dosah alfa částic je velmi krátký. Dá se snadno odstínit.

Záření β

Záření beta je složeno z proudu elektronů nebo pozitronů. Nesou kladný nebo záporný elektrický náboj. Pronikavost je větší než u alfa částic.

Záření γ

Záření gama je tvořeno z proudu fotonů. Je výrazně pronikavější než alfa a beta záření. K jeho odstínění je zapotřebí velmi silná vrstva kovu nebo betonu.



Materiály a jejich prostupnost pro jednotlivé druhy radioaktivního záření

Obrázek č. 1 Druhy záření (Zdroj: SÚRAO, 2020)

Člověk je vystaven především kosmickému záření, které k nám přichází z dalekého vesmíru (Dienstbier, 2010). Přesněji jsou zdrojem reakce probíhající na Slunci a ve vesmíru. Tento zdroj nemá, co dočinění s antropogenními činnostmi člověka. Kolem 80 procent ročního dávkového ekvivalentu záření na jednotlivce pochází z přírodního a kosmického záření, zbytek představují umělé zdroje. Před negativními účinky kosmického záření nás chrání tzv. Van Allenovy pásy, které zachycují velké množství částic kosmického záření. V atmosféře pak značnou část částic odkloní vrstva ozonu. Nicméně to stejně nedokáže zabránit tomu, abychom nebyli ozáření. Každoročně bývá člověk vystaven minimální dávce záření o velikosti 0,25 mSv. Zajímavostí je, že s nadmořskou výškou se mírně zvyšuje i míra záření (Augusta et al., 2001). Pokud tedy dáte přednost vysokohorské turistice místo putování krajinou v nížinách, budete vystaveni větším dávkám ionizujícího

záření (Comby, 2007). Je to kvůli slabší vrstvě vzduchu, která nás v tomto případě chrání (Augusta et al., 2001).

Dávkový ekvivalent mSv

Dávkové limity představují množství maximální přípustné dávky ozáření, rozlišují se zvláště pro obyvatelstvo a pro radiační pracovníky. V praxi radiační ochrany se obvykle používají zlomky dávkové jednotky: 1 sievert = 1000 milisievertů (mSv) = 1 000 000 mikrosievertů (μ Sv) = 1 000 000 000 nanosievertů (nSv). Dávka se často vztahuje k časovému úseku, tj. za rok (mSv/a) nebo za hodinu (mSv/h). Ekvivalentní dávka za rok pro obyvatele je 1 mSv a pro radiační pracovníky 50 mSv (Skřehot et al., 2009). Průměrná dávka pocházející z přirozeného prostředí je odhadována na 2,4 mSv, celoživotní může být od 100 do 700 mSv čistě z přírodních zdrojů záření a kosmického záření (Dienstbier, 2010). Důležitými faktory pro dávku ozáření hraje roli doba expozice, vzdálenost od zdroje záření a způsob stínění záření (Skřehot et al., 2009). Dávky ozáření se velice různí, na světě existují lokality, kde jsou lidé vystaveni poměrně vysokým dávkám přirozené radioaktivity. Dokonce jsou takové lokality (např. Irán, Indie), kde díky přirozené radioaktivitě mohou být lidé vystaveni až hodnotám ozáření 25 mSv ročně (Dienstbier, 2010).

Základní uvolnění jaderné energie

Jadernou energii můžeme rozdělit do základních tří skupin dle způsobu uvolnění této energie. Prvním je způsob uvolnění pomocí štěpné reakci. K jadernému štěpení se využívá nejtěžší prvek na světě, tím je uran (Kleczek, 2002). V tomto případě se těžká jádra materiálů jako je uran 235 nebo plutonium 239 rozštěpí na dvě obdobně těžká jádra, přitom se uvolní 2–3 volné neutrony, jenž umožní štěpení dalších jader (Augusta et al., 2001).

Dalším způsobem je reakce jaderného slučování (fúze), v tomto případě se jedná o sloučení lehkého jádra např. těžkého vodíku (deuteria) a těžšího jádro helia, při tom se uvolní energie. Nutná je k tomu ovšem nesmírně velká rychlost a související dodání energie, kterou je možné získat pomocí urychlovače, nebo zahřátím na teploty několik set milionů stupňů, v tom momentě se látka promění do plazmatu čili ionizovaného plynu (Augusta et al., 2001). Tento způsob získávání energie máme šanci pozorovat na obloze denně, protože Slunce je dokonalý termonukleární reaktor již přes 5 miliard let Slunce, ve kterém probíhá

právě výše zmíněná jaderná fúze neboli jaderné slučování (Kleczek, 2002). Posledním způsobem uvolňování jaderné energie je tzv. jaderné tříštění. Protony urychlené pomocí urychlovače tříští jádra olova nebo jiných těžkých kovů, vzniknou malé úlomky a z nich se uvolní desítky neutronů. Pomocí neutronů je možné udržovat jaderné štěpení v bezpečném stavu (Augusta et al., 2001).

3.2 Člověk a jeho vliv na životní prostředí

Součástí biosféry je člověk, který zná své prostředí a začíná rozumět všem přírodním jevům. Svým způsobem se dá říct, že již ovládá samotnou biosféru. Dokáže přežít v extrémních podmínkách, pohybuje se pomocí dopravních prostředků rychleji než jakýkoliv živočich na světě, zvládne podniknout cestu na Měsíc a mnoho dalších dříve nepředstavitelných věcí (Kleczek, 2002). Zároveň člověk a společnost potřebuje pro život a rozvoj mít dostatek potravin, vody a energie (Vaškovic et al., 2009). Žijeme v době, kdy se člověk přestává přizpůsobovat přírodě, častěji si přírodu přizpůsobuje k obrazu svému a stále zvyšujícím se nárokům lidstva (Polášková, 2011). To může mít za následek vážné ohrožení biosféry. Naštěstí se lze ohrožení vyvarovat, zmírnit ho nebo zcela vyloučit. Záleží jen na tom, zda se podaří změnit myšlení a chování lidí, kteří podnikají neuvážené činnosti (Moldan & Kolářová, 2001).

Čerpání přírodních zdrojů

Před průmyslovou revolucí hlavním zdrojem energie byla v největším zastoupení biomasa: jídlo pro lidi, potrava pro hospodářská zvířata, dřevo jako zdroj energie a tepla (Moldan, 2020). Využívalo se přírodních zdrojů jen tak, jak skutečně bylo potřeba (Polášková, 2011). Ovšem po průmyslové revoluci došlo k zásadním změnám. Hojně byly využívány ve velkém fosilní paliva, které užíváme dodnes. Tento způsob vedl tehdejší generaci k neuvěřitelnému pokroku, jenž několikanásobně zvětšil produktivitu lidské práce (Moldan, 2020). Sice došlo ke zlepšení efektivity práce, ale na druhou stranu, tato éra přinesla výrazné zvýšení spotřeby energie a většího využívání přírodních zdrojů. Od té doby do současnosti je ropa, uhlí a zemní plyn dennodenně hojně využívaným zdrojem energie (Kleczek, 2002). Světová spotřeba energie neustále stoupá, ovšem moc dobře již víme, že přírodní zdroje jsou omezené (Dienstbier, 2010). Proto je nutné s nimi také tak zacházet. Každý přírodní zdroj je svým způsobem jedinečný a vzácný (Moldan & Kolářová, 2001).

Zhoršení situace může nastat ve chvíli, kdy zdroje nebudou dostatečně pokrývat spotřebu stále rozvíjející se populace (Dienstbier, 2010).

Náš technologický pokrok a vlastně celý dnešní svět se nezastavitelně mění, staré a ověřené způsoby zkusíme nahradit novými, mění a neustále se vyvíjejí nové technologie. Bohužel velmi často to má za následek i zvyšování nároků na zdroje energie a zvyšování spotřeby (Polášková, 2011). Na druhou stranu nalezneme také mnoho moderních technologií, které jsou dobrým pomocníkem v oblasti udržitelného rozvoje, díky technologickému pokroku umožňují neustálé zvyšování efektivity při využívání přírodních zdrojů a přírodního bohatství. To přispívá ke snižování zátěže přírody a snižuje riziko překročení tzv. ekologické únosnosti krajiny, což je jinými slovy přijatelná míra využívání přírodních zdrojů bez zásadnějšího poškozování (Moldan, 2020). Problém nastává, když populace neustále roste, avšak přírodní zdroje přetrvávají ve stejné míře, někdy dochází ke konstantnímu snižování (Jeníček & Foltýn, 2003). Navíc míra závislosti lidí na přírodních zdrojích tomu vůbec nepomáhá. Člověk hojně využívá tyto zdroje a jako jediný může ve velkém narušit tok hmoty a energie, což může způsobit zhroucení lokálních, v horším případě globálních ekosystémů (Linhart, 2019). A jak je známo, nešetrné využívání přírodních zdrojů může mít vážné následky (Hák et al., 2015). Další nevýhodou v jejich čerpání je geografické rozložení přírodního bohatství. Takové nerostné bohatství je na světě rozděleno nerovnoměrně, často s tím také souvisí bohatství jednotlivých států a jejich moc (Baran, 2002). U nás v České republice sice máme poměrně značné množství nerostných surovin jako je uhlí a uran, ale rozhodně se nemůžeme řadit k zemím s významnými ložisky nerostných surovin (Vaškovic et al., 2009).

Na opačné straně získávání přírodních zdrojů, jsou jejich vedlejší produkty a odpady. Naše planeta má také omezené možnosti v oblasti přijímání odpadů (Kleczek, 2002). Jak uvádí Moldan (2020): „*prostor je třeba pojímat jako konečný zdroj*“ tato myšlenka se opírá o fakt, že vše, co nějakým způsobem vytvoříme na planetě, tu také zůstane. Zároveň se o tento prostor nedělíme pouze mezi lidmi, ale s živou a neživou přírodou, která je pro náš život nezbytná. Je tedy nutné odpady minimalizovat, nejlépe jim předcházet. Nesmíme zapomínat na naše budoucí generace (Kleczek, 2002). Veškeré lidské činnosti, které vedou k pokroku jsou závislé na přírodním bohatství. Člověk sice ovládá a dokáže předvídat spoustu přírodních procesů, svým jednáním utváří životní prostředí. To znamená, že pouze

člověk má možnost změnit životní prostředí, aby odvrátil některé z globálních problémů (Moldan & Kolářová, 2001).

Československo a čerpání přírodních zdrojů

V nedávné historii Československa docházelo k řadě velkým prohřeškům proti životnímu prostředí. S možnými vlivy na životní prostředí si tehdy nikdo nelámal hlavu. Důvodů bylo mnoho, ale jedním z nich byla politika státu. Časem se již objevily případy, které již nebylo možné přehlédnout, jako například silné znečištění životního prostředí, následky způsobené těžkým průmyslem, různé chemické závody po sobě zanechaly strašlivé ekologické škody, dále nebyla věnována pozornost výzkumu a vývoji v ochraně životního prostředí, neexistovala dostatečná informovanost občanů o stavu ŽP, monitoring životního prostředí, vyhodnocení stavu ŽP nebo environmentální vzdělávání tehdy nebylo. Dalším z faktorů byla chybějící legislativa v mnoha oblastech, například nakládání s odpady nebylo nikterak definováno. To vedlo nejen k estetickému narušení krajiny, zejména vytvářením skládek mnohdy i s velmi nebezpečnými látkami, ale také k přímému ohrožení všech složek životního prostředí, zdraví a života lidí (Moldan & Kolářová, 2001). Nechvalně známá je například Buštěhradská halda, která skrývá hrozivé tajemství složení škváry, strusky z bývalé Poldovky a tisíce tun dalšího nebezpečného odpadu, které nelze identifikovat, a které doposud představují nebezpečí pro okolí ("Stehelčevský zpravodaj", 2018).

Naštěstí po listopadu 1989 se mnohé zlepšilo, problematika znečištění ŽP se začala řešit na národní úrovni. Vznikla řada zákonů na ochranu životního prostředí, veřejnost brala tuto problematiku znečištění vážně a spousta průmyslových odvětví musela snižovat zátěž ŽP a dodržovat limity znečištění (Moldan & Kolářová, 2001).

4 Energetika a zdroje energie

Energetický průmysl a přístup ke zdrojům energie má obrovský význam pro existenci společnosti (Havlíčková & Kovářová, 2013). Sám o sobě je jedním z řešených globálních problémů, navíc se svou velikostí a důležitostí týká i dalších globálních problémů. Nejdůležitější globální problémy Jeníček et al. (2003) rozčlenil takto: ekologické, surovinové, energetické, populační, potravinové. Energetický průmysl je propojen se

všemi výše uvedenými odvětvími. Havlíčková a Kovářová (2013) uvádí, že zdroje energie a energetický průmysl jsou zcela klíčové pro suverenitu státu a jeho nezávislost, důležitost potvrzuje i jeho provázanost skrze různé oblasti lidských činností. Proto je zahrnuta do kritické infrastruktury státu. Obecně se do kritické infrastruktury řadí takové systémy, budovy, instituce, které jsou úzce spjaty s fungováním a bezpečností státu, to nepochybně energetika naplňuje (Skřehot et al., 2009).

Rostoucí spotřeba energie

Žijeme ve světě s velmi rychle rostoucí populací lidí a v technologickém rozvoji, který si žádá stále větší nároky na energii (Moldan, 2020). To je důvodem proč spotřeba energie neustále celosvětově roste a představuje globální problém (Tožička, 2009). Naštěstí má lidstvo má velkou sílu v inteligenci, pokročilých technologiích a vědách, dokáže se poučit z chyb a předvídat závěry z jejich chování, což je velmi příznivé pro zmírnění globálních hrozeb současnosti a budoucnosti (Moldan, 2001). Spotřebu může snížit každý z nás, čímž lze dosáhnout k potlačení nepříznivých vlivů na životní prostředí. Rozhodně je nutné předcházet přebytkům energie, ke kterým někdy dochází a často vedou k plýtvání (Tožička, 2009). Také hraje roli, jak se ke spotřebě staví koncový odběratel, ale i dodavatelé energie. Např. v Kalifornii nejmenovaná firma místo stavby další elektrárny kvůli rostoucí spotřebě nakoupila úsporné zářivky, předala je zákazníkům a přínosné to bylo pro společnost, zákazníky a přírodu. Ne vždy lze takové řešení nalézt, ale vraťme se ke snížení spotřeby energie. Každá kilowatthodina představuje nějakou formu znečištění nebo znehodnocení životního prostředí, od produkce znečišťujících látek po zábor plochy k umístění např. obnovitelných zdrojů. Toto je nutné pochopit, jen tak lze docílit snižování spotřeby energie (Moldan & Kolářová, 2001).

4.1 Obnovitelné a neobnovitelné zdroje

Současná civilizace je závislá na obnovitelných i neobnovitelných zdrojích planety Země, stupňuje se to s naším rozvojem civilizace a globalizací světa (Polášková, 2011).

Obnovitelné zdroje

„Obnovitelné zdroje: zdroje, které se v přírodě obnovují rychlostí stejnou nebo srovnatelnou s jejich spotřebou. Všechny tyto zdroje závisí na přísunu sluneční energie“

(Linhart, 2019). Již kdysi sloužili našim předkům a nyní slouží i nám. Tehdy to byly větrné a vodní mlýny, nyní to jsou vodní a větrné elektrárny. Jen způsob, moderní technologie a distribuce energie se vyvinula společně s pokrokem a lidskou potřebou (Kleczek, 2002). Jak již bylo zmíněno, geografické umístění státu hraje významnou roli. V předchozích kapitolách bylo zmíněno o geografickém rozložení fosilních paliv, ložisek uranu. V obnovitelných zdrojích tomu není jinak, akorát v tomto případě se jedná o výhody lokalit, které mají naprosto odlišné charakteristiky – např. dlouhodobý a stálý dopad slunečního záření – oblasti rovníku, zásoby vodních zdrojů – typické norské fjordy, slapové elektrárny – přílivové elektrárny atd. (Tožička, 2009). Mezi nejznámější můžeme řadit sluneční energii, větrnou energii, vodní energii a energii z biomasy. (Benda et al., 2012)

Energie z vody: Vodní elektrárny mají velkou energetickou účinnost, neprodukují žádné emise při provozu a výrobě energie, ovšem nevýhodou je, že není možné je postavit kdekoliv, podmínky pro umístění vodní elektrárny jsou závislé na přírodních podmínkách, vodních zdrojích, dobrém geologickém podloží a nízké hustotě obyvatel, přesněji ideálně neobydlené oblasti, které budou k vytvoření přehrady zaplaveny. **Biomasa:** organická hmota, která může sloužit k výrobě energie dvojím způsobem. Prvním je neupravená původní organická hmota, například dřevo nebo po chemické úpravě např. řepka olejná, cukrová třtina apod. **Větrné elektrárny:** poměrně rozšířený typ zdroje energie, ovšem představují velký zábor ploch a jejich výkon nelze příliš regulovat, jako v případě vodních zdrojů. **Energie ze Slunce:** na zemský povrch dopadá ohromné množství energie ve formě těchto typů slunečního záření: viditelného, ultrafialového a infračerveného záření. Této energie k nám dopadá několik set krát více energie než je skutečná spotřeba energie na Zemi (až 400 x více). Ačkoliv jde o velký potenciál tohoto zdroje energie, není možné zaručit a zajistit některé z překážek ke stabilnímu dodávání a získávání energie. Mezi překážky se řadí nerovnoměrnost získávání energie způsobené počasím, ročním obdobím, střídáním dnem a nocí, zábor velkých ploch, nedostatečně vyřešená otázka se skladováním této energie – zatím jde pouze o investičně nákladné akumulátory, které nyní spíše představují spíš zátěž životního prostředí (Linhart, 2019).

Obnovitelné zdroje v současné době poskytují spíše slabé zdroje energie, které pokryjí jen část nynější spotřeby energie (Augusta et al., 2001).

Neobnovitelné zdroje

Neobnovitelné zdroje jsou takové, které se nedokážou obnovovat v rychlosti jejich spotřeby. Fosilní paliva jsou nejčastěji skloňovaným případem, z tohoto důvodu patří do této kategorie a mohou tedy být v budoucnu vyčerpány (Linhart, 2019). Současné získávání energie spalováním fosilních paliv je sice osvědčený postup, ale do budoucna a pro další generace zcela neudržitelný. Je škoda ve velkém množství takto likvidovat vzácné suroviny jako je uhlí a ropa, navíc jsou s tím spjaty další nežádoucí vlivy na životní prostředí: uvolňování těžkých kovů a narušení přírodních podmínek v okolí těžby atd. (Augusta et al., 2001). Spalování fosilních paliv významně narušuje přirozený koloběh dusíku, přesto zůstávají stále hlavním zdrojem energie. Oxid uhličitý, který se uvolňuje do ovzduší způsobuje nemalé množství zdravotních rizik, zároveň se řadí mezi plyny způsobující skleníkový efekt (Linhart, 2019). Mezi skleníkové plyny vytvořené lidskou činností se řadí často zmiňovaný oxid uhličitý, oxid dusný a metan, tyto plyny podporují skleníkový efekt nejvíce. Jinak existuje mnoho dalších druhů skleníkových plynů v čele s vodní párou, které mají na svědomí skleníkový efekt (Moldan & Kolářová, 2001). Pomocí analýzy arktických ledovců je možné zjistit, jak se mění atmosféra a jaké množství oxidu uhličitého bylo v atmosféře několik desítek až stovek let nazpět. Prudší růst a změna množství oxidu uhličitého v atmosféře započala průmyslovou revolucí a díky stále spotřebě energie, kterou získáváme především spalováním fosilních paliv tento trend bude zřejmě ještě dlouho pokračovat (Linhart, 2019). Je nutné získávat energii jiným způsobem, sice se již od tohoto směru pomalu opouští, ale stále je to pomyslný běh na dlouhou trať (Moldan, 2020).

4.2 Porovnání zdrojů energie

V této části jsou uvedeny názory na porovnání jednotlivých zdrojů energie, jejich pořadí nemá žádnou váhu. Jaderná energetika bude podrobně popisována v následujících kapitolách, přesto se již objevuje v několika porovnání s obnovitelnými a neobnovitelnými zdroji.

Obnovitelné zdroje, to je velmi pestrá škála různých zdrojů energie, které jsou nevyčerpatelné. Mnohdy jsou tyto obnovitelné zdroje závislé na něčem dalším, např. fotovoltaické elektrárny jsou závislé na slunečním záření, větrná energie na stálém silném

větru (Augusta et al., 2001). Proto jsou tyto alternativní zdroje energie někdy označovány jako nestabilní a nevyvážené. Navíc skladování energie je skutečně těžké. Baran (2002) uvedl ve své knize: „výroba elektřiny je jedna věc, její skladování druhá.“ Řešením je navržení dokonalých distribučních sítí, navázaných na elektrické zásobníky, které všelijaké výkyvy zvládnou ustát. Dalším nepříznivým faktorem je zábor mnohdy velkých ploch, které jsou zastaveny těmito obnovitelnými zdroji. Havlíčková a Kovářová (2013) se zaměřila na ekonomickou stránku obnovitelných zdrojů, kde řešila získávání energie pomocí fotovoltaických panelů. Doba návratnosti investice mnohdy trvá velmi dlouhou dobu, než se investované finanční prostředky vrátí. Tato doba se liší hlavně pořizovací cenou a aktuálním dění na trhu, ale Sedláček (2022) uvádí průměrnou dobu návratnosti investice běžně kolem 8 let. Hák et al. (2015) udává životnost fotovoltaických panelů mezi 15 - 25 lety, což při době návratnosti výše uvedené půjde o výhodné využívání obnovitelných zdrojů s ušetřením peněz za energie a snížení environmentálního dopadu na životní prostředí, zajištění větší nezávislosti na dodávkách energie. Obnovitelné zdroje skutečně vytváří mnohem menší zátěž životního prostředí než při výrobě energie spalováním fosilních paliv (Moldan, 2020). Bohužel z hlediska spotřeby energie se nelze spoléhat na obnovitelné zdroje zcela, stále je nutné k uspokojení spotřeby spalovat fosilní paliva a využívat jadernou energii (Augusta et al., 2001).

Spalování fosilních paliv je neefektivní způsob získávání energie, navíc tím ubývá vzácné přírodní bohatství dalším generacím. Fosilní paliva byla vytvořena v dávné historii planety Země a nyní je běžně využíváme v elektrárnách, motorech vozidel a letadel (Kleczek, 2002). Navíc ve velkém, spalováním fosilních paliv je produkováno až 85 procent spotřeby energie na světě (Entler et al., 2019) V uhelných elektrárnách dochází k rozptylování znečišťujících látek do ovzduší, jaderné elektrárny se s tím nedají vůbec porovnávat, oproti uhelným mají minimální vliv na životní prostředí (Comby, 2007). Velkou výhodou jaderných elektráren je nulová produkce oxidu uhličitého, který je jedním ze skleníkových plynů (Baran, 2002). Pokud zahrneme ke znečištění ovzduší také nevratné změny, které jsou způsobené těžbou samotných nerostných surovin, uhelné elektrárny svůj nepříznivý vliv na ŽP opět zvětšují (Moldan & Kolářová, 2001).

Využívání jaderné energie představuje velkou nadějí v souvislosti s výrobou elektřiny, nicméně se s jadernými technologiemi přestává počítat do budoucna, protože úplná bezpečnost jaderných zařízení je nesmírně obtížná a finančně nákladná (Moldan, 2020).

Navíc s výhledy do budoucnosti jaderného průmyslu nepřispívá ani veřejné mínění o tomto zdroji energie. Široká veřejnost ví, že je radioaktivita nebezpečná. Mají z ní strach, znají známé velké havárie a použití ve válečném konfliktu, ale tím mnohdy jejich znalosti o radioaktivitě končí (Janouch, 2011). Například ani netuší, že v samotném uhlí se často nachází také stopové množství uranu, radioaktivita uvolněná do ovzduší z uhelných elektráren je mnohem vyšší než z jaderných elektráren (Skřehot et al., 2009).

Ohromnou výhodou jaderných elektráren je jejich nezávislost na okolí, dokážou zcela stabilně dodávat energii, zásoby jaderného paliva vystačí na několik let provozu, při nižší potřebě energie jednoduše sníží výkon elektrárny. Při povodních v České republice se jaderná energie ukázala jako zcela nenahraditelná. Vodní a uhelné elektrárny během povodní snížili jejich výkon, ale naše jaderné elektrárny pokračovaly ve výrobě elektřiny dále bez omezování výkonu. Nebýt stabilního zdroje energie, situace a následky mohly být mnohem horší (Janouch, 2011). V současnosti lze uvést pro demonstraci nezávislosti jaderné energie situaci spojenou s invazí ruských vojsk na Ukrajinu. Svět se velmi změnil, Rusko je postiženo řadou sankcí, které mají za cíl omezit jeho útoky a poškodit výrazně ekonomiku. Navíc desítky europoslanců navrhuji okamžitě přestat odebírat ropu a plyn z Ruska, protože finanční prostředky získané za prodej ropy a plynu mohou sloužit pro financování války. To samozřejmě ekonomicky postihne i zbytek světa, ale v mnohem menší míře. Někteří europoslanci zmínili, že je vhodné se zamyslet nad využíváním jiným zdrojů energie, zejména jaderné energie (*Europoslanci volají po okamžitém zastavení dodávek plynu a ropy z Ruska*, 2022). Jako nevýhody jsou v souvislosti s jaderným průmyslem zmiňovány radioaktivní odpady, vyhořelé jaderné palivo. Pokud ale odkážu na uhelné elektrárny, kde se znečištění dostává nekontrolovatelně do ovzduší, zde probíhá úplný opak. Nebezpečné odpady jsou shromažďovány na jednom místě, které je zajištěno a naprosto izolováno od životního prostředí. Samozřejmě jistá rizika ohrožení životního prostředí v jaderné energetice mohou být, ale takové rizika existují u všech lidských činností, všech oblastí průmyslu (Comby, 2007).

V diskusích se hovoří o jaderné elektrárně jako potencionálním cíli teroristického útoku (Hák et al., 2015). Bezpečnost jaderných zařízení je na vysoké úrovni až do nedávné doby nedošlo k žádnému ohrožení jaderných elektráren. To se však změnilo během invaze Ruska na Ukrajinu, dne 4. března 2022 došlo k historickému milníku. Poprvé v historii došlo k útoku na jadernou elektrárnu. [Pozn. aut.: Rusko zřejmě nezná hranice ve válečném konfliktu a ani svých vlastních hranic státu.] Největší jaderná elektrárna v Evropě (Zápороžská jaderná elektrárna) se ocitla v ohrožení, při útoku vznikl požár ve výcvikovém centru, naštěstí nešlo o významný objekt v rámci jaderné bezpečnosti a požár byl uhašen. Nedošlo k žádnému vážnému poškození důležitých komponent (Polityuk & Vasovic, 2022). Nicméně útoky na zdroje energie se můžou stát kdekoliv, příkladem je kybernetický útok v Německu na několik tisíc větrných turbín (Willuhn, 2022). Nebo můžou být zničeny ropovody a obdobné části kritické infrastruktury, které mohou mít také vážné následky (Hák et al., 2015).

V neposlední řadě můžeme porovnat zásoby paliva pro výrobu energie. Obnovitelné mají výhodu nevyčerpatelnosti, ale jedná se zatím o nedostačující zdroj energie k pokrytí celosvětové spotřeby. Při nedostatku ropy se můžeme spolehnout na hmotné zásoby státu, ale zásoby jsou omezené. Zatímco jaderné elektrárny mají palivo na mnohem delší dobu a jsou tak více nezávislé. Nicméně vždy existují možnosti k získání jiných zdrojů, třeba dodání surovin ze sousedních zemí apod. (Hák et al., 2015). Řada odborníků neustále hledá nové způsoby získávání energie, s důrazem na udržitelnost, účinnost, efektivnost. Je škoda, že obnovitelné zdroje a jaderné elektrárny dodávají tak málo energie, oproti získávání energie spalováním fosilních paliv (Kleczek, 2002).

4.3 Budoucnost energetiky

Na Slunci probíhá termojaderná fúze, která již několik desítek let představuje naději a budoucnost jaderné energetiky (Entler et al., 2019). Jedná se o slučování atomových jader (Augusta et al., 2001). Při jaderném slučování jader deuteria a tritia se uvolní energie, přesněji formou kinetické energie jader hélia a neutronů. Součástí tohoto procesu je horké plazma, ze kterého se stává zdroj tepelného záření. Ve své podstatě pomocí tepelného záření se zahřívají jaderné komponenty, v momentě, kdy začnou být chlazeny, vzniká jaderná energie ve formě tepla. Usměrněním a odvodem tepla z reaktoru ji lze využít k

výrobě elektrické energie (Entler et al., 2019). Ke stabilnímu fungování jaderné fúze je zapotřebí vyvinutí nepředstavitelně vysokých teplot, jde o miliony stupňů Celsia a vyhotovení jednotlivých komponentů termojaderné elektrárny z vysoce kvalitního materiálu, jež vydrží extrémně náročné podmínky, zejména odolnost vůči vysokým teplotám (Dienstbier, 2010). Po druhé světové válce se zájem o výzkum termojaderné fúze začal zvyšovat, především v SSSR, USA a Velké Británii. Roku 1946 byl vytvořen patent na termojaderný reaktor, nicméně zůstalo jen u patentu a k výstavbě nedošlo. V tehdejší Československu začaly výzkumy plazmatu po roce 1963, o 14 let později byl zprovozněn fúzní reaktor tokamak CASTOR v Ústavu fyziky plazmatu. V roce 2008 byl nahrazen modernějším tokamakem COMPASS. Společně s moderními přístroji a bádáním odborníků, vědců se Česká republika řadí mezi země s pokročilou úrovní výzkumu termojaderného plazmatu (Entler et al., 2019).

Jakmile se v budoucnu zvládne dokonale ovládat jadernou fúzi, bude to převratný milník v historii lidstva, protože by mohla přinést dobu, kdy bude každá země soběstačná po energetické stránce, zároveň nebude nutné pustošit životní prostředí. K tomu je potřeba ještě mnoho výzkumů a celkového vývoje, nicméně pokrok v oblastech technologie se nezadržitelně vyvíjí, je tedy šance, že v tomto století budou výzkumy dokončeny celosvětově se začne termojaderné fúze využívat k výrobě energie. Navíc dojde ke zvýšení bezpečnosti díky nemožnosti zneužití paliva jako zbraně, respektive sloužit k výrobě vodíkové bomby. V reaktorech bude nedostatek paliva pro takovou výrobu zbraně. Předpokládá se, že ve fúzních elektrárnách bude minimum tritia a navíc případná zbraň potřebuje štěpnou jadernou roznětku. Jak již bylo řečeno, jedním ze základních požadavků pro vznik termojaderné reakce je vysoká teplota paliva. Pokud z jakéhokoliv důvodu bude teplota snížena, tak nastává snížení výkonu nebo přerušení fúzní reakce. To znamená, že lze takovou reakci okamžitě a bezpečně zastavit. Fúzní elektrárny jsou z tohoto pohledu považovány za bezpečný zdroj energie (Entler et al., 2019).

O tento způsob získávání energie je celosvětový zájem, menší výzkumné projekty již zaznamenaly úspěch a nyní všechny oči směřují k výzkumnému projektu ITER (Kleczek, 2002). ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) je mezinárodní experimentální zařízení, kde se testuje řízení plazmatu a související reaktorové technologie

pro fúzní elektrárny (Entler et al., 2019). Podle původních plánů měl reaktor zahájit termojadernou fúzi v roce 2025, ovšem v důsledku pandemie Covid-19 je termín posunut na rok 2035. Důvodem posunutí termínu je zejména nedostatek potřebných komponentů pro dostavbu zařízení, problémy s logistikou a také rostoucí náklady na výstavbu (Červinková, 2019). Po dosažení plného výkonu reaktoru ITER se Evropská unie netají svým záměrem o zahájení výroby elektrické energie pomocí jaderné fúze. Výzkum není dokončen, ale pokud se vše zvládne, výhody jednoznačně budou dominantně převládat i přes prvotní vysoké náklady na realizaci (Romanelli, 2012). Výzkumné práce týkající se jaderné fúze jsou nákladné a nesmírně náročné, ale spějí k tomu, aby se jednoho dne podařilo plně ovládat tento zdroj energie (Baran, 2002).

Mezi největší přednosti jaderné fúze se řadí větší jaderná bezpečnost, snížení produkce RAO, obrovské až skoro „neomezené“ zásoby paliva. Po získání informací o samotném palivu pochopíte pojem – obrovské až neomezené zásoby paliva. Deuterium je látka, kterou nalezneme například ve vodě a v takovém množství, že dle odhadů OSN vydrží zásoby deuteria s rostoucí populací přes 5 miliard let, počítalo se s populací pod 10 miliard lidí a zásobování poloviny světové spotřeby energie pomocí termojaderné fúze. Strategická výhoda zemí s nerostnými surovinami zmizí, protože se deuterium nachází v běžné vodě, tudíž zmizí závislost na jiných zemích. Navíc z vody se extrahuje pouze deuterium, poté může být volně vrácena do přírody. Druhá přírodní látka lithium vystačí za stejných podmínek zhruba 1,5 milionu let. Poslední zmíněnou předností je odpad, který vzniká, tím je v případě jaderné fúze plyn – helium. Je přírodním plynem a zároveň bude hned využit v samotné elektrárně k chlazení některých částí elektrárny. Avšak za RAO považujeme některé jaderné konstrukční materiály nacházející se v přímém kontaktu s radiačním zářením, tudíž odpad vznikat bude, ale mnohem méně. Za všech okolností je snahou vytvořit a využívat takové materiály, které svým provedením budou předcházet vzniku RAO (Entler et al., 2019).

Dílčí shrnutí

Tato kapitola poskytla krátký vstup do oblasti energetiky tím, že byly představeny vybrané zdroje energie a jejich výhody či nevýhody. Cílem není upřednostňovat výhradně jeden typ zdroje energie, ale spíše se jedná o rozšíření obzorů a dospění k názoru, že není ideální se

zaměřit pouze na jeden zdroj energie. Dle mého názoru, je nejlepším řešením mít vyvážený energetický mix všech dostupných zdrojů energie, které jsou pro náš stát ekonomicky, technicky a ekologicky přijatelné. Při zvolení tématu jsem věděl, že oblast energetiky je nesmírně důležitá. Zpravidla je skoro vždy řešena na národní a mezinárodní úrovni. V současnosti, v době invaze Ruska na Ukrajinu hraje energetická soběstačnost státu významnou roli, spousta států se snaží být nezávislá na dovozu zemního plynu a ropy z Ruska, což samozřejmě nelze hned. Časem se ukáže skutečná připravenost a soběstačnost států. V poslední části kapitoly je zmíněná budoucnost energetiky. Jestliže se vydaří zcela ovládat jadernou fúzi, můžeme ji bez nadsázky považovat jako zdroj energie s nejmenším vlivem na životní prostředí, z dosud zjištěných a současných zdrojů energie. Rozhodně nám může přinést spoustu výhod, které mohou změnit kompletně světovou energetiku a značně zlepšit vnímání jaderné energetiky. Nicméně se jaderná fúze nachází ve fázi výzkumu a vývoje, proto je třeba situaci řešit takovou, jaká v současnosti je.

5 Jaderná energie

Ve 20. století fyzik Enrico Fermi (1901–1954), v Chicagu roku 1942 spustil první jaderný reaktor. Šlo o první řízenou řetězovou reakci, které dokázala uvolnit takové množství energie, že to již spolehlivě mohlo sloužit k výrobě elektřiny (Augusta et al., 2001). V současné době dokážeme uvolnit sílu, která se nedá srovnávat s jinými zdroji energie. Podle dosavadních znalostí to umíme dvěma způsoby, neřízenou reakcí – případ výbuchu atomové nebo vodíkové bomby, řízenou reakcí – případ štěpení atomu v jaderných elektrárnách (Linhart, 2019).

Československo přistoupilo k rozvoji mírového využívání jaderné energie v roce 1955, SSSR nám tehdy nabídla pomoc s rozvojem jaderné energetiky u nás, výzkumem v oblasti atomové energie a výstavbou Ústavu jaderné fyziky a první jaderné elektrárny (Drábková, 2006). Téma jaderné energie v 50. letech minulého století velmi populární, obyvatelstvo zajímalo mírové využívání atomové energie a často se o tom také veřejně diskutovalo (Šmidrkalová, 2019). To zůstalo doposud, je to velmi diskutované téma a spousta odborníků tento zdroj energie nemají v oblibě. Moldan a Kolářová (2001) mají velkou nedůvěru v jadernou energetiku, důvodem je podle nich problém s radioaktivními odpady, zajištění dlouhodobé bezpečnosti, likvidace samotných elektráren po ukončení životnosti,

riziko terorismu. Zároveň tvrdí, že může jít o bezpečný zdroj energie, ale prý mnohonásobně finančně nákladnější než jakýkoliv jiný zdroj, pokud se spočítají veškeré náklady.

Opačný názor: „*Evropa se v budoucnu přidá k celosvětové renesanci jaderné energetiky. Pochopí, že jde o nejefektivnější, zatím známou technologii výroby elektrické energie, která je navíc schopná výrazně omezit produkci skleníkových plynů*“ (Vaškovic et al., 2009). Teoreticky se to dá očekávat, protože Evropská unie označila jadernou energii jako udržitelnou, ale stále je čas, tuto možnost v podobě zelených investic do jaderného průmyslu zastavit (Abnett, 2022). Výhodou je, že nevypouštějí žádný oxid uhličitý oproti elektrárnám spalující fosilní paliva, čili nepřispívají ke globálnímu oteplování tímto skleníkovým plynem, proto bývaly jaderné elektrárny označovány jako řešení energetické krize, s výhledem na velmi efektivní využívání přírodních zdrojů, s nejmenším vlivem na životní prostředí. Časem se názory začaly měnit, a to především ze strachu veřejnosti o bezpečnost, problémy s RAO a jejich trvalém uložení, zvýšených nákladů na výstavbu dalších reaktorů (Kleczek, 2002).

Náklady musí být zajištěny na všechny fáze jaderného palivového cyklu, v této části je velmi zjednodušeně popsán palivový cyklus. Takto ho rozdělil Augusta et al. (2001):

1. těžba uranu
2. zpracování a obohacování uranu
3. výroba paliva
4. jaderná elektrárna
5. sklad vyhořelého paliva
6. přepracování vyhořelého paliva
7. uložení vyhořelého paliva, příp. vysokoaktivních odpadů
8. uložení ostatního radioaktivního odpadu

Pohled na jadernou energii je veřejností shledáván jako nebezpečný zdroj energie, veřejnosti se automaticky vybaví jaderné testy, shození prvních atomových bomb na Hirošimu a Nagasaki, havárie jaderných elektráren. Často jsou pak opomíjeny přínosy,

které přináší mírové využití v jaderných zařízeních, nehledě na využívání ve zdravotnických zařízeních apod. (Dienstbier, 2010).

5.1 Stinné stránky jaderného průmyslu

Díky historickým událostem – zkouškám a použitím atomových zbraní, výbuchu jaderné elektrárny v Černobylu víme o velice silné energii, kterou jsme objevem radioaktivity dokázali jako lidstvo odhalit (Augusta et al., 2001). Nyní již tušíme, jaké mohou být následky, proto veškerou energii můžeme vložit do prevence a zamezení vzniku obdobných situací.

Použití atomové zbraně

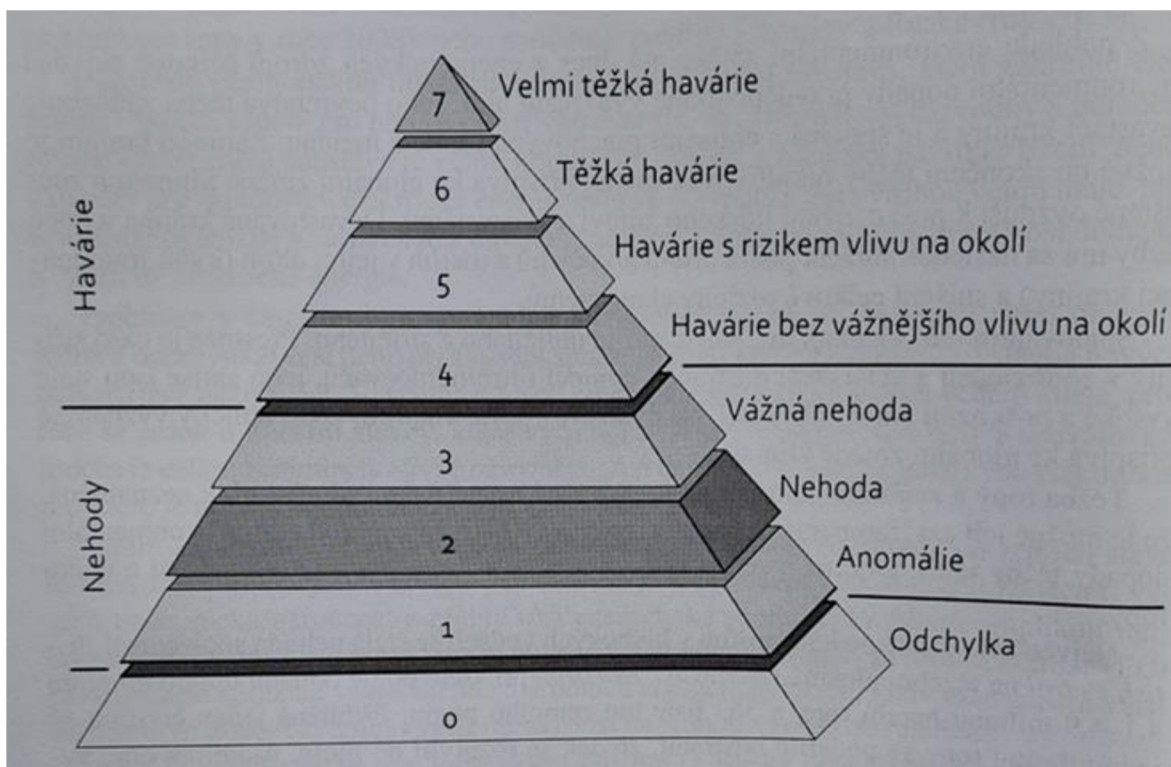
Japonsko odolávalo bombardování dlouhou dobu, ale USA dne 6. srpna jako první na světě použili na Hirošimu, později i na Nagasaki, atomovou bombu. Tehdy prvně byla spatřena dosud nevídaná síla, která prakticky zničila obě města a zabila tisíce lidí, okolí bylo zaplaveno vysokou radioaktivitou (Dienstbier, 2010). Tragické události jako bylo svržení atomových bomb ke konci druhé světové války bylo velkým poučením pro radiační ochranu, nejen po vědecké stránce, ale také to sloužilo k uvědomění si síly, kterou jsme schopni vyvinout (Drábková, 2006). Spojené státy americké se neprodleně po kapitulaci Japonska začaly zajímat o následky, které svržená atomová bomba napáchala. Bylo vytvořeno zázemí pro lékaře a odborníky, kteří se starali o přeživší a zároveň získávali nové poznatky o účincích atomové bomby na lidské zdraví a životní prostředí (Dienstbier, 2010). Ke stinným stránkám jaderného průmyslu se řadí zkoušky jaderných zbraní, které zvyšovaly radioaktivitu v ovzduší, naštěstí zákazem jaderných pokusů se radioaktivita začala pomalu snižovat (Moldan, 2020). Někdy bylo použití atomových zbraní přínosné, například sestrojení a výbuch vodíkové bomby nasměroval k výzkumu jaderné fúze, která je v současnosti považována za zcela čistý a nevyčerpatelný zdroj energie (Dienstbier, 2010).

Jaderné havárie

V této části budou představeny tři jaderné havárie, které svým způsobem změnily svět, ale nejprve budou uvedené nejčastější problémy s jadernými haváriemi, včetně souvislostí.

Škody při takto vzniklých mimořádných událostí nemají pouze následky v podobě zničených domů, vytvoření zakázaných zón, znečištění životního prostředí, zamoření oblastí radioaktivitou, způsobené újmy na zdraví a ztráty na životě (Dienstbier, 2010). Avšak při úniku vyšší koncentrace radioaktivity dochází k rozsáhlému zamoření radioaktivitou a s tím spojený masový výskyt poranění osob v prostoru a čase, únikem radioaktivity může být ohroženo zdraví lidí nacházející se v epicentru, ale také členů záchranných sborů, kteří přijíždějí odvrátit hrozící nebezpečí a zachraňovat zraněné (Dvořáček & Hrabovský, 1981). Navíc radioaktivní zamoření nelze vnímat smysly, což v některých případech umocňuje jeho nebezpečné vlastnosti (Mika, 2003). Stejně jako je ionizující záření neviditelné, po haváriích zůstávají také “neviditelné” následky. Jsou to zejména psychické problémy, které byly způsobeny evakuací, opuštěním rodných bydlišť, stres, ztráta vzpomínek a domova, sociální odloučení, které často mohou vést ke stavům úzkosti, strachu a odloučení od společnosti. Po Černobylské havárii byly prováděny průzkumy a skutečně byly psychické problémy ve větší míře u osob vystavených ozáření oproti jiným kontrolním skupinám (Dienstbier, 2010). Za zmínku také stojí fakt, že pokud již dojde k radioaktivnímu zamoření, nezbyvá jen čekat na samovolný rozpad radioaktivních látek. Možnosti likvidace jsou omezené pouze na sběr zamořených předmětů a shromáždění na místě, které bude odděleno od životního prostředí, lidských obydlí a bez rizika kontaminace okolí. Tím lze docílit výrazné redukce potenciálního nebezpečí. Pokud dojde k dokonalé izolaci od vnějšího světa, je možné zcela vyloučit riziko záření (Mika, 2003).

K hodnocení závažnosti radiační nehody se používá mezinárodní stupnice INES (International Nuclear Event Scale). Základní dělení je uvedeno na obrázku č. 2, tato stupnice je rozdělena na nehody a havárie, do kategorie nehod patří stupeň 1 až 3 a do kategorie havárií 4 až 7. Každé radiační nehodě je přidělen stupeň závažnosti, je to důležité zejména pro odborníky jaderné bezpečnosti, záchranáře, mezinárodní instituce, státy a širokou veřejnost (Skřehot et al., 2009).



Obrázek č. 2 Mezinárodní stupnice INES (Hák et al., 2015)

Havárie v **Three Mile Island** v USA byla zařazena dle stupnice INES do 5. kategorie, protože šlo o značné poškození elektrárny a v důsledku zaseknutého ventilu, který zajišťoval chlazení v primárním chladícím okruhu, došlo k tavení aktivní zóny reaktoru. Později bylo zjištěno, že nešlo pouze o technický problém s ventilem, ale došlo také k pochybení obsluhy elektrárny. Po havárii došlo ke zlepšení postupů v oblasti jaderné bezpečnosti a hodnocení následků havárie. Po této události se mnohem více dbalo na umístění jaderného zařízení, vyšší požadavky na krizové a havarijní plány, role státního dozoru, zajištění bezpečnosti obyvatel v širokém okolí (Dienstbier, 2010). Ve Spojených státech následně došlo k snížení rozvoje v oblasti jaderné energetiky. Ačkoliv se nejednalo o havárii jako například v Černobylu, bylo podniknuto velké množství bezpečnostních opatření, včetně havarijního plánování (Hák et al., 2015).

Největším únikem radioaktivních látek došlo během jaderné havárie v **Černobylu** roku 1986, havárie si vyžádala životy lidí, zamoření životního prostředí, neobyvatelnosti širokého okolí (Mika, 2003). Spousta vážných havárií se stala po selhání lidského činitele, mezi ně můžeme zařadit také jadernou elektrárnu v Černobylu (Jeníček & Foltýn, 2003). Svévolné chování obsluhy bylo součástí celé havárie v Černobylu. Jakmile operátor

nabude pocitu, že všechno umí perfektně a je jen součástí systému, který je zcela automaticky řízen, bezpečnostně zajištěn, může dojít k závažnému pochybení, jenž může skončit velmi tragicky (Skřehot et al., 2009). Tím hlavním problémem bylo vědomé rozhodnutí o vyřazení bezpečnostních systémů kvůli plánovanému pokusu (Mika, 2003). To, že se pokus nevydařil, již víme, ale tehdy se svět dozvěděl o výbuchu se značným zpožděním. Dříve než svět dostal oficiální informaci o výbuchu od Sovětského svazu, předcházelo tomu zjištění zvýšené radioaktivity v ovzduší pomocí citlivých přístrojů ve Švédsku. Až po několika dnech se svět dozvěděl o závažné havárii jaderné elektrárny, která je dosud označována za největší v historii. K evakuaci obyvatel došlo také velmi pomalu, stejně jako to bylo se zveřejněním a ohlášením takto závažné nehody (Kříž, 2012). Po této havárii byla po celém světě řešena otázka budoucnosti jaderné energetiky (Drábková, 2006).

V elektrárně **Fukušima I.** došlo k druhé jaderné havárii, která byla podle mezinárodní klasifikaci INES hodnocena stejně jako Černobyl, a to stupněm 7 – velmi vážná nehoda (Hák et al., 2015). V Japonsku bylo hlavním důvodem poškození jaderné elektrárny zemětřesení o síle 8,9 stupně Richterovy škály, následně zemětřesení bylo doprovázeno vlnou tsunami (Janouch, 2011). Ve Fukušimě došlo k úniku radioaktivních látek i přesto, že byly realizovány bezpečnostní opatření. Příroda ovšem odhalila zranitelnost jaderné elektrárny. Tato havárie započala diskuze o bezpečnosti tohoto zdroje energie, protože Japonsko narozdíl o havárie v Černobylu dodržovalo všechny požadavky na bezpečnost, dbalo na technické řešení i precizní přístup obsluhy elektrárny (Hák et al., 2015). Příroda ukázala svou nespoutanou sílu, jaderná energetika utrpěla další ránu v podobě jaderné havárie. Přírodní katastrofa takového měřítká by neměla vytvářet závěry států a jednotlivců o budoucnosti jaderné energetiky (Janouch, 2011).

Dienstbier (2010) uvádí zajímavé porovnání kontaminovaných území s oblastmi, kde je přirozeně zvýšená radioaktivita. *“Průměrné efektivní dávky u obyvatel kontaminovaných oblastí v letech 1986–2005 se odhadovaly na 19–20 mSv. Výjimečně však někteří obyvatelé dostali až několik set mSv. Poněkud uklidňujícím může být údaj, že již dříve bylo známo, že na Zemi jsou lokality (Indie, Írán, Brazílie, Čína), kde obyvatelé dostanou ročně 25 mSv z přirozeného radiačního pozadí, aniž mají jakékoliv zdravotní problémy.”*

Závažné katastrofy a havárie nejsou pouze v jaderném průmyslu, historicky se stalo mnoho ropných havárií, které únikem ropy zničili ekosystémy a usmrtili nespočet živých organismů, havárie chemického podniku v italském Sevesu apod. (Jeníček & Foltýn, 2003). Pro veškeré devastující havárie a nehody platí následující, princip prevence je přívětivější a podstatně levnější záležitost než odstraňování následků havárie (Mika, 2003).

5.2 Jaderná bezpečnost

Jaderná bezpečnost je považována za jednu z nejlépe propracovaných metodik a systémů bezpečnosti, které jsou velmi přísně kontrolovány a zároveň dodržovány. Jiný průmysl nebo lidská činnost většinou zdaleka nedosahují takové vyspělosti bezpečnostních systémů. Laicky řečeno, jaderná bezpečnost popisuje každý krok a každou činnost, která se provádí v souvislosti s jadernou energetikou. Počínaje těžbou uranu po samotné ukládání radioaktivního odpadu. V rámci komplexní jaderné bezpečnosti je proto důležité, aby nebyla zanedbána žádná z důležitých oblastí bezpečnosti, pravidelně je kontrolován stav zařízení a odborná způsobilost zaměstnanců. Ti pracovníci, kteří mají velký vliv na bezpečnost provozu, musí složit náročné zkoušky. Tyto zkoušky provádí Státní úřad pro jadernou bezpečnost, zajišťují také recertifikace, jelikož platnost odborné způsobilosti po určité době vyprší. V jaderné energetice není možné rozlišovat, zda je důležitější technická nebo lidská stránka, každá chyba teoreticky může znamenat fatální selhání (Kropík, 2016).

Snahou je identifikovat každý problém, který by mohl potencionálně nastat. V případě, že se taková komplikace objeví, je nutná okamžitá náprava. V rámci jaderné bezpečnosti velmi dobře funguje princip prevence, kdy víme o nebezpečných situacích a máme dobře nastavené ochranné opatření, které zamezí např. úniku radioaktivních látek, včetně ionizujícího záření do životního prostředí nebo prostor, kde může být ohrožen lidský život a zdraví (Augusta et al., 2001). Proto je nutná havarijní připravenost, obsahuje celou řadu podmínek a způsobů zajištění bezpečnosti. Lze mezi ně zařadit uvedení poškozeného zařízení zpět pod kontrolu, pokud to již nelze, tak se snažit riziko a škody redukovat na minimum, obyvatelé a pracovníky chránit před ionizujícím zářením a jinými nebezpečnými situacemi, zajištění rychlé evakuace, dostatečné zajištění odborné lékařské péče, zabránění škodám na životním prostředí a majetku (Dienstbier, 2010)

Vážné havárie a katastrofy velmi přispěly k dnešní úrovni jaderné bezpečnosti (Kropík, 2016). Výbuch jaderné elektrárny v Černobylu způsobil ohromné škody, pokud se na tuto událost podíváme z jiné stránky, tak jsme se poučili z chyb a kladený důraz na jadernou bezpečnost byl podstatně zvýšen. Vždyť po této havárii se naše vláda více zaměřila na jadernou bezpečnost, protože tlak veřejnosti byl kvůli strachu velký (Kříž, 2012). Z každé takové nastalé situace je třeba se poučit, ideálně zavedením nových doplňujících ochranných opatření (Augusta et al., 2001). Ovšem vývoj bezpečnosti představuje neustálé přijímání nových opatření. Není tomu tak, že ke zvýšení jaderné bezpečnosti docházelo bezprostředně jen po vážných haváriích. Například u naší jaderné elektrárny Temelín došlo k posílení bezpečnosti jen po menších zemětřesení ve východních zemích. Například šlo o elektrárnu Kozloduji v Bulharsku, kde došlo k zemětřesení, všechny bezpečnostní prvky zafungovaly na výbornou, reaktor byl automaticky odstaven a nedošlo k žádnému vážnému poškození. Nicméně do havarijních plánů ochrany jaderných elektráren bylo i toto riziko zohledněno a bezpečnost naší jaderné elektrárny posílena (Kříž, 2012). Stavba jaderných zařízení musí být dimenzována na takové události, u kterých bývá pravděpodobnost skoro mizivá. Mezi tyto události řadíme živelné pohromy nebo člověkem způsobené události jako pád letadla, či úmyslný cíl válečného konfliktu (Kropík, 2016).

Jaderná a radiační bezpečnost v současné době vyžaduje mnoho pravidel a požadavků pro provoz energetických reaktorů (Entler et al., 2019). Tyto požadavky vytváří komplexní bezpečnostní cíle, koncepce, požadavky, systémové inženýrství, ochranné prvky, ochranné systémy, kritéria, kontroly kvalifikace a způsobilosti zaměstnanců, ověřovací zkoušky, kontrola seizmické způsobilosti a odolnosti proti vibracím. Dále se používá tzv. ochrana do hloubky, jde o koncepci, kdy jsou v záloze připraveny náhradní opatření proti potencionálnímu selhání a hrozbám. Prevence nehod je vždy stěžejní, nicméně pro všechny případy jsou vymyšleny ochranné opatření, pokud dojde k selhání preventivních opatření. Právě případnému selhání některého z opatření předchází např. dokonalé prostorové uspořádání, každý jednotlivý důležitý komponent musí být opatřen kontrolním mechanismem – například při uvolnění nějakého šroubovacího nebo zástrčného spojení musí být bezodkladně vyvolán alarm, aby obsluha byla upozorněna na potencionální riziko. Ovládací centrum a veškeré prvky musí být na jasně viditelných místech, ideálně co

nejpřívětivěji pro lidskou obsluhu, aby ovládání důležitých procesů bylo v nejvyšší míře zjednodušeno (Kropík, 2016).

Náklady na jadernou bezpečnost je nutné brát pohledem na celý jaderný cyklus, to znamená zajistit nutnou výši finančních prostředků od důsledků těžby po konečnou likvidaci a uložení RAO (Moldan & Kolářová, 2001).

5.3 Důležité instituce

Mezinárodní agentura pro atomovou energii (MAAE)

Významným milníkem v historii jaderné energetiky byl vznik agentury Mezinárodní agentury pro atomovou energii (IAEA), u nás může být označována také zkratkou (MAAE). Tato agentura byla zřízena Organizací spojených národů v roce 1957, sídlo agentury se nachází ve Vídni (Mika, 2003). Cílem této organizace je rozvoj, výzkum a vývoj v oblasti mírového využívání jaderné energie (Kříž, 2012). Má na starost dohled nad světovými jadernými zařízeními, dohlíží nad jadernou bezpečností, vydává požadavky na bezpečný provoz jaderných zařízení, kontroluje dodržování mezinárodní Smlouvy o nešíření jaderných zbraní (Hák et al., 2015). Dále kontroluje pohyby jaderných materiálů, provádí inspekce, měření a analýzy, získává informace o jaderném výzkumu a vývoji, o jaderném palivovém cyklu od těžby po ukládání RAO a skladování vyhořelého paliva (Tichý, 2019).

Její aktivity zamezují vývoji v oblasti atomových zbraní. Pokud jsou vyzorovány aktivity, které teoreticky směřují k výrobě komponentů atomové zbraně, daná země je sankciována a bedlivě kontrolována (Kříž, 2012). Musí také neustále kontrolovat zpracovatelské závody vyhořelého paliva, aby nehrozilo zneužití cenných surovin pro výrobu a šíření jaderných zbraní (Comby, 2007). MAAE dává do souvislosti veškeré získané informace o jaderných programech států, jakmile zjistí nedostatky nebo pochybnosti, stát pozornosti agentury neunikne. V poslední době je v hledáčku například Írán, dlouhodobě nedodrжуje dohody o monitoringu činností v jaderném průmyslu, poskytované informace nejsou vždy relevantní, probíhající aktivity na území státu naznačují úsilí o výrobu jaderných zbraní, výzkumné aktivity provádí v jaderných zařízeních, které nejsou deklarovány nebo dokonce utajovány. MAAE získávala informace

o íránském jaderném programu také od třetích stran, ale i svými aktivitami. Ze získaných podkladů mělo MAAE ucelený přehled o aktivitách v zemi, podrobné informace o výrobních postupech, osobách, zařízeních a další. Jakmile mají všechny potřebné informace, mohou začít jednat. *“Inspektoři MAAE mohou aktivně informace ověřovat kdekoliv v daném státě, včetně možnosti provádět inspekce na základě podnětů poskytnutých MAAE třetí stranou.”* Ukázkou je objekt v Natanzu, kde byl postaven tajný podzemní komplex k obohacování uranu, tyto aktivity Íránu byly později odhaleny a inspektoři MAAE celý komplex zapečetili, došlo k zastavení aktivit. Časem se provoz obnovil, ale již v menším měřítku a s povolením agentury (Tichý, 2019).

V naší legislativě je mnoho doporučení a pravidel z oblasti jaderné energetiky převzato od MAAE (Mika, 2003). Zavedla také mezinárodní stupnici závažnosti radiačních nehod INES, která byla již zmíněna v souvislosti s jadernými haváriemi (Skřehot et al., 2009).

V ústavním zákonu č. 1/1993 Sb. Ústava České republiky, přesněji v článku 10a, odst. 1 je uvedena informace o tom, že některé pravomoci orgánů ČR mohou být přeneseny na jinou mezinárodní organizaci, tímto případem může být právě MAAE.

Státní ústav pro jadernou bezpečnost (SÚJB)

Tento ústav má na starost dozor nad mírovým využíváním jaderné energie a ochranu před ionizujícím zářením. Mezi jeho činnosti patří inspekční a kontrolní činnosti, odhalování potencionálních bezpečnostních a radiačních rizik (Drábková, 2006). Tento specializovaný orgán státní správy vykonává dohled nad jadernými zařízeními a je zcela nezávislý (Kříž, 2012). V atomovém zákoně jsou popsány jednotlivé činnosti dohledu, jeho úloh v oblasti jaderné energetiky, pravidelných kontrolách provozu jaderných elektráren a všech souvisejících jaderných zařízení, včetně samotné obsluhy těchto zařízení (Hák et al., 2015). Historicky prováděl velmi náročnou kontrolu bezpečnosti, například po roce 1989 měl státní dozor nad jadernou bezpečností prokázat Rakousku, jakožto zemi, která jadernou energetiku v zásadě odmítá, že naše jaderné elektrárny jsou bezpečné a nehrozí nebezpečí, které by vedlo k havárii. Odborníci provedli komplexní hodnocení bezpečnosti jaderné elektrárny (Kříž, 2012).

Snahou úřadu je ukázat lidem pozitivní stránky ionizujícího záření a dát jim tak najevo, že neexistují jen stinné stránky tohoto druhu záření, jak je zná většina lidí (Drábková, 2006).

Státní ústav radiační ochrany (SÚRO)

Věnuje se ochraně obyvatelstva před ionizujícím zářením a zajištěním ochrany proti radonu. Tento ústav vznikl v roce 1995 (Drábková, 2006). Dále se stará o provoz Radiační monitorovací sítě ČR, provádí monitoring a je součástí krizového štábu SÚJB (Hák et al., 2015). Věnuje se také monitoringu radioaktivního radonu na území ČR. Z hlediska veřejnosti, každý většinou zná alespoň částečně rizika spojená s výbuchem elektrárny, ale mnozí netuší, že radioaktivita skrytá ve formě plynu – radonu je také nebezpečná a spíše se s ním setkají než nějakou havárií jaderné elektrárny. Rozpadem uranu vzniká plyn radon, který je radioaktivní, navíc ho není možné vnímat smysly. Naštěstí k tomu máme citlivé měřicí přístroje, které to poznají (Dienstbier, 2010). Původně se myslelo, že se Radon nachází jen v dolech při těžbě uranu (Drábková, 2006). Později se ukázalo, že se hojně vyskytuje i na povrchu Země. Pokud vezmeme v potaz, že Česká republika bývala uranovou velmocí, je jasné, že na několika lokalitách jsou problémy s radonem. U radonu záleží na umístění stavby, pokud se nachází stavba na přírodním podloží, kde se nachází radioaktivní uran nebo ke stavbě byly využívány suroviny, ve kterých se nachází stopy uranu, je pravděpodobné, že se tam bude vyskytovat i radon (Dienstbier, 2010). Ionizující záření způsobené radonem v bytech může být mnohem větší než expozice z lékařských zařízení a jaderné energetiky. Ovšem je zdůrazněno slovo může, opravdu záleží na geologickém podloží domů, budov a staveb, případně použitých stavebních materiálech (Drábková, 2006).

Správa úložišť radioaktivního odpadu (SÚRAO)

Jedná se o organizační složku státu, veškeré činnosti, povinnosti a práva správy jsou upraveny v atomovém zákoně. Jejich úkolem je zajistit bezpečné ukládání RAO již vyprodukovaných a budoucích RAO. V současnosti provozují tři úložiště RAO a koordinují výstavbu hlubinného úložiště. Souběžně s bezpečným ukládáním odpadů řeší také otázku hlubinného úložiště, zejména výběr vhodné lokality pro hlubinné úložiště. Další z činností jsou dozimetrická měření, monitoring a provádění odběrů vod z důlních prostor a povrchových vod v okolí, hydrogeologické a geotechnické měření – kvůli

stabilitě důlních prostor a mnoho dalšího. Veškeré činnosti SÚRAO jsou financovány z tzv. jaderného účtu, do kterého podle atomového zákona musí odvádět původci RAO určité finanční prostředky za likvidaci RAO. Nutností je pokrýt všechny oblasti, od vzniku, manipulaci až po samotné bezpečné uložení (Vícha, 2015).

Společně se SÚJB mají podepsanou dohodu o spolupráci v rámci výstavby hlubinného úložiště, byla podepsána 12. září 2014. Mohou tak průběžně konzultovat dílčí kroky hledání vhodné lokality, spolupodílet se na komunikaci s třetími stranami, včetně veřejnosti, provádět evaluaci postupů a výsledků v přípravě hlubinného úložiště.

5.4 Jaderná zařízení v České republice

V České republice máme hned několik jaderných zařízení, od výzkumných zařízení, přes jaderné elektrárny až k samotným úložištím RAO. Stejně jako jaderná zařízení, tak i oblasti vývoje a výzkumu jsou na vysoké úrovni (Kleczek, 2002). U nás je významnou institucí Ústav jaderného výzkumu v Řeži u Prahy, který vznikl v roce 1955 (Drábková, 2006).

Výstavba a provoz jaderných elektráren je stále ekonomicky nákladnější, nejde však jen o situaci na trhu, včetně zdražování materiálů, služeb, ale také o neustálém zvyšování jaderné bezpečnosti, která přispívá ke zvyšování provozních a pořizovacích nákladů (Linhart, 2019). A proč se musí zvyšovat neustále bezpečnost? Protože jaderné elektrárny patří mezi tzv. kritickou infrastrukturu, jedná se o objekty důležité pro ochranu státu. Základním bezpečnostním a nezbytným opatřením je např. stanovení ochranného a bezpečnostního pásma (Handrlica, 2014). Samo o sobě ochranné pásmo není ekonomicky nákladné, ale jeho dlouhodobé hlídání a zajištění bezpečnosti celého areálu již ano. Ohrožení kritické infrastruktury může mít za následek krizové situace, které mohou poškodit ekonomiku a celistvost státu, případně jiného uskupení. Mezi kritickou infrastrukturu můžeme zařadit následující: zdroje pitné vody, zdroje energie a elektřiny, hmotné zásoby paliv, distribuční systémy a sítě, významné dopravní sítě – silniční, železniční a letecké. Později se do tohoto výčtu přibyla také celá řada telekomunikačních sítí, serverů a různé ústředny, kde jsou uchována důležitá data (Vidriková et al., 2017).

Již kdysi v oblasti výběru vhodných lokalit pro jaderná zařízení byly důležité požadavky a podmínky, jež nesměly být porušeny. V kritériích, které mohly vést k vyloučení potenciálních lokalit byla zvýšená seizmická aktivita, riziko povodní, pád letadla atd. Tehdy byly naše předpisy detailně zpracovány a v porovnání s předpisy MAAE i obsáhleji formulovány (Kříž, 2012).

Jaderné elektrárny

Jaderná elektrárna Temelín začala být stavěna roku 1986, je vybavena 2 bloky reaktorů typu VVER 1000. V projektu je plánováno i s rozšířením na 4 bloky (Kleczek, 2002). Ovšem k rozšíření stále nedošlo, protože představa výstavby nebo rozšiřování současných atomových elektráren budí ve veřejnosti obavy. Navíc média mají jadernou energetiku pod drobnohledem a moc dobře vědí, že jakákoliv negativní informace je veřejností silně vnímána (Dienstbier, 2010). Jaderná elektrárna Dukovany zajišťuje přibližně jednu čtvrtinu celkové produkce elektřiny v České republice (Mika, 2003). Tato elektrárna byla prvně spuštěna v roce 1985, je vybavena 4 reaktory typu VVER 440. Energie produkovaná z této elektrárny zásobuje zhruba 20 % naší celkové spotřeby elektřiny (Kleczek, 2002).

Mezisklady vyhořelého jaderného paliva

K výstavbě meziskladu vyhořelého jaderného paliva došlo na území České republiky až po rozdělení Československa, předtím bylo vyhořelé palivo převáženo do Jaslovských Bohunic, kde byl společný mezisklad. A proč nebylo možné dále vyvážet vyhořelé jaderné palivo do sousední země? Protože pokud by se pokračovalo s vyvážením do Jaslovských Bohunic, porušovali bychom princip odpovědnosti státu za vyhořelé palivo. Po dostavbě meziskladu v Dukovanech bylo námi vyprodukované vyhořelé palivo vráceno zpět z Jaslovských Bohunic. Krátkou dobu před zprovozněním meziskladu se vyskytly první problémy, nešlo však o nebezpečnou závadu. Problémy se týkaly netěsnosti a odolnosti materiálu vůči korozi, dozor ovšem nepolevil a vyžadoval okamžitou nápravu, po sjednání nápravy dozor, tehdy Československá komise pro atomovou energii (ČSKAE) umožnila zahájení provozu meziskladu (Kříž, 2012).

Mezisklady slouží dočasnému vyřešení otázky skladování RAO, může sloužit jako takový vyrovnávací mechanismus mezi tvorbou a přepracováním odpadu, aby nebylo např. kvůli nedostatku RAO potřeba zastavovat přepracovatelský závod. Ovšem v řadě případů slouží mezisklady jako přechodné úložiště do té doby, než bude postaveno trvalé úložiště radioaktivního odpadu nebo nebude vymyšlena nová technologie, která by využila RAO úplně. V meziskladu dochází také k samovolnému poklesu radioaktivity, postupnému “ochlazování” vyhořelého paliva (Kuraš, 1994). Mezisklad je nejlepším možným řešením, který je jakýmsi průsečíkem mezi nutností chlazení vyhořelého paliva a konečným uložením paliva (Janouch, 2011). Právě kvůli chlazení jsou tyto jaderná zařízení odlišná od jiných staveb, protože mají své specifické nároky. V meziskladu je nutné zajistit odvod tepla, jelikož vyhořelé palivo stále produkuje velmi vysoké teploty, navíc se zde bude nacházet mnohem větší množství vyhořelého paliva než například v samotném reaktoru, jelikož se v meziskladech vyhořelé jaderné palivo kumuluje (Kříž, 2012).

Současné úložiště radioaktivních odpadů

V České republice jsou nyní provozovány 3 úložiště radioaktivních odpadů. (dále ÚRAO).

ÚRAO Bratrství - jedná se prostory bývalého uranového dolu Bratrství u Jáchymova. Narozdíl od ÚRAO Dukovany a ÚRAO Richard se liší zejména tím, že toto úložiště slouží pouze pro přirozeně se vyskytující radionuklidy. Nachází se zde prostory k uložení zhruba 1 200 m³. **ÚRAO Richard** – slouží k ukládání nízko a středně aktivních RAO, nejčastěji do tohoto úložiště míří institucionální odpady z nemocnice, výzkumných zařízení a průmyslu. Má velmi dobré geologické vlastnosti, kapacita je přes 10 000 m³. Je tam stále místo, které lze navýšit pomocí rekonstrukce dalších částí důlního komplexu.

ÚRAO Dukovany – jednoznačně největší povrchové úložiště. Je vybudované přímo v areálu jaderné elektrárny, kapacita je 55 000 m³ RAO. Do úložiště míří RAO z obou našich jaderných elektráren. Podstatné je zmínit, že tam lze ukládat také jen nízkoaktivní odpady. Vyhořelé jaderné palivo z elektráren je uloženo v meziskladech a chlazeno (*Radioaktivita a odpady*, 2020).

Hlubinné úložiště RAO není postaveno zatím nikde na světě, spousta států na výběru vhodných lokalit intenzivně pracuje a například Finsko již začalo s ražbou úložiště. Více

informací se nachází dále v diplomové práci, v kapitole s názvem ukládání radioaktivních odpadů.

Nízko a středně aktivní odpady můžeme ukládat do podpovrchových úložišť, kde je životnost úložiště kratší než v případě hlubinného úložiště, ale vzhledem k méně aktivním odpadům je tento způsob vyhovující. Při likvidaci a ukládání jakýchkoliv odpadů musíme brát zřetel na bezpečnost, ekonomickou stránku a důkladně promyslet technické parametry (Kuraš, 1994).

5.5 Jaderná energetika v zahraničí

V řadě zemí jednotlivé politické strany a veřejnost nesouhlasí s výstavbou jaderných elektráren. Jde především o bezpečnostní obavy a problematikou ukládání radioaktivního odpadu (Entler et al., 2019). Například ve Spojených státech bylo obtížnější získávat podporu veřejnosti v oblasti atomové energie, po svržení atomových bomb na Japonsko byla odhalena i stinná stránka jaderné energie. Spojené státy musely více přesvědčovat své obyvatele o mírovém využití, když jako první použili atomovou zbraň ve válce (Šmidrkalová, 2019). Když už byly zmíněny atomové bomby. Japonsko se jako jediná země setkala tváří v tvář atomové bombě, přesto si zvolila tento zdroj energie. Nehledě na to, v jakých zeměpisných šířkách se nachází, jde o velmi neklidné seizmické prostředí (Baran, 2002). Ale i přesto, Japonsko a Korea plánují stavět nebo staví nové jaderné reaktory ve velkém (Moldan & Kolářová, 2001). V roce 2011 došlo k velké havárii ve Fukušimě, důvodem bylo zemětřesení a následná vlna tsunami. Po této havárii došlo k postupnému odstavení všech bloků v zemi. Průběhem času se znovu obnovuje provoz jaderných bloků, v roce 2018 bylo opět v provozu 9 bloků (Majling, 2018). Japonsko nám ukazuje, jak je jaderná energetika podstatná. Na jejich území byla použita atomová zbraň, došlo k závažné havárii jaderné elektrárny, ale přesto má v zemi významnou roli v oblasti energetiky.

„Evropa je dnes v zásadě protijaderná“ (Moldan & Kolářová, 2001). Takto bylo uvedeno v knize z roku 2001, ale v současné době Evropská komise označila jadernou energii jako udržitelnou, což svědčí o možné změně pohledu na tento zdroj energie. Toto označení jako udržitelného zdroje je zatím pouze dočasné, protože jde o tzv. přechodový zdroj k energii

získané z obnovitelných zdrojů, primárním cílem je minimalizovat spalování fosilních paliv (Abnett, 2022). Stejný postup už dávno navrhlo sousední Německo, také označili jadernou energetiku jako cestu k obnovitelným zdrojům. Původně mělo v plánu odstavit všech svých 19 reaktorů k roku 2020 (Kleczek, 2002). Tento plán byl později posunut na rok 2022 (Stejskalová, 2011).

„Evropa bude nadále vystupovat jako nejednotný, nekompaktní a nekoordinovaný celek. Některé státy budou rozvíjet jadernou energetiku, jiné se jim v tom budou snažit zabránit“ (Vaškovic et al., 2009). A skutečně tomu tak je, například jaderná velmoc Francie vidí tento zdroj energie jako cestu k bezuhlíkové neutralitě. Státy jako Německo a Rakousko se staví proti jaderné energetice (Abnett, 2022). Důvodů je mnoho, jaderná energetika je často očima veřejnosti vnímána jako potenciální nebezpečí a lidé z ní mají strach (Dienstbier, 2010).

Dílčí shrnutí

Jaderná bezpečnost je v současnosti probíraným tématem všude po světě, způsobeno je to vlivem invaze Ruska na Ukrajinu a útokem na jadernou elektrárnu, či obavou z použití atomových zbraní. V této kapitole jsou zmíněny instituce, které vykonávají dozor nad jadernou energetikou a zamezují výrobě atomových zbraní. Dále jsou popsány jaderná zařízení v ČR a také informace o tom, jaký je pohled na jadernou energii ve vybraných zemích. V jedné z podkapitol se téma zabývá stinnými stránkami jaderného průmyslu, včetně připomenutí jaderných katastrof a svržení atomových bomb, které svým způsobem přispěli k jaderné bezpečnosti. Ostatně si myslím, že aktuální situace na Ukrajině, hlavně tedy útok na jadernou elektrárnu, bude mít stejný efekt jako po jaderných katastrofách, a to posílení jaderné bezpečnosti. Zřejmě ne nějak drasticky, protože jaderná bezpečnost je na vysoké úrovni, ale spíše kontrola a posílení bezpečnosti v oblasti záložních zdrojů elektřiny, či systému chlazení kritických částí jaderné elektrárny.

6 Radioaktivní odpady a vyhořelé jaderné palivo

Od nepaměti se snažíme odpady zneškodňovat, jak nejlépe umíme. Bohužel se stále nepodařilo nalézt uspokojující řešení, čímž se problematika odpadů dostala do popředí jako vážný problém s globálním rozměrem (Kučerová, 2019). Odpady různorodých typů jsou

považovány za zátěž prostředí. Na velikosti zátěže se podílí počet lidí, který svým chováním a potřebami zvyšují nebo snižují onu zátěž (Moldan, 2020). Ta je způsobena také stále rostoucí spotřebou energie (Kučerová, 2019).

Člověk se s odpadem setkává prakticky denně. *“Odpad znečišťuje vzduch, který dýcháme, vodu, již pijeme, a půdu, která nás živí”* (Kleczek, 2002). Tato práce se zabývá neobvyklým druhem odpadu, tj. radioaktivní odpad. Tento termín označení nelze chápat doslova. Velmi často je v RAO zahrnuto také vyhořelé jaderné palivo. To má ovšem do budoucna narozdíl od běžného RAO ještě potenciál využití, ačkoliv bude v budoucnu zřejmě ukládáno do hlubinných úložišť. Nicméně oba typy „odpadu“ patří do kategorie nebezpečného odpadu, protože svými vlastnostmi mohou dlouhodobě ohrozit existenci organismů a životní prostředí, včetně lidského zdraví a života. Likvidace těchto typů je zpravidla mnohem náročnější. Závěrem je zmíněna informace o riziku těchto odpadů. *„Podle bilancí, provedených v SRN a USA, se RAO podílí na celkovém riziku, které pro celou populaci představují veškeré nebezpečné odpady, asi jedním procentem”* (Kuraš, 1994).

Radioaktivní odpady

Největší podíl na produkci mají jaderné elektrárny, ale rozhodně nejsou jediný. Velký podíl na produkci mají zdravotnické zařízení, nemocnice a výzkumné pracoviště. Všechny tyto institucionální radioaktivní odpady musí být předány do ÚJV Řež, který zodpovídá za jejich bezpečné zpracování a předání k uložení. Jde o rozmanité typy radioaktivního odpadu od producentů. Kupříkladu ve zdravotnickém radioaktivním odpadu jde o velmi rozdílné materiály určených k likvidaci, vyžaduje tedy velkou pozornost jejich detailní označení, informace o složení, vlastnostech a uvedení dalších nezbytných informací (Kuraš, 1994).

Kategorizovat radioaktivní odpad můžeme jednoduše rozdělit na nízko, středně a vysoce aktivní (Kuraš, 1994). Správa úložišť radioaktivního odpadu je popisuje takto:

Nízkoaktivní – obsahují nepatrné množství radioaktivních radionuklidů, lze je umístit do povrchových úložišť. **Středněaktivní** – zde je obsaženo mnohem více radionuklidů,

kteřé je třeba oddělit od okolního prostředí. Stále mohou být uloženy do povrchových úložišť. **Vysoceaktivní** – tyto radionuklidy stále generují poměrně velké zbytkové teplo, budou uloženy do hlubinného úložiště RAO (*Radioaktivita a odpady*, 2020).

Výjimečný vznik RAO může nastat od malé poruchy po katastrofální havárii (Kuraš, 1994). Dalším výjimečným vznikem je ukončení provozu jaderných elektráren, rázem se radioaktivním odpadem stanou samotné jaderné elektrárny (Jeníček & Foltýn, 2003). S tímto tvrzením souhlasí Kuraš (1994), který uvádí, že jednotlivé části nebo přístroje a spousta materiálů bude prohlášeno za radioaktivní odpad, protože je nebude možné dekontaminovat.

Vyhořelé jaderné palivo

Nevýhodou jaderných elektráren, přes mnohé pozitivní stránky, je vyhořelé jaderné palivo. Je to otázka komplikovaná, technicky a ekonomicky náročná (Kleczek, 2002). Dále přidává Skřehot et al. (2009), že řada komplikací vzniká hlavně z důvodu stabilní dlouhodobé vysoké teploty vyhořelého paliva. Další nevýhodou je velké množství potencionální energie, které stále zůstává ve vyhořelém palivu. V současnosti ho neumíme účinně využívat, respektive část již dokážeme přepracovat, ale zbývající suroviny musí být uloženy (Linhart, 2019). Proto problematika likvidace a ukládání vyhořelého jaderného paliva bývá často veřejností shledána s odporem (Dienstbier, 2010).

Výhodou je, že u RAO a vyhořelého jaderného paliva dochází k samovolnému rozpadu radionuklidů, čímž klesají rizika ohledně nakládání s nimi, včetně jejich nebezpečných vlastností. Pro srovnání takový toxický nebo chemický odpad bývá mnohem nebezpečnější. „*Zatímco radioaktivní materiál pomalu svůj rizikový charakter ztrácí a již dnes lze předpovědět, kdy se z něj stane bezpečná látka, toxický materiál si své nebezpečné vlastnosti může uchovávat navždy*” (Kuraš, 1994). Vyhořelé jaderné palivo celkem známe, ale o chemickém průmyslu to říct nemůžeme, jen pro porovnání. Na evropském trhu je registrováno více než 100 000 chemických látek, často mají jednu nebo více z těchto vlastností a mohou být: výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, hořlavé, vysoce toxické, žíravé, zdraví škodlivé, dráždivé, mutagenní, nebezpečné, karcinogenní apod. Jejich rozmanitost představuje sama o sobě značné riziko (Skřehot et al., 2009).

6.1 Přehled vyprodukovaných odpadů

V této části byly zpracovány tabulky ze zprávy o výsledcích činnosti SÚJB a o monitorování radiační situace na území České republiky, části I. Pracoval jsem s daty z výročních zpráv SÚJB za období 2010–2020. Vytvořením tabulek vzniká lepší přehled o produkovaných RAO a také představa o tom, jaké množství je ročně produkováno a jaký původce produkuje nejvíce RAO.

V tabulce č. 1 je zpracována produkce RAO za období 2010 – 2020. Původci odpadů jsou v následující tabulce jaderné elektrárny (dále jen „JE“.) Tabulka je rozdělena na 3 hlavní původce radioaktivního odpadu - JE Dukovany, JE Temelín a Ústav jaderného výzkumu v Řeži (ÚJV Řež). Poslední zmíněný ÚJV Řež je také uveden v tabulce, nicméně nejde o primárního původce. Do ÚJV Řež se předávají veškeré institucionální radioaktivní odpady od původců RAO. Složení těchto odpadů je různé, původci jsou např. nemocnice, zdravotnické zařízení, průmyslové odvětví a výzkumné zařízení. Všechny ale spojuje povinnost vyprodukované RAO předat právě ÚJV Řež. K výsledkům, z dat se nedá vyloženě říct, že se produkce meziročně stále zvyšuje. Možné je pouze konstatovat, že největším původcem RAO je jaderná elektrárna Dukovany. Rok 2019 nebyl zpracován z důvodu, že nebyly dostupné informace z ročenky. Respektive byly, ale šlo o zcela totožná čísla jako v ročence z minulého roku. Navíc u produkce RAO je uvedeno plnění úložišť, to bylo v obou letech také stejné. Proto tyto data nebyly zahrnuty do tabulky, protože se jedná o chybné zpracování ročenky.

Produkce radioaktivního odpadu v České republice v období 2010 - 2020											
(uvedeno v m ³)											
Rok	Dukovany (celkem)	skupenství RAO			Temelín (celkem)	skupenství RAO			ÚJV Řež (celkem)	skupenství RAO	
		kapalný koncentrát	pevné	jiné (sorbenty)		kapalný koncentrát	pevné	jiné (sorbenty)		kapalný koncentrát	pevné
2010	529,2	308,0	219,0	2,2	218,9	182,0	33,3	3,6	82,3	1,7	80,6
2011	791,7	484,0	302,0	5,7	254,0	169,0	72,0	13,0	26,3	0,0	26,3
2012	742,3	473,0	265,0	4,3	225,4	89,0	132,0	4,4	39,0	0,8	38,3
2013	598,1	479,0	106,0	13,1	203,2	148,0	53,0	2,2	140,7	0,0	140,7
2014	733,4	503,0	221,0	9,4	196,6	137,0	53,0	6,6	81,0	0,0	81,0
2015	608,9	342,0	257,0	9,9	255,9	174,0	76,0	5,9	85,1	0,9	84,2
2016	516,5	291,0	221,0	4,5	245,3	187,0	49,0	9,3	122,5	0,0	122,5
2017	742,3	473,0	265,0	4,3	225,4	89,0	132,0	4,4	39,0	0,8	38,3
2018	478,0	281,0	182,0	15,0	178,0	148,0	30,0	0,0	103,8	0,5	103,3
2019	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2020	333,0	164,0	166,0	3,0	199,0	129,0	64,0	6,0	56,5	0,5	56,0

Tabulka č. 1 Produkce radioaktivního odpadu v České republice za období 2010 – 2020 (Zdroj dat: výroční zpráva SÚJB)

V tabulce č. 2 je zpracováno ukládání RAO, za období 2010–2020. V tabulce jsou uvedeny tři současné úložiště RAO. Největším z nich je úložiště Dukovany, v prvním sloupci se nachází informace o celkovém množství uloženého RAO, následují původci a jejich vyprodukované množství RAO, kterým se podílí na celkovém množství. Další dvě úložiště jsou uvedeny bez původců, poslední ÚRAO Bratrství je pak zvláštním úložištěm – zde se ukládají pouze přírodní radionuklidy. Stejně jako v předchozí tabulce jsou velmi proměnlivé hodnoty množství ukládaných RAO, přehled slouží především pro představu, kolik je RAO ukládáno a jaké množství je přepravováno do úložišť RAO. V roce 2019 sice byly k dispozici data, ale řádek je zvýrazněn, protože v předchozí tabulce bylo zjištěno, že data zřejmě nemusí být správná, proto je k nim tak přistupováno.

Ukládání radioaktivního odpadu v České republice v období 2010 - 2020								
(uvedeno v m ³)								
Rok	ÚRAO Dukovany (celkem uloženo)	původ RAO				ÚRAO Richard (celkem uloženo)	skladováno	ÚRAO Bratrství (celkem uloženo)
		Dukovany	Temelín	Řež	Tisová			
2010	501,4	386,2	115,2	0	0	111	2	6,8
2011	504	418	86	0	0	88	3	6,8
2012	453,9	352	94	7,9	0	47	0,4	8,4
2013	370,2	272,6	46,6	51	0	68,4	3	11,6
2014	503,83	415,6	70,8	17,43	0	112	3,4	7
2015	204,3	148,6	32,4	20,1	3,2	95,5	0	14,7
2016	332,8	203,8	77,6	40,5	10,9	119,7	0,13	13,6
2017	453,9	352	94	7,9	0	47	0,4	8,4
2018	315,2	236,4	73	5,8	0	160,7	0	7,3
2019	129	42,8	86,2	0	0	90,3	0	0
2020	210,2	194,2	16	0	0	103,7	0	0

Tabulka č. 2 Ukládání radioaktivního odpadu v České republice v období 2010 – 2020 (Zdroj dat: výroční zpráva SÚJB)

6.2 Manipulace a přeprava

Radioaktivní materiály a odpady mohou pro člověka znamenat značné riziko, pokud s nimi nebude manipulováno obezřetně (Skřehot et al., 2009). Jsou nebezpečné pro okolí zejména kvůli ionizujícímu záření, které lze pomocí eliminovat vzdáleností, stíněním a omezením doby expozice (Kuraš, 1994). Každý, kdo s nimi přichází do styku, musí mít úplné a komplexní informace o jejich vlastnostech, způsobu manipulace s nimi a na co si dát pozor (Skřehot et al., 2009). Veškerou manipulaci s odpadem je nutné provádět předepsaným postupem, zkrátit manipulaci pouze na nezbytně nutnou a přecházet na nejmodernější řešení manipulace s nebezpečným odpadem, zejména manipulace na dálku, automatizované procesy, atd. (Kuraš, 1994).

Po vyjmutí z reaktoru vyhořelé palivové články míří do speciálních nádrží, kde dochází k chlazení a snižování radioaktivity, poté je možné dále s vyhořelým palivem pracovat (Comby, 2007). Nejčastěji potom míří do meziskladů, kde radioaktivita klesá do té doby, než dojde k trvalému uložení nebo přepracování (Dienstbier, 2010). Se skladováním radioaktivního odpadu jsou spojená také rizika, která mohou vést k zamoření okolí, zejména při manipulaci, přepravě (Mika, 2003). Doprava a přeprava nebezpečného odpadu, to jest další komplikovaná problematika. Při nevhodném a nesprávném způsobu přepravy může dojít k přímému ohrožení zdraví člověka, způsobení ekologické újmy a škody na majetku. Proto je nezbytně nutné dbát zřetel na technické a organizační

zabezpečení přepravy, využívat vhodný dopravní prostředek a zajistit bezpečnou schránku pro převážený odpad (Kuraš, 1994). Transport nebezpečných látek a materiálů se provádí známými způsoby, těmi je doprava silniční, železniční, lodní a letecká. Bylo proto nutné vytvořit podmínky k přepravě, komplexní zajištění bezpečnosti a mezinárodní dohody (Skřehot et al., 2009). Uskutečněných přeprav bylo spousta, nenastala žádná vážná komplikace, ani žádná nehoda. Z toho lze vyvodit, že dozor je vykonáván velmi dobře a požadavky na zajištění bezpečnosti transportu jsou vhodně nastaveny (Kříž, 2012).

Pro přepravu jsou využívány speciální kontejnery, které mají stínící schopnosti, podstupují zátěžové testy a plně odpovídají bezpečnostním předpisům (Kuraš, 1994). U nás se k přepravě a skladování používají kontejnery typu Castor, vyrábí je firma Škoda Plzeň, která získala licenci k výrobě od německé firmy. Získáním licence jde jednoznačně o přínos z několika důvodů, je to mnohem bezpečnější, když jako stát můžeme dohlédnout na samotnou výrobu, z ekonomického pohledu, náklady na výrobu, dopravu a přitom se podpoří ekonomika v naší zemi (Kříž, 2012).

Každá činnost v jaderné bezpečnosti je pečlivě vyhodnocována, analyzována a kontrolována, je tomu stejně i při přepravě radioaktivních odpadů a vyhořelého jaderného paliva. Státní dozor v rámci své kompetence vyžaduje informace o přepravě, včetně veškerých údajů a bezpečnostní dokumentace přepravy (Kříž, 2012).

6.3 Přepřacování vyhořelého paliva

První takové závody k přepřacování jaderného vyhořelého paliva byly budovány kvůli vojensko – strategickým důvodům, cílem bylo získávání plutonia (Augusta et al., 2001). Plutonium lze využít k výrobě jaderné bomby nebo jako palivo do speciálních typů jaderných reaktorů, jiné využití v současné době nemá (Skřehot et al., 2009). Od velkých přepřacovatelských závodů se začalo upouštět po vyhlášení doktríny americkým prezidentem J. Carterem v roce 1977. Důvodem vyhlášení byla obava o zneužívání čistého štěpného materiálu a riziko zneužití ke zhotovení atomových bomb. V současnosti existují přepřacovatelské závody vyhořelého jaderného paliva ve Francii a Rusku (Augusta et al., 2001).

Přepřacování vyhořelého jaderného paliva je velmi náročné, ale je možné z něj získat velmi cenné prvky. Nicméně jsou s přepřacováním úzce spjaty složité technologické procesy, samotné získávání, dostupnost a přeprava vyhořelého paliva, protože podléhá mimořádně přísnému dohledu. Dále je investičně nákladná výstavba přepřacovatelského závodu (Skřehot et al., 2009). To shodně potvrzuje Comby (2007): „*V současné době je přepřacování vyhořelého paliva, jehož cílem je možnost znovu použít nevyužitou energii v něm obsaženou, zhruba stejně nákladné jako použití čerstvého uranu.*” Zároveň zmiňuje fakt, že ten, kdo vyhořelé palivo přepřacovává, tak získává velkou strategickou výhodu. V České republice zřejmě v blízké budoucnosti nebude vybudován přepřacovatelský závod vyhořelého paliva, ale i kdyby byl, tak je známo, že vždy nějaký radioaktivní odpad zůstane a ten bude třeba následně uložit. V zahraničí mají závody k přepřacování paliva, které dokážou oddělit cenné složky vyhořelého paliva a znovu využitelných materiálů. Jenže není to tak jednoduché, že odesláním do zahraničí bude otázka vyřešena. Poté co RAO v zahraničí zpracují, vytvořené produkty odešlou zpět k nám. Odešlou nám nejen znovu využitelné materiály, ale i část, kterou je nevyužitelná – zpracovaný odpad (vitřifikace), který je nutné následně uložit. Vybudování hlubinného úložiště se tedy stejně nevyhneme (Kuraš, 1994). Po celém světě se pracuje také tzv. transmutačních technologiích, které dokážou radioaktivní odpad „zlikvidovat“, během tohoto procesu v reaktorech řízených urychlovačem bude možné vytvořit navíc nemalé množství energie (Janouch, 2011).

Na závěr velmi zjednodušené popsání celého procesu přepřacování.

Před přepřacováním musí vyhořelé palivo po vyjmutí z reaktoru několik let chladnout, poté následuje mechanické rozřezání a rozpouštění paliva v kyselině dusičné, po filtraci nečistot následuje extrakce. Z té dostaneme tři frakce – uranovou, plutoniovou a odpad. První dvě uvedené lze zpracovat a následně využít, nejčastěji opět k výrobě paliva. Třetí frakci vysoce radioaktivního odpadu je nutné někam uložit (Augusta et al., 2001).

6.4 Ukládání radioaktivních odpadů

S příchodem jaderné energetiky a uranového průmyslu se na odpadové hospodářství v této oblasti začalo nahlížet s mnohem větší pozorností. Zpočátku rozmach jaderné energetiky

přinesl mimořádně náročné problémy s radioaktivními odpady, které přetrvávají a nejsou uspokojivě vyřešeny dodnes (Kuraš, 1994). Vždyť ani při samotném zprovoznění první jaderné elektrárny v Jaslovských Bohunicích, v tehdejší Československu, nebylo ukládání vybudováno s dostatečnými kapacitami. Po pár letech provozu se začaly naplňovat nádrže určené k uskladnění kapalného radioaktivního odpadu, situace vyžadovala okamžité řešení, kterým byla výstavba nových nádrží a navyšování kapacity. Ze strany státního dozoru bylo pohroženo provozovatelům, že pokud nebudou vyřešeny otázky týkající se zpracování a skladování radioaktivních odpadů, odeberou jim povolení k provozu jaderné elektrárny (Kříž, 2012).

Zde je popsán proces od úpravy po samotné uložení nízko a středně aktivních odpadů.

Úprava RAO: nízko a středně aktivní odpady se musí zpracovat a upravit, nejčastěji to bývá u pevných lisování a u kapalných RAO je nutné splnit tzv. podmínku přijatelnosti odpadu, což znamená, že RAO musí mít pevné skupenství. Tím lze docílit metodami jako je odpařování nebo cementace například. K příjmu upraveného RAO je třeba také průvodní list, který obsahuje informace o původci, obsahu, hmotnosti a dalších informací, které jsou důležité pro samotné uložení. Je nutné evidovat jak zpracovaný, tak uložený RAO, respektive jeho místo uložení ("Radioaktivita a odpady", 2020). Jak víme z úložiště v Německu, pokud by nastaly problémy, je nutné mít z preventivních důvodů informace o přesném umístění, včetně skladby RAO a dalších specifikací. Tehdy přijímání a ukládání RAO neřešili a dodnes mají velké problémy, protože veškerý uložený RAO musí přemístit (*Problémy s uskladněním radioaktivních odpadů v německém úložišti Asse*, 2019).

Po zpracování a přijmutí se RAO vkládá do ukládacích ochranných obalů – v případě nízko a středně aktivních odpadů jde o sudy: RAO se vloží do prvního sudu (objem 100 l, k výrobě je použita uhlíková ocel a pozinkování), po uzavření prvního sudu se celý vloží do druhého (objem 200 l, opatřen antikoročním nátěrem). Prostor mezi sudy se vyplní betonem. Sudy se pak ukládají na místo k tomu určenému. Po zaplnění vymezeného prostoru k ukládání plných sudů následuje uzavření prostoru a jeho kompletní zalití betonem, prostory v úložišti jsou k tomu uzpůsobeny (*Radioaktivita a odpady*, 2020).

Nízkoaktivní a středněaktivní vytvářejí z hlediska objemu největší část RAO, ovšem jejich radioaktivita se ztratí za několik set let po uložení v přípovrchových úložištích (Kizlink,

2014). U všech úložišť je bezpečnost zajištěna pravidelnými kontrolami, splněnými limity a podmínkami, které schvaluje Státní úřad pro jadernou bezpečnost.

Hlubinné úložiště radioaktivního odpadu

Plocha na zemském povrchu je územím, kde se střetávají zájmy přírody a člověka. Tento prostor musíme chápat jinak než pouze podle základního členění na zastavěné území, zastavitelné, zemědělské, lesní a vodní plochy atd. Provázanost ekosystémů je mnohem širší, prostor musí být chápán s tím, co se nachází nad a pod zemským prostorem. Pod zemskou kůrou je místo, kde se nachází spousta přírodního bohatství, přírodních surovinových zdrojů, nerostné bohatství a podzemní voda. Už dávno není podzemní část Země bez zásahu člověka, nyní jsou na nepočítatelně mnoha místech vybudovány tunely, sklady, šachty, lomy a jiné stavby, včetně výzkumných pracovišť. Jednou z takových staveb bude i hlubinné úložiště radioaktivního odpadu (Moldan, 2020).

K zajištění maximální bezpečnosti ukládání vysoce aktivního jaderného odpadu, jak uvádí Kuraš (1994) bude zapotřebí vybudovat hlubinné úložiště, které může zajistit dostatečnou bezpečnost, bez nežádoucích antropogenních a přírodních vlivů. V hloubkách kolem 500 metrů podzemí jsou tyto podmínky ideální. V těchto hloubkách je dokonalá izolační schopnost od biosféry, důležitým faktorem účinné bariéry je neporušené a homogenní horninové prostředí. Nelze se spoléhat pouze na jednu bariéru, proto bude využit vícenásobný bariérový systém. Jeho součástí budou monitorovací systémy v úložišti, pro kontrolu uvnitř i v okolí úložiště. Jedním z technicky náročnějších problémů bude absorpce ionizujícího záření, protože zářením dochází k zahřívání jak samotného odpadu, tak i ochranného obalu. Cílem je tedy ukládat vysoce aktivní odpad s nejnižší možnou teplotou, aby nedošlo k poškození obalu (Kuraš, 1994). Při výstavbě hlubinného úložiště nepůjde jen o čistě technické komplikace, ale také o velmi ekonomicky nákladnou stavbu. Zcela jistě půjde o astronomickou částku, kterou nějakým způsobem zaplatí daňoví poplatníci (Moldan & Kolářová, 2001). S tím, že půjde o velkou sumu finančních prostředků, souhlasí také Kleczek (2002).

Naštěstí otázka hlubinného úložiště příliš nespěchá, stále máme dostatečné množství času na výstavbu. To dává prostor a čas pro náročné procesy, hydrogeologické průzkumy, monitoring a tím není vyvíjen tlak na instituci, která již dlouhodobě vybírá vhodnou

lokalitu pro hlubinné úložiště radioaktivního odpadu. Nicméně nesmíme usnout na vavřínech, bylo by nezodpovědné tuto záležitost nechat na budoucích generacích, cílem je jim předložit studie a průzkumy o nejvhodnější lokalitě, ideálně s rozpracovanou výstavbou. Na světě již existuje mnoho specializovaných výzkumných podzemních pracovišť, které simulují obdobné podmínky jako v plánovaném úložišti. Každý stát musí své vlastní úložiště, proto je také velká rozmanitost úložných prostorů – v Německu zkoumají solné doly, Francie se zaměřila na hrnčířské hlíny a Švédsko zvolilo žulovou skálu (Comby, 2007) .

Poslední uvedená země Švédsko uvažuje o hlubinném úložišti jako o budoucím zdroji cenných surovin, proto chce mít úložiště s možností přístupu k těmto budoucím energetickým zdrojům (Janouch, 2011). Odpad, který může být částečně využit v budoucnosti, se snažíme ukládat takovým způsobem, aby byl v úložišti zcela nedotčený a nebyl žádným způsobem ohrožen. Je možné, že jednou budou takové technologie, které zvládnou využít dnešní radioaktivní odpady jako zdroj paliva do jaderných elektráren, nehledě na výrazné snížení objemu RAO a také menší míru radioaktivity (Augusta et al., 2001).

První hlubinné úložiště RAO na světě se již buduje ve Finsku. Výběr finální lokality byl schválen v roce 2000, od té doby proběhla spousta ražebních prací, geologických průzkumů a testů. V roce 2015 získalo úložiště oficiální licenci k výstavbě, nyní pracuje na testovacím finálním tunelu, který by měl být hotov v roce 2023. Dále se budou zkoumat obalové soubory, techniky a těsnění. Výstavba tohoto prvního hlubinného úložiště RAO je celosvětově významné a velmi následný provoz přispěje k novým poznatkům o jaderné energetice (Wagner, 2021). V České republice jsme ve fázi, kdy již máme zúžený počet vhodných lokalit na čtyři, ten byl schválen v roce 2020 radou SÚRAO. Jde o lokality Janoch u Temelína, Horka na Třebíčsku, Hrádek na Jihlavsku a Březový potok na Klatovsku. Rozhodnutím vlády ze dne 21. prosince 2020 vyplývá, že na jedné z těchto lokalit vznikne nové hlubinné úložiště RAO (*Hlubinné úložiště*, 2021).

Dílčí shrnutí

Jedním z nejpálčivějších problémů dnešní doby je všeobecně zneškodňování odpadu, situaci zhoršuje fakt, že drtivá většina lidských činností jej vytváří. Situace je stejná i v případě radioaktivních odpadů, nicméně okruh lidských činností, kdy je takový odpad vytvářen, je mnohem menší. Jak je patrné z této kapitoly, neexistuje příliš mnoho variant likvidace radioaktivních odpadů a vyhořelého paliva, výčet je značně omezen na přepracování a různé typy ukládání. V této oblasti vidím velký prostor pro vědecké bádání a následný výzkum dalšího využití vyhořelého jaderného paliva a snazší likvidace radioaktivního odpadu. K nalezení nového způsobu využití RAO a vyhořelého paliva bude dostatek času, je to dáno především tím, že výstavba a zahájení hlubinného úložiště potrvá poměrně dlouhou dobu.

7 Mezinárodní a unijní právo

Mezinárodní smlouvy jsou nedílnou součástí řešení globálních problémů, jelikož takové problémy se nezdržují pouze na území státu. Proto je nutné takové záležitosti řešit jednotně (Klobouček, 2018). Vztah mezi vnitrostátním a mezinárodním právem nesmí být v konfliktu. Veškeré mezinárodní smlouvy a úmluvy se stanou právně závaznými v momentě, kdy jsou v daném státě zaneseny do platných zákonů, případně novel (Novotná & Handrlica, 2015). V České republice je posledním krokem k přijetí mezinárodního práva publikace přijatého zákona ve Sbírce zákonů, čímž zákon vstoupí v platnost. Účinnost zákona může být odložena, v některých případech i řadu let, vždy je účinnost zmíněná v daném zákoně nebo vyhlášce (Klobouček, 2018). Zde jen doplňuje Zoubek (2010), že „*samotná inkorporace musí mít formu vyhlášení ve Sbírce zákonů ČR, od 1.1.2000 ve Sbírce mezinárodních smluv, dle zák. č. 309/1999 Sb, v platném znění*“.

Podstatná zmínka o mezinárodních smlouvách je také v ústavním zákoně č. 1/1993 Sb. Ústava České republiky, přesněji v článku 10, kde se nachází informace, že pouze ratifikované mezinárodní smlouvy se stávají součástí právního řádu. Důležitou částí je, že pokud vnitrostátní zákon neobsahuje veškeré oblasti vymezené mezinárodní smlouvou, chybějící ustanovení se řídí mezinárodní smlouvou.

První tři zmíněné mezinárodní úmluvy se týkají omezení vojenského využití jaderné energie. Důvod pro zmnění těchto úmluv je očividný, pokud by tyto úmluvy neexistovaly a nadále probíhalo testování a používání atomových zbraní, zcela jistě by docházelo k enormnímu vzniku radioaktivních odpadů, což by nejspíše v dlouhodobém důsledku bylo to nejmenší.

7.1 Omezení vojenského využití jaderné energie

Zkoušky jaderných zbraní v minulosti, zejména během studené války, významně znečišťovaly atmosféru a stoupala radioaktivita na celém světě. Zkouškami jaderných zbraní byl ohrožen život na zemi, včetně toho lidského. Naštěstí ale došlo k podepsání mezinárodní smlouvy, která situaci zachránila.

Smlouva o částečném zákazu jaderných pokusů (Partial Test Ban Treaty) - byla podepsána v roce 1963 a cílem bylo jediné, zakázat zkoušky jaderných zbraní v atmosféře, pod vodou i v kosmickém prostoru. Důvodem bylo vážné riziko ohrožení lidských životů, zdraví, životního prostředí a riziko konfliktu mezi jednotlivými státy. Smlouva je mezinárodně a plně dodržována, a to i státy, které ji nepodepsaly – Francie, Čína (Moldan, 2020). V České republice je tato mezinárodní úmluva vydaná pod vyhláškou č. 90/1963 Sb., Vyhláška ministra zahraničních věcí o Smlouvě o zákazů pokusů s jadernými zbraněmi v ovzduší, kosmickém prostoru a pod vodou.

Smlouva o nešíření jaderných zbraní (NPT) z roku 1970 představuje 5 jaderných mocností (USA, Rusko, Velká Británie, Francie a Čína), které mohou vlastnit jaderné zbraně. Ostatní země toto právo nemají, to znamená, že nemohou vyrábět a vlastnit jaderné zbraně. Nicméně mají touto smlouvou otevřené dveře v oblasti mírového využívání jaderné technologie, spolupráce probíhá na mezinárodní úrovni, vyspělejší státy předávají své poznatky a často se také spolupodílí na vývoji nových technologií. Státy jsou pod dozorem MAAE, jakýkoliv náznak, či úsilí o výrobu jaderné zbraně nebo jejich komponent je neprodleně zastaven. „*V praxi stát, který tuto dohodu implementuje, musí zavést tzv. státní systém evidence a kontroly jaderných materiálů a musí deklarovat všechny jaderné materiály na svém území a lokality, kde se tyto materiály nacházejí*” (Tichý, 2019).

V České republice je obsažena tato mezinárodní úmluva ve vyhlášce č. 61/1974 Sb. Vyhláška ministra zahraničních věcí o Smlouvě o nešíření jaderných zbraní.

Smlouva o zákazu jaderných zbraní vstoupila v platnost 22. ledna 2021, ratifikovalo jí přes 52 států. Ovšem mnoho zemí, včetně jaderných velmocí nesouhlasí s touto smlouvou a nebude jí ratifikovat z důvodu zajištění vlastní bezpečnosti. Stejného názoru jsou i státy NATO, které nemají v úmyslu tuto smlouvu v budoucnu ratifikovat (Musil, 2021). Veškeré činnosti spojené s použitím, výrobou, vývojem nebo pouhou hrozbou jadernou zbraní jsou touto smlouvou zakázány.

Ostatně existuje řada dalších úmluv v omezení vojenského využití, jen letmo zmíním oblasti, kterých se mezinárodní úmluvy týkají: bezjaderné zóny, mezinárodní prostory, zákaz umístování jaderných zbraní na vybraných místech, ale pro účel této práce je není třeba zmiňovat.

7.2 Významné milníky v oblasti mezinárodního práva ŽP

V této části se nachází seznámení s historickými událostmi, které výrazně změnily pohled na ochranu životního prostředí. Životní prostředí je vážně ohroženo antropogenními vlivy a již tehdy si lidé uvědomili, že je zapotřebí s tím něco dělat. Neustále slyšíme informace o potřebě chránit životní prostředí pro budoucí generace a jak uvádí Kučerová (2019), jedním z účinných nástrojů je právě legislativní zakotvení, které má spoustu potřebných nástrojů k dosažení ochrany přírody, přírodního bohatství a přírodních zdrojů.

V oblasti životního prostředí platí spousta tzv. environmentálních multilaterálních úmluv, pro mezinárodní ochranu přírodních zdrojů a bohatství jsou klíčové. Ratifikací těchto úmluv se jednotlivé země zavazují k plnění závazků, které jsou uvedeny v dokumentu a budou zakotveny do jejich národní legislativy. Tento proces se nechává na jednotlivých státech z důvodu, že každá země má nastavený legislativní rámec jinak a odlišnou tradici práva (Moldan, 2020). Níže budou zastoupeny ty nejvýznamnější z nich pro oblast ochrany životního prostředí, tyto mezinárodní úmluvy byly vybrány z důvodu jejich přesahu i do odvětví, které mají, co dočinění s jadernou energetikou. Dalším důvodem bylo, že vytvořením těchto mezinárodních úmluv byl více kladen důraz na přijetí zákonů k ochraně

jednotlivých složek životního prostředí. V rámci těchto úmluv jsou popisovány globální problémy, které je nutné řešit nebo při jejich vytvoření vznikaly zásady, které jsou dodnes uplatňovány a úzce spjaty i s jadernou energií.

Stockholmská konference

Významným mezníkem v oblasti životního prostředí byla v roce 1972 první celosvětová konference ve Stockholmu, též jako Stockholmská konference. Byla pořádána pod záštitou OSN a zúčastnilo se jí 113 států skrze jejich zástupce. Cílem bylo zachování kvality života na Zemi, ochrana životního prostředí a přírodních zdrojů (Kučerová, 2019). Dokázala mnohým otevřít oči a zvýšila povědomí o zranitelnosti planety Země (Moldan, 2020). Řešila především aktuální ekologické problémy. Řadí se mezi ně ochrana území, kde vznikají nebo jsou produkovány nebezpečné odpady, jež mohou vážně ohrozit lidské životy, zdraví a životní prostředí (Moldan & Kolářová, 2001).

Po této události začaly vyspělé státy tvořit zákony, které měly za cíl ochranu jednotlivých složek životního prostředí. Stanovením různých limitů, zákazů, nařízení, povinností, standardů sice vzniklo povědomí o potřebě chránit přírodní bohatství (Moldan & Kolářová, 2001). Bohužel u nás, tehdy v Československu, se stát problematice tolik nevěnoval. Až do roku 1989 právní řád neobsahoval žádné skutkové podstaty trestných činů proti poškození životního prostředí. Trestněprávní kriminalita byla víceméně obsažena jen v případech, které se týkaly poškozování majetku v socialistickém vlastnictví, poškozování cizí věci. Až po vzniku České republiky a Slovenské republiky byly konečně legislativně zakotveny zákony týkající se ochrany životního prostředí (Kučerová, 2019).

Summit Země

Konference je v mnoha publikacích označována jako Summit Země. V roce 1992 byla svolána v Rio de Janeiru za účasti většiny států z celého světa (173 států), jednalo se o zcela zásadní mezník v ochraně životního prostředí. Cílem byl přechod k trvale udržitelnému rozvoji, jeho podobě, způsob dosažení a jak má vlastně vypadat. Na tomto

shromáždění vznikly zcela nové principy, které jsou dodnes významné jednak z mezinárodního, tak z vnitrostátního pohledu (Moldan & Kolářová, 2001). Radíme mezi ně:

- princip předběžné opatrnosti
- princip znečišťovatel platí
- princip prevence
- hlášení mimořádných událostí, které mohou mít přeshraniční vliv

Ve sdělení č. 3/2012 Sb. m. s. o Společné úmluvě o bezpečnosti při nakládání s vyhořelým palivem a o bezpečnosti při nakládání s radioaktivními odpady je v preambuli informace o tom, že v rámci Agendy 21 na této konferenci byla potvrzena důležitost při nakládání s RAO, to z hlediska bezpečnosti a životního prostředí.

Kjótský protokol

Rámcová smlouva o změně klimatu neboli Kjótský protokol – roku 1997 se tato smlouva stala průlomovým mezníkem v oblasti ochrany životního prostředí. Nutnost zasáhnout byla zejména z důvodu ohrožení změny klimatu, respektive kvůli neúměrnému spalování fosilních paliv a produkci skleníkových plynů. Řada států se zavázala snížit své emise o jednotky až desítky procent. Nicméně tato smlouva byla dalším milníkem v ochraně ŽP a celosvětově se opět zvýšilo povědomí o změně klimatu, včetně toho, co tato hrozba přináší, případně může přinést. Uzavřením dohody se stalo vlastně to, že se zástupci států pokusí snižovat spotřebu energie, čerpání přírodního bohatství a upřednostňovat šetrnější technologie k životnímu prostředí (Moldan & Kolářová, 2001).

Aarhuská úmluva

Aarhuská úmluva řeší právo na účast veřejnosti v otázkách životního prostředí, může se tak podílet na rozhodování v oblastech životního prostředí (Moldan, 2020). Roku 1998 byla tato úmluva podepsána všemi evropskými zeměmi, zastoupená ministry životního prostředí (Moldan & Kolářová, 2001). Jakožto Česká republika jsme k této úmluvě vázáni jako členský stát EU. K naplnění této úmluvy jsme přijali předpisy evropského unijního práva

(Jelínková, 2017). V přístupu k informacím hraje klíčovou roli spolupráce, vzájemný respekt a porozumění mezi veřejností a úřady (Moldan & Kolářová, 2001).

Basilejská úmluva

Prvním mezinárodním dokumentem v souvislosti s odpadovou politikou světa se stala Basilejská úmluva, byla podepsána roku 1989. Upravuje základní pojmy, nakládání s odpady a především pohyb odpadu přes hranice států (Kučerová, 2019). Vznik byl iniciován hlavně z důvodu potencionálních rizik, které souvisejí s přepravou nebezpečného odpadu přes hranice států. Zároveň tím byla zlepšena také úroveň regulace trhu s nebezpečnými látkami a potřeba státního dohledu vzhledem k povaze odpadů (Kuraš, 1994). Stěžejním bodem v Basilejské považují pro tuto práci zejména zásadu, jež říká: „Odpad má být zneškodněn tam, kde vznikl“. Celý dokument je pak koncipován v souladu s touto zásadou. V úmluvě se také nachází informace o tom, že nebezpečné odpady nesmí být vyváženy na území jiných států, pouze na základě dohody (Kučerová, 2019). Důležité je zmínit, že tato úmluva se netýká radioaktivních odpadů, pro ně existují jiná mezinárodní právní úprava. Tato skutečnost se nachází hned v článku 1 odst. 3 Sdělení č. 6/2015 Sb. m. s. Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o přijetí Basilejské úmluvy o kontrole pohybu nebezpečných odpadů přes hranice států a jejich zneškodňování.

7.3 Mírové využívání jaderné energie

V této skupině je mnohem širší zastoupení mezinárodních úmluv než v úmluvách upravující omezení vojenského využití. Týkají se odpovědnosti za jaderné škody, odškodnění, včasného oznámení jaderné nehody nebo havárie, jaderné bezpečnosti. Pro účel této práce byly vybrány úmluvy, které se nejvíce vztahují k úseku nakládání s RAO.

Sdělení č. 3/2012 Sb. m. s. Společná úmluva o bezpečnosti při nakládání s vyhořelým palivem a o bezpečnosti při nakládání s radioaktivními odpady

Jedná se o jednu z nejvýznamnějších úmluv v oblasti nakládání s radioaktivními odpady na mezinárodní úrovni. Tato úmluva byla podepsána roku 1997 ve Vídni a vstoupila v platnost dne 18. června 2001. Na základě této úmluvy musí smluvní státy vypracovávat národní zprávy dle článku 32, které jsou následně projednávány na přezkumném řízení dle

článku 30 dle odst. 1 a 3, dosažený souhrnný závěr je pak zveřejňován v dokumentu dle článku 34. Dále každá smluvní strana musí mít vypracovanou koncepci týkající se nakládání s RAO a vyhořelým jaderným palivem. Z této společné úmluvy vychází mnoho právních předpisů, které jsou obdobně převzaty do unijního práva a jsou dále řešeny v následující kapitole.

V preambuli této smlouvy jsou stanoveny informace o tom, že konečnou odpovědnost při nakládání s RAO a vyhořelým jaderným palivem nese stát. Státu také náleží výběr a definování své koncepce, jak bude s vyhořelým jaderným palivem v budoucnu nakládat. Zda se bude brát vyhořelé jaderné palivo jako cenná surovina nebo stát zvolí jeho ukládání, dalším způsobem je kompromis – uložení s možností znovuotevření úložiště. V preambuli (xii) je také informace o tom, že stát může zakázat dovoz vyhořelého paliva a RAO na své území. Naším vnitrostátním atomovým zákonem je takový dovoz zakázán dle § 7 odst. 3 AZ, více o tomto zákazu je uvedeno v kapitole atomového zákona, včetně některých výjimek.

V této mezinárodní smlouvě je problematika nakládání s RAO řešena ve III. kapitole. Ta jest dále dělena na články, které obsahují obecné bezpečnostní požadavky, umístění nových jaderných zařízení, posuzování bezpečnosti při nakládání s RAO až po samotné uzavření jaderných zařízení. Smlouva se také týká nakládání s vyhořelým jaderným palivem, který je popisován ve II. kapitole. Jde o velmi podobné kapitoly, velmi často se liší skutečně jen pouhou definicí RAO a vyhořelé jaderného paliva, znění zákonů zůstává ve většině případů stejné. O podobnosti svědčí i článek č. 10, kde stojí: „*uložení takového vyhořelého paliva musí být v souladu s povinnostmi podle kapitoly 3, které se vztahují k ukládání radioaktivních odpadů*“. Jde sice o vyhořelé jaderné palivo, které má být již uloženo, nicméně potvrzuje fakt, že se s ním má zacházet velmi obdobně dle ukládání RAO.

Tato multilaterální úmluva je mnohem obecnější a dává prostor jednotlivým státům si zvolit, jakým způsobem se vypořádá s konečným uložením radioaktivního odpadu. Na rozdíl od směrnice Rady 2011/70/EURATOM, která považuje hlubinné úložiště RAO jako jediné řešení, protože považuje konsenzus odborné veřejnosti v otázce konečného uložení

za směrodatný. Zatímco mezinárodní smlouva nám dává na výběr a je benevolentnější, unijní právo je více striktní a určuje nám, že výstavba hlubinného úložiště je nezbytná (Zoubek, 2010). Tato směrnice je více rozebírána v unijním právu níže.

V úmluvě se nachází v kapitole V. článku 27 zmínka o přeshraničním pohybu, kde jsou popisovány podmínky k tomu, aby mohlo dojít k přepravě RAO a také situace, za kterých je právě přeshraniční pohyb možný. Tento princip se stal součástí i unijního práva a našeho právního řádu.

Bilaterální mezinárodní smlouvy

Tento druh smluv představuje vzájemnou spolupráci se státy, jejich obsah je rozmanitý. V případě ČR se mohou týkat například mezinárodní přepravy vyhořelého paliva určeného k přepracování, protože na našem území se žádné zařízení k přepracování nenachází. Dále jde o dohody na úseku dozoru nad jadernou bezpečností, spolupráci s MAAE apod. SÚJB takto uzavřel již několik bilaterálních smluv, např. se Spojenými státy americkými, Čínou, Íránem atd. Pro příklad můžeme uvést například mezinárodní spolupráci s našimi sousedy. „*Na základě bilaterálních mezivládních dohod uzavřených se Spolkovou republikou Německo a s Rakouskem předává Česká republika státním orgánům těchto zemí informace o svých příhraničních jaderných zařízeních. Předávání informací probíhá jak pravidelně při výročních bilaterálních jednáních, tak nepravidelně v rámci dohodnutých schůzek či písemnou formou*“ (Klobouček, 2018).

Vyhláška č. 76/1962 Sb. Vyhláška ministra zahraničních věcí o Smlouvě o Antarktidě

Tato vyhláška je spíše pro zajímavost, kam až sahá problematika nakládání s RAO a důležitost jejich legislativního vymezení. Při zkoumání právních norem jsem objevil mezinárodní úmluvu, která se týká Antarktidy. V 5. článku odst. 1 lze dohledat informaci o zákazu jakýchkoliv jaderných výbuchů a likvidaci RAO na území Antarktidy.

Ženevské úmluvy o ochraně obětí ozbrojených konfliktů

V těchto konvencích jsou uvedeny zásady a různé opatření, která mají zajistit ochranu civilního obyvatelstva. Není nutné rozebírat jednotlivé oblasti těchto úmluv, zaměříme se pouze na část, která je označena jako Dodatkový protokol k Ženevským úmluvám z 12. srpna 1949 o ochraně obětí mezinárodních ozbrojených konfliktů (Protokol I.). Tento

dodatek byl přijat 8. června 1977. Zde se nachází ve IV. části, čl. 56 odst. 1 informace o ochraně staveb, které je třeba chránit, neboť jejich narušením může dojít k významným škodám nebo civilním obětem. Je zde výčet staveb nebo zařízení obsahující nebezpečné síly, které nesmí být cílem útoku, mezi nimi nechybí ani atomové elektrárny. Tyto konvence sledují legitimní cíl, tím je zabránění jakéhokoliv ohrožení civilního obyvatelstva. Což například útok na jadernou elektrárnu rozhodně takové značné riziko a vážné ohrožení představuje.

Invaze Ruska na Ukrajinu je v současnosti tématem číslo jedna, dochází k masivním útokům na ukrajinská města, umírají vojáci i civilisté. V novodobé historii se jedná o největší válečný konflikt od druhé světové války, dále není třeba invazi komentovat. Důvodem zmínky této události je následující. Tato invaze nám již představila nový historický milník, bohužel ne zrovna pozitivní. Poprvé v historii byl zaznamenán útok na jadernou elektrárnu, jedná se o ruský útok na Záporožskou jadernou elektrárnu, která je navíc největší elektrárnou v Evropě – pro představu možných dopadů. Dělostřelecký útok způsobil požár, ale naštěstí nedošlo k úniku radiace a bezpečnostní systémy fungují nadále. Nicméně obsluha elektrárny snížila výkon v reaktorech a došlo k poklesu výrobě energie, avšak zkontrolovat stav dalších zařízení nemůže, protože obsluha elektrárny je omezována ruskými okupanty. Tento útok byl shledán jako naprosto nepřijatelný a několika představiteli OSN byl označen jako přímé porušení ženevských konvencí (Borger & Henley, 2022). Předsedkyně SÚJB Dana Drábová se vyjádřila k situaci zcela jasně, Rusko svým útokem porušilo ženevské konvence (Trousilová, 2022). Jakékoliv porušení této konvence se týká všech států světa, jde o porušení mezinárodního práva. Vymáhání tohoto práva je v zájmu všech členů společenství, jak skutečně bude právo uplatňováno a vymáháno se rozhoduje po ukončení válečného konfliktu.

Souvislost této mezinárodní úmluvy shledávám zejména v tom, že v případě dalšího porušení a útoku, při kterém by teoreticky došlo k vážné jaderné havárii, tak ze zkušeností již víme, že vznikne nespočetné množství RAO, které je nutné někde uložit a není to vůbec jednoduché. Nehledě na potencionální nebezpečí pro veškerou biosféru, včetně ohrožení lidí. Zároveň cílem bylo reflektovat aktuální dění, které je pro mnoho z nás téměř nepředstavitelné.

Dílčí shrnutí

Jaderná energetika je přijímána veřejností spíše negativně, čemu rozhodně nepomohly ani jaderné havárie s velmi těžko napravitelnými škodami a použití atomových zbraní v Japonsku. Na druhou stranu, tyto události přispěly ke vzniku mezinárodních úmluv, které představují naději, že k dalším podobným událostem nemusí nikdy dojít. Zpočátku vznikaly úmluvy, které se tehdy týkaly velmi vysokého rizika jaderného konfliktu za použití atomových zbraní, navíc s rostoucím výzkumem a vývojem bylo jisté, že další jaderný konflikt by představoval výrazně větší riziko. Nehledě na to, že jaderným arsenálem disponovalo více zemí. S postupem času se mezinárodní právo začalo zabývat spíše mírovému využívání jaderné energie.

7.4 Právo Evropské unie

Znamé evropské společenství: Evropské společenství uhlí a oceli (ESUO), Euratom a Evropské společenství (ES), tyto tři evropské společenství byly základním kamenem pro vznik Evropské unie a s tím také vytváření právních předpisů a počátky unijního práva. Poté, co jsme vstoupili do Evropské unie, musíme jako členský stát respektovat unijní právo. Normy jsou přijímány postupně, dle aktuální potřeby a současného dění. Nejčastěji formou směrnic (Directives), které musí být velmi podrobně popsány, protože se řídí zásadou: co není zakázáno, je dovoleno (Svoboda, 2013). Směrnice musí být v co nejkratší době zavedeny do našeho právního řádu, obvykle novelou zákona, či přijetím nového zákona. To záleží na tom, jaká oblast je řešena a na jaké úrovni danou oblast máme legislativně zakotvenou (Novotná & Handrlica, 2015). Ovšem formu, včetně typu právního předpisu se zvolí daný členský stát sám. Hlavním cílem je, aby bylo dosaženo požadovaného výsledku směrnice (Kružiková, 1997). Dále je vydáváno v EU také například Rozhodnutí. Dalším častým nástrojem jsou tzv. nařízení (Regulations), tento typ platí po schválení Evropským parlamentem a Radou EU okamžitě na celém území Unie (Moldan, 2020).

Ve směrnicích o radioaktivním odpadu jsou stanoveny rámce pro bezpečné nakládání s vyhořelým jaderným palivem a RAO. Hlavním cílem je zabránění a snížení zátěže pro

budoucí generace, dále upravuje ochranu před nebezpečnými vlastnostmi RAO a manipulaci s nimi (*Komise: ČR má oznámit, jak naloží s radioaktivním odpadem*, 2017).

Smlouva o založení Evropského společenství pro atomovou energii

Tato smlouva byla podepsána šesti státy – Francií, Itálií, Německem a státy Beneluxu a vznik je datován na 25. března 1957 v Římě. Toto společenství se zabývá hlavně bezpečností a jaderným výzkumem. Euratom stále vystupuje jako samostatný celek, avšak je již plně začleněn do Evropské unie. Někdy tato smlouva bývá označována jako tzv. primární právo EURATOM. Primární právo zůstává téměř neměnné, protože tvoří právní základy pro vznik různých evropských společenství, v tomto případě EURATOM. *„Celá řada ustanovení je v současnosti považována za obsoletní, nebyla nikdy v praxi aplikována, resp. jsou aplikována odlišným způsobem než to stanovuje jejich znění“* (Vícha, 2015).

Na rozdíl od toho tzv. sekundární právo EURATOM je již aplikováno, především prostřednictvím směrnic, nařízení a rozhodnutí (Novotná & Handrlica, 2015). Zpravidla se jedná o aktuální opatření v souvislosti s řešenou problematikou nebo současnou výzvou. Pro představu, takto byly přijaty právní akty týkající se např. výbuchu jaderné elektrárny v Černobyli. Reakcí na tuto událost bylo vydáno rozhodnutí Rady 87/600/EURATOM o opatřeních Společenství pro včasnou výměnu informací v případě radiační mimořádné situace. Existuje mnoho unijních pramenů v oblasti jaderné energie, ať už se jedná o právní akty upravující požadavky na ochranu zdraví, jadernou bezpečnost, přípustnou kontaminaci potravin, zemědělských produktů nebo třeba vody. V následující části jsou zmíněny právní akty, které jsou pro tuto práci stěžejní a nachází se na úseku nakládání s RAO.

Směrnice Rady 2011/70/EURATOM

Touto směrnicí ze dne 19. července 2011 se stanovuje rámec na úseku bezpečného nakládání s RAO a vyhořelým jaderným palivem. Je zde vytvořena řada požadavků, které musí členské státy EU respektovat a implementovat znění směrnice do vnitrostátní politiky. Obdobně jako u jakéhokoliv druhu odpadu je nejlepším řešením žádný nevytvářet

a předcházet vzniku. Původci RAO se musí proto snažit nevytvářet, ale pokud RAO vznikne, tak ideálně s co nejnižší možnou aktivitou, nejmenším objemem. Směrnice popisuje jednotlivé kroky vzniku RAO, nakládání s nimi, charakterizuje typy konečného uložení, zmiňuje, že odpovědnost za konečné zneškodnění RAO a vyhořelého jaderného paliva má stát apod.

Dále směrnice zdůrazňuje předložení plánu bezpečného ukládání RAO. Tento plán představuje koncepci, kterou musí každý stát překládat a pravidelně aktualizovat (Nigrin et al., 2015). Proti České republice bylo v souvislosti s touto směrnicí Evropskou komisí zahájeno tzv. infringementové řízení, což znamená řízení o porušení evropské úmluvy (řízení č. 2018/2025). Hlavním důvodem byla chybná transpozice směrnice. Toto porušení se netýkalo pouze ČR, stejný problém řešilo dalších 19 členských států. Problém byl shledán ve znění Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem, která neobsahovala všechny požadavky dané směrnicí.

Směrnice Rady 2007/530/EURATOM

V rámci této unijní směrnice byla zřízena Evropská skupina na vysoké úrovni pro jadernou bezpečnost a nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem. Tato skupina pomáhá zejména s přípravou nových právních unijních norem. Cílem je zajištění jaderné bezpečnosti, bezpečnosti nakládání s RAO a vyhořelým palivem, hledání odpovědí na aktuální problémy a navrhnout řešení apod. Komise má ulehčit koordinaci a spolupráci mezi členskými státy. Cílem je mít jednotný společný přístup k řešení problematiky bezpečného nakládání s RAO. Komise se rozhoduje, jakým oblastem se má věnovat prioritně a doporučovat opatření, která se mohou stát součástí unijního práva (Vícha, 2015).

Legislativní zakotvení přepravy RAO

Evropská unie vytvořila v rámci mezinárodní přepravy nebezpečných věcí několik dohod. Pro nás je stěžejní Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR), protože v tuzemsku se přepravují RAO především po silnicích. Samozřejmě existují obdobné dohody, které se týkají letecké, vodní a železniční přepravy. Podmínky samotné přepravy dále upravují následující:

- Nařízení Rady č. 1493/93 EURATOM o přepravě radioaktivních látek mezi členskými státy
- Směrnice Rady 2006/117/EURATOM o dozoru nad přepravou radioaktivního odpadu a vyhořelého paliva a její kontrole
- Rozhodnutí Komise 2008/312/EURATOM, kterým se zavádí standardní dokument pro dozor nad přepravou radioaktivního odpadu a vyhořelého paliva a její kontrolu podle směrnice Rady 2006/117/Euratom

Dílčí shrnutí

V rámci Evropské unie, respektive z unijního práva se dá v budoucnu očekávat vydávání nových právních norem, jejichž cílem bude boj proti klimatu, přechod na udržitelné a obnovitelné zdroje energie, snížení závislosti na dovozu fosilních paliv, redukcí emisí skleníkových plynů, dosažení efektivního využívání přírodních zdrojů pomocí ekonomických nástrojů, daní, vydáváním směrnic s cílem využívat šetrnějších technologií, redukovat spotřebu energie a množství odpadů. Všechny tyto činnosti jsou svým způsobem úzce spojeny s jadernou energetikou a mají vést ke zlepšení životního prostředí.

8 Srovnání české a německé právní úpravy

Srovnání s německou právní úpravou jsem vybral hlavně kvůli těmto důvodům. Německo je naším sousedním státem, má velmi stabilní politiku, prosperuje ekonomicky a hospodářsky. Navíc je stejně jako my součástí Evropské unie. Spolková republika Německo byla jedním ze zakládajících států EURATOMU, protože s dalšími státy tohoto společenství uvažovali o jaderné energii jako o technologii budoucnosti. Ovšem časem a po několika vážných haváriích v jaderném průmyslu se přístup SRN začal měnit, došlo k radikální změně postoje vůči jaderné energii a změně celkové dlouhodobé energetické koncepce takto vyspělé ekonomiky, to vše na základě přesvědčení a politických názorů. Německo je jasně proti jaderné energetice, odstup od mírového využívání jaderné energie je toho důkazem. Ačkoliv je snahou přejít k obnovitelným zdrojům společně se spalováním fosilních paliv, tak stejně otázku radioaktivního odpadu musí vyřešit.

Nejprve je popsán český atomový zákon, poté následuje porovnání s německým atomovým zákonem.

8.1 Atomový zákon

Jedním z nejdůležitějších okamžiků v rámci zajištění jaderné bezpečnosti v České republice bylo zavedení zákona č. 28/1984 Sb., o výkonu státního dozoru nad jadernou bezpečností jaderných zařízení. Druhým nešťastným, ale významným okamžikem byl výbuch jaderné elektrárny v Černobylu, nehoda se stala roku 1986 a otevřela dveře ke zvýšení jaderné bezpečnosti a rozvoji právní úpravy. O několik let později došlo k vytvoření zákona č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon), který svěřil výkon specializovanému státnímu orgánu státní správy SÚJB. V zákoně byly taxativně definované jeho kompetence v rámci státního dozoru (Kříž, 2012). Tvorba atomového zákona byla náročným procesem, který byl doprovázen řadou diskusí. Cílem bylo, aby zákon neobsahoval sporné pojmy a obsahoval všechny podstatné oblasti mírového využívání jaderné energie (Mika, 2003).

Tento atomový zákon byl nahrazen novým zákonem č. 263/2016 Sb., atomový zákon, vstoupil v platnost dne 1. ledna 2017. Jedná se o nejvýznamnějším pramen tzv. atomového práva, tento zákon je členěn na pět částí. Pro účely této práce bude nejvíce přihlíženo k části I. a II., protože jsou pro tuto práci zásadní. V části I. jsou popisovány jednotlivé pojmy, které jsou nutné pro chápání celého zákona. Dá se říct, že je to obdobou této diplomové práce, kdy jsou hned na začátku vysvětleny základní pojmy a oblasti energetiky k pochopení celé problematiky.

V úvodním ustanovení § 1 odst. 1 písm. c) a d) je zmíněno, že předmětem úpravy a účelem tohoto zákona je oblast nakládání s radioaktivními odpady. Dále jsou popsána základní pravidla využívání jaderné energie, obecné povinnosti, zakázané činnosti, ale především předmět úpravy. Nejobsáhlejší je pak část II., tato část se týká mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření. Ta je dále členěna do deseti hlav. Atomový zákon představuje velké množství prováděcích předpisů, upravuje otázky týkající se mírového využívání jaderné energie, definuje subjekty a povinnosti. Pro účely této diplomové práce nás bude nejvíce zajímat hlava IV., která je věnována nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem. S tím tedy také úzce souvisí hlava V., kde jsou rozebírány poplatky za uložení RAO.

Radioaktivní odpad je definován v § 3 odst. 2 písm. a) atomového zákona jako „*věc, která je radioaktivní látkou nebo předmětem nebo zařízením ji obsahujícím nebo jí kontaminovaným, pro kterou se nepředpokládá další využití a která nesplňuje podmínky stanovené tímto zákonem pro uvolňování radioaktivní látky z pracoviště*“. V praxi se do tohoto pojmu běžně, avšak podle atomového zákona chybně zahrnuje i vyhořelé jaderné palivo. Pokud bude někdo namítat, že se do hlubinného úložiště bude ukládat radioaktivní odpad, který je vysoce aktivní a že jde o vyhořelé jaderné palivo z elektráren, má částečně také pravdu. Pokusím se to tedy vysvětlit. Vyhořelé jaderné palivo je definováno v § 3 odst. 2 d) „*jako ozářené jaderné palivo, které bylo trvale vyjmutο z aktivní zóny jaderného reaktoru*.“ Ve své podstatě, po vyjmutí palivových souborů míří toto již využitě jaderné palivo do speciálních chladících nádrží. V danou chvíli se již bavíme o vyhořelém jaderném palivu, které již nevyužijeme k výrobě jaderné energie, ale stále představuje cenný zdroj surovin. Některé státy mají speciální závody pro přepracování tohoto vyhořelého paliva. Část dokážou znovu využít k energetickému účelu, ale v současné době není možné jej přepracovat úplně. V tuto chvíli zbylá část, kterou nelze využít, se stává radioaktivním odpadem.

V České republice nemáme zařízení k přepracování a zřejmě ani v blízké budoucnosti mít nebudeme. V našem případě, tedy jde o cennou surovinu, která již nelze použít k výrobě energie, nedokážeme jí přepracovat a musíme jí mít pod dohledem kvůli nebezpečným vlastnostem, ale přesto, radioaktivním odpadem není. Existuje možnost, aby se vyhořelé palivo stalo odpadem tj. za předpokladu výrazného snížení radioaktivity, které je ovšem v daleké budoucnosti a spíše nepřipadá v úvahu, jde o řády tisíců let. Současným řešením je, že vyhořelé palivo se ponechává několik let ve speciálních chladících nádrží, následuje přesun do meziskladu, kde velmi pomalu klesá radioaktivita. Jednou z možností, jak se vyhořelé jaderné palivo může stát radioaktivním odpadem je prohlášení SÚJB. Tímto prohlášením se s vyhořelým jaderným palivem bude nakládat jako s RAO. Tato skutečnost se nachází v § 110 odst. 1 Atomového zákona.

Do doby, než bude vyřešena otázka hlubinného úložiště radioaktivních odpadů a než bude úložiště zprovozněno, tak existuje šance, že se podaří tyto cenné materiály znovu využít. To je také důvodem, proč vyhořelé jaderné palivo není rovnou prohlášeno za RAO.

Druhou možností dle § 110 odst. 1 je prohlášení původce o tom, že se již jedná o radioaktivní odpad. Ovšem u vysoce aktivního vyhořelého paliva bez přepracování to nepřichází v úvahu, vysoce aktivní zůstane velmi dlouhou dobu. Podle § 110 odst. 1 je také zmíněna informace o tom, že se s vyhořelým jaderným palivem má nakládat stejně jako s RAO. Nicméně pokud jsou v tomto zákoně obsaženy požadavky na odlišné nakládání s vyhořelým jaderným palivem na rozdíl od RAO, musí se těmito odlišnými požadavky řídit.

Mezi zakázané činnosti patří dle § 7 odst. 3 atomového zákona dovoz RAO nebo vyhořelého paliva na území ČR nebo jeho transfer z členského státu Euratomu. Výjimky, při kterých může dojít k dovozu nebo transferu jsou uvedeny v § 7 odst. 3 písm. a) a b). Jde především o přepracování vyhořelého jaderného paliva, protože v České republice, jak již bylo zmíněno, neexistuje žádný přepracovatelský závod. Pokud tedy má dojít k přepracování, nezbývá jiná možnost než nutný vývoz do zahraničí. Dovoz a vývoz RAO je řešen napříč mezinárodním, unijním a vnitrostátním právem, stejně jako celá řada dalších oblastí v nakládání s RAO.

V diplomové práci v kapitole významných milníků v oblasti mezinárodního práva životního prostředí byly zmíněny zásady, které se týkají i atomového zákona. Např. zásada prevence se týká především všech situací, kdy má být docílena jaderná bezpečnost, ochrana před ionizujícím zářením, manipulace a ukládání RAO, zkrátka tuto zásadu lze uplatit prakticky napříč celým zákonem. Další je zásada „znečišťovatel platí“, která ukládá povinnost původci RAO nést veškeré náklady od vzniku po samotné uložení. Je v tom zahrnuto celé časové období od vzniku, veškerou manipulaci, skladování, přepravy, úpravu až po konečné uložení. Tato povinnost se nachází v § 111 odst. 1 písm. c) a d) AZ. V souvislosti s náklady, které musí hradit původci RAO je důležité zmínit tzv. jaderný účet, který je součástí atomového zákona. Na tomto účtu vedeného u ČNB, který spravuje Ministerstvo financí jsou uloženy finanční prostředky získané převážně od původců RAO za vytvořené RAO a od provozovatelů jaderných elektráren (Vícha, 2015). Vytváření této finanční rezervy je dané zákonem, účelem je mít dostatek financí a dostatečnou rezervu na výstavbu hlubinného úložiště, sanaci a dekontaminaci jaderných zařízení, finanční

prostředky dále slouží k výzkumu a vývoji, ukončení provozu ÚRAO a následný monitoring okolí apod. (Kizlink, 2014).

Zde lze uvést příklad ve srovnání s klasickým skládkováním komunálního odpadu, ze zákona je vybírána částka za každou uloženou tunu komunálního odpadu. Přesněji jde o povinnosti provozovatele skládky dle § 39 odst. 1 písm. b) zákona č. 541/2020 Sb. Zákon o odpadech. Provozovatel skládky musí počítat s veškerými náklady na ukládání, provoz, ukončení provozu a rekultivaci skládky, dále musí provádět monitoring po ukončení provozu skládky. Způsob financování je obdobný, jen typ ukládaného odpadu je zcela odlišný charakteristikou a vlastnostmi.

Tímto zákonem jsou také upraveny povinnosti, pravomoci a odpovědnost SÚJB v oblasti dozoru nad jadernou bezpečností. Legislativní rámec zajišťuje efektivní právní zabezpečení všech činností, které souvisejí s jadernou energetikou. Dále je zmíněná odpovědnost za bezpečné ukládání RAO, kterou má stát. Ten ovšem tímto úkolem pověřil organizační složku státu, tou jest Správa úložišť radioaktivního odpadu, která zajišťuje bezpečné ukládání RAO dle § 113 atomového zákona.

Právní rámec je nutné mít zejména z těchto důvodů: právní předpisy nedovolují provádět žádné činnosti v oblasti nakládání s RAO, které by mohly ohrozit ochranu člověka nebo životní prostředí a také jasně vymezují odpovědnost všech subjektů, které jsou zapojeny do procesu nakládání s RAO. Díky kontrolám SÚJB je zaručena kontrola dodržování ustanovených právních předpisů a postupů, podchycení činností, které jsou v rozporu se zákonem.

K atomovému zákonu jsou také právní předpisy ve formě vyhlášek, zde se nachází výčet těch, které se nejvíce týkají oblasti nakládání s RAO.

- vyhláška č. 377/2016 Sb. - Vyhláška o požadavcích na bezpečné nakládání s radioaktivním odpadem a o vyřazování z provozu jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. kategorie

- nařízení vlády č. 35/2017 Sb., kterým se stanoví sazba jednorázového poplatku za ukládání radioaktivních odpadů a výše příspěvků z jaderného účtu obcím a pravidla jejich poskytování
- vyhláška č. 266/2019 Sb. - Vyhláška o koncepci nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem

8.2 Porovnání právních úprav

Nejvýznamnějším pramenem atomového práva v Německu je zákon o mírovém využívání jaderné energie a ochraně před jejím nebezpečím. (Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren, nebo zkráceně také jako Atomgesetz). Nyní se zaměřím na srovnání samotných atomových zákonů. Náš zákon č. 263/2016 Sb. Atomový zákon v platném znění bude pro účely tohoto srovnávání dále uváděn jako „AZ“, německý atomový zákon bude dále uváděn jako „Atomgesetz“.

Začnu rovnou od samotné definice radioaktivních odpadů, dle mého názoru je náš atomový zákon mnohem přesnější a klade velký důraz na odlišení radioaktivního odpadu a vyhořelého jaderného paliva. Radioaktivní odpad je definován v § 3 odst. 2 písm. a) AZ a vyhořelé jaderné palivo zvlášť v § 3 odst. 2 písm. d) AZ. Kdežto v německém atomovém zákoně mi tato definice chybí. Samotný radioaktivní odpad zde není definován a vyhořelé palivo spadá do kategorie radioaktivních látek dle § 2 odst. 1 Atomgesetz. Ačkoliv nebyl v německém zákoně definován radioaktivní odpad, později se s tímto termínem pracuje např. v § 2c Atomgesetz, kde je představen národní program odpadového hospodářství, který více popsán v následujícím odstavci. Další oblastí, kde jsou v zákoně zmiňovány RAO se nachází v § 2d Atomgesetz. V této pasáži jsou popisovány zásady nakládání s jaderným odpadem, především se jedná o zajištění bezpečnosti od vzniku až po jejich opětovné použití nebo uložení.

Vzhledem k tomu, že Česká republika a Spolková republika Německo je součástí Evropské unie, tak pro oba státy platí zcela stejné a závazné směrnice Rady. Pokud porovnáme jejich dodržování, a to směrnici Rady 2011/70/EURATOM, která ukládá povinnost zpracovat na národní úrovni dlouhodobé, plánované nakládání s radioaktivními odpady se zajištěním všech fází jaderného palivového cyklu. Zjistíme, že v obou případech je tento dlouhodobý

plán je obsažen v atomových zákonech a nyní ze strany Evropské unie nejsou ke koncepci žádné výtky. Ovšem v minulých letech tomu tak nebylo, přesněji v roce 2018 řada členských států, včetně Německa a ČR obdržela od Evropské komise výtku, že porušili Smlouvy o fungování EU. Jednalo se o infringementové řízení č. 2018/2025, důvodem byla nedostatečná transpozice směrnice Rady 2011/70/EURATOM do vnitrostátní legislativní úpravy, týkalo se to dlouhodobé koncepce s nakládání s RAO a vyhořelým jaderným palivem (*Aktualizace Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR*, 2019). Brzy byla sjednána náprava a koncepce aktualizována. V obou případech jsou dostatečně v atomových zákonech tyto povinnosti formulovány, v německém atomovém zákoně se tato povinnosti nachází v § 2c Atomgesetz s názvem národní program odpadového hospodářství, jsou v něm obsažené cíle, kterých má být dosaženo a hlavně, aby nakládání s radioaktivními odpady bylo bezpečné. Program není jen o cílech, součástí je také národní přehled o vyprodukovaných RAO s odhady budoucího využití. V případě našeho atomového zákona se povinnost vytvořit dlouhodobé a plánované nakládání s radioaktivními odpady nachází v § 108 jako koncepce nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem.

Povinností původce RAO je hradit náklady za jejich bezpečné ukládání, tato povinnost je uvedena, jak v německém, tak v českém atomovém zákoně. U nás je zakotvena v § 111 odst. 1 písm. c) a d) AZ, v případě SRN poukazují na povinnost původce RAO zaplatit veškeré náklady na bezpečné uložení v § 2d odst. 5 Atomgesetz.

Německo svým postojem k jaderné energetice má zcela odlišné pasáže v atomovém zákoně. Obzvláště kvůli jejich předčasnému ukončení provozu jaderných elektráren po celé zemi k poslednímu dni roku 2022. Rozhodnutím německé vlády v roce 2011 došlo k okamžitému ukončení provozu některých elektráren. Oprávnění k provozu jaderných elektráren zanikala postupně, poslední jaderné elektrárny budou odstaveny na konci kalendářního roku 2022. Všechny podrobnosti o ukončení oprávnění k provozu se nacházejí v § 7 odst. 1a Atomgesetz.

Německo již nějakou dobu plánovalo odklon od jaderné energie, jenže po jaderné havárii ve Fukušimě se věci daly do pohybu mnohem rychleji. Krátce po havárii byly odstaveny

starší jaderné elektrárny a u všech proběhly bezpečnostní kontroly. Ke konečnému rozhodnutí o jaderné politice v zemi sloužilo tzv. tříměsíční atomové moratorium, během kterého se mohla vláda rozhodnout, jakým směrem se bude ubírat dále. *„Problémem moratoria bylo, že nemělo z důvodu časového tlaku dostatečné právní základy – vláda v podstatě pozastavila účinnost zákona, který byl schválen v běžném legislativním procesu. Moratorium však takovým procesem neprošlo, tudíž nebylo právně závazné, a tak bylo na zemských úřadech a koncernech, jestli elektrárny skutečně vyřadí z provozu“* (Nigrin, 2015). Rozhodnutím vlády okamžitě ukončit provoz některých elektráren sice mohlo být rychle vykonatelné, ale provozovatelé jaderných elektráren mohly požadovat kompenzaci za ušlý zisk, protože ukončením provozu vznikly ztráty. *„Dle jejich názoru se jednalo o zásah vlády do jejich vlastnického práva a zásah do jejich právní jistoty, protože by byl v tak krátké době čerstvě účinný zákon o prodloužení doby provozu opět zrušen“* (Nigrin et al., 2015). V krátkém časovém úseku německá vláda dospěla k názoru, že provoz jaderných elektráren bude ukončen do roku 2022, do té doby budou jaderné elektrárny sloužit jako mezikrok k obnovitelným zdrojům.

Problém nastává v tom, že jaderné elektrárny mohou požadovat kompenzaci za ušlý zisk způsobený jejich předčasným ukončením. Jde o ukončení provozu jaderných elektráren dříve, než mají svou plánovanou životnost. Důvodem je to, že provozovatelé učinili nemalé investice do jaderných bloků teprve po uvážlivém zhodnocení celkových výnosů a příjmů vztahených k původní plánované životnosti jaderných elektráren. To je například velkým rozdílem těchto porovnávaných atomových zákonů. V našem atomovém zákoně se žádná pasáž nevěnuje předčasnému ukončení provozu elektráren ze strany vlády. V německém atomovém zákonu se nachází toto finanční vyrovnání v § 7e Atomgesetz. Jak dodává Majling (2020), vše mělo být vyřešeno skrze legislativu, která byla již dvakrát nevyhovující a shledána jako protiústavní. To potvrzuje i Appunn (2020), kompenzační klauzule v atomovém zákoně je dle německého nejvyššího soudu označena jako protiústavní.

Ústavní soud kritizoval, že novela zákona neobsahuje adekvátní pravidla pro odškodnění, dále novela obsahovala nejasné podmínky pro odškodnění. To je také důvodem, proč tento zákon úspěšně napadli provozovatelé elektráren RWE, E.ON a Vattenfall, vláda tak musela

novelizovat zákon, který měl zajišťovat spravedlivou kompenzaci za ušlý zisk. Novela atomového zákona v roce 2018 ovšem byla znovu prohlášena jako protiústavní. Jen pro informaci, například švédský provozovatel Vattenfall v Německu má v rámci kompenzací získat částku kolem jedné miliardy eur (Appunn, 2020).

V případě SRN se nejedná o první protiústavní zákon, který se týkal jaderné energie. Například vznik nového zákona o dani z jaderného paliva měl za účel získat finanční prostředky do státního rozpočtu, zejména na investice do obnovitelných zdrojů. Tento zákon (Kernbrennstoffsteuergesetz) vstoupil v platnost roku 2011 (Nigrin et al., 2015). Později byl tento zákon označen ústavním soudem jako nezákonný, daň se tak stala neplatnou a provozovatelé tak mohou požadovat vrácení této daně, celkem bylo odvedeno přes 6 miliard eur (ČTK, 2017).

V Německu bylo v roce 2019 mezinárodní agenturou MAAE provedeno nezávislé hodnocení, jakým způsobem je nakládáno s RAO a vyhořelým jaderným palivem. Posuzovatelé a odborníci z MAAE vyhodnotili, že SRN nakládá bezpečným a odpovědným způsobem, dále konstatuje, že mají vyspělý legislativní a regulační rámec v oblasti nakládání s RAO a vyhořelým jaderným palivem (Moravec, 2019).

Dílčí shrnutí

Ačkoliv jsem předpokládal poměrně velké rozdíly, porovnání právních úprav mě mile překvapilo. Dle mého názoru je náš atomový zákon lépe formulován než německá právní úprava. Navíc z porovnání je patrné, že SRN má oproti České republice poměrně velké komplikace v legislativě. Je zřejmé, že v důsledku okamžitého ukončení provozu jaderných elektráren a nezákonné dani z jaderného paliva bude muset SRN vyplácet velké finanční sumy provozovatelům jaderných elektráren. V tomto případě si pokládám otázku, jak by celá situace dopadla, kdyby došlo k okamžitému ukončení provozu jaderných elektráren v České republice.

9 Poslední fáze nakládání s radioaktivními odpady

Radioaktivní odpad byl již popsán z hlediska věcné problematiky, následně definován v atomovém zákoně. V této části se zabývám související právní úpravou, proto chci na

úvod říct, že v českém právním řádu máme zákon č. 541/2020 Sb. Zákon o odpadech, který sám o sobě vyzývá k tomu, abychom hledali informace o nakládání s veškerými odpady zde. Nicméně ihned v §2, odst. 1 písm. b) zákona o odpadech je zmíněno, že na radioaktivní odpady se působnost tohoto zákona nevztahuje. Nehledě na to, že v tomto zákoně je dle § 6 zákona o odpadech, základní rozdělení odpadu na ostatní a nebezpečný. Do kategorie nebezpečného odpadu se přímo nabízí zařadit radioaktivní odpad, ale zkrátka, radioaktivní odpady jsou upraveny v atomovém zákoně, nikoliv v zákoně o odpadech.

Zajímavostí je, že při porovnání běžného odpadu (např. komunální), který má celou řadu možných využití, jsou radioaktivní odpady úplným opakem. U nich se již žádné další využití nepředpokládá. V této části práce se vybraná právní úprava týká především poslední fáze nakládání s RAO a vyhořelým jaderným palivem, tím je jejich uložení do hlubinného úložiště radioaktivních odpadů.

Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR

V České republice musí probíhat nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem podle této koncepce, která musí být schválena vládou a musí odpovídat platnému mezinárodnímu a unijnímu právu. Vydáním vyhlášky č. 266/2019 Sb., o koncepci nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem byl stanoven obsah, dílčí části, které mají být zahrnuty v této koncepci. Musí tam být zpracována směrnice Rady 2011/70/EURATOM a způsob vyhodnocování koncepce a informování Evropské komise. Vláda usnesením č. 597 ze dne 26. srpna 2019 schválila tuto novou koncepci. Tato koncepce dále podléhá tzv. procesu posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí (SEA).

Ovšem schválení koncepce předcházela následující situace. Česká republika byla požádána o vypracování nové koncepce týkající se bezpečného nakládání s RAO a vyhořelým palivem ze dvou důvodů. První příčinou byla zastaralá koncepce z roku 2013 a druhým důvodem, že ČR již dávno měla předložit EU nový vnitrostátní program, který měl být program oznámen do 23. srpna roku 2015. Evropská komise proto požadovala rychlé splnění povinnosti a pohrozila předáním případu evropskému soudu (*Komise: ČR má oznámit, jak naloží s radioaktivním odpadem*, 2017).

Celá koncepce musí dle § 2 písm. a) vyhlášky č. 266/2019 obsahovat „*odůvodněné a vědecky, technologicky, ekologicky, finančně a společensky přijatelné cíle při nakládání s radioaktivním odpadem*“. Dále dle § 2 písm. j) vyhlášky č. 266/2019 je nutné, aby byla koncepce prováděna transparentně. V rámci této koncepce se vychází z toho, že do roku 2025 má být vybrána lokalita pro výstavbu hlubinného úložiště, což představuje poslední krok v nakládání s RAO a svým způsobem i v případě vyhořelého jaderného paliva. V tomto případě musí být vyhořelé palivo nejprve prohlášeno za RAO a poté může být definitivně uloženo. V koncepci je následně uvedena předpokládaná doba, kdy započne samotná výstavba – je zde uveden rok 2050. Dle platné koncepce je cílem do roku 2065 realizovat projekt a zahájení provozu hlubinného úložiště radioaktivního odpadu. Stavba musí být v souladu s atomovým zákonem č. 263/2016 Sb.

Energetický zákon

V zákoně se pojednává o vztazích mezi státními institucemi a výrobcí elektřiny, provozovateli distribuční sítě a konečnými zákazníky. V zákoně jsou uvedeny zejména informace o udělování licence k podnikání v oblasti energetiky, jaké ministerstvo a jaké orgány mají v této oblasti působnost (MPO, Energetický regulační úřad). Dále tento zákon řeší regulaci cen, práva a povinnosti výrobce elektřiny, povinnosti koncových zákazníků, ochranná pásma, problematiku týkající se smluv, neoprávněných odběrů elektřiny, přestupky atd. (Zágorová, 2019). Zákony týkající se energetiky zahrnují činnosti, se kterými se denně setkáváme. Cílem zákona je zajistit stabilní a bezpečné dodávky energie, zároveň dbá na životní prostředí a cílem je dodržování zásad trvale udržitelného rozvoje. Dále je velká část také věnována dekarbonizaci energetiky, kde je zmiňován a podporován přechod na obnovitelné zdroje a nízkoemisní energetiku (Zdvihal et al., 2020). Pro oblast RAO je pak zmínka v § 23 odst. 3 písm. k) č. 2 zákona č. 458/2000 Sb. Energetický zákon o povinnosti výrobce elektřiny informovat účastníky trhu s elektřinou o množství vyprodukovaného CO₂ a také informace o produkci RAO, který byl za předešlý rok vytvořen kvůli výrobě elektřiny.

MPO vypracovává státní energetickou koncepci, kde navrhuje případné změny a představuje dlouhodobé plány v oblasti energetiky (Zágorová, 2019). Stanovení cílů a pravidel ve strategickém dokumentu je klíčové pro dosažení bezpečných dodávek energie,

efektivního využívání s vizí udržitelného rozvoje, maximální ohleduplnosti vůči životnímu prostředí (Zdvihal et al., 2020). Právě energetickou koncepcí se může leďacos změnit, proto bylo do poslední fáze nakládání s radioaktivními odpady zmíněn tento zákon. Ať již v budoucnu dojde k teoretickému odklonu od jádra jako v sousedním Německu nebo opačném případě rozšiřování jaderných bloků u nás, v rámci energetické koncepce, vždy bude nutné reflektovat aktuální situaci i v oblasti nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem.

9.1 Hlubinné úložiště a finální lokalita

Tato podkapitola popisuje problematiku výběru finální lokality pro výstavbu hlubinného úložiště, k tomu navíc uvádím několik vybraných zákonů, které budou během výstavby hlubinného úložiště často skloňovány a aplikovány. Samotné výstavbě předchází velmi náročný proces výběru vhodné lokality pro umístění úložiště, geologické a hydrogeologické průzkumy, kontinuální monitoring, výzkumy a vývoje v oblastech bariér, ukládacích obalových souborů atd.

Horní zákon

Prvním ze zákonů jsem zvolil horní zákon, protože v prvních fázích hledání vhodné lokality bude nutné velmi často provádět potřebné průzkumy – geologické, hydrogeologické. Pokud lokalita bude vyhovovat, následuje výstavba podzemní laboratoře k ověření vhodných podmínek úložiště a řada dalších souvisejících výzkumů, ověřování poznatků a použitých materiálů k budoucí výstavbě. K 1.1.2017 došlo k zásadním změnám horního zákona, zejména z důvodu přijetí atomového zákona, který upravuje především zvláštní zásahy do zemské kůry – pro účely ukládání radioaktivních odpadů v podzemních prostorách (Vícha, 2017). Definice zvláštních zásahů do zemské kůry je obsažena v § 34 odst. 1 zákona č. 44/1988 Sb. Zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon). Výše uvedený zákon vymezuje základní pojmy v oblasti nerostného bohatství, stanovuje jejich ochranu, využívání, těžbu, geologické práce apod. (Damohorský & Snopková, 2015). V zákoně není přímo specifikováno hlubinné úložiště radioaktivních odpadů, nicméně v § 34 odst. 1 písm. d) horního zákona je pouze zmínka o ukládání RAO do podzemních prostor, kam lze bezpochyby zařadit i právě blíže zákonem nespécifikované hlubinné úložiště.

Posuzování vlivu na životní prostředí

V rámci zákona č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí, zkratka EIA) se posuzují jednotlivé projekty a záměry, ve kterých může vystupovat veřejnost. Projekty, které podléhají tomuto posuzování vlivu na životní prostředí jsou velmi strukturované a náročné na vypracování, ovšem nalezneme tam skutečně mnoho informací o záměru, který bude posuzován. Součástí posuzování je i veřejné projednání, které může mít vliv na celý výsledek. Nesmírně důležitá je komunikace mezi veřejností a úředníky. Cílem je najít kompromis mezi zájmy veřejnosti a posuzovaným záměrem, ideálně najít řešení, které bude mít co nejmenší negativní vlivy na životní prostředí a dospěje se k závěru, že tento proces může být pozitivní a přínosný pro všechny zúčastněné strany. Bohužel, jak uvádí Jelínková (2017), tento proces posuzování bývá často označován jako administrativní zátěž, která zbytečně protahuje výstavbu velkých projektů.

Konflikty se často řeší jak se soukromými zájmy, tak se zájmy skupin, právnických osob a institucí. Jednotliví stakeholderi, jinými slovy zúčastněné strany, řeší své konflikty mezi sebou a cílem je spolupráce s optimálním způsobem vyřešení konfliktu (Moldan, 2020). Mezi významné zúčastněné strany se řadí bezpochyby obec. *„Nejvyšší správní soud opakovaně potvrdil, byť bez podrobnějšího či hlubšího zdůvodnění, že obec považuje bez dalšího za subjekt práva na příznivé životní prostředí už z jejich samotné podstaty veřejnoprávních korporací občanů. Obec má tedy aktivní žalobní legitimaci ke všem typům žalob podle soudního řádu správního na základě porušení jejího práva na příznivé životní prostředí a nemusí na rozdíl od spolků prokazovat zvláštní vztah k případu”* (Damohorský & Snopková, 2015). Spolky hrají významnou roli v ochraně životního prostředí, jejich činnost bývá přínosem, protože upozorňují na problémy týkající se ochrany přírody. Nicméně jsou i takové občanské sdružení, které vystupují převážně negativně, nepředkládají návrhy řešení a jejich činnost nepřináší žádný kompromis, zkrátka každá mince má dvě strany (Jelínková, 2017). Stejně jako spolky se mohou stát neziskové organizace účastníky řízení, zejména při posuzování vlivu na životní prostředí nebo při plánování územní dokumentaci. Tyto organizace mohou být velmi užitečné, často díky jejich zájmu dokážou odhalit vážné nedostatky (Hák et al., 2015).

Nejdůležitější věci na objektivní posouzení záměru v rámci procesu EIA jsou následující: veřejné postoje a mínění by měly být objektivní, bez žádné manipulace třetími stranami. Při posuzování vlivů na životní prostředí je nesmírně důležitá nezávislost posuzování. Odborníci, znalci vydávají své stanovisko, které může posloužit k objektivnímu posouzení daného záměru. Veřejné postoje a mínění by měly být objektivní, také bez žádné manipulace třetími stranami. Jen tak lze docílit zcela objektivního posouzení bez žádného vlivu na posuzovatele a objekt posouzení. V rámci EIA je velmi zakládáno na tom, aby každý takový záměr byl transparentní a přístupný veřejnosti (Moldan & Kolářová, 2001).

Projekt výstavby hlubinného úložiště zcela jistě projde procesem EIA, který vyhodnotí objektivní rizika a negativní vlivy na životní prostředí. V případě, že se žádné nevyskytnou, SÚRAO může pokračovat v cestě k zahájení provozu. Pokud se naleznou pochybnosti nebo případné vlivy, budou přijaty opatření, které riziko zcela odstraní nebo minimalizují.

Podzemní komplex bude vystavěn podle nejvhodnějšího možného řešení pro veškerou manipulaci a samotné ukládání RAO. Na podobě povrchového areálu se dle SÚRAO bude jednat s obcemi ("Radioaktivita a odpady", 2020). Ať již zmíněné hlubinné úložiště s povrchovým areálem bude podléhat procesu EIA, tak i případné nové výstavby nebo rozšíření současných jaderných elektráren se tomuto procesu nemají šanci vyhnout (Nigrin et al., 2015).

9.2 Veřejný zájem a kompenzace

Pomocí různých nástrojů, zákonů se v právním řádu vytváří spousta omezení ve formě příkazů, zákazů, při kterých mohou vznikat konflikty. Mezi často skloňovaný konflikt patří jednoznačně vyvlastnění pozemku ve veřejném zájmu společnosti, kdy dochází k omezení vlastnického práva (Moldan, 2020). Tento střet se nachází v ústavním zákoně č. 2/1993 Sb., kterou je vyhlášena Listina základních práv a svobod, se nachází v čl. 11 odst. 1 informace o tom, že každý má právo vlastnit majetek. Nicméně v téže LZPS v čl. 11 odst. 4 je možné tzv. vyvlastnění, ke kterému může dojít jen za předpokladu, že je tak jednáno ve veřejném zájmu. Expropriační titul tak může být udělen subjektům soukromého práva

na základě prokázání veřejného zájmu, právě prokázání veřejného zájmu je naprosto klíčové (Handrlica, 2014).

Nejčastěji se veřejný zájem týká především rozsáhlejší částí infrastruktury jako jsou dálnice, železnic, elektráren. V našem případě se jedná o hlubinné úložiště radioaktivního odpadu, při kterém zřejmě také vzniknou obdobné konflikty (Moldan, 2020). Výstavba a následný provoz pro širokou veřejnost nepředstavuje žádné významné omezení, tedy kromě dotčených obcí. Dotčené obce budou nepochybně v době výstavby nějakým způsobem omezovány a rušeny, ražba, těžba komplexu, odvoz rubaniny atd. Následný provoz úložiště bude především představovat přepravu radioaktivních odpadů do úložiště. Úložiště tedy bude odsuzováno hlavně lokálně, v tomto případě jde o tzv. princip NIMBY (v originálním znění "not in my backyard), do češtiny lze tento pojem volně přeložit jako "ne, na mém dvorku" (Trnavský, 2016). Zkrátka široká veřejnost rozumí potřebě uložit radioaktivní odpady na bezpečné místo, ale tuto stavbu nechtějí mít ve své obci ani přilehlém okolí.

U schválených lokalit pro výstavbu v České republice jsou všechny dotčené obce proti (Klaus, 2022). Zde jen pro zajímavost postoj dotčených obcí ze zahraničí: „*Ve Finsku, Francii i ve Švédsku občané v lokalitách, kde mají být vybudovány nové jaderné elektrárny či úložiště vyhořelých palivových článků, obvykle takové rozhodnutí vítají: výstavba takových ohromných průmyslových jednotek výrazně zlepšuje blahobyť okolních oblastí a přináší tisíce a desetitisíce nových pracovních příležitostí*“ (Janouch, 2011). Zjevně pro dotčené obce nehraje roli ani finanční kompenzace do obecních rozpočtů, aneb dotčené obce získají jednorázové finanční prostředky z jaderného účtu v momentě, kdy na jejich území bude stanovené tzv. průzkumné nebo chráněné území. V případě průzkumného území se jedná o příspěvek ve výši 1 000 000 Kč dle § 117 odst. 3 písm. a) atomového zákona. Druhou možností finanční kompenzace je jednorázový příspěvek ve výši 60 milionů Kč v případě, že v rámci katastrálního území je vymezeno chráněné území pro výstavbu a umístění hlubinného úložiště. V zákoně tento příspěvek je k nalezení v § 117 odst. 3 písm. b) atomového zákona.

9.3 Zkušenosti Německa s úložištěm

Ve spolkové republice Německo mají kromě problému s kompenzací za uzavření jaderných elektráren ještě další problém, tím je hledání vhodné lokality pro výstavbu hl. úložiště (Majling, 2020). Německo je v začátcích při hledání své lokality hlubinného úložiště, proto se chtějí inspirovat od ostatních zemí (Klaus, 2022). Aby toho nebylo málo, tak v letošním roce má Německo ukončit provoz všech jaderných elektráren. Dá se tedy očekávat, že bude vyvíjen tlak na poslední fázi ukládání RAO, kterou je hlubinné úložiště RAO (*SÚRAO uzavřelo dohodu s Německem*, 2020).

V Německu vznikl zvláštní právní předpis (Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle), který je svým obsahem zcela ojedinělý. Tento zákon z roku 2013 upravuje proces zužování a zvolení finální lokality hlubinného úložiště ve třech fázích. Identifikace vhodných lokalit, dále průzkumné práce ve vhodných lokalitách. V poslední fázi budou nejvhodnější lokality podrobeny rozšiřujícím průzkumným pracím, celý tento proces bude zakončen výběrem nejvhodnější finální lokality. Výjimečnost tohoto právního předpisu ostatně potvrzuje i Handrlica (2019): „ani jeden ze států, který je v pokročilé fázi zřízení hlubinného úložiště (Finsko, Švédsko, Francie) obdobný právní předpis, který by vytvořil zvláštní právní rámce, týkající se výlučně projektu hlubinného úložiště, nepřijal.“ Zde jen dodává Nigrin et al. (2015), že přijetí zákona předcházelo 35 let vyjednávání.

V Německu byly ukládány radioaktivní odpady v bývalém solném dolu Asse, dlouhou dobu ho považovali za vhodné úložiště. Časem bylo zjištěno, že je úložiště úplným opakem. Komplex není geologicky stabilní, do komplexu se dostává voda a může způsobit velké problémy. Tímto způsobem ukládání ohrozili životní prostředí a Německo to bude stát velké množství finančních prostředků, které budou nepřímo spolufinancovat také daňoví poplatníci v Německu. Cena za chybně zvolenou lokalitu je velmi vysoká, protože veškerý odpad bude muset být přemístěn na bezpečnější místo (*Ideální jaderné úložiště v Asse končí*, 2010). Podle informací je v úložišti kolem 125 000 sudů s nízkou a středně radioaktivními odpady, které budou muset být vyjmuty (*Problémy s uskladněním radioaktivních odpadů v německém úložišti Asse*, 2019).

V roce 2019 bylo podepsáno s Německem společné prohlášení o výměně nových poznatků a zkušeností v oblasti nakládání s radioaktivním odpadem. Především poslední fázi palivového cyklu, což je ukládání RAO do hlubinného úložiště (*SÚRAO uzavřelo dohodu s Německem, 2020*).

Dílčí shrnutí

Hlubinné úložiště radioaktivních odpadů svou povahou bude přesahovat větší množství legislativních rámců. Jakožto jaderné zařízení se bude řídit atomovým zákonem, tím, že půjde o podzemní komplex se bude týkat báňské legislativy, povrchový areál stavebnímu zákonu, procesu posuzování vlivu na životní prostředí a tak dále. V jedné z částí této kapitoly byl věnován prostor německé právní úpravě, přesněji zákonu o výběru finální lokality pro výstavbu hlubinného úložiště, který je svou povahou spíše ojedinělý. Jedním z možných důvodů, že SRN přijalo takový zákon může být teoreticky špatná zkušenost s ukládáním RAO v solném dole Asse.

10 Závěr

Problematika nakládání s radioaktivními odpady je velmi aktuální, navíc povaha tohoto druhu odpadu a jeho likvidace značně přesahuje do daleké budoucnosti. Atomový zákon a další související zákony s nakládání s radioaktivními odpady, ať již na mezinárodní, unijní či národní úrovni, představují zcela dynamicky se rozvíjející závazné právní normy, které reflektují aktuální potřeby a poznatky z používání jaderné energie. Nakládání s RAO představuje náročné procesy, které se týkají technických řešení, odborně vyškolených pracovníků, požadavků na jadernou bezpečnost. K tomu, aby vše fungovalo je zapotřebí mít efektivní právní prostředí, které musí být respektováno, dodržováno a žádném případě nesmí být v rozporu s evropskými směrnici, mezinárodními úmluvami a vnitrostátním právem.

Z aktuálního vývoje situace na Ukrajině se dá předpokládat, že v některých oblastech mírového využívání jaderné energie se bude právní úprava nadále rozvíjet. V souvislosti s invazí Ruska na Ukrajinu je mezinárodně řešena jaderná bezpečnost, jak bylo v diplomové práci několikrát zmíněno. Musím konstatovat, že ačkoliv se jedná o zcela neomluvitelný útok na Záporožskou jadernou elektrárnu ze strany Ruska, opět nám tento čin přinesl přínosné poznatky a ukázal, že jaderná bezpečnost je na vysoké úrovni, včetně prokázání funkčnosti veškerých monitorovacích sítí, které sledují a měří dávky radiace a zároveň tato událost zvýšila povědomí o jaderné energetice, její důležitosti apod. Jsem toho názoru, že dojde k posílení jaderné bezpečnosti a budou probíhat kontroly v oblasti záložních zdrojů elektřiny, či systému chlazení kritických částí jaderné elektrárny, které spadají podle atomového zákona pod gesci Státního úřadu pro jadernou bezpečnost.

Po shrnutí celé práce je zjevné, že těch oblastí v budoucnu bude mnohem víc i bez aktuálního dění. Jedná se o oblasti výzkumu nových jaderných elektráren, které dokážou zpracovat cenné suroviny, pro nás již z využitého vyhořelého jaderného paliva. Další oblastí je opět výzkum, ovšem jde o budoucnost energetiky, a to projekt ITER. Pokud se tento projekt podaří, odpadne řada problematických otázek v energetice a bude se jednat o přínos pro lidstvo. Dle mého názoru nejaktuálnější oblastí práva, kde bude probíhat spousta změn, se bude týkat hlubinných úložišť. Důvodem je, že finské úložiště v blízké budoucnosti začne fungovat a pro ostatní země bude přinášet řadu poznatků, které budou

přeneseny zcela jistě do unijních a vnitrostátních právních norem. Navíc v blízké budoucnosti začnou státy po celém světě budovat svá hlubinné úložiště, které musí být vhodně legislativně zakotveny. Nutno říct, že hlubinné úložiště RAO se prolíná skrze mnoho zákonů a právních úprav.

V souvislosti s hlubinným úložištěm radioaktivních odpadů vyvstává otázka týkající se existence zvláštního zákona o zapojení obcí a občanů. Při porovnání s německou právní úpravou jsem zjistil, že náš sousední stát SRN má jako jeden z mála států světa takový zvláštní zákon. Nejsem si zcela jist, zda je skutečně nutné mít nový zákon, který by upravoval proces zužování a zvolení finální lokality hlubinného úložiště. Ostatně státy, které jsou v pokročilé fázi výstavby hlubinného úložiště, takový zákon nemají. Nicméně již existuje v rámci České republiky návrh věcného záměru o vytvoření zákona o řízeních souvisejících s hlubinným úložištěm radioaktivních odpadů. Tento záměr se odkazuje na § 117 odst. 1 zákona č. 263/2016 Sb. atomového zákona, podle kterého má „*zajistit respektování zájmů obcí, kterým náleží příspěvek z jaderného účtu dle § 117 odst. 1, a jejich občanů v těchto procesech, stanoví zvláštní zákon.*“ Z mého pohledu v této oblasti není zapotřebí navrhnout změny v právním řádu, respektive vycházet z toho, jak rozhodl již opakovaně Nejvyšší správní soud. Ten konstatuje, že „*trvalé úložiště je věcí veřejného zájmu vysoké míry důležitosti*“ a také „*nikdo však nemá právo prosazení veřejného zájmu, například vybudování trvalého úložiště, zabránit jen proto, že jeho případné negativní dopady nechce ve své blízkosti*“, jak stojí v rozsudku Nejvyššího správního soudu ze dne 13. 9. 2015 č. j. 2994/M/15, 61870/ENV/15. Zkrátka v tomto případě bych ponechal hlubinné úložiště radioaktivních odpadů jako záměr, u kterého bude v době výstavby řešen veřejný zájem, který je z hlediska bezpečnosti státu a rizika ze zneužití radioaktivních odpadů víceméně skoro jednoznačný.

V jedné z částí diplomové práce bylo porovnání legislativy s členským a zároveň zakládajícím státem Evropské unie, tím je Německo. Tuto zemi jsem chtěl porovnat především kvůli velkým rozdílům v pohledu na budoucnost energetiky - přesněji řečeno, hraje zde velkou roli německý odklon od jaderné energetiky. Ačkoliv se energetické koncepce a celkový směr energetiky v obou státech začne ubírat naprosto jiným směrem, otázce nakládání a ukládání radioaktivních odpadů se ani jeden ze států nevyhne, navíc je

tato otázka v případě obou států stále nevyřešena. Neskrývám svůj obdiv vůči SRN kvůli tomu, že je inovativní a přichází s nebojácnými změnami v zaběhlém systému jejich energetické koncepce, i když jejich jaderné zařízení by mohla naprosto bezpečně využívat další desítky let. Odstup od jaderné energie byl stvrzen po jaderné havárii ve Fukušimě, tehdy nastala na území SRN úplná transformace v oblasti energetiky, ačkoliv jaderná energie nebyla ani dříve tolik podporována. Turbulentní vývoj nastal jak v oblasti legislativy, tak v oblasti obnovitelných zdrojů. Dle mého názoru se z této transformace můžeme leccos naučit a svým způsobem se připravit na podobnou situaci, protože politický a společenský vývoj může být obdobně dynamický jako v případě Německa a ovlivněn nejrůznějšími událostmi. Uvidí se časem, zda nastane další rozvoj v jaderné energetice nebo se svět vydá ve stopách SRN.

V českém právu není věnována pozornost okamžitému ukončení provozu jaderných elektráren, včetně všech souvisejících problémů uvedených v diplomové práci při srovnávání české a německé právní úpravy, se kterými se Německo potýká. Jen stručně, mezi nejdůležitější považuji kompenzaci za ušlý zisk provozovatelům jaderných elektráren, podporování obnovitelných zdrojů skrze dotace a finanční zvýhodnění těchto zdrojů. Nejedná se v tomto případě o závažné nedostatky právní úpravy České republiky či aktuální potřebu novelizace atomového zákona. Hlavním cílem je vlastně obecněji upozornit na směry, které stojí za úvahu *de lege ferenda* či případnou diskuzi.

Ukončení provozu všech jaderných elektráren v Německu bude celosvětově dalším přínosem v jaderné energetice. Hlavně z důvodu, že budou ve velkém měřítku likvidovány jaderné elektrárny. Jejich odstranění bude představovat nesmírně časově náročné a finančně nákladné řešení. Ten přínos shledávám v tom, že budou vznikat lepší postupy a techniky likvidace, které budou moci být využity všemi státy světa, včetně České republiky. Následně očekávám, že tyto postupy budou zaneseny do všech oblastí atomového práva od mezinárodní, po vnitrostátní úpravu. Druhým pozitivem, který shledávám je ten, že SRN bude moci věnovat mnohem více času výstavbě hlubinného úložiště, protože se jim výrazně sníží množství vyprodukovaných RAO a vyhořelého jaderného paliva. Hlavně u vyhořelého paliva budou omezeny pracovní činnosti jen na skladování, chlazení vyhořelého paliva a vykonávání dohledu nad jadernou bezpečností

těchto činností. Posledním přínosem bude také zjištění, zda je německá právní úprava v rámci odškodnění provozovatelů jaderných elektráren dostatečná. Případně lze z těchto sporů získat cenné poznatky z praxe a implementovat je do vnitrostátních zákonů.

Přínosem této publikace není jen zhodnocení poukázání na nedostatky legislativy týkající se nakládání s odpady, součástí je i pár návrhů pro zákonodárce, které mohou být zapracovány do atomového zákona. Vnitrostátní právo bude muset zcela nepochybně reagovat na nové poznatky, přístupy, které budou iniciovány z mezinárodního a unijního práva.

Věřím, že práce přispěla k získání poznatků a prohloubení znalostí o nakládání s radioaktivními odpady, a to spojením ucelené věcné problematiky společně se seznámením nejvýznamnějších mezinárodních úmluv, unijního práva a českého právního řádu týkající se úseku nakládání s radioaktivními odpady. Srovnání české a německé právní úpravy podhalilo zásadní rozdíly mezi atomovými zákony, které jsou způsobené především postojem k jaderné energetice. Doufám, že se díky diplomové práci podaří lépe orientovat v této problematice a bude výzvou pro další autory ke zkoumání.

11 Seznam použitých zdrojů

Citovaná literatura

AUGUSTA, Pavel, Marie DUFKOVÁ, Jiří HRŮZA, Jan MALÍNSKÝ, Jiří MAREK, Marta OPPLOVÁ, Ivan ŠTOLL a Jan TŮMA, 2001. Velká kniha o energii. 1. vydání. Praha: L.A. Consulting Agency. ISBN 80-238-6578-1.

BARAN, Václav, 2002. Jaderná energetika a další problémy moderní civilizace. Vyd. 1. Praha: Academia. ISBN 80-200-1048-3.

BENDA, Vítězslav, Helena DOLEŽALOVÁ, Peter DUŠIČKA et al., 2012. Obnovitelné zdroje energie. 1. vydání. Praha: Profi Press s. r. o. ISBN 978-80-86726-48-9.

COMBY, Bruno, 2007. Environmentalisté pro jadernou energii. 1. vydání. Hodkovičky [Praha]: Pragma. ISBN 978-80-7349-042-3.

DAMOHORSKÝ, Milan a Tereza SNOPKOVÁ, 2015. Role obcí v ochraně životního prostředí z pohledu práva. 1. vydání. Praha: Eva Rozkotová. ISBN 978-80-87975-31-2.

DIENSTBIER, Zdeněk, 2010. Hirošima a zrod atomového věku: cesta od atomových zbraní k nukleární medicíně a jaderným elektrárnám. 1. vyd. Praha: Mladá fronta. Kolumbus. ISBN 978-80-204-2224-8.

DRÁBKOVÁ, Alena, 2006. Historie radiační ochrany v ČR: 10 let Státního ústavu radiační ochrany 1995-2005. 1. vydání. Praha: Státní ústav radiační ochrany. ISBN 80-239-6594-8.

DVOŘÁČEK, Ivan a Jaromír HRABOVSKÝ, 1981. První pomoc. 3. vydání. Praha: Avicenum Zdravotnické nakladatelství.

ENTLER, Slavomír, Ondřej FICKER, Josef HAVLÍČEK et al., 2019. Budoucnost energetiky: jaderná fúze. Vydání 1. Praha: Středisko společných činností AV ČR, v.v.i., pro Kancelář Akademie věd ČR. Strategie AV21. ISBN 978-80-200-3007-8.

HÁK, Tomáš, Alena OULEHLOVÁ a Svatava JANOUŠKOVÁ, 2015. Environmentální bezpečnost. 1. vydání. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-87865-19-4.

HANDRLICA, Jakub, 2014. Ochranná a bezpečnostní pásma. Vyd. 1. Praha: C.H. Beck. Beckova edice právní instituty. ISBN 978-80-7400-532-9.

HANDRLICA, Jakub, 2019. Jaderné právo a právní futurismus: jaderné technologie budoucnosti a jejich právní úprava. 1. vydání. Praha: Auditorium. ISBN 978-80-87284-76-6.

HAVLÍČKOVÁ, Blanka a Daniela KOVÁŘOVÁ, 2013. Právo a energetika: (elektrická energie) : kompendium judikatury. Vyd. 1. Praha: Havlíček Brain Team. ISBN 978-80-87109-36-6.

Hlubinné úložiště: Zprávy ze správy, 2021. Praha: Správa úložišť radioaktivních odpadů. ISSN 2533-5073.

Hodnocení lokalit: Zprávy ze správy, 2020. Praha: Správa úložišť radioaktivních odpadů. ISSN 2533-5073.

JANOUCHEK, František, 2011. Myslím zeleně, proto volím jádro: úvahy o energii, životním prostředí a politice. 1. vyd. Praha: Akropolis. ISBN 978-80-87481-46-2.

JELÍNKOVÁ, Jitka, 2017. Občan, spolek, obec a úřad v ochraně životního prostředí: praktický průvodce. První vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-0508-3.

JENÍČEK, Vladimír a Jaroslav FOLTÝN, 2003. Globální problémy a světová ekonomika. 1. vyd. Praha: C.H. Beck. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 80-7179-795-2.

KIZLINK, Juraj, 2014. Odpady: sběr, zpracování, využití, zneškodnění, legislativa. 3., upr. a rozš. vyd., V Akademickém nakl. CERM 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 978-80-7204-884-7.

KLECZEK, Josip, 2002. Energie ve vesmíru a ve službách lidí. 1. vyd. Praha: Albatros. Oko (Albatros). ISBN 80-00-01060-7.

KLOBOUČEK, Eduard, 2018. Evropské a české atomové právo v kontextu práva energetického a práva životního prostředí (renesance nebo úpadek). Praha. Disertace. Univerzita Karlova.

KROPIK, Martin, 2016. Bezpečnostní systémy jaderných reaktorů. 1. vydání. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-05907-4.

KRUŽÍKOVÁ, Eva, 1997. Ekologická politika a právo životního prostředí v Evropské unii. 1. vyd. Praha: Petr Šauer. ISBN 80-902168-2-x.

KŘÍŽ, Zdeněk, 2012. Vznik a historie státního dozoru nad jadernou bezpečností Československé komise pro atomovou energii (1970-1992). Vyd. 1. Praha: Česká nukleární společnost ve vydavatelství a nakl. Zsolt Staník. ISBN 978-80-904045-4-0.

KUČEROVÁ, Dominika, 2019. Neoprávněné nakládání s odpady - trestnoprávní aspekty. Vydání první. Praha: Leges. Teoretik. ISBN 978-80-7502-374-2.

KURAŠ, Mečislav, 1994. Odpady, jejich využití a zneškodňování. 1. vydání. Praha: Český ekologický ústav. ISBN 80-85087-32-4.

LINHART, Igor, 2019. Základní pojmy v toxikologii, ekologii a ekotoxikologii: Basic terms in toxicology, ecology and ecotoxicology. Vydání první. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7592-040-9.

MIKA, Otakar J., 2003. Průmyslové havárie. Vyd. 1. Praha: Triton. Řešení krizových situací. ISBN 80-7254-455-1.

MOLDAN, Bedřich, 2020. Životní prostředí v globální perspektivě. Vydání první. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-4677-0.

MOLDAN, Bedřich a Hana KOLÁŘOVÁ, 2001. (Ne)udržitelný rozvoj: ekologie - hrozba i naděje. Vyd. 1. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0286-5.

NIGRIN, Tomáš, Martin LANDA a Tereza SVOBODOVÁ, 2015. Německo bez jádra?: SRN na cestě k odklonu od jaderné energie. První vydání. Praha: Univerzita Karlova v Praze, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3186-8.

NOVOTNÁ, Marianna a Jakub HANDRLICA, ed., 2015. Konvergenca a divergenca zodpovednostných vzťahov jadrového a civilného práva. Vydání první. Praha: Leges. Teoretik. ISBN 978-80-7502-102-1.

POLÁŠKOVÁ, Anna, 2011. Úvod do ekologie a ochrany životního prostředí. Vyd. 1. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-1927-9.

Radioaktivita a odpady: Zprávy ze správy, 2020. Praha: Správa úložišť radioaktivních odpadů. ISSN 2533-5073.

SKŘEHOT, Petr, Jan BUMBA, Michaela HAVLOVÁ, Pavel KUČINA, Jan PÍŠALA, Miloš PALEČEK a Šárka VLKOVÁ, 2009b. Prevence nehod a havárií 2. díl. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce. ISBN 978-80-86973-73-9.

SKŘEHOT, Petr, Michaela HAVLOVÁ a Martin TRÁVNÍČEK, 2009a. Prevence nehod a havárií 1. díl. Vyd. 1. [Česko]: PINK PIG. ISBN 978-80-86973-70-8.

SVOBODA, Pavel, 2013. Úvod do evropského práva. 5. vyd. V Praze: C.H. Beck. Beckovy mezioborové učebnice. ISBN 978-80-7400-488-9.

ŠMIDRKALOVÁ, Michaela, 2019. Vyhližení atomového věku. 1. vydání. Praha: Ústav pro soudobé dějiny AV ČR, v.v.i. ISBN 978-80-7285-236-9.

TICHÝ, Alois, 2019. Jaderná dohoda s Íránem - efektivní řešení krize, nebo pouhé oddálení nevyhnutelného?. První vydání. Praha. Metropolitan University Prague Press. ISBN 978-80-7638-007-3.

TOŽIČKA, Tomáš, ed., 2009. Udržitelné technologie pro rozvoj: příručka pro implementaci udržitelných technologií v rozvojové spolupráci. 1. vydání. Praha: ADRA. ISBN 978-80-254-6105-1.

VAŠKOVIC, Petr, Jiří ČESAL, Florian MARGAN a Dušan VAŠKOVIC, 2009. Energetika a udržitelný rozvoj. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-04153-6.

VIDRIKOVÁ, Dagmar, Kamil BOC, Zdeněk DVOŘÁK a David ŘEHÁK, 2017. Critical infrastructure and integrated protection. 1st edition. Ostrava: The Association of Fire and Safety Engineering. ISBN 978-80-7385-190-3.

VÍCHA, Ondřej, 2015. Základy horního a energetického práva. Vydání první. Praha: Wolters Kluwer. ISBN 978-80-7478-919-9.

VÍCHA, Ondřej, 2017. Horní zákon: Zákon o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě : komentář. Vydání první. Praha: Wolters Kluwer. Komentáře (Wolters Kluwer ČR). ISBN 978-80-7552-557-4.

ZÁGOROVÁ, Marcela, ed., 2019. Energetika: energetický zákon, zákon o podporovaných zdrojích energie, zákon o hospodaření energií : 24 prováděcích vyhlášek ke všem zákonům. 2019. 1. Ostrava: Sagit. ÚZ. ISBN 978-80-7488-325-5.

ZDVIHAL, Zdeněk, Jana SVĚŘÁKOVÁ, Jakub MED, Jana OSADSKÁ, Kamil BLAŽEK, Michal FORÝTEK a Markéta SELUCKÁ, 2020. Energetický zákon: komentář. Vydání první. V Praze: C.H. Beck. Beckova edice komentované zákony. ISBN 978-80-7400-769-9.

ZOUBEK, Vladimír, 2010. Právo a státověda: úvod do právního a státovědního myšlení. 1. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-239-4.

Seznam použitých internetových zdrojů

ABNETT, Kate, 2022. EU proposes rules to label some gas and nuclear investments as green [online]. [cit. 2022-03-05]. Dostupné z: <https://www.reuters.com/business/sustainable-business/eu-proposes-rules-label-some-gas-nuclear-investments-green-2022-02-02/>

Aktualizace Koncepce nakládání s radioaktivními odpady a vyhořelým jaderným palivem v ČR, 2019. In: MPO [online]. [cit. 2022-01-11]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/nakladani-s-radioaktivnimi-odpady/aktualizace-koncepce-nakladani-s-radioaktivnimi-odpady-a-vyhorelym-jadernym-palivem-v-cr--251133/>

APPUNN, Kerstine, 2020. Court forces Germany to revisit phase-out compensation for nuclear operators. In: Clean Energy Wire [online]. [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: <https://www.cleanenergywire.org/news/court-forces-germany-revisit-phase-out-compensation-nuclear-operators>

BORGER, Julian a Jon HENLEY, 2022. Zelenskiy says 'Europe must wake up' after assault sparks nuclear plant fire. In: TheGuardian [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/world/2022/mar/04/ukraine-nuclear-power-plant-fire-zaporizhzhia-russian-shelling>

ČERVINKOVÁ, Jana, 2019. Projekt fúzního reaktoru ITER bude v důsledku koronaviru zpožděn a zdražen. In: Oenergetice.cz [online]. Třebíč: OM Solutions s.r.o. [cit. 2022-01-30]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/jaderne-elektrarny/projekt-fuzniho-reaktoru-iter-bude-dusledku-konoraviru-zpozden-zdrazen>

ČTK, 2017. Daň z jaderného paliva je protiústavní, rozhodl německý soud. Firmy mohou získat peníze zpět. In: Zprávyaktuálně.cz [online]. [cit. 2022-01-19]. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/dan-z-jaderneho-paliva-je-nezakonna-rozhodl-nemecky-soud-fir/r~5407a5e24b6011e79680002590604f2e/>

Europoslanci volají po okamžitém zastavení dodávek plynu a ropy z Ruska, 2022. In: Euroskop.cz [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://euroskop.cz/2022/03/09/europoslanci-volaji-po-okamzitem-zastaveni-dodavek-plynu-a-ropy-z-ruska/>

Ideální jaderné úložiště v Asse končí, 2010. In: Euroskop.cz [online]. [cit. 2022-01-10]. Dostupné z: <https://euroskop.cz/2010/07/18/idealni-jaderne-uloziste-v-asse-konci/>

KLAUS, Katrin, 2022. Atommüll: Die Suche nach einem Endlager in anderen Ländern. In: BR24 [online]. [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <https://www.br.de/nachrichten/wissen/atommuell-die-suche-nach-einem-endlager-in-anderen-laendern,SBbRStO>

Komise: ČR má oznámit, jak naloží s radioaktivním odpadem, 2017. In: Euroskop.cz [online]. [cit. 2022-01-10]. Dostupné z: <https://euroskop.cz/2017/07/14/komise-cr-ma-oznamit-jak-nalozi-s-radioaktivnim-odpadem/>

MAJLING, Eduard, 2018. Japonsko 7 let po Fukušimě: 9 reaktorů již znovu běží, další čekají na spuštění [online]. [cit. 2022-01-05]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/jaderne-elektrarny/japonsko-7-let-fukusime-9-reaktoru-jiz-bezi-dalsi-cekaji-spusteni>

MAJLING, Eduard, 2020. Soud: Německý zákon pro odklon od jádra je protiústavní, vláda jej bude muset novelizovat. In: Oenergetice.cz [online]. [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/jaderne-elektrarny/soud-nemecky-zakon-odklon-od-jadra-protiustavni-vlada-jej-bude-muset-novelizovat>

MORAVEC, Jan, 2019. MAAE hodnotí německé nakládání s radioaktivními odpady. In: Oenergetice.cz [online]. [cit. 2022-02-05]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/nemecko/maae-hodnoti-nemecke-nakladani-radioaktivnimi-odpady>

MUSIL, Adam, 2021. Nová smlouva OSN zakazuje nukleární zbraně. Jaderné velmoci ji ale nepodporují. In: Česká televize [online]. [cit. 2022-02-13]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/svet/3250434-nova-smlouva-osn-zakazuje-nuklearni-zbrane-jaderne-velmoci-ji-ale-nepodporuji>

POLITYUK, Pavel a Aleksandar VASOVIC, 2022. Russia seizes Europe's biggest nuclear plant and blocks media websites. In: Reuters [online]. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z:

<https://www.reuters.com/markets/europe/top-wrap-1-europes-largest-nuclear-power-plant-fire-after-russian-attack-mayor-2022-03-04/>

Problémy s uskladněním radioaktivních odpadů v německém úložišti Asse, 2019. In: Temelín.cz [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://temelin.cz/aktuality/radioaktivni-odpady/problemy-s-uskladnenim-radioaktivnich-odpadu-v-nemeckem-ulozisti-asse>

ROMANELLI, Francesco, 2012. Fusion Electricity: A roadmap to the realisation of fusion energy [online]. First edition. EU: European Fusion Development Agreement [cit. 2022-01-30]. ISBN 978-3-00-040720-8. Dostupné z: www.efda.org

SEDLÁČEK, Štěpán, 2022. Zájem o soláry roste. Návratnost investice se v dnešních cenách vejde do osmi let, zní z oboru. In: Český rozhlas Plus [online]. Praha: Český rozhlas [cit. 2022-02-20]. Dostupné z: <https://plus.rozhlas.cz/zajem-o-solary-roste-navratnost-investice-se-v-dnesnich-cenach-vejde-do-osmi-let-8653038>

Stehelčevský zpravodaj [online], 2018. [cit. 2022-02-25]. Dostupné z: <https://www.obecstehelceves.cz/zivot-v-obci/zpravodaj/>

STEJSKALOVÁ, Klára, 2011. Německá Spolková rada schválila odchod od jádra [online]. [cit. 2022-02-05]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-svet/nemecka-spolkova-rada-schvalila-odchod-od-jadra_201107081655_epres

SÚRAO uzavřelo dohodu s Německem, 2020. In: Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. MPO [cit. 2022-01-08]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/nakladani-s-radioaktivnimi-odpady/surao-uzavrelo-dohodu-s-nemeckem--252115/>

TRNAVSKÝ, Jiří, 2016. Co je NIMBY efekt a jak se mu bránit. In: Energie21.cz [online]. [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: <https://energie21.cz/co-je-nimby-efekt-a-jak-se-mu-branit/>

TROUSILOVÁ, Alžběta, 2022. Zešileli, komentovala Drábová ruský útok na jadernou elektrárnu. In: Novinky.cz [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/domaci/clanek/zesileli-komentovala-drabova-rusky-utok-na-jadernou-elektrarnu-40389165>

WAGNER, Vladimír, 2021. V prvním úložišti vyhořelého jaderného paliva na světě začala ražba tunelu pro uložení odpadu. In: Oenergetice.cz [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/nazory/prvnim-ulozisti-vyhoreleho-jaderneho-paliva-svete-zacala-razba-tunelu-ulozeni-odpadu>

WILLUHN, Marian, 2022. Satellite cyber attack paralyzes 11GW of German wind turbines [online]. [cit. 2022-03-04]. Dostupné z: <https://www.pv-magazine.com/2022/03/01/satellite-cyber-attack-paralyzes-11-gw-of-german-wind-turbines/>

Základní pojmy [online], Státní ústav radiální ochrany. Praha: SÚRO [cit. 2022-02-25].
Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/zakladni-pojmy>

Seznam použitých právních předpisů

Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz)

Gesetz zur Suche und Auswahl eines Standortes für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle (Standortauswahlgesetz - StandAG)

Rozhodnutí EK 2007/530/Euratom: Rozhodnutí Komise ze dne 17. července 2007 o zřízení Evropské skupiny na vysoké úrovni pro jadernou bezpečnost a nakládání s odpadem

Rozsudek Nejvyššího správního soudu ze dne 13. 9. 2015 č. j. 2994/M/15, 61870/ENV/15

Sdělení č. 124/2004 Sb. m. s. Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o Úmluvě o přístupu k informacím, účasti veřejnosti na rozhodování a přístupu k právní ochraně v záležitostech životního prostředí

Sdělení č. 168/1991 Sb. Sdělení federálního ministerstva zahraničních věcí o vázanosti České a Slovenské Federativní Republiky Dodatkovými protokoly I a II k Ženevským úmluvám z 12. srpna 1949 o ochraně obětí mezinárodních ozbrojených konfliktů a konfliktů nemajících mezinárodní charakter, přijatých v Ženevě dne 8. června 1977

Sdělení č. 3/2012 Sb. m. s. Společná úmluva o bezpečnosti při nakládání s vyhořelým palivem a o bezpečnosti při nakládání s radioaktivními odpady

Sdělení č. 6/2015 Sb. m. s. Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o přijetí Basilejské úmluvy o kontrole pohybu nebezpečných odpadů přes hranice států a jejich zneškodňování

Sdělení č. 81/2005 Sb. m. s. Sdělení Ministerstva zahraničních věcí o sjednání Kjótského protokolu k Rámcové úmluvě Organizace spojených národů o změně klimatu

Směrnice Rady 2011/70/Euratom ze dne 19. července 2011, kterou se stanoví rámec Společenství pro odpovědné a bezpečné nakládání s vyhořelým palivem a radioaktivním odpadem

Smlouva o založení Evropského společenství pro atomovou energii (Euratom)

Usnesení č. 2/1993 Sb. Usnesení předsednictva České národní rady o vyhlášení LISTINY ZÁKLADNÍCH PRÁV A SVOBOD jako součástí ústavního pořádku České republiky

Ústavní zákon č. 1/1993 Sb. Ústava České republiky

Vyhláška č. 266/2019 Sb. Vyhláška o koncepci nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem

Vyhláška č. 61/1974 Sb. Vyhláška ministra zahraničních věcí o Smlouvě o nešíření jaderných zbraní

Vyhláška č. 76/1962 Sb. Vyhláška ministra zahraničních věcí o Smlouvě o Antarktidě

Vyhláška č. 90/1963 Sb. Vyhláška ministra zahraničních věcí o Smlouvě o zákazu pokusů s jadernými zbraněmi v ovzduší, v kosmickém prostoru a pod vodou

Zákon č. 100/2001 Sb. Zákon o posuzování vlivů na životní prostředí a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o posuzování vlivů na životní prostředí)

Zákon č. 18/1997 Sb. Zákon o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů

Zákon č. 263/2016 Sb. Zákon atomový zákon

Zákon č. 44/1988 Sb. Zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon)

Zákon č. 458/2000 Sb. Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)

Zákon č. 541/2020 Sb. Zákon o odpadech