



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program:

OCHRANA OBYVATELSTVA

Autor: Bc. Martin Krčmář

Vedoucí práce: Mgr. Renata Havránková, Ph.D.

České Budějovice 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem „*Znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín*“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 13. 05. 2019

.....

Martin Krčmář

Znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín

ABSTRAKT

Předložená diplomová práce je založena na analýze znalostí obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu, bezpečnosti a způsobu chování v případě havárie Jaderné elektrárny Temelín (ETE). S riziky plynoucími z provozování jaderného zařízení souvisí havarijní plánování, které slouží k připravenosti na mimořádné události či krizové situace pro území, které nazýváme zóna havarijního plánování. Pod pojmem havarijní plánování, respektive havarijní připravenost, je nutné vidět rovněž informovanost a znalost obyvatelstva o provozu, riziku a následném opatření v případě havárie v ETE.

Cílem této diplomové práce je hledání odpovědi na otázku „Jaké jsou znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín?“

Na základě konzultací s pracovníky ČEZ, a.s., vykonávajících činnosti na Jaderné elektrárně Temelín a za pomoci studia literatury, odborných článků a příslušných právních předpisů byla vypracována teoretická část.

Praktická část je zpracovaná formou dotazníkového šetření a je rozdělena do tří částí: provoz, rizika a bezpečnost, znalosti a chování při havárii. Výsledky ukázaly rezervy ve znalostech respondentů týkajících se jak provozu, tak znalostí a chování při havárii. Kladně lze hodnotit informovanost respondentů ohledně používaného jaderného paliva, co je to kontejnment a jak postupovat v případě evakuace. Nedostatečné znalosti mají respondenti na otázky, k čemu slouží reaktor, jaké bariéry stojí mezi aktivní zónou a životním prostředím, kdy použít jodovou profylaxi.

Současný stav znalostí obyvatelstva o provozu ETE považuji v některých oblastech za nedostatečný a navrhuji zjednat nápravu. Za důležité považuji zaměřit se na obyvatele ve věku nad 50 let, jejichž neznalost je až alarmující.

Klíčová slova: Jaderná elektrárna Temelín; havárie jaderného zařízení; informovanost obyvatel v zóně havarijního plánování; rizika spojená s provozem ETE.

Knowledge of Inhabitants within the Emergency Planning Zone of the Temelín Nuclear Power Plant Operations

ABSTRACT

This diploma thesis is based on an analysis of knowledge of inhabitants within the emergency planning zone of operations, security and behaviour in case of an accident in the Temelín Nuclear Power Plant (TNPP). Operation a nuclear equipment in connected with certain risks which can't be utterly eliminated. From this reason, security precautions are made, which are based on an accident preparedness, or on emergency plans. Emergency planning serves to a preparedness for non-standard or emergency situations for an area which is called an emergency planning zone. The emergency preparedness, not only within this zone, has a key role for a successful performance of inhabitants' protection in case of an emergency event. The concept of emergency preparedness includes both the emergency planning and inhabitants' awareness and knowledge of operations, risks and following precautions in case of an accident in TNPP.

The aim of this diploma thesis is to inquire about "What is knowledge of inhabitants within an emergency planning zone of the Temelín Nuclear Power Plant operations?"

The theoretical part is based on consulting the employees of ČEZ Ltd. Who work in the Temelín Nuclear Power Plant as well as on a study of professional literature, articles and related legislation.

The practical part is based on a questionnaire survey and it is divided into three parts: operations, risks, security, knowledge and behaviour during an accident. The results revealed some margins in respondents' knowledge concerning issues of operations as well as knowledge and behaviour during an accident. A positive evaluation concerns respondents' knowledge of used nuclear fuel, the meaning of containment building and the procedures in case of evacuation. On the other hand, the respondents showed insufficient knowledge of the function of a reactor, what barriers are between the active

zone and environment and when to use iodine prophylaxis.

I consider the present status of inhabitants' knowledge of TNPP operations insufficient and I propose some improvements. It is important to focus on inhabitants older than 50 years, whose lack of knowledge is even alarming.

Key words: The Temelín Nuclear Power Plant; nuclear equipment failure; awareness of inhabitants in the emergency planning zone; risks concerning TNPP operations.

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí práce Mgr. Renatě Havránkové, Ph.D., za užitečné rady, pomoc při hledání způsobu realizace dotazníkového šetření a celkovou pomoc při úpravě této diplomové práce.

Obsah

ÚVOD.....	10
1 TEORETICKÁ ČÁST	11
1.1 Historie jaderné energie	11
1.2 Jaderná elektrárna Temelín	14
1.2.1 Z historie elektrárny	14
1.2.2 Základní informace o jaderné elektrárně	15
1.3 Provoz Jaderné elektrárny Temelín.....	19
1.3.1 Dispoziční uspořádání	19
1.3.2 Teorie jaderných reaktorů.....	21
1.3.3 Primární část.....	25
1.3.4 Sekundární část.....	27
1.3.5 Bezpečnost jaderné elektrárny Temelín	31
1.4 Havarijní plánování.....	33
1.5 Havárie jaderných zařízení.....	39
1.5.1 Jaslovské Bohunice, Československo (1977).....	39
1.5.2 Three Mile Island, USA (1979).....	40
1.5.3 Černobyl, Ukrajina (1986).....	42
1.5.4 Atomerözü Paks, Maďarsko (2003).....	43
1.5.5 Fukushima, Japonsko (2011).....	45
2 CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY	47
3 METODIKA	48
4 VÝSLEDKY	50
4.1 Provoz Jaderné elektrárny Temelín.....	50
4.2 Rizika a bezpečnost v Jaderné elektrárně Temelín	58
4.3 Znalosti a chování obyvatel v zóně havarijního plánování ETE v případě havárie.....	66
5 DISKUSE	74
5.1 Znalosti obyvatel v zóně havarijního plánování o provozu ETE.....	74

5.2	Znalosti obyvatel v zóně havarijního plánování o riziku a bezpečnosti v ETE77	
5.3	Znalosti obyvatel v zóně havarijního plánování o způsobu chování v případě havárie v ETE	79
5.4	Shrnutí a odpověď na výzkumnou otázku.....	82
6	ZÁVĚR.....	84
7	SEZNAM LITERATURY	85
8	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	90
9	SEZNAM ZKRATEK	92
10	SEZNAM PŘÍLOH	93

ÚVOD

Téma své diplomové práce „Znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování“ jsem vybral z důvodu stále se vyskytujících názorů obyvatel v zóně havarijního plánování, které deklarují minimální znalosti o provozu jaderného zařízení. Jedná se o jejich teorie katastrofálních dopadů v případě havárie, které se nezakládají na reálném podkladu. Často zmíněné obavy z jaderného výbuchu ve tvaru hříbu, který je doprovázen ostrým světlem (ozářením), jsou známky špatné informovanosti a neznalosti ohledně provozu ETE.

V současné době provádí informování veřejnosti v zóně havarijního plánování dle atomového zákona č. 263/2016 Sb. ústřední správní úřad pro oblast využívání jaderné energie a ionizujícího záření (§ 209 písm. e), Hasičský záchranný sbor České republiky (§ 220 č. 1 písm. e) a krajský úřad a hejtman kraje (§ 224 č. 1 písm. b). Jedná se o informování obyvatelstva pro případ radiační havárie, o ochranných opatřeních a o krocích, které je nutno k zajištění radiační ochrany učinit. Provozovatel (ČEZ, a.s.) poté vynakládá nemalé prostředky zaměřené na informovanost obyvatelstva formou letáků a kalendářů, vytvořil informační centrum pro veřejnost a realizuje velké množství exkurzí přímo do provozu jaderného zařízení.

Cílem této diplomové práce je hledání odpovědi na otázku „Jaké jsou znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín?“ Tato práce je založena na analyzování znalostí obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín. Má ověřit znalosti obyvatel ohledně rizik spojených s provozováním jaderného zařízení a pravděpodobnosti vzniku mimořádné události. Předpovědět chování a reakci obyvatel v případě spuštění všeobecné výstrahy při havárii na jaderné elektrárně.

1 TEORETICKÁ ČÁST

Teoretickou část tvoří historie jaderné energie, historie a provoz ETE a s provozem spojené havarijní plánování. Jedná se o dílčí témata, která jako celek dávají všeobecný přehled o provozu a bezpečnosti tohoto jaderného zařízení. K bezpečnosti ETE napomáhá hledání rezerv a získávání nových poznatků o provozu jaderných elektráren v tuzemsku i v zahraničí. Velmi cenné jsou zkušenosti z historicky významných havárií, které jsou závěrem uvedeny, jejichž využitím lze v současnosti předejít podobným mimořádným událostem.

1.1 Historie jaderné energie

Pojem atomu byl poprvé formulován přibližně v roce 450 před našim letopočtem. Řecký filozof Leucippos vypracoval teorii, podle níž látka není nekonečně dělitelná. Látku, která již nemůže být rozdělena, pojmenoval filozof jako „atomos“. O několik let později Démokrités, což byl Leucippův žák, popsal látku jako soubor neviditelných, nedělitelných a věčných částic – atomů. Tato nová teorie nebyla založena ani na pozorování ani na zkušenostech, ale především na intuici. V této teorii během následujících přibližně 2 200 let nedošlo k žádnému významnému posunu. Moderní atomová teorie se zrodila v některých výzkumech anglického fyzika a chemika Johna Daltona (Leclercq, 1986; Mahaffey, 2011).

V roce 1801 předložil Dalton pojednání o absorpci plynů kapalinami a použil hypotézu, podle které se látka skládá z konečných a nedělitelných částic, tedy atomů. V roce 1811 italský fyzik Amedeo Avogadro popsal rozdíl mezi atomy a molekulami. Formuloval zákon, podle něhož stejné objemy plynu stlačené na stejný tlak při stejné teplotě obsahují stejný počet molekul. V roce 1833 anglický fyzik Michael Faraday zavedl pojem ion a studoval elektrolyzu. Ve svých výzkumných pracích implicitně zahrnul atomovou hypotézu, která se od té doby začala používat v chemii. V roce 1869 ruský vědec Dmitrij Ivanovič Mendělejev zavedl systém klasifikace všech známých chemických prvků podle rostoucí atomové váhy. Šestadvacet let nato objevil německý fyzik Wilhelm Conrad Röntgen neviditelné záření stejné podstaty jako světlo,

ale mnohem pronikavější, protože může procházet látkami. K objevu mu napomohla exponovaná fotografická deska. Toto neznámé záření označil symbolem „X“. Lékaři relativně brzo pochopili jeho význam, a vznikl tak nový obor nazvaný rentgenologie. V následujícím roce 1896 francouzský vědec Antoine Henri Becquerel objevil přirozenou radioaktivitu. Pro své pokusy používal uranových solí, které vystavoval slunci, aby se staly fluoreskujícími. Jednoho březnového dne, když musel přerušit pokus kvůli špatnému počasí, uložil uranové soli, které ještě nevystavil slunci, na fotografickou desku. Zjistil, že deska byla přesto ozářená, z čehož vyvodil závěr, že uran vydává zvláštní záření. V roce 1897 anglický experimentální fyzik Joseph John Thomson dokazuje přítomnost záporně nabitých částic v katodovém záření. Thomson je nazval „elektrony“ a měřil jejich náboj. Rok poté Pierre a Marie Curie studovali jev objevený Becquerelem při použití různých uranových nerostů. Zjistili, že jisté nerosty vydávají více záření než jiné, i když obsah uranu je nižší. Po dvou letech úsilí objevili nové velmi radioaktivní prvky, které nazvali polonium a radium (Leclercq, 1986; Mahaffey, 2011).

V letech 1900 až 1919 novozélandský fyzik Ernest Rutherford zkoumal radioaktivní rozpad chemických prvků, navrhl koncept poločasu rozpadu a záření vzniklá rozpadem prvků rozdělil na α , β a γ . Při vývoji zařízení na detekování záření zjistil, že atom není homogenní koule, ale že jeho struktura odpovídá tzv. planetárnímu modelu. V roce 1919 se mu povedlo jako prvnímu přeměnit jadernou reakcí prvek na jiný prvek (dusík na kyslík), čímž jako první provedl transmutaci prvku na jiný. Při opakování Rutherfordova pokusu roku 1932 Irène Curie (dcera Pierre a Marie Curie) s Frédéricem Joliot pozorovali záření nenabitých částic. Britský fyzik James Chadwick napsal, že tyto částice jsou elektricky neutrální a jejich hmotnost je blízká hmotnosti protonu. Od tohoto okamžiku se atomová jádra prezentují jako soustava protonů a neutronů. James Chadwick tak připravil cestu pro štěpení jader. Dva roky nato nechali Frédéric a Joliot-Curie vrhat neutrony na hliníkovou fólii, a vytvořili tak nový radioaktivní prvek ^{30}P . Vytvořili tím umělý prvek a objevili umělou radioaktivitu. Tentýž rok italský fyzik Enrico Fermi vrhal neutrony na všechny známé prvky, aby zkoumal jejich reakci. Při vrhání neutronů na uran zjistil vytvoření nových prvků, které z důvodu složitosti

pozorování nedokázal vyložit. To dokázali až roku 1938 Fritz Strassmann a Otto Hahn, kteří objevili prvky o hmotnosti nižší než uran, tedy baryum. Německý tým řízený Otto Hahnem shrnul výsledky Enrica Fermiho a konstatoval, že pod nárazem neutronu se může jádro uranu rozdělit na dvě části. Vznikla teorie štěpení (Leclercq, 1986; Mahaffey, 2011).

V roce 1939 Frédéric Joliot-Curie za asistence Hanse Heinricha von Halbana a Lwa Kowalského při pokračujících výzkumech prokázal, že jev štěpení uranových jader je doprovázen intenzivním uvolňováním tepla a emisí dvou až tří nových neutronů. Tyto neutrony mají schopnost vyvolat štěpení za podmínky, že jsou zpomaleny „moderátorem“, který udrží reakci. Zároveň zjistili, že těžká voda je jedním z nejlepších moderátorů a nepohlcuje neutrony. První experimentální jaderný reaktor postavil Enrico Fermi, který uprchl do Spojených států amerických, v roce 1942. Byl postaven ze 400 t grafitu, 6 t uranu a 34 t kysličníku uranu. Štěpná reakce byla udržena několik minut, což se považovalo za úspěch (Leclercq, 1986; Mahaffey, 2011).

V roce 1954 americký Kongres schválil výstavbu pěti prototypových reaktorů různých typů, za použití vařící vody, grafitové moderace, sodíkového chlazení atd. V tomto roce rovněž sovětsí vědci uvedli v Obninsku do provozu první jadernou elektrárnu znatelného výkonu. Výkon byl 5 MW, jako palivo byl použit obohacený uran, moderátorem byl grafit a chladicím médiem vařící voda. Již v roce 1956 uvedla do provozu Velká Británie reaktor o výkonu 50 MW, který byl součástí programu výstavby jaderných elektráren. V tom samém roce Francie spustila reaktor G1 o výkonu 40 MW a v následujících letech ještě G2 a G3. Koncem roku 1958 zahájila Francie výstavbu dalších tří reaktorů, tentokrát už o výkonu 70, 200, 480 MW. Tím se Francie stala na dlouhá léta druhou největší jadernou velmocí (Leclercq, 1986; Mahaffey, 2011).

K datu 31. prosince 2016 bylo dle Mezinárodní agentury pro atomovou energii International Atomic Energy Agency (IAEA) v 29 zemích světa 448 reaktorů s instalovaným výkonem 391 GW. Ke stejnému datu bylo ve výstavbě 61 reaktorů s výkonem 66 GW. Mezi země s největším počtem reaktorů se řadí na první místo Spojené státy americké (112), následuje Francie (57), Společenství nezávislých států

(45) a Japonsko (41). Největší rozmach zažívá v současné době jaderná energetika především v Asii. Z 10 nově postavených bloků během roku 2016 jich hned osm bylo postaveno v tomto světadíle. Konkrétně pět v Číně, po jednom v Pákistánu, Jižní Koreji a Indii. Jeden reaktor byl následně uveden do provozu ve Spojených státech a jeden v Rusku (Handrlica, 2012; Němý, 2017).

V současné době se vede celosvětově debata, zda pokračovat v jaderné energetice či nikoliv. Je to způsobeno především haváriemi, které mají rozsáhlý dopad na obyvatelstvo i životní prostředí. Pokud se v jaderné energetice bude i nadále pokračovat, je velmi pravděpodobné, že štěpení jader nahradí efektivnější způsob získávání energie, a to takzvaná jaderná fúze (Beran, 2018).

1.2 Jaderná elektrárna Temelín

Jaderná elektrárna Temelín je největším energetickým zdrojem v České republice, a po odstavení jaderných elektráren v Německu, je v současné době zároveň nejvýkonnější jadernou elektrárnou ve střední Evropě.

1.2.1 Z historie elektrárny

O výstavbě jaderné elektrárny v lokalitě Temelín bylo rozhodnuto po expertním výběru staveniště pro čtyři výrobní bloky typu VVER 1000 v roce 1980. Již v roce 1982 byl uzavřen kontrakt na dodávku sovětského technického projektu. Tento projekt zahrnoval reaktorovnu, budovu aktivních a pomocných provozů (BAPP) a budovy dieselgenerátorových stanic (DGS). Stavební povolení na výstavbu jaderné elektrárny bylo vydáno v listopadu 1986. I když některé přípravné práce byly zahájeny již v roce 1983, vlastní stavba provozních objektů byla zahájena v únoru 1987. Již od počátku výstavby byl sovětský projekt vylepšován československými odborníky (ČEZ, a.s., 2018).

Po listopadu 1989 došlo vlivem nových politických a především ekonomických podmínek k přehodnocení potřeby výkonu 4 000 MW v České republice. Vláda ČR

svým usnesením č. 103/93 z března 1993 rozhodla o dostavbě Jaderné elektrárny Temelín pouze v rozsahu dvou výrobních bloků. Vzhledem k dodavatelským problémům a ke změnám v politické a následně i hospodářské oblasti po roce 1989 byly termíny dostavby několikrát upraveny. I přes období velkých nejistot byly dva výrobní bloky v modernizované technologii dokončeny. Do reaktoru prvního bloku bylo v červenci 2000 zavezeno první palivo a 21 prosince 2000 vyrobil první elektřinu. Reaktor druhého bloku byl prvně připojen do rozvodné sítě 29 prosince 2002 (ČEZ, a.s., 2018).

1.2.2 Základní informace o jaderné elektrárně

Jaderná elektrárna Temelín je situována přibližně 25 km severně od jihočeské metropole České Budějovice a 5 km jihozápadně od města Týn nad Vltavou. Areál elektrárny se nachází v prostoru vymezeném obcemi Temelín, Březí a již zaniklými osadami Temelíncec a Křtěnov. Elektrárna leží v nadmořské výšce 500 m a je v současné době největším energetickým zdrojem v České republice. Instalovaný výkon elektrárny je více než 2 000 MW ve dvou reaktorových blocích VVER 1000. VVER 1000 je označení pro energetický blok o hrubém elektrickém výkonu 1 000 MW. Jaderná elektrárna Temelín je projektována jako kombinovaný energetický zdroj pro výrobu primárně elektrické energie a sekundárně tepelné energie. Elektrárna, kromě výroby elektrické energie, zajišťuje i výrobu tepla nejen pro vlastní spotřebu, ale i pro vytápění města Týn nad Vltavou a výhledově České Budějovice. V současné době je mimo vlastní objekty areálu ETE dodáváno maximálně 40 MW tepelných (Janouch, 2011; Škranc, 2013).

Výběr vhodné lokality pro stavbu jaderné elektrárny byl analyzován z několika hledisek a poté vybrán z následujících důvodů (Kříž, 2012; Škranc, 2013):

- Hledisko spotřeby elektrické energie v oblasti.
- Hledisko vodohospodářské (v blízkosti je dostatečný zdroj surové vody).
- Hledisko národohospodářské (hustoty osídlení, záboru zemědělské půdy atd.).
- Hledisko seismicity území (na tomto území se nevyskytuje vnitřní seismicita).

- Hledisko geologie území (podloží elektrárny má dostatečnou únosnost).
- Hledisko meteorologických podmínek území.

Spotřeba elektrické energie v oblasti

Jižní Čechy kromě vodních elektráren Lipno I, II a Orlik nemají žádný významnější zdroj elektrické energie. Většina této energie se distribuuje z jiných oblastí, především ze severních Čech. To pro provozovatele energetické soustavy znamená náklady, proto se snaží mít rovnoměrné rozložení výroby i spotřeby v jednotlivých oblastech státu (Škranc, 2013).

Dostatečně vydatný vodní zdroj

Řeka Vltava je jedním z největších vodních toků v naší republice, u kterého ani jaderná elektrárna velkého výkonu nesníží její průtok natolik, aby byl ohrožen její ekosystém. Jaderná elektrárna má poměrně velkou spotřebu vody, která plní funkci teplo-nositele (předávání tepla). Tato voda je při provozu pravidelně vyměňována a doplňována. K největším ztrátám vody dochází především ve vnějších chladicích okruzích, hlavně pak v okruzích cirkulační chladicí vody, jejichž součástí jsou čtyři chladicí věže. V těchto věžích se voda jednak odpařuje a zároveň v podobě drobných kapiček je odnášena proudem vzduchu (Škranc, 2013).

Hustota osídlení

Z důvodu bezpečnosti obyvatelstva byla stanovena vzdálenost 1,5 km od jaderného reaktoru, kde se nesmí vyskytovat trvale žijící obyvatelé. Pro splnění této podmínky musely být zcela asanovány obce Křtěnov, Březí a Temelínec. Velké městské aglomerace se zároveň nachází až za hranicí 25 km od jaderné elektrárny. V tomto pásmu provozovatel jaderné elektrárny pravidelně sleduje její vliv na okolí měřeními aktivity vod, ovzduší, půdy a zemědělských produktů (Škranc, 2013).

Geologické podmínky

Geologické podmínky byly jednou ze základních požadavků pro výstavbu jaderného zařízení. Především seismicita v dané oblasti musí splňovat nejnáročnější požadavky. Podmínkou bylo, aby hlavní výrobní bloky nebyly umístěny na hranicích litosférických

desek, ani na jejich zlomech. Jelikož riziko jakéhokoliv zemětřesení nelze nikdy zcela vyloučit, je v projektu počítáno s odolností objektů a zařízení při zemětřesení o síle do 6 stupňů RichtEROVY stupnice. Nejtěžší objekty byly postaveny na podloží s vysokou únosností (Škranc, 2013; Vyhláška č. 378/2016 Sb.).

Meteorologické podmínky území

Na území převládá severovýchodní proudění větrů a díky umístění na vrcholu kopce dochází k velkému tepelnému rozptylu odpadního tepla. Z tohoto důvodu dochází k malému ovlivňování podnebí v blízkosti elektrárny (Škranc, 2013).

Ochranné pásmo elektrárny

Z důvodu radiační bezpečnosti byla kolem elektrárny vytyčena ochranná pásma, která jsou ve vzdálenosti o poloměru 5 km a 13 km, vždy od středu reaktorovny prvního výrobního bloku. Některé zdroje uvádějí ochranné pásmo 5 a 13 km, jiné zase hygienické ochranné pásmo o poloměru 5 km a pásmo havarijního plánování o poloměru 13 km. Není podstatné, jak se tato pásma nazývají, ale jde o jejich účel. Jednou funkcí je určení zóny pro havarijní plánování, druhou funkcí je vymezený prostor pro monitorování radiační situace (Škranc, 2013).

Dopravní napojení

Silniční komunikace je nejdůležitější přístupovou cestou k jaderné elektrárně, neboť po ní je dopravován personál, náhradní díly, materiál i provozní hmoty a některé chemikálie. Zároveň slouží v případě mimořádné události pro evakuaci osob mimo elektrárnu a případný přístup zasahujících složek k elektrárně.

Železniční napojení mělo klíčový význam především v době výstavby, kdy byl po železnici dopravován stavební materiál a těžké díly technologie. Po zprovoznění jaderné elektrárny sloužila pro dopravu chemikálií, olejů, rozměrných dílů do výrobních závodů na opravy a jaderného paliva. V současnosti je železniční napojení využíváno jen zřídka (Škranc, 2013).

Napojení na elektrifikační síť

Vyvedení výkonu z každého reaktorového bloku je zajištěno vyvedením výkonu

dálkovým elektrickým vedením 420 kV do venkovní rozvodny u obce Kočín. Rozvodna Kočín je napojena do rozvodného systému ČEPS (společnost zajišťující na území České republiky provoz elektroenergetické přenosové soustavy) pomocí pěti tras vedení velmi vysokého napětí. Jsou to jednoduché linky na rozvodny Chodov a Řeporyje u Prahy, do rozvodny Přeštice u Plzně a dvojitá linka na rozvodnu Dasný u Českých Budějovic. Odtud pokračuje jednoduchá linka 420 kV do rozvodny Slavětice u Jaderné elektrárny Dukovany a vodního díla Dalešice (Baran, 2002; Škranc, 2013).

Rezervní napájení vlastní spotřeby

Rezervní napájení vlastní spotřeby je pro každý reaktorový blok zajištěno samostatným vedením 110 kV z rozvodny Kočín. Část rozvodny Kočín, která je vyčleněna pro rezervní napájení vlastní spotřeby ETE, je napájena z několika nezávislých zdrojů. Primárně je využívána 420 kV síť, z níž pomocí dvou transformátorů 400/110 kV získáváme rezervní napájení. Sekundárně jsou využívány přívody ze dvojice 110 kV vedení z rozvodny Dasný, která je přímo napojena na rozvodnu VD Lipno II a I. Vedení propojující rozvodnu Kočín s Hněvkovicemi slouží za normálního provozu současně k napájení čerpací stanice surové vody (Škranc, 2013).

Zásobování ETE vodou

Výroba elektrické energie v ETE je nerozlučně spojena s vodou, která se využívá k transportu tepelné energie. Voda, v kapalném skupenství, plní funkci v primárním okruhu, který přenáší teplo z reaktoru do parogenerátorů, v nichž předává teplo sekundárnímu okruhu. V sekundárním okruhu je následně tepelná energie transportována v parní fázi z parogenerátorů do parní turbíny. Voda se nachází rovněž ve vnějších chladicích okruzích, jimiž odvádí nízkopotenciální teplo z vnitřních chladicích okruhů do atmosféry (Škranc, 2013).

Přívod technologické a pitné vody

Surová voda je do elektrárny dopravována z čerpací stanice, která je vybudovaná na levém břehu vodního díla Hněvkovice na řece Vltavě. Využitelný objem Hněvkovické nádrže je 20 milionů m³. Čerpací stanice surové vody má celkovou kapacitu 4,16 m³/s + 50% rezervu z důvodu původního projektu pro potřebu čtyř reaktorových

bloků. V současné době se čerpá průměrně 1,65–2,0 m³/s, což je mezi 5 940 a 7 200 m³/hod. K dopravě surové vody se využívá jednoho ze dvou řadů o světlosti 1 600 mm spojujících čerpací stanici se zásobním vodojemem 2 × 15 000 m³ (Škranc, 2013).

Pitná voda pro potřebu výstavby a provozování ETE je zajišťována samospádem z vodojemu Zdoba potrubím o světlosti 400 mm s kapacitou cca 74,4 l/s. Kapacita tohoto přívodu je několikanásobně předdimenzována, neboť původní plán výstavby předpokládal až 15 000 pracovníků (Škranc, 2013).

Odvod odpadních vod

Splaškové vody na území elektrárny jsou čištěny v mechanicko-biologické čistírně a následně zaváděny do akumulární nádrže odpadních vod.

Průmyslové odpadní vody (Odluhy) z vnějších chladicích okruhů a očištěné odpadní vody z chemických provozů jsou shromažďovány v akumulární nádrži a společně s přečištěnými splaškovými vodami jsou odváděny odpadními řadami do tlumicího objektu Kořensko a dále do řeky Vltavy. Protože mezi Kořenskem a elektrárnou je velký výškový rozdíl (cca 150 m), je energie vypouštěné vody využívána na výrobu elektrické energie v malé vodní turbíně (Škranc, 2013).

Dešťové vody z území elektrárny jsou odváděny přes pojistné nádrže a dále retenční nádrž v areálu Býšov do potoka Strouha, který se vlévá do Vltavy v místě vodní nádrže Hněvkovice.

1.3 Provoz Jaderné elektrárny Temelín

Jaderná elektrárna Temelín byla vybudována podle projektu dodaného ze Sovětského svazu. Tento projekt byl upraven podle našich norem a následně postupně zrealizován.

1.3.1 Dispoziční uspořádání

Na vlastní architektonické členění elektrárny můžeme pohlédnout hned z několika

hledisek. Jedním aspektem je skutečnost, zda se objekt nachází v areálu ETE nebo mimo tento areál. S tímto členěním souvisí i stupeň fyzické a elektronické ostrahy. Mezi další důležitá členění patří určení, zda se prostor nachází v kontrolovaném nebo sledovaném pásmu či nikoliv (Škranc, 2013).

Nestřežený prostor elektrárny se nachází mimo vnější bariéru fyzické ochrany. Do tohoto prostoru patří administrativní budovy, budovy oprav a generálních oprav, školicí středisko, retenční nádrže, pojistná nádrž, parkoviště, nádraží, informační centrum apod. Střežený prostor je základní část areálu elektrárny ohraničený vnější bariérou fyzické ochrany. Zde se nachází hlavní výrobní blok (HVB) I a II, čerpací stanice, plynová kotelna, chladicí věže, nízkotlaká kompresorová stanice, stanice zdroje chladu, chemická úprava vody, úprava chladicí vody, dílny a sklady údržby atd. Vnitřní prostor lze specifikovat jako prostor u vybraných objektů ohraničený pláštěm budovy. Prostor v kontrolovaném pásmu se skládá z HVB I a II, BAPP, zdravotního střediska (pracoviště osobní radiační kontroly), skladu vyhořelého jaderného paliva, laboratoře radiační kontroly v Českých Budějovicích (Škranc, 2013).

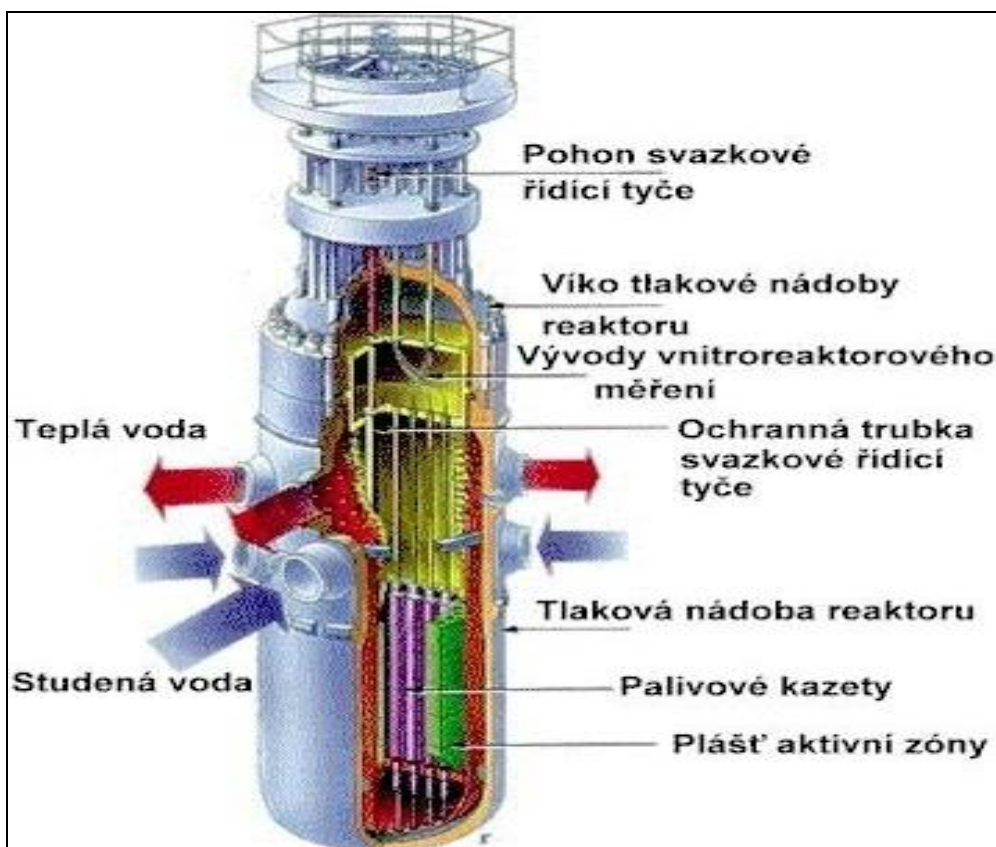
Na dispoziční rozdělení ETE lze nahlížet rovněž z pohledu užití objektů a provozů. Jsou to objekty pro výrobu elektrické energie (hlavní výrobní bloky, dieselgenerátorové stanice), objekty pro rozvod elektrické energie (rozvodny 400 kV a 110 kV HVB I a II), chemické provozy (úprava chladicí vody, chemická úprava vody, sklad chemikálií a neutralizace, čisticí stanice odpadních vod, gravitační odlučovač ropných produktů), čerpací stanice (čerpací stanice technické vody nedůležité, čerpací stanice požární vody, čerpací stanice surové vody), objekty pro akumulaci vod (vyrovnávací vodojem), objekty pro výrobu a skladování plyných médií (nízkotlaká kompresorová stanice, hospodářství technických plynů, sklad technických plynů), objekty dílen a skladů (Škranc, 2013).

Mezi objekty a provozy podle vztahu k hlavním výrobním blokům patří budovy reaktorů hlavního výrobního bloku, ventilační komíny, mezistrojovny, strojovny HVB I a II, haly blokové úpravy kondenzátu, blokové výměňkové stanice, elektrorozvodny, blokové, odbočkové a rezervní transformátory, systémové

dieselgenerátorové stanice, vysokotlaké kompresorové stanice (Škranc, 2013).

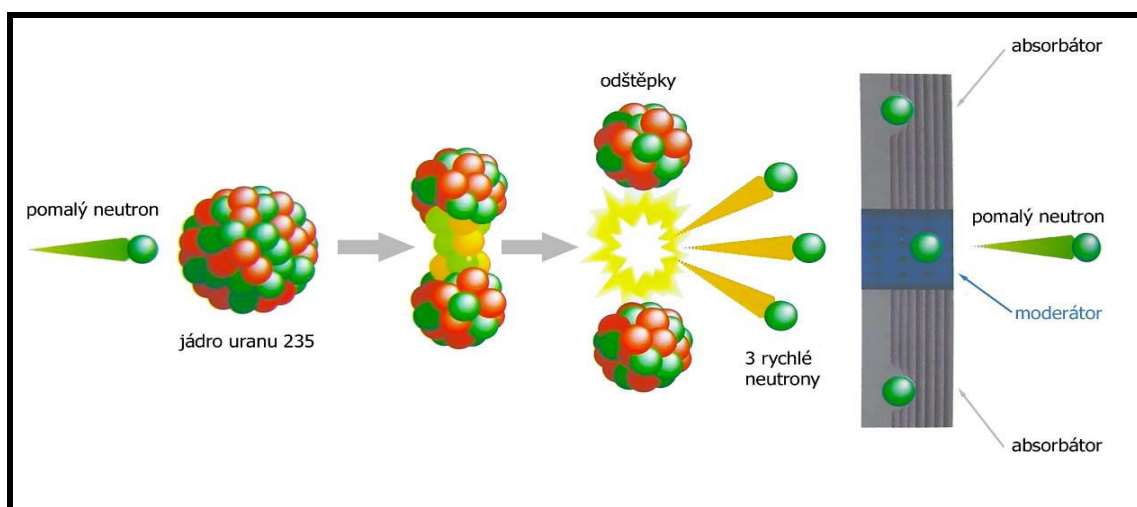
1.3.2 Teorie jaderných reaktorů

Jaderný reaktor typu VVER 1000 je technologické zařízení, ve kterém dochází k přeměně jaderné energie na tepelnou (obr. 1). Štěpením jader uranu (^{235}U) dochází k uvolňování tepelné energie z jaderného paliva umístěného v aktivní zóně jaderného reaktoru. Uvolněné teplo přestupuje do chladiva primárního okruhu (chemicky upravené vody), která cirkuluje aktivní zónou reaktoru. Aktivní zóna je umístěna v reaktorové nádobě, jež zajišťuje průtok chladiva aktivní zónou a zároveň tvoří bariéru proti úniku radioaktivity. Reaktorová nádoba je konstruována tak, aby vydržela vysoký tlak chladiva, který je nutný pro udržení chladiva za všech podmínek v kapalném stavu. Ke každému reaktoru jsou připojeny čtyři cirkulační smyčky (Otčenášek, 2003; Cencinger, 2008).



Obrázek 1 Reaktor typu VVER 1000 na ETE (Zdroj: ČEZ, a.s., 2019)

Reaktor typu VVER 1000 je určen pro práci v systému reaktorového zařízení se čtyřmi paralelními chladicími smyčkami, především v základním jmenovitém režimu s tepelným výkonem 3 000 MW. Reaktor VVER 1000 je tlakovodní heterogenní, energetický reaktor, ve kterém je řízená štěpná řetězová reakce vyvolána tepelnými neutrony. Při rozštěpení jádra uranu (^{235}U) vznikají kromě štěpných trosk ještě 2-3 rychlé neutrony, které musí být zpomaleny (snížení jejich energie pomocí moderátoru) tak, aby jako tepelné neutrony vyvolaly štěpení (obr. 2). K tomuto účelu je v reaktoru VVER 1000 použita jako moderátor chemicky upravená voda, která je zároveň chladivem. Štěpná řetězová reakce je v reaktoru řízená dvěma způsoby. Jednak změnou koncentrace kyseliny borité při kompenzaci dlouhodobých změn reaktivity v průběhu kampaně, nebo pomocí svazkových řídicích tyčí (tzv. klastrů) pro kompenzaci okamžitých (rychlých) změn neutronového toku a pro rychlé přerušení řetězové reakce (Comby, 2007; Cencinger, 2008).

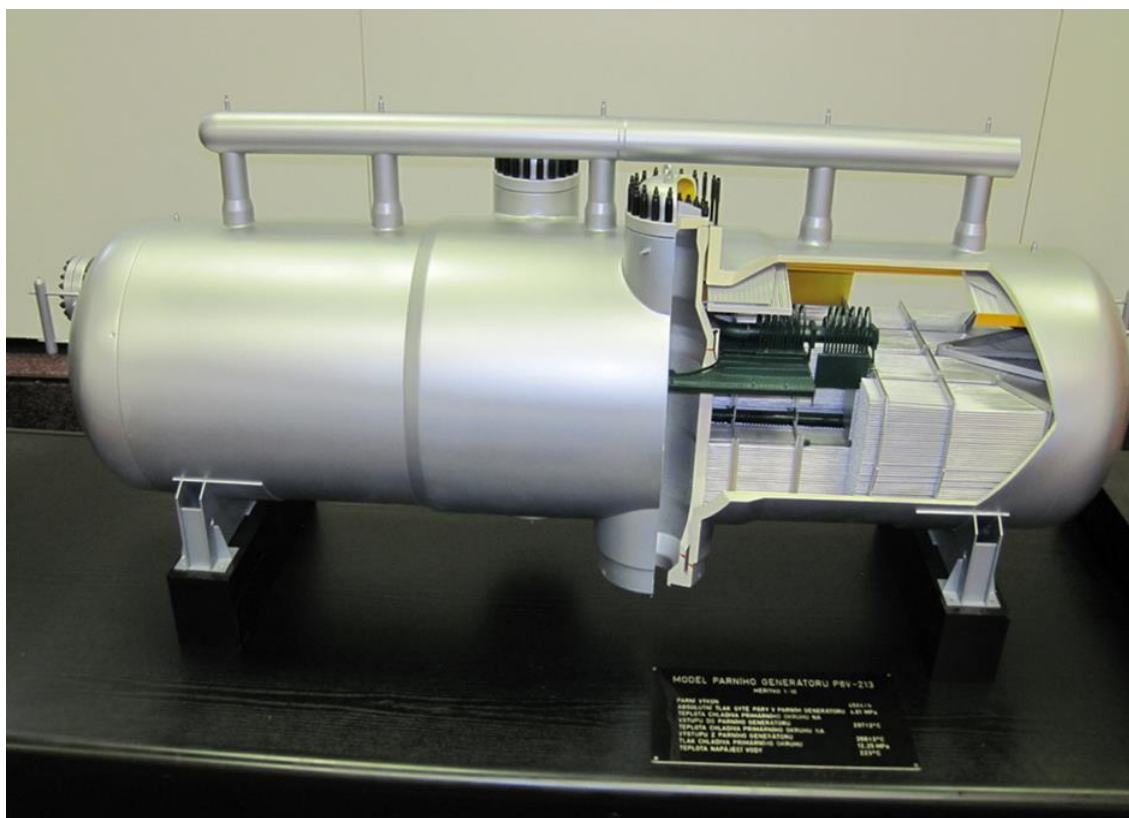


Obrázek 2 Štěpení jader uranu pomocí zpomalených neutronů (Zdroj: ČEZ, a.s., 2019)

Jako palivo reaktoru VVER 1000 je použit mírně obohacený uran (cca až 4 % ^{235}U) ve formě keramických tablet uložených do palivových proutků, které jsou umístěny v bezobálkovém šestihránném palivovém souboru. Výměna paliva je kampaňovitá a provádí se pouze na vychlazeném a demontovaném reaktoru. Během výměny paliva probíhá údržba zařízení primárního okruhu, veřejně známá pod názvem „plánovaná odstávka“ (Štamberg, 1994; Cencinger, 2008).

Cirkulační smyčka, která spojuje reaktor s parogenerátorem, je rozdělena do dvou větví, studené a horké. Horkou větví proudí ohřáté chladivo z reaktoru do parogenerátoru a studenou větví cirkulační smyčky proudí chladivo z parogenerátoru zpět do reaktoru. Ve studené větvi cirkulační smyčky je umístěno hlavní cirkulační čerpadlo, které zabezpečuje cirkulaci chladiva mezi reaktorem a parogenerátorem a tím odvod tepla z reaktoru do parogenerátoru. V parogenerátoru předává chladivo (primární okruh) akumulované teplo napájecí vodě (sekundární okruh), která se mění na páru pohánějící parní turbínu. Ochlazené chladivo z parogenerátoru proudí prostřednictvím hlavního cirkulačního čerpadla studenou větví cirkulační smyčky zpět do reaktoru. V primárním okruhu jaderného reaktoru VVER 1000 jsou čtyři cirkulační smyčky tvořené potrubím (o jmenovité světlosti DN 850) vyrobeným z vysokopevnostní legované oceli. Vnitřní povrch tohoto potrubí je opatřen výstelkou z austenitické nerezové oceli (Cencinger, 2008; Vyhláška č. 375/2016 Sb.).

Parogenerátor je rekuperační tepelný výměník, pomocí kterého se přenáší tepelná energie z primárního do sekundárního okruhu (obr. 3). Chladivo z reaktoru cirkuluje trubkami teplosměnné plochy parogenerátoru, které jsou z vnější strany zatopeny sekundární napájecí vodou. Teplo z chladiva přestupuje stěnou teplosměnných trubek do napájecí vody, která se ohřátím (při nižším tlaku) mění na sytou páru. Sytá pára proudí z parogenerátoru parním kolektorem do parní turbíny, ve které se tepelná energie mění na mechanickou. V kondenzátoru parní turbíny pára zkondenzuje, kondenzát se upraví (teplo a tlak) na napájecí vodu, kterou napájecí čerpadlo dopravuje zpět do parogenerátoru. Parogenerátor tedy odděluje primární okruh od sekundárního, proto jsou na jeho provedení a kontroly obzvláště na těsnost kladeny nejpřísnější požadavky (Cencinger, 2008).

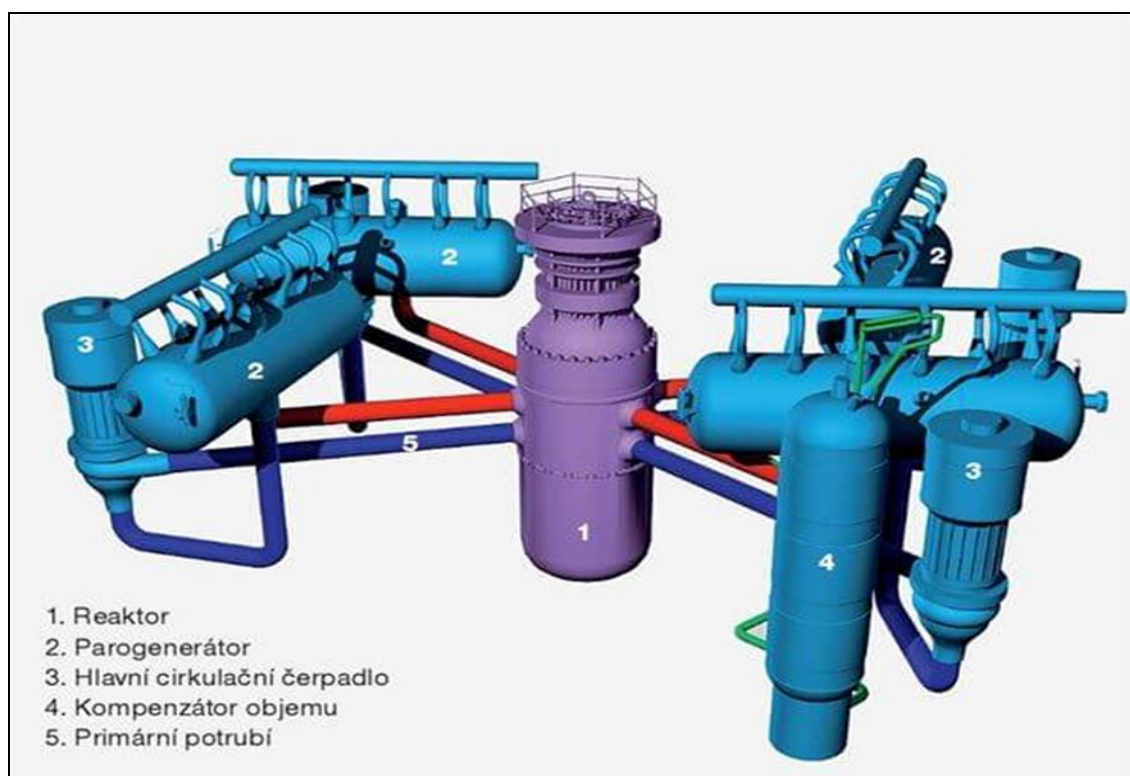


Obrázek 3 Model parogenerátoru na ETE (Zdroj: ČEZ, a.s., 2019)

Chladivo primárního okruhu musí být ve všech provozních stavech neustále v kapalném skupenství. Jak již bylo uvedeno, primární okruh tvoří uzavřená tlaková nádoba zaplněná vodou (chladičem) o vysokém tlaku. Mění-li se provozní stavy v primárním okruhu, mění se teplota chladiva a tím i jeho objem. Objem primárního okruhu se ovšem nemění. To má za následek změnu tlaku chladiva. Tlak nesmí poklesnout pod hodnotu, při které se voda začne odpařovat, což by mohlo mít za následek tavení paliva. Zároveň tlak nesmí překročit určitou předepsanou hodnotu, aby byla zachována celistvost primárního okruhu. Proto se musí tyto změny objemu chladiva a tím i změny jeho tlaku kompenzovat. K tomuto účelu je na jednu cirkulační smyčku, a to na její horkou větev, připojen kompenzátor objemu. Ten kompenzuje, tedy vyrovnává objemové změny chladiva. Proti překročení tlaku jsou za kompenzátořem objemu instalovány pojistné ventily spojené s barbotážní nádrží, kam lze část chladiva přepustit. Celý tento soubor zařízení tvoří dohromady systém kompenzace objemu (Hejzlar, 2005; Cencinger, 2008).

1.3.3 Primární část

Jaderná elektrárna je tvořena bloky s tlakovodními reaktory VVER 1000. Každý blok je dvouokruhový a skládá se z primárního a sekundárního okruhu. V primárním okruhu (obr. 4) se mění jaderná energie (izotop ^{235}U) prostřednictvím řízené štěpné reakce na tepelnou, která se přenáší do sekundárního okruhu, v němž se následně mění na mechanickou a elektrickou energii. Proces přeměny jaderné energie na tepelnou zabezpečuje v primárním okruhu jaderný reaktor VVER 1000, v jehož aktivní zóně je umístěno palivo (mírně obohacený uran), v němž dochází ke štěpení jader ^{235}U , a tím k vývinu tepla, které se akumuluje do chladiva primárního okruhu (Cencinger, 2008; Ullman, 2009).



Obrázek 4 Primární okruh na ETE (Zdroj: ČEZ, a.s., 2019)

Chladivo primárního okruhu proudí z reaktoru do parního generátoru, kde se akumulované teplo předává přes plochy stěny teplosměnných trubek napájecí vodě sekundárního okruhu, která se ohřívá a mění se na sytou páru. Z parogenerátoru proudí chladivo zpět do reaktoru, kde se opět ohřeje a celý proces přenosu a přeměny energie

se znovu opakuje. Parní generátor (parogenerátor) odděluje radioaktivní primární okruh od neradioaktivního sekundárního okruhu. Cirkulaci chladiva mezi reaktorem a parním generátorem zabezpečují hlavní cirkulační čerpadla (Cencinger, 2008).

Primární okruh je v podstatě uzavřená tlaková nádoba zaplněná chladivem (vodou), jehož objem se mění v závislosti na teplotních změnách v okruhu. Objemové změny chladiva vyvolávají změny tlakové (Cencinger, 2008).

Bezpečný a bezporuchový provoz primárního okruhu ETE je zajištěn systémy čištění chladiva a pomocnými systémy. K systémům čištění chladiva patří „*systém čištění chladiva primárního okruhu*“ a „*čisticí stanice drenážních vod primárního okruhu*“. K pomocným systémům patří „*systém organizovaných úniků*“, „*systém doplňování a bórové regulace*“ a „*systém spalování vodíku*“. K dalším systémům důležitým pro provoz primárního okruhu patří havarijní systémy, systém chlazení bazénů skladování vyhořelého paliva, vložený okruh chlazení, systém bórového koncentrátu, systém vody obsahující bór, speciální kanalizace reaktorovny a ventilační systémy (Cencinger, 2008).

Primární okruh s pomocnými, havarijními a ostatními systémy tvoří jako celek primární část jaderné elektrárny. Zařízení primární části jsou umístěna v budově reaktoru (reaktorovně) a v budově aktivních a pomocných provozů. Primární okruh je umístěn v ochranné obálce tvořící bariéru proti průniku radioaktivity a je hermeticky oddělen od ostatních částí ETE a životního prostředí (Cencinger, 2008).

V projektu jaderné elektrárny VVER 1000 se počítá s možností vzniku havarijní situace a únikem radioaktivního chladiva z primárního okruhu během provozu tak, že dojde k porušení hermetičnosti primárního okruhu. Jako maximální projektová havárie se uvažuje úplné přerušení hlavního cirkulačního potrubí o jmenovité světlosti DN 850 (studené větve na vstupu do reaktoru) s oboustranným výtokem chladiva. Přitom se předpokládá, že dojde k natavení asi 10 % aktivní zóny reaktoru a k naplnění ochranné obálky parovzdušní směsí obsahující radionuklidy (Cencinger, 2008).

Za provozu vznikají v primární části ETE kapalné, plynné a tuhé radioaktivní odpady.

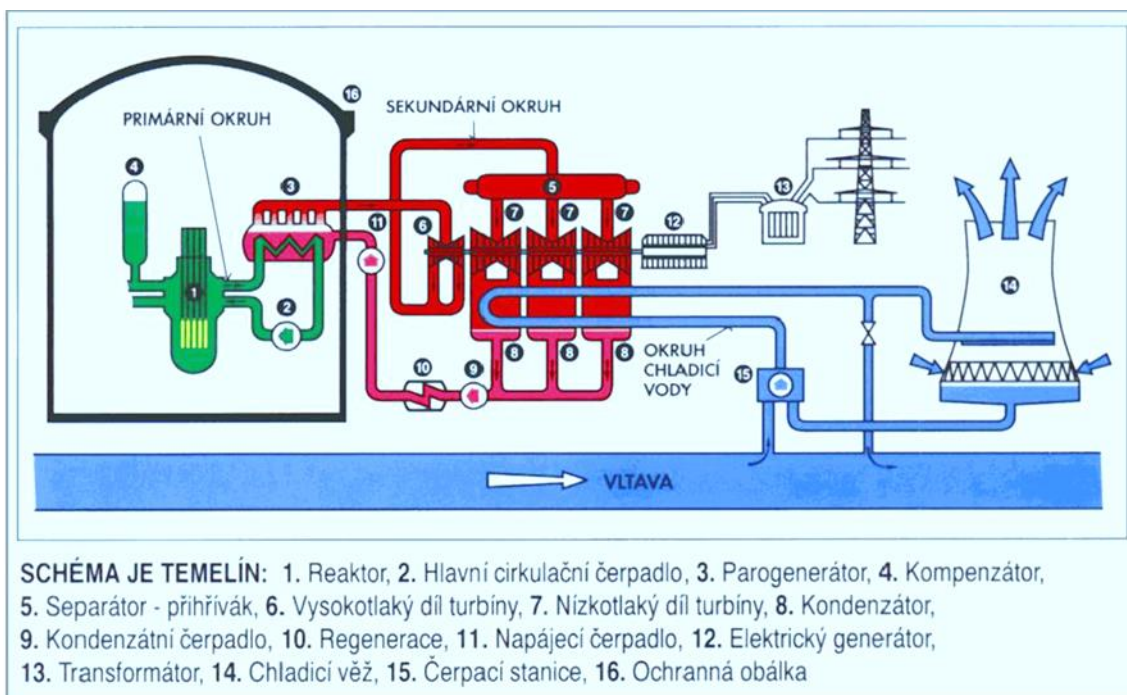
Kapalná a plynná radioaktivní média se čistí v čistících stanicích umístěných v budově aktivních a pomocných provozů. Pevné radioaktivní odpady se ukládají do speciálních kontejnerů nacházejících se v budově aktivních a pomocných provozů a poté se převáží do spalovny, respektive do uložistiště v Jaderné elektrárně Dukovany (Cencinger, 2008).

1.3.4 Sekundární část

Sekundární část ETE tvoří rozsáhlý soubor technologických systémů a zařízení zajišťujících velké množství úkolů. Bez těchto technologických celků by byl provoz jaderné elektrárny buď úplně vyloučen, nebo nebezpečný, případně neekonomický (Škranc, 2015).

Mezi nejdůležitější úkoly sekundární části jaderné elektrárny patří zajištění vysoké účinnosti přeměny tepelné energie získané štěpením jaderného paliva a předané do sekundárního okruhu parogenerátory na energii mechanickou a dále na elektrickou pomocí turbosoustrojí (parní turbíny a turboalternátoru). Celý popis graficky znázorňuje základní tepelné schéma ETE (obr. 5). Úkolem je zabezpečení udržování bloku v horké rezervě při jeho krátkodobých odstávkách (max. 48 hodin) a zajištění dochlazování bloku při jeho plánovaném, ale i havarijním odstavení. Sekundární část rovněž slouží k vyvedení části tepelné energie pro vytápění objektů ETE a města Týn nad Vltavou, k zajištění dopravy surové vody na území elektrárny a její skladování, k odvodu nízkopotenciální tepelné energie z kondenzátorů parní turbíny a dalších zařízení do atmosféry (Matal, 2011; Škranc, 2015).

Sekundární část zajišťuje bezpečné skladování a distribuci technických plynů nutných při výrobě elektrické energie v ETE (vodíku a dusíku), maziv (např. turbínového oleje) a pohonných hmot (motorové nafty). Zajišťuje výrobu, skladování a rozvod nízkotlakého a vysokotlakého vzduchu, odvod tepla z vybraných zařízení primárního okruhu a sekundárního okruhu pomocí speciálních chladicích okruhů, přívod a odvod vzduchu z některých objektů ETE a jeho úpravu podle požadavků daných provozovanou technologií (Škranc, 2015).



Obrázek 5 Základní tepelné schéma ETE (Zdroj: ČEZ, a.s., 2019)

Technologické systémy strojovny

Mezi technologické systémy řadíme (Ležerovich, 2005; Šťastný, 2006; Škranc, 2015):

- **Rozvod páry.** Soustava parovodů a parních kolektorů, které zajišťují dopravu páry od parogenerátorů k turbíně, rozvod páry pro vlastní spotřebu blokových a neblokových spotřebičů ETE ve všech režimech jejího provozu.
- **Parní turbína** je tepelný (točivý) stroj sloužící pro přeměnu tepelné energie na energii mechanickou. U bloků VVER 1000 v ETE jsou použity čtyřtělesové kondenzační parní turbíny na sytou páru o výkonu 1 000 MW.
- **Systém kondenzace** je soubor subsystémů a zařízení, která zajišťují odvod nízkopotenciální tepelné energie ze sekundárního okruhu a tím přeměnu páry vystupující z parní turbíny na kondenzát při velmi nízkém tlaku a k dopravě tohoto kondenzátu do dalších systémů sekundárního okruhu.
- **Nízkotlaká regenerace** je určena k ohřevu hlavního kondenzátu před vstupem do tepelné úpravy vody, pomocí páry přiváděné z odběrů parní turbíny, na teplotu 120–164 °C ke zlepšené účinnosti oběhu.

- **Tepelná úprava vody** zajišťuje termické odplynění kondenzátů přitékajících z vybraných zařízení jejich dohřátím na mez sytosti při tlaku 0,7–1,2 MPa podle režimu provozu. Vytváří zásoby napájecí vody pro napájení parogenerátoru a vytváří tlak na sání napájecích čerpadel. Systém pomocných nádrží zajišťuje sběr technologických kondenzátů z vybraných zařízení ETE.
- **Napájení parogenerátoru** je soubor zařízení, který zajišťuje dopravu napájecí vody do parogenerátorů a tím se mimo jiné podílí na regulaci jejich hladiny při najíždění bloku, nominálním provozu bloku, odstavení bloku, udržování bloku v horké rezervě a parovodním režimu dochlazování primárního okruhu.
- **Vysokotlaká regenerace** ohřívá napájecí vodu před vstupem do parogenerátorů ve dvou tepelných výměnících na teplotu 117–223 °C pomocí odběrové páry a zbytkového tepla kondenzátu z topné páry pro zvýšení tepelné účinnosti bloku a snížení tepelného namáhání teplosměnných ploch parogenerátoru.
- **Systém udržování bloku v horké rezervě** zajišťuje odvod tepelné energie z primárního okruhu v případě, jestliže je nutné provést na zařízení bloku opravu, nebo z jiného důvodu přerušit výrobu elektrické energie na dobu delší jak 8 hodin, avšak kratší jak 48 hodin. Za těchto podmínek je výrobní blok udržován tímto systémem na nominálních parametrech.
- **Vnější objekty sekundární části.** Technologické systémy a zařízení umístěná ve vnějších objektech sekundární části vytvářejí svojí funkcí nejenom podmínky pro přeměnu tepelné energie na energii mechanickou (provoz sekundárního okruhu), ale i podmínky pro bezpečný a bezporuchový provoz primární části a elektrické části ETE.

Vnější objekty a pomocné systémy sekundárního okruhu

Mezi vnější objekty nacházející se ve střeženém prostoru ETE a pomocné provozní systémy řadíme (Škranc, 2015):

- **Zásobování ETE teplem** je soubor systémů a zařízení zajišťujících teplo pro vytápění jednotlivých částí hlavního výrobního bloku a ostatních objektů ETE. Část

tepla se rovněž využívá k vytápění Týna nad Vltavou. Pomocná plynová kotelna, která je součástí tohoto systému, je kromě výše uvedeného úkolu určena k dodávce páry pro najíždění bloku a pro horké zkoušky parní turbíny turbosoustrojí 1 000 MW.

- **Centrální hospodářství nafty a mazacích olejů** je složeno ze tří základních částí. Hospodářství motorové nafty slouží ke stáčení, skladování a automatické doplňování motorové nafty do zásobních nádrží dieselgenerátorových stanic. Hospodářství turbínového oleje je určeno ke stáčení a skladování oleje pro provozní olejové nádrže turbosoustrojí 1 000 MW, turbonapájecí zařízení, hlavní cirkulační čerpadla a doplňovací čerpadla primárního okruhu. Doprava oleje mezi centrálním hospodářstvím mazacího oleje a hlavním výrobním blokem je zajištěna pomocí automobilních nebo železničních cisteren. Hospodářství motorového oleje slouží ke stáčení, skladování a k výdeji motorového oleje pro dieselgenerátorové stanice.
- **Zásobování ETE vodou** zajišťuje dopravu surové vody do ETE, její skladování a dále pak její chemickou úpravu pro potřeby jednotlivých okruhů (výrobu přídavné vody a demivody).
- **Vnější chladicí okruhy** zajišťují cirkulaci vody ve chladicích okruzích cirkulační chladicí vody, technické vody důležité a průtok technické vody nedůležité přes připojené spotřebiče, a tím zajišťuje odvod odpadního tepla z příslušných systémů do atmosféry.
- **Kanalizace a vypouštění odpadních vod.** Soustava potrubních tras, určených ke sběru kapalných průmyslových odpadů a splaškových a dešťových vod, které jsou po případném přečištění odváděny z území ETE do řeky nebo vraceny zpět k technologickému použití. U části odpadních vod se využívá jejich energetický potenciál k výrobě elektrické energie (malá vodní elektrárna) a zároveň se práce turbín využívá k provzdušnění a homogenizaci odpadních vod s vltavskou vodou.
- **Dieselgenerátorové stanice** slouží jako autonomní zdroje elektrické energie určené pro pohon spotřebičů přesně definovaných systémů jednotlivých reaktorových bloků, nezbytně nutných k bezpečnému odstavení a dochlazení bloku.

Dieselgenerátorové stanice zajišťují elektrické napájení v případě poruchy napájení systému vlastní spotřeby bloku.

- **Hospodářství technických plynů** zajišťuje bezpečné skladování, úpravu parametrů (popřípadě změnu skupenství) a rozvod vodíku, dusíku ke spotřebičům.
- **Vysokotlaká kompresorová stanice a rozvod vysokotlakého vzduchu** slouží k výrobě vysokotlakého sušeného vzduchu, který je nutný k ovládní rychločinných armatur na potrubích vystupujících z kontejnmentu. Rozvody vysokotlakého sušeného vzduchu zajišťují jeho dopravu k příslušným armaturám pro oba výrobní bloky.
- **Nízkotlaká kompresorová stanice a rozvody nízkotlakého vzduchu** vyrábí nízkotlaký vzduch pro potřeby údržby, chemické provozy, tlakovou zkoušku kontejnmentu a ovládní zpětných odběrových klapek u parní turbíny, armatur v chemické úpravně vody a pro laboratoře.
- **Stanice zdroje chladu a rozvod ochlazované vody.** Zařízení určené k předávání nízkopotenciální tepelné energie. Rozvod je zajištěn pomocí systému ochlazované vody z klimatizačních a ventilačních systémů, do okruhu cirkulační chladicí vody a tím do atmosféry.

1.3.5 Bezpečnost jaderné elektrárny Temelín

Na bezpečné provozování jaderného zařízení má vliv hned několik prvků. Jedním z nich jsou pracovníci ETE, kteří se svým profesionálním přístupem a kulturou podílí na bezpečném provozování jaderného zařízení. Mezi další prvky patří provozní a bezpečnostní systémy (zařízení), které přímo nebo nepřímo mají vliv na bezpečnost. Pro lepší pochopení dané věci uvedu pár pojmů.

Jadernou bezpečnost lze specifikovat jako stav a schopnost jaderného zařízení a jeho obsluhy zabránit nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce nebo nedovolenému úniku radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do životního prostředí a omezovat následky nehod (Urbančík, 2015; Ševčík, 2018).

Kultura bezpečnosti je soubor charakteristik a osobních postojů v organizaci a myšlení lidí, který zajišťuje, že problémům bezpečnosti je věnována nejvyšší priorita odpovídající jejich významnosti (Ševčík, 2018).

Bezpečnostní systémy jsou systémy důležité z hlediska jaderné bezpečnosti, které zajišťují nebo se přímo i nepřímo podílejí na zajišťování bezpečnostních funkcí. Za jasně definovaných podmínek mohou tyto systémy nebo jejich části a zařízení plnit určené projektové funkce v normálním provozu. Veškeré bezpečnostní a havarijní systémy jsou zajištěny minimálně třemi nezávisle na sobě pracujícími systémy (LEE, 2011; Urbančík, 2015).

Diverzifikace je určitý způsob zálohování, který spočívá v použití prostředků, které mají odlišné vlastnosti než prostředky, jejichž funkci zálohují (Ševčík, 2018).

Podpůrné systémy jsou zařízení (systémy či subsystémy, divize nebo komponenty) podporující zajišťování bezpečnostních funkcí systémů vyžadujících činnost podpůrných systémů (Ševčík, 2018).

Normální provoz jsou všechny stavy a operace plánovaného provozu jaderného zařízení při dodržení limitů a podmínek bezpečného provozu jaderného zařízení. Jsou to zejména uvádění reaktoru do kritického stavu, ustálený provoz a odstavení reaktoru, zvyšování a snižování jeho výkonu, údržba, opravy a výměna paliva (Ševčík, 2018).

Limity a podmínky (LaP) jsou požadavky zformulované zákonem č. 263/2016 Sb., atomový zákon a o změně a doplnění některých zákonů, který v § 4 odd. 3 písm. c) uvádí, že: „*Pro účely tohoto zákona se rozumí limity a podmínky: soubor požadavků, při jejichž plnění je výkon činnosti považován za bezpečný.*“ Limity a podmínky jsou nástrojem pro indikaci, vyhodnocení a dodržování výchozích požadavků bezpečnostních analýz. Jsou určeny pro normální a abnormální provoz a jsou nadřazeny všem provozním předpisům řešícím provozní stavy normálního a abnormálního provozu (Urbančík, 2014; Ševčík, 2018).

Zdůvodnění výběru zařízení pro zařazení do LaP

V souladu se základními principy a kritérii projektu jaderného zařízení musí být k zajištění bezpečného provozu projektem zaručeno plnění následujících všeobecných bezpečnostních kritérií (Ševčík, 2018):

- Schopnost bezpečně odstavit reaktor a udržet jej v podmínkách bezpečného odstavení.
- Schopnost odvádět zbytkové teplo z aktivní zóny.
- Schopnost omezit úniky radioaktivních látek tak, aby úniky nepřekročily stanovené limity.

Bezpečnostní limity jsou mezní hodnoty fyzikálních a technologických parametrů, které přímo ovlivňují stav fyzických bariér bránících úniku radioaktivních látek z jaderného zařízení do životního prostředí a které nesmí být překročeny. Bariéry proti úniku radioaktivních látek do životního prostředí jsou (Ševčík, 2018):

- Pevná keramická struktura samotného paliva.
- Pokrytí palivových proutků.
- Tlaková hranice primárního okruhu.
- Železobetonová šachta reaktoru.
- Ochranná obálka (kontejnment-železobetonový objekt s extrémní odolností).

Jaderná bezpečnost je neoddělitelně spojena s bezpečností provozu jaderného zařízení, navazuje na ni a vytváří nebo doplňuje užívané postupy, metodiky a kritéria v souladu se zpětnou vazbou na provoz, s nejnovějšími poznatky a požadavky dané národní legislativou, doporučením mezinárodních organizací nebo celosvětovým rozvojem v oblasti jaderné bezpečnosti (ÚJV, a.s., 2019).

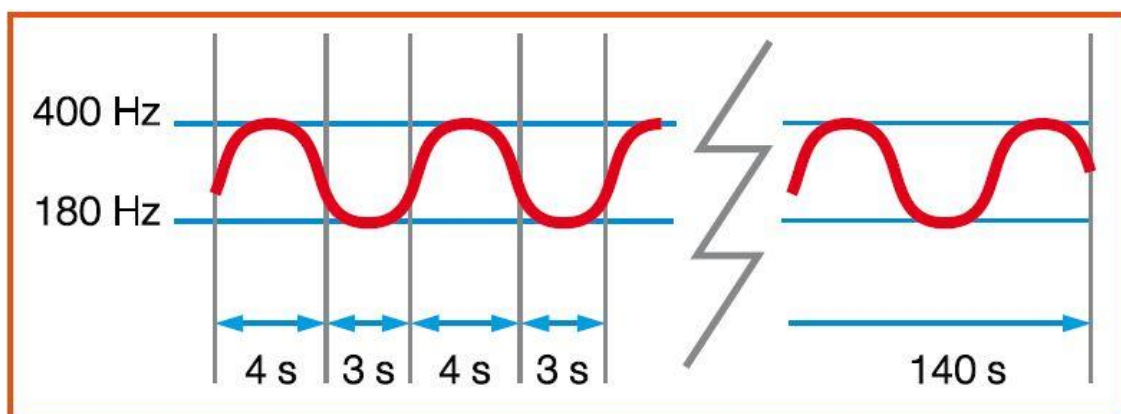
1.4 Havarijní plánování

Hlavním úkolem havarijního plánování je určení rizik a jejich zdrojů ohrožujících území kraje, stanovení postupů a odpovědností při koordinaci záchranných a likvidačních prací a opatření k ochraně obyvatelstva. Hlavním cílem havarijního

plánování je teoretická příprava a poskytnutí metodiky k zajištění připravenosti daného území na řešení mimořádných událostí (Smetana, 2010; Raček, 2013).

Havarijní plán kraje lze označit za účelový dokument představující souhrn opatření k provádění záchranných a likvidačních prací k odvrácení nebo omezení bezprostředního působení ohrožení vzniklých mimořádnou událostí a k odstranění následků způsobených mimořádnou událostí. Havarijní plán kraje je základním dokumentem pro řešení mimořádných událostí v případě živelních pohrom, antropogenních havárií nebo jiných nebezpečí, která ohrožují životy, zdraví, značné majetkové hodnoty nebo životní prostředí (Procházková, 2004; Smetana, 2010).

Obyvatelstvo je v případě mimořádné události či krizové situace varováno varovným signálem „Všeobecná výstraha“. Tento signál je vyhlášován především elektronickou sirénou kolísavým tónem po dobu 140 vteřin (obr. 6). Tento signál se může opakovat třikrát po sobě v přibližně tříminutových intervalech. Obyvatelstvo je následně informováno rozhlasem, televizí, místním rozhlasem, sirénami s doprovázeným hlasem, vozidly složek integrovaného záchranného systému nebo jiným způsobem o situaci, která nastala, a jaký je následný postup (Smejkal, 2013).



Obrázek 6 Všeobecná výstraha (Zdroj: ČEZ, a.s., 2019)

Vnější havarijní plán pro ETE se skládá ze tří částí – informační, operativní a plánů konkrétních činností.

Informační část obsahuje (Vyhláška č. 328/2001 Sb., Pavlíček, 2013):

- Obecná charakteristika Jaderné elektrárny Temelín.
- Charakteristika území, zejména po stránce geografické, demografické, klimatické a popis infrastruktury na území.
- Jmenovitý seznam obcí, včetně přehledu počtu obyvatel a seznam právnických a podnikajících fyzických osob, které jsou zahrnuty do VHP.
- Výsledky analýz možných radiačních havárií a možných radiologických následků na obyvatelstvo, zvířata a životní prostředí.
- Systém klasifikace mimořádných událostí podle vnitřního havarijního plánu.
- Požadavky na ochranu obyvatelstva a životního prostředí ve vztahu k zásahovým úrovním při radiační havárii.
- Popis struktury organizace havarijní připravenosti v ZHP.
- Popis systému vyrozumění a varování.
- Definice a zkratky.

Operativní část obsahuje (Vyhláška č. 328/2001 Sb., Pavlíček, 2013):

- Úkoly dotčených správních úřadů, obcí a složek.
- Způsob koordinace řešení radiační havárie.
- Kritéria pro vyhlášení odpovídajících krizových stavů, jestliže VHP k řešení zjevně nepostačuje.
- Způsob zabezpečení informačních toků při řízení likvidace následků radiační havárie.
- Zásady činnosti při rozšíření nebo možnosti rozšíření následků radiační havárie mimo zónu havarijního plánování.
- Formy, způsoby a postupy při poskytování informací obyvatelstvu v zóně havarijního plánování.

Plány konkrétních činností (Vyhláška č. 328/2001 Sb., Pavlíček, 2013):

- Plán vyrozumění.
- Plán varování obyvatelstva.

- Plán záchranných a likvidačních prací.
- Plán ukrytí obyvatelstva.
- Plán jódové profylaxe.
- Plán evakuace osob.
- Plán individuální ochrany.
- Plán dekontaminace.
- Plán monitorování.
- Plán regulace pohybu osob a vozidel.
- Traumatologický plán.
- Pohotovostní plán veterinárních opatření.
- Plán regulace distribuce a požívání potravin, krmiv a vody.
- Plán opatření při úmrtí osob v zamořené oblasti.
- Plán zajištění veřejného pořádku a bezpečnosti.
- Plán komunikace s veřejností a hromadnými informačními prostředky.

Plány konkrétních činností (Smetana, 2010)

Plán vyrozumění zabezpečuje včasné předání informací o hrozící nebo již nastalé mimořádné události složkám IZS, orgánům územní samosprávy a státní správy, právníkům osobám a podnikajícím fyzickým osobám podle havarijního plánu.

Plán varování obyvatelstva vychází z podkladů o varování, které má za povinnost zabezpečovat držitel povolení, a obsahuje hlavní způsob varování obyvatelstva včetně popisu činnosti, kterou má obyvatelstvo po varování konat, a náhradní způsob varování obyvatelstva.

Plán záchranných a likvidačních prací obsahuje seznam složek určených k plnění úkolů při radiační havárii na jaderném zařízení, způsob vyrozumění a povolání těchto složek, vybavenost ochrannými a technickými prostředky, pravděpodobnou lokalitu jejich nasazení, způsob řízení zásahu, způsob provádění dekontaminace a dozimetrické kontroly osob a techniky atd.

Plán ukrytí obyvatelstva řeší způsoby vhodného ukrytí osob v zóně havarijního

plánování, zásady chování obyvatelstva při ukrytí a zásady zásobování ukrytého obyvatelstva potravinami a vodou.

Plán jódové profylaxe eviduje počty profylaktik, způsoby distribuce těchto látek, obměny a použití jódové profylaxe. V případě havárie v ETE vyzve obyvatele v zóně havarijního plánování k užití velitel zásahu nebo starosta na místě nebo místním rozhlasem.

Plán evakuace osob má v obsahu zásady provádění evakuace, předpokládané počty evakuovaných osob, rozsah evakuačních opatření, zabezpečení evakuace, orgány určené pro řízení evakuace a způsob jejich vyrozumění, rozdělení odpovědnosti za provedení evakuace a monitorování evakuovaných osob a dekontaminačních stanovišť.

Plán individuální ochrany stanovuje možnosti a způsoby použití improvizovaných prostředků pro ochranu dýchacích cest, očí a povrchu těla. V plánu je evidence množství a struktura prostředků individuální ochrany, místa jejich uskladnění a zabezpečení jejich výdeje.

Plán dekontaminace vede seznam pracovišť a objektů pro provedení dekontaminace, způsob provedení dekontaminace osob a oděvů, objektů, dopravních a jiných prostředků a území v zóně havarijního plánování. Zároveň obsahuje síly a prostředky pro dekontaminaci, způsob jejich vyrozumění a nasazení, způsob radiační kontroly pro provedení dekontaminace a způsob zabezpečení náhradního oblečení pro kontaminované osoby.

Plán monitorování popisuje způsob předání zpráv o výsledcích monitorování z celostátní radiační a monitorovací sítě ČR, způsob nakládání se zjištěnými údaji od držitele povolení.

Plán regulace pohybu osob a vozidel stanovuje hranice uzavřeného prostoru, určení vstupních a výstupních míst, způsob regulace pohybu osob.

Traumatologický plán upravuje způsob lékařské péče a odborného a lékařského vyšetření. Obsahuje postupy a zásady při realizaci zdravotnické pomoci obyvatelstvu

nebo jednotlivým osobám, které byly v souvislosti s radiační havárií ozářeny nebo postiženy kombinací polytraumat, způsob zabezpečení zdravotnické pomoci evakuovanému či ukrytému obyvatelstvu.

Pohotovostní plán veterinárních opatření je zaměřen především na ochranu hospodářských zvířat při radiační havárii a obsahuje počty a umístění hospodářských zvířat, opatření připravená pro jejich přežití a způsob jejich zabezpečení, hospodářské zvířectvo určené k evakuaci, jeho počty, trasy přesunu, způsoby jeho ošetřování a místa následného umístění.

Plán regulace distribuce a požívání potravin, krmiv a vody obsahuje způsob kontroly znečištění potravin, krmiv a vody radionuklidy. Způsob vydání pokynu k regulaci, varianty možné regulace, způsob likvidace potravin a krmiv znečištěných radionuklidy. Způsob zajištění a distribuce nezávadných potravin, krmiv a vody.

Plán opatření při úmrtí osob v zamořené oblasti popisuje způsoby vyhledávání zemřelých osob a jejich identifikaci, zacházení s kontaminovanými tělesnými pozůstatky a pohřbení osob.

Plán zajištění veřejného pořádku a bezpečnosti vymezuje způsob zabezpečení veřejného pořádku a bezpečnosti a činnosti příslušných orgánů a obcí.

Plán komunikace s veřejností a hromadnými informačními prostředky má ve své struktuře přehled spojení na kontaktní osoby z hromadných informačních prostředků, texty nebo nahrávky televizních a rozhlasových tísňových informací včetně způsobu zajištění jejich přípravy a aktualizace, frekvence a náhradní frekvence rozhlasových stanic, způsob ověření průniku varovných relací, náhradní způsob pro informování veřejnosti, formy, způsoby a postupy při poskytování informací obyvatelstvu o skutečném ohrožení a následně přijímaných opatření k ochraně obyvatelstva a organizační a materiální zabezpečení tiskového střediska.

Zóna havarijního plánování (ZHP) a její členění

Pro potřeby plánování ochrany obyvatelstva v okolí Jaderné elektrárny Temelín, pro

případ vzniku radiační havárie a pro potřebu vypracování VHP, byla na základě výsledků rozborů možných následků radiační havárie rozhodnutím SÚJB č. 311/1997 ze dne 5. srpna 1997 stanovena zóna havarijního plánování pro JE Temelín (Pavlíček, 2013).

Pro potřeby řešení radiační havárie je území ZHP (vnitřní i vnější část) rozděleno na 16 pravidelných výsečí, které se nazývají sektory. Ve vnitřní části ZHP jsou uplatňována příslušná a předem připravená opatření bez ohledu na směr šíření radioaktivních látek a bez ohledu na výsledky monitorování radiační situace. Ve vnější části ZHP jsou v sektorech uplatňována opatření vyplývající v závislosti na směru šíření radioaktivních látek a na výsledcích monitorování (Pavlíček, 2013).

Podle počtu sektorů je stanoven ve vnějším havarijním plánu stejný počet variant pro realizaci připravených opatření (např. evakuace, plán regulace pohybu osob atd.). Číslo varianty pro realizaci opatření je dáno středovým sektorem, určeným podle hlavního směru větru a šíření radioaktivních látek na základě aktuální předpovědi Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) a zároveň s ohledem na výsledky monitorování radiační situace. Opatření se realizuje vždy ve středovém sektoru a současně v dalších dvou přilehlých sektorech (Pavlíček, 2013).

1.5 Havárie jaderných zařízení

S provozováním jaderného zařízení souvisí i možnost havárie s velmi vážnými následky. Na konci roku 2016 bylo na celém světě v provozu 448 energetických jaderných reaktorů ve 29 zemích světa. Díky provozu jaderných elektráren ve světě nemusí být ročně vypuštěno 1,8 mld. tun CO₂.

1.5.1 Jaslovské Bohunice, Československo (1977)

V Jaderné elektrárně Jaslovské Bohunice došlo za provozu ke dvěma závažným jaderným haváriím. První havárie v lednu 1976 sice nezpůsobila vážný únik radioaktivních látek do životního prostředí, ale uniklý oxid uhličitý zabil dvě osoby.

K druhé havárii na reaktoru došlo 22. února 1977 při výměně palivového článku. Při přípravě čerstvého palivového souboru si pracovníci všimli, že sáček se silikagelem, který se do článků vkládal jako absorbér vlhkosti při uskladnění, je roztržený a kuličky silikagelu vysypané do palivové kazety. Silikagel pracovníci odstranili, ale nevšimli si, že část uvízla uvnitř souboru v distančních mřížkách. Po zavezení palivového souboru do reaktoru nemohla chladicí voda volně proudit a došlo k lokálnímu přehřívání. To způsobilo roztavení palivových proutků a propálení kesonové roury těžkovodní nádoby moderátoru. To způsobilo průnik moderátoru (těžké vody) do primárního okruhu a v důsledku toho k rychlému nárůstu vlhkosti, které následně vedlo k rychlému poškození pokrytí paliva nacházejícího se v reaktoru. Primární okruh byl silně kontaminován štěpnými produkty, přičemž z důvodu netěsností parogenerátorů byl částečně kontaminován i sekundární okruh (Augusta, 2001; Motyčka, 2011).

1.5.2 Three Mile Island, USA (1979)

Three Mile Island je jaderná elektrárna nacházející se v blízkosti Harrisburgu, v jižní části centrální Pensylvánie v USA. V březnu 1979 způsobila řada mechanických a lidských chyb v elektrárně nejhorší jadernou nehodu v historii Spojených států amerických. V časných ranních hodinách 28. března 1979 zapříčinila mechanická či elektrická porucha nepravděpodobnou sérii událostí, které vedly k částečnému roztavení paliva v reaktoru 2. bloku (Cobb, 2012).

Napájecí čerpadla sekundárního okruhu měla mechanickou nebo elektrickou poruchu. Z tohoto důvodu přestalo fungovat ochlazování primárního okruhu v parogenerátoru. Turbína se automaticky odstavila, v reaktoru pomocí spuštění regulačních tyčí došlo ke snížení výkonu. Vzhledem k narůstající teplotě a tlaku v aktivní zóně byl nakonec reaktor úplně odstaven. Tlak po odstavení reaktoru začal klesat, ale pojišťovací ventil, který se měl poté automaticky zavřít, se nezavřel. Shodou okolností ani kontrolky na řídicím pultu neukazovaly, že ventil zůstal otevřen. To mělo za následek neustálé klesání tlaku v primárním okruhu, které vyústilo v lokální var chladicí vody v aktivní zóně. Následkem varu chladicí vody došlo k zvýšení její hladiny. Operátoři se v té době

chybně domnívali, že stoupaní hladiny způsobilo havarijní chlazení, a vypnuli ručně toto čerpadlo. Ve skutečnosti bylo chladicí vody v aktivní zóně málo. Únik vody z neuzavřeného pojišťovacího ventilu dále pokračoval, klesal tlak a pokračoval var vody v aktivní zóně. Vzduchové bublinky z primárního okruhu se dostaly až k cirkulačnímu čerpadlu, které tímto bylo nutné pro poškození odstavit. Chlazení se opět rapidně zhoršilo a voda s párou se separovaly. Důsledkem toho zůstala horní část reaktoru pouze v páře a po přehřátí se horní část aktivní zóny poškodila. S ohledem na tyto události radioaktivita chladicí vody v primárním okruhu i kontejnmentu výrazně vzrostla. Státní dozor pro jadernou bezpečnost ve Washingtonu vyhlásil na jaderné elektrárně radiační poplach. Jak se později ukázalo, kontejnment nebyl včas izolován od životního prostředí. Byla detekována slabá radioaktivita mimo elektrárnu. Byl vyhlášen radiační poplach i v okolí elektrárny a byl informován guvernér státu Pensylvánie. Až přibližně po 3 a půl hodině byl obnoven provoz vysokotlakého systému havarijního chlazení. Vstříkovanou vodou byla snížena teplota a k dalšímu ohřevu již nedocházelo. Operátoři i poté provedli několik chybných operací, z důvodu sledování pouze hladiny chladicí vody. Následně proběhlo několik slabých výbuchů v kontejnmentu způsobených vodíkem. Z důvodu obav z rozsáhlé exploze nařídil guvernér Dick Thornburgh evakuaci blízkého okolí a přípravu všeobecné evakuace. Zároveň guvernér doporučil těhotným ženám a dětem v předškolním věku v okruhu pěti kilometrů od elektrárny k dočasné evakuaci. Až po 12 hodinách byl za pomoci specialistů ze státního dozoru obnoven provoz cirkulačních čerpadel a tím pádem kontrola nad reaktorem (Augusta, 2001; Cobb, 2012; Palmieri, 2018).

Po nehodě Three Mile Island veřejná podpora jaderné energie v USA klesla z rekordních 69 % v roce 1977 na 46 % v roce 1979. Odhaduje se, že dva miliony lidí byly vystaveny nízké dávce záření v důsledku nehody. Několik vládních agentur i nezávislých skupin provedlo studie, ale nebylo možno nalézt žádné nepříznivé účinky, které by korelovaly s těmito expozicemi. Pensylvánské ministerstvo zdravotnictví sledovalo zdraví 30 000 lidí, kteří žili do pěti kilometrů od ostrova Three Mile Island. Bylo ukončeno po 18 letech, kdy nebyly prokázány žádné neobvyklé účinky na zdraví. Odstranění následků havárie trvalo 14 let a náklady se vyšplhaly odhadem na 1 miliardu

dolarů. Poškozený reaktor byl po nehodě natrvalo uzavřen a momentálně je „zalit“ do betonu (Amadeo, 2018).

Jaderná elektrárna Three Mile Island dodnes vyrábí energii v reaktoru 1. bloku, ukončení provozu celé elektrárny je naplánováno na rok 2019. Bylo prokázáno, že nedostatková přístrojová technika v řídicí místnosti a nedostatečný výcvik v reakci na mimořádné události byly hlavními příčinami nehody (Cobb, 2012).

1.5.3 Černobyl, Ukrajina (1986)

Dne 26. dubna 1986 byl čtvrtý reaktor v jaderné elektrárně Černobyl na Ukrajině mimo kontrolu při zkoušce s nízkým výkonem. Tato skutečnost vedla k výbuchu plynů a následnému požáru, které zničily převážnou část budovy reaktoru a uvolnily velké množství radioaktivních látek do životního prostředí. Bezpečnostní opatření byly ze strany obsluhy ignorovány a teplota aktivní zóny nekontrolovatelně narůstala. To vedlo až k protavení paliva přes ochranné bariéry mimo budovu reaktoru. Nedostatečný byl zároveň projekt budovy reaktoru, v níž chyběla konstrukce kontejnmentu (železobetonová konstrukce okolo reaktoru), který by sloužil k udržení radioaktivních látek uvnitř v případě jakékoliv nehody. V důsledku toho byly rozptýleny radioaktivní prvky včetně plutonia, jodu, stroncia a cesia do širokého okolí (SÚJB, 2001; Kinley, 2005).

Počáteční výbuch plynů vedl ke smrti dvou pracovníků nacházejících se v té době v budově reaktoru. V prvních třech měsících po nehodě na akutní nemoc z ozáření zemřelo dvacet osm zasahujících hasičů a pracovníků podílejících se na zásahu při nehodě (Kinley, 2005).

Celé město Pripjat' (49 360 obyvatel), ležící jen tři kilometry od jaderné elektrárny, bylo zcela evakuováno 36 hodin po nehodě. Během následujících týdnů a měsíců bylo 67 000 lidí evakuováno ze svých domovů v kontaminovaných oblastech na příkaz vlády. Celkem se předpokládá přibližně 200 000 lidí, kteří byli přemístěni v důsledku nehody. V okolí jaderné elektrárny bylo nejméně 1 800 dokumentovaných případů dětí

s rakovinou štítné žlázy, které zde byly ve věku do 14 let v době nehody, což je mnohem vyšší číslo, než je pro oblast normální. Zdravotní studie u pracovníků podílejících se na likvidaci škod (tzv. „likvidátoři“) neprokázaly přímou korelaci mezi radiační expozicí a nárůstem jiných forem rakoviny nebo onemocnění. Psychologické vlivy Černobylu do dnešní doby stále vedou například k sebevraždám, problémům s pitím alkoholu a k apatii. Při explozi bylo uvolněno do atmosféry více než 100 radioaktivních prvků. Jod, stroncium a cesium byly nejnebezpečnější uvolněné elementy a měly poločas rozpadu 8 dní, 29 let a 30 let. Izotopy ^{90}Sr a ^{137}Cs jsou proto v této oblasti dodnes přítomny. Zatímco jod je spojen s rakovinou štítné žlázy, stroncium může vést k leukémii. Cesium ovlivňuje celé tělo a zejména může poškodit játra a slezinu (Augusta, 2001; Kinley, 2005).

Zhruba 150 000 km² v Bělorusku, Rusku a na Ukrajině je kontaminováno a rozkládá se severně od místa nehody až do vzdálenosti 500 kilometrů. Oblast, která se rozprostírá 30 kilometrů kolem závodu, je považována za „zakázanou zónu“ (Kinley, 2005).

Na likvidaci škod v elektrárně a okolí se podíleli „likvidátoři“, což byli zaměstnanci elektrárny, ukrajinští hasiči a mnoho vojáků a horníků z Ruska, Běloruska, Ukrajiny a dalších částí bývalého Sovětského svazu. Ruské dokumenty uvádějí přibližně 400 000 likvidátorů a přibližně 600 000 osob, který dostalo status „likvidátora“. Těchto 600 000 osob získalo zvláštní výhody z důvodu jejich zapojení do likvidačních a obnovovacích činností (Kinley, 2005).

Nehoda v Černobylu byla přibližně 400krát účinnější než atomová bomba shozená na Hirošimu. Avšak testy atomové bomby prováděné několika zeměmi po celém světě během šedesátých a sedmdesátých let 20. století ukázaly, že přispěla k uvolnění až 1 000krát více radioaktivního materiálu do životního prostředí než Černobyl (Kinley, 2005; Smith, 2005).

1.5.4 Atomerömü Paks, Maďarsko (2003)

Jaderná elektrárna Paks (maďarsky Paksi Atomerömü) se nachází přibližně 5 km od

města Paks ve středním Maďarsku, asi 100 km jižně od Budapešti. Je jedinou atomovou elektrárnou na území Maďarska, pokrývá téměř 40 % celkové výroby elektrické energie v zemi. Elektrárna Paks v nynější podobě sestává ze čtyř reaktorů sovětské výroby o celkovém výkonu asi 2 000 MW. V roce 2003 zde došlo k havárii s únikem radioaktivních látek do životního prostředí (IAEA, 2018; MVM, 2019).

Incident nastal v systému čištění palivových tyčí, které se nacházely pod vodou v čisticí nádrži vedle chladicí nádrže vyhořelého paliva umístěné v blízkosti reaktoru v reaktorovém sále. Čisticí systém byl nově instalován pro odstranění nečistot a koroze z palivových článků a řídicích tyčí během odstavení. Důvodem byl problém s produkty koroze magnetitu z parních generátorů uložených na palivových člancích, které ovlivňovaly tok chladicí kapaliny. Detektory namontované na čisticím systému zaznamenaly náhlý nárůst množství kryptonu (^{85}Kr). Následně byla hlášena zvýšená radioaktivita na reaktorovém sále i ve větrací komoře. Vypouštění radioaktivních plynů skrz zásobník pokračovalo několik dní po incidentu, ačkoli maďarská agentura pro atomovou energii věděla, že naměřené hodnoty v nejbližším okolí jsou asi o 10 % vyšší než běžné. Reaktor zůstal mimo provoz déle než rok a nakonec obnovil komerční výrobu elektřiny v září 2004 (IAEA, 2018; MVM, 2019).

Vyšetření maďarské agentury pro atomovou energii dospělo k závěru, že příčinou incidentu bylo nedostatečné ochlazování palivových článků, které byly ohřívány kvůli radioaktivnímu rozpadu krátkodobých štěpných produktů. Ty se sice nacházely v cirkulující chladné vodě s ponořeným vodním čerpadlem, nicméně, chlazení bylo nedostatečné, což vedlo k poškození některých článků (MVM, 2019).

Jedním ze zajímavých výsledků šetření bylo, že maďarská atomová agentura přikládala příliš velkou důvěru v technologii a znalosti francouzské firmy Framatome (Areva). Agentura nezkoumala dostatečně dokumentaci poskytovanou společností Framatome, která čisticí zařízení navrhla, vyrobila a provozovala (IAEA, 2018).

1.5.5 Fukushima, Japonsko (2011)

V pátek 11. března 2011 bylo zaznamenáno na východním pobřeží severního Japonska jedno z největších zemětřesení v historii dané lokality. Toto zemětřesení způsobilo velké tsunami, které mělo za následek téměř 20 000 úmrtí. Dodávky elektrického proudu, plynu, vody, telekomunikačních služeb byly omezeny a v mnoha případech v některých částech pobřeží byly zcela nedostupné. Bez zdroje elektrické energie se ocitla rovněž jaderná elektrárna Fukushima, což vedlo k selhání chlazení aktivní zóny v reaktoru u všech výrobních bloků. Automatický systém okamžitě zastavil štěpnou reakci (odstavil všechny výrobní bloky) a zaktivoval záložní generátory určené k havarijnímu dochlazování. Tyto generátory se nacházely v zaplaveném území, tedy nebyly v danou chvíli provozuschopné. Z důvodu nefunkčního chlazení a navyšující se teploty v aktivní zóně došlo k několika výbuchům vodíku a k požárům. Následkem byl únik značného množství radioaktivních látek do životního prostředí a evakuace více než 80 000 osob v ochranném pásmu (Fine, 2011; Wagner, 2015).

Vedení Americké jaderné společnosti pověřilo zvláštní výbor ve Fukušimě, aby podrobně zanalyzovaly následky havárie v jaderné elektrárně. Zajímavým výsledkem v této oblasti je první dobře prokázaný nález mikročástic, které obsahují kousky z paliva ze zničených reaktorů ve Fukušimě. Cesium se z areálu elektrárny šířilo nejen homogenně v těkavé podobě, ale i heterogenně v podobě mikročástic. Mikročástice bohaté na ^{137}Cs , ^{134}Cs a další štěpné produkty byly nalezeny a studovány už dříve, ale prokázání obsahu uranu v nich se podařilo v roce 2017 poprvé (Imoto, 2017).

Japonské laboratoře zveřejnily zprávu o minimální hladině radionuklidů v mořských vodách, sedimentech a vzorcích ryb v okolí Fukušimy. Na tuto zprávu zareagovala International Atomic Energy Agency (IAEA) vlastním šetřením, kdy k tomuto účelu sestavila speciální tým. IAEA shromáždila vzorky z moře poblíž Fukušimy několikrát v letech 2014 a 2015 a analyzovala je nezávisle ve svých vlastních laboratořích v Monaku. Některé vzorky byly také analyzovány odděleně laboratořemi v Irsku a na Novém Zélandu, které jsou spojeny se sítí laboratoří IAEA, která měří radioaktivitu prostředí. Výsledky byly poté srovnány s výsledky získanými pěti japonskými

laboratořemi, které v roce 2011 pravidelně monitorovaly hladiny radionuklidů. „*Nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi výsledky popsányi v různých laboratořích,*“ říká Iolanda Osvath, vedoucí laboratoře Radiometrie v IAEA. Znamená to, že zúčastněné japonské laboratoře mají schopnost přesně analyzovat tyto vzorky a výsledky jsou věrohodné, vyplývá ze zprávy IAEA (Harms, 2016).

2 CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Cíle práce

Analyzovat znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín.

Na základě výsledků navrhnout případné zlepšení informovanosti ze strany provozovatele.

Výzkumná otázka

Jaké jsou znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín?

3 METODIKA

Pro zpracování teoretické části diplomové práce byla provedena studie odborné literatury a příslušných právních předpisů. Na základě dotazníkového šetření byla provedena analýza znalostí obyvatelstva v zóně havarijního plánování Jaderné elektrárny Temelín.

Pro analýzu znalostí obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín bylo zvoleno dotazníkové šetření. Dotazník (viz Příloha A) byl sestaven do tří na sebe navazujících částí. První část je zaměřená na provoz, druhá na rizika a bezpečnost, třetí na znalosti a chování obyvatel v zóně havarijního plánování ETE. Sběr dat probíhal kontaktní formou, kdy vyplňování ve většině případů se uskutečnilo za přítomnosti autora. Výhodou byla možnost upřesnění otázky v případě nepochopení ze strany respondenta. Další výhodou byla diskuse, která po vyplnění dotazníku ve většině případů probíhala. Nevýhodou bylo při výběru respondentů neznalost věku, kdy v několika případech došlo k vyplnění dotazníků v určité kategorii ve vyšším počtu, než bylo potřeba. V těchto případech byly dotazníky určené k analýze losovány náhodným výběrem.

Z důvodu dostatečné vypovídací hodnoty byl, po konzultaci s vedoucí práce, stanoven minimální počet dotazovaných na 100 osob. Oblast dotázaných, ve které mají své trvalé bydliště, bylo stanoveno dle vnitřní části zóny havarijního plánování, tedy na okruh 5 km od středu HVB1. Výběr dotázaných s ohledem na věk, pohlaví a místo trvalého bydliště byl realizován podle vytvořeného klíče a za pomoci statistických dat (MVČR, 2019):

V ZHP do 5 km se nachází obce s počtem obyvatel:

- **Týn nad Vltavou a přidružené obce = 6 831 obyvatel.**
- **Dříteň a přidružené obce = 1 386 obyvatel.**
- **Všemyslice a přidružené obce = 918 obyvatel.**
- **Temelín a přidružené obce = 753 obyvatel.**

Celkem = 9 888 obyvatel.

Počet obyvatel v procentuálním porovnání:

- Týn nad Vltavou a přidružené obce = **69,08 %**.
- Dříteň a přidružené obce = **14,02 %**.
- Všemyslice a přidružené obce = **9,28 %**.
- Temelín a přidružené obce = **7,62 %**.

Celkem = 100%.

Počet dotázaných dle procentuálního porovnání:

- Týn nad Vltavou a přidružené obce = **70 osob** (35 žen a 35 mužů).
- Dříteň a přidružené obce = **14 osob** (7 žen a 7 mužů).
- Všemyslice a přidružené obce = **10 osob** (5 žen a 5 mužů).
- Temelín a přidružené obce = **8 osob** (4 ženy a 4 muži).

Celkem = 102 osob.

Skutečný počet dotázaných, upraveno s ohledem na tři věkové kategorie:

- Týn nad Vltavou a přidružené obce = **72 osob** (36 žen a 36 mužů).
- Dříteň a přidružené obce = **18 osob** (9 žen a 9 mužů).
- Všemyslice a přidružené obce = **12 osob** (6 žen a 6 mužů).
- Temelín a přidružené obce = **12 osob** (6 žen a 6 mužů).

Skutečně dotázaných celkem = 114 osob.

Kritéria pro zařazení obcí k dotazníkovému šetření:

- Umístění obce v ZHP do 5 km.
- Obce s minimálním počtem 100 obyvatel starších 15 let.

Kritéria pro zařazení osob k dotazníkovému šetření:

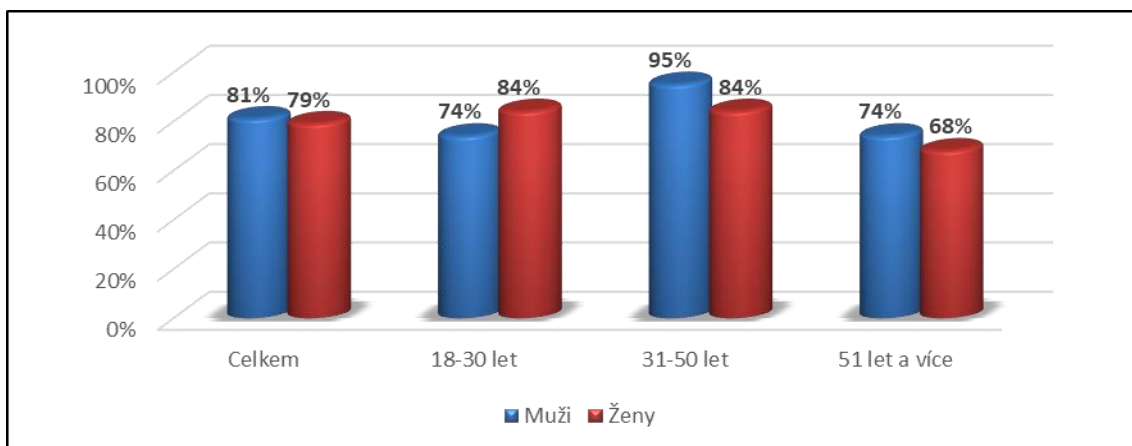
- Osoba starší 18 let.
- Osoba trvale žijící v obcích zařazených k dotazníkovému šetření.
- Osoba, které se nikdy nepodílela na provozu ETE.

4 VÝSLEDKY

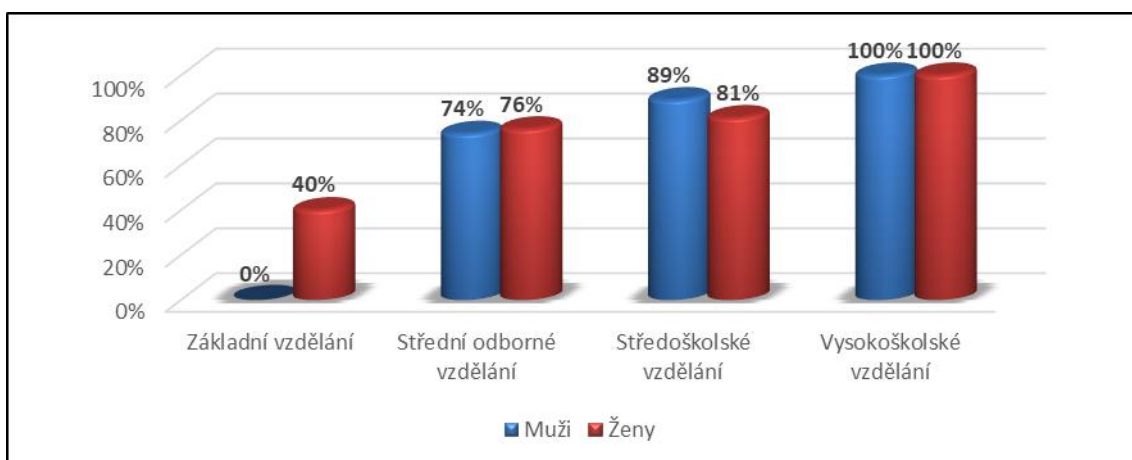
Výsledky dotazníkového šetření byly graficky zpracované do tří částí: provoz, rizika a bezpečnost, znalosti a chování při havárii.

4.1 Provoz Jaderné elektrárny Temelín

Na otázku č. 1 „ETE je vybavena tlakovodním heterogenním reaktorem VVER-1000, kterému jako palivo slouží“, pro niž správná odpověď zní „Uran (^{235}U)“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 91 dotázaných, z toho 46 mužů a 45 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 7 a 8).

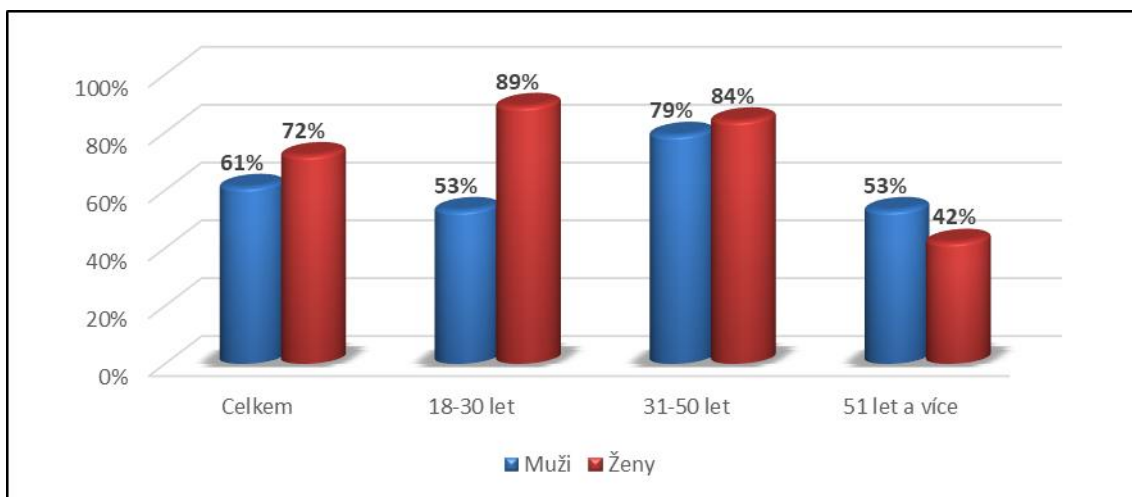


Obrázek 7 Otázka č. 1 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

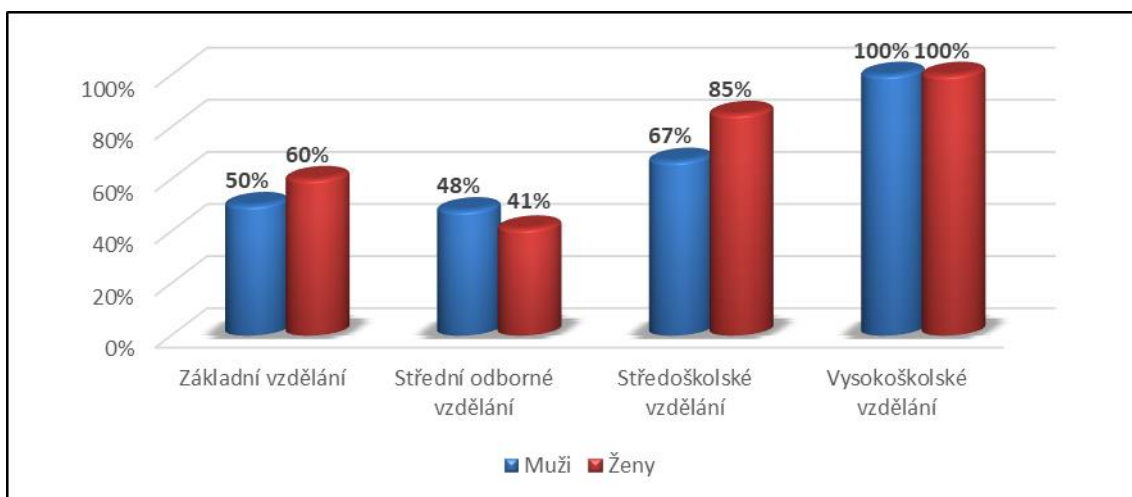


Obrázek 8 Otázka č. 1 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 2 „Řízenou štěpnou reakci v reaktoru ETE doprovází jako nežádoucí jev“, pro niž správná odpověď zní „ionizující záření“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 76 dotázaných, z toho 35 mužů a 41 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 9 a 10).

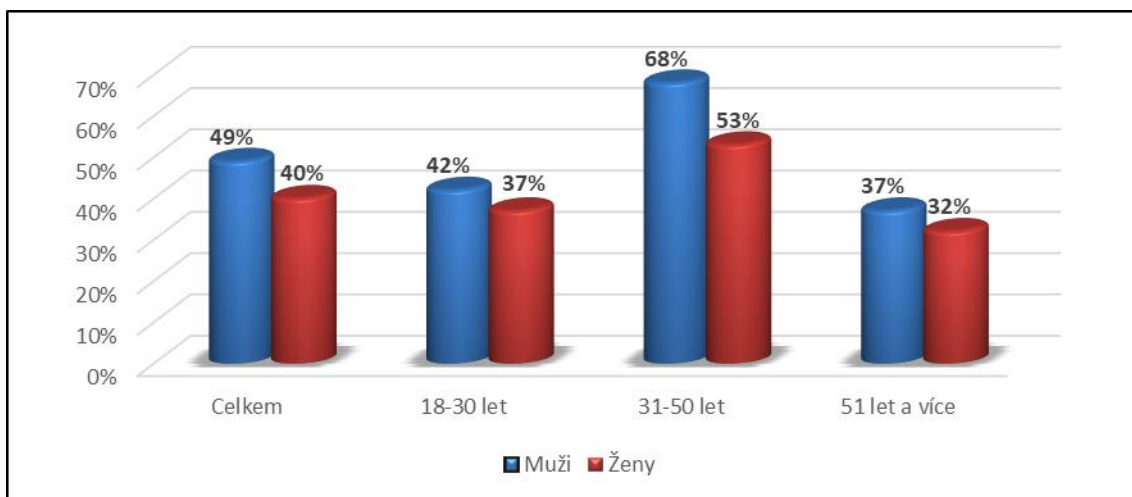


Obrázek 9 Otázka č. 2 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

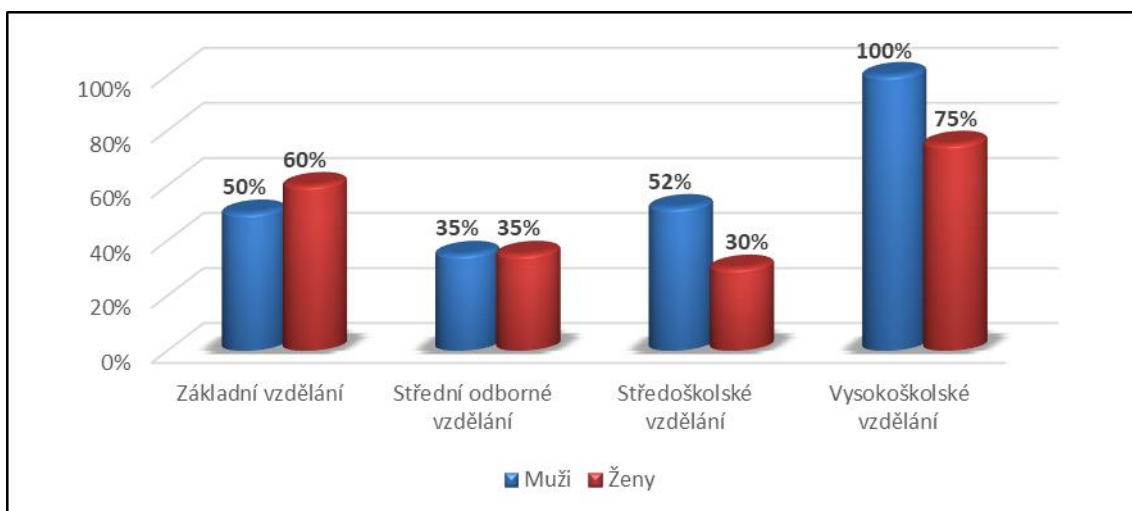


Obrázek 10 Otázka č. 2 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 3 „**Tlakovodní heterogenní reaktor VVER-1000 na ETE slouží především**“, pro niž správná odpověď zní „**k získání tepelné energie**“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 51 dotázaných, z toho 28 mužů a 23 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 11 a 12).

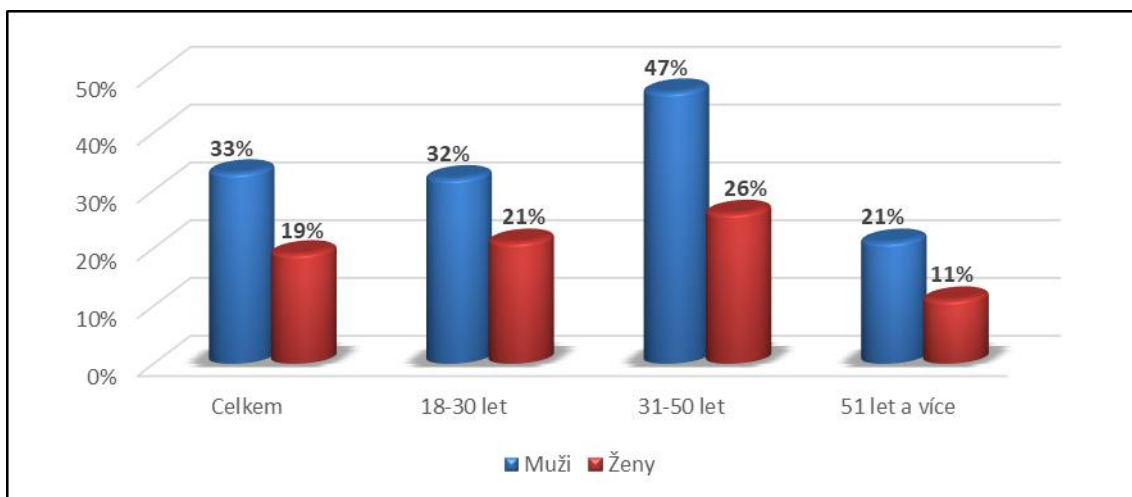


Obrázek 11 Otázka č. 3 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

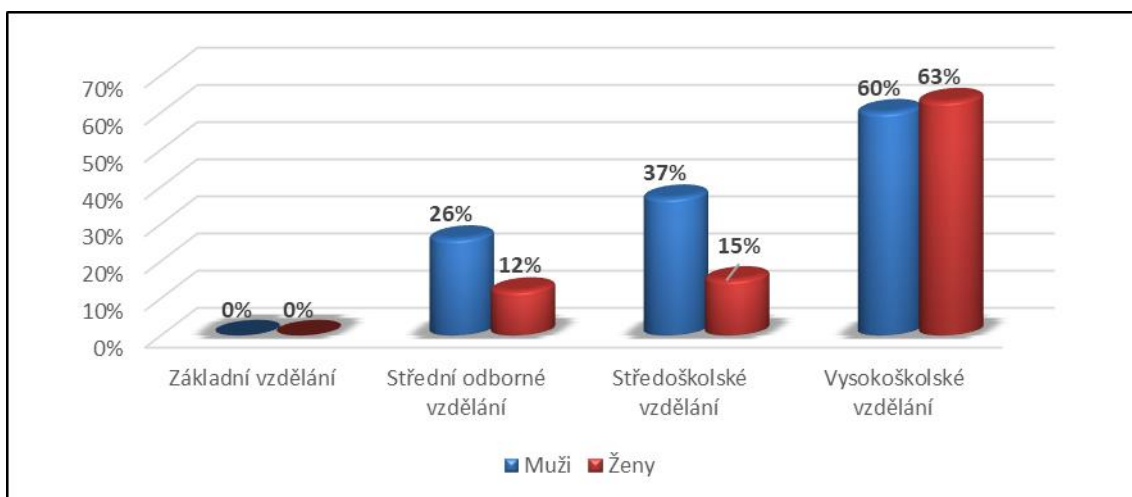


Obrázek 12 Otázka č. 3 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 4 „Na ETE slouží parogenerátor především“, na niž správná odpověď zní „k předání tepelné energie mezi primárním a sekundárním okruhem“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 30 dotázaných, z toho 19 mužů a 11 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 13 a 14).

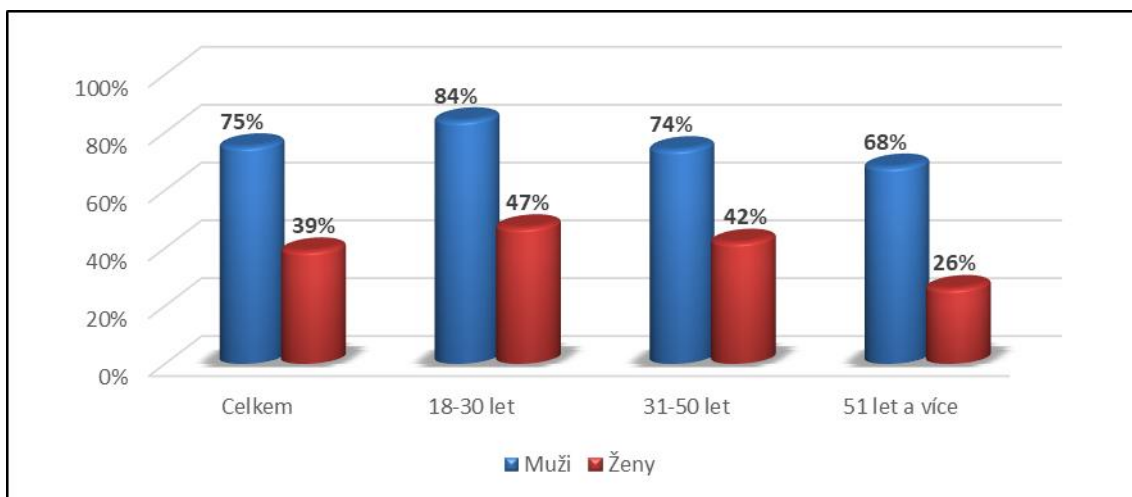


Obrázek 13 Otázka č. 4 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

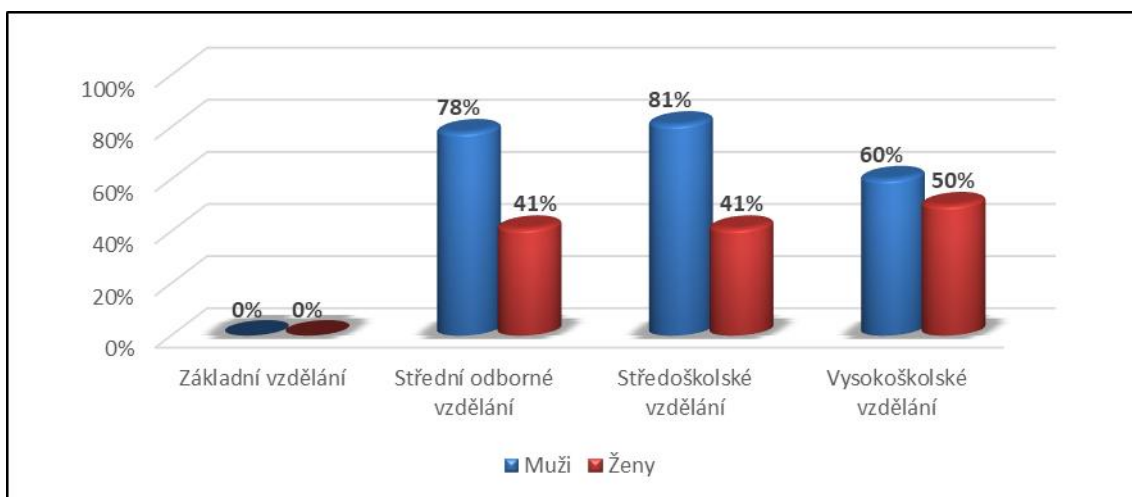


Obrázek 14 Otázka č. 4 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 5 „Turbína na ETE plní funkci“, pro niž správná odpověď zní „**přeměny tepelné energie (páry) na mechanickou**“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 65 dotázaných, z toho 43 mužů a 22 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 15 a 16).

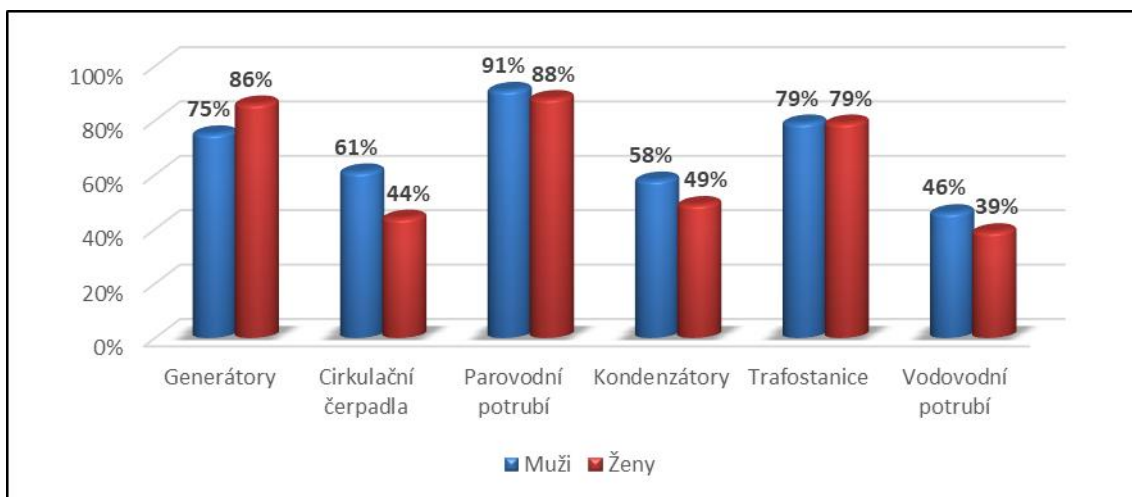


Obrázek 15 Otázka č. 5 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

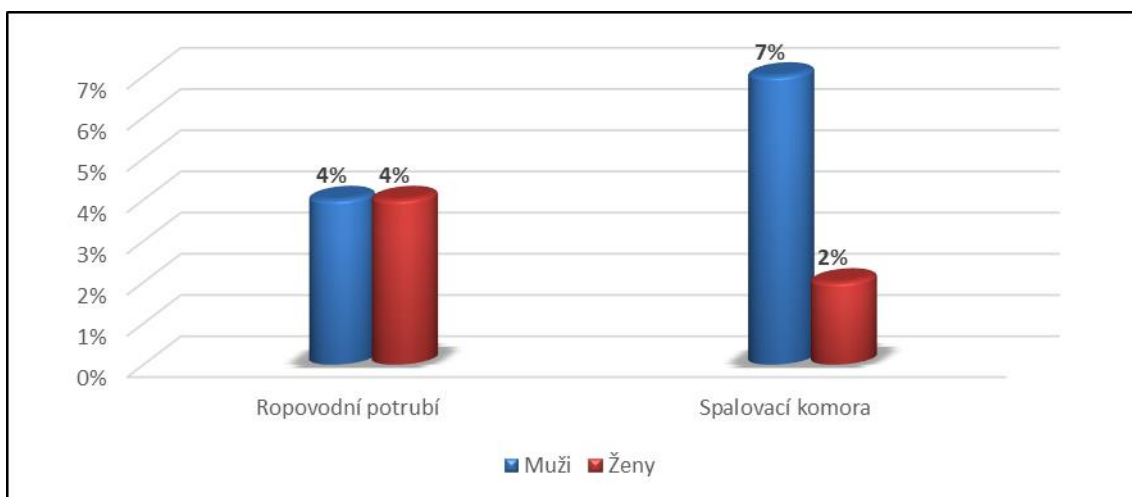


Obrázek 16 Otázka č. 5 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na doplňující otázku č. 1 „**Jaké důležité zařízení se nachází v provozu ETE?**“, na kterou mezi správné odpovědi patří „**generátory, cirkulační čerpadla, parovodní potrubí, kondenzátory, trafostanice a vodovodní potrubí**“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správné odpovědi v podání mužů i žen jsou uvedeny v procentech v následujícím grafu (obr. 17) a nesprávné odpovědi v grafu (obr. 18).

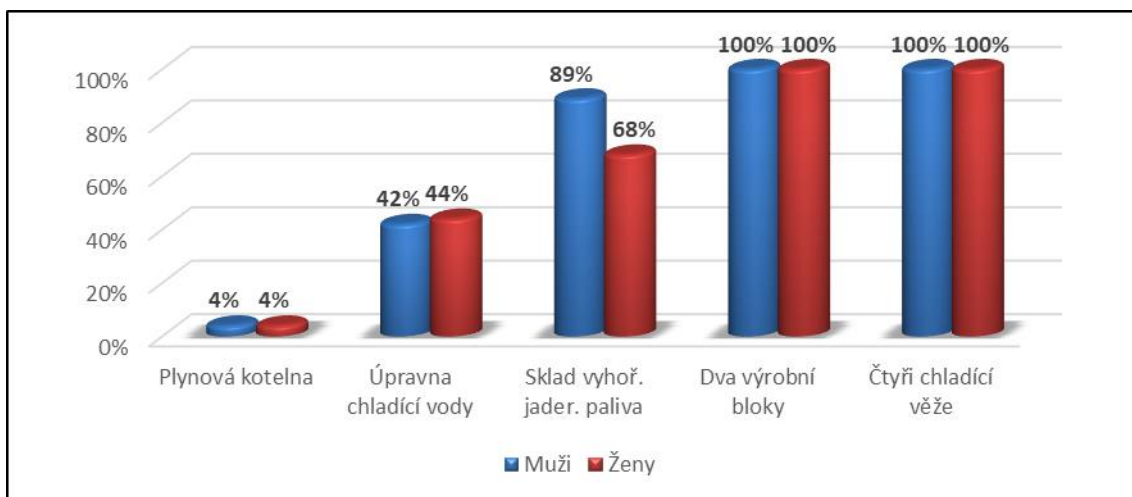


Obrázek 17 Doplňující otázka č. 1 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

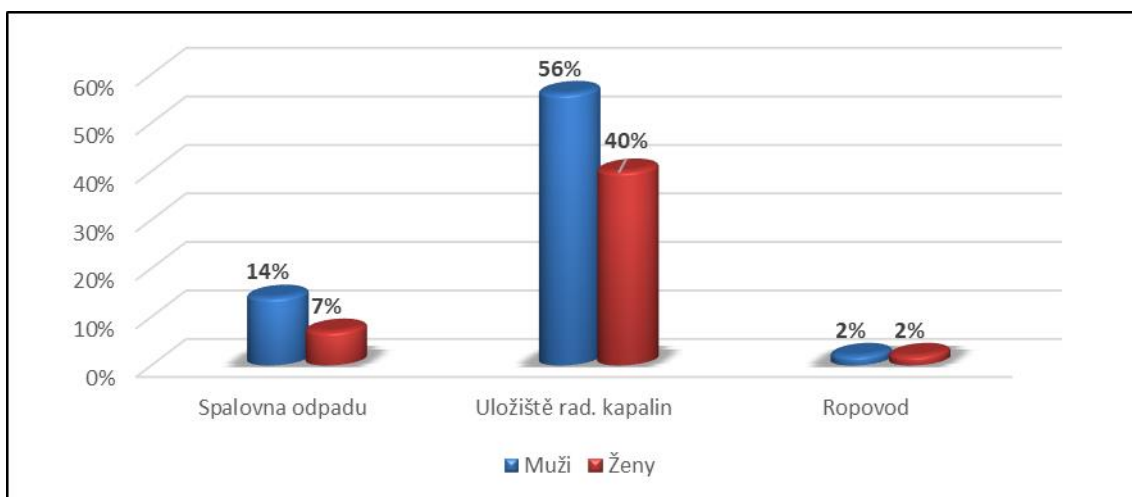


Obrázek 18 Doplňující otázka č. 1 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na doplňující otázku č. 2 „Co se nachází ve střeženém prostoru ETE?“, pro kterou mezi správné odpovědi patří „plynová kotelna, úpravná chladicí vody, sklad vyhořelého jaderného odpadu, dva výrobní bloky a čtyři chladicí věže“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správné odpovědi v podání mužů i žen jsou uvedeny v procentech v následujícím grafu (obr. 19) a nesprávné odpovědi v grafu (obr. 20).

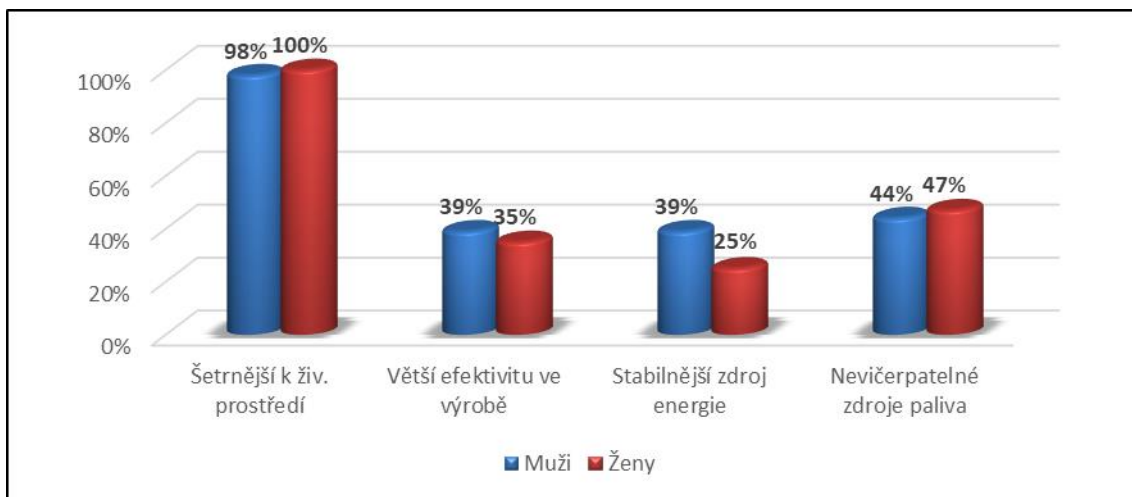


Obrázek 19 Doplňující otázka č. 2 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

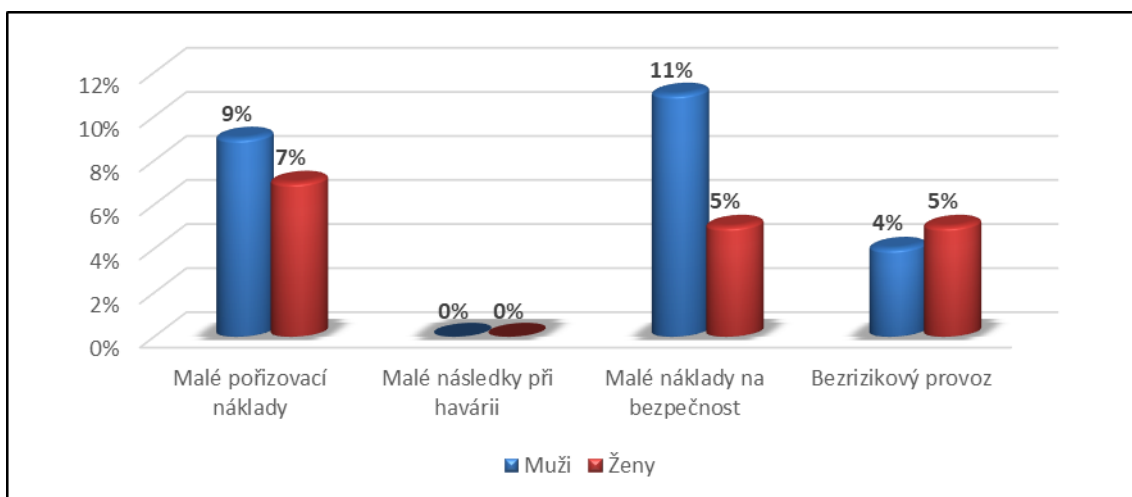


Obrázek 20 Doplňující otázka č. 2 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na doplňující otázku č. 3 „**Jaké výhody má provoz ETE oproti uhelným elektrárnám?**“, pro niž mezi správné odpovědi patří „**za běžného provozu šetrnější k životnímu prostředí, větší efektivita ve výrobě energie, stabilnější zdroj energie a prakticky nevyčerpatelné zdroje paliva**“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správné odpovědi v podání mužů i žen jsou uvedeny v procentech v následujícím grafu (obr. 21) a nesprávné odpovědi v grafu (obr. 22).



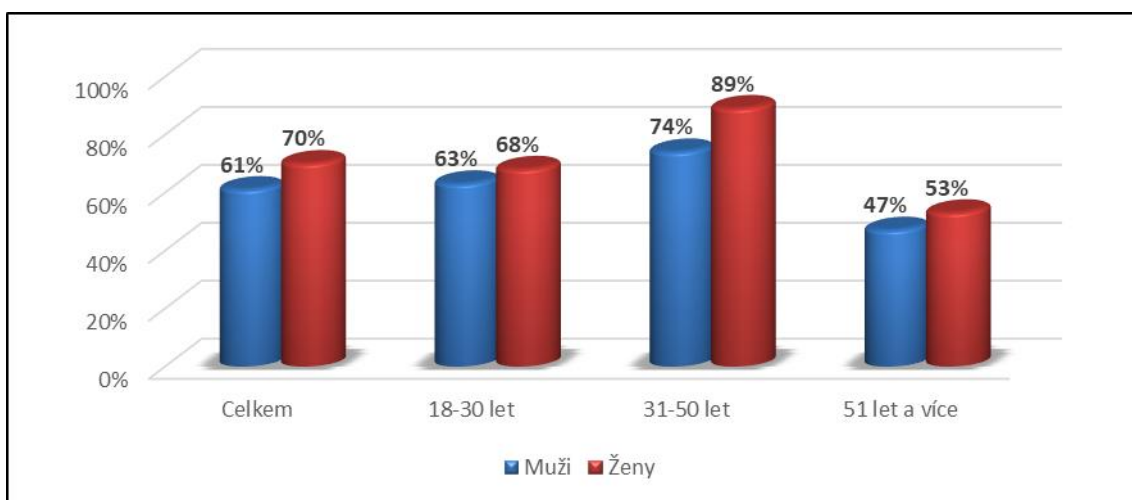
Obrázek 21 Doplňující otázka č. 3 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)



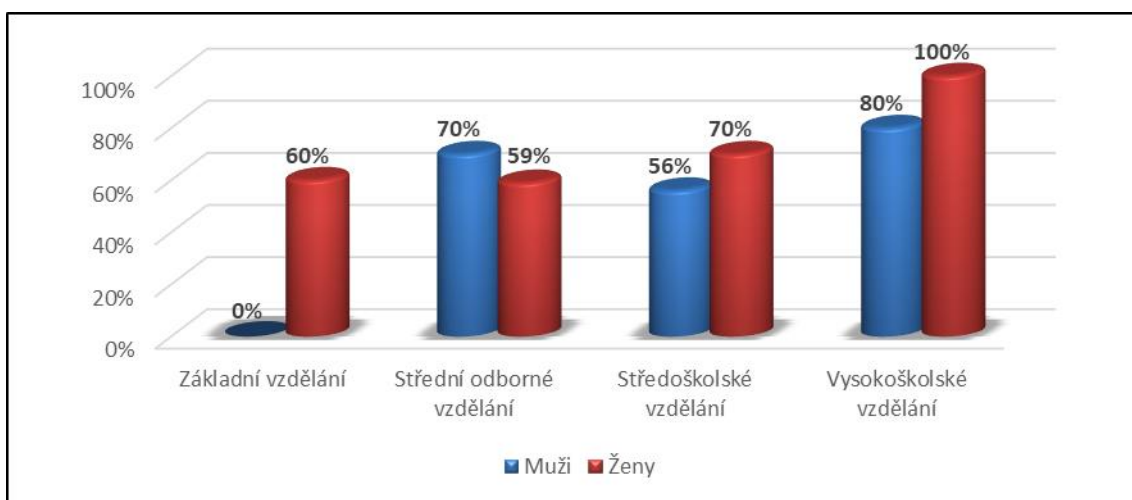
Obrázek 22 Doplňující otázka č. 3 na provoz ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.2 Rizika a bezpečnost v Jaderné elektrárně Temelín

Na otázku č. 1 „S provozováním ETE souvisí výpustě (v plynném a kapalném skupenství), kde jsou“, pro kterou správná odpověď zní „jasně definované limity sledované SÚJB (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 75 dotázaných, z toho 35 mužů a 40 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 23 a 24).

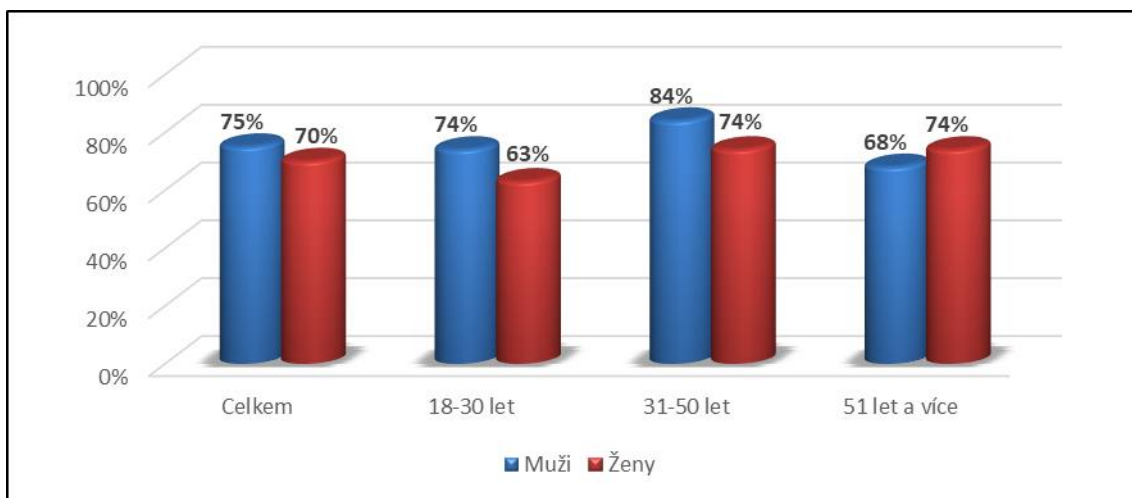


Obrázek 23 Otázka č. 1 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

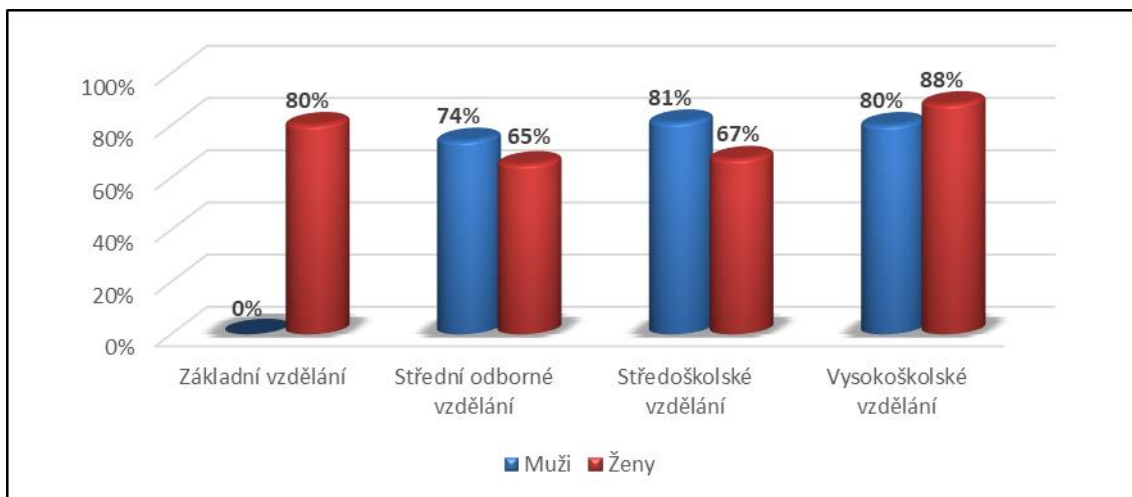


Obrázek 24 Otázka č. 1 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 2 „Kontejment ETE, ve kterém se nachází reaktor a další důležitá zařízení, je“, pro niž správná odpověď zní „železobetonový stavební objekt stažený předepínacím systémem s hermetickými uzávěry a extrémně vysokou odolností s vnější i vnitřní působností“ odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 83 dotázaných, z toho 43 mužů a 40 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 25 a 26).

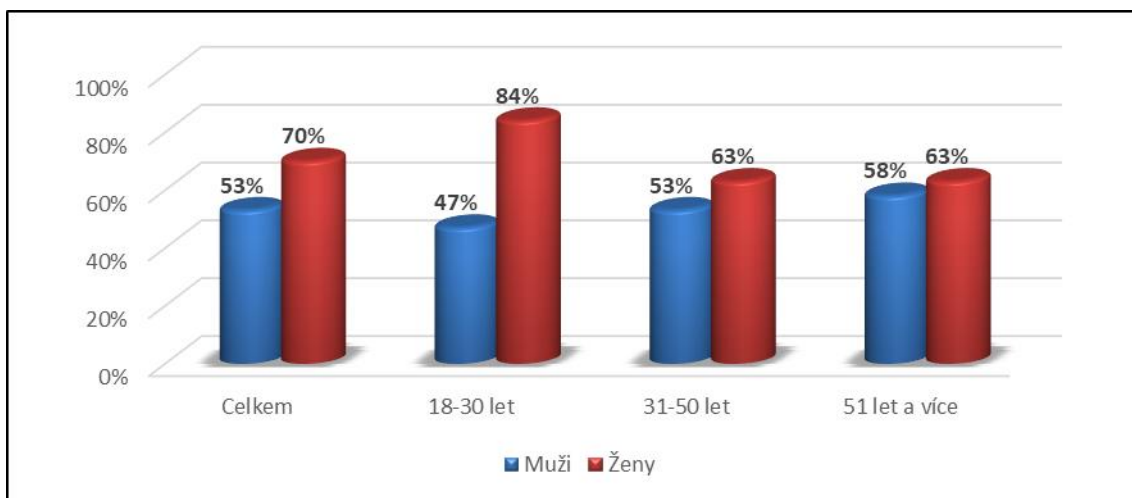


Obrázek 25 Otázka č. 2 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

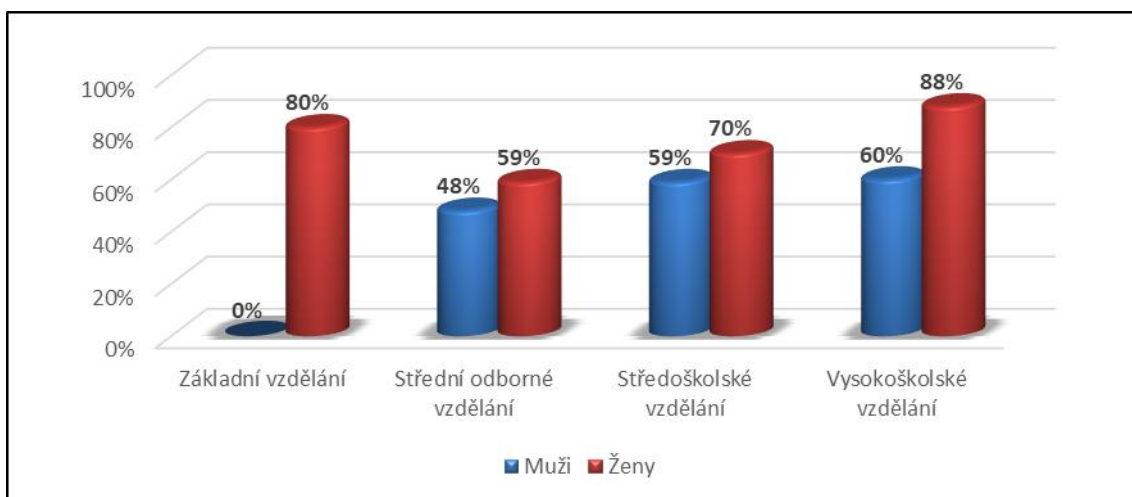


Obrázek 26 Otázka č. 2 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 3 „Pravděpodobnost havárie na ETE s ohrožením obyvatel v zóně havarijního plánování“, na kterou správná odpověď zní „je nízká, a neustále prováděnými novými studii a získáváním nových zkušeností vlastních i od jiných provozovatelů elektráren se tato pravděpodobnost neustále snižuje“ odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 70 dotázaných, z toho 30 mužů a 40 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotázaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 27 a 28).

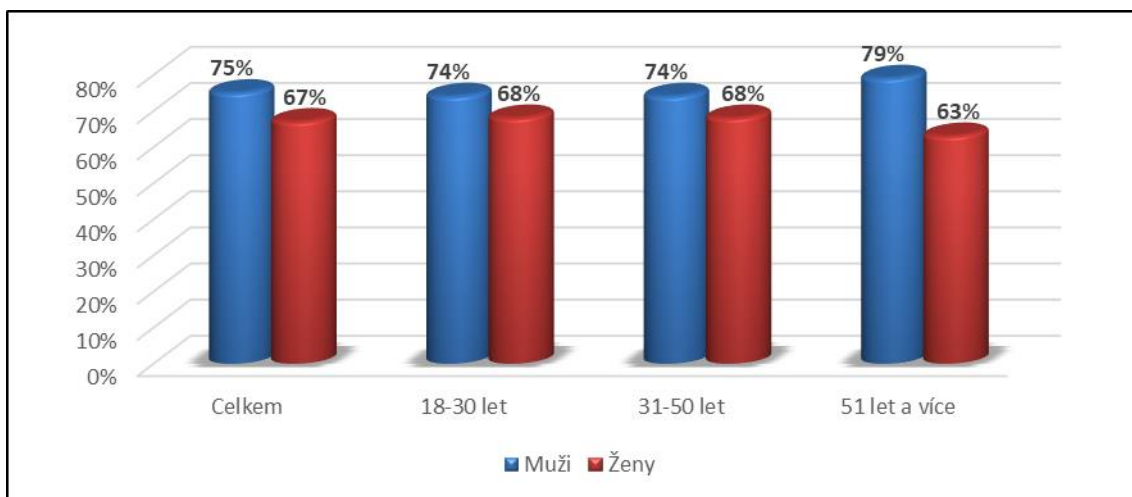


Obrázek 27 Otázka č. 3 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

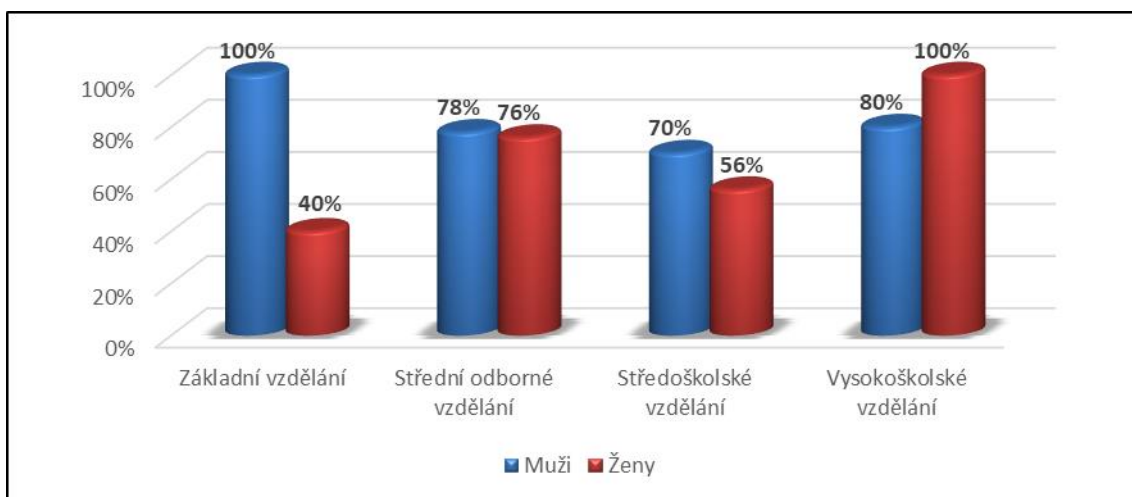


Obrázek 28 Otázka č. 3 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 4 „Na ETE jsou provozní a havarijní systémy jistěny“, na kterou správná odpověď zní „minimálně třemi nezávisle na sobě pracujícími systémy“ odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 81 dotázaných, z toho 43 mužů a 38 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 29 a 30).

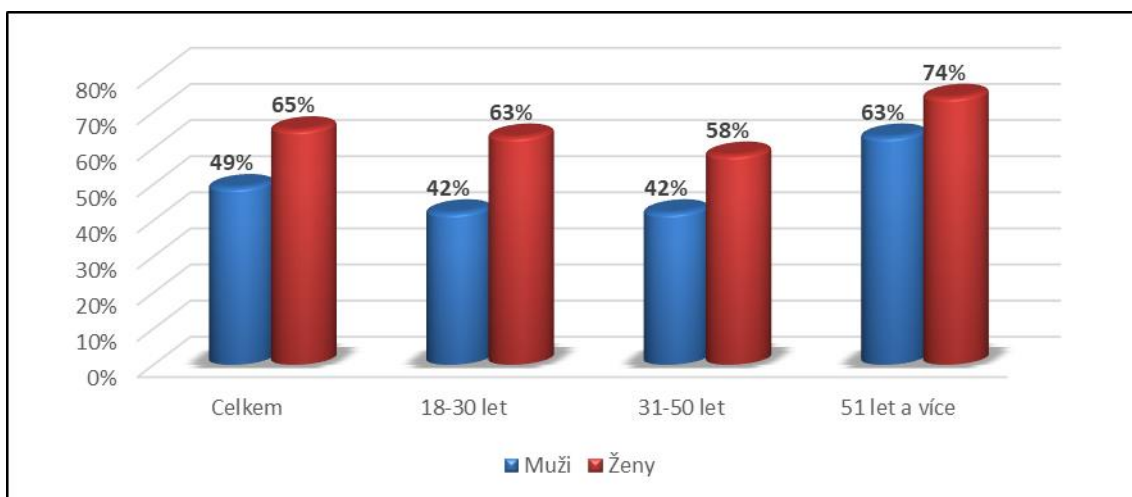


Obrázek 29 Otázka č. 4 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

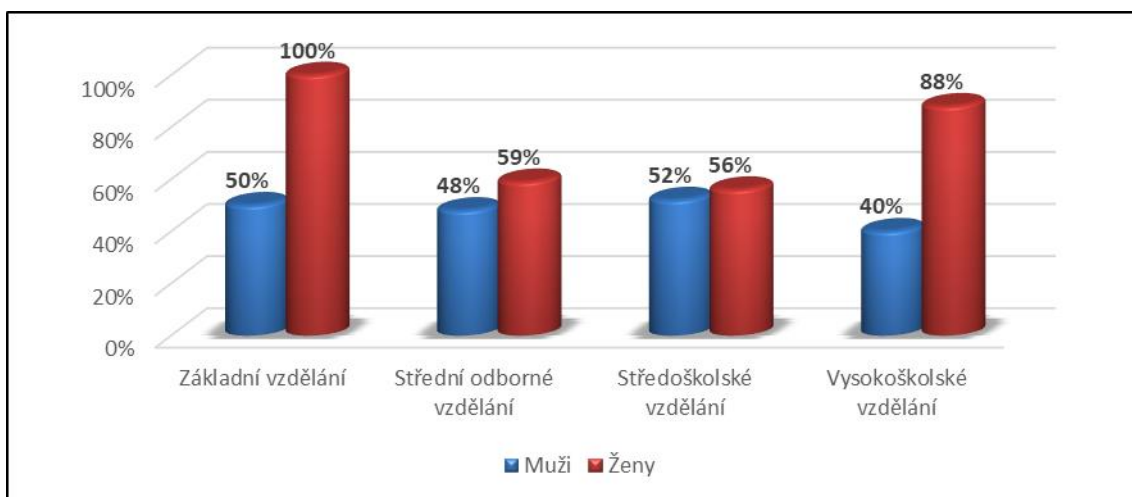


Obrázek 30 Otázka č. 4 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 5 „Pořadí (od nejvyšší po nejnižší hodnoty), ve kterém jsou vystaveny obyvatelé v zóně havarijního plánování ETE dávkám, je“, na niž správná odpověď zní „vyšetření CT hrudníku, radon ze zemského podlaží, z provozu ETE“ odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 65 dotázaných, z toho 28 mužů a 37 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 31 a 32).

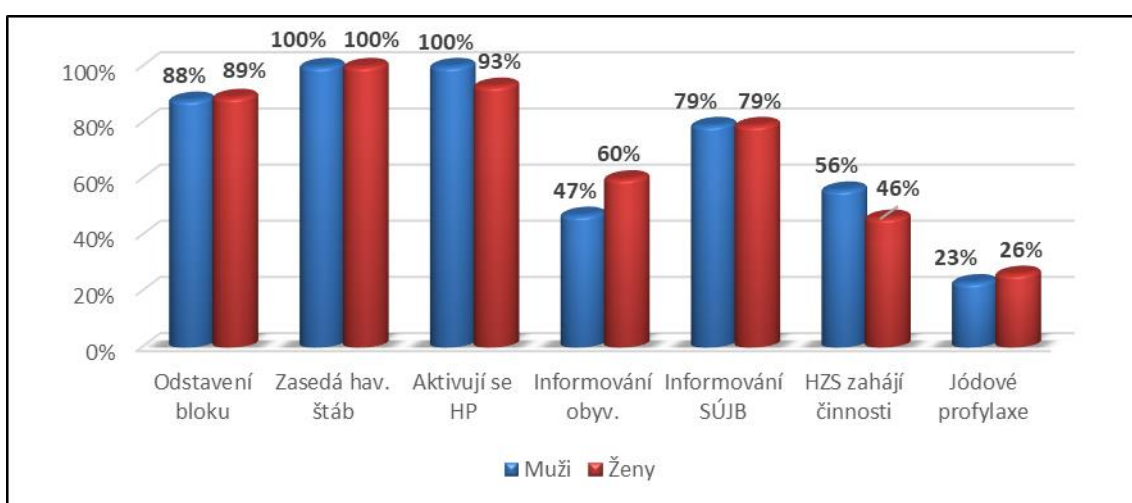


Obrázek 31 Otázka č. 5 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

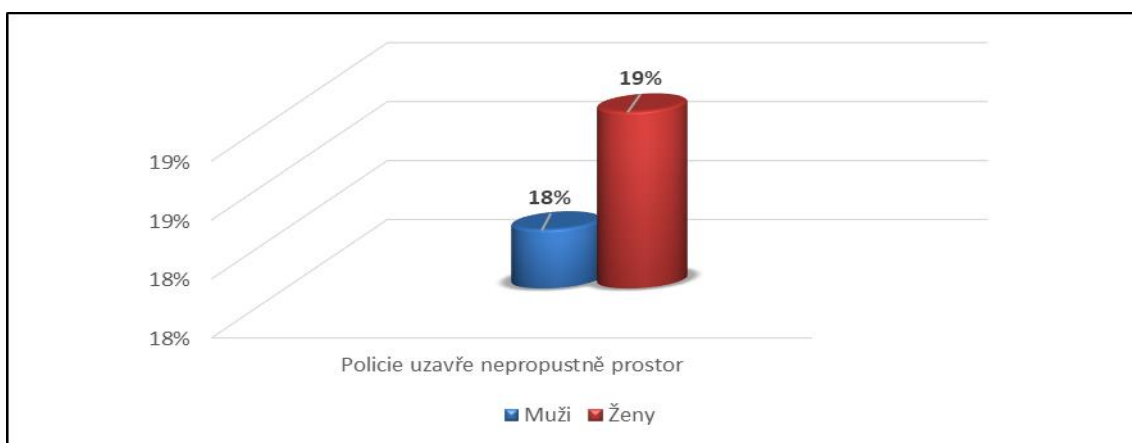


Obrázek 32 Otázka č. 5 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na doplňující otázku č. 1 „Co může nastat v případě havárie na ETE?“, pro niž mezi správné odpovědi patří „odstavení bloku z provozu, zasedá havarijní štáb, aktivují se havarijní plány, neprodleně se informuje obyvatelstvo v zóně havarijního plánování, neprodleně se informuje SÚJB, jednotka HZS podniku zahájí činnosti k zastavení či zmírnění působení havárie a velitel zásahu či starosta nařídí jódovou profylaxi“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správné odpovědi v podání mužů i žen jsou uvedeny v procentech v následujícím grafu (obr. 33) a nesprávné odpovědi v grafu (obr. 34).

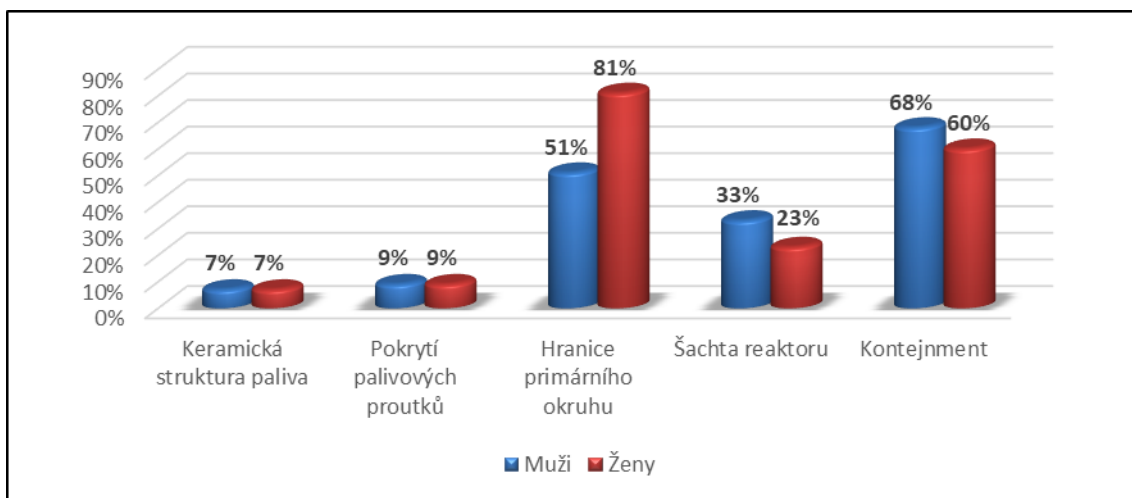


Obrázek 33 Doplnující otázka č. 1 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

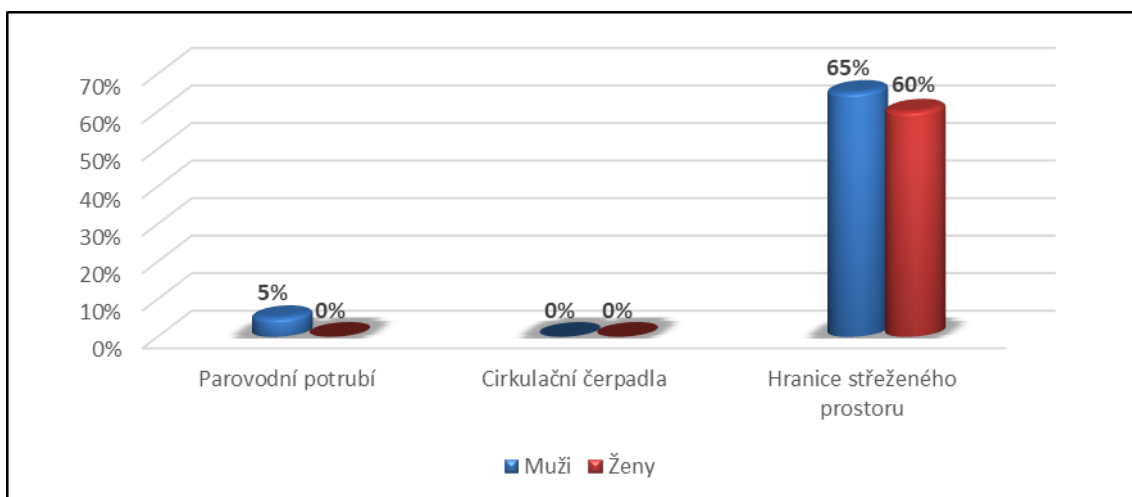


Obrázek 34 Doplnující otázka č. 1 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na doplňující otázku č. 2 „**Jaké znáte bariéry stojící mezi aktivní zónou v reaktoru a okolním životním prostředím?**“, pro niž mezi správné odpovědi patří „**pevná keramická struktura samotného paliva, pokrytí palivových proutků, tlaková hranice primárního okruhu, železobetonová šachta reaktoru a ochranná obálka (kontejnment)**“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správné odpovědi v podání mužů i žen jsou uvedeny v procentech v následujícím grafu (obr. 35) a nesprávné odpovědi v grafu (obr. 36).

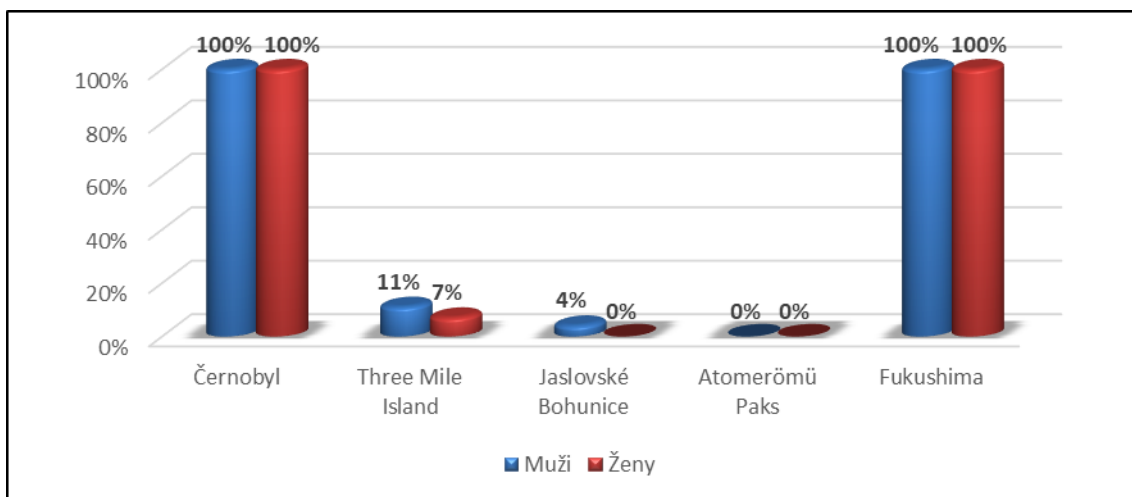


Obrázek 35 Doplňující otázka č. 2 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

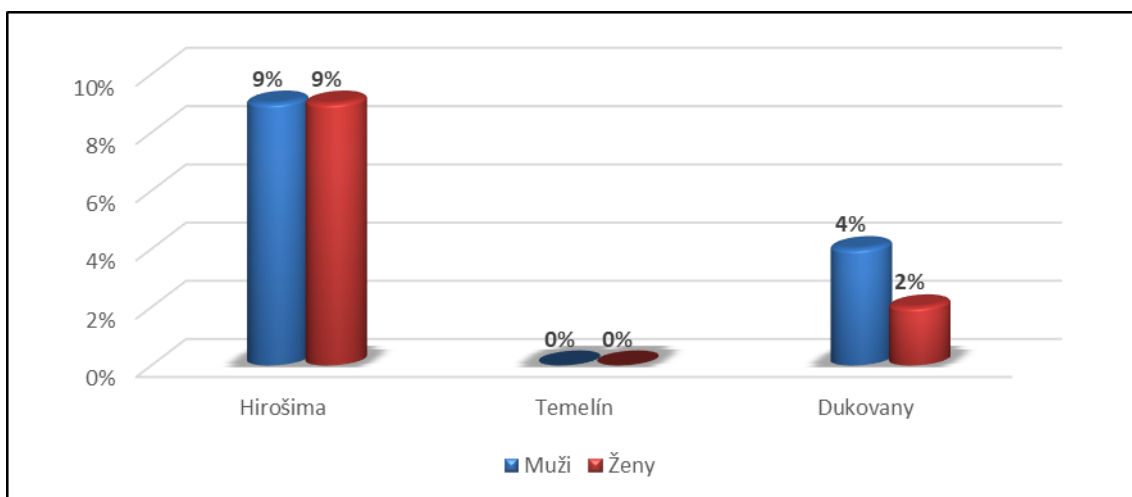


Obrázek 36 Doplňující otázka č. 2 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na doplňující otázku č. 3 „Na kterých jaderných elektrárnách došlo v historii k významné havárii?“, na niž mezi správné odpovědi patří „Černobyl, Three Mile Island, Jaslovské Bohunice, Atomerömu Paks a Fukushima“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správné odpovědi v podání mužů i žen jsou uvedeny v procentech v následujícím grafu (obr. 37) a nesprávné odpovědi v grafu (obr. 38).



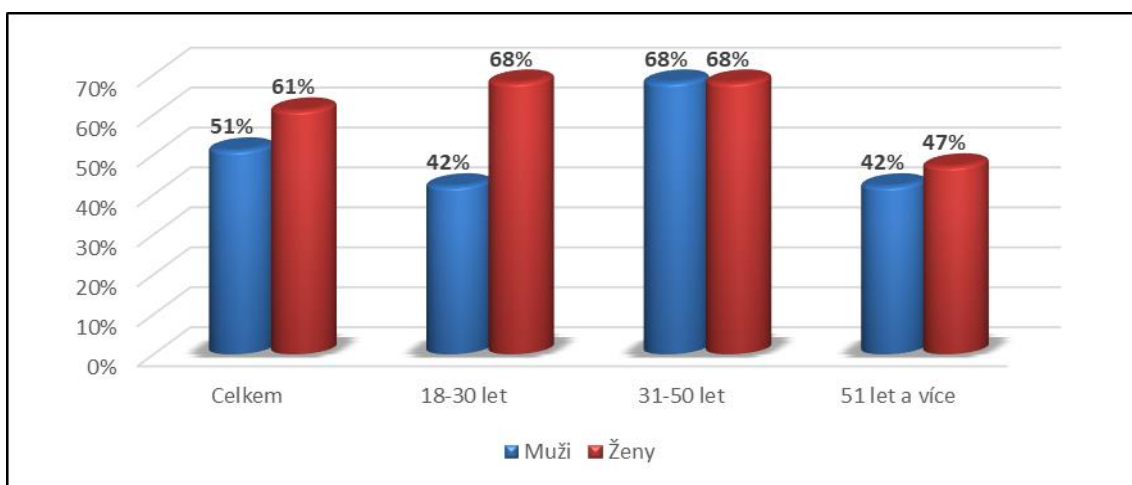
Obrázek 37 Doplňující otázka č. 3 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)



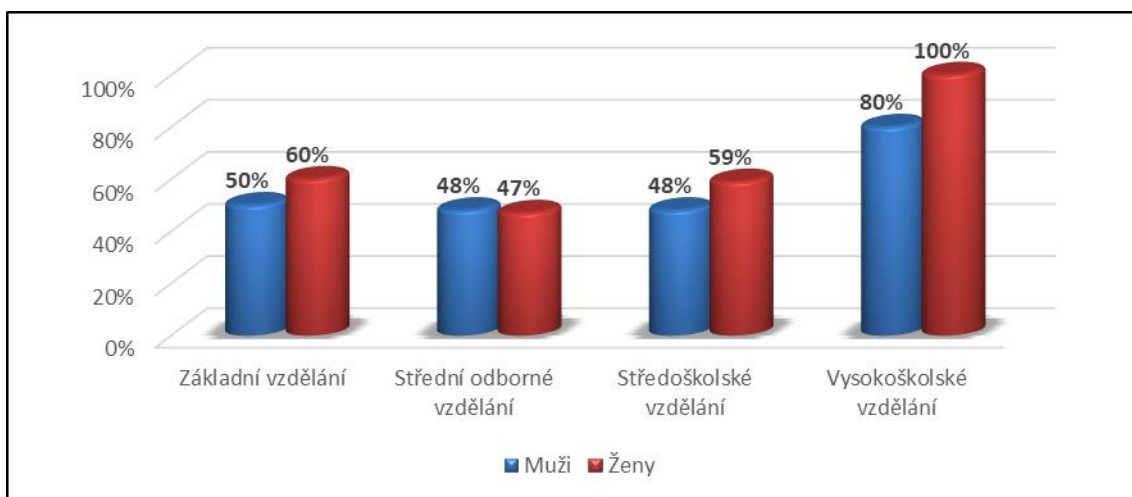
Obrázek 38 Doplňující otázka č. 3 na rizika a bezpečnost ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

4.3 Znalosti a chování obyvatel v zóně havarijního plánování ETE v případě havárie

Na otázku č. 1 „Havarijní plánování slouží především k“, na kterou správná odpověď zní „přípravenosti na mimořádné události a krizové situace“ odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 64 dotázaných, z toho 29 mužů a 35 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 39 a 40).

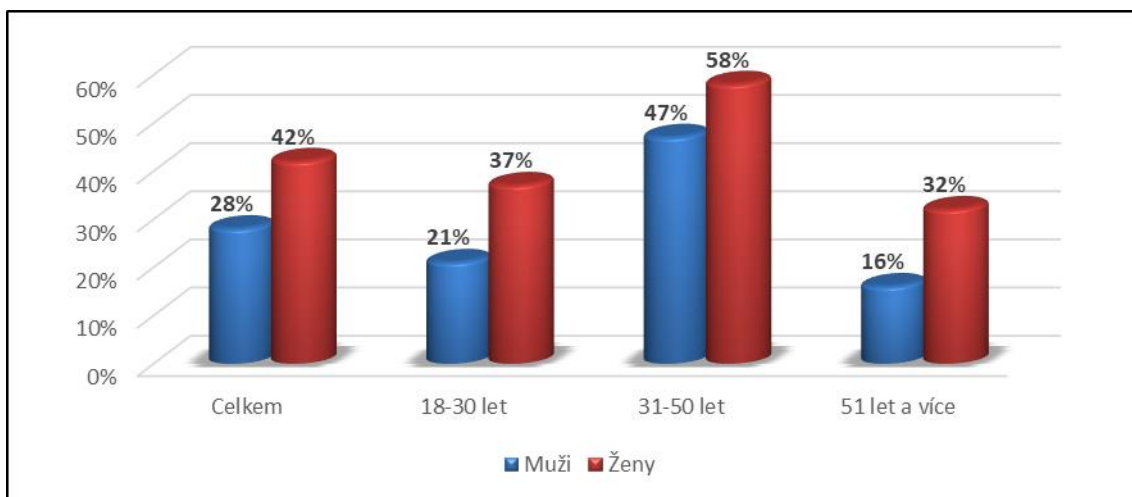


Obrázek 39 Otázka č. 1 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

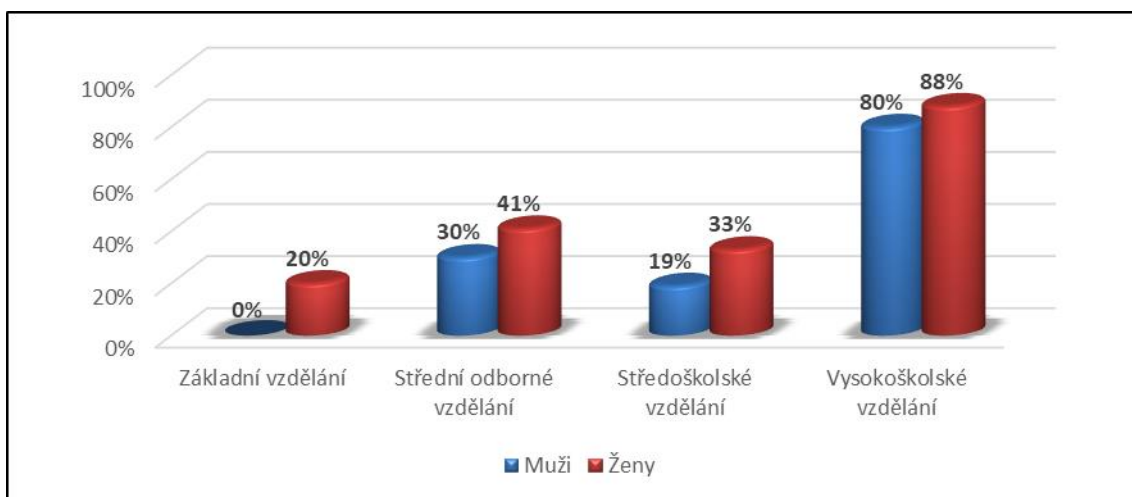


Obrázek 40 Otázka č. 1 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 2 „**Jodovou profylaxi (tablety s jodidem draselným) použijeme**“, pro niž správná odpověď zní „**až po vyzvání (velitelem zásahu nebo místním rozhlasem**“ odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 40 dotázaných, z toho 16 mužů a 24 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 41 a 42).

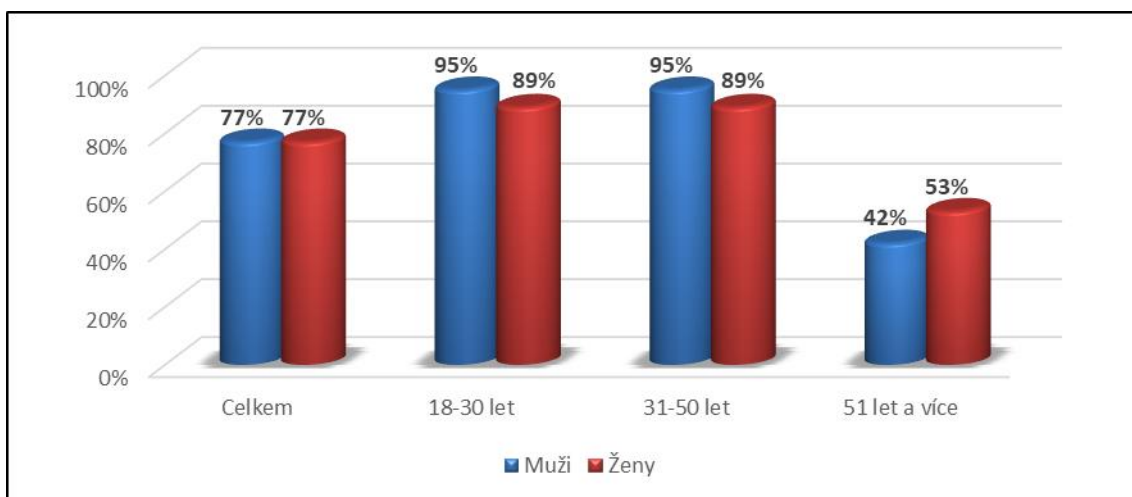


Obrázek 41 Otázka č. 2 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

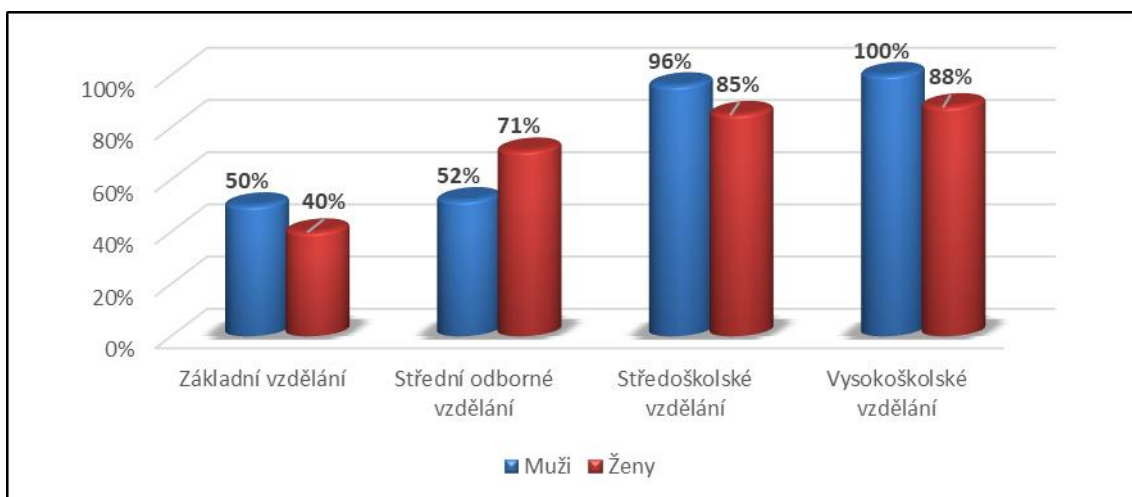


Obrázek 42 Otázka č. 2 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 3 „V případě vyhlášení evakuace budeme postupovat následovně“, na niž správná odpověď zní „vypnu veškeré spotřebiče v bytě, zajistím okna i dveře a přesunu se na shromaždiště“ odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 88 dotázaných, z toho 44 mužů a 44 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 43 a 44).

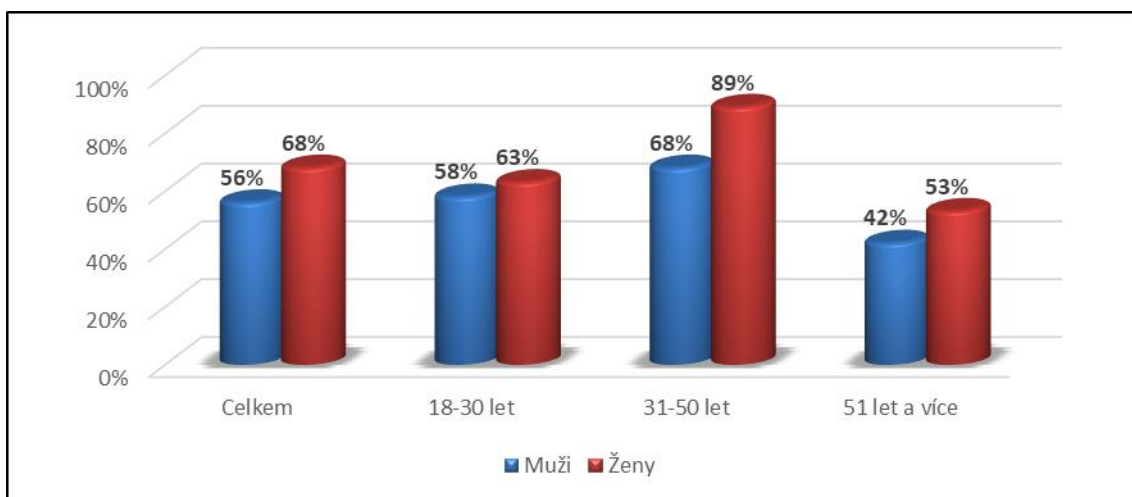


Obrázek 43 Otázka č. 3 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

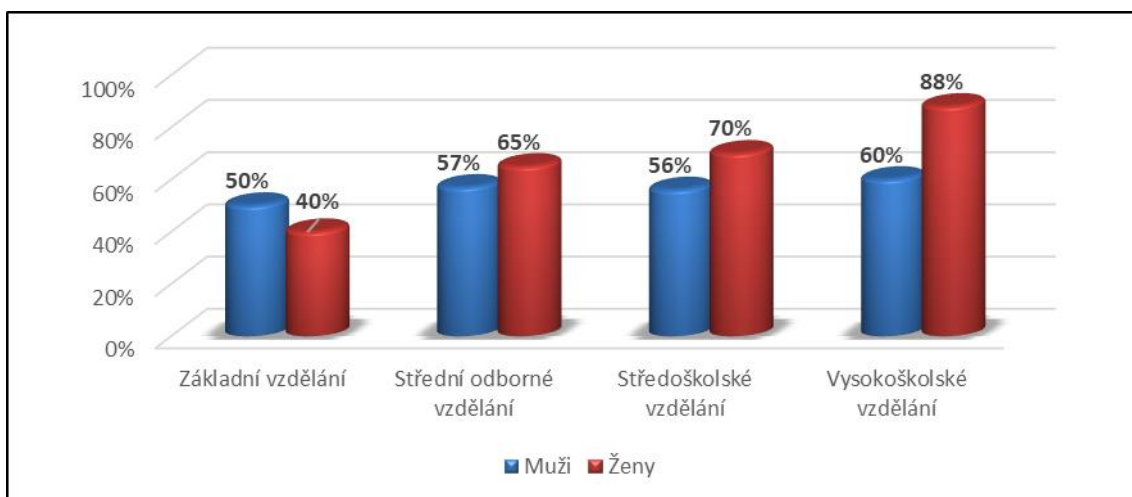


Obrázek 44 Otázka č. 3 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 4 „**Pojem „všeobecná výstraha“ představuje**“, na niž správná odpověď zní „**zvuk sirén kolísavým tónem o délce 140 vteřin a doplněný o hlášení v místním rozhlasu**“ odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 71 dotázaných, z toho 32 mužů a 39 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 45 a 46).

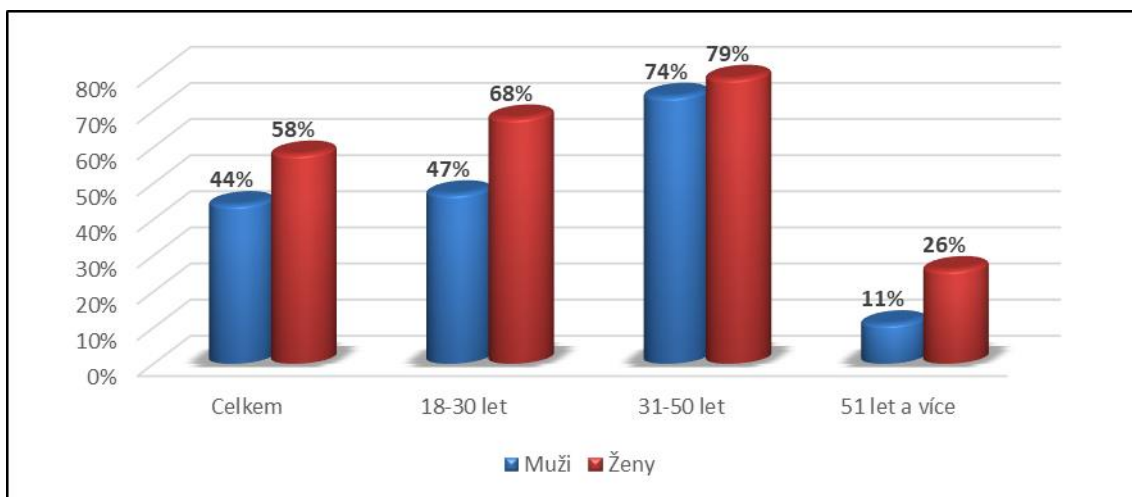


Obrázek 45 Otázka č. 4 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

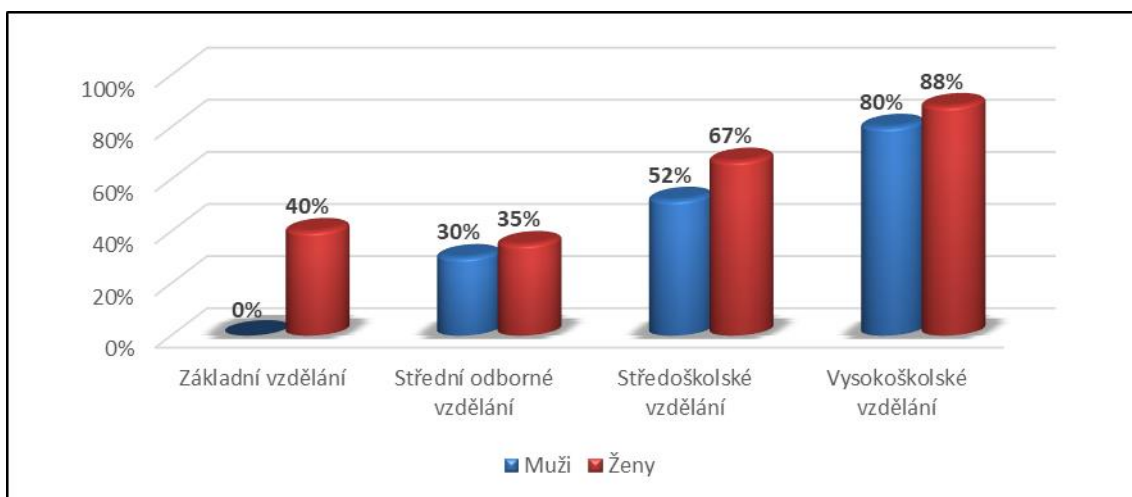


Obrázek 46 Otázka č. 4 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na otázku č. 5 „V případě spuštění „všeobecné výstrahy“, pro niž správná odpověď zní „vyčkám na informaci o postupu řešení mimořádné události“ odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správně odpovědělo 58 dotázaných, z toho 25 mužů a 33 žen. Znalost správné odpovědi v závislosti na věku, pohlaví a dosaženém vzdělání dotazovaných je v procentech uvedena v následujících grafech (obr. 47 a 48).

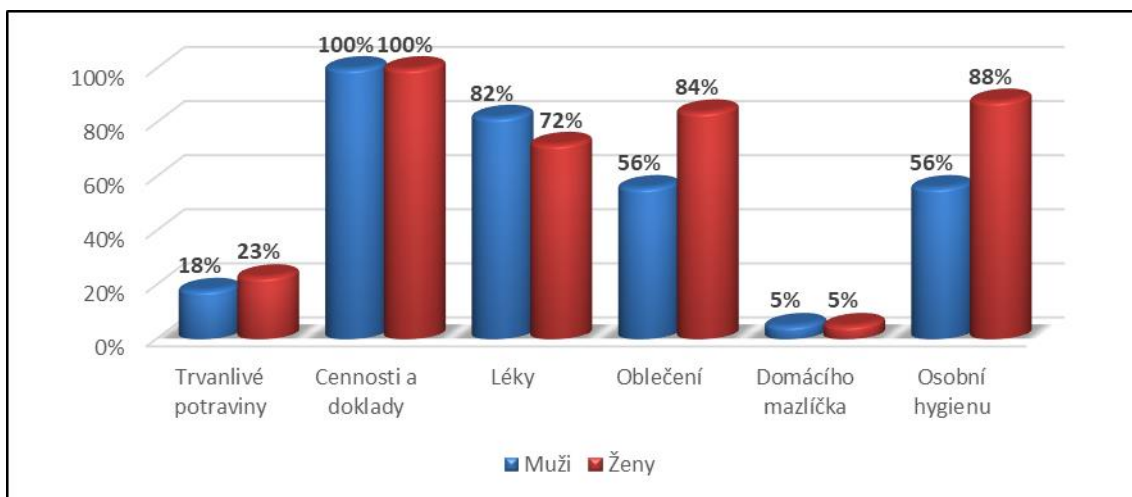


Obrázek 47 Otázka č. 5 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

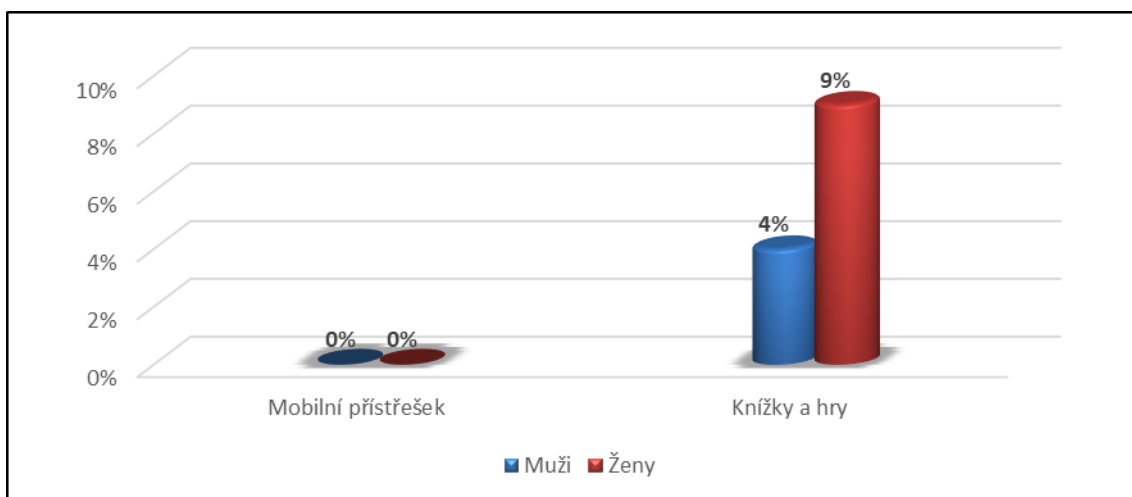


Obrázek 48 Otázka č. 5 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na doplňující otázku č. 1 „Co má především obsahovat evakuační zavazadlo?“, na kterou mezi správné odpovědi patří „**trvanlivé potraviny, cennosti a doklady, léky, oblečení, domácího mazlíčka a osobní hygienu**“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správné odpovědi v podání mužů i žen jsou uvedeny v procentech v následujícím grafu (obr. 49) a nesprávné odpovědi v grafu (obr. 50).

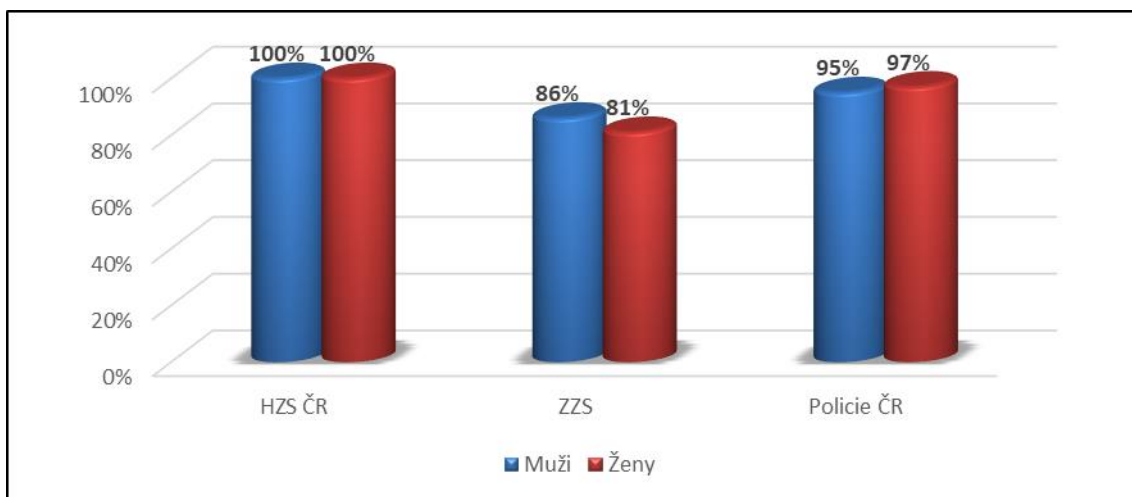


Obrázek 49 Doplňující otázka č. 1 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

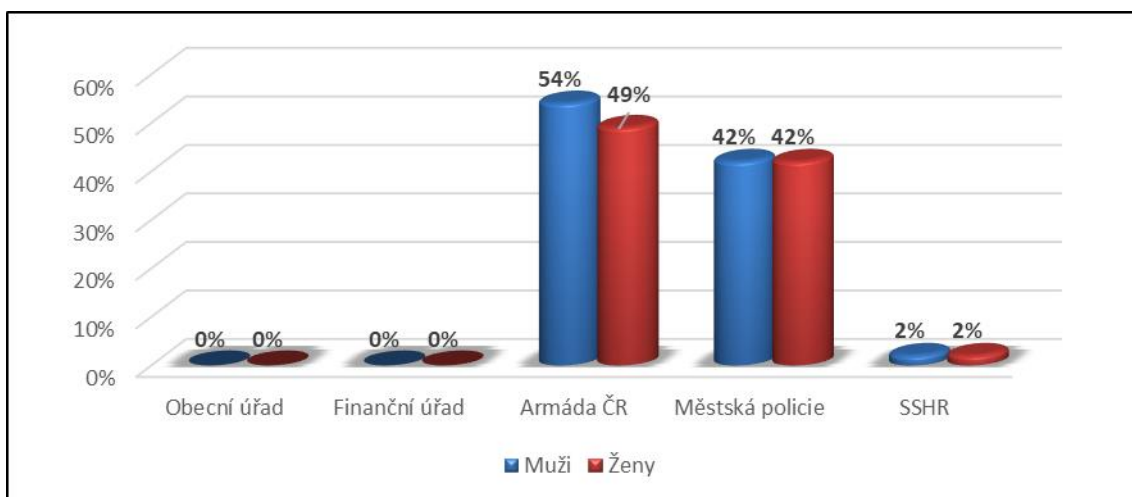


Obrázek 50 Doplňující otázka č. 1 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na doplňující otázku č. 2 „Kdo patří mezi základní složky integrovaného záchranného systému?“, na niž mezi správné odpovědi patří „Hasičský záchranný sbor ČR, zdravotnická záchranná služba a Policie ČR“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správné odpovědi v podání mužů i žen jsou uvedeny v procentech v následujícím grafu (obr. 51) a nesprávné odpovědi v grafu (obr. 52).

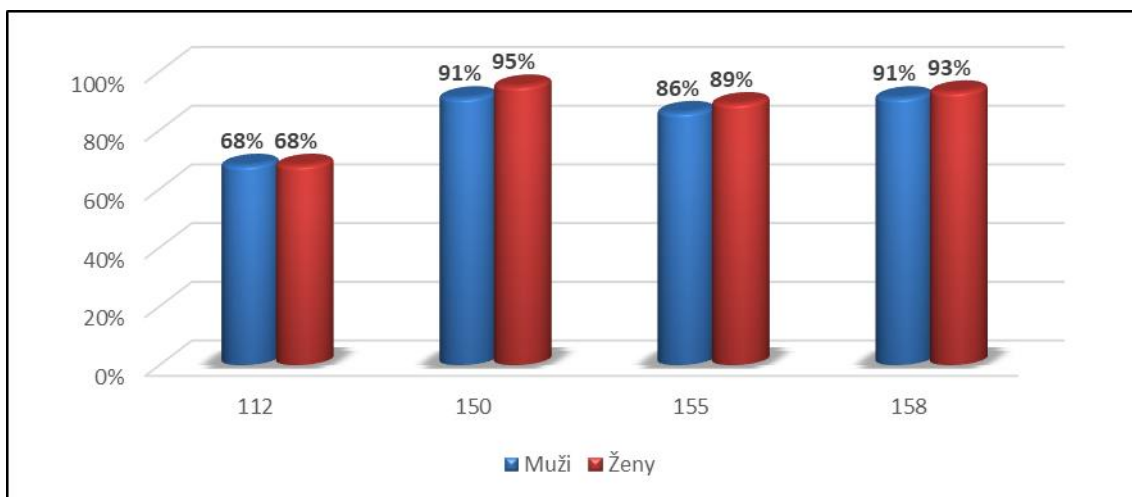


Obrázek 51 Doplňující otázka č. 2 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

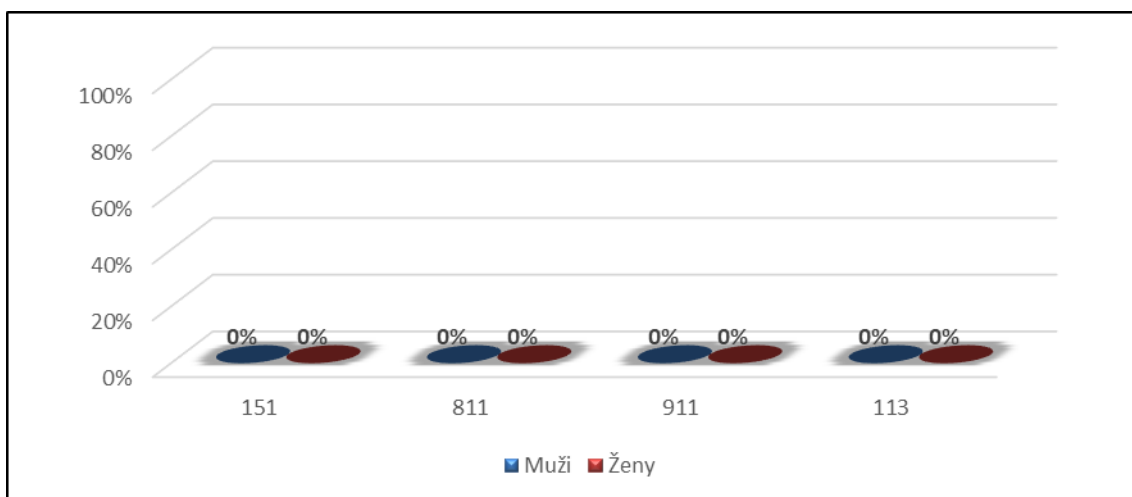


Obrázek 52 Doplňující otázka č. 2 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

Na doplňující otázku č. 3 „Na jaké telefonní číslo budete volat v případě vzniku mimořádné události?“, na kterou mezi správné odpovědi patří „112, 150, 155 a 158“, odpovídalo celkem 114 dotázaných. Správné odpovědi v podání mužů i žen jsou uvedeny v procentech v následujícím grafu (obr. 53) a nesprávné odpovědi v grafu (obr. 54).



Obrázek 53 Doplnující otázka č. 3 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 54 Doplnující otázka č. 3 na znalosti a chování v případě havárie ETE (Zdroj: Vlastní zpracování)

5 DISKUSE

Cílem předložené diplomové práce bylo analyzovat znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín a najít odpověď na otázku „Jaké jsou znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín?“ Základní znalosti obyvatel v zóně havarijního plánování o provozu jaderné zařízení považuji z hlediska ochrany obyvatelstva za klíčové. V případě havárie může neznalost problematiky přímo ohrozit na životě a zdraví nejen obyvatelstvo samotné, ale zároveň záchranáře zasahující při mimořádné události. Fatální dopady na obyvatelstvo může mít jejich neznalost ohledně chování při spuštění „všeobecné výstrahy“, kdy použít jodovou profylaxi, kdy a jak se evakuovat atd.

Při analýze znalostí obyvatelstva o provozu ETE formou dotazníkového šetření bylo zapotřebí rozdělit otázky do tří částí (kategorií). Je to dáno jednoduchou rovnicí: provoz ETE (princip) = rizika a bezpečnost = chování obyvatelstva. První část byla zaměřena čistě na provoz ETE, kde díky svým znalostem obyvatelé chápou princip jaderného zařízení. Znalost provozu ETE má přímou souvislost s plynoucími riziky a se zajištěním bezpečnosti, což je druhá část otázek v dotazníku. Dobrá znalost těchto dvou částí napomáhá ke správnému pochopení prováděných opatření a následnému chování obyvatel v zóně havarijního plánování.

5.1 Znalosti obyvatel v zóně havarijního plánování o provozu ETE

Znalosti obyvatel v zóně havarijního plánování o provozu ETE lze požadovat za stavební základ k pochopení celé problematiky. Pokud obyvatelé nebudou znát základní princip provozovaného jaderného zařízení, nemohou posoudit reálná rizika a důvod prováděných následných ochranných opatření.

První tři otázky zaměřené na provoz v ETE měly ukázat základní znalosti o funkci a účelu jaderného reaktoru. Následné dvě otázky byly položeny na zařízení, kterému říkáme parogenerátor a turbína. Základní očekávané znalosti, shrnu do následujících pár vět. V jaderném reaktoru díky štěpení uranu (nežádoucí jev ionizující záření) získáváme

tepelnou energii (horkou vodu), kterou pomocí primárního okruhu dodáváme do parogenerátoru. Parogenerátor slouží k předání tepelné energie mezi primárním a sekundárním okruhem, jedná se o bezpečnostní prvek. V sekundárním okruhu je tepelná energie (pára, díky nižšímu tlaku) distribuována na lopatky turbíny, které roztáčí, a dochází tak k přeměně tepelné energie na mechanickou. Točící se turbína je napojena na generátor (princip dynama), který vytváří elektrickou energii.

Velmi dobrá úroveň znalostí obyvatelstva se ukázala u dotazu na palivo používané v reaktoru VVER 1000, na niž správně „URAN“ odpovědělo 80 % dotázaných (obr. 7). Rovněž minimální rozdíl odpovědí mezi muži a ženami bez ohledu na věk svědčí o všeobecné znalosti daného tématu. To neplatí pouze při pohledu na obr. 8 v závislosti na dosaženém vzdělání. Zde byl propastný rozdíl u dotázaných se základním vzděláním, jejichž znalosti byli na úrovni pod 50 %.

Otázku směřovanou na „ionizující záření“, které je nežádoucí při štěpné reakci, zodpovědělo správně 61 % mužů a 72 % žen (obr. 9). Značná rezerva ve znalosti byla u mužů ve věku 18–30 let a rovněž u mužů a žen ve věku nad 50 let. Poměrně velký rozdíl byl ve znalosti s ohledem na dosažené vzdělání, kde bylo evidováno až o 59 % méně správných odpovědí u dotázaných se středním odborným vzděláním (vyučen) než u vysokoškolského vzdělání (obr. 10).

Otázku směřovanou na funkci reaktoru VVER 1000, jehož primárním cílem je získání tepelné energie, správně zodpověděli muži i ženy pouze pod hranicí 50 %, jak znázorňuje obr. 11. Výsledek byl považován za velmi špatný, především s ohledem k důležitosti tohoto zařízení a k principu fungování celé elektrárny. Dobrý výsledek vykazovali pouze muži ve věku 31–50 let s vysokoškolským vzděláním (obr. 12).

Špatný výsledek se rovněž ukázal u znalosti dotázaných o funkci parogenerátoru. Správnou odpověď se zněním „slouží k předání tepelné energie mezi primárním a sekundárním okruhem“ uvedlo 33 % mužů a 19 % žen (obr. 13). Ani výsledek mužů ve věku 31–50 let s vysokoškolským vzděláním není uspokojivý. Tato bilance poukazuje na ten fakt, že dotazovaní nemají znalost základního tepelného schématu

ETE. Toto jednoduché schéma ve formě obrázku popisuje princip fungování ETE a jeho osvěta mezi obyvatelstvem by pomohla k lepšímu pochopení funkce jaderného zařízení.

Otázku zaměřenou na turbínu a její funkci, dle očekávání, s velkou převahou zodpovědělo správně téměř jednou tolik mužů než žen (obr. 15). Je to dáno především technickou vyspělostí mužů a znalostí turbíny z jiných zařízení. Přirovnání s turbodmychadlem u automobilů nebo vodním čerpadlem v obráceném principu hovořilo za své. Ženám by k pochopení principu fungování turbíny opět pomohla zmíněná znalost základního tepelného schématu.

Doplňující otázky měly ukázat, do jaké míry mají respondenti všeobecné znalosti a přehled o ETE. Otázky nebyly směřovány přímo k výrobě elektrické energie jako takové, ale co k provozu potřebujeme. Otázky, které byly rozděleny na důležité strojní zařízení a důležité stavební objekty. Poslední doplňující otázka měla za úkol zjistit, zda si respondenti dokážou uvědomit výhody i nevýhody jaderných elektráren.

První doplňující otázka k provozu ETE byla zaměřena na strojní zařízení nacházející se v elektrárně. Celkem dobré znalosti prokázali jak muži, tak i ženy. Výjimkou jsou pouze muži, kteří v 7 % poukazovali na spalovací komoru, která se na elektrárně nenachází (obr. 18). Druhá doplňující otázka směřovala ke stavebním objektům v ETE, které je ve většině případů možné spatřit v okolí elektrárny. Dva výrobní bloky a čtyři chladicí věže – tak odpovědělo správně 100 % dotazovaných, rovněž znalost umístění skladu vyhořelého jaderného paliva je celkem dobrá. Menší znalost úpravny chladicí vody a především neznalost plynové kotelny je trochu překvapením (obr. 20). Plynová kotelná se nachází v severovýchodním rohu střeženého prostoru a je dobře vidět z hlavní silnice vedoucí mezi Týnem nad Vltavou a Českými Budějovicemi. Rovněž tvrzení o uložení radioaktivních kapalin, které se na ETE nevyskytuje, svědčí o rezervách ve znalostech. Na třetí doplňující otázku zaměřenou na výhody mezi jadernou a uhelnou elektrárnou bylo správně odpovězeno muži z 98 % a ženami 100 %, že se jedná o šetrnější způsob výroby energie k životnímu prostředí (obr. 21). Zda se jedná o stabilnější zdroj energie s větší efektivitou ve výrobě a zda má téměř nevyčerpatelné zdroje paliva, odpovědělo správně pouze 25–47 % mužů a žen.

Nesprávné odpovědi se pohybovaly do 11 %, kdy především muži uvedli malé náklady na bezpečnost a malé pořizovací náklady na výstavbu (obr. 22).

5.2 Znalosti obyvatel v zóně havarijního plánování o riziku a bezpečnosti v ETE

S provozem jaderného zařízení souvisí rizika, mezi která mimo jiné patří výpustě v plynném a kapalném skupenství. Tyto výpustě jsou neustále monitorovány a mají jasně stanovené limity, na které dohlíží SÚJB. Jeden z hlavních bezpečnostních prvků v ETE je kontejnment. Jedná se o železobetonový stavební objekt stažený předepínacím systémem s hermetickými uzávěry a s extrémně vysokou odolností s vnější i vnitřní působností. Právě chybějící kontejnment v elektrárně Černobyl mělo za následek únik velkého množství radioaktivních látek do životního prostředí, kdy došlo k protavení paliva ven z budovy reaktoru. Co se týká pravděpodobnosti havárie v ETE, vždy nějaká existuje. Toho si je provozovatel velmi dobře vědom, proto neustále prováděné nové studie a na základě získaných nových zkušeností stále tuto pravděpodobnost snižuje. V současné době bezpečnost ETE zajišťují minimálně tři nezávisle na sobě pracující bezpečnostní a provozní systémy. Obyvatelé v zóně havarijního plánování, a nejen oni, jsou neustále vystavováni určitým dávkám záření. A důvodem není jen jaderné zařízení v jejich blízkosti, jak si mnozí myslí. Dávky záření obdržené při lékařských vyšetření, jako je například vyšetření CT hrudníku, jsou tak vysoké, že je nelze s dávkami spojené s provozem ETE vůbec srovnávat. Rovněž záření v podobě radonu ze zemského podloží je pořád mnohonásobně vyšší, než zdroje z ETE.

Na otázku související s výpustěmi (v plynném a kapalném skupenství) správně opovědělo 61 % mužů a 70 % žen (obr. 23). Uvedli, že jsou jasně definované limity sledované SÚJB. Ženy v této otázce prokázaly větší znalosti, a to především ve věku 31–50 let s vysokoškolským vzděláním. U špatných odpovědí respondenti uváděli argument ve znění „SÚJB nemá tolik pracovníků a času, aby sledoval všechny možné výpustě“. Je tedy patrné, že tyto respondenti nemají představu o způsobu monitorování těchto výpustí.

Mezi důležitá opatření proti rizikům spojeným s únikem radioaktivních látek do životního prostředí patří ochranná obálka neboli kontejnment. Je to železobetonový stavební objekt stažený předepínacím systémem s hermetickými uzávěry a extrémní odolností s vnější i vnitřní působností. Poměrně známá studie uvádí, že kontejnment je konstruovaný na odolnost zvenčí pro náraz dopravního nebo vojenského letadla. Odolnost působení sil na kontejnment zevnitř je konstruován na tlak 17,6 MPa při teplotě 350 °C, který nepřekročí ani při náhlém porušení potrubí primárního okruhu a havarijních systémů. Správnou odpověď na tuto otázku uvedlo 75 % mužů a 70 % žen, což považuji za celkově dobrý výsledek (obr. 25).

U otázky na pravděpodobnost havárie na ETE byl často vznesen dotaz, zda respondent má odpovědět „jak si to myslí, nebo jak by to mělo být“. Svědčí to o určité nedůvěře vůči provozovateli ze strany obyvatel, která ovšem není ničím podložená. Respondentům bylo doporučeno, ať uvedou především svůj názor. Zajímal mě jejich pocit bezpečí, který je důležitý pro jejich soužití s elektrárnou za zády. V hodnocení se tato skutečnost ukázala tak, že pouze 53 % mužů a 70 % žen si uvědomuje určité riziko a věří jeho snižujícímu trendu (obr. 27). Ostatní se domnívají, že riziko žádné neexistuje, nebo naopak je tak vysoké, že ho provozovatel ETE tají.

Znalost ohledně zabezpečení důležitých provozních a všech havarijních systémů, které se nachází na ETE a jsou vždy jistěny minimálně třemi nezávisle na sobě pracujícími systémy, prokázalo celkem 75 % mužů a 67 % žen. Celkem dobrou znalost prokázali muži i ženy ve všech věkových kategoriích bez rozdílu ve vzdělání (obr 29 a 30). Výjimkou jsou pouze ženy se základním vzděláním, které vykazaly znalost pouze ze 40 %.

Na otázku „Pořadí (od nejvyšší po nejnižší hodnoty), ve kterém jsou vystaveny obyvatelé v zóně havarijního plánování ETE dávkám“, bylo správnou odpovědí „vyšetření CT hrudníku, radon ze zemského podlaží, z provozu ETE“. U této otázky správnou odpověď uvedlo celkem 65 % žen a nelichotivých 49 % mužů. S rostoucím věkem se úspěšnost odpovědí zvyšovala, což mohlo být v důsledku větších zkušeností dotázaných s lékařským vyšetřením (obr. 31).

Doplňující otázky na rizika a bezpečnost ETE byly zaměřeny na situace v případě havárie ETE. Jedná se o konkrétní situace a stavy, které mohou nastat v případě havárie jak přímo v ETE, tak v zóně havarijního plánování. S pojmem bezpečnost přímo souvisí bariéry bránící úniku radioaktivních látek do životního prostředí. A to jak za běžného provozu, tak i v případě mimořádné události. K bezpečnějšímu provozu ETE dále přispívají zkušenosti z jiných jaderných zařízení u nás i ve světě. Zároveň jsou cenné zkušenosti z elektráren, u kterých došlo k vážným haváriím. Na znalostech ohledně těchto havárií jaderného zařízení byla postavena třetí doplňující otázka.

Na první doplňující otázku ve znění, co může nastat v případě havárie na ETE, odpověděla správně většina dotázaných, především – že dojde k odstavení bloku, zasedá havarijní štáb, aktivují se havarijní plány a neprodleně se informuje SÚJB (obr. 33). Jedna pětina dotázaných si myslí, že dojde k nepropustnému uzavření prostoru v okruhu 60 km Policií ČR (obr. 34). Na druhou doplňující otázku „jaké znáte bariéry mezi aktivní zónou v reaktoru a okolním životním prostředím“ uváděli dotázaní správně hranici primárního okruhu a kontejnment (obr. 35). Nesprávně pak odpovídalo 65 % mužů a 60 % žen, že mezi bariéry patří i hranice střeženého prostoru (obr. 36). Vypovídá to o skutečnosti, že dotazovaní nevědí, co znamená hranice střeženého prostoru, tedy vstupní bránu a plot kolem areálu ETE. Třetí doplňující otázku směřovanou na havárie jaderného zařízení u nás i v zahraničí správně odpovědělo 100 % mužů a žen u Černobyli a Fukušimy (obr. 37). U ostatních havárií uvedlo správnou odpověď pouze několik jednotlivců. Poměrně velké číslo 9 % mužů a žen uvedlo nesprávně Hirošimu (obr. 38).

5.3 Znalosti obyvatel v zóně havarijního plánování o způsobu chování v případě havárie v ETE

Chování obyvatel v zóně havarijního plánování ETE v případě havárie závisí na znalostech ohledně provozu, rizik a následných opatření. Zároveň je důležité porozumět pojmům havarijní plánování, jodová profylaxe, evakuace, všeobecná výstraha atd. Důležitá je znalost významů těchto pojmů a s tím související postupy. Tyto důležité

informace se pravidelně předkládají obyvatelům v zóně havarijního plánování formou kalendáře, který každý jednou za dva roky zdarma obdrží od provozovatele ETE. Výsledky mimo jiné ukázaly velmi malou efektivitu tohoto způsobu informování obyvatelstva.

Havarijní plánování slouží především k připravenosti na mimořádné události a krizové situace, což správně uvedlo 51 % mužů a 61 % žen (obr. 39). Správnost odpovědi narostla skokově u dotázaných s vysokoškolským vzděláním (obr. 40) a naopak neznalost odpovědi se poměrně velkým rozdílem ukázala u mužů a žen ve věku nad 50 let. Z nesprávných odpovědí bylo v drtivé většině uvedeno, že havarijní plánování slouží k zabránění vzniku havárie u konkrétního podniku, který byl posouzen jako rizikový.

Na otázku „Jodovou profylaxi (tablety s jodidem draselným) použijeme“ správně odpovědělo alarmujících 28 % mužů a 42 % žen (obr. 41). Tento špatný výsledek výrazně vylepšila skupina dotázaných spadajících do skupiny s vysokoškolským vzděláním, která se pohybovala na úspěšnosti 80 % a více (obr. 42). Drtivá většina dotázaných použije jodid draselný v okamžiku, kdy se dozví o „jakémkoliv problému“ na ETE. Dle jejich slov není pro ně přitom podstatné, co se stalo, ani jakou cestou informaci dostanou.

Na otázku o chování obyvatel v případě vyhlášení evakuace správně odpovědělo 77 % mužů a žen (obr. 43). Toto číslo mohlo být mnohem vyšší, ale průměr velmi snížili dotazovaní ve věku nad 50 let. Zde je propastný rozdíl – správně odpovědělo pouze 42 % mužů a 53 % žen. Rovněž vzdělání hrálo velkou roli, dotázaní s vysokoškolským vzděláním a středoškolským vzděláním dosáhli velmi dobré úspěšnosti v rozmezí 85–100 % správných odpovědí (obr. 44).

Otázka, co představuje pojem všeobecná výstraha, byla správně zodpovězena celkem u 56 % mužů a 68 % žen (obr. 45). Velmi často dotazovaní odpovídali chybně „zvuk sirén nekolisavým tónem o délce 140 vteřin“, který je slyšet vždy první středu v měsíci a jedná se o zkoušku sirén. Ani dosažené vzdělání nehrálo podstatnou roli ve znalosti,

s výjimkou žen s vysokoškolským vzděláním (obr. 46). Nižší znalosti se objevily již tradičně u dotazovaných ve věku nad 50 let.

Jak se zachovat při spuštění všeobecné výstrahy, zde byla úspěšnost správných odpovědí u 44 % mužů a 58 % žen. Tyto hodnoty velice ovlivnili dotázaní ve věku nad 50 let, jejichž správná odpověď byla pouze u 11 % mužů a 26 % žen (obr. 47). Místo správné odpovědi „vyčkám na informaci o postupu řešení mimořádné události“ odpovídali většinou špatně „zahájím evakuaci, pokud mi to zdraví dovolí“. Správné odpovědi pod 50 % dotázaných vykazovali muži a ženy s nižším dosaženým vzděláním, tedy se středním odborným vzděláním (vyučen) a základním vzděláním (obr. 48).

Doplňující otázky na znalosti a chování obyvatel v zóně havarijního plánování ETE v případě havárie byly zaměřeny na obsah evakuačního zavazadla, jaké známe základní složky IZS a jaké telefonní čísla lze použít pro nahlášení mimořádné události.

Na první doplňující otázku zaměřenou na obsah evakuačního zavazadla odpovědělo správně „cennosti a doklady“ 100 % mužů a žen. Nad 50 % správných odpovědí pak uvedli léky, oblečení a osobní hygienu (obr. 49). Zde značnou roli hrálo pohlaví dotazovaných, kdy oblečení a osobní hygienu uvedlo o 30 % více žen oproti mužům. Trvanlivé potraviny a domácího mazlíčka uvedlo méně než čtvrtina dotázaných. Nenašel se jediný dotázaný, který by pak uvedl mobilní přístřešek. Knížku a společenské hry by přibalilo 4 % mužů a 9 % žen. Na druhou doplňující otázku „kdo patří mezi základní složky integrovaného záchranného systému“ se 100% úspěšností uvedli dotázaní Hasičský záchranný sbor ČR. Policii ČR uvedlo mezi 95–97 % dotázaných a zdravotnickou záchrannou službu 81–86 % mužů a žen (obr. 51). Polovina dotázaných nesprávně uvedla Armádu ČR a necelá polovina napsala městská policie. U ostatních špatných odpovědí se jednalo o zanedbatelné číslo, konkrétně se pohybovalo do 2 % (obr. 52). Poslední doplňující otázka měla ukázat, na jaké telefonní čísla budou volat dotázaní v případě vzniku mimořádné události. Nad 85 % dotázaných správně uvedlo číslo 150, 155, 158. Evropskou tísňovou linku 112 pak volilo celkem 68 % mužů a žen. Tento výsledek považuji za nedostatečný (obr. 53). Především dotázaní s věkem nad 50 let tuto variantu volili minimálně a přiklonili se k tradičním

čísly 150, 155 a 158. Špatnou odpověď s čísly 151, 811, 911 a 113 nevedl ani jeden dotazovaný (obr. 54).

5.4 Shrnutí a odpověď na výzkumnou otázku

Pokud shrneme celkové výsledky dotazníkového šetření, můžeme konstatovat, že dopadly v některých oblastech nad očekávání dobře, především vysoká úspěšnost správných odpovědí byla na dotaz, jaké palivo pro reaktor VVER 1000 používáme, co je to kontejnment a jak se zachovat v případě vyhlášení evakuace. V následujících případech se většina odpovědí pohybovala s úspěšností v rozmezí 50–70 % dotázaných, což lze považovat za celkem dobrý výsledek. Z otázek na provoz jaderného zařízení byla znát ta skutečnost, že dotazovaní neměli všeobecný přehled o principu fungování elektrárny, neznali základní tepelné schéma ETE. Jedná se přitom o jednoduché schéma, které lze s trochou dobré vůle si zapamatovat.

Na technickou část dotazníku, především na otázky směřované na provoz, lépe odpovídali muži než ženy. Naopak ženy projevíly lepší znalost v otázkách z havarijní připravenosti a chování při mimořádné události.

Dotazníkové šetření rovněž ukázalo velké rezervy a řadu neznalostí u dotázaných v otázkách, které považují za velmi důležité. Je alarmující, že dotazovaní žijící v zóně havarijního plánování nevědí, kdy použít jodovou profylaxi. Znalost v tomto ohledu mělo pouze 28 % mužů a 42 % žen. Pojem evakuace znamená pro většinu dotázaných ve věku nad 50 let se základním vzděláním ukrytí do sklepa. Na tuto otázku správně odpovědělo v tomto věku jen 42 % mužů a 53 % žen. Na otázku „jak se zachovám v případě spuštění všeobecné výstrahy“ odpovědělo správně velmi málo dotázaných, 11 % mužů a 26 % žen ve věku nad 50 let. Pouze 68 % mužů a žen použije při volání v případě vzniku mimořádné situace telefonní číslo 112.

Na základě provedené analýzy je možné odpovědět na stanovenou výzkumnou otázku „*Jaké jsou znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín?*“ Znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu

Jaderné elektrárny Temelín byly v některých oblastech nedostatečné a doporučuji provozovateli o zjednání nápravy. Je nutné přitom vytvořit aktivitu především v osobním kontaktu s obyvatelstvem, například formou přednášek. Rozdávání letáků či kalendáře s informacemi se ukázaly jako neefektivní.

6 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo analyzovat znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín, tj. najít odpověď na výzkumnou otázku „Jaké jsou znalosti obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín?“

Analýza znalostí zpracovaná formou dotazníkového šetření na vzorku obyvatelstva v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín ukázala řadu nedostatků. Za nedostatečné považují neznalost dotázaných ohledně správného použití jodové profylaxe (jodid draselný), neznalost pojmu evakuace a chování v případě spuštění všeobecné výstrahy. Tyto skutečnosti jsou důležité v případě řešení skutečné mimořádné události, při níž neznalost může rozhodovat o životech či zdraví v zasaženém pásmu. Naopak za dobré považují znalosti ohledně používaného paliva (^{235}U), znalost pojmu „ionizující záření“ a „kontejnment“. Odpovědi na většinu dalších otázek byly uspokojivé, výjimkou jsou respondenti ve věku nad 50 let a s nízkým dosaženým vzděláním. Na základě této analýzy byl cíl diplomové práce naplněn.

Na základě této analýzy doporučuji provozovateli jaderného zařízení, Jaderné elektrárně Temelín, zajistit lepší informovanost obyvatel v zóně havarijního plánování o provozu, riziku a následném opatření v případě mimořádné události. Informovat všechny věkové kategorie a zaměřit se především na obyvatele ve věku nad 50 let. Ke zvýšení znalostí ohledně provozu lze použít velmi jednoduché základní tepelné schéma ETE, které vysvětluje princip fungování elektrárny.

7 SEZNAM LITERATURY

AMADEO, K., 2018. *The Three Mile Island Nuclear Accident and Its Impact on U. S. Energy* [online]. The balance. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://www.thebalance.com/three-mile-island-nuclear-accident-facts-impact-today-3306337>

AUGUSTA, P. (ed), 2001. *Velká kniha o energii*. Praha: L. A. Consulting Agency. 384 s. ISBN 80-238-6578-1.

BARAN, V., 2002. *Jaderná energetika a další problémy moderní civilizace*. Praha: Academia. 159 s. ISBN 80-200-1048-3.

BERAN, H., 2018. *Česká energetika na křižovatce*. Praha: Management Press. 240 s. ISBN 978-80-7261-560-5.

BÖCK, H., DRÁBOVÁ, D., 2006. *Rizika přesahující hranice: případ Temelín*. Praha: Česká nukleární společnost. 32 s. ISBN 80-02-01794-3.

CENCINGER, K., 2008. *Primární část JE VVER 1000: učební texty pro přípravu personálu JE*. Brno: ČEZ-Odbor příprava a výcvik, oddělení přípravy zaměstnanců. 348 s.

COBB, J., 2012. *Three Mile Island Accident* [online]. World Nuclear Association. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/three-mile-island-accident.aspx>

COMBY, B., 2007. *Environmentalisté pro jadernou energii*. Praha: Pragma. 324 s. ISBN 978-80-7349-042-3.

ČEZ, a.s., 2018. *Historie a současnost Elektrárny Temelín* [online]. ČEZ.cz. [cit. 2019-02-09]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/jaderna-energetika/jaderna-elektřiny-cez/ete/historie-a-soucasnost.html>

ČEZ, a.s., 2019. *Výukové materiály a učební texty pro přípravu personálu*. Interní dokument. Brno: Centrum přípravy personálu. 112 s.

FINE, R., 2011. *A Report by The American Nuclear Society Special Committee on Fukushima* [online]. American Nuclear Society. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <http://fukushima.ans.org/>

HANDRLICA, J., 2012. *Jaderné právo: právní rámec pro mírové využívání jaderné energie a ionizujícího záření*. Praha: Auditorium. 296 s. ISBN 978-80-87284-33-9.

HARMS, V., 2016. *Japanese Labs Reliable in Analysing Seawater, Sediment and Fish Samples Near Fukushima, IAEA Report Finds* [online]. IAEA International Atomic Energy Agency. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://www.iaea.org/newscenter/news/japanese-labs-reliable-in-analysing-seawater-sediment-and-fish-samples-near-fukushima-iaea-report-finds>

HEJZLAR, R., 2005. *Stroje a zařízení jaderných elektráren*. 3. vydání. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. 166 s. ISBN 80-01-03189-6.

IAEA, 2018. *Agrees to Undertake Independent Review of April 10, 2003, Paks, Hungary, NPP Incident* [online]. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency, 2018 [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-agrees-undertake-independent-review-april-10-2003-paks-hungary-npp-incident>

IMOTO, J., 2017. Isotopic signature and nano-texture of cesium-rich micro-particles: Release of uranium and fission products from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *Nature - International Journal of Science* [online]. 7, S409 [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-05910-z>

JANOUGH, F., 2011. *Myslím zeleně, proto volím jádro: úvahy o energii, životním prostředí a politice*. Praha: Akropolis. 364 s. ISBN 978-80-87481-46-2.

KINLEY, D., 2005. *The Chernobyl Forum: 2003–2005* [online]. International Atomic Energy Agency. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://www.iaea.org/sites/default/files/chernobyl.pdf>

- KŘÍŽ, Z., 2012. *Vznik a historie státního dozoru nad jadernou bezpečností Československé komise pro atomovou energii (1970-1992)*. Praha: Česká nukleární společnost ve vydavatelství a nakl. Zsolt Staník. 231 s. ISBN 978-80-904045-4-0.
- LECLERCQ, J. et al., 1986. *The nuclear age*. Paris: Le Chêne. 143 s. ISBN 2-85108-439-9.
- LEE, J. C., MCCORMICK, N. J., 2011. *Risk and Safety Analysis of Nuclear Systems*. Hoboken, New Jersey: Wiley. 504 s. ISBN 9780470907566.
- LEŤZEROVICH, A. S., 2005. *Wet-steam turbines for nuclear power plants*. Tulsa, Okla.: PennWell, 2005. 456 s. ISBN 1-59370-032-6.
- MAHAFFEY, J. A., 2011. *The history of nuclear power*. New York, NY: Facts on File. 208 s. ISBN 9780816076499.
- MATAL, O. a H. ŠEN, 2011. *Jaderná zařízení a jejich bezpečnost*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 174 s. ISBN 978-80-214-4349-5.
- MOTYČKA, V., ČERNÁK, M., 2011. *Jaslovské Bohunice* [online]. Jaderneinfo.webnode.cz. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://jaderneinfo.webnode.cz/news/jaslovske-bohunice1/>
- MV ČR, 2019. *Počty obyvatel v obcích* [online]. Ministerstvo vnitra České republiky. [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/statistiky-pocty-obyvatel-v-obcich.aspx>
- MVM, 2019. *Nuclearengineering* [online]. Atomeromu.hu. [cit. 2019-04-09]. Dostupné z: <http://www.atomeromu.hu/en/aboutus/nuclearengineering/NuclearFAQ/Lapok/default.aspx>
- NĚMÝ, M., 2017. *Světový instalovaný výkon jaderných elektráren dosáhl rekordní úrovně* [online]. Oenergetice.cz. [cit. 2019-02-09]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/svetovy-instalovany-vykon-jadernych-elektren-dosahl-rekordni-urovne/>
- OTČENÁŠEK, P., 2003. *Základy konstrukce a funkce jaderných elektráren*. 3. přepracované vydání. Praha: Vydavatelství ČVUT. 172 s. ISBN 80-01-02707-4.

- PALMIERI, C. T., 2018. *Three Mile Island* [online]. History.com. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <https://www.history.com/topics/1970s/three-mile-island>
- PAVLÍČEK, L., 2013. *Vnější havarijní plán jaderné elektrárny Temelín* [online]. Oficiální stránky města Týn nad Vltavou. [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: <http://www.tnv.cz/vnejsi-havarijni-plan-kraje/d-2447>
- PROCHÁZKOVÁ, D., ŘÍHA, J., 2004. *Krizové řízení*. Praha: MV-ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. 226 s. ISBN 80-86640-30-2.
- RAČEK, J., 2013. *Jaderná zařízení*. 2. vyd. Brno: Novpress. 222 s. ISBN 9788021447455.
- SMEJKAL, V., RAIS, K., 2013. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4. aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada. 488 s. ISBN 978-80-247-4644-9.
- SMETANA, M. et al. 2010. *Havarijní plánování: varování, evakuace, poplachové plány, povodňové plány*. Brno: Computer Press. 166 s. ISBN 978-80-251-2989-0.
- SMITH, J. T., BERESFORD, N. A., 2005. *Chernobyl: catastrophe and consequences*. Chichester, UK: Published in association with Praxis Pub. 310 s. ISBN 3-540-23866-2.
- SÚJB, 2001. *Patnáct let od havárie Černobylu. Důsledky a poučení* [online]. Praha: Státní ústav pro jadernou bezpečnost [cit. 2019-02-10]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/15let_od_havarie_Cernobylu.pdf
- ŠEVČÍK, V., 2018. *Provozní bezpečnost M1: Úvod do LaP. ČEZ, a.s.* Brno: Centrum přípravy personálu. 87 s.
- ŠKRANC, K., 2013. *Dispoziční uspořádání JE VVER 1000: učební texty pro přípravu personálu JE*. Brno: Centrum přípravy personálu. 96 s.
- ŠKRANC, K., 2015. *Sekundární část JE VVER 1000: učební texty pro přípravu personálu JE*. Brno: Centrum přípravy personálu. 113 s.
- ŠTAMBERG, K., 1994. *Technologie jaderných paliv I*. 2. vydání. Praha: Nakladatelství ČVUT. 225 s. ISBN 80-01-03479-8.

ŠŤASTNÝ, J., 2006. *Energetická strojní zařízení*. Praha: Nakladatelství ČVUT. 114 s. ISBN 80-01-03585-9.

ÚJV, a.s., 2019. *Bezpečnost a spolehlivost jaderných zařízení* [online]. Ústav jaderného výzkumu Řež. [cit. 2019-02-12]. Dostupné z: <https://www.ujv.cz/cs/produkt-y-a-sluzby/veda-a-vyzkum/vyvoj-novych-bezpecnostnich-metodik>

ULLMAN, V., 2009. *Jaderná a radiační fyzika*. Ostrava: Ostravská univerzita. 289 s. ISBN 9788073686697.

URBANČÍK, L., 2014. *Jaderná bezpečnost: na půdorysu atomového zákona*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 224 s. ISBN 9788021449718.

URBANČÍK, L., 2015. *Jaderná a radiační bezpečnost provozu českých jaderných elektráren*. 1. vydání. Brno: Vysoké učení technické. 145 s. ISBN 978-80-214-5238-1.

Vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 127.

Vyhláška č. 375/2016 Sb., o vybraných položkách v jaderné oblasti. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 150, s. 5915–5939.

Vyhláška č. 378/2016 Sb., o umístění jaderného zařízení. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 151, s. 5989–5997.

WAGNER, V., 2015. *Fukušima I poté*. Praha: Novela bohemica. 358 s. ISBN 978-80-87683-45-3.

Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 3938.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Reaktor typu VVER 1000 na ETE	21
Obrázek 2 Štěpení jader uranu pomocí zpomalených neutronů	22
Obrázek 3 Model parogenerátoru na ETE	24
Obrázek 4 Primární okruh na ETE	25
Obrázek 5 Základní tepelné schéma ETE.....	28
Obrázek 6 Všeobecná výstraha.....	34
Obrázek 7 Otázka č. 1 na provoz ETE.....	50
Obrázek 8 Otázka č. 1 na provoz ETE.....	50
Obrázek 9 Otázka č. 2 na provoz ETE.....	51
Obrázek 10 Otázka č. 2 na provoz ETE.....	51
Obrázek 11 Otázka č. 3 na provoz ETE.....	52
Obrázek 12 Otázka č. 3 na provoz ETE.....	52
Obrázek 13 Otázka č. 4 na provoz ETE.....	53
Obrázek 14 Otázka č. 4 na provoz ETE.....	53
Obrázek 15 Otázka č. 5 na provoz ETE.....	54
Obrázek 16 Otázka č. 5 na provoz ETE.....	54
Obrázek 17 Doplnující otázka č. 1 na provoz ETE	55
Obrázek 18 Doplnující otázka č. 1 na provoz ETE	55
Obrázek 19 Doplnující otázka č. 2 na provoz ETE	56
Obrázek 20 Doplnující otázka č. 2 na provoz ETE	56
Obrázek 21 Doplnující otázka č. 3 na provoz ETE	57
Obrázek 22 Doplnující otázka č. 3 na provoz ETE	57
Obrázek 23 Otázka č. 1 na rizika a bezpečnost ETE	58
Obrázek 24 Otázka č. 1 na rizika a bezpečnost ETE	58
Obrázek 25 Otázka č. 2 na rizika a bezpečnost ETE	59
Obrázek 26 Otázka č. 2 na rizika a bezpečnost ETE	59
Obrázek 27 Otázka č. 3 na rizika a bezpečnost ETE	60
Obrázek 28 Otázka č. 3 na rizika a bezpečnost ETE	60
Obrázek 29 Otázka č. 4 na rizika a bezpečnost ETE	61

Obrázek 30	Otázka č. 4 na rizika a bezpečnost ETE	61
Obrázek 31	Otázka č. 5 na rizika a bezpečnost ETE	62
Obrázek 32	Otázka č. 5 na rizika a bezpečnost ETE	62
Obrázek 33	Doplňující otázka č. 1 na rizika a bezpečnost ETE.....	63
Obrázek 34	Doplňující otázka č. 1 na rizika a bezpečnost ETE.....	63
Obrázek 35	Doplňující otázka č. 2 na rizika a bezpečnost ETE.....	64
Obrázek 36	Doplňující otázka č. 2 na rizika a bezpečnost ETE.....	64
Obrázek 37	Doplňující otázka č. 3 na rizika a bezpečnost ETE.....	65
Obrázek 38	Doplňující otázka č. 3 na rizika a bezpečnost ETE.....	65
Obrázek 39	Otázka č. 1 na znalosti a chování v případě havárie ETE	66
Obrázek 40	Otázka č. 1 na znalosti a chování v případě havárie ETE	66
Obrázek 41	Otázka č. 2 na znalosti a chování v případě havárie ETE	67
Obrázek 42	Otázka č. 2 na znalosti a chování v případě havárie ETE	67
Obrázek 43	Otázka č. 3 na znalosti a chování v případě havárie ETE	68
Obrázek 44	Otázka č. 3 na znalosti a chování v případě havárie ETE	68
Obrázek 45	Otázka č. 4 na znalosti a chování v případě havárie ETE	69
Obrázek 46	Otázka č. 4 na znalosti a chování v případě havárie ETE	69
Obrázek 47	Otázka č. 5 na znalosti a chování v případě havárie ETE	70
Obrázek 48	Otázka č. 5 na znalosti a chování v případě havárie ETE	70
Obrázek 49	Doplňující otázka č. 1 na znalosti a chování v případě havárie ETE.....	71
Obrázek 50	Doplňující otázka č. 1 na znalosti a chování v případě havárie ETE.....	71
Obrázek 51	Doplňující otázka č. 2 na znalosti a chování v případě havárie ETE.....	72
Obrázek 52	Doplňující otázka č. 2 na znalosti a chování v případě havárie ETE.....	72
Obrázek 53	Doplňující otázka č. 3 na znalosti a chování v případě havárie ETE.....	73
Obrázek 54	Doplňující otázka č. 3 na znalosti a chování v případě havárie ETE.....	73

9 SEZNAM ZKRATEK

BAPP	Budova aktivních pomocných provozů
DGS	Dieselgenerátorová stanice
ČEPS	Česká energetická přenosová společnost
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČR	Česká republika
ETE	Jaderná elektrárna Temelín
HVB	Hlavní výrobní blok
IAEA	International Atomic Energy Agency
IZS	Integrovaný záchranný systém
KP	Kontrolované pásmo
MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
SÚJB	Státní úřad jaderné bezpečnosti
USA	Spojené státy americké
VHP	Vnější havarijní plán
VVER	Vodovodní energetický reaktor
ZHP	Zóna havarijního plánování

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Dotazníkové šetření znalostí obyvatel v zóně havarijního plánování o provozu jaderné elektrárny Temelín

Příloha A: Dotazníkové šetření znalostí obyvatel v zóně havarijního plánování o provozu Jaderné elektrárny Temelín

Tento dotazník je anonymní a slouží jako podklad pro diplomovou práci.

Křížkem označte správnou odpověď.

Vaše místo trvalého bydliště:

- a) Týn nad Vltavou
- b) Dříteň
- c) Všemyslice
- d) Temelín

Vaše dosažené vzdělání:

- a) Základní vzdělání
- b) Střední odborné (vyučen v oboru)
- c) Středoškolské vzdělání
- d) Vysokoškolské vzdělání

Vaše pohlaví:

- a) Muž
- b) Žena

Váš věk:

- a) 18–30 let
- b) 31–50 let
- c) 51 let a více

5 otázek zaměřených na provoz Jaderné elektrárny Temelín

(Označte křížkem **jednu** správnou odpověď)

1. ETE je vybavena tlakovodním heterogenním reaktorem VVER-1000, kterému jako palivo slouží:
 - a) Carbon (^{193}C)
 - b) Krypton (^{92}Kr)
 - c) **Uran (^{235}U)**
 - d) Plutonium (^{239}Pu)

2. Řízenou štěpnou reakci v reaktoru ETE doprovází jako nežádoucí jev:
 - a) jaderný výboj
 - b) infračervené záření
 - c) jaderný náboj
 - d) **ionizující záření**

3. Tlakovodní heterogenní reaktor VVER-1000 na ETE slouží především:
 - a) k výrobě ostré páry
 - b) **k získání tepelné energie**
 - c) k výrobě těžké chladicí vody
 - d) k získání světelné energie

4. Na ETE slouží parogenerátor především:
 - a) k odstranění páry z reaktoru
 - b) **k předání tepelné energie mezi primárním a sekundárním okruhem**
 - c) k přeměně horké páry na studenou
 - d) k výrobě páry pro reaktor

5. Turbína na ETE plní funkci:
 - a) **přeměny tepelné energie (páry) na mechanickou**
 - b) přeměny mechanické energie na tepelnou (páru)
 - c) přeměny mechanické energie na elektrickou
 - d) přeměny tepelné energie (páry) na elektromagnetickou

3 doplňující otázky na provoz Jaderné elektrárny Temelín

(Označte křížkem **více** správných odpovědí)

1. Jaké důležité zařízení se nachází v provozu ETE?

- a) generátory
- b) cirkulační čerpadla
- c) parovodní potrubí
- d) kondenzátory
- e) ropovodní potrubí
- f) trafostanice
- g) spalovací komora na pevné palivo
- h) vodovodní potrubí

2. Co se nachází ve střeženém prostoru ETE?

- a) spalovna odpadu
- b) plynová kotelná
- c) uložisko radioaktivních kapalin
- d) úpravna chladicí vody
- e) sklad vyhořelého jaderného paliva
- f) dva výrobní bloky
- g) čtyři chladicí věže
- h) ropovod

3. Jaké výhody má provoz ETE oproti uhelným elektrárnám?

- a) za běžného provozu šetrnější k životnímu prostředí
- b) větší efektivitu ve výrobě energie
- c) stabilnější zdroj energie
- d) malé pořizovací náklady na elektrárnu
- e) malé následky v případě havárie
- f) prakticky nevyčerpatelné zdroje paliva
- g) malé náklady na bezpečnost
- h) bezrizikový provoz

5 otázek zaměřených na rizika a bezpečnost v Jaderné elektrárně Temelín

(Označte křížkem **jednu** správnou odpověď)

1. **S provozováním ETE souvisí výpustě (v plynném a kapalném skupenství), kde jsou:**
 - a) náhodně prováděné odběry hlídané SÚJB (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)
 - b) **jasně definované limity sledované SÚJB (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)**
 - c) pravidelně jednou měsíčně prováděny kontroly pracovníky ETE
 - d) denně prováděny kontroly nezávislou dodavatelskou firmou
2. **Kontejnment ETE, ve kterém se nachází reaktor a další důležitá zařízení, je:**
 - a) ocelový stavební objekt s hermetickými uzávěry a s extrémně vysokou odolností proti teplotám (protavení paliva)
 - b) betonový stavební objekt s hermetickými uzávěry a extrémně vysokou odolností proti seismicitě
 - c) **železobetonový stavební objekt stažený předepínacím systémem s hermetickými uzávěry a s extrémně vysokou odolností s vnější i vnitřní působností**
 - d) velká místnost ve středu strojovny, odolná proti povětrnostním vlivům
3. **Pravděpodobnost havárie na ETE s ohrožením obyvatel v zóně havarijního plánování:**
 - a) je nulová, vše je mnohonásobně sledované a mnohonásobně jištěné
 - b) **je nízká, a neustále prováděnými novými studiiemi a získáváním nových zkušeností vlastních i od jiných provozovatelů elektráren se tato pravděpodobnost neustále snižuje**
 - c) je poměrně velká, toto riziko je však vyváženo přínosem pro společnost ve formě vyrobené energie
 - d) je velká, pouze se tato informace nedostává na veřejnost

4. Na ETE jsou provozní a havarijní systémy jištěny:
- a) minimálně jedním systémem ze dvou míst ovládaným
 - b) minimálně dvěma nezávisle na sobě pracujícími systémy
 - c) **minimálně třemi nezávisle na sobě pracujícími systémy**
 - d) kvalitním jedním centrálním systémem
5. Pořadí (od nejvyšší po nejnižší hodnoty), ve kterém jsou vystaveny obyvatelé v zóně havarijního plánování ETE dávkám záření, je:
- a) radon ze zemského podloží, z provozu ETE, vyšetření CT hrudníku
 - b) z provozu ETE, vyšetření CT hrudníku, radon ze zemského podloží
 - c) **vyšetření CT hrudníku, radon ze zemského podloží, z provozu ETE**
 - d) z provozu ETE, radon ze zemského podloží, vyšetření CT hrudníku

3 doplňující otázky na rizika a bezpečnost v Jaderné elektrárně Temelín

(Označte křížkem **více** správných odpovědí)

1. Co **může** nastat v případě havárie na ETE?
- a) **havarijní systémy okamžitě zastaví štěpnou reakci v reaktoru pomocí spuštění klastrů a zahájí dochlazování aktivní zóny (odstavení bloku z provozu)**
 - b) **zasedá havarijní štáb**
 - c) **aktivují se příslušné havarijní plány (vnitřní a vnější)**
 - d) **Policie ČR uzavře oboustranně a nepropustně prostor havárie v okruhu 60 km**
 - e) **neprodleně se informuje obyvatelstvo v zóně havarijního plánování**
 - f) **neprodleně se informuje SÚJB (Státní úřad pro jadernou bezpečnost)**
 - g) **jednotka HZS podniku okamžitě zahájí činnosti k zastavení či zmírnění působení havárie**
 - h) **velitel zásahu či starosta nařídí obyvatelům jódovou profylaxi**

2. Jaké znáte bariéry stojící mezi aktivní zónou v reaktoru a okolním životním prostředím?

- a) **pevná keramická struktura samotného paliva**
- b) parovodní potrubí
- c) **pokrytí palivových proutků**
- d) **tlaková hranice primárního okruhu**
- e) výkonná cirkulační čerpadla
- f) **železobetonová šachta reaktoru**
- g) **ochranná obálka (kontejnment)**
- h) hranice střeženého prostoru

3. Na kterých jaderných elektrárnách došlo v historii k významné havárii?

- a) **Černobyl (1986), Ukrajina**
- b) Hirošima (1945), Japonsko
- c) **Three Mile Island (1979), Island**
- d) **Jaslovské Bohunice (1977), Československo**
- e) Temelín (1998), ČR
- f) **Atomerözü Paks (2003), Maďarsko**
- g) **Fukushima (2011), Japonsko**
- h) Dukovany (1984), ČR

5 otázek zaměřených na znalosti a chování obyvatel v zóně havarijního plánování ETE v případě havárie

(Označte křížkem **jednu** správnou odpověď)

1. Havarijní plánování slouží především k:

- a) zabránění vzniku jakékoliv havárie na území příslušného kraje
- b) zabránění vzniku havárie u konkrétního podniku, který byl posouzen jako rizikový
- c) **připravenosti na mimořádné události a krizové situace**
- d) určení zodpovědnosti za havárii a následné výši trestu

2. Jodovou profylaxi (tablety s jodidem draselným) použijeme:

- a) okamžitě, když se ozve všeobecná výstraha
- b) **až po vyzvání (velitelem zásahu nebo místním rozhlasem)**
- c) okamžitě, když se dozvíme o havárii na ETE
- d) vždy, když existuje podezření na havárii na ETE

3. V případě vyhlášení evakuace budeme postupovat následovně:

- a) **vypnu veškeré spotřebiče v bytě, zajistím okna i dveře a přesunu se na shromaždiště**
- b) zavolám na obecní úřad, abych se dozvěděl podrobnosti
- c) vypnu veškeré spotřebiče v bytě, zajistím okna i dveře a ukryji se na půdě
- d) vypnu veškeré spotřebiče v bytě, zajistím okna i dveře a ukryji se ve sklepech

4. Pojem „všeobecná výstraha“ představuje:

- a) zvuk siréna nekolísavým tónem o délce 140 vteřin a doplněný o hlášení v místním rozhlasu
- b) hlášení v místním rozhlasu, v rádiu a televizi o mimořádné události
- c) **zvuk siréna kolísavým tónem o délce 140 vteřin a doplněný o hlášení v místním rozhlasu**
- d) zvuk sirén s tónem dle druhu mimořádné události (radiační havárie nekolísavým tónem o délce 140 vteřin)

5. V případě spuštění „všeobecné výstrahy“:

- a) zahájím okamžitou evakuaci, pokud mi to zdravotní stav dovolí
- b) **vyčkám na informaci o postupu řešení mimořádné události**
- c) začnu se shánět po rodině (dojedu do školy/školky pro děti; dojedu pro manžela/manželku do práce)
- d) zavolám na obecní úřad a požádám o bližší informace

3 doplňující otázky na znalosti a chování obyvatel v zóně havarijního plánování ETE v případě havárie

(Označte křížkem **více** správných odpovědí)

- 1. Co má především obsahovat evakuační zavazadlo?**
 - a) **trvanlivé potraviny**
 - b) **cennosti a doklady**
 - c) mobilní přístřešek jako je stan nebo plachta (pokud vlastníte)
 - d) **léky**
 - e) **oblečení**
 - f) **domácího mazlíčka**
 - g) knížky či společenské hry
 - h) **osobní hygienu**

- 2. Kdo patří mezi základní složky integrovaného záchranného systému (IZS)?**
 - a) **Hasičský záchranný sbor ČR**
 - b) obecní úřad
 - c) finanční úřad
 - d) **zdravotnická záchranná služba**
 - e) Armáda ČR
 - f) **Policie ČR**
 - g) městská policie
 - h) Správa státních hmotných rezerv

- 3. Na jaké telefonní číslo budete volat v případě vzniku mimořádné události?**
 - a) **112**
 - b) **150**
 - c) **155**
 - d) 151
 - e) 811
 - f) **158**
 - g) 911
 - h) 113