

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**  
**ZDRAVOTNĚ SOCIÁLNÍ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Ochrana obyvatelstva v zóně havarijního plánování v okolí jaderné  
elektrárny Temelín**

**Vypracovala:** Bc. Pavlína Martinů

**Vedoucí práce:** Ing. Josef Koc, CSc.

**2007**

## **POPULATION PROTECTION IN THE EMERGENCY PLANNING ZONE IN THE NUCLEAR POWER PLANT TEMELÍN**

This issue represents contribution to discussion of the population protection within the emergency planning zone of Temelín Nuclear Power Plant (NPP). My intention was to evaluate the actual system of public protection measures in the case of potential appearance of the radiation accident. As a part of this evaluation the analysis of correlation between emergency classification system of emergency events severity, valid for Temelín NPP, and system of immediate protective measures for population was done.

The introductory parts of my work describes the basic information about Temelín Nuclear Power Plan. The main attention was given to nuclear safety, radiation protection, principles of emergency preparedness and types of NPP operating modes.

Further system of public protection measures for the case of radiation accident appearance is described. Emergency classification system of potential extraordinary events at Temelín NPP and principles of announcements and public warning is also explained in this part. Part of this information represents description of potential implementation of immediate protective actions.

One of the outputs is in the form of simple educational software program useful especially for children education. They can received information how to behave in the case of radiation accident declaration. Software is enclosed in the form of compact disk and gain knowledge can be verified by a short test.

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Ochrana obyvatelstva v zóně havarijního plánování v okolí jaderné elektrárny Temelín vypracovala samostatně a použila jen pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů 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.

V Českých Budějovicích 28. 5. 2007

.....  
Bc. Pavlína Martinů

Ráda bych touto cestou poděkovala svému konzultantovi Ing. Josefu Kocovi, CSc. za poskytnuté materiály a odborné rady a Jiřímu Dvořákovi za pomoc při vytváření softwarového programu.

## OBSAH

ÚVOD.....	7
1 SOUČASNÝ STAV .....	8
1.1 JADERNÁ ENERGETIKA V ČESKÉ REPUBLICE.....	8
1.2 PRINCIP ZÍSKÁVÁNÍ JADERNÉ ENERGIE .....	9
1.3 ZÁKLADNÁ ÚDAJE O JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ TEMELÍN .....	11
1.3.1 Primární okruh .....	15
1.3.2 Sekundární okruh .....	17
1.3.3 Terciální okruh.....	17
1.4 PROJEKTOVÉ ZABEZPEČENÍ JADERNÉ BEZPEČNOSTI A RADIAČNÍ OCHRANY NA JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ TEMELÍN .....	18
1.4.1 Kontrola řízení štěpné řetězové reakce .....	21
1.4.2 Aplikace principu ochrany do hloubky .....	23
1.4.3 Deterministický a pravděpodobnostní přístup hodnocení jaderné bezpečnosti.....	27
1.5 ZDROJE IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ A RADIOAKTIVNÍCH IZOTOPŮ NA JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ TEMELÍN.....	27
1.5.1 Monitorování plyných radioaktivních výpustí .....	29
1.5.2 Monitorování kapalných radioaktivních výpustí.....	32
1.5.3 Legislativní podmínky radioaktivních výpustí z jaderných elektráren .....	33
1.5.4 Podmínky pro plyné radioaktivní výpusti jaderné elektrárny Temelín .....	34
1.5.5 Podmínky pro kapalně radioaktivní výpusti jaderné elektrárny Temelín.....	34
1.5.6 Monitorování okolí jaderné elektrárny Temelín .....	36
1.6 TYPY PROVOZNÍCH REŽIMŮ .....	38
1.6.1 Normální provoz.....	39
1.6.2 Nehody s mírnou četností .....	39
1.6.3 Nehody s řídkou četností.....	40
1.6.4 Limitující nehody.....	40
1.7 ŘÍZENÍ ČINNOSTÍ PŘI VZNIKU HAVARIJNÍCH PODMÍNEK .....	41
1.8 ŘÍZENÍ ČINNOSTÍ PŘI VZNIKU TĚŽKÝCH HAVÁRIÍ .....	43
2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY .....	45
2.1 CÍL PRÁCE .....	45
2.2 PŘEDPOKLÁDANÉ HYPOTÉZY.....	45
3 METODIKA.....	46
4 VÝSLEDKY .....	47
4.1 ZAJIŠTĚNÍ OCHRANY OBYVATELSTVA ZA NORMÁLNÍHO, ABNORMÁLNÍHO PROVOZU A HAVARIJNÍCH PODMÍNEK .....	47
4.2 ZAJIŠTĚNÍ OCHRANY OBYVATELSTVA V PŘÍPADĚ VZNIKU TĚŽKÝCH HAVÁRIÍ NA JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ TEMELÍN .....	47
4.3 CESTY OZÁŘENÍ OBYVATELSTVA V PŘÍPADĚ RADIAČNÍ HAVÁRIE .....	50
4.4 KLASIFIKAČNÍ SYSTÉM MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ NA JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ TEMELÍN.....	52
4.4.1 Radiační mimořádné události.....	55
4.4.1.1 Radiační mimořádné události z technologických i netechnologických příčin.....	55
4.4.2 Mimořádné události z technologických příčin .....	56
4.4.2.1 Zásady činností při vyhlášení RMU nebo TMU 1. stupně .....	57
4.4.2.2 Zásady činností při vyhlášení RMU nebo TMU 2. stupně .....	57
4.4.2.3 Zásady činností při vyhlášení RMU nebo TMU 3. stupně .....	59
4.4.3 Mimořádné události z jiných rizik .....	60
4.4.3.1 Zásady činností při vyhlášení mimořádné události z jiných rizik .....	61
4.5 ROZSAH MONITOROVÁNÍ ZABEZPEČOVANÝ PŘI VZNIKU RADIAČNÍ HAVÁRIE.....	62

4.6	PRINCIPY VYHLAŠOVÁNÍ NEODKLADNÝCH OPATŘENÍ V PŘÍPADĚ RADIAČNÍ HAVÁRIE .....	64
4.7	SYSTÉMY VYROZUMĚNÍ ORGÁNŮ STÁTNÍ SPRÁVY A VAROVÁNÍ OBYVATELSTVA .....	65
4.8	NEODKLADNÁ OCHRANNÁ OPATŘENÍ PRO OBYVATELSTVO V PŘÍPADĚ VZNIKU RADIAČNÍ HAVÁRIE .....	69
4.8.1	Směrné hodnoty pro vyhlášení neodkladných ochranných opatření .....	69
4.8.2	Ukrytí .....	70
4.8.3	Jódová profylaxe .....	73
4.8.3.1	Plán jódové profylaxe .....	74
4.8.4	Evakuace .....	76
4.8.5	Funkce a činnosti ústřední monitorovací sítě .....	81
5	DISKUSE .....	85
6	ZÁVĚR .....	89
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	90
8	KLÍČOVÁ SLOVA .....	94
9	PŘÍLOHY .....	94

## Úvod

Diplomovou práci na téma Ochrana obyvatelstva v zóně havarijního plánování v okolí jaderné elektrárny Temelín jsem si vybrala, neboť mi toto téma připadá zajímavé a v současné době je tato problematika, dle mého názoru velmi aktuální.

Snad žádné lidské činnosti není věnována taková pozornost, jako jaderné energetice a s tím i související bezpečnosti provozu a radiační ochraně. V jaderné elektrárně stejně jako u jiných průmyslových zařízeních se mohou během provozu vyskytnout, i přes všechna přijatá opatření, odchylky od plánovaného provozu.

Z bezpečnostních analýz vyplývá, že s velmi malou pravděpodobností se mohou za souhry nejnepríznivějších okolností vyskytnout havárie, které by mohly mít, pokud by nebyly řešeny, vážné následky na zdraví obyvatelstva a na životní prostředí. Pro takovéto případy je zaveden systém technických a organizačních opatření, které mají za cíl uvést reaktor do bezpečného stavu, zamezit, respektive minimalizovat únik radioaktivních látek do životního prostředí a minimalizovat expozici pracovníků a obyvatelstva.

V práci jsou řešeny otázky týkající se havarijní připravenosti. Pozornost je věnována zásadám klasifikačního systému mimořádných událostí na jaderné elektrárně Temelín a jeho provázanosti se systémem neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo v případě radiační havárie jaderné elektrárny Temelín.

## 1 Současný stav

### 1.1 Jaderná energetika v České republice

Život moderní společnosti není již dlouhou dobu možný bez získávání energie z okolního prostředí. S rozvojem nároků lidstva na pohodlí a komfort postupně nastal problém jejího získávání. Aktuálnost této potřeby dokládá srovnání spotřeby energie jednoho člověka např. v době 5000 let př. n. l. (období tzv. primitivního zemědělce), a člověka současné společnosti, který spotřebovává již přes 450 GJ/rok.<sup>(38)</sup> K největšímu nárůstu energie na jednoho člověka došlo v průběhu průmyslové revoluce tedy 19. a zejména ve 20. století. Vzhledem k tomu, že se v tomto období počet naší planety zněkolikanásobnil, došlo k tak výraznému přírůstku celkové roční energetické spotřeby. Nekontrolovatelné a často bezhlavé využívání všech dostupných zdrojů, a to jak obnovitelných, tak neobnovitelných začalo ohrožovat nejen kvalitu, ale samu existenci lidstva. Mezi nejvýznamnější zdroje primární energie patří fosilní paliva jako uhlí, ropa, zemní plyn, obnovitelné zdroje jako voda, vítr a jaderná energie, u které lze polemizovat o jaký zdroj energie vlastně jde.

V České republice pracují v současné době dvě jaderné elektrárny:

- jaderná elektrárna Dukovany, vybavená čtyřmi 440 MWe bloky;
- jaderná elektrárna Temelín se dvěma bloky, každý o výkonu 1000 MWe.

Celkový instalovaný výkon jaderných elektráren v ČR představuje 3760 MWe, na celkové výrobě elektrické energie v ČR se jaderné elektrárny podílejí téměř 40 %.

Jedním z nejdůležitějších přínosů využití jaderné energie při výrobě elektrické energie je, že prakticky neprodukuje tzv. skleníkové plyny ( $\text{CO}_2$ ) a naopak přispívá významným způsobem ke snížení globálních emisí těchto plynů do ovzduší. Oproti výrobě elektrické energie v uhelných elektrárnách odpadají také dopravní problémy s obrovským množstvím přepravovaného paliva, nemluvě o vlivu těžby uhlí, především v povrchových dolech na životní prostředí.



Dalším podstatným kladem jaderné energetiky jsou relativně velké zásoby paliva. Světové zásoby ekonomicky dostupných jaderných paliv mohou bez recyklace paliva vystačit na 85 let a pokud by se nasadily rychlé reaktory, pak by s recyklací mohly vystačit na 2,5 tisíce let. Naproti tomu, zásoby fosilních paliv jsou odhadovány na maximálně desítky let. Vytěžením a spálením fosilních paliv však lidstvo ztrácí velmi cennou surovinu pro průmyslovou výrobu. Výjimku tvoří zásoby černého uhlí (řádově stovky let), avšak proti jejich plnému využití v energetice hovoří již výše uvedené ekologické důvody.<sup>(38)</sup>

Za relativně největší nevýhodu jaderné energetiky se považuje dosud nedořešený konec palivového cyklu, tedy problém likvidace vyhořelého paliva. V současné době existují v podstatě jen tři principiálně odlišné způsoby jak jej řešit:

- uložení vyhořelého paliva do trvalého úložiště;
- přepracování vyhořelého paliva a uložení vysoceaktivních stěpných produktů;
- transmutace ve speciálních reaktorech.

V současné době je vyhořelé jaderné palivo skladováno přímo v areálu jaderné elektrárny Dukovany v tzv. meziskladech jaderného paliva a vzniklé radioaktivní odpady v úložišti radioaktivních odpadů v Dukovanech. Obdobně bude skladování vyhořelého paliva řešeno i na jaderné elektrárně Temelín (ETE).

Jaderná energetika je v současné době jednou z nejreálnějších technicky zvládnutých a dlouhodobě perspektivních alternativ výroby elektřiny u nás, ale i ve světě.

## 1.2 Princip získávání jaderné energie

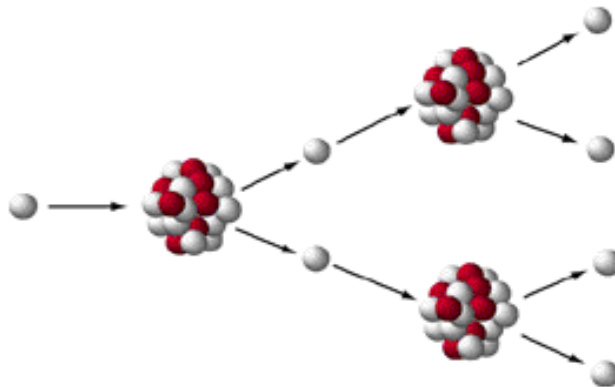
Základní stavební částicí všech látek je atom. Ve středu každého atomu je kladně nabitě jádro složené z protonů a neutronů (tyto částice se označují společným názvem nukleony), které je obklopeno záporně nabitým elektronovým obalem tvořeným elektrony. Nukleony jsou k sobě poutány jadernými silami. Průměr jádra je řádově  $10^{-15}$  m. Protože je elektron 1840 x lehčí než nukleon, tak je prakticky veškerá hmotnost atomu zkoncentrována do jádra.

Podle slavného vzorce A. Einsteina o zákonu zachování hmoty  $E = m \cdot c^2$  je v jednom kilogramu jakékoliv látky obsažena energie 90 biliard joulů. Protože je hmotnost atomu soustředěna především do jádra (více než 99,95 % hmotnosti celého atomu), mluvíme o tzv. jaderné energii.<sup>(2)</sup>

Prvním klíčem k jaderné energetice se stal objev uranu. Uran byl objeven v roce 1789 Martinem Heinrichem Klaprotherem, v čisté formě byl izolován roku 1841 Eugénem-Melchior Peligotem. V roce 1896 objevil Alexander Henri Becquerel neviditelné záření uranu. Právě uran má při využívání jaderné energie nezastupitelný význam.<sup>(2)</sup>

V roce 1938 zjistila skupina německých fyziků a chemiků (O. Hahn, F. Strassman, L. Meitnerová), že při ostřelování jádra uranu neutrony nastává jeho rozdělení na dvě přibližně stejné části (odštěpky) a dochází k uvolňování velké množství energie, která do té doby držela jádro pohromadě.<sup>(2)</sup> Tento rozpad byl nazván jaderným štěpením. Při rozštěpení jádra se sice neutron, který štěpnu reakci vyvolal „spotřebuje“, avšak během reakce se uvolní další dva (nebo tři) neutrony „2. generace“ ( a určité množství energie ve formě ionizujícího záření), které jsou v principu schopny vyvolat další štěpení jader. Pokud se tak stane, vyvolají tyto nové neutrony rozštěpení dalších dvou jader za vzniku celkem 4 neutronů, ty vyvolají další štěpení atd. – počet neutronů v jednotlivých generacích se rychle násobí geometrickou řadou a rychlost rozvíjející se reakce štěpení jader lavinovitě roste, nastává tzv. řetězová štěpná reakce (obr. 1).

*Obr. 1 – Princip řetězové štěpné reakce.*



Jaderné elektrárny využívají tzv. řízenou řetězovou štěpnou reakci. K tomu, aby řetězová jaderná reakce štěpení mohla probíhat rovnovážným řízeným způsobem, je třeba zajistit v principu dvě věci:

- shromáždit nadkritické množství štěpného materiálu;
- zajistit řízení počtu neutronů pomocí vhodných absorbátorů tak, aby štěpná reakce probíhala požadovanou intenzitou.<sup>(35)</sup>

Pro dynamiku řetězové reakce je důležitý tzv. multiplikační koeficient ( $k$ ), který udává poměr počtu neutronů uvolněných ve dvou po sobě následujících generacích. Je-li menší než jedna, klesá počet neutronů, klesá počet štěpných reakcí a řetězová reakce ustává. Je-li roven jedné, probíhá ustálená řetězová reakce, tato hodnota odpovídá normálnímu ustálenému procesu štěpení uranu. Je-li větší než jedna, vzrůstá počet neutronů a tedy narůstá i počet štěpených jader.<sup>(19)</sup>

Řízená řetězová reakce probíhá v zařízení zvaném jaderný reaktor. Řízení počtu neutronů udržujících v chodu štěpnou reakci na  $^{235}\text{U}$  se provádí ve dvou etapách:

- neutrony emitované při štěpení, které mají většinou poměrně vysoké energie (v průměru asi 1,5MeV), se zpomalují na „tepelnou“ energii cca 2,5 eV interakcí s látkami o nízké jaderné hmotnosti - tzv. moderátory (např. demineralizovaná voda), aby tyto neutrony zůstaly dostatečně dlouho zachovány v reakčním prostoru pro uskutečnění dalšího štěpení;
- pro dosažení hodnoty multiplikačního faktoru  $k=1$  je potřeba přebytek neutronů (který by jinak vyvolal lavinovité štěpení a havárii reaktoru) pohltit ve vhodném absorbátoru.<sup>(35)</sup>

### 1.3 Základná údaje o jaderné elektrárně Temelín

Jaderná elektrárna Temelín je druhou provozovanou elektrárnou v České republice. Na projektu a výstavbě jaderné elektrárny se podílela celá řada českých společností.

Investorem výstavby byla akciová společnost ČEZ, generálním dodavatelem stavební části byly Vodní stavby a.s., generálním dodavatelem technologické části byla ŠKODA PRAHA a.s., a generálním projektantem byl ENERGOPROJEKT PRAHA a.s.<sup>(1)</sup>

První zmínky o projektu jaderné elektrárny mohla veřejnost zaznamenat v roce 1979, kdy byl zveřejněn investiční záměr stavby. V roce 1980 bylo rozhodnuto o lokalitě pro výstavbu čtyř bloků budoucí jaderné elektrárny. V roce 1985 byl zpracován úvodní projekt 1. a 2. bloku. V roce 1986 bylo vydáno stavební povolení a v roce 1987 se rozběhly stavební práce na 1. a 2. výrobním bloku. Po listopadu 1989 došlo k přehodnocení výkonu 4000 MWe. V roce 1990 byla zastavena a zakonzervována stavba 3. a 4. bloků. V březnu v roce 1993 vláda ČR svým usnesením č. 109/93 rozhodla o dostavbě ETE v rozsahu dvou bloků. Zkušební provoz prvního výrobního bloku byl zahájen 10. června 2002, druhého bloku 10. dubna 2003. Komerční provoz obou bloků byl zahájen 11. října 2004.

ETE se nachází v jižní části České republiky, 25 km od Českých Budějovic a 5 km od Týna nad Vltavou a 40 - 50 km od státních hranic s Rakouskem.

Z geologického pohledu jde o jednu z nejstarších a seismicky nejstabilnějších lokalit, která je součástí tzv. Českého masivu. Rozkládá se na pozemcích o rozloze 125 hektarů a nadmořské výšce 510 m n.m. Výběr lokality byl proveden tak, aby byla minimalizovaná interakce jaderného zařízení s okolím. V blízkosti se nenacházejí velká průmyslová zařízení ani frekventované transportní cesty, v blízkosti 10 km od elektrárny se nenacházejí žádné výškové body. Severozápadně od ETE se rozprostírá rozsáhlý komplex lesů. Největší přírodní rezervaci v okolí je Radomilická mokřina (10 km jihozápadně), Malý a Velký Kamýk (9 km severozápadně).<sup>(1)</sup>

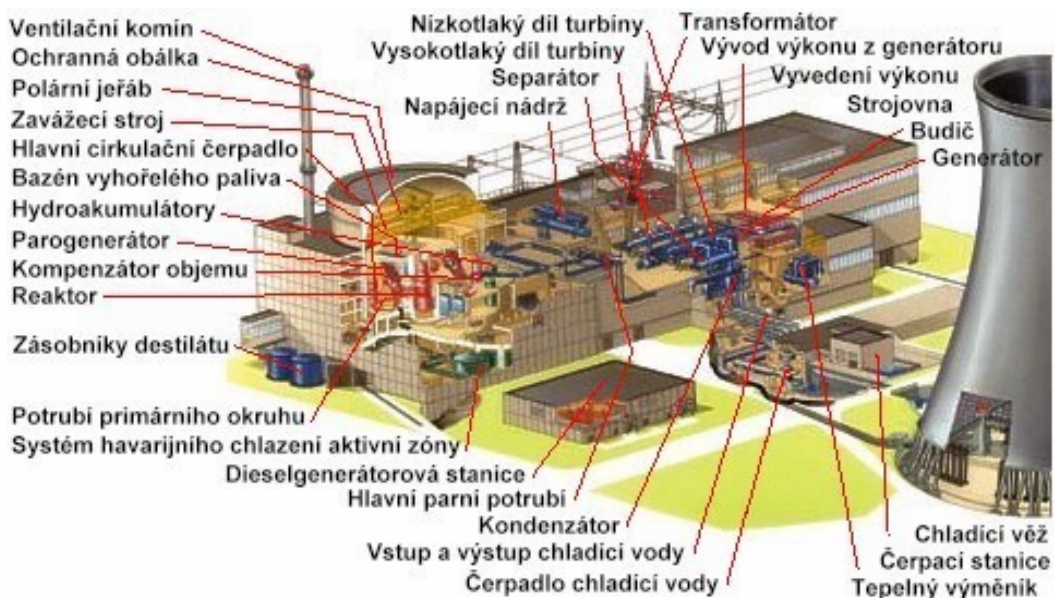
Nejblíže ETE se nachází 2 km severozápadně malá obec Temelín, dále Všemyslice, Bohunice, Záluží, Zvěrkovice, Hněvkovice, Lhota pod Horami, Sedlec, Litoradlice, Malešice, Kočín, Dříteň, Libív a Nová Ves, 5 km od ETE je vzdáleno město Týn nad Vltavou, 14 km Vodňany, 25 km město České Budějovice.<sup>(3)</sup>

Elektrárna je vybavena dvěma tlakovodními reaktory VVER 1000 typu 320, které jsou vodou chlazené i moderované. Elektrický výkon jednoho bloku dodávaný do sítě je 981 MW.

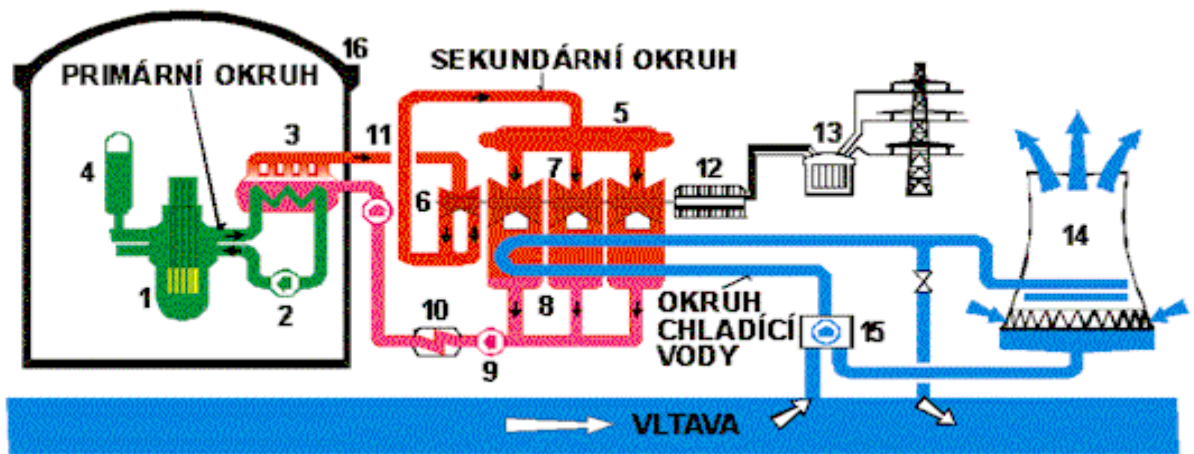
Palivo je v současnosti dodáváno firmou WESTINGHOUSE, s palivovými proutky z obohaceného uranu v hexagonálním seskupení ve formě válcových tabletek (pelet) z oxidu uraničitého s mírně zvýšeným obsahem štěpitelného  $^{235}\text{U}$  (do 5%) umístěných v trubce ze zircaloye – 4. Celková hmotnost vsázky paliva je 92 t.

Primární okruh je tvořen jaderným reaktorem, parogenerátorem, hlavním cirkulačním čerpadlem, primárním potrubím a kompenzátorem objemu. Sekundární okruh se skládá ze zařízení na výrobu páry (sekundární strana parogenerátoru), systému napájecí vody, z jednoho turbogenerátoru a systému regenerace. Základními součástmi terciálního okruhu jsou tzv. Temelínské chladicí věže, jejichž hlavní funkcí je odvést nevyužitelné tzn. odpadní teplo vzniklé kondenzací páry za turbínou do atmosféry. Schéma jaderné elektrárny Temelín je uvedeno na obrázku 2 a 3.

Obr. 2 - Schéma ETE.<sup>(19)</sup>



Obr. 3 - Schéma ETE.<sup>(2)</sup>



**Legenda k obrázku:**

- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. Reaktor                    | 9. Kondenzátní čerpadlo  |
| 2. Hlavní cirkulační čerpadlo | 10. Regenerace           |
| 3. Parogenerátor              | 11. Napájecí čerpadlo    |
| 4. Kompenzátor                | 12. Elektrický generátor |
| 5. Separátor                  | 13. Transformátor        |
| 6. Vysokotlaký díl turbíny    | 14. Chladicí věž         |
| 7. Nízkotlaký díl turbíny     | 15. Čerpací stanice      |
| 8. Kondenzátor                | 16. Ochranná obálka      |

Provoz elektrárny je spojen s řekou Vltavou, ze které elektrárna odebírá technologickou vodu a současně do ní vypouští odpadní vody. Již dříve zde byla vybudována řada vodních nádrží tvořící tzv. Vltavskou kaskádu, která chrání okolí Vltavy před zátopami a má hydroenergetické využití. Pro potřeby ETE byla kaskáda doplněna o vodní nádrž Hněvkovice, ze které se provádí odběry technologické vody a o vodní dílo Kořensko, které je využíváno pro promísení vod vypouštěných z ETE s vodou ve Vltavě.

Pro potřebu plánování ochrany obyvatelstva v okolí ETE v případě vzniku radiální havárie byla na základě rozhodnutí Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) č. 311/1997 ze dne 5. srpna 1997 stanovena zóna havarijního plánování (ZHP). Je to území ve tvaru kruhu o poloměru 13 km kolem reaktoru prvního výrobního bloku (viz. kapitola 4.1). ZHP byla stanovena na základě analýz scénářů radiologických dopadů nadprojektových havárií, jejichž pravděpodobnost výskytu je větší než  $10^{-7}$ .<sup>(22)</sup>

Pro zabezpečení řízení havarijních činností a zajištění technické podpory směnového personálu a havarijního štábu má JE Temelín vybudována havarijní podpůrná střediska.

### **1.3.1 Primární okruh**

Zařízení primárního okruhu je umístěno v hermetické ochranné obálce (kontejnmentu), která plní dvě základní funkce:

- chrání okolí před následky případných technologických poruch primárního okruhu spojených s úniky radioaktivních médií;
- chrání reaktor a další součásti primárního okruhu před vnějšími vlivy.<sup>(44)</sup>

#### *Tlaková nádoba - reaktor*

Tlaková nádoba slouží k umístění vnitřních částí reaktoru, a to včetně aktivní zóny. Je 11m vysoká a má vnější průměr 4,5 m. Tloušťka její válcové části je 193 m. Nádoba je navržena na tlak 17,6 MPa při teplotě 350 °C. Je vyrobena z vysoce kvalitní nízkoлегované chrom – nikl – molybden – vanadové oceli.<sup>(35)</sup>

Tlakovodní reaktor VVER 1000, typ 320 je heterogenní lehkovodní reaktor, pracující na bázi štěpné reakce působením tepelných neutronů. Jako paliva se používá slabě obohacený oxid uraničitý, chladivem a současně moderátorem je demineralizovaná voda s obsahem kyseliny borité.

Nejdůležitější částí jaderného reaktoru je aktivní zóna (AZ), kde při řetězové štěpné reakci vzniká tepelná energie. Aktivní zóna o průměru 3,16 m a výšce 3,53 m se nachází ve spodní části tlakové nádoby, je tvořena 163 palivovými kazetami s jaderným palivem.<sup>(1)</sup> Jedna kazeta má formu 4,5 m dlouhého šestibokého hranolu, který obsahuje stejně dlouhé duté palivové proutky. Uvnitř proutků se nachází vlastní palivo tzv. tablety oxidu uraničitého. V horní části reaktoru nad AZ jsou umístěny svazkové řídicí tyče tzv. klastry.

Do reaktoru je chladivo přiváděno hlavním cirkulačním potrubím od hlavních cirkulačních čerpadel, která zajišťují cirkulaci chladiva ve smyčkách primárního okruhu. Chladivo proudí kruhovou mezerou mezi nádobou a šachtou reaktoru ke dnu tlakové nádoby, kde se proud chladiva obrací o  $180^\circ$  a prostupuje perforovaným eliptickým dnem šachty reaktoru do palivových souborů aktivní zóny.<sup>(44)</sup> Při průchodu aktivní zónou se chladivo ohřívá teplem, které se uvolňuje při štěpné reakci.

Primární chladivo vstupuje do aktivní zóny reaktoru při teplotách cca  $270^\circ\text{C}$ , průchodem aktivní zónou se ohřívá na teplotu cca  $300^\circ\text{C}$ .<sup>(8)</sup> Z reaktoru vystupuje čtyřmi výstupními nátrubky a je hlavním cirkulačním potrubím vedeno k parogenerátorům.

Řízení a regulace výkonu reaktoru se uskutečňuje vertikálním přemísťováním regulačních tyčí v aktivní zóně a změnou koncentrace kyseliny borité v chladivu. Před nepřipustnými odchylkami základních parametrů je reaktor chráněn základním systémem ochran reaktoru, který účinkuje v případě, že není automatickou regulací zajištěn normální provoz.

#### *Parogenerátor*

Parní generátor je určen k výrobě syté páry pro pohon parní turbíny. V jaderné elektrárně s reaktorem VVER 1000 je spolu s reaktorem a hlavními cirkulačními čerpadly základní součástí smyček primárního okruhu.

#### *Hlavní cirkulační čerpadlo*

Hlavní cirkulační čerpadlo je odstředivé jednostupňové vertikální čerpadlo s utěsněnou hřídelí.

Čtyři hlavní cirkulační čerpadla zajišťují pomocí cirkulace chladiva v primárním okruhu odvod požadovaného množství tepla z aktivní zóny reaktoru a jeho předání chladivu sekundárního okruhu v parogenerátorech.<sup>(8)</sup>

#### *Systém kompenzace*

Systém kompenzace je určen k vytváření počátečního tlaku v primárním okruhu v režimu spouštění, k omezení výchylek tlaku a objemu při změnách teplotního režimu během provozu.<sup>(44)</sup>



Základní částí systému kompenzace je kompenzátor objemu, který kompenzuje objemové změny primárního chladiva vyvolané změnami teploty a současně udržuje pomocí parního polštáře nad hladinou vody potřebný tlak primárního chladiva.

#### *Bezpečnostní pomocné systémy*

Se základními komponenty primárního okruhu primárního okruhu je spojena celá řada dalších systémů, které jsou nezbytné pro zajištění bezpečného a spolehlivého provozu elektrárny. Jedná se zejména o systémy čištění chladiva, systém odvodu zbytkového tepla, havarijní systémy a systémy na zpracování radioaktivních odpadů.<sup>(3)</sup>

#### **1.3.2 Sekundární okruh**

Sekundární okruh se skládá ze zařízení na výrobu páry (sekundární strana parogenerátoru), systému napájecí vody, z jednoho turbogenerátoru a systému regenerace.

Teplo odváděné primárním chladivem z aktivní zóny je v parogenerátorech předáno tzv. sekundárnímu okruhu. V parogenerátorech vzniká ohřevem vody nasycená pára o teplotě cca 260 °C a tlaku 4 – 6 MPa, která je vedena do soustrojí parních turbín pohánějících elektrické generátory.<sup>(8)</sup>

Po výstupu páry z posledního dílu turbíny je pára odváděna do kondenzátoru, odkud se po ochlazení a kondenzaci pomocí vody terciálního okruhu vrací v kapalném stavu prostřednictvím napájecích čerpadel parogenerátorů.

#### **1.3.3 Terciální okruh**

Účelem terciálního okruhu je odvést nevyužitě tzv. odpadní teplo vzniklé kondenzací páry po průchodu turbínou chladícími věžemi do atmosféry. Temelínské chladící věže jsou 155 m vysoké, mají tvar rotačního hyperboloidu.<sup>(3)</sup> Ohřátá voda z kondenzátorů je vedena ve věži vzhůru do 1/3 její výšky a rozlévána na chladící výplň z PVC bloků uvnitř věže. Zatímco voda zvolna protéká výplní, odspodu proudící studený vzduch ji ochlazuje. Přitom se část vody odpařuje. Ochlazená voda padá ve formě vodních kapek do sběrného bazénu pod věží a odtud je zpět chladící voda čerpána do kondenzátorů turbín.

#### **1.4 Projektové zabezpečení jaderné bezpečnosti a radiační ochrany na jaderné elektrárně Temelín**

Neustále se zdokonalujícím technickým provedením a mnohostrannými bezpečnostními opatřeními patří v současné době jaderné elektrárny k nejbezpečnějším technickým zařízením. I přes všechna opatření však nelze vyloučit vznik poruch za provozu.

Provedené analýzy ukázaly, že pravděpodobnost vzniku poruchy reaktoru a z toho vyplývajícího ohrožení provozu jsou nesrovnatelně nižší než rizika, kterým je člověk vystaven v každodenním životě, a která běžně přijímá. Tohoto stavu je docíleno důslednými bezpečnostními opatřeními a vynakládáním prostředků na zajištění jakosti.

##### *Jaderná bezpečnost*

Jaderná bezpečnost je podle zákona 18/1997 Sb. v platném znění definována jako stav a schopnost jaderného zařízení a osob obsluhujících jaderné zařízení zabránit nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do životního prostředí a omezovat následky nehod.<sup>(28)</sup>

Pro zajištění bezpečnosti jaderné elektrárny jsou nutné dva požadavky: bezpečný projekt a vysoká úroveň kultury bezpečnosti, k níž patří způsobilá obsluha, kvalitní dokumentace, využívání provozních zkušeností, technická kontrola, radiační ochrana, požární bezpečnost a další.<sup>(35)</sup>

Kromě toho, že jaderná elektrárny musí odolávat všem vnějším nepříznivým vlivům (vichřici, zemětřesení, pádu letadla apod.), musí vlastními silami zvládnout uvažované poruchy a havárie.

Jaderná elektrárna Temelín byla projektována v souladu s obecně platnou legislativou, tak aby byla zajištěna jaderná bezpečnost jaderné elektrárny.

Bezpečnost jaderné elektrárny Temelín je tedy zajištěna především:

- správným výběrem lokality jaderné elektrárny;
- pečlivým projektováním při dodržení platných technických a bezpečnostních standardů, výběrem ověřených technologií a uplatňováním principu ochrany do hloubky;

- komplexním zajištěním jakosti při projektování, výrobě, montáži, spouštění a provozu jaderné elektrárny;
- vybavením bezpečnostními systémy (ochranné, výkonné a podpůrné);
- vysokou kvalifikací provozního personálu;
- důsledným ověřováním hodnocením a kontrolou bezpečnosti zařízení a činností na jaderné elektrárně;
- dodržováním principů radiační ochrany;
- plněním ostatních bezpečnostních požadavků (fyzická ochrana, technická bezpečnost, havarijní připravenost, ochrana životního prostředí apod.);
- stanovením zóny havarijního plánování.<sup>(1)</sup>

Pro zajištění jaderné bezpečnosti je jaderná elektrárna projektována a provozována tak, aby splňovala následující bezpečnostní zásady a funkce:

- schopnost bezpečně odstavit reaktor a udržet jej v podmínkách bezpečného odstavení při všech projektem předpokládaných provozních režimech a událostech (viz. kapitola 1.4.1 );
- schopnost odvádět zbytkové teplo z aktivní zóny reaktoru při všech projektem předpokládaných provozních režimech a událostech;
- schopnost minimalizovat úniky radioaktivních látek, tak aby nepřekročily stanovené limity při všech projektem předpokládaných provozních režimech a událostech.<sup>(8)</sup>

Dodržování výše uvedených zásad je dosahováno plněním principů ochrany do hloubky (viz kapitola 1.4.2).

Odpovědnost za bezpečnost nese výhradně držitel příslušného povolení podle zákona 18/1997 Sb. v platném znění a tato odpovědnost je nedělitelná. Všechny činnosti důležité z hlediska jaderné bezpečnosti musí být příslušnou řídicí dokumentací jednoznačně stanoveny současně se stanovením odpovědnosti za provádění těchto činností.

### *Radiační ochrana*

Radiační ochranou se rozumí systém technických a organizačních opatření k omezení negativních účinků ionizujícího záření na lidský organismus a životní prostředí. Při omezování se postupuje podle mezinárodně uznávaného principu označovaného zkratkou ALARA (As Low As Reasonable Achievable).

Jde o postupy k dosažení a udržení takové úrovně radiační ochrany, aby riziko a ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí bylo tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek.<sup>(8)</sup>

Podrobnosti ke způsobu a rozsahu zajištění radiační ochrany při činnostech vedoucích k ozáření, při snižování přírodního ozáření a při zásazích ke snižování ozáření v důsledku radiačních nehod upravuje vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) č. 307/2002 Sb v platném znění.<sup>(23)</sup>

Tato vyhláška stanovuje základní limity ozáření osob i maximálně přípustné uvolňování radionuklidů do životního prostředí a současně stanovuje optimalizační meze, kritéria a požadavky usměrňující negativní účinky provozu jaderných zařízení na co nejnižší míru pod stanovené limitní hodnoty.

Základní cílem radiační ochrany je tedy omezovat negativní důsledky využívání jaderné energie a ionizujícího záření pro pracovníky, obyvatelstvo a okolní prostředí. Při tom se uvažují nejen normální podmínky provozu, ale i v úvahu připadající nehody a havárie.

V hlavních bodech se jedná o splnění následujících úkolů:

- dosáhnout toho, aby i u nejvíce exponovaných pracovníků byl součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření co nejvíce pod hodnotu 20 mSv/rok;
- dosáhnout toho, aby roční kolektivní efektivní dávka všech pracovníků se zdroji ionizujícího záření byla co nejvíce pod hodnotu 4 Sv na instalovaný 1GW výkonu zařízení;

- dosáhnout toho, aby u jedince z kritické skupiny součet efektivních dávek ze zevního ozáření na úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření nejen nepřekročil limitní hodnotu 1 mSv/rok, ale byl i co nejvíce pod směrnou hodnotu 50  $\mu$ Sv/rok;
- dosáhnout toho, aby roční průměrná efektivní dávka u jedince z kritické skupiny obyvatelstva nepřekročila hodnotu 250  $\mu$ Sv/rok. celkově ze všech výpustí z jaderné elektrárny;
- dosáhnout toho, aby roční výpustě radionuklidů do ovzduší nemohly u hypotetického jedince způsobit efektivní dávku větší než 200  $\mu$ Sv;
- dosáhnout toho, aby roční výpustě radionuklidů do vodotečí nemohly u hypotetického jedince způsobit efektivní dávku vyšší než 50  $\mu$ Sv.<sup>(23)</sup>

#### **1.4.1 *Kontrola řízení štěpné řetězové reakce***

Operativní řízení štěpné řetězové reakce, a tím pádem i výkonu reaktoru, je zajišťováno prostřednictvím řídicích tyčí, které jsou součástí systému kontroly a řízení reaktoru. Řídicí tyče jsou z borové oceli, jsou silným absorbátorem neutronů, které mírou svého zasunutí a vysunutí z aktivní zóny ovlivňují intenzitu neutronového toku (intenzitu štěpné řetězové reakce). K operativnímu řízení obvykle postačuje pouze určitá skupina z celkového počtu tyčí, která slouží k rychlému odstavení reaktoru.<sup>(44)</sup>

Systém havarijní ochrany reaktorů na JE Temelín představuje 61 řídicích tyčí, tzv. havarijních a řídicích kazet (HRK), rozdělených do 10 skupin. Volný pád všech 10 skupin tyčí do aktivní zóny současně znamená nejrychlejší způsob havarijního odstavení reaktoru, tzv. zásah havarijní ochrany 1. druhu (LSD). Havarijní ochrana 1. druhu je iniciována automaticky při dosažení a převýšení nastavených mezních hodnot vybraných technologických parametrů (neutronového toku, tlaku a teploty primárního chladiva aj.).<sup>(8)</sup> Kromě této automatické iniciace lze reaktor odstavit i ručně pomocí tlačítka havarijní zóny z blokové dozorny.

System havarijní ochrany musí být nadřazen systému reaktoru. Dojde-li k iniciaci havarijního systému, řídicí systém již nesmí umožnit jeho zastavení. Zásah úrovně 1. druhu představuje nežádoucí tepelné a tlakové šoky pro zařízení reaktoru v důsledku prakticky okamžitého útlumu řetězové reakce. S cílem omezit tyto šoky je havarijní ochrana odstupňována s ohledem na rychlost zásahu.<sup>(8)</sup>

Havarijní ochrana 2. druhu (LSC) znamená pád pracovní skupiny regulačních tyčí do reaktoru. Tato akce nevede k úplnému odstavení reaktoru, ale prudce sníží výkon reaktoru. Havarijní ochrana 2. druhu se uplatní např. tehdy, když je tlak v primárním okruhu vyšší než 17,2 MPa a tento stav trvá déle než 20 s.<sup>(44)</sup>

Havarijní ochrana 3. druhu (LSA) znamená zasouvání pracovní skupiny regulačních tyčí do aktivní zóny rychlostí  $2 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ .<sup>(8)</sup> Havarijní ochranu 3. druhu je možné uplatnit např. při výpadku hlavního cirkulačního čerpadla.

Havarijní ochrana 4. druhu (LSB) znamená zákaz zvyšování výkonu reaktoru vysouváním regulačních tyčí z reaktoru.

Důležitým konstrukčním principem fyzikálního návrhu aktivní zóny reaktoru je z hlediska bezpečného řízení štěpné řetězové reakce tzv. záporná zpětná vazba reaktivity, a to ve všech provozních režimech reaktoru. Záporná zpětná vazba má zvýšit stabilitu řízení reaktoru a zajistit samovolný útlum štěpné řetězové reakce se vzrůstem některých doprovodných parametrů uvnitř aktivní zóny, zejména teploty paliva a chladiva.<sup>(8)</sup>

Bezpečnostní požadavky na projekty jaderných elektráren vyžadují, aby reaktor bylo možno odstavit minimálně dvěma nezávislými systémy zastavení reaktoru, u nichž jeden musí být schopen udržet reaktor dlouhodobě podkritický, a to za všech okolností způsobující reaktivitu aktivní zóny. U tlakovodních reaktorů je tato sekundární havarijní ochrana reaktoru zajišťována pomocí systému borové regulace, který udržuje, popřípadě mění v primárním chladivu koncentraci kyseliny borité, která plní funkci kapalného absorbátoru neutronů.<sup>(44)</sup> Primárním posláním systému borové regulace je kompenzace počáteční zásoby reaktivity čerstvé vsázky paliva v aktivní zóně na počátku kampaně.

S postupným vyhoříváním paliva během kampaně se počáteční zásoba reaktivity snižuje, proto je i koncentrace kyseliny borité v primárním okruhu v průběhu kampaně postupně snižována na nulu. Zvýšením množství kyseliny borité v primárním chladivu na tzv. odstavnou koncentraci cca 12g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>/l lze reaktor plně odstavit a udržet dlouhodobě podkritický.<sup>(8)</sup>

#### **1.4.2 Aplikace principu ochrany do hloubky**

Izolaci radioaktivních látek obsažených v aktivní zóně a chladivu reaktoru a zamezení jejich úniku do životního prostředí zajišťuje systém čtyř ochranných bariér, mezi které patří:

- palivová matrice - v matrici uranových tablet se zachytávají téměř všechny produkty vzniklé štěpením;
- pokrytí palivových proutků - pokrytí palivových proutků je provedeno ze speciální slitiny Zircaloye tak, aby bylo po celou dobu plánovaného využití hermetické a bránilo úniku štěpných produktů;
- konstrukce primárního okruhu - tlaková nádoba reaktoru a potrubí primárního okruhu tvoří bariéru, která odolává teplotnímu a radiačnímu zatížení;
- kontejnment - je železobetonová 1,2 m silná ochranná obálka s ocelovou hermetickou výstelkou, která obklopuje reaktor a hlavní zařízení primárního okruhu a zabraňuje úniku radioaktivních látek do životního prostředí v případě nehody.

Matrice a pokrytí paliva brání úniku radioaktivních látek, které vznikají při štěpné řetězové reakci. Rozhraní primárního okruhu brání úniku radioaktivních látek, které unikly přes pokrytí paliva nebo které jsou vytvářeny mimo palivové články. Kontejnment brání úniku radionuklidů, které pronikly přes rozhraní primárního okruhu, nebo těch radionuklidů, které vznikají mimo primární okruh. Jedná se o poslední hranici, kam až mohou pronikat radionuklidy, aniž by docházelo k ohrožení obyvatelstva.

Pro komplex technických a organizačních opatření zaměřených na prevenci jejich porušení se v oboru jaderné bezpečnosti vžil mezinárodní název „defence of depth“ neboli ochrana do hloubky.<sup>(8)</sup> Ochrana do hloubky je rozdělena do pěti úrovní. Dojde-li k selhání jedné úrovně, přechází ochranné funkce na další úroveň.

Cílem *první úrovně* ochranných opatření je prevence selhání provozních systémů, tj. prevence výskytu abnormálního provozu.

Opatření první úrovně představují široké spektrum zásad, které se uplatňují ve všech fázích realizace jaderného zařízení, počínaje výběrem lokality, projektovým řešením s náležitými bezpečnostními rezervami do dosažení mezních stavů, vysokou jakostí výroby, montáže, vlastního provozu, údržby atd.<sup>(8)</sup>

Dojde-li k selhání první úrovně nastává nutnost zajistit potřebnou kontrolu nad vznikem abnormálního provozu, jejíž nedílnou součástí je detekce selhání, jeho korekce a co nejrychlejší návrat systému do podmínek normálního provozu. Toto je úkolem *druhé úrovně* ochrany do hloubky.

Příkladem druhé úrovně ochranných opatření jsou pojišťovací ventily zamezující nepřipustnému převýšení tlaku v primárním a sekundárním okruhu, systém limitování maximálního výkonu reaktoru, systém kontroly teploty primárního chladiva na výstupu z aktivní zóny a všechna ostatní mezní nastavení ochranných systémů.<sup>(8)</sup>

Ani sebedokonalejší preventivní opatření nesníží pravděpodobnost výskytu závažných nehod zcela na nulu.

K zvládnutí málo pravděpodobných nehod, jejichž scénář může být předpokládán, jsou v projektu jaderné elektrárny připravována potřebná technická opatření, aby následky těchto stavů byly udrženy v mezích standardní ochrany pracovníků a obyvatelstva. Toto je úkolem *třetí úrovně* ochrany do hloubky.

Třetí úroveň ochranných opatření má zajistit dostatečné chlazení aktivní zóny, a předejít přehřátí paliva, ztrátě integrity jeho povlaku a následné tavení aktivní zóny. Dnešní tlakovodní reaktory jsou pro tyto případy vybaveny systémem havarijního chlazení. Jde o několikanásobně zálohovaný soubor tří podsystémů.



Ke kompenzaci malých úniků chladiva (úniků otvorem o ekvivalentním průměru do cca 200 mm) je určen vysokotlaký podsystém, který musí být schopen doplňovat vodu do primárního okruhu i za nominálního tlaku primárního okruhu.

Na ETE je vysokotlaký podsystém havarijního chlazení tvořen třemi identickými vysokotlakými čerpadly, z nichž k požadovanému doplňování chladiva postačí jedno z nich. Jedná se tedy o zálohování 3 x 100%.<sup>(44)</sup>

V případě většího úniku chladiva z primárního okruhu vysokotlaký podsystém není schopen udržet potřebnou hladinu vody v kompenzátoru objemu, tlak v primárním chladivu rychle klesá a voda se v důsledku vysoké pracovní teploty uvádí do varu. K rychlému zalití aktivní zóny slouží tzv. pasivní podsystém havarijního chlazení, skládající se z několika hydroakumulátorů, které při poklesu tlaku v primárním okruhu na cca 6 MPa samočinně zaplaví aktivní zónu vodou s vysokou koncentrací kyseliny borité.<sup>(8)</sup> Pasivní podsystém na ETE se skládá ze čtyř hydroakumulátorů, k dostatečnému zalití aktivní zóny postačí dva z nich.<sup>(44)</sup>

V případě havárie se ztrátou chladiva je nezbytné zajistit dlouhodobé dochlazování aktivní zóny. K tomuto účelu slouží tzv. nízkotlaký podsystém, který je součástí systému havarijního chlazení. Nízkotlaký systém se skládá ze třech nízkotlakých čerpadel, která zajišťují po vyprázdnění hydroakumulátorů dlouhodobý odvod tepla z reaktoru.<sup>(44)</sup> Zdrojem chladicí vody je nádrž roztoku kyseliny borité. Po jejím vyprázdnění sají nízkotlaká čerpadla vodu vytékající z porušeného primárního okruhu z jímek v podlaze hermetických boxů, v nichž se nachází primární okruh, a vrací ji zpět po ochlazení do primárního okruhu.

Ochrana do hloubky na *čtvrté úrovni* předpokládá, že za velmi málo pravděpodobných okolností mohou nastat případy, kdy opatření prvních třech úrovní nezabrání poškození aktivní zóny.<sup>(8)</sup> Klade si za cíl zabránit úniku štěpných radioaktivních produktů do životního prostředí.

Komponenty primárního okruhu se za tímto účelem umísťují do hermetických prostorů ochranné obálky představované kontejmentem. Opatření této úrovně mají současně chránit ochranou obálku před jejím poškozením, neboť ochranná obálka představuje poslední bariéru proti případnému úniku radioaktivních látek do životního prostředí.

Ochranná obálka je dimenzována s dostatečnou rezervou tak, aby si zachovala svojí integritu v podmínkách, kdy se veškerá tepelná a tlaková energie primárního chladiva uvolní do jejího vnitřního prostoru. Pro účinné snížení tlaku parovzdušné směsi uvnitř obálky po havárii se ztrátou chladiva slouží tzv. sprchový systém.

Sprchování způsobuje kondenzaci páry a přispívá k vymývání a usazování uvolněných radioaktivních produktů uvnitř ochranné obálky. Jiným příkladem opatření čtvrté úrovně jsou rekombinátory vodíku umístěné ve vnitřním prostoru ochranné obálky, které mají včasným spalováním vodíku vznikajícího radiolýzou vody a chemickými reakcemi roztaveného paliva s chladivem zabránit vzniku zápalné koncentrace vodíku, a tím jeho možné explozi.<sup>(44)</sup>

Poslední *pátou úroveň* bezpečnostních ochranných opatření představují tzv. vnitřní a vnější havarijní plán, které mají ochránit pracovníky a okolní obyvatelstvo v případech, kdy všechna předchozí opatření selhala, tj. kdy došlo k vážnému poškození aktivní zóny reaktoru a následné ztrátě integrity ochranné obálky.

Důležitou součástí ochrany do hloubky je dle mezinárodních standardů MAAE (Mezinárodní agentura pro atomovou energii) systém provozních předpisů (PP). Správné používání předpisů má za cíl eliminovat, popřípadě minimalizovat selhání lidského činitele i technických prostředků. PP pro normální provoz představují ochranu do hloubky první úrovně. PP pro abnormální provoz představují ochranu druhé úrovně. Havarijní PP pokrývají převážně třetí úroveň ochrany.<sup>(8)</sup>

Návody na řízení těžkých havárií řeší čtvrtou úroveň. A jak již bylo řečeno havarijní plány řeší pátou úroveň ochrany do hloubky.

### ***1.4.3 Deterministický a pravděpodobnostní přístup hodnocení jaderné bezpečnosti***

Současné projektování a hodnocení bezpečnosti na ETE je založeno na tzv. deterministickém přístupu. V něm je stanoven soubor tzv. projektových havárií, které jsou pak následně analyzovány, a musí být prokázáno, že při jejich výskytu nebudou překročeny stanovené radiační limity. Mezi projektové havárie patří porucha s reaktivitou, havárie s porušením primárního a sekundárního okruhu, selháním zařízení např. výpadky čerpadel a vnějších událostí.<sup>(8)</sup>

U tlakovodních reaktorů je jako maximální projektová havárie definováno okamžité porušení primárního okruhu největšího průměru s oboustranným výtokem chladiva (LOCA). Vedle deterministického přístupu hodnocení jaderné bezpečnosti se v současné době uplatňuje jako doplňkový tzv. pravděpodobnostní přístup.

Pravděpodobnostní přístup se neomezuje pouze na vybrané iniciační havárie, ale bere do úvahy, pokud možno, všechny možné druhy nehod, na rozdíl od deterministického přístupu zvažuje i výskyt iniciačních havárií a analyzuje pravděpodobnost jejich dalšího rozvoje s uvážením pravděpodobností selhání bezpečnostních systémů a ochranných opatření.

Výsledkem pravděpodobnostního přístupu hodnocení jaderné bezpečnosti je souhrnná pravděpodobnost poškození aktivní zóny, případně při uvážení pravděpodobnosti poškození ochranné obálky i pravděpodobnost úniku radioaktivních látek do životního prostředí.<sup>(8)</sup>

## **1.5 Zdroje ionizujícího záření a radioaktivních izotopů na jaderné elektrárně Temelín**

Kromě přirozené radioaktivity, která působí na každého člověka prakticky nezávisle na jeho pracovní činnosti, se zvyšuje i úroveň radiace v životním prostředí uměle, vlivem civilizačních vymožeností. K těmto umělým zdrojům patří využívání jaderné energie tj. jaderná energetika.

Podle kritérií pro rozdělení zdrojů ionizujícího záření uvedených ve vyhlášce č. 307/2002 Sb. v platném znění se v objektech ETE vyskytují všechny zdroje ionizujícího záření od nevýznamných až po velmi významné.<sup>(23)</sup>

Nevýznamné, drobné a jednoduché zdroje jsou zastoupeny uzavřenými zářiči, které jsou součástí etalonů, požárních hlásičů, zařízení pro diagnostiku a defektoskopii.

Významné zdroje jsou používány v ozařovně pro metrologické účely, otevřené radionuklidové zářiče, za které je nutno považovat všechny kontaminované hmoty.

Velmi významným zdrojem záření je jaderný reaktor a s ním přímo související technologická zařízení.

Při výrobě energie jaderným reaktorem vznikají štěpením v palivu tzv. štěpné produkty, aktivací neutrony vznikají aktivační produkty v palivu samém, v pokrytí paliva, konstrukčním materiálu, ale i v chladivu primárního okruhu. Do chladiva primárního okruhu se dostávají radionuklidy různými cestami, např. aktivací chladiva samého, difusí štěpných produktů netěsnostmi v palivu, korozi konstrukčního materiálu a jejich následnou aktivací v aktivní zóně.

Složení radionuklidů v primárním okruhu vypovídá o možných netěsnostech paliva. Netěsnosti jsou signalizovány především radioizotopy vzácných plynů a jódu. Radionuklidy v primárním okruhu jsou zdrojem externího a potenciálně i vnitřního ozáření pracovníků a prostřednictvím výpustí mohou být i zdrojem ozáření obyvatelstva.

Mezi nejsledovanější radionuklidy, které vznikají při provozu jaderné elektrárny patří:

- štěpné produkty, tj. vzácné plyny  $^{85}\text{Kr}$  a  $^{133}\text{Xe}$ , izotopy jódu  $^{131}\text{I}$  a  $^{133}\text{I}$ , dále  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  a  $^{137}\text{Cs}$ ;
- aktivační korozní produkty, tj.  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{57}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{59}\text{Ni}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ;
- aktivační produkty chladiva, tj.  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ;
- transurany, a to zejména  $^{239}\text{Pu}$ .<sup>(8)</sup>

Radionuklidy, které se nacházejí v chladivu a v technologických systémech ETE, je nutno z technologických, ale zejména bezpečnostních důvodů během provozu průběžně nebo periodicky odstraňovat pomocí speciálních čistících stanic.

Při různých technologických, regeneračních a dekontaminačních procesech, kterými se čistí kontaminovaná zařízení vznikají radioaktivní odpady. Při normálním provozu vznikají v jaderné elektrárně především nízko aktivní, popřípadě středně aktivní odpady. Vyhořelé jaderné palivo představuje vysokoceaktivní formu radioaktivních odpadů.

### **1.5.1 Monitorování plynných radioaktivních výpustí**

Do ovzduší jsou především vypouštěny radioaktivní vzácné plyny, vzniklé štěpením (izotopy xenonu a kryptonu), dále některé aktivační produkty ve formě plynů ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{41}\text{Ar}$ ), tritium, izotopy jódu v plynných formách a ve formě aerosolu.

Existuje nejméně 9 radioizotopů kryptonu a 11 radioizotopů xenonu. Většina z nich má velmi krátký poločas rozpadu ( $T_{1/2}$ ), řádově sekundy až minuty. Stačí se rozpadnout dříve než mohou difundovat z paliva ven. Část radioaktivních vzácných plynů se difusí dostane mezi palivo a jeho pokrytí. Pokud se v pokrytí paliva objeví netěsnost, vzácné plyny se dostávají do chladiva primárního okruhu.<sup>(19)</sup>

Plynné výpusti se vypouští do ovzduší ventilačním komínem na hlavním výrobním bloku. Do něj ústí systém ventilace kontejnmentu a systémy odvodu aktivních technologických zařízení.

Největším zdrojem aktivity plynných radioaktivních odpadů je systém odpouštění vody primárního okruhu a její následného přečištění pomocí speciálních čistících stanic, včetně zpoždovací linky složené z uhlových filtrů, ve kterých dochází k rozpadu krátkodobých radioizotopů argonu, xenonů a kryptonů. Aktivita vyčištěného plynu závisí na době zadržení izotopů na filtru (pro  $^{133}\text{Xe}$  maximálně 700 hodin, pro  $^{85}\text{Kr}$  maximálně 70 hodin).<sup>(8)</sup> Během normálního provozu jaderné elektrárny Temelín je kapacity ventilačního komínu 90 000 m<sup>3</sup>/hodinu.

Významnou část plynných výpustí jaderných elektráren tvoří  $^{41}\text{Ar}$ , který vzniká reakcí ( $n, \gamma$ ) na stabilním  $^{40}\text{Ar}$ , který je obsažen normálně ve vzduchu. Do blízkosti reaktoru se dostává v důsledku činnosti vzduchotechnických systémů zabezpečujících chlazení biologického stínění reaktoru. Částečně je obsažen i v chladivu primárního okruhu.

Tritium ( $^3\text{H}$ ) vzniká při štěpných reakcích v reaktorovém palivu, při neutronových aktivacích s různými izotopy rozpuštěnými v chladivu nebo moderátoru. Hlavní podíl tritia generovaného do chladiva asi 72 % pochází z reakce  $^{10}\text{B} (n, 2\alpha) \rightarrow ^3\text{H}$  a přibližně 22 % z trojného štěpení paliva.<sup>(6)</sup> Tritium se dostává do ovzduší ventilačními komíny zabudované do molekul vody ve formě tritiové vody. Ta je ve vzduchu přítomna ve formě vlhkosti.

Radioizotop uhlíku ( $^{14}\text{C}$ ) vzniká reakcí  $(n, \alpha)$  na jádrech  $^{17}\text{O}$ , přítomného v oxidech v palivu a na jádrech  $^{17}\text{O}$  přítomného v moderátoru (izotop  $^{17}\text{O}$  tvoří 0,038 % směsi stabilního kyslíku). Dále  $^{14}\text{C}$  vzniká reakcí  $(n, p)$  na jádrech  $^{14}\text{N}$ , přítomném jako nečistota v chladivu primárního okruhu.

Radioizotopy jódu vznikají v procesu štěpením. Z hlediska ochrany před zářením jsou významné  $^{129}\text{I}$  ( $T_{1/2} = 1,6 \cdot 10^7$  r),  $^{131}\text{I}$  ( $T_{1/2} = 8,04$  d),  $^{132}\text{I}$  ( $T_{1/2} = 2,3$  h),  $^{133}\text{I}$  ( $T_{1/2} = 21$  h),  $^{134}\text{I}$  ( $T_{1/2} = 53$  min),  $^{135}\text{I}$  ( $T_{1/2} = 6,6$  h), které se ve výpustech vyskytují v plynných formách (elementární jód, organický jód) a ve formě aerosolů.

Kromě radioizotopu  $^{129}\text{I}$  mají všechny relativně krátký poločas rozpadu, jejich aktivita ve výpustech závisí na počtu netěsností v palivových článcích a na rychlosti odpouštění, respektive úniku chladiva z primárního okruhu, jsou velmi významné z hlediska ozáření personálu jaderné elektrárny.

Pro ozáření obyvatelstva v okolí ETE je významný zejména  $^{129}\text{I}$ , protože v případě úniku do prostředí se může dostat do potravinového řetězce a přispívá do tzv. globální kolektivní dávky.

Ve formě aerosolů se vyskytují radionuklidy, které vznikají přímo jako produkt štěpení nebo rozpadem vzácných plynů, vzniklých štěpením.

Další radionuklidy vznikají aktivací materiálů, přítomných v primárním okruhu, buď jako příměs nebo uvolněných korozi konstrukčních materiálů. Vzduch odváděný ventilačními systémy z prostor, kde se radioaktivní aerosoly tvoří, je kontinuálně čištěn mocnými filtračními systémy, v nichž je velká část aerosolů zejména o větších rozměrech, zachycena.

V jaderných elektrárnách typu VVER bývají obvykle v technologických okruzích nacházeny tyto radionuklidy:  $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{76}\text{As}$ ,  $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{95}\text{Nb}$ ,  $^{103}\text{Ru}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{100\text{m}}\text{Ag}$ ,  $^{124}\text{Sb}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{140}\text{Ba}$ ,  $^{140}\text{La}$ ,  $^{141}\text{Ce}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{181}\text{Hf}$ ,  $^{182}\text{Ta}$ .<sup>(8)</sup>

Výčet samozřejmě není úplný, v technologickém prostředí se mohou vyskytnout i aerosoly radionuklidů s krátkým poločasem rozpadu, které se ve výpustech do prostředí již neuplatňují.

Monitorování výpustí ETE je zabezpečováno centralizovaným a informačním systémem radiační kontroly.

Za provozu ETE se musí výpusti do ovzduší spojitě monitorovat, aby nedošlo k ohrožení zdraví lidí a životního prostředí. Monitorování se provádí dle požadavků české legislativy a schválených programů monitorování. Zejména se sledují aerosoly, izotopy jódu, vzácné plyny, tritium a  $^{14}\text{C}$  (tab. 1).

Monitorování vypuštěných plynných radionuklidů z komínu výrobního bloku JE Temelín se zajišťuje:

- kontinuálním měřením objemové aktivity aerosolů, jódu a vzácných plynů;
- kontinuálním odběrem aerosolů a jódu na pevném filtru pro následnou analýzu v laboratořích;
- periodickým odběrem vzácných plynů do tlakových lahví pro následnou analýzu v laboratořích;
- kontinuálním odběrem jódů na jódovou „patronu“ pro následnou analýzu v laboratořích;
- kontinuálním odběrem  $^3\text{H}$  a  $^{14}\text{C}$  na „patronu“ s náplní silikagelu pro záchyt  $^3\text{H}$  a na promývačku pro záchyt  $^{14}\text{C}$  a pro následnou analýzu v laboratořích;
- on-line gamaspektrometrií vypuštěných plynů.<sup>(1)</sup>

Tab. 1 - Projektové hodnoty aktivity radionuklidů v plynných výpustích.<sup>(1)</sup>

radionuklid	poločas rozpadu	výpustě v Bq/rok pro oba bloky
<sup>133</sup> Xe	5,3 dní	$1,2 \cdot 10^{15}$
<sup>85</sup> Kr	10,6 let	$2,4 \cdot 10^{14}$
<sup>88</sup> Kr	2,8 hodin	$5 \cdot 10^3$
<sup>131</sup> I	8 dní	$7,6 \cdot 10^8$
<sup>133</sup> I	21 hodin	$1,1 \cdot 10^9$
<sup>137</sup> Cs	30 let	$7,0 \cdot 10^5$
<sup>134</sup> Cs	2,1 let	$3,0 \cdot 10^5$
<sup>60</sup> Co	5,2 let	$5,8 \cdot 10^2$

### 1.5.2 Monitorování kapalných radioaktivních výpustí

Zdroje radionuklidů, které se dostávají do kapalných výpustí jsou, vyjma tritia, principiálně stejné jako zdroje radionuklidů vypouštěných do ovzduší. Tritium je vypouštěno do vodotečí řízeně v množství a režimech splňující podmínky platného vodohospodářského rozhodnutí.

Voda z primárního okruhu, která obsahuje radionuklidy se čistí ve speciálních čistících stanicích. Hlavní procesy, kterými se provádí úprava radioaktivní vody, jsou destilace a čištění na ionexových filtrech.<sup>(8)</sup> Vyčištěné chladivo primárního okruhu a regenerovaná kyselina boritá se vrací zpět do technologických okruhů.

Do životního prostředí se vypouští pouze část kapalného kondenzátu. Než se tato voda vypustí z kontrolovaného pásma, odvede se do kontrolních nádrží, kde se provádí radiochemická analýzy.

Jediný radionuklid, který nelze z radioaktivních vod oddělit je izotop vodíku - tritium. Fyzikální a chemické vlastnosti tritiové vody jsou téměř stejné jako vlastnosti obyčejné destilované vody.<sup>(8)</sup> Z tohoto důvodu je tritium zdrojem převážné části aktivity ve vyčištěných kapalných odpadech z ETE.

Obdobně jako u plynných výpustí z jaderné elektrárny je i v případě kapalných výpustí zajištěno monitorování, kterým se sleduje výskyt radioaktivních látek v nepřijatelných koncentracích.



System radiacní kontroly zabezpečuje, aby v případě překročení stanovených referenčních úrovní nedošlo k vypuštění radioaktivních látek z kontrolních nádrží do odpadního kanálu a do životního prostředí. System dále zabezpečuje, aby se provádělo monitorování, odběry vzorků ve sběrné jímce technologických a splaškových vod, která jsou umístěna na výstoku vody z areálu ETE.

Monitorování odpadních vod na výstupu z areálu ETE:

- má zabudovanou signalizaci, která se spustí při převýšení referenčních úrovní vypouštěných vod;
- zajišťuje další doplňující informace pro bilancování pro vypouštěné aktivity;
- provádí se kontinuální odběr vzorků odpadních vod pro komplexní laboratorní analýzu, přičemž množství odebraných vzorků je úměrné okamžitému průtoku v kanále.<sup>(1)</sup>

Výsledky měření jsou hlavním podkladem pro hodnocení vlivu provozu jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí.

### ***1.5.3 Legislativní podmínky radioaktivních výpustí z jaderných elektráren***

Uvádění radionuklidů do životního prostředí upravuje zákon č. 18/1997 Sb. v platném znění.<sup>(28)</sup>

Obecná pravidla a podmínky uvádění radionuklidů do životního prostředí jsou stanoveny vyhláškou SÚJB č. 307/2002 Sb. o radiacní ochraně v platném znění, konkrétně ustanovením § 56. Tímto paragrafem je stanoveno, že uvádění radionuklidů do životního prostředí je možné pouze na základě, v rozsahu a za podmínek stanovených v povolení SÚJB k uvádění radionuklidů do životního prostředí.

Řízené vypouštění radionuklidů do životního prostředí je možné pouze na základě splnění podmínky, že u příslušné kritické skupiny obyvatelstva nepřekročí součet roční efektivní dávky a ročního úvazku efektivní dávky v důsledku plyných výpustí do ovzduší hodnotu 200  $\mu\text{Sv}$  za rok, v případě kapalných výpustí do vodotečí hodnotu 50  $\mu\text{Sv}$  za rok, celkem tedy 250  $\mu\text{Sv}$  za rok.<sup>(23)</sup>

Vyhláška č. 307/2002 Sb. v platném znění stanovuje směrné hodnoty ozáření, které se považují za dostatečné k prokázání rozumě dosažitelné úrovně radiační ochrany. Pro oblast uvolňování radionuklidů do životního prostředí je rozumě dosažitelnou úrovní radiační ochrany považováno u příslušné kritické skupiny obyvatel nepřekročení směrné hodnoty efektivní dávky v důsledku plyných a kapalných výpustí ve výši 50  $\mu\text{Sv}$  za rok.<sup>(23)</sup>

Dozorné orgány mohou stanovit pro oblast uvolňování radionuklidů do životního prostředí ještě přísnější ukazatele, tzv. autorizované limity.

#### ***1.5.4 Podmínky pro plyné radioaktivní výpusti jaderné elektrárny Temelín***

V případě ETE jsou radionuklidy uváděny do ovzduší na základě podmínek stanovených rozhodnutím SÚJB čj. 16920/2002. Tímto rozhodnutím povolil SÚJB uvádění radionuklidů do životního prostředí a stanovil autorizovaný limit 40  $\mu\text{Sv}$  za rok pro jednotlivce z kritické skupiny pro oba hlavní výrobní bloky, který se vztahuje na součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření.<sup>(42)</sup>

Rozhodnutí také obsahuje i hodnoty převodních koeficientů  $h$  pro převod aktivity radionuklidů vypouštěných do ovzduší na součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření jednotlivce z kritické skupiny obyvatelstva, použitelné pro kontrolu regulaci výpustí v průběhu kalendářního roku.

Autorizovaný limit stanovený SÚJB je také obsažen v Limitách a podmínkách pro 1. a 2. hlavní výrobní blok, což je základní předpis jaderné elektrárny Temelín, na jehož základě jsou prováděny provozní kontroly za účelem ověření, že limity pro vypouštění radioaktivních látek jsou dodržovány a nepřekračovány.

#### ***1.5.5 Podmínky pro kapalně radioaktivní výpusti jaderné elektrárny Temelín***

V případě ETE jsou radionuklidy uváděny do životního prostředí ve formě kapalných výpustí na základě podmínek stanovených rozhodnutím SÚJB čj. 8096/2005.

Rozhodnutím je stanoven autorizovaný limit 3  $\mu\text{Sv}$  za kalendářní rok pro kapalné vypustí do řeky Vltavy v profilu Kořensko pro jednotlivce z kritické skupiny obyvatelstva, který se vztahuje na součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření. Součástí rozhodnutí jsou i hodnoty převodních koeficientů  $h$  pro přepočítání celkové vypustí jednotlivých radioizotopů v Bq na jednotky efektivní dávky v Sv (respektive v  $\mu\text{Sv}$ ) pro účely kontroly a regulace vypustí v průběhu kalendářního roku a další podmínky uvádění radionuklidů do životního prostředí, včetně provádění ročního bilancování vypustí.<sup>(42)</sup>

Autorizovaný limit stanovený v rozhodnutí SÚJB ve veličině efektivní dávka je univerzální a zohledňuje vliv libovolné směsi radionuklidů (včetně tritia) vypouštěné do povrchových vod.

I v případě autorizovaného limitu pro kapalné vypustí je tato hodnota uvedena jako limitní podmínka v základním provozním předpisu Limity a podmínky pro 1. a 2. hlavní výrobní blok.

V oblasti uvádění radionuklidů do životního prostředí ve formě kapalných vypustí je také platné vodohospodářské rozhodnutí Referátu životního prostředí v Českých Budějovicích.<sup>(20)</sup> Toto vodohospodářské rozhodnutí povoluje, resp. stanovuje:

- podmínky pro odběr povrchové vody pro ETE z vodního díla Hněvkovice;
- podmínky pro vypouštění odpadních vod.

Koncentrační a bilanční aktivity určené tímto rozhodnutím pro odpadní vody vypouštěné za provozu ETE do Vltavy jsou pro provoz dvou bloků uvedeny v tabulce 2.<sup>(20)</sup>

Tab. 2. - Koncentrační a bilanční aktivity pro odpadní vody vypouštěné při provozu ETE do Vltavy.<sup>(20)</sup>

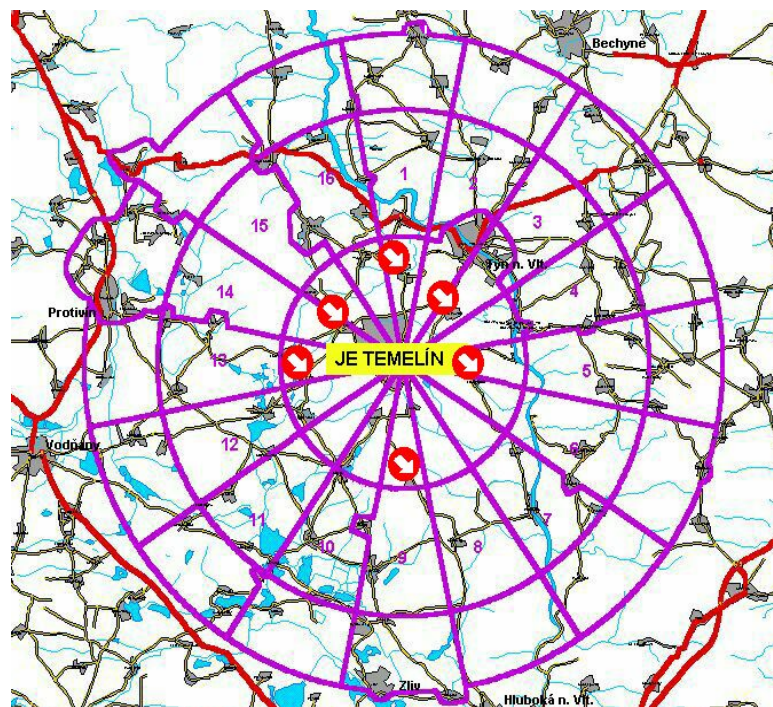
ukazatel radioaktivity	max. Bq/l	max. Bq/rok
celková aktivita beta (bez tritia)	21	$1 \cdot 10^9$
tritium	$2,56 \cdot 10^5$	$6,6 \cdot 10^{13}$

Vedle výše uvedených autorizovaných limitů se k výpustem (kapalným i plyným) vztahuje ohlašovací povinnost na SÚJB při neplánovaném překročení sedminásobku průměrného denního limitu efektivní dávky z plyných nebo kapalných výpustí, odvozeného jako 7/365 dílu z ročního autorizovaného limitu.

### 1.5.6 Monitorování okolí jaderné elektrárny Temelín

Celé okolí ETE je rozděleno do 16 sektorů definovaných jako kruhové výseče. V provozu je 5 stabilních stanic radiační kontroly (SRKO) kruhovitě rozmístěných kolem elektrárny. SRKO jsou umístěny v obcích Bohunice, Zvěrkovice, Litohradlice, Nová Ves, Sedlec, jedna stanice je umístěna přímo v areálu ETE. Rozmístění SRKO je uvedeno na obr. 4.

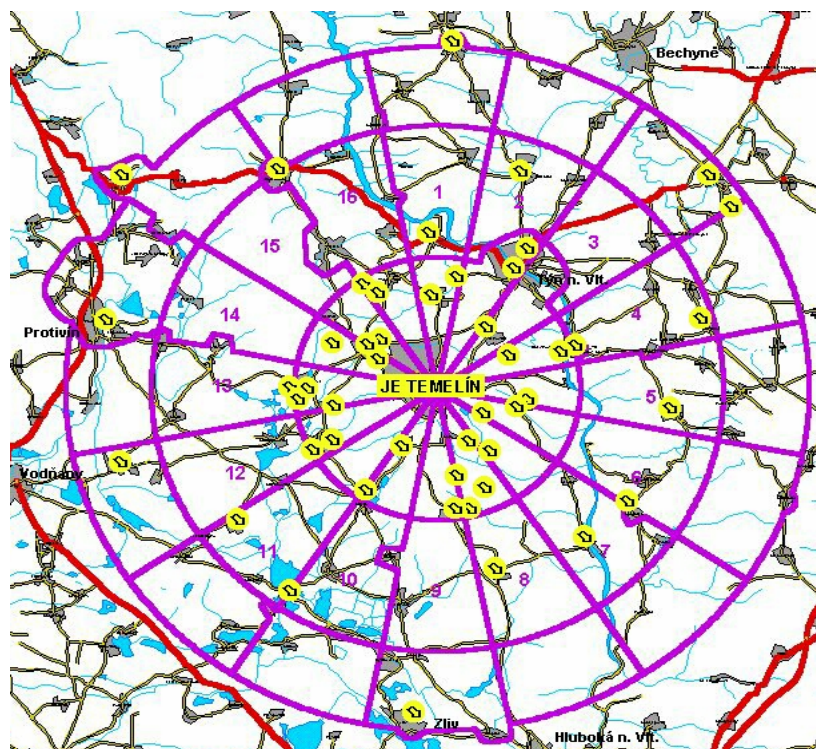
Obr. 4 - Umístění SRKO v okolí ETE.<sup>(33)</sup>



Ve stanicích je prováděn nepřetržitý odběr vzdušných aerosolových částic na záchytem na filtr. Filtry jsou ve stanoveném intervalu pravidelně vyměňovány a proměřovány v Laboratoři radiační kontroly okolí (LRKO) v Českých Budějovicích. Ve stanicích jsou dále umístěna velkoplošná zařízení pro záchyt atmosférického spadu, v pravidelném intervalu je prováděn odběr spadů a jejich analýza v LRKO.

V SRKO jsou umístěny také termoluminiscenční dozimetry pro kontinuální měření fotonového dávkového ekvivalentu, které jsou dále rozmístěny ve dvou okruzích v obcích kolem elektrárny. V pravidelných intervalech je prováděna výměna dozimetrů a vyhodnocení v LRKO. Rozmístění termoluminiscenčních dozimetrů je znázorněno na obrázku 5. Dále se také provádí monitorování okolí pomocí zařízení RSS 131 pro terénní měření příkonu ekvivalentní dávky.

Obr. 5 - Umístění termoluminiscenčních dozimetrů v okolí ETE.<sup>(33)</sup>



Kontrola koncentrace tritia v dešťových vodách je prováděna odběrem srážek v meteorologické observatoři (ČHMU) v Temelíně a v LRKO v Českých Budějovicích. V pravidelných intervalech je kontrolována povrchová voda a sedimenty ve Vltavě pod vyústěním odpadního kanálu, a to až do profilu Vltava - Solenice. Povrchová voda a sedimenty ve Vltavě jsou pravidelně monitorovány nad hrází ponořeného stupně Kořensko, dále v přehradní nádrži Vltava - Hněvkovice vzhledem k provádění odběrů vody z této nádrže pro elektrárnu Temelín a v Bělohůreckém rybníku.<sup>(19)</sup>

V areálu elektrárny a v jejím okolí je monitorována podzemní voda v mělkém i hlubinném horizontu pomocí sítě monitorovacích vrtů, v areálu je prováděna kontrola podzemní vody také ve vybraných odvodňovacích vrtech.<sup>(19)</sup>

Ve vybraných obcích je prováděna kontrola pitné vody ve veřejných vodovodech a ve veřejně přístupných studnách. Kontrola vod je prováděna odběrem vzorků a jejich následnou analýzou v LRKO.

Zemědělské plodiny, ovoce a krmné plodiny jsou kontrolovány do vzdálenosti cca 5 km od elektrárny se zohledněním ochranného pásma, zejména v katastrech obcí Temelín, Všemyslice, Kočín, Sedlec, Zvěrkovice a Litohradlice. Kontrolní místa jsou operativně volena dle osevních plánů. Mléko je pravidelně odebíráno z kravína ve Lhotě pod Horami. V nádrži Orlík a v Bělohůrském rybníku je jednou ročně prováděn odlov ryb. Proměření uvedených vzorků provádí LRKO.

Jednou ročně je prováděna kontrola výskytu radionuklidů v neobdělávané půdě, monitorování je prováděno laboratorní analýzou odebraných vzorků, dále je pravidelně prováděna kontrola povrchové kontaminace gamaspektrometrickým měřením in situ a měřením dávkového příkonu ve vybraných bodech. Pro kontrolu obdělávané půdy gamaspektrometrickým měřením in situ jsou v ochranném pásmu zvoleny 4 měřicí body rovnoměrně rozmístěné kolem ETE.

## **1.6 Typy provozních režimů**

Provozní režimy (stavy) na jaderné elektrárně je možné rozdělit do čtyř kategorií v závislosti na očekávané četnosti výskytu a riziku pro obyvatelstvo (tabulka 3).

Tab. 3 - Typy provozních režimů.

<b>kategorie</b>	<b>provozní stav</b>
kategorie I	normální provoz
kategorie II	nehody s mírnou četností
kategorie III	nehody s řídkou četností
kategorie IV.	limitující nehody

Dle vyhlášky 195/1999 Sb. v platném znění je vztah uvedených kategorií k následným skupinám událostí následující:

- normální provoz - kategorie I;
- abnormální provoz - kategorie II;
- havarijní podmínky - kategorie III a IV.

### **1.6.1 Normální provoz**

Události této kategorie jsou očekávané v průběhu provozu na výkonu, během výměny paliva, během údržby a v průběhu manévrovacích režimů bloku.

Tyto události je možné zvládnout řídicím systémem nebo obsluhou, bez nutnosti zásahu ochranného systému. Během těchto událostí se neočekává poškození paliva tj. průnik štěpných produktů pokrytím palivového proutku.<sup>(19)</sup> Mezi události kategorie I patří:

- provoz v ustáleném stavu a odstavení;
- provoz s přípustnými odchylkami - jednotlivé odchylky, které mohou nastat během provozu, a jsou jadernou elektrárnou povoleny, musí být uvažovány s ostatními provozními režimy.

### **1.6.2 Nehody s mírnou četností**

Mezi tyto události patří všechny stavy, operace, které jsou neplánované, ale jejichž výskyt lze při provozu jaderného zařízení očekávat. Tyto nehody vedou v nejhorším případě k rychlému odstavení reaktoru. Tyto provozní stavy nesmějí vést k poškození palivového systému nebo k porušení palivových elementů a k porušení integrity primárního okruhu.<sup>(19)</sup> Po odstranění příčin a následků těchto stavů musí být jaderné zařízení schopné normálního provozu. Mezi tyto události patří např.:

- výpadek turbíny;

- chybná funkce systému napájecí vody;
- ztráta normálního napájení parogenerátoru vodou.

### **1.6.3 Nehody s řídkou četností**

Tyto nehody mohou mít vážné dopady na případný další provoz a provozuschopnost systémů bloku včetně omezených radiačních následků. Tyto nehody mohou vzniknout velmi zřídka během provozu jaderné elektrárny.

Mezi tyto události patří např.:

- poruchy systémů plynných odpadů;
- chybná činnost regulačních svazků.

Pro tyto události platí následující podmínky:

- radiační zatížení okolí vyvolané těmito událostmi může přesáhnout povolené směrné hodnoty;
- nesmí dojít k překročení stanovených limitů dávek pro obyvatelstvo na hranici ochranného pásma;
- nesmí dojít k ztrátě funkce primárního okruhu nebo kontejnmentu jako bariéry proti úniku štěpných produktů;
- událost této kategorie nesmí sama o sobě vést ke vzniku události kategorie vyšší;
- může vést k porušení palivových proutků, počet porušených palivových proutků musí být omezený na dostatečně nízkou hodnotu (5 - 10 %).<sup>(19)</sup>

### **1.6.4 Limitující nehody**

U těchto nehod se neočekává, že nastanou. Jsou to nejtěžší nehody, na něž musí být zařízení projektováno a představují tak limitující projektové události. V důsledku těchto nehod by mohlo dojít k potenciálnímu vypuštění značného množství radioaktivního materiálu. Typickým příkladem události kategorie IV je nehoda spojená s oboustranným výtokem chladiva neboli tzv. LOCA.

Pro tyto události platí následující podmínky:



- radiační zatížení okolí nesmí způsobit nepřijatelná rizika pro zdraví obyvatelstva a jeho bezpečnost překročením limitních hodnot, stanovených českou legislativou;
- nesmí dojít ke ztrátě funkce systémů potřebných ke zvládnutí nehody, včetně funkce havarijního chlazení aktivní zóny a funkce kontejnmentu.<sup>(19)</sup>

### **1.7 Řízení činností při vzniku havarijních podmínek**

V případě vzniku havarijních podmínek jsou veškeré činnosti obslužného personálu prováděny podle předem stanovených postupů, tzv. havarijních provozních postupů. Tyto havarijní provozní postupy používá operativní personál blokové dozorny pro řešení havarijních režimů bloku až do úrovně nadprojektových nehod a havárií.

Pokud dojde ke vzniku havarijních podmínek je nutné zahájit následující činnosti:

- automaticky nebo ručně aktivovat havarijní odstavení reaktoru nebo spustit systémy zajišťující bezpečnost bloku;
- určit kategorii havarijní události na základě symptomů, které charakterizují danou kategorii po havarijním odstavení reaktoru nebo spuštění systémů zajištění bezpečnosti;
- určit odpovídající postup pro obnovení bezpečného stavu a převést blok do bezpečného stavu, ve kterém jsou úniky radioaktivity a poškození zařízení minimální;
- identifikovat narušení kritických bezpečnostních funkcí a provést zásahy pro obnovení plnění kritických bezpečnostních funkcí, nezávisle na průběhu havarijní události;
- zajistit rychlé zásahy operativního personálu, při zhoršení havarijní situace.

Soubor havarijních provozních postupů používaných na ETE se skládá ze dvou nezávislých, ale souvisejících skupin postupů a dále ze systematických prostředků nepřetržitého hodnocení bezpečnosti bloku v průběhu havarijního režimu.<sup>(3)</sup>

První skupina postupů zahrnuje všechny události, které s určitou pravděpodobností mohou nastat, tj. základní projektové havárie a jejich možné kombinace. Postupy této skupiny se nazývají: Postupy pro optimální obnovení bezpečného stavu. V případě, že není možné na základě příznaků identifikovat havarijní události, jsou na jaderné elektrárně připraveny alternativní havarijní postupy.

Během havarijního režimu je nutné hodnotit a sledovat stav plnění tzv. bezpečnostních funkcí. Soubor nejdůležitějších bezpečnostních funkcí je nazýván: Souborem kritických bezpečnostních funkcí.

Pod pojmem kritické bezpečnostní funkce je chápán soubor vybraných bezpečnostních funkcí, které musí být pro řízení činností při vzniku havarijních podmínek splněny pro každou z fyzických ochranných bariér tak, aby byla u těchto bariér zajištěna jejich funkčnost.<sup>(19)</sup> Vztah bariér a kritických bezpečnostních funkcí je uveden v tabulce 4.

Tab. 4 - Vyjádření vzájemného vztahu fyzických ochranných bariér a kritických bezpečnostních funkcí.<sup>(19)</sup>

bariéra	kritická bezpečnostní funkce
matrice a pokrytí paliva	udržování podkritičnosti AZ (minimalizace vývinu tepla)
	udržování chlazení AZ (zajištění chladiwa PO pro odvod tepla z AZ)
	udržování odvodu tepla z PO (zajištění chladiwa SO pro odvod tepla z AZ a PO)
	udržování zásoby chladiwa PO (zajištění chladiwa pro odvod tepla z AZ, kontrola tlaku v PO)
rozhraní primárního okruhu	udržování odvodu tepla z PO (zajištění chladiwa SO pro odvod tepla z PO a AZ)
	udržování neporušenosti PO (zabránění narušení integrity PO)
	udržování zásoby chladiwa PO (zajištění chladiwa pro odvod tepla z AZ, kontrola tlaku v PO)
kontejnment	udržování neporušenosti kontejnmentu (zabránění narušení integrity obálky kontejnmentu)

**Legenda k tabulce:**

- PO - primární okruh  
 SO - sekundární okruh  
 AZ - aktivní zóna

Tyto funkce jsou v průběhu řízení havarijního režimu trvale monitorovány a jsou stanovena kritéria pro hodnocení jejich plnění a zpracovány postupy určené pro jejich obnovení.

Zásahy operativního personálu vedoucí k obnovení bezpečného provozu jsou popsány ve druhé skupině postupů, které dávají návody jak postupovat v případě i neidentifikovatelných havarijních stavů.

Hlavním cílem zásahů operativního personálu v těchto postupech je obnovení kritických bezpečnostních funkcí. Nazývají se: Postupy pro obnovení kritických bezpečnostních funkcí. Použití těchto postupů se odvozuje z okamžitých hodnot parametrů, stavů a provozuschopnosti zařízení a použité strategie směřují k znovuoobnovení bezpečného stavu bloku nezávisle na události, která způsobila narušení kritické bezpečnostní funkce.

### **1.8 Řízení činností při vzniku těžkých havárií**

Těžká havárie je nadprojektová havárie, při které se nedaří odvrátit poškození paliva v aktivní zóně. Při takovém to rozvoji havárie dochází ke zvýšení rizika ohrožení obyvatelstva a životního prostředí, neboť v tomto případě, v důsledku ztráty integrity základních projektových bariér (palivová matrice, pokrytí palivových proutků, konstrukce primárního okruhu a kontejnmentu) proti úniku aktivity, není možné vyloučit úniky radioaktivních látek do okolí.<sup>(19)</sup> Hranicí pro přechod od nadprojektové události k rozvoji do oblasti těžké havárie je degradace projektových vlastností aktivní zóny, jinak řečeno těžké a nevratné poškození paliva a podpůrných struktur aktivní zóny, ke kterému dojde po jejím odhalení v důsledku nedostatečného chlazení.<sup>(19)</sup>

Strategie pro zvládání těžkých havárií představují systematické zásady vytvořené pro personál technického podpůrného střediska (bezpečnostního inženýra), pro případ řešení těch havarijních stavů, u kterých se nepodaří odvrátit ztrátu první fyzické bariéry. Jedná se o strategie jak postupovat, aby bylo možné dostat vzniklou havárii pod kontrolu a minimalizovat její následky na okolí jaderné elektrárny, při použití všech dostupných prostředků.

Mezi základní cíle patří:

- minimalizovat únik radioaktivity do vnějšího prostředí s cílem jeho úplného ukončení;

- maximalizovat úsilí na obnovení dostupnosti zařízení a měřit nezbytný rozsah dat pro zmírnění následků těžké havárie;
- zabránit destrukci kontejnmentu;
- obnovit kontrolované podmínky, při kterých je dlouhodobě zajištěna integrita kontejnmentu.<sup>(19)</sup>

Hlavní obsah strategií pro zvládnání těžkých událostí na ETE spočívá v systematickém přístupu při hledání správného a optimálního řešení daného stavu.

## **2 Cíle práce a hypotézy**

### **2.1 Cíl práce**

Cílem práce je zhodnotit systém ochrany obyvatelstva, stav připravenosti obyvatelstva na případ vzniku radiační havárie v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín a analyzovat provázanost klasifikačního systému mimořádných událostí na jaderné elektrárně Temelín se systémem neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo.

### **2.2 Předpokládané hypotézy**

Hypotéza č. 1 - Stávající systém zajištění havarijní připravenosti je dostatečný k zajištění bezpečné úrovně ochrany obyvatelstva před účinky ionizujícího záření a radioaktivních látek uvolněných do životního prostředí v případných radiačních haváriích.

Hypotéza č. 2 - Případné modifikace metodických postupů povedou ke zvýšení účinnosti ochranných opatření pro obyvatelstvo.

### **3 Metodika**

Metodika spočívá ve shromažďování a následné analýze údajů z oblasti zajištění neodkladných ochranných opatření pro ochranu obyvatelstva v případě vzniku radiačních havárií.

## **4 Výsledky**

### **4.1 Zajištění ochrany obyvatelstva za normálního, abnormálního provozu a havarijních podmínek**

Vliv jaderné elektrárny na okolní obyvatelstvo a na životní prostředí je dán především úrovní kvality technologického zařízení a úrovní technologických procesů. Mírou této kvality je ozáření jednotlivce z obyvatelstva, respektive z kritické skupiny obyvatelstva v důsledku radioaktivních výpustí do okolí.<sup>(8)</sup> Kritickou skupinou se rozumí na základě racionálních modelů identifikovaná homogenně ozařovaná skupina osob (z daného zdroje a danou expoziční cestou), a to tak, že efektivní nebo ekvivalentní dávky jednotlivce z této skupiny jsou vyšší než u kteréhokoliv jednotlivce z ostatní populace.<sup>[18]</sup> Odhad ozáření musí zahrnovat všechny expoziční cesty.

Ochrana obyvatel je legislativně zakotvena v zákoně č. 18/1997 Sb. v platném znění, a jeho prováděcích předpisech, zejména ve vyhlášce č. 307/2002 Sb. v platném znění a ve vyhlášce č. 318/2002 Sb. v platném znění.

Součástí povoloovacího procesu provozu jaderného zařízení je schválení limitů a podmínek bezpečného provozu, které obsahují limity a podmínky stanovené pro výpusti z jaderného zařízení do okolí (viz. kapitola 1.5). Provozovatel zařízení je povinen monitorovat nejen výpusti, ale i okolí zařízení.

### **4.2 Zajištění ochrany obyvatelstva v případě vzniku těžkých havárií na jaderné elektrárně Temelín**

Pro případ vzniku těžké havárie neboli mimořádné události 2. a 3. stupně musí být vypracován systém ochranných opatření zaměstnanců a obyvatelstva žijící v ZHP. Tento systém musí být rozpracován v rámci havarijní připravenosti. Havarijní připravenost jaderné elektrárny je dokladována dokumentací havarijního plánování, která odráží aktuální stav zajištění havarijní připravenosti jaderné elektrárny.

Základní dokumentaci havarijní připravenosti tvoří:

- vnitřní havarijní plán;
- vnější havarijní plán;
- havarijní řád.

Vnitřní havarijní plán ETE je zpracován v souladu s požadavky na zajištění havarijní připravenosti a v rozsahu stanoveném vyhláškou č. 318/2002 Sb. v platném znění.<sup>(24)</sup> Vnitřní havarijní plán vymezuje organizační strukturu držitele povolení a zásady pro řízení a provádění zásahů při vzniku mimořádných událostí. Obsahuje program monitorování radiační situace při vzniku mimořádné události, a to jak v prostorách jaderného zařízení, tak i jeho okolí. Plán stanovuje způsob vyrozumění osob, složek držitele povolení a dalších externích složek a orgánů, které je nutné povolat k provedení zásahu v prostorách jaderného zařízení, dále popisuje systém varování zaměstnanců jaderného zařízení. Jsou zde popsány zásady a postupy pro shromažďování osob, ukrytí, evakuaci, poskytnutí první pomoci, včetně zdravotnického zajištění.

Vnější havarijní plán ETE je zpracován podle vyhlášky č. 328/2001 Sb. v platném znění, v souladu se zákonem č. 239/2000 Sb. a zákonem č. 18/1997 Sb. v platném znění, a dalšími právními předpisy. Zpracovatelem vnějšího havarijního plánu (VHP) ETE je Krajský úřad Jihočeského kraje, na jehož území se jaderné zařízení i celá zóna havarijního plánování nachází. V rámci plnění úkolů zákona č. 239/2000 Sb. v platném znění, zpracovává VHP ETE Hasičský záchranný sbor Jihočeského kraje, a to na základě podkladů předaných držitelem povolení k provozu jaderného zařízení, podkladů připravených krajským úřadem, obcemi a jednotlivými složkami integrovaného záchranného systému, a dále ve spolupráci s dotčenými správními úřady (ústřední správní úřady, SÚJB, Krajská hygienická stanice, Krajská veterinární stanice, a dalšími), dotčenými obcemi s rozšířenou působností, obcemi s rozšířenou působností, na jejichž území leží příjmové obce, obcemi ležícími v zóně havarijního plánování a obcemi příjmovými.<sup>(18)</sup>



Vnější havarijní plán ETE se tedy zpracovává pro zónu havarijního plánování (obr. 6), která byla stanovena na základě rozhodnutí SÚJB č. 311/1997. ZHP je území ve tvaru kruhu o poloměru 13 km se středem na spojnici prvního a druhého výrobního bloku. Dle výše uvedeného rozhodnutí je území zóny havarijního plánování ETE rozděleno na tzv. vnitřní část a vnější část ZHP.

*Vnitřní část* zóny havarijního plánování se nachází v rozsahu území daném plochou kruhu o poloměru 5 km se středem na spojnici 1. a 2. výrobního bloku ETE a správním územím obcí, které se nacházejí na hranici uvedeného kruhu. Ve středovém prostoru jsou uplatňována příslušná a předem připravená ochranná opatření bez ohledu na směr šíření radioaktivních látek a bez ohledu na výsledky monitorování radiační situace.<sup>(21)</sup>

*Vnější část* zóny havarijního plánování se nachází v rozsahu území mezikruží 5 – 13 km, daném hranicí vnitřní části ZHP a kruhem o poloměru 13 km se středem na spojnici 1. a 2. výrobního bloku a správním územím obcí, které jsou na hranici uvedeného kruhu.<sup>(21)</sup> V případě radiační havárie bude na tomto území provedeno vyrozumění orgánů a organizací, a provedena neodkladná ochranná opatření tj. varování obyvatelstva, ukrytí, jodová profylaxe a regulace pohybu osob bez ohledu na směr šíření radioaktivních látek a bez ohledu na výsledky monitorování radiační situace.<sup>(21)</sup>

Pro potřeby řešení radiační havárie je dle vyhlášky č. 328/2002 Sb. v platném znění území ZHP rozděleno na tzv. středový prostor a sektory. Středový prostor je totožný z vnitřní části ZHP a jsou v něm prováděna stejná opatření a za stejných podmínek uvedených u vnitřní ZHP. Vnější část ZHP ETE je tedy rozdělena na 16 pravidelných výsečí (sektorů). Ve všech sektorech se provádí stejná neodkladná opatření uvedená ve vnější části ZHP, s výjimkou evakuace, která se provádí v závislosti na směru šíření radioaktivních látek a na výsledcích monitorování. Evakuace se realizuje ve středovém sektoru a současně vždy v dalších dvou přilehlých sektorech, a to na obě strany středového sektoru.<sup>(18)</sup>

Vnější havarijní plán se skládá z informační části, operativní části a plánů konkrétních činností. Činnosti a opatření stanovené ve vnějším havarijním plánu navazují na vnitřní havarijní plán ETE.

Obr. 6 - Zóna havarijního plánování ETE.<sup>(33)</sup>



#### 4.3 Cesty ozáření obyvatelstva v případě radiální havárie

Radionuklidy, které způsobují ozáření se k člověku dostávají různými cestami. Mluvíme proto o expozičních cestách. Mezi nejdůležitější expoziční cesty patří:

- zevní ozáření z poškozeného zařízení nebo zdroje mimo kontrolu;

- zevní ozáření z mraku uvolněného radioaktivního materiálu;
- zevní ozáření z depozitu radioaktivních látek na povrchu terénu;
- kontaminace povrchu těla a oděvu;
- vnitřní ozáření v důsledku požití (ingesce) kontaminovaných potravin a vody radioaktivními látkami;
- vnitřní ozáření v důsledku inhalace vzduchu;
- vnitřní ozáření v důsledku inhalace resuspendovaných radionuklidů.

Radionuklidy, nacházející se v ovzduší a radionuklidy, které se z ovzduší usadily na povrchu země, vegetace, budov, komunikací apod., ozařují člověka zevně. Velikost ozáření závisí na druhu a energii vysílaného záření a na poločasu přeměny radionuklidu, dále na tom, jak dlouho člověk pobývá venku nebo uvnitř budov apod.<sup>(42)</sup>

Radionuklidy z ovzduší jsou také člověkem vdechovány a jsou zdrojem vnitřního ozáření. Dávka z inhalace závisí na stejných faktorech, jako byly uvedeny pro dávku ze zevního ozáření, navíc závisí na fyzikálně-chemických vlastnostech daných radionuklidů.<sup>(8)</sup>

Dalším zdrojem vnitřního ozáření jsou radionuklidy, které se dostaly do potravinového řetězce. Příkladem potravinového řetězce začínajícího u rostlin může být cesta: radioaktivní spad → rostliny → dobytek → maso (mléko) → člověk. Z hlediska časového sledu po radiační havárii, jde nejdříve o radionuklidy, které z ovzduší vypadávají ve formě suchého či mokrého spadu, s deštěm do vody a na povrch vegetace, člověkem mohou být požitý s pitnou vodou nebo s nedostatečně očištěnou zeleninou nebo ovocem. Později se radionuklidy z povrchu vegetace dostávají k hospodářskému zvířectvu a odtud zpět k člověku přes maso a mléko.

Transfer radionuklidů v potravním řetězci opět závisí na druhu radionuklidu na fyzikální a chemické formě, která se může během času měnit a tím se může měnit i dostupnost radionuklidů pro přestup z půdy do rostlinstva. V některých ekosystémech je doba, po níž kolují radionuklidy v potravinových řetězcích velmi dlouhá.

#### 4.4 Klasifikační systém mimořádných událostí na jaderné elektrárně Temelín

Hodnocení mimořádných událostí podle klasifikačního systému podléhá na jaderné elektrárně Temelín každá událost, která je významná z hlediska bezpečnosti a pokud není řešena, může vést ke vzniku mimořádné události. Metodika klasifikace závažnosti mimořádných událostí (MU) vychází z požadavků vyhlášky č. 318/2002 Sb, o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu ve znění vyhlášky č. 2/2004 Sb. s přihlédnutím k doporučení MAAE v dokumentu TECDOC-955 „Generic assessment procedures for determining protective actions during a reactor accident“.<sup>(19)</sup>

Účelem klasifikace mimořádných událostí je zajištění včasné aktivace organizace havarijní odezvy a volba vhodné a účinné odezvy. Včasná identifikace typu vzniklé události a ocenění její závažnosti z hlediska bezpečnosti jaderné elektrárny umožňuje provést volbu přiměřené odezvy.

V případě zjištění vzniku mimořádné události, které může směnový inženýr obdržet od vedoucího reaktorového bloku v případě technologických a radiačních událostí, případně od dispečinku Hasičského záchranného sboru v případě vzniku požáru, respektive z řídicího centra Technického střediska fyzické ochrany v případě narušení fyzické ochrany, respektive od jednotlivých zaměstnanců ETE v ostatních případech, provádí SI posouzení její závažnosti.

Pro potřebu zajištění rychlého vyhodnocení jsou nahlašované události z hlediska svého vzniku děleny do tří základních typů:

1. *radiační události z netechnologických příčin* - jsou události, jejichž příčiny vyplývají z nekontrolovatelného šíření radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do pracovního nebo životního prostředí, jejich původ nevyhází z procesu štěpení jaderných materiálů. Zpravidla jde o etalonové, kalibrační nebo diagnostické, uzavřené, eventuálně otevřené zdroje ionizujícího záření. Události této skupiny nemohou vést v podmínkách jaderné elektrárny Temelín k radiační havárii.;

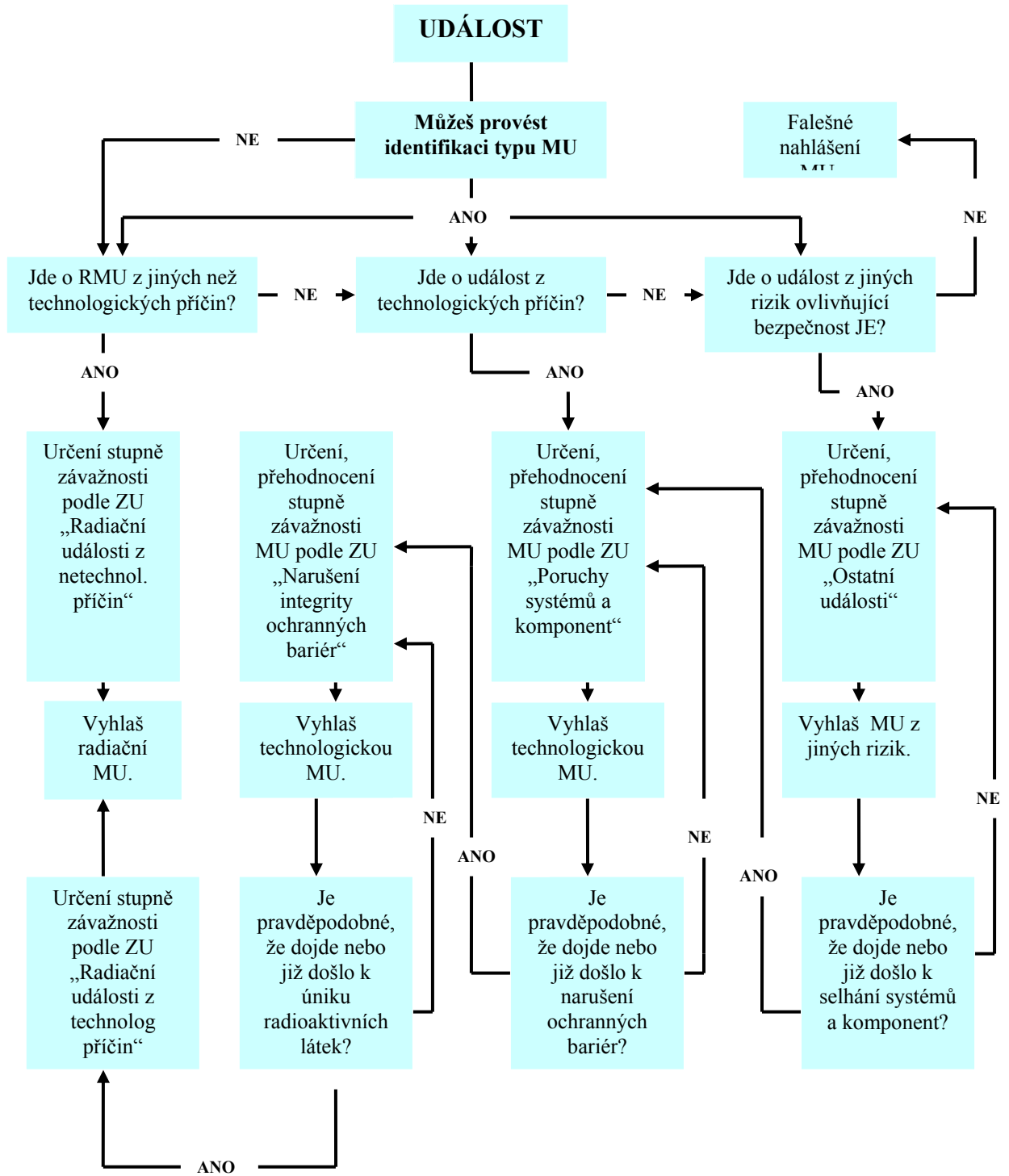
2. *technologické události* - jsou události, jejichž příčiny vycházejí z procesu štěpení jaderných materiálů (zahrnují i radiační události, které jsou spojené s únikem štěpných nebo korozních produktů za hranice jednotlivých ochranných bariér). Tyto události jsou dále rozděleny z hlediska dopadu na celistvost ochranných bariér do tří kategorií:

- poruchy systémů a komponent;
- narušení integrity ochranných bariér;
- radiační události z technologických příčin;

3. *události z jiných rizik* - jsou události jejichž příčiny vyplývají z jiných rizik, zahrnují všechny ostatní události ovlivňující bezpečnost jaderné elektrárny.<sup>(19)</sup>

Toto rozdělení umožňuje směnovému inženýrovi (SI) rychlou orientaci při posuzování rychlosti průběhu vzniklých událostí. Schématické znázornění obecných principů postupu při identifikaci skupiny a závažnosti mimořádné události je uvedeno na obrázku 7. Posuzování závažnosti vzniklých nahlášených událostí provádí SI porovnáním typu nahlášené události s množinou předem nadefinovaných zásahových úrovní (ZU), které jsou zpracovány pro všechny provozní režimy jaderné elektrárny. Při identifikaci příslušné ZU vyhlásí odpovídající stupeň MU.

Obr. 7 - Obecný postup pro identifikaci skupiny a závažnosti MU.<sup>(19)</sup>



#### 4.4.1 *Radiační mimořádné události*

Radiační mimořádné události jsou události, jejichž příčiny vyplývají z nekontrolovaného šíření radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do pracovního nebo životního prostředí. Tyto události jsou dále členěny na:

- radiační mimořádné události z netechnologických příčin;
- radiační mimořádné události z technologických příčin.

##### 4.4.1.1 *Radiační mimořádné události z technologických i netechnologických příčin*

Radiační mimořádné události (RMU) jsou dle vyhlášky č. 318/2002 Sb. v platném znění rozděleny dle závažnosti do tří klasifikačních stupňů.

*Prvním stupněm* je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřijatelnému ozáření zaměstnanců a dalších osob nebo nepřijatelnému uvolnění radioaktivních látek do prostor jaderného zařízení nebo pracoviště. Událost 1. stupně může být radiační nehodou, má omezený, lokální charakter a k jejímu řešení dostačují síly a prostředky obsluhy nebo pracovní směny.<sup>(24)</sup>

*Druhým stupněm* je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřijatelnému závažnému ozáření zaměstnanců a dalších osob nebo k nepřijatelnému uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí, které nevyžaduje zavádění ochranných opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí. Událost 2. stupně je radiační nehodou, její řešení vyžaduje aktivaci zasahujících osob držitele povolení a k jejímu zvládnutí postačují síly a prostředky držitele povolení, případně síly a prostředky smluvně zajištěné držitelem povolení.<sup>(24)</sup>

*Třetím stupněm* je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřijatelnému závažnému uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí, která vyžaduje zavádění neodkladných ochranných opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí, stanovená ve vnějším havarijním plánu a v havarijním plánu kraje. Událost 3. stupně je radiační havárií a její řešení vyžaduje kromě aktivace zasahujících osob držitele povolení a zasahujících osob podle vnějšího havarijního plánu zapojení dalších dotčených orgánů.<sup>(24)</sup>

#### 4.4.2 *Mimořádné události z technologických příčin*

Projekt jaderné elektrárny Temelín disponuje systémem fyzických ochranných bariér, který zabraňuje úniku radioaktivních štěpných produktů a ionizujícího záření do okolního prostředí. Havárie spojené se ztrátou nebo ohrožením fyzických bariér mohou vést k nepřipustnému uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí.

Základním principem na kterém je založeno hodnocení mimořádných událostí z technologických příčin je ocenění možných následků události založené na zhodnocení stavu fyzických bariér proti úniku štěpných produktů aktivity. Z hlediska těchto principů jsou mimořádné události z technologických příčin (TMU) v podmínkách jaderné elektrárny Temelín rozděleny dle závažnosti do tří klasifikačních stupňů.

1. *Prvním stupněm* jsou klasifikovány mimořádné události, při kterých:

- došlo k nezvratné ztrátě integrity primárního okruhu nebo kontejnmentu;
- je ohrožena funkce odvodu tepla z aktivní zóny.<sup>(19)</sup>

Ve své závažnosti jsou TMU 1. stupně identické závažnosti RMU 1. stupně.

2. *Druhým stupněm* jsou klasifikovány mimořádné události, při kterých :

- došlo současně k nezvratné ztrátě integrity primárního okruhu nebo kontejnmentu;
- je ohrožena funkce odvodu tepla z aktivní zóny nebo vyhořelého paliva a současně došlo k nezvratné ztrátě buď integrity primárního okruhu nebo kontejnmentu.<sup>(19)</sup>

Ve své závažnosti jsou TMU 2. stupně identické závažnosti RMU 2. stupně.

3. *Třetím stupněm* jsou klasifikovány mimořádné události, při kterých:

- došlo nebo je nevyhnutelné vážné poškození aktivní zóny nebo vyhořelého paliva;
- je ohrožena funkce odvodu tepla z aktivní zóny nebo vyhořelého paliva a současně došlo k nezvratné ztrátě buď integrity primárního okruhu nebo kontejnmentu.<sup>(19)</sup> Ve své závažnosti jsou TMU 3. stupně identické závažnosti RMU 3. stupně.



#### 4.4.2.1 Zásady činností při vyhlášení RMU nebo TMU 1. stupně

Do toho klasifikačního stupně spadají události, které vedou ke snížení úrovně bezpečnosti ETE. Jedná se o události s možnými úniky radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do technologických prostor jaderné elektrárny, bez rizika ohrožení bezpečnosti a zdraví obyvatelstva.

Mimořádné události 1. stupně jsou řešeny v rámci provozní směny s výjimkou technologických mimořádných událostí, které vedou k použití havarijních provozních předpisů.

V případě vyhlášení 1. stupně mimořádné události na ETE je nutné provést následující činnosti:

- včas varovat personál a další osoby, které se nacházejí v ohroženém prostoru jaderné elektrárny;
- aktivovat personál technického podpůrného střediska, který zajišťuje technickou podporu operativnímu personálu bloků a zpracovává hodnotící zprávy a doporučení pro havarijní štáb;
- rychlá reakce operativního personálu na projevy mimořádné události;
- zahájit radiační monitorování v areálu jaderné elektrárny Temelín a ocenit potenciální úniky do okolí podle aktuální meteorologické situace;
- oznámit mimořádnou událost 1. stupně SÚJB nejpozději do 24 hodin od zjištění mimořádné události.

#### 4.4.2.2 Zásady činností při vyhlášení RMU nebo TMU 2. stupně

Do tohoto klasifikačního stupně spadají události, v rámci kterých dochází k výraznému snížení úrovně bezpečnosti ETE. Jedná se o havarijní stavy a události, které přesahují rámec předpokladů bezpečnostních rozborů až do úrovně maximální projektové nehody.<sup>(19)</sup> Dochází ke vzniku takových havarijních podmínek, u kterých nelze vyloučit úniky radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do okolí ETE.

Při dosažení toho stupně mimořádné události je nutné aktivovat vnitřní havarijní plán a zahájit činnosti ve všech havarijních podpůrných střediscích.

Vyhlášení tohoto stupně souvisí s předpokladem, že díky zásahům operativního personálu se podaří zabránit nezvratnému poškození aktivní zóny.

Zodpovědnost za řízení likvidace tohoto havarijního stavu má směnový inženýr. Jeho činnosti jsou zaměřeny na zajištění koordinace technologických operací pro oba výrobní bloky ETE. Operativní personál je určující pro řešení mimořádné události a vedoucí reaktorového bloku (VRB) zodpovídá za řízení havarijního stavu. Pro řešení vzniklé situace se používají havarijní provozní předpisy. Pracovním místem SI, jako člena Havarijního štábu je po vyhlášení mimořádné události 2. stupně Havarijní řídicí středisko. Zde má na pracovišti Technického podpůrného střediska prostřednictvím informačního systému přístup k veškerým technologickým údajům.

Úkolem personálu Technického podpůrného střediska je při vyhlášení MU 2. stupně vytvářet technickou podporu pro rozhodování SI a činnost operativního personálu, předkládat alternativy řešení MU, předvídat vývoj a upozorňovat na možné dopady prováděných zásahů. Havarijní štáb řídí činnosti zaměřené k zajištění ochrany osob na ETE.

V případě vyhlášení 2. stupně mimořádné události na ETE je třeba zahájit následující činnosti:

- včas varovat zaměstnance a další osob nacházející se v ohroženém prostoru jaderné elektrárny;
- vyrozumět personál Havarijního štábu (HŠ), Technického podpůrného střediska (TPS), Provozně podpůrného střediska (PPS), Vnějšího havarijního podpůrného střediska (VHPS), Logistického podpůrného střediska (LPS) a Havarijního informačního střediska (HIS);
- neprodleně zajistit likvidaci následků radiační nehody a realizovat opatření pro ochranu zaměstnanců a dalších osob před účinky ionizujícího záření;
- zahájit radiační monitorování okolí ETE pomocí rychlých mobilních a mobilních monitorovacích skupin;
- zhodnotit potenciální úniky radioaktivních látek do okolí ETE dle aktuální meteorologické situace;

- nejpozději do 4 hodin od zjištění MU 2. stupně oznámit vzniklou situaci SÚJB, místně příslušnému obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností (ORP), Krajskému úřadu Jihočeského kraje (KÚ JČK) prostřednictvím krajského operačního střediska (KOPIS) Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje (HZS JČK) a další dotčené orgány.<sup>(19)</sup>

#### 4.4.2.3 Zásady činností při vyhlášení RMU nebo TMU 3. stupně

Do tohoto klasifikačního stupně spadají havarijní stavy a MU, které vedou ke vzniku radiační havárie. Jde o události, u kterých hrozí nebo již nastal únik radioaktivních látek nebo ionizujícího záření za hranice ochranného pásma ETE. Při vyhlášení tohoto stupně MU je nezbytné aktivovat vnější havarijní plán a zahájit činnosti vedoucí k realizaci ochranných opatření pro obyvatelstvo v ZHP.

Při dosažení tohoto stupně MU je nutné neprodleně provést tyto činnosti:

- včas varovat zaměstnance a další osoby nacházející se v ohroženém prostoru jaderné elektrárny;
- vyhlásit 3. stupeň MU a vyrozumět personál HŠ, TPS, PPS, VHPS, LPS A HIS;
- zrealizovat opatření pro ochranu zaměstnanců a dalších osob před účinky ionizujícího záření;
- neprodleně zajistit varování obyvatelstva pomocí sirén s následným rádiovým a televizním vysíláním předem připravených informací o vzniku radiační havárie a o neodkladných ochranných opatřeních, která je nutné provést;
- provést nezbytná radiační měření pro ocenění skutečného úniku radioaktivních látek z ETE do životního prostředí,
- zhodnotit potenciální úniky radioaktivních látek do okolí ETE dle aktuální meteorologické situace;
- neprodleně vyrozumět SÚJB, místně příslušný obecní úřad obce s rozšířenou působností, KÚ JČK prostřednictvím KOPIS HZS JČK a další dotčené orgány;
- poskytnout aktuální informace obyvatelstvu prostřednictvím Krizového štábu kraje a Krizových štábů ORP;
- vyhlásit opatření k zahájení likvidace následků radiační havárie.

Zodpovědnost za řízení zásahů, které jsou spojeny s dopady na technologii postiženého bloku, popřípadě na celou ETE má SI. SI operativně řídí komunikaci personálu TPS s operativním personálem postiženého bloku. Operativní personál ETE vykonává pouze zásahy, které jsou v souladu s pokyny SI. SI musí veškeré zásahy konzultovat s bezpečnostním inženýrem. Bezpečnostní inženýr je od vyhlášení 3. stupně MU zodpovědný za stanovení dalšímu postupu, který povede k potlačení projevů těžké havárie. Veškeré činnosti jsou směřovány k zajištění integrity kontejnmentu a zmírnění následků nezvratného poškození aktivní zóny.

Před provedením zásahů, které by mohly mít značný dopad na další průběh tohoto havarijního stavu si směnový inženýr musí vyžádat souhlas náčelníka HŠ. Havarijní štáb řídí zajištění podmínek, které jsou nezbytné pro realizaci činností doporučených bezpečnostním inženýrem.

#### **4.4.3 *Mimořádné události z jiných rizik***

Tato kategorie MU zahrnuje klasické průmyslové a ekologické havárie, požáry vzniklé v areálu nebo ochranném pásmu jaderné elektrárny. Mezi tyto MU události jsou dále zařazeny přírodní jevy včetně zemětřesení, teroristické akce, úniky a projevy chemických, radioaktivních nebo zápalných látek uvnitř nebo mimo střežený prostor jaderné elektrárny, které svými účinky mohou ohrozit bezpečnost ETE. Do této kategorie patří i události spojené s porušením bezpečnosti práce, které vedou ke zranění nebo úmrtí zaměstnanců a dalších osob.

Pravděpodobnost výskytu této skupiny MU na ETE je větší než  $10^{-6}$  za rok.<sup>(19)</sup> V úvahu přicházejí události spojené s přepravou nebezpečných nebo toxických látek prostřednictvím silniční nebo železniční dopravy. V osmikilometrovém pásmu ETE se nachází pouze jedno průmyslové zařízení - Závody aplikované chemie Temelín, které vytváří potenciální zdroj rizika.<sup>(19)</sup>

Mimořádné události z jiných rizik (KMU) jsou dle závažnosti rozděleny do tří klasifikačních stupňů.

*KMU 1. stupně* má vést nebo může vést k ohrožení bezpečnosti zaměstnanců a dalších osob nacházejících se v areálu ETE, a k narušení bezpečnosti střeženého prostoru. Jedná se o MU, která má lokální charakter a k jejímu řešení dostačují síly a prostředky obsluhy pracovní směny.<sup>(19)</sup>

*KMU 2. stupně* vede nebo může vést k ohrožení bezpečnosti zaměstnanců ETE a dalších osob nacházejících se v ochranném pásmu ETE, a k narušení bezpečnosti chráněného prostoru ETE. Důsledky tohoto stupně MU mohou vést nebo vedou ke zdravotní ujmě zaměstnanců a dalších osob, nebo k nepřipustnému uvolnění radioaktivních a toxických látek do životního prostředí, které nevyžaduje zavádění opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí. K zvládnutí takovéto MU postačují síly a prostředky držitele povolení, případně síly a prostředky smluvně zajištěné držitelem povolení.<sup>(19)</sup>

*KMU 3. stupně* vede nebo může vést k ohrožení bezpečnosti obyvatelstva a narušení bezpečnosti vnitřního prostoru jaderné elektrárny. Jedná se o MU, která vede nebo může vést k nepřipustnému závažnému uvolnění radioaktivních nebo toxických látek do životního prostředí. Tato MU vyžaduje zavedení neodkladných ochranných opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí, která jsou stanovená ve vnějším havarijním plánu. Řešení KMU 3. stupně vyžaduje kromě aktivace zasahujících osob, dle vnějšího havarijního plánu, zapojení dalších dotčených orgánů.<sup>(19)</sup>

#### *4.4.3.1 Zásady činností při vyhlášení mimořádné události z jiných rizik*

Při vyhlášení MU z kategorie jiných rizik má zodpovědnost za řízení a likvidaci vzniklého havarijního stavu směnový inženýr. Smyslem všech opatření je zabránění přenosu projevů vzniklé MU na bezpečnost provozu jaderné elektrárny.

V případě teroristické hrozby, hromadného nebo smrtelného úrazu, ekologické havárie nebo přírodní katastrofy svolává SI základní HŠ. Pokud však může mít vzniklá situace dopad i na bezpečnostní systémy a fyzické bariéry aktivuje SI všechny příslušné složky organizace havarijní odezvy (OHO).

Pokud dojde na ETE k vyhlášení MU z jiných rizik je třeba zahájit následující činnosti:

- ověřit identifikaci typu nahlášené MU;
- ověřit zda nedošlo nebo nedojde k narušení bezpečnostních funkcí;
- ověřit zda nedošlo nebo potenciálně nedojde k uniku radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do areálu jaderné elektrárny;
- včas varovat zaměstnance a další osoby nacházející se v ohroženém prostoru jaderné elektrárny;
- vyrozumět personál ČEZ-E TE (členy základního štábu nebo předem stanovené specialisty, kteří jsou vyčleněni pro řešení specifických úkolů), členy OHO (HŠ, TPS, PPS, VHPS, LPS A HIS);
- zahájit opatření zabráňující průniku toxických, hořlavých nebo jinak jedovatých látek do obslužných prostor jaderné elektrárny;
- realizovat opatření zabráňující narušení střeženého pásma, chráněného nebo vnitřního prostoru;
- zahájit ochranná opatření pro ohrožený personál a další osoby , které se nacházejí ve střeženém prostoru a ochranném pásmu jaderné elektrárny;
- zajistit průkazné monitorování výskytu toxických nebo jinak jedovatých látek v areálu a okolí jaderné elektrárny pomocí prostředků Hasičského záchranného sboru;
- vyrozumět SÚJB, místně příslušný obecní úřad obce s rozšířenou působností, KÚ JčK prostřednictvím KOPIS HZS JčK a dalších dotčených orgánů stanovených VniHP.<sup>(19)</sup>

#### **4.5 Rozsah monitorování zabezpečovaný při vzniku radiační havárie**

Pro posouzení rozsahu radiační havárie, prognózu jejího vývoje a rozhodování o ochranných opatřeních má zásadní význam monitorování charakterizující ionizující záření a radionuklidy, jakož i jejich šíření a účinky.<sup>(8)</sup>

Havarijní monitorování v případě vzniku radiační havárie pokrývá:

- radiologické parametry (dávkové příkony, objemové aktivity radionuklidů) technologických procesů;

- sledování dávkových příkonů a obsah radionuklidů ve složkách životního prostředí v okolí ETE.

Hlavním cílem monitorování je v první fázi poskytnout podklady pro vyhodnocení radiační události v zasaženém území, které jsou nezbytné pro rozhodnutí o vyhlášení neodkladných ochranných opatření na ochranu obyvatelstva.

Prvotní zjištění úniku radionuklidů je zabezpečeno monitorovacími systémy, které jsou umístěny ve ventilačních komínech, na výstupu odpadních vod z areálu ETE a dvouokruhovým teledozimetrickým systémem. První okruh je tvořen 24 sondami pro měření fotonového dávkového ekvivalentu, které jsou rozmístěny v areálu elektrárny kolem obou výrobních bloků. Tyto sondy jsou schopny zaznamenat hodnoty dávkového příkonu v rozmezí od 10 nGy/h až do 10 Gy/h.<sup>(33)</sup> Druhý okruh je tvořen 7 sondami pro měření fotonového dávkového ekvivalentu, které jsou umístěny ve stanicích radiační kontroly okolí (SRKO) tj. v Bohunicích, Zvěrkovicích, Litoradlicích, Nové Vsi, Sedlci, Písku, Českých Budějovicích.

Monitorování blízkého okolí ETE je prováděno tzv. autonomními přístroji pro měření příkonu fotonového dávkového ekvivalentu (tzv. systém autonomních měřičů příkonu dávkového ekvivalentu s radiovým přenosem), které jsou v případě vyhlášení MU neprodleně rozmístěny do ohrožených oblastí. Tyto přístroje prostřednictvím radiového spojení automaticky předávají výsledky měření do Technického podpůrného střediska na ETE a do Vnějšího podpůrného střediska umístěného v laboratoři radiační kontroly okolí v Českých Budějovicích. Stanice jsou rozmístěny do předem vybraných stanovišť na území ZHP do vzdálenosti asi 10 km od ETE a jsou operativně přemísťovány dle povětrnostních podmínek a aktuální situace.

Pro zabezpečení operativního měření v terénu je ETE vybavena tzv. mobilními monitorovacími skupinami.

Mobilní monitorovací skupiny poskytují informace pro vymezení zasaženého území za účelem rozhodnutí o dalších opatřeních. Dále mají zabezpečit jakákoliv potřebná operativní měření radioaktivních látek v okolí ETE.

Mají za úkol poskytnout podklady pro podrobné vymezení a zhodnocení zasaženého území pro další rozhodování. Pro tento úkol jsou mobilní monitorovací skupiny vybaveny automobily s radiovou stanicí, měřiči dávek a dávkového příkonu, měřiči kontaminace, odběrovým zařízením, přenosným spektrometrem, vzorkovačem radioaktivních aerosolů a jodů, elektronickými dozimetry a pomocným zařízením.

Monitorování příkonu fotonového dávkového ekvivalentu je také zabezpečeno termoluminiscenčními dozimetry, které mobilní monitorovací skupiny rozmístují do předem stanovených měřících bodů, na předem stanovené trase vybrané dle aktuálního směru větru, s přihlédnutím předpovědi meteorologické situace. Operativní monitorování by bylo prováděno v sektoru ohroženém podle směru větru a přiléhající sektor na každé straně ohroženého sektoru.

#### **4.6 Principy vyhlášení neodkladných opatření v případě radiační havárie**

V případě vzniku radiační havárie může nebezpečí pro obyvatelstvo představovat únik radioaktivních látek a jejich rozptýlení do životního prostředí. Havarijní únik může probíhat velmi krátkou dobu (minuty i méně) nebo může trvat i několik dnů či týdnů v závislosti na charakteru havárie.

Omezení ozáření osob a životního prostředí při vzniku radiační havárie se uskutečňuje pomocí těchto ochranných opatření:

- neodkladná ochranná opatření - ukrytí, jódová profylaxe, evakuace;
- následná ochranná opatření - přesídlení, regulace požívání radionuklidy znečištěných potravin a vody a regulace používání radionuklidy znečištěných krmiv.

Při vzniku radiační havárie spojené s únikem radioaktivních látek do životního prostředí je nutné v první řadě zavést tzv. neodkladná ochranná opatření.

Na řešení následků radiační havárie, provádění jednotlivých úkolů, přijímání a zavádění neodkladných ochranných opatření se podílí držitel povolení, orgány státní správy, samosprávy, složky IZS a organizace zapojené do systému havarijní připravenosti.



Koordinaci řešení následků radiační havárie neboli MU 3. stupně na strategické úrovni provádí hejtman Jihočeského kraje (JČK). Při vyhlášení 3. stupně MU vyplývá pro dotčené orgány samosprávy povinnost aktivovat krizové štáby, jako svůj pracovní orgán, a zavádět neodkladná ochranná opatření.

Na základě podkladů SÚJB hejtman kraje rozhoduje o přípravě na evakuaci osob v ZHP, následně vydává pokyny k přijetí a realizaci tohoto opatření, které jsou předány prostřednictvím KOPIS HZS starostům ORP a obcím (jejichž správní území je ohroženo následky havárie), příslušným orgánům státní správy a samosprávy, zasahujícím složkám integrovaného záchranného systému.<sup>(18)</sup>

#### **4.7 Systémy vyrozumění orgánů státní správy a varování obyvatelstva**

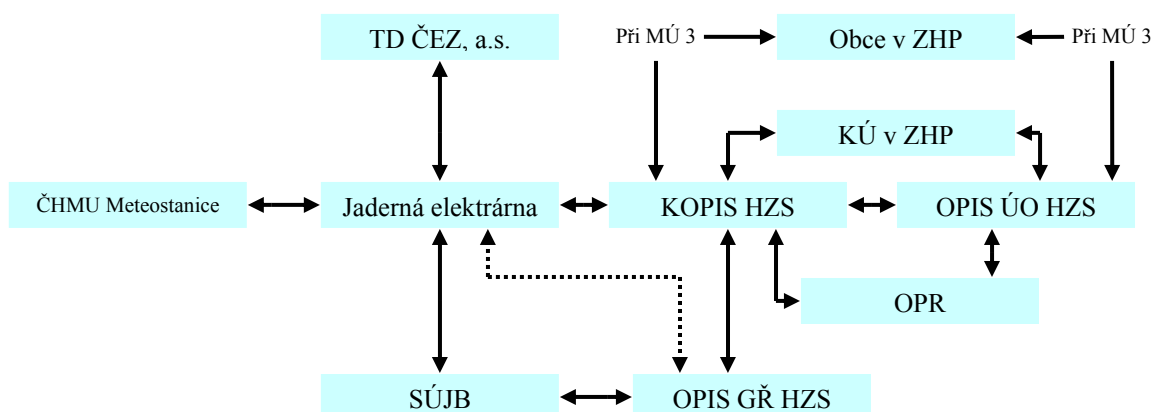
##### *Vyrozumění*

Základní povinností ETE (držitele povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření) je vyrozumění správních úřadů a orgánů státního dozoru o vzniku MU na jaderné elektrárně Temelín. Rozsah vyrozumění je dán stupněm závažnosti vzniklé mimořádné události a jejím zařazením do systému klasifikace mimořádných událostí na ETE. Podle rozsahu a charakteru MU je zajištěno následující vyrozumění:

- mimořádná událost 1. stupně - bezodkladně, nejpozději do 24 hodin od zjištění vzniku MU oznámit SÚJB;
- mimořádná událost 2. stupně - bezodkladně, nejpozději do 4 hodin od zjištění vzniku MU oznámit SÚJB, Krajskému ředitelství HZS, místně příslušnému obecnímu úřadu obce s rozšířenou působností, Krajskému úřadu Jihočeského kraje prostřednictvím KOPIS HZS Jihočeského kraje;
- mimořádná událost 3. stupně - neprodleně vyrozumět SÚJB, Krajskému ředitelství HZS, dotčené obce s rozšířenou působností, dotčené obce v ZHP, Krajský úřad Jihočeského kraje, zasahující složky prostřednictvím KOPIS HZS JČK.

Znázornění vyrozumění orgánů v případě vzniku mimořádné události 2. a 3. stupně je uvedeno na obr. 8.

Obr. 8 - Schéma vyzrozumění orgánů v případě MU 2. a 3. stupně.



**Legenda k obrázku:**

- TD ČEZ - Technický dispečink ČEZ, a.s.
- CHMU - Český hydrometeorologický ústav
- SÚJB - Státní úřad pro jadernou bezpečnost
- MU 3 - mimořádná událost 3. stupně
- KOPIS HZS - Krajské operační a informační středisko Hasičského záchranného sboru
- OPIS GŘ HZS - Operační a informační středisko Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru
- ORP - obec s rozšířenou působností
- OPIS ÚO HZS - Operační a informační středisko územního odboru Hasičského záchranného sboru
- KÚ - Krajský úřad
- ZHP - zóna havarijního plánování

Při nemožnosti navázání přímého spojení se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost je možno použít záložní cestu vyzrozumění přes OPIS Generálního ředitelství HZS. Pokud výsledky průběžných měření radiační monitorovací sítě a výsledky vyhodnocení meteorologických měření ukazují možnost nebo potvrzují rozšíření následků radiační havárie mimo ZHP je nutné, aby vláda ČR aktivovala Ústřední krizový štáb (ÚKŠ) prostřednictvím OPIS Ministerstva vnitra - Generálního ředitelství HZS ČR.

Dále je nutné aktivovat krizový štáb Jihočeského kraje prostřednictvím KOPIS HZS JčK. Krizový štáb Jihočeského kraje bude informovat hejtmany sousedních krajů, obecní úřady ORP a starosty dotčených obcí o možnosti šíření následků radiační havárie mimo ZHP. Na základě doporučení SÚJB předaného ÚKŠ budou přijímána opatření na ochranu obyvatelstva a životního prostředí mimo ZHP. Prostřednictvím OPIS MV - GŘ HZS ČR předá SÚJB informace o vzniklé radiační havárii EU, sousedním státům a MAAE.<sup>(18)</sup>

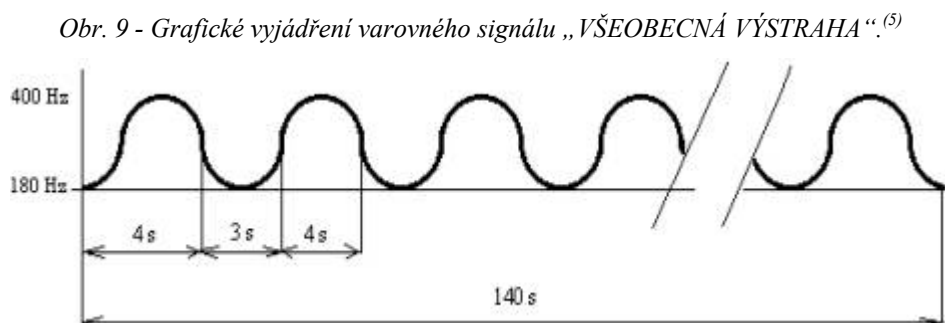
### Varování obyvatelstva

Varování obyvatelstva je jedním z prvořadých opatření, které je nutné provést v případě vzniku nebo pravděpodobnosti vzniku radiační havárie. Účelem varování je zajistit, aby obyvatelstvo žijící v ZHP přijalo neodkladná ochranná opatření ke snížení působení uniklých látek na minimum.

Varováním se rozumí vysílání akustického signálu pro přijetí obyvatelstvem v celé ZHP a informování obyvatelstva o vzniku radiační havárie a o potřebných opatřeních cestou rozhlasového a televizního vysílání za použití předem připravených obrazových a zvukových nahrávek. Varování obyvatelstva v ZHP je zabezpečeno pomocí:

- poplachových sirén (v ZHP ETE je provozováno 130 elektronických sirén, které jsou zapojeny do celostátního selektivního radiového návěštění);
- hromadných informačních prostředků (Česká televize - ČT1, Český rozhlas - Radiožurnál - 91,1 MHz FM, Český rozhlas - České Budějovice - VKV 106,4 MHz FM);
- náhradních prostředků (např. obecní rozhlasy, megafony, spojky, vozidla IZS vybavená výstražným a rozhlasovým zařízením atd.).<sup>(34)</sup>

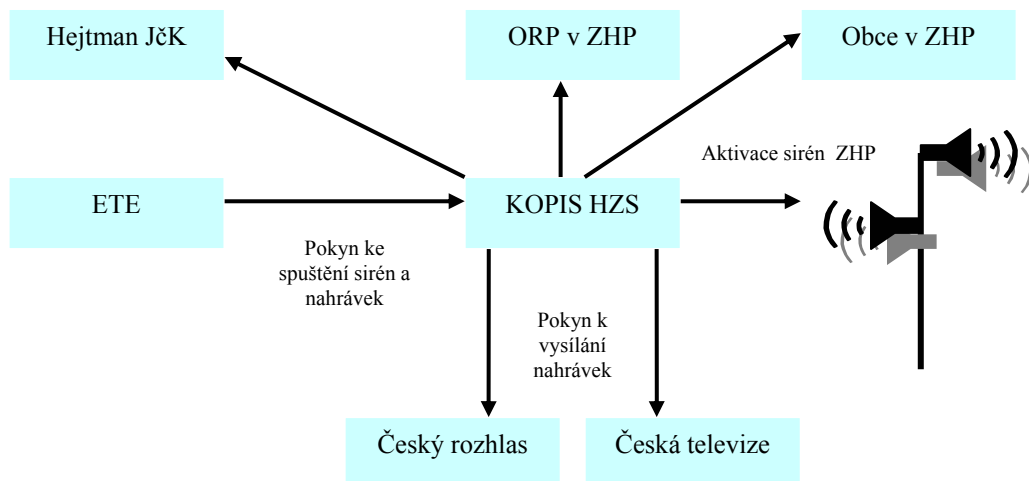
Pro varování obyvatelstva se v České republice používá jednotný varovný signál - VŠEOBECNÁ VÝSTRAHA - kolísavý tón sirény po dobu 140 vteřin. Signál je vysílán v třiminutových intervalech při bezprostředním ohrožení MU nebo při jejím vzniku (obr. 9).



Varování obyvatelstva v ZHP ETE je prováděno na základě rozhodnutí směnového inženýra respektive velitele Havarijního štábu bezprostředně po neprodleném vyrozumění orgánů státní správy a SÚJB o vzniku MU 3. stupně tj. radiační havárii. Směnový inženýr nebo velitel Havarijního štábu vydá pokyn ke spuštění varovného signálu v ZHP a odvysílání předem připravených televizních a rozhlasových relací prostřednictvím KOPIS HZS JČK. Text varovných relací je uveden v příloze 3.

V případě nemožnosti předání informace nebo nemožnosti spuštění sirén, vydá směnový inženýr příkaz ke spuštění varovacího systému ze záložního zadávacího pracoviště na ETE. Principiální spuštění sirén je uvedeno na obrázku 10.

Obr. 10 - Principiální spuštění sirén.



**Legenda k obrázku:**

- ORP v ZHP - obce s rozšířenou působností nacházející se v zóně havarijního plánování
- ETE - jaderná elektrárna Temelín
- Obce v ZHP - obce v zóně havarijního plánování
- KOPIS HZS - Krajské operační a informační středisko Hasičského záchranného sboru

V případě výpadku dálkového ovládní systému varování hasičského záchranného sboru i držitele povolení, je nutné zabezpečit, aby varování obyvatelstva v ZHP proběhlo pomocí manuálního spuštění jednotlivých sirén, které provede starosta obce.

Starosta obce také zajistí varování všech osob, které se nacházejí na správním území obce pomocí všech dostupných prostředků (místní rozhlas, telefon, megafon, spojky atd.).

Na odvysílání prvotních varovných relací mohou navázat tzv. doplňkové informace formou přímých rozhlasových a televizních vstupů z informačního střediska krizového štábu Jihočeského kraje, ze kterého bude prováděno informování obyvatelstva o vývoji situaci, jejich činnosti a vyhlášených ochranných opatřeních vydávaných orgány krizového řízení, správními úřady či složkami IZS.

#### **4.8 Neodkladná ochranná opatření pro obyvatelstvo v případě vzniku radiační havárie**

Termín neodkladná ochranná opatření se používá pro naléhavá opatření k ochraně obyvatelstva, které je nutné přijmout okamžitě. Účinnost těchto opatření se znatelně snižuje v případě prodlení.

##### ***4.8.1 Směrné hodnoty pro vyhlásování neodkladných ochranných opatření***

Neodkladné ochranné opatření se vždy považuje za odůvodněné, pokud by předpokládané ozáření jakéhokoliv jedince mohlo vést k bezprostřednímu poškození zdraví.

Pokud by neodkladným ochranným opatřením po dobu nejdéle 7 dnů bylo odvráceno nebo sníženo ozáření u kritické skupiny obyvatel ozáření v rozsahu převyšujícím dolní meze rozpětí směrných hodnot zásahových úrovní stanovených ve vyhlášce č. 307/2002 Sb. v platném znění, potom se realizace ochranných opatření zvažuje s ohledem na rozsah a nákladnost opatření a jejich případné důsledky, při překročení horní meze se ochranná opatření zpravidla zavádějí.<sup>(23)</sup> Směrné hodnoty zásahových úrovní pro neodkladná ochranná opatření jsou uvedeny v tabulce 5.

Tab.5 - Směrné hodnoty zásahových úrovní pro neodkladná ochranná opatření.<sup>(23)</sup>

opatření	rozpětí dávek	
	efektivní dávky	ekvivalentní dávky v orgánech a tkáních
ukrytí a jódová profylaxe	5 až 50 mSv	50 až 500 mSv
evakuace obyvatelstva	50 až 500 mSv	500 až 5000 mSv

K provedení a hodnocení rozsahu neodkladných ochranných opatření jsou zpřesňujícím kritériem následující směrné hodnoty odvrácené efektivní dávky:

- pro *ukrytí* - odvrácená efektivní dávka *10 mSv* pro období ukrytí méně než 2 dny;
- pro *jódovou profylaxi* - odvrácený úvazek ekvivalentní dávky ve štítné žláze způsobený radioizotopy jódu *100 mSv*;
- pro *evakuaci* - odvrácená efektivní dávka *100 mSv* pro období evakuace méně než jeden týden.<sup>(23)</sup>

#### 4.8.2 Ukrytí

Ukrytí obyvatelstva v ZHP je jedním z neodkladných ochranných opatření k omezení negativních důsledků ionizujícího záření a působení radioaktivních látek v případě radiační havárie.

Pokyn pro ukrytí je vydáván prostřednictvím varovných hlášení obsažených v předem připravených rozhlasových a televizních relacích, ihned po varování obyvatelstva.

K ukrytí obyvatelstva před kontaminací radioaktivními látkami jsou zejména využívány přirozené ochranné vlastnosti staveb a svépomocí prováděny úpravy proti pronikání těchto látek – jde o tzv. improvizované ukrytí. K ukrytí je možné využít stálých úkrytů, pokud jsou k dispozici např. ve školách, na pracovištích atd. Ukrytí velmi výrazně sníží zevní a vnitřní ozáření osob z radioaktivního mraku v závislosti na charakteru stavby (materiálu a tloušťky stěn, počtu oken a dveří).

V případě radiační havárie (MU 3. stupně) se obyvatelstvo ukrývá v celé zóně havarijního plánování. Ukrytí obyvatelstva se upřesňuje nebo odvolává na základě podkladů SÚJB, které je vydáváno s ohledem na prognózu očekávaného vývoje a výsledky monitorování skutečné radiační situace pokynem hejtmana vydaného přes KOPIS HZS prostřednictvím starosty a televizních a rozhlasových relací.

Pokud zazní pokyn k ukrytí obyvatelstva v ZHP ETE, je nutné se chovat dle následujících zásad:

- zachovat klid a rozvahu;
- ukryt se v budovách nejbližšího místa pobytu, nejlépe v místnosti středové, suterénní, sklepní nebo v místnostech na straně odvrácené od zdroje záření, s minimálním počtem oken a dveří;
- zavřít a pokud možno utěsnit okna a dveře, např. lepicí páskou;
- zapnout rozhlas na stanici Český rozhlas radiožurnál 1 - Radiožurnál - 91,1 MHz FM, Český rozhlas České Budějovice VKV 106,4 MHz FM nebo televizi a sledovat kanál ČT 1;
- vypnout ventilační a klimatizační zařízení, uzavřít ventilační otvory;
- uhasit oheň v kamnech a jiných spalovacích zařízeních, nepoužívat otevřený oheň z důvodu zabránění nasávání vzduchu;
- telefon používat jen v nejnutnějších případech, tzn. pro přivolání pomoci;
- nesnažit se vyzvednout děti ze školních zařízení, nebo jiné příbuzné ze zařízení, ve kterém pobývali v době vyhlášení radiační havárie, bude o ně postaráno personálem v těchto zařízeních;
- v případě ukrytí na pracovištích či jiných zařízeních se chovat ukázněně a řídit dle pokynů svých nadřízených;

- postarat se o domácí a hospodářské zvířectvo, uzavřít je a dát jim zásobu krmiva na 2 - 3 dny, zabránit jim v požívání nechráněného krmiva a vody, zásobní krmivo a vodu zabezpečit před kontaminací překrytou plachtou nebo fólií z umělé hmoty;
- konzumovat pouze chráněné potraviny (uzavřené v obalech, v lahvích, uložené v ledničkách, konzervy apod.), zásadně nepožívat potraviny, které se nacházely po vyhlášení radiační havárie v nechráněném prostoru, zejména ovoce a zeleninu;
- neopouštět zvolený úkryt, pokud prostřednictvím hromadných informačních prostředků případně orgánů krizové řízení není vydán pokyn pro jinou činnost.<sup>(5)</sup>

Pokud z nějakého důvodu musí ukryvající se osoby za únikové fáze opustit zvolený úkryt je nutné, aby dodrželi následující zásady:

- úkryt opouštět jen v nezbytných případech a na nezbytně nutnou dobu;
- zajistit si nebo vytvořit si improvizované prostředky individuální ochrany a zajistit podmínky k provedení dekontaminace;
- k ochraně nosu a úst použít improvizované ochranné roušky (stačí navlhčený kapesník, ručník, přeložená gáza, toaletní papír);
- povrch těla chránit pokud možno omyvatelnými prostředky:
  - hlavu chránit čepicí, kloboukem, šálou, kuklou, tak aby vlasy byly úplně zakryty a zvolená pokrývka také chránila čelo, uši a krk;
  - oči chránit brýlemi (lyžařskými, plaveckými, motoristickými), větrací průduchy přelepít lepící páskou; pokud nejsou k dispozici brýle, chránit oči přetažením průhledného igelitového sáčku přes hlavu a stáhnout sáček tkanicí v úrovni lícních kostí;
  - povrch těla chránit kombinézou, kalhotami, pláštěnkou do deště nejlépe s kapucí, tyto ochranné oděvy je nutné dostatečně utěsnit u krku, rukávů a nohavic;



- nohy chránit vysokými botami nebo holínkami, ruce nejlépe zakrýt gumovými nebo koženými rukavicemi;
- po návratu do budovy je nutné provést hygienickou očistu:
  - odložit svrchní použité oblečení za dveřmi do domu;
  - vložit oblečení do igelitového pytle a těsně uzavřít;
  - dle možností se osprchovat nebo omýt mýdlovou vodou, největší pozornost věnovat umytí rukou, obličeje, vousů a vlasů, vlasy pokud možno umývat v předklonu pod tekoucí vodou, aby se zabránilo roznesení kontaminantu po celém těle;
  - nedoporučuje se koupat, protože v případě koupání nedochází k odstraňování radioaktivních látek z povrchu těla, ale pouze k přenesení z jedné části na druhou;
  - nos, ústa a oči vypláchnout (borovou vodou, Ophtalem nebo alespoň obyčejnou vodou);
  - obléct si čisté prádlo a šatstvo.

V případě, že by doba ukrytí byla výrazně delší než 2 dny nebo předpokládaná celková dávka ozáření by převyšovala efektivní dávku ozáření 100 mSv, doporučí SÚJB provést evakuaci ukrytých osob. Evakuace ukrytých osob se provede buď před únikem nebo až po úniku radioaktivních látek. Během průchodu radioaktivního mraku je nutné dát přednost ukrytí osob před jejich evakuací.

#### **4.8.3 Jódová profylaxe**

Jódová profylaxe je jedním ze tří neodkladných opatření, která se provádí na ochranu osob za účelem omezení účinků záření v případě radiační havárie<sup>(23)</sup>. Ochranná opatření ukrytí a jódová profylaxe jsou vyhlášovány současně. Jódová profylaxe nenahrazuje ukrytí nebo případnou evakuaci, které jsou hlavními ochrannými opatřeními, jejím úkolem je zabránit přijetí radioaktivního jódu štítnou žlázou.

Jódová profylaxe je namířena proti působení radioaktivního jódu, který je významnou součástí radioaktivního mraku z havarovaného reaktoru. Radioaktivní izotopy jódu přecházejí v případě vdechnutí nebo požití do vnitřního prostředí organismu a jsou vychytávány štítnou žlázou, kde se mohou hromadit ve vysoké koncentraci a vést k jejímu radiačnímu poškození.

Stabilní jodid draselný (KI) blokuje specificky ukládání radiojódů do štítné žlázy a uplatňuje se přitom i svým mechanismem izotopického ředění jako neaktivní konkurent radiojódů.<sup>(18)</sup> Požitím stanoveného množství tablet KI štítná žláza plně nasytí neradioaktivním jódem a tím zabrání přijímání radioaktivního jódu do štítné žlázy.

V případě, že stabilní jód je přítomen v organismu, potřeba nebo schopnost štítné žlázy přijímat jód je omezena a jakýkoliv další jód (radioaktivní) již není organismem přijímán a je z těla vylučován.

Pro zavedení jódové profylaxe je zpřesňujícím kritériem směrná hodnota odvráceného úvazku ekvivalentní dávky ve štítné žláze způsobeného radioizotopy jódu 100 mSv. V případě vyhlášení radiační havárie na ETE je toto ochranné opatření přijímáno ihned na celém území ZHP.<sup>(23)</sup>

#### *4.8.3.1 Plán jódové profylaxe*

Jódová profylaxe je prováděna jednorázově veškerým obyvatelstvem (dávky jsou uvedeny v tab. 6), které se nachází při vyhlášení radiační havárie na celém území ZHP. Děje se tak na základě výzvy, kterou obyvatelstvo obdrží prostřednictvím varovných relací.

Každé balení KI obsahuje 4 ks tablet. První dvě tablety jsou u dospělé osoby určeny pro první dávku a další dvě tablety jsou, v případě potřeby, podávány jako poloviční dávka, popřípadě třetí. Jodid draselný nemá běžně vedlejší účinky, ale osoby s prokázanou přecitlivělostí na jódové preparáty či s poruchou štítné žlázy (zejména po 40 - 45 roce věku) by měli mít dopředu informaci od svého lékaře, jak mají postupovat při vyhlášení jódové profylaxe.

Tab. 6 - Dávkování KI.<sup>(18)</sup>

věková skupina	množství jodidu draselného			
	váha (mg)	1. dávka	2. dávka	3. dávka
novorozenci do 1 měsíce	16	1/4 tablety	nepodává se	nepodává se
kojenci a děti do 3 let	32	1/2 tablety	1/4 tablety	nepodává se
děti do 12 let	65	1 tableta	1/2 tablety	1 tableta
děti nad 12 let	130	2 tablety	1 tableta	1 tableta
dospělé osoby	130	2 tablety	1 tableta	1 tableta
kojící matky a těhotné ženy	130	2 tablety	1 tableta	nepodává se

Účinnost jódové profylaxe závisí na době podání preparátu. Maximálního účinku se dosáhne podáním preparátu v době 1 až 6 hodin před únikem radioaktivního jodu nebo co nejdříve poté, maximálně do 2 hodin. Předčasné nebo neopodstatněné užití tablet KI nezvýší blokaci štítné žlázy v době expozice organismu a naopak způsobí, že nebudou k dispozici v situaci, kdy jejich skutečná potřeba.

Pokud by situace vyžadovala požití další (2.dávky), již poloviční dávky KI asi po 24 hodinách a případně ještě další dávky KI (3. dávka) asi po 48 hodinách, byli by obyvatelé žijící v ZHP vyzváni k požití dalších tablet KI (tab.9).

Distribuci antidot (jódových tablet) v ZHP ETE zajišťuje držitel povolení (ČEZ a.s.) dle nařízení vlády č. 11/ 1999 Sb. v platném znění.<sup>[22]</sup> Tablety jsou uloženy v domácnostech, školách, na pracovištích, ve zdravotnických a sociálních lůžkových zařízeních a rekreačních zařízeních.

V případě potřeby pro zajištění ZHP by byly využívána antidota z rezervy, které má k dispozici starosta obce v ZHP a Krajský úřad. Obměnu antidot zabezpečuje držitel povolení po uplynutí doby jejich použitelnosti, tedy po 5 letech. Obyvatelstvo žijící mimo ZHP si tablety KI může zakoupit v lékárnách a v případě potřeby jim bude použití přípravku doporučeno. Antidoty se vybavují:

- všechny osoby, které mají v ZHP trvalý pobyt nebo se zde dlouhodobě zdržují, včetně dětí školního a předškolního věku;

- všechny osoby, které v ZHP pracují;
- žáci škol, děti navštěvující předškolní zařízení a osoby navštěvující školská zařízení, pokud škola nebo zařízení leží v ZHP;
- zdravotnická a sociální lůžková zařízení podle počtu lůžek, pokud zařízení leží v ZHP;
- všechny osoby vykonávající v ZHP vojenskou službu;
- další osoby, které se podílejí na likvidaci následků radiační havárie v souladu s VHP.<sup>(22)</sup>

#### **4.8.4 Evakuace**

Evakuací je míněno neodkladné dočasné vyvedení osob ze zasažené nebo potenciálně zasažené oblasti. Je mezním, ale současně nejúčinnějším opatřením k zajištění ochrany obyvatelstva. Je nejúčinnější, je-li provedeno jako opatření preventivní, tedy před začátkem úniku radionuklidů do životního prostředí.

V případě poruchy na technologickém zařízení jaderné elektrárny, která by mohla vyústit ve vznik radiační havárie, se zahajuje příprava přímé evakuace bez ukrytí tj. v předúnikové fázi.<sup>(26)</sup>

V případě vzniku radiační havárie se provádí evakuace ze středového prostoru (vnitřní části ZHP) a z vybraných sektorů v závislosti na směru větru a výsledcích monitorování.<sup>(26)</sup>

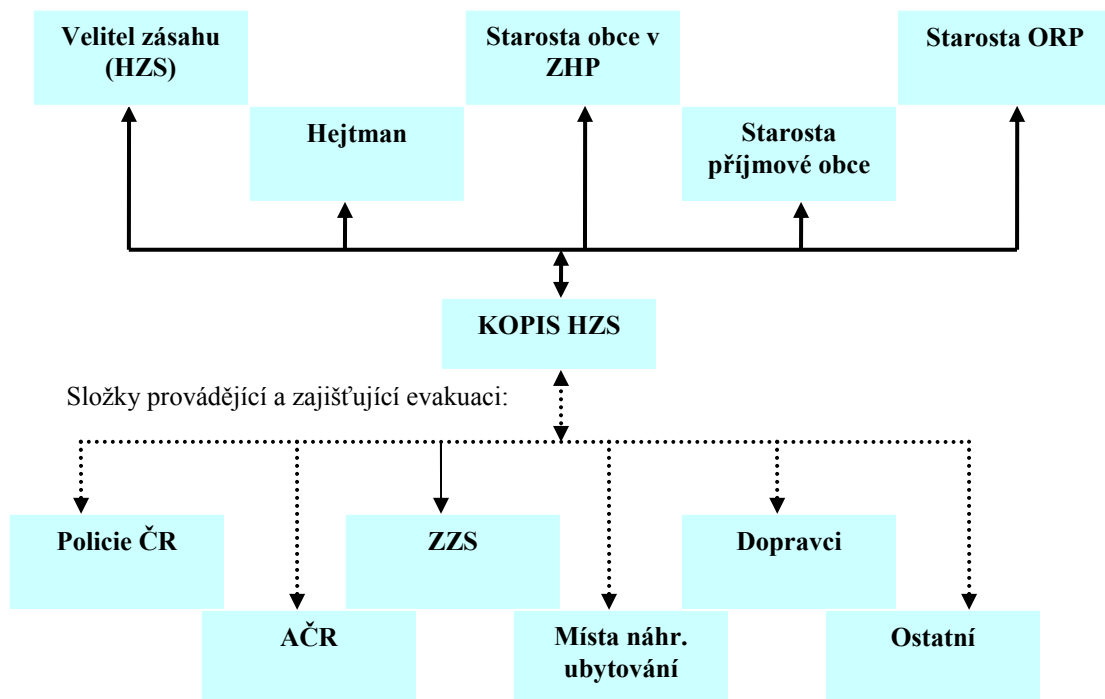
V případě ETE je evakuace sektorů připravena v 16 variantách. Evakuace by se tedy prováděla vždy ze středního prostoru a současně by se evakuovaly tři sousední sektory v závislosti na směru větru a výsledcích monitorování.

V případě nepříznivého vývoje meteorologické situace může SÚJB doporučit evakuaci i z dalších sektorů.

Evakuaci nařizuje a zabezpečuje velitel zásahu na základě podkladů vydaných SÚJB. Starosta evakuované obce organizuje evakuaci na správním území obce ve spolupráci s HZS, který organizuje provedení evakuace obyvatelstva do míst náhradního ubytování, PČR zabezpečuje průjezdnost evakuačních tras, Zdravotnická záchranná služba zabezpečuje zdravotnickou pomoc postiženým osobám. Hejtman koordinuje evakuaci na strategické úrovni - záchranné a likvidační práce. Orgány zabezpečující evakuaci jsou uvedeny na obr. 11.

Obr. 11 - Orgány zabezpečující evakuaci.<sup>(18)</sup>

Orgány pro řízení evakuace:



**Legenda k obrázku:**

- HZS - Hasičský záchranný sbor.
- ZHP - zóna havarijního plánování.
- ORP - obec s rozšířenou působností
- KOPIS ZHS - Krajské operační a informační středisko HZS
- AČR - Armáda České republiky
- ZZS - Zdravotnická záchranná služba

V případě, že je nařízena příprava na evakuaci, obyvatelstvo by mělo postupovat dle následujících zásad:

- připravit si evakuační zavazadlo;
- připravit si prostředky individuální ochrany, pokud tyto prostředky nemá k dispozici použít k ochraně těla a dýchacích cest prostředky improvizované ochrany;
- dodržovat zásady pro opuštění bytu;
- dodržovat pokyny orgánů zabezpečujících evakuaci.

Evakuační zavazadlo by mělo obsahovat (viz. obrázek 12):

- osobní doklady (občanský průkaz, cestovní pas, rodný list, řidičský průkaz, kartu zdravotní pojišťovny);
- léky, zdravotní pomůcky, brýle ke čtení;
- cennosti (peníze, šperky vkladní knížky, cenné papíry, pojišťovací smlouvy, platební a sporožirové karty);
- sezónní oblečení (náhradní oděv, obuv, prádlo, pláštěnka);
- hygienické potřeby;
- spací pytel, karimatku nebo nafukovací lehátko;
- jídelní nádobí, potřeby pro šití, kapesní nůž, otvírač na konzervy;
- základní potraviny na 2 - 3 dny, včetně nápojů;
- kapesní svítilnu, náhradní baterie, svíčky, zapalovač, zápalky.<sup>(5)</sup>

*Obr. 12 - Evakuační zavazadlo.*



Při evakuaci je nutné před odchodem z obydlí dodržet následující zásady:

- vypnout všechny elektrické spotřebiče s výjimkou ledničky a mrazáku, hlavní elektrický jistič nevypínat;
- uložit potraviny, které podléhají zkáze do ledničky, mrazáků nebo je vyhodit;
- uhasit (vypnout) všechna zařízení pracující na principu spalování;
- uzavřít hlavní uzávěr vody a plynu;
- zkontrolovat uzavření oken;
- dětem vložit do kapsy oděvu cedulku se jménem a adresou;
- hospodářská zvířata uzavřít v chlévech, kotcích a zásobit je krmivem a vodou na 2 - 3 dny;
- odpojit anténní svody od přijímačů;
- budovu opustit jen na pokyny pracovníků místní samosprávy dotčeného území a složek IZS;
- přesvědčit se, že o vyhlášení evakuace vědí sousedé;
- vzít si evakuační zavazadlo;
- k přesunu použít doporučené ochranné prostředky;
- zamknout byt;
- na dveře bytu umístit viditelně zprávu (tzv. evakuační lístek) pro evakuační orgány, která bude obsahovat údaje o počtu evakuovaných osob, jejich jméno a příjmení, den a hodina evakuace;
- dostavit se na určené místo.<sup>(5)</sup>

Pokud je vydán pokyn k evakuaci jsou možné dva způsoby realizace:

- samovolná evakuace;
- řízená evakuace.

V případě samovolné evakuace se obyvatelstvo evakuuje vlastními dopravními prostředky do míst mimo ohrožené území. V tomto případě jsou obyvatelé povinni informovat starostu příslušné obce o místu svého pobytu a vyvěsit evakuační lístek na dveře svého bytu.

I v případě samovolné evakuace je nutné, aby obyvatelstvo dodržovalo zásady individuální ochrany, neprovádělo evakuaci v době ukrytí, využívalo stanovené evakuační trasy, které vedou přes místa speciální očisty (dekontaminační stanice MSO) a dodržovalo pokyny všech orgánů určených k evakuaci.

Při použití vlastního vozidla, je doporučeno, aby byly splněny následující kritéria:

- vozidlo bylo garažováno nebo zaparkováno v blízkosti ukrývajících se osob;
- vozidlo bylo v dobrém technickém stavu;
- v nádrži vozidla mít dostatečné množství pohonných hmot na předpokládanou trasu jízdy;
- pokud mají evakuované osoby ve vozidle autoradio, doporučuje se sledovat vysílání již zmíněných stanic;
- při jízdě mít zavřená okna, nevětrat, nepoužívat klimatizační ani topné zařízení;
- dodržovat pravidla silničního provozu;
- znát a dodržet evakuační trasu.

Řízená evakuace je prováděna na základě použití hromadných dopravních prostředků (autobusů), evakuačních tras, které jsou užity pro evakuaci osob do míst náhradního ubytování na základě pokynu starosty k jejímu provedení.

Místo shromáždění a místo nástupu evakuovaných osob, by mělo být voleno tak, aby pobyt osob ve volném prostoru po opuštění úkrytu byl co nejkratší. Při evakuaci je nutné použít prostředky improvizované ochrany. Tyto prostředky musí evakuovaní před nástupem do evakuačního vozidla odložit do speciálních pytlů.

Evakuační trasy vedou přes dekontaminační stanice do míst nouzové ubytování. V případě, že je evakuace prováděna v poúnikové fázi provádí příslušníci AČR na dekontaminačních stanicích dozimetrickou kontrolu evakuovaných osob, dopravních a jiných prostředků a následnou dekontaminaci.



#### 4.8.5 *Funkce a činnosti ústřední monitorovací sítě*

Podobně jako vyspělé státy provozuje Česká republika jako jeden z prostředků adekvátní reakce na radiační havárii celostátní monitorovací síť (RMS). Činnost celostátní radiační monitorovací sítě je koordinována Státním úřadem pro jadernou bezpečnost, který ve spolupráci se Státním ústavem radiační ochrany (SÚRO) zajišťuje funkci jejího ústředí (ÚRMS). Na zajištění RMS se kromě držitel povolení podílí i dalších 5 resortů - Ministerstvo financí, Ministerstvo obrany, Ministerstvo vnitra, Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo životního prostředí.<sup>(42)</sup>

Radiační monitorovací síť (RMS) je soustava měřících míst a systém prostředků odborně, technicky a personálně vybavených a organizačně propojených zabezpečujících monitorování radiační situace na celém území státu včetně přenosu dat a správy informačního systému pro:

- hodnocení radiační situace pro potřeby sledování a posuzování stavu ozáření,
- rozhodování o opatřeních vedoucích ke snížení nebo odvrácení ozáření v případě radiační havárie;
- mezinárodní výměnu informací a dat o radiační situaci;
- zveřejňování a poskytování informací a dat o radiační situaci na území ČR.

Radiační monitorovací síť pracuje ve dvou režimech:

- normální režim;
- havarijní režim.

Normální režim je zaměřen na monitorování za obvyklé radiační situace a podílejí se na něm stálé složky monitorovací sítě. Monitorování je zaměřeno zejména na sledování časové a prostorové distribuce dávek, dávkových příkonů a aktivity radionuklidů ve složkách životního prostředí za účelem stanovení dlouhodobých trendů a včasného zjištění odchylek od nich a slouží zároveň k udržování organizační, technické a personální připravenosti složek monitorovací sítě k monitorování v havarijním režimu.<sup>(42)</sup>

Havarijní režim je zaměřen na monitorování radiační situace, hodnocení následků v případě vzniku radiační havárie a získání podkladů pro přijímání opatření na ochranu obyvatelstva. Monitorování zajišťují stálé a pohotovostní složky RMS.<sup>(42)</sup>

Monitorování v havarijním režimu je zaměřeno na:

- potvrzení vzniku radiační havárie a odhadu jejího dalšího vývoje;
- identifikaci a charakterizaci úniku;
- odhadu dávek osob;
- hodnocení vzniklé radiační situace pro rozhodování o opatřeních vedoucích ke snížení nebo odvrácení ozáření osob, včetně určení území, kde jsou tato opatření doporučována;
- předpovědi vývoje radiační situace.

Funkci monitorovací sítě tedy zajišťují stálé složky monitorovací sítě, které pracují nepřetržitě, a pohotovostní složky RMS, které se aktivují pouze při podezření na vznik nebo při vzniku radiační havárie.

Stálé složky monitorovací sítě tvoří:

- *síť včasného zjištění* (obr.13), kterou tvoří systém měřicích míst provádějících nepřetržitě měření dávkového příkonu na území České republiky a neprodlené informování o případném zvýšení příkonu nad obvyklé hodnoty; součástí sítě včasného zjištění je teledozimetrický systém, kterým jsou prostředky pro soustavné nepřetržitě měření dávek, dávkových příkonů, aktivity radionuklidů a jejich časového integrálu v prostorách jaderného zařízení s cílem při radiační mimořádné situaci nebo podezření na ni zaznamenat a vyhodnotit únik do ovzduší a do vodotečí;
- *síť termoluminiscenčních dozimetrů* (obr. 14), kterou je systém pro měření dávky záření gama na území České republiky a která se skládá z:

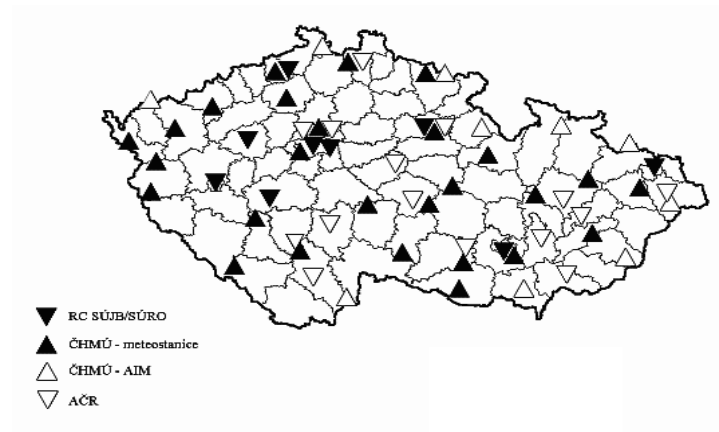
- a) tzv. teritoriální síť TLD se skládá z 212 měřících míst, ssi dvě třetiny termoluminiscenčních dozimetrů jsou rozmístěny na volném prostranství, zbývající jedna třetina je umístěna v budovách, aby v případě radiační havárie bylo možno získat odhady stínících faktorů budov a upřesnit hodnoty dávek pro ukryté obyvatelstvo;
- b) tzv. lokálních sítí TLD, tj. měřících míst v okolí jaderných elektráren;
- *měřící místa kontaminace ovzduší*, kterými jsou prostředky pro měření dávkového příkonu a pro zajištění odběrů vzorků aerosolů a spadů a pro jednoduché stanovení aktivity radionuklidů v těchto vzorcích;
  - *měřící místa kontaminace potravin*, kterými jsou prostředky pro zajištění odběru vzorků a stanovení aktivity radionuklidů ve člancích potravních řetězců;
  - *měřící místa kontaminace vody*, kterými jsou prostředky pro zajištění odběru vzorků a stanovením aktivity ve vodě, říčních sedimentů a ve vybraných vzorcích vodních živočichů;
  - *měřící místa na hraničních přechodech*, kterými jsou prostředky pro získávání údajů o radionuklidové kontaminaci osob, dopravních prostředků, zboží, předmětů a materiálů na hraničních přechodech;
  - *mobilní skupiny*, které provádějí monitorování dávek, dávkových příkonů a aktivity radionuklidů v terénu, odběry vzorků složek životního prostředí, rozmístění a výměnu dozimetrů v síti termoluminiscenčních dozimetrů;
  - *letecká skupina*, která provádí monitorování dávek, dávkových příkonů a aktivity radionuklidů v terénu;
  - *laboratorní skupiny*, které zajišťují odběry vzorků z životního prostředí, provádějí spektrometrické, popř. radiochemické analýzy vzorků životního prostředí s cílem stanovit v nich aktivity radionuklidů;
  - *centrální laboratoř monitorovací sítě*, která koordinuje měření vzorků odebraných laboratorními a mobilními skupinami a zajišťuje vybraná měření těchto vzorků a dále zajišťuje hodnocení výsledků těchto měření s cílem poskytnout podklady pro rozhodování o opatřeních vedoucích ke snížení nebo

odvrácení ozáření osob a která koordinuje a zajišťuje měření vnitřní kontaminace osob;

- *meteorologická služba*, která získává meteorologické údaje nezbytné k tomu, aby bylo možno s použitím modelů šíření uniklých radionuklidů v ovzduší provádět vyhodnocení a prognózu vývoje radiační situace.<sup>(42)</sup>

Pohotovostní složky monitorovací sítě tvoří mobilní skupiny, laboratorní skupiny, letecké prostředky průzkumu pro monitorování dávek, měřicí místa kontaminace vody, měřicí místa na hraničních přechodech, měřicí místa na uzávěrách.

Obr. 13 - Síť včasného zjištění RMS ČR.<sup>(19)</sup>



Obr. 14 - Síť TLD dozimetrů RMS ČR.<sup>(19)</sup>



## 5 Diskuse

Fakta prezentovaná v kapitole výsledky naznačují, že se v ČR věnuje velká pozornost havarijnímu plánování. V souvislosti se vstupem České republiky do EU došlo k vypracování nových doporučení, kritérií, standardů a legislativy, kterými byly stanoveny kompetence mezi provozovatelem jaderného zařízení a příslušnými regionálními složkami zapojenými do havarijní připravenosti. Důležitým mezníkem bylo vytvoření Integrovaného záchranného systému, který se podílí na plánování, řešení a likvidaci následků radiačních nehod, včetně radiačních havárií.

Pro případ vzniku radiačních nehod je pro jadernou elektrárnu Temelín vypracován systém neodkladných ochranných opatření zaměstnanců a obyvatelstva žijícího v zóně havarijního plánování. Tento systém je vypracován v rámci havarijní připravenosti jaderné elektrárny Temelín a dokumentován vnitřním a vnějším havarijním plánem.

V rámci vnitřního havarijního plánu je na jaderné elektrárně Temelín rozpracován klasifikační systém mimořádných událostí, který umožňuje personálu jaderné elektrárny snadnější identifikaci závažnosti vzniklé mimořádné události zejména v návaznosti na zajištění jaderné bezpečnosti a radiační ochrany. Tedy umožňuje včasnou reakci na vzniklou situaci a na snížení následků případné nebo již vzniklé radiační nehody a vyhlášení příslušných ochranných opatření týkajících se nejen zaměstnanců, ale v případě radiační havárie i obyvatelstva žijícího v ZHP. Na základě vyhlášení MU 3.stupně se aktivuje vnější havarijní plán, aktivují se všechny složky zapojené do havarijní připravenosti a vyhláší se neodkladná ochranná opatření pro obyvatelstvo.

Zajištění varování v případě radiační havárie na jaderné elektrárně Temelín je prvořadým ochranným opatřením k ochraně obyvatelstva žijícího v ZHP. Varování obyvatelstva je v celé ZHP zajištěno pomocí sirén s následným radiovým a televizním vysíláním předem připravených televizních a rozhlasových relací.

Alternativní možností varování specifických skupin obyvatelstva se v souvislosti s prudkým rozvojem komunikačních prostředků nabízí možnost hromadného rozesílání SMS zpráv. Před realizací takového projektu je však nutno zanalyzovat technické a kapacitní možnosti stávajících poskytovatelů těchto služeb a jejich ochotu se do projektu zapojit. Své uplatnění by SMS zprávy mohly mít v systému varování hendikepovaných osob, kteří by se touto cestou dozvěděli informace o vzniklé radiační havárii a o zavádění neodkladných ochranných opatřeních. Tato alternativa s sebou nese nutnost zajistit seznam nějakým způsobem hendikepovaných osob a pravidelně ho aktualizovat. Seznam by dle mého názoru měli zajišťovat starostové jednotlivých obcí. Aby bylo varování hendikepovaných osob účinné, je nutné dále zajistit dostatečné pokrytí mobilní sítí a uzavřít smlouvu s mobilním operátorem, který je schopen výše uvedené požadavky naplnit. Také se zde nabízí možnost vybavit takto postižené občany tzv. krizovým telefonním číslem. Krizové telefonní číslo v současné době využívají pro potřeby vyrozumění pouze orgány zapojené do krizového řízení a řešení mimořádných událostí.

V současné době využívá obyvatelstvo v ZHP k ukrytí v případě vyhlášení mimořádné události tzv. improvizované úkryty neboli přirozené ochranné vlastnosti staveb tj. byty, domy, administrativní a společenské budovy. V případě, že musí ukryvající se osoby opustit zvolený úkryt, je nutné aby použily tzv. prostředky improvizované ochrany.

Obyvatelstvo žijící v ZHP ETE je pro případ opuštění úkrytu vybaveno ochrannými rouškami (typ OR - 1), které zajišťují ochranu dýchacích cest, očí a obličeje. Tyto prostředky jsou uskladněny na obecních úřadech, předškolních a školských zařízeních, zdravotních a sociálních zařízeních. Ve vnitřní 5 km části ZHP jsou ve školských zařízeních, ústavech sociální péče a na obecních úřadech pro osoby podílející se na řešení radiační havárie uskladněny pláštěnky, návleky na boty a ruce.

Evakuace je jedním z nejsložitějších neodkladných ochranných opatření, jak z hlediska plánování, tak vlastního zajištění. V rámci evakuace je nutné vymezit evakuační trasy pro obyvatelstvo a zaměstnance jaderné elektrárny a zabezpečit jejich průjezdnost; zabezpečit dopravní prostředky určené k evakuaci; účinně určit nástupní místa, tak aby pobyt evakuovaných osob byl na volném prostranství co nejkratší; stanovit místa nouzového ubytování a zajistit podmínky pro evakuované osoby; zajistit uzavření ohroženého prostoru; zdravotnickou pomoc a dekontaminaci obyvatelstva, zasahujících složek a techniky a v neposlední řadě určit kompetence jednotlivých zasahujících složek a orgánů.

Pro případ radiační havárie na jaderné elektrárně Temelín jsou k evakuaci osob zajištěny dopravní prostředky na základě smlouvy s dopravci, a stejně tak je i zabezpečeno nouzové ubytování evakuovaných osob. Evakuační trasy jsou vymezeny zvláště pro zaměstnance a obyvatelstvo žijící v ZHP. Pro případnou neprůjezdnost evakuačních tras jsou dopředu stanovené náhradní cesty evakuace.

V případě dekontaminace obyvatelstva, zaměstnanců jaderné elektrárny Temelín a techniky se nabízí otázka, zda jsou dekontaminační stanice schopny pojmout dostatečné množství lidí a techniky v případě zamoření rozsáhlého území. Současné dekontaminační stanice jsou schopny očistit až 100 osob za hodinu a až 50 vozidel za hodinu. V tomto roce bude probíhat cvičení, jehož součástí je i prověření dostatečné kapacity těchto stanic, poté bude možno říci, zda jsou kapacity dostačující a případně bude navrženo řešení.

V případě vzniku radiační havárie by samozřejmě mohlo dojít k celé řadě dalších problémů, které by však závisely na vzniklé situaci. Mohlo by dojít např. k panice mezi obyvatelstvem nebo k selhání jedince zapojeného do řešení radiační havárie. Tento problém je možný řešit cvičením jednotlivých složek zařazených do havarijní připravenosti se zapojením obyvatelstva a tím snížit riziko selhání jedince na co možná nejnižší úroveň. Dále je nutné určit osoby, které by nahradily stávající osoby v případě, že nebudou schopni plnit stanovené činnosti, tzn. každá funkce by měla být zdvojená.

K úspěšnému zvládnutí radiační havárie je nutné, aby bylo obyvatelstvo v ZHP dostatečně informováno a seznámeno s možnými riziky jaderného zařízení, účinky ionizujícího záření na lidský organismus, s opatřeními připravenými pro případ vzniku radiační havárie a s návody jak postupovat v případě vzniku radiační havárie. V současné době je obyvatelstvu v ZHP distribuována informační příručka, ve formě kalendáře, kde jsou uvedeny informace a postupy chování pro případ vzniku radiační havárie.

Významným mezníkem bylo také znovuzavedení tematiky Ochrany obyvatelstva za mimořádných událostí do učebních textů základních, středních, vyšších a speciálních škol v rozsahu 6 hodin ročně. V souvislosti s výukou ochrany obyvatelstva jsem v rámci této diplomové práce vytvořila výukovou pomůcku ve formě výukového softwarového programu, který je součástí přílohy 2, a kde se zájemci dozvědí základní informace o jaderné elektrárně Temelín a zásady chování pro případ vzniku radiační havárie. Součástí výukového softwarového programu je test získaných znalostí.



## 6 Závěr

Zpracování diplomové práce mi pomohlo k lepšímu pochopení problematiky havarijní připravenosti a dozvěděla jsem se spoustu neocenitelných informací o daném tématu. Tyto poznatky by se staly velice užitečné v případě vzniku radiační havárie nejen pro mě, ale i pro mé okolí. Myslím si, že alespoň základní přehled o této problematice by měl mít každý člověk v této republice bez ohledu na jeho vzdělání.

Po zpracování všech dostupných materiálů, které jsem měla k dispozici, jsem došla k závěru, že se v ČR věnuje velká pozornost havarijnímu plánování. Pro případ vzniku radiační havárie ETE je zpracován jak vnitřní, tak vnější havarijní plán. Konkrétní ochranná opatření stanovená v havarijních plánech jsou procvičována, jak personálem jaderné elektrárny Temelín, tak všemi orgány a jednotlivými složkami zapojenými do havarijní připravenosti, což potvrzuje hypotézu 1.

Zde je nutné si připustit, že ideální průběh radiační nehody nebo havárie, tak jak je zpracován v jednotlivých plánech a opatřeních prostě neexistuje a není jisté, zda pomocí těchto plánů by byla radiační nehoda či havárie řešena, a proto je nutné celý systém havarijní připravenosti neustále zlepšovat.

Pokud jde o hypotézu 2, doporučila bych ke zvážení využití hromadného rozesílání SMS pro varování specifických skupin obyvatelstva v případě vzniku radiační havárie. V souvislosti s výukou Ochrany obyvatelstva na základních a středních školách, jsem vytvořila výukovou pomůcku ve formě softwarového programu, pod názvem Ochrana obyvatelstva v případě radiační havárie.

Pokud má práce seznámí čtenáře s novými, pro něj cennými informacemi, budu velice potěšena a má práce bude mít, alespoň pro mě obrovský význam.

## 7 Seznam použité literatury

### Monografie

1. DUBŠEK, F. *Jaderná energetika*. 2. vyd. dopl. Brno: PC-DIR, 1997. 216 s. ISBN 80-214-0833-2.
2. ČEZ - JADERNÁ ELEKTRÁRNA TEMELÍN. *Energie z jižních Čech*. Informační středisko Jaderné elektrárny Temelín: ČEZ, a.s. 2000. 30s.
3. ČEZ, HOCHTIEF VSB, ŠKODA PRAHA, A ÚSTAV JADERNÉHO VÝZKUMU. *Jaderná elektrárna Temelín*. 1. vyd. Praha: ABF, a.s - Nakladatelství ARCH, 2003. 80 s. ISBN 80-86165-78-7.
4. ČEZ - JADERNÁ ELEKTRÁRNA TEMELÍN. *Jaderná elektrárna Temelín*. ČEZ, a.s. 2000. 68 s.
5. ČEZ - JADERNÁ ELEKTRÁRNA TEMELÍN. *Příručka pro ochranu obyvatelstva pro případ radiační havárie Jaderné elektrárny Temelín*. Temelín: Jaderná elektrárna Temelín, 1999. 23 s.
6. HANZLÍK, E. HANSFELD, A. *Tritium v odpadech jaderného palivového cyklu a možnosti jeho odstraňování*. 1. vyd. Praha: VÚT, Práce a studie sešit, 1983. 159 s.
7. HEZOUČKÝ, F. *Základy teorie provozních režimů jaderných elektráren s tlakovodními reaktory*. 1. vyd. V Praze: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2005. 164 s. ISBN 80-01-03324-4.
8. KLENER, V. ED. KOL. *Principy a praxe radiační ochrany*. 1. vyd. Praha: Azin CZ pro Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2000. 619 s. ISBN 80-238-3703-6.
9. KOLÁČEK, Petr. *Radiační bezpečnost a radiační kontrola pro JE VVER 1000*. Verze 1.0. Brno: Učební texty pro přípravu personálu JEZ odbor příprava a rozvoj personálu v Brně, 1998, 93 s.
10. KOLEKTIV AUTORŮ. *Ochrana člověka při mimořádných událostech*. 2.vyd. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2003. 119 s. ISBN 80-86640-08-6.

11. KROUPA, M. *Ochrana obyvatelstva*. 1. vyd. Praha: Armex Publishing. 100 s. 2006. ISBN 80-86795-33-0.
12. MAREK, J. *Jaderná energetika, člověk a životní prostředí*. Praha: Federální ministerstvo paliv a energetiky, 1987. 125 s.
13. NAVRÁTIL, L. *Ochrana obyvatelstva*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2006. 62 s. ISBN 80-7040-880-4.
14. NAVRÁTIL, L., BRÁDKA, S. *Úkoly krizového managementu v ochraně obyvatelstva*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2006. 80 s. ISBN 80-7040-8881-2.
15. ÖSTERREICHER, J., VÁVROVÁ, J. *Přednášky z radiobiologie*. 1. vyd. Praha: MANUS, 2003. 104 s. ISBN 80-86571-01-7.
16. REKTOŘIK, J. ED. KOL. *Krizový management ve veřejné správě teorie a praxe*. 1. vyd. Praha: Ekopress, s.r.o. 2004. 249 s. ISBN 80-86119-83-1.
17. ŠTĚTINA, J. *Medicína katastrof a hromadných neštěstí*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 429 s. ISBN 80-7161-688-6.
18. *Vnější havarijní plán*. Revize 2. Interní dokument.
19. *Vnitřní havarijní plán*. Revize 2. Interní dokument.

### **Legislativa**

20. ROZHODNUTÍ RŽP OÚ v Českých Budějovicích č.j. 18378/20/2005.
21. ROZHODNUTÍ SÚJB č. 311/1997, č.j. 4715/4.0/97/Prz., ze dne 5.8.1997.
22. NAŘÍZENÍ VLÁDY č. 11/1999 Sb., o zóně havarijního plánování.
23. VYHLÁŠKA č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně.
24. VYHLÁŠKA č.318/2002 Sb.o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření a o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu.
25. VYHLÁŠKA č.319/2002 Sb., o funkci a organizaci celostátní radiační monitorovací sítě
26. VYHLÁŠKA č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému, ve znění vyhl. č. 429/2003 Sb.

27. VYHLÁŠKA č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva.
28. ZÁKON Č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon).
29. ZÁKON č. 238/2000 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky.
30. ZÁKON č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění zákonů č. 320/2002 Sb., 20/2004 Sb., 186/2006 Sb., 267/2006 Sb.
31. ZÁKON č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), ve znění zákona č. 320/2002 Sb., 127/2005 Sb., 112/2006 Sb., 267/2006 Sb.
32. ZÁKON č. 241/2000 Sb., o hospodářských opatřeních pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění zákonů č. 320/2002 Sb., 354/2003 Sb., 237/2004 Sb., 413/2005 Sb., a 444/2005 Sb.

#### **www.zdroje**

33. ČEZ, a.s. Oficiální stránky ČEZ, a.s. *Monitoring radiace a odpadních vod*. [online], [cit. 2006-9-10]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/presentation/cze>.
34. ČEZ, a.s. Oficiální stránky ČEZ, a.s. *Příručka pro ochranu obyvatelstva v případě radiální havárie jaderné elektrárny Temelín*. [online], [cit.2006-9-10]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/presentation/cze>.
35. ČEZ, a.s. Oficiální stránky ČEZ, a.s. *Technologie a zabezpečení*. [online], [cit.2006-9-10]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/presentation/cze>.
36. HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR JIHOČESKÉHO KRAJE. Ochrana obyvatelstva a krizové řízení. [online], [cit.2007-3-3]. Dostupé z: <http://www.hzscb.cz>.
37. JIHOČESKÝ KRAJ. Oficiální server provozovaný Krajským úřadem. *Krizové řízení* [online], [cit. 2007–3-18]. Dostupné z: <http://www.kraj-jihocesky.cz>.

38. INFORMAČNÍ PORTÁL PRO JADERNÉ OBORY. Kobyłka, J. *Budoucnost jaderné energetiky*. [online], [cit. 2006-10-1]. Dostupné z: [hptt//www.jaderné.info.cz](http://www.jaderné.info.cz).
39. INFORMAČNÍ PORTÁL PRO JADERNÉ OBORY. Matějka, K., Zeman, J., Heřmanský, B. *Vývoj požadavků na bezpečnost nových jaderných reaktorů*. [online], [cit. 2006-10-11]. Dostupné z: [hptt//www.jaderné.info.cz](http://www.jaderné.info.cz).
40. PORTÁL MINISTERSTVA VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY. *Časopisy*. [online],[cit.2007-4-4]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/časopisy/112/index.html>.
41. PORTÁL VEŘEJNÉ SPRÁVY ČESKÉ REPUBLIKY. *Zákony* [online], [cit. 2006-12-11]. Dostupné z: [http://portal.gov.cz/wps/portal/\\_s.155/6966/\\_s.155/699/place](http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/6966/_s.155/699/place).
42. SÚJB. *Dokumenty a publikace, legislativa*. [online], [cit. 2006-8-9]. Dostupné z: [hptt//www.sujb.cz](http://www.sujb.cz).
43. SÚRO. *Radiační monitorovací síť, dokumenty*. [online], [cit. 2006 11-11]. Dostupné z: [www.suro.cz](http://www.suro.cz).
44. ÚSTAV APLIKOVANÉ EKOLOGIE. *Jaderná elektrárna Temelín - podklady pro posouzení vlivu na životní prostředí*. [online], [cit. 2006-12-9]. Dostupné z: [hptt//kostelec.czu.cz/temelin](http://kostelec.czu.cz/temelin).
45. ÚSTAV APLIKOVANÉ EKOLOGIE. *Principy a metody stanovení zón havarijního plánování pro Jadernou elektrárnu Temelín včetně hodnocení následků nadprojektových a těžkých havárií*. [online], [cit. 2006-12-9]. Dostupné z: [hptt//kostelec.czu.cz/temelin](http://kostelec.czu.cz/temelin).

## **8 Klíčová slova**

havarijní plán

jaderná bezpečnost

jaderná elektrárna Temelín

ochrana obyvatelstva

radiační havárie

radiační nehoda

radiační ochrana

zóna havarijního plánování

## 9 Přílohy

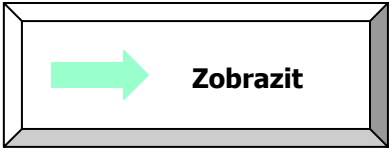
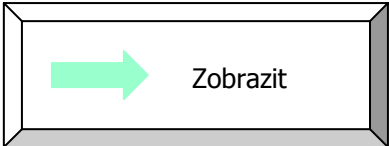
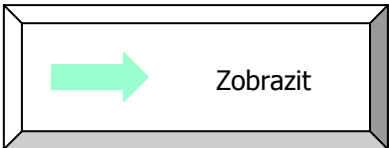

### 9.1 Seznam zkratek

AČR	Armáda České republiky
AZ	aktivní zóna
ČEZ a. s.	držitel povolení (JE Temelín)
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČT1	Česká televize
ETE	jaderná elektrárna Temelín
GŘ HZS ČR	generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR
HPS	havarijní podpůrné středisko
HŠ	havarijní štáb
HZS	hasičský záchranný sbor
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	integrováný záchranný systém
JčK	Jihočeský kraj
KHS	Krajská hygienická stanice
KŠ	krizový štáb
KÚ	Krajský úřad
LRKO	laboratoř radiační kontroly okolí
MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
MSO	místa speciální očisty
MU	mimořádná událost
MV	Ministerstvo vnitra
ORP	obec s rozšířenou působností
OHO	organizace havarijní odezvy
OPIS GŘ HZS ČR	operační a informační středisko generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR
KOPIS HZS	krajské operační a informační středisko Hasičského záchranného sboru
PČR	Policie ČR
RMS	radiační monitorovací síť
RMU	radiační mimořádná událost
SI	směnový inženýr
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany

TD ČEZ	technický dispečink ČEZ, a.s.
TLD	termoluminiscenční dozimetr
TMU	technologická mimořádná událost
TPS	Technické podpůrné středisko
ÚO HZS	územní odbor Hasičského záchranného sboru
VHPS	vnější havarijní podpůrné středisko
VHP	vnější havarijní plán
VniHP	vnitřní havarijní plán
ZHP	zóna havarijního plánování
ZÚ	zásahová úroveň



## 9.2 Výukový softwarový program

<b>OCHRANA OBYVATELSTVA V PŘÍPADĚ RADIAČNÍ HAVÁRIE</b>	
Základní informace o jaderné elektrárně Temelín	 <b>Zobrazit</b>
Zásady chování v případě radiační havárie	 <b>Zobrazit</b>
Ověřte si své znalosti	 <b>Zobrazit</b>
 <b>Konec</b>	

## **ZÁKLADNÍ INFORMACE O JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ TEMELÍN**

Jaderná elektrárna Temelín (ETE, obr. 1) se nachází v jižní části České republiky, 25 km od Českých Budějovic, 5 km od Týna nad Vltavou a 40 - 50 km od státních hranic s Rakouskem. Je vybavena dvěma výrobními bloky s reaktory typu VVER 1000. Tento název znamená, že se jedná o tlakovodní jaderný reaktor, který je vodou chlazený i moderovaný a jeden blok má elektrický výkon 1000 MW.

*Obr. 1 - Jaderná elektrárna Temelín*



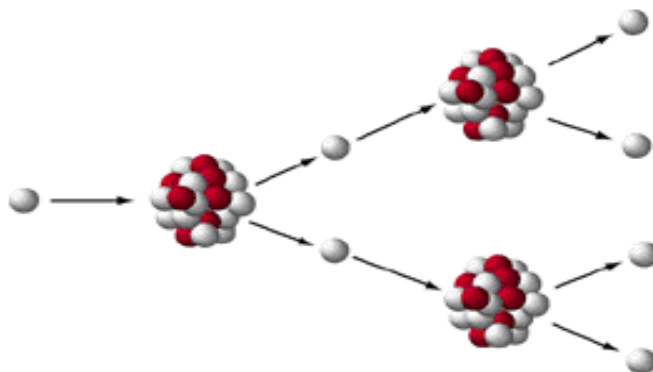
## **PRINCIP ZÍSKÁVÁNÍ JADERNÉ ENERGIE**

Základní stavební částicí všech látek je atom. Ve středu každého atomu je kladně nabitě jádro složené z protonů a neutronů (tyto částice se označují společným názvem nukleony), které je obklopeno záporně nabitým elektronovým obalem tvořeným elektrony. Nukleony jsou k sobě poutány jadernými silami. Průměr jádra je řádově  $10^{-15}$  m. Protože je elektron 1840 x lehčí než nukleon, tak je prakticky veškerá hmotnost atomu zkoncentrována do jádra.

Prvním klíčem k jaderné energetice se stal objev uranu. Uran byl objeven v roce 1789 Martinem Heinrichem Klaprotherem, v čisté formě byl izolován roku 1841 Eugenem-Melchior Peligotem. V roce 1896 objevil Alexander Henri Becquerel neviditelné záření uranu. Právě uran má při využívání jaderné energie nezastupitelný význam.

V roce 1938 zjistila skupina německých fyziků a chemiků (O. Hahn, F. Strassman, L. Meitnerová), že při ostřelování jádra uranu neutrony nastává jeho rozdělení na dvě přibližně stejné části a dochází k uvolňování velkého množství energie, která do té doby držela jádro pohromadě. Tento rozpad byl nazván jaderným štěpením. Při rozštěpení jádra se sice neutron, který štěpnou reakci vyvolal „spotřebuje“, avšak během reakce se uvolní další dva (nebo tři) neutrony „2. generace“ (a určité množství energie ve formě ionizujícího záření), které jsou v principu schopny vyvolat další štěpení jader. Pokud se tak stane, vyvolají tyto nové neutrony rozštěpení dalších dvou jader za vzniku celkem 4 neutronů, ty vyvolají další štěpení atd. – počet neutronů v jednotlivých generacích se rychle násobí geometrickou řadou a rychlost rozvětvojící se reakce štěpení jader lavinovitě roste, nastává tzv. řetězová štěpná reakce (obr. 2).

*Obr. 2 – Princip řetězové štěpné reakce.*



Jaderné elektrárny využívají tzv. řízenou řetězovou štěpnou reakci. K tomu, aby řetězová jaderná reakce štěpení mohla probíhat řízeným způsobem, je nutné zajistit:

- dostatečné množství štěpného materiálu,
- regulovat počet neutronů v reaktoru, k čemuž se používají tzv. absorbátory (regulační tyče, kyselina boritá přidávaná do chladící vody).

## **PRINCIP FUNGOVÁNÍ JADERNÉ ELEKTRÁRNY TEMELÍN**

Jaderná elektrárna je zařízení umožňující přeměnu tepelné energie, získané na základě štěpení jaderného paliva v aktivní zóně reaktoru, na energii elektrickou. V jaderném reaktoru se jako jaderné palivo používá oxid uraničitý ( $\text{UO}_2$ ) ve formě palivových tablet, naskládaných v palivovém proutku. Palivo je obohaceno izotopy uranu -  $^{235}\text{U}$ .

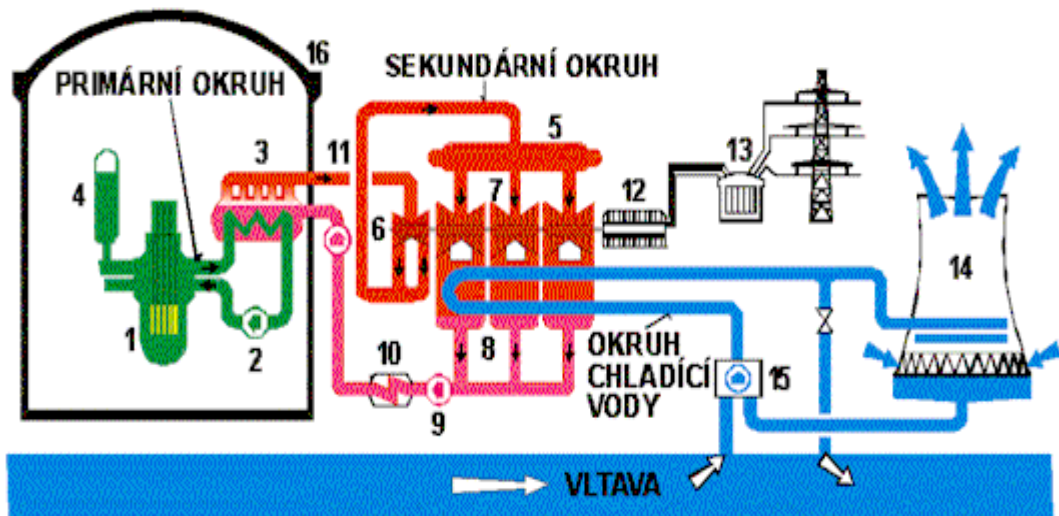
Celý proces vzniku tepla, výroby páry pro pohon parní turbíny a ochlazování páry po průchodu parní turbínou se uskutečňuje ve třech navzájem oddělených okruzích (obr. 3).

První tzv. primární okruh tvoří reaktor (je zdrojem tepla), hlavní cirkulační čerpal (čerpá vodu z reaktoru do parogenerátoru), parogenerátor (hermeticky odděluje primární a sekundární okruh) a kompenzátor objemu. Hlavní funkcí primárního okruhu je odvedení tepla vznikajícího v aktivní zóně reaktoru v důsledku štěpení jaderného paliva a jeho předání sekundárnímu okruhu prostřednictvím parogenerátorů, tj. tepelných výměníků, ve kterých se tvoří pára.

Druhý tzv. sekundární okruh tvoří zařízení na výrobu páry (sekundární strana parogenerátoru), systém napájecí vody, jeden turbogenerátor a systém regenerace. Hlavní funkcí sekundárního okruhu je odvedení páry vzniklé v parogenerátorech k roztočení lopatek turbíny a výroby elektrické energie.

Třetí tzv. terciální okruh chladící vody odvádí zbytkové teplo z kondenzátorů turbíny do chladících věží. Hlavní funkcí tohoto okruhu je zpětná kondenzace páry prošlé turbínou.

Obr.3 – Schéma ETE.



- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1. Reaktor                    | 9. Kondenzátní čerpadlo  |
| 2. Hlavní cirkulační čerpadlo | 10. Regenerace           |
| 3. Parogenerátor              | 11. Napájecí čerpadlo    |
| 4. Kompenzátor                | 12. Elektrický generátor |
| 5. Separátor                  | 13. Transformátor        |
| 6. Vysokotlaký díl turbíny    | 14. Chladičí věž         |
| 7. Nízkotlaký díl turbíny     | 15. Čerpací stanice      |
| 8. Kondenzátor                | 16. Ochranná obálka      |

## **BEZPEČNOST JADERNÉ ELEKTRÁRNY**

Neustále se zdokonalujícím technickým provedením a mnohostrannými bezpečnostními opatřeními patří v současné době jaderné elektrárny k nejbezpečnějším technickým zařízením.

I přes všechny opatření však nelze vyloučit vznik poruch za provozu. Proto byla u jaderných elektráren vyvinuta zvláštní bezpečnostní zařízení, která chrání jak obyvatele v okolí jaderné elektrárny, tak personál, před škodlivými účinky radioaktivního záření.

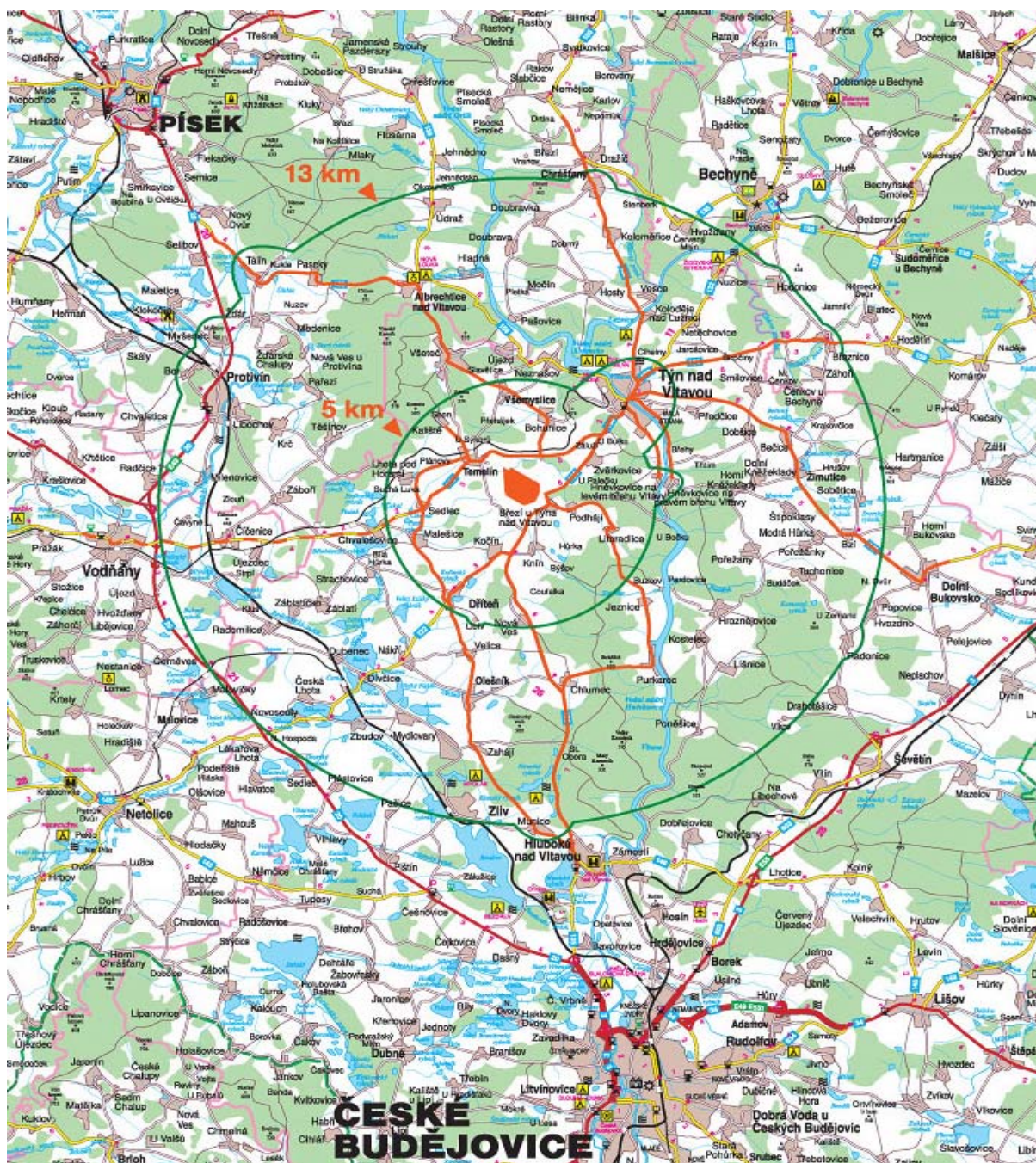
Provedené analýzy ukázaly, že pravděpodobnost vzniku poruchy reaktoru a z toho vyplývajícího ohrožení provozu jsou nesrovnatelně nižší než rizika, kterým je člověk vystaven v každodenním životě a která běžně přijímá.

Základním principem bezpečnosti jaderné elektrárny je zajištění neporušenosti ochranných bariér, které brání úniku radioaktivních látek obsažených v jaderném palivu do životního prostředí. Tyto ochranné bariéry jsou tvořeny:

- keramickým obalem palivového článku;
- hermetickým kovovým pokrytím jaderného paliva;
- konstrukcí primárního okruhu;
- železobetonovou ochrannou obálkou (kontejnmentem), která hermeticky odděluje primární okruh od životního prostředí.

Pro případ vzniku radiačních nehod a havárií musí být vypracován tzv. vnitřní a vnější havarijní plán. Vnější havarijní plán je připravován pro zónu havarijního plánování (ZHP). Pro jadernou elektrárnu Temelín je stanovena ZHP o poloměru 13 km (obr. 4). ZHP byla stanovena na základě analýz scénářů radiologických dopadů nadprojektových havárií, jejichž pravděpodobnost výskytu je menší než  $10^{-7}$ .

Obr. 4 - Zóna havarijního plánování ETE.



## **RADIAČNÍ NEHODY A HAVÁRIE**

Používání zdrojů ionizujícího záření neustále roste. Jako každá lidská činnost i používání zdroje ionizujícího záření je spojeno s možností vzniku mimořádných radiačních událostí.

Radiační mimořádné události jsou dle vyhlášky č. 318/2002 Sb. v platném znění, rozděleny dle závažnosti do tří klasifikačních stupňů.

*Prvním stupněm* je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřijatelnému ozáření zaměstnanců a dalších osob nebo nepřijatelnému uvolnění radioaktivních látek do prostor jaderného zařízení nebo pracoviště. Událost 1. stupně může být radiační nehodou, má omezený, lokální charakter a k jejímu řešení dostačují síly a prostředky obsluhy nebo pracovní směny.

*Druhým stupněm* je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřijatelnému závažnému ozáření zaměstnanců a dalších osob nebo k nepřijatelnému uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí, které nevyžaduje zavádění ochranných opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí. Událost 2. stupně je radiační nehodou, její řešení vyžaduje aktivaci zasahujících osob.

*Třetím stupněm* je klasifikována mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřijatelnému závažnému uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí, která vyžaduje zavádění neodkladných ochranných opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí. Událost 3. stupně je radiační havárií a její řešení vyžaduje kromě aktivace zasahujících osob držitele povolení a zasahujících osob podle vnějšího havarijního plánu zapojení dalších dotčených orgánů.



V případě vzniku radiační havárie tedy dochází k uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí a následnému usazování radioaktivních látek na budovách, půdě, rostlinách, lidské pokožce a oděvech. Tento proces je označován souhrnným názvem - kontaminace.

Do lidského organismu se radioaktivní látky mohou dostat vdechnutím, konzumací kontaminovaných tekutin a potravin, vstřebáním porušenou pokožkou, pak mluvíme o tzv. vnitřní kontaminaci. Zevní kontaminací rozumíme přítomnost radionuklidu na kůži, jelikož většina radionuklidů jsou  $\beta$  a  $\gamma$  zářiče, je organismus při kontaminaci částečně i celotělově ozařován paprsky  $\gamma$ .

Jakým způsobem a v jaké koncentraci se budou radioaktivní látky šířit mimo elektrárnu je především ovlivněno:

- vlastním průběhem radiační havárie;
- počasím v okamžiku radiační havárie.

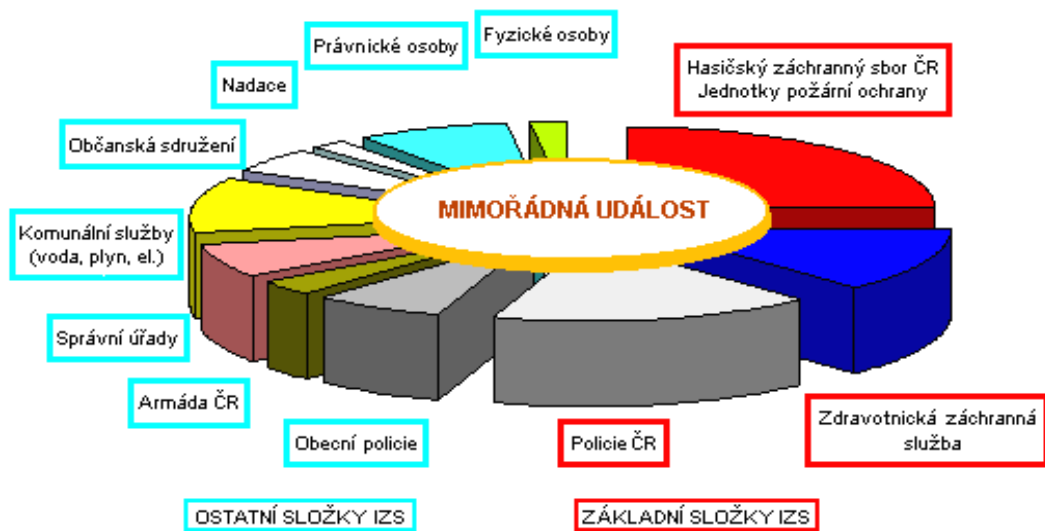
Činnosti prováděné v případě radiační havárie řeší vnitřní a vnější havarijní plán. Podle vnějšího havarijního plánu jsou přijímána opatření na ochranu zdraví lidí v ZHP. Omezení ozáření osob a životního prostředí při vzniku radiační havárie se uskutečňuje pomocí těchto ochranných opatření:

- neodkladná ochranná opatření - ukrytí, jódová profylaxe, evakuace;
- následná ochranná opatření - přesídlení, regulace požívání radionuklidu znečištěných potravin a vody a regulace používání radionuklidu znečištěných krmiv.

Na plánování a provádění opatření k ochraně obyvatelstva se podílejí orgány státní správy, samosprávy měst a obcí, složky integrovaného záchranného systému (IZS) a další orgány a organizace. ZS je koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací. Mezi základní složky IZS patří: Hasičský záchranný sbor České republiky, jednotky požární ochrany zapojené do plošného pokrytí kraje, Zdravotnická záchranná služba, Policie České republiky.

Mezi ostatní složky IZS patří: vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil, ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory, ostatní záchranné sbory, orgány ochrany veřejného zdraví, havarijní, pohotovostní a jiné služby, zařízení civilní ochrany, neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím.

Graf. 1 - Složky IZS.



## OCHRANA OBYVATELSTVA V PŘÍPADĚ RADIČNÍ HAVÁRIE

Základní informace o jaderné elektrárně Temelín



Zobrazit

Zásady chování v případě radiční havárie



**Zobrazit**

Ověřte si své znalosti



Zobrazit



Konec

## **JAK SE CHOVAT V PŘÍPADĚ VZNIKU RADIAČNÍ HAVÁRIE**

Znát možná rizika a vědět „co dělat při radiační havárii“ patří v současnosti mezi základní znalosti a dovednosti každého občana. Znamená to, být připraven a umět pomoci sobě i svým bližním.

Následující text si klade za cíl seznámit Vás s obecným návodem, podle kterého by jste se měli chovat a jednat v případě vzniku radiační havárie.

### **DŮLEŽITÁ TELEFONNÍ ČÍSLA**

**150** - Hasičský záchranný sbor ČR

**155** - Zdravotnická záchranná služba

**158** - Policie ČR

**156** - Městská (obecní) policie

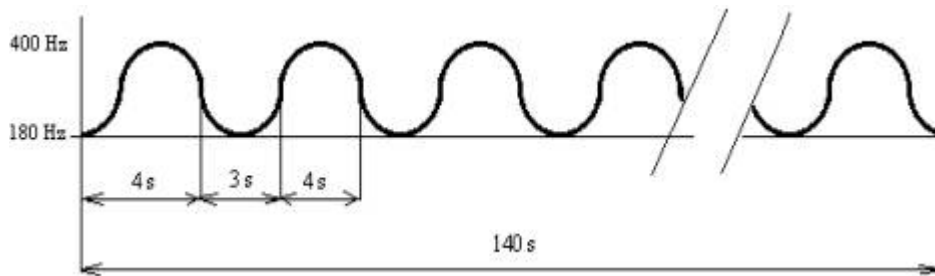
**112** - jednotné číslo tísňového volání pro všechny složky IZS ČR

### **VAROVÁNÍ OBYVATELSTVA**

Varování obyvatelstva je jedním z prvořadých opatření, které je nutné provést v případě vzniku nebo pravděpodobnosti vzniku radiační havárie. Účelem varování je zajistit, aby obyvatelstvo žijící v ZHP přijalo neodkladná ochranná opatření ke snížení působení uniklých látek na minimum.

V České republice je zaveden jednotný varovný signál VŠEOBECNÁ VÝSTRAHA. Tento signál je vyhlášován kolísavým tónem sirény po dobu 140 sekund a může být vysílán 3x po sobě v třiminutových intervalech (obr.1). Odvysílání tohoto signálu značí obecné nebezpečí. O tom, jaké nebezpečí Vám hrozí a jakým způsobem by jste se měli chránit budete informováni prostřednictvím rozhlasu, televize, místního rozhlasu, vozidly IZS atd.

Obr. 1 – Grafické vyjádření varovného signálu „VŠEOBECNÁ VÝSTRAHA“



### **Pokud uslyšíte zvuk sirén:**

- ujistěte se, že nejde o zkoušku systému varování;
- okamžitě se ukryjte;
- zavřete okna i dveře;
- zapněte rádio a nalad'te stanici - Český rozhlas radiožurnál - 91,1 MHz FM;
- zapněte televizor a sledujte kanál ČT1;
- ve vlastním zájmu se řiďte pokyny, které Vám budou sděleny.

### **UKRYTÍ**

Ukrytí obyvatelstva v ZHP je jedním z neodkladných ochranných opatření k omezení negativních důsledků ionizujícího záření a působení radioaktivních látek v případě radiační havárie. Pokyn pro ukrytí je vydáván prostřednictvím varovných hlášení ihned po varování obyvatelstva.

#### **Pokud zazní pokyn k ukrytí postupujte dle následujících zásad:**

- zachovejte klid a rozvahu;
- ukryjte se v budovách co nejbližší místa pobytu, nejlépe v místnosti středové, suterénní, sklepní nebo v místnostech na straně odvrácené od zdroje záření, s minimálním počtem oken a dveří;
- zavřete okna a pokud možno utěsněte okna a dveře, např. lepicí páskou;

- zapněte rozhlas na stanici Český rozhlas radiožurnál 1 - Radiožurnál - 91,1 MHz FM, nebo televizi a sledujte kanál ČT 1;
- vypněte ventilační a klimatizační zařízení, uzavřete ventilační otvory (koupelny, WC, spižírny atd.);
- uhasťte oheň v kamnech a jiných spalovacích zařízeních, nepoužívejte otevřený oheň, z důvodu zabránění nasávání vzduchu;
- telefon používejte jen v nejnutnějších případech, tzn. pro přivolání pomoci;
- postarejte se pokud možno o domácí a hospodářské zvířectvo, uzavřete je a dejte jim zásobu krmiva na 2 - 3 dny, zabraňte jim v požívání nechráněného krmiva a vody, zásobní krmivo a vodu zabezpečte před kontaminací překrytou plachtou nebo fólií z umělé hmoty;
- konzumujte pouze chráněné potraviny (uzavřené v obalech, v lahvích, uložené v ledničkách, konzervy apod.), zásadně nepožívejte potraviny, které se nacházeli po vyhlášení radiační havárie v nechráněném prostoru, zejména ovoce a zeleninu;
- neopouštějte zvolený úkryt, pokud prostřednictvím hromadných informačních prostředků případně orgánů krizové řízení nedostanete pokyn pro jinou činnost.

**Pokud z nějakého důvodu musíte opustit zvolený úkryt je nutné dodržet tyto zásady:**

- úkryt opusťte jen v nezbytných případech a na nezbytně nutnou dobu;
- vytvořte si improvizované prostředky individuální ochrany a zajistěte si podmínky k provedení dekontaminace;

- k ochraně nosu a úst použijte improvizované ochranné roušky (stačí navlhčený kapesník, ručník, přeložená gáza, toaletní papír);
- povrch těla chraňte pokud možno omyvatelnými prostředky:
  - hlavu chraňte čepicí, kloboukem, šálkou, kuklou, tak aby vlasy byly úplně zakryty a zvolená pokrývka také chránila čelo, uši a krk;
  - oči chraňte brýlemi (lyžařskými, plaveckými, motoristickými), větrací průduchy přelepte lepící páskou; pokud nejsou k dispozici brýle, chraňte oči přetažením průhledného igelitového sáčku přes hlavu a stáhněte sáček tkanicí v úrovni lícních kostí;
  - povrch těla chraňte kombinézou, kalhotami, pláštěnkou do deště nejlépe s kapucí, tyto ochranné oděvy je nutné dostatečně utěsnit u krku, rukávů a nohavic;
  - nohy chraňte vysokými botami nebo holínkami, ruce nejlépe zakryjte gumovými nebo koženými rukavicemi;
- po návratu do budovy je nutné provést hygienickou očistu:
  - odložte svrchní použité oblečení za dveřmi do domu;
  - vložte oblečení do igelitového pytle a těsně uzavřete;
  - dle možností se osprchujte nebo omyjte mýdlovou vodou, největší pozornost věnujte umytí rukou, obličeje, vousů a vlasů; vlasy pokud možno umývejte v předklonu pod tekoucí vodou, aby se zabránilo roznesení kontaminantu po celém těle;
  - nos, ústa a oči vypláchněte (borovou vodou, OPHTALEM nebo alespoň obyčejnou vodou);
  - oblečte si čisté prádlo a šatstvo.

V případě, že Vás varovný signál zastihne na volném prostranství, je nejvhodnější se neprodleně odebrat do nejbližší budovy alespoň k provizornímu ukrytí. Pokud se nacházíte ve škole nesnažte se dostat domů, bude o Vás postaráno.

### **JÓDOVÁ PROFYLAXE**

Jednou z látek unikajících při radiační havárii jaderných zařízení je radioaktivní jód. Jód má tendenci shromažďovat se ve štítné žláze člověka. Aby se předešlo hromadění radioaktivního jódu a následnému poškození zdraví, užívají se tablety s jódem neradioaktivním ve formě jodidu draselného (KI), který nasytí štítnou žlázu a zabrání ukládání jódu radioaktivního. Požití jódových tablet se provádí jednorázově po výzvě v hromadných sdělovacích prostředcích. Tablety je vhodné zapíjet malým množstvím čaje nebo jiného nealkoholického nápoje.

#### **Dávkování:**

- novorozenci do 1 měsíce - 1/4 tablety (16 mg KI);
- kojenci a děti do 3 let - 1/2 tablety (32 mg KI);
- děti od 3 do 12 let - 1 tableta (65 mg KI);
- osoby starší 12 let - 2 tablety (130 mg KI).

Účinnost jódové profylaxe závisí na době podání preparátu. Maximálního účinku se dosáhne podáním preparátu v době 1 až 6 hodin před únikem radioaktivního jódu nebo co nejdříve poté maximálně do 2 hodin. Předčasné nebo neopodstatněné užití tablet KI nezvýší blokaci štítné žlázy v době expozice organismu a naopak způsobí, že nebudou tablety k dispozici v situaci, kdy jejich skutečná potřeba.

Pokud z nějakého důvodu nemáte tablety k dispozici v budově, ve které se v daném okamžiku ukrýváte, nevycházejte pro ně ven. Ukrytí je z hlediska Vaší ochrany důležitým opatřením.



## **EVAKUACE**

Evakuace obyvatelstva je mezním, ale současně nejúčinnějším opatřením k zajištění jeho ochrany. K jejímu provedení jsou připraveny evakuační plány, podle nichž jsou lidé evakuováni do předem stanovených míst nouzového ubytování. Evakuaci vyhláší orgány krizového řízení na základě doporučení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost z analýzy výsledků monitorování radiační situace. Pokyny k přípravě a zahájení evakuace budou vysílány rozhlasem, televizí, místními sdělovacími prostředky nebo jinými náhradními prostředky.

### **V případě, že je nařízena evakuace:**

- připravte si evakuační zavazadlo;
- připravte si prostředky individuální ochrany, pokud tyto prostředky nemáte k dispozici použijte k ochraně těla a dýchacích cest prostředky improvizované ochrany (viz. kapitola ukrytí);
- dodržujte zásady pro opuštění bytu;
- dodržujte pokyny orgánů zabezpečujících evakuaci.

### **Evakuační zavazadlo by mělo obsahovat (obr. 2):**

- osobní doklady (občanský průkaz, cestovní pas, rodný list, řidičský průkaz, kartu zdravotní pojišťovny);
- léky, zdravotní pomůcky, brýle ke čtení;
- cennosti (peníze, šperky vkladní knížky, cenné papíry, pojišťovací smlouvy, platební a sporožirové karty);
- sezónní oblečení (náhradní oděv, obuv, prádlo, pláštěnka);
- hygienické potřeby;
- spací pytel, karimatku nebo nafukovací lehátko;
- jídelní nádobí, potřeby pro šití, kapesní nůž, otvírač na konzervy;
- základní potraviny na 2 - 3 dny, včetně nápojů;

- kapesní svítilnu, náhradní baterie, svíčky, zapalovač, zápalky.

*Obr. 2 – Evakuační zavazadlo.*



### **Zásady pro opuštění bytu**

#### **Před odchodem z Vašeho bytu proved'te následující opatření:**

- vypněte všechny elektrické spotřebiče s výjimkou ledničky a mrazáku, hlavní elektrický jistič nevypínejte;
- uložte potraviny, které podléhají zkáze do ledničky, mrazáků nebo je vyhod'te;
- uhas'te (vypněte) všechna zařízení pracující na principu spalování;
- uzavřete hlavní uzávěr vody a plynu;
- zkontrolujte uzavření oken;
- dětem vložte do kapsy oděvu cedulku se jménem a adresou;
- hospodářská zvířata uzavřete v chlévech, kotcích a zásobte je krmivem a vodou na 2 - 3 dny;
- odpojte anténní svody od přijímačů;

- budovu opouštějte jen na pokyny pracovníků místní samosprávy dotčeného území a složek IZS;
- přesvědčete se, že o vyhlášení evakuace vědí Vaši sousedé;
- vezměte si evakuační zavazadlo;
- k přesunu použijte doporučené ochranné prostředky (prostředky improvizované ochrany);
- zamkněte byt;
- na dveře Vašeho bytu umístěte viditelně zprávu (tzv. evakuační lístek) pro evakuační orgány, která bude obsahovat údaje o počtu evakuovaných osob, jejich jméno a příjmení, den a hodina evakuace;
- dostavte se na určené místo.

K provedení evakuace budou do jednotlivých obcí ZHP přistaveny autobusy, které Vás dopraví do míst nouzového ubytování. Způsob nasedání do autobusů bude upřesněn místně dostupnými prostředky. V místě, kam budete evakuováni, bude pro Vás připraveno ubytování, strava a lékařská pomoc. Následně bude zajištěno i Vaše další sociální zabezpečení.

## OCHRANA OBYVATELSTVA V PŘÍPADĚ RADIČNÍ HAVÁRIE

Základní informace o jaderné elektrárně Temelín



Zobrazit

Zásady chování v případě radiční havárie



Zobrazit

Ověřte si své znalosti



**Zobrazit**



Konec

1. Jaderná elektrárna Temelín leží:
  - a) v severních Čechách;
  - b) v jižních Čechách;
  - c) na Moravě.
  
2. Jaderná elektrárna Temelín je vybavena:
  - a) tlakovodním reaktorem;
  - b) varným reaktorem;
  - c) rychlým množivým reaktorem.
  
3. Hlavní funkcí primárního okruhu je:
  - a) odvedení tepla vznikajícího v aktivní zóně reaktoru a jeho předání sekundárnímu okruhu prostřednictvím parogenerátorů, ve kterých se tvoří pára;
  - b) je odvedení páry vzniklé v parogenerátorech a výroba elektrické energie;
  - c) odvést zbytkové teplo z kondenzátorů turbíny do chladících věží.
  
4. Pro případ vzniku radiační nehody nebo havárie musí být vypracovány:
  - a) jednotlivé plány;
  - b) osobní plány;
  - c) havarijní plány.
  
5. Pro jadernou elektrárnu Temelín je zóna havarijního plánování stanovena o poloměru:
  - a) 15 km;
  - b) 13 km;
  - c) 12 km.
  
6. Radiační havárie je definována jako:
  - a) mimořádná událost, která nevede k uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí;
  - b) mimořádná událost, která vede nebo může vést k nepřipustnému závažnému uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí, vyžaduje zavádění neodkladných opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí;
  - c) mimořádná událost, může vést k nepřipustnému závažnému uvolnění radioaktivních látek do životního prostředí, nevyžaduje zavádění neodkladných opatření k ochraně obyvatelstva a životního prostředí.

7. Mezi základní složky IZS patří:
  - a) Policie ČR, Hasičský záchranný sbor, zdravotnická záchranná služba, Městská policie;
  - b) Hasičský záchranný sbor, jednotky požární ochrany, zdravotnická záchranná služba, Policie ČR;
  - c) Hasičský záchranný sbor České republiky, jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje, Zdravotnická záchranná služba, Policie České republiky.
  
8. Mezi neodkladná ochranná opatření patří:
  - a) vyrozumění, ukrytí obyvatelstva, jódová profylaxe, evakuace obyvatelstva;
  - b) ukrytí obyvatelstva, jódová profylaxe, evakuace;
  - c) varování obyvatelstva, evakuace, ukrytí.
  
9. Pro varování obyvatelstva je v ČR zaveden:
  - a) varovný signál VŠEOBECNÁ VÝSTRAHA, tento signál je vyhlašován stálým tónem sirény po dobu 180 sekund;
  - b) varovný signál VŠEOBECNÁ VÝSTRAHA, tento signál je vyhlašován kolísavým tónem sirény po dobu 140 sekund a může být vysílán 3x po sobě v třiminutových intervalech;
  - c) varovný signál VŠEOBECNÁ VÝSTRAHA, tento signál je vyhlašován přerušovaným tónem sirény po dobu 140 sekund a může být vysílán v dvacetiminutových intervalech.
  
10. Pokud uslyšíte zvuk sirény:
  - a) budete pokračovat ve své dosavadní činnosti;
  - b) ukryjete se v nejbližší budově, zavřete okna a dveře a utěsníte je, pustíte si televizi nebo rozhlas a budete se řídit instrukcemi televizního nebo rozhlasového vysílání;
  - c) namočíte ručník nebo kapesník do vody a budete dýchat přes něj, ukryvat se nemusíte.
  
11. K čemu slouží jódová profylaxe:
  - a) k vniknutí radioaktivního jódu do štítné žlázy;
  - b) k nasycení štítné žlázy neradioaktivním jódem a zabránění ukládání radioaktivního jódu ve štítné žláze;
  - c) k nasycení štítné žlázy radioaktivním jódem a zabránění ukládání neradioaktivního jódu ve štítné žláze.

12. V případě, že bude nařízena evakuace:

- a) připravíte si evakuační zavazadlo, prostředky individuální ochrany, pokud tyto prostředky nemáte k dispozici použijete k ochraně těla a dýchacích cest prostředky improvizované ochrany, budete dodržovat zásady pro opuštění bytu a pokyny orgánů zabezpečující evakuaci;
- b) připravíte si evakuační zavazadlo, prostředky individuální ochrany, pokud tyto prostředky nemáte k dispozici použijte k ochraně těla a dýchacích cest improvizovanou ochranu, nebudete dodržovat zásady pro opuštění bytu a pokyny orgánů zabezpečující evakuaci;
- c) připravíte si evakuační zavazadlo, nebudete dodržovat zásady pro opuštění bytu a pokyny orgánů zabezpečující evakuaci.

13. Evakuační zavazadlo by mělo obsahovat:

- a) osobní doklady, léky, zdravotní pomůcky, cennosti, sezónní oblečení, jídelní nádobí, potřeby pro šití, kapesní nůž, otvírač na konzervy, základní potraviny, kapesní svítilnu, náhradní baterie;
- b) osobní doklady, léky, zdravotní pomůcky, brýle ke čtení, cennosti, sezónní oblečení, hygienické potřeby, spací pytel, jídelní nádobí, potřeby pro šití, kapesní nůž, otvírač na konzervy, základní potraviny na 2 - 3 dny, včetně nápojů, kapesní svítilnu, náhradní baterie, svíčky, zapalovač, zápalky;
- c) cennosti, hygienické potřeby, spací pytel, jídelní nádobí, potřeby pro šití, kapesní nůž, kapesní svítilnu, náhradní baterie, svíčky, zapalovač, zápalky.

14. Pokud nemáte k dispozici prostředky individuální ochrany, musíte použít tzv. prostředky improvizované ochrany dýchacích orgánů a povrchu těla.

K ochraně dýchacích cest použijete:

- a) navlhčenou roušku (složený kapesník, ručník, utěrku), kterou upevníte na zátylku šálou či šátkem;
- b) suchý kapesník, který upevníte na zátylku šálou či šátkem;
- c) papír, který si budete přidržovat před ústy.

15. K ochraně povrchu těla a hlavy použijete:

- a) čepici či klobouk, brýle (nejlépe lyžařské, plavecké, motoristické), kombinézu, kalhoty, bundu, pláštěnku, vysoké boty nebo holinky, rukavice;
- b) čepici či klobouk, kombinézu, kalhoty, bundu, pláštěnku, vysoké boty nebo holinky;
- c) klobouk, čepici, brýle (nejlépe lyžařské, plavecké, motoristické), boty, rukavice.

16. Před odchodem z bytu:

- a) vypnete všechny elektrické spotřebiče s výjimkou ledničky a mrazáku, hlavní elektrický jistič nebudete vypínat;
- b) necháte všechny elektrické spotřebiče zapnuté, vypnete pouze hlavní elektrický jistič;
- c) vypnete všechny elektrické spotřebiče, hlavní elektrický jistič nebudete vypínat.

Výsledky testu:

1.	b	9.	b
2.	a	10.	b
3.	a	11.	b
4.	c	12.	a
5.	b	13.	b
6.	b	14.	a
7.	c	15.	a
8.	b	16.	a



### 9.3 Text předtočené varovné relace

Varovné hlášení pro případ radiální havárie v Jaderné elektrárně Temelín.

Vážení občané,

věnujte, prosím, pozornost následující mimořádné závažné zprávě.

V objektu Jaderné elektrárny Temelín byla vyhlášena mimořádná událost třetího stupně, radiální havárie.

Pracovníci jaderné elektrárny již pracují na odstranění havárie a průběžně vyhodnocují radiální situaci. Jsou prováděna všechna dostupná opatření k minimalizaci úniku radioaktivních látek. Zachovejte klid a vyslechněte celé mimořádné hlášení.

Další informace jsou určeny pro obyvatele, kteří se nacházejí v zóně havarijního plánování, to znamená v okruhu do třinácti km od Jaderné elektrárny Temelín.

Žádáme všechny obyvatele, kteří se nacházejí v tomto pásmu, aby se ukryli do obytných budov a soustředili se nejlépe do střední, případně suterénní místnosti s minimálním počtem oken, dveří a jiných větracích otvorů. Pokud tuto možnost nemáte, zvolte místnost s okny a dveřmi na straně odvrácené od elektrárny. Ani tam se však nezdržujte u oken.

Je třeba, abyste uzavřeli a utěsnili okna, dveře, uzavřeli všechny ventilační otvory, vypnuli větrací, klimatizační zařízení a uhasili oheň v kamnech a jiných spalovacích zařízeních.

Dále vyzýváme obyvatele v třináctikilometrovém pásmu, aby neprodleně požili tablety jodidu draselného, a to podle příbalové informace v následujícím dávkování:

- novorozenci do jednoho měsíce věku - 1/4 tablety
- kojenci a děti do tří let - 1/2 tablety
- děti ve stáří od tří do dvanácti let - 1 celá tableta
- mladiství starší dvanácti let a dospělí - 2 tablety.

Do obdržení další informace neopouštějte ve vlastním zájmu úkryt.

Pokyny a instrukce Vám budou sděleny prostřednictvím Českého rozhlasu na stanicích ČRo - 1 Radiožurnál, ČRo – České Budějovice a Českou televizí na okruhu ČT1. Nepřeladujte proto ani nevypínejte váš rozhlasový nebo televizní přijímač. V obcích v okolí jaderné elektrárny budou důležité informace rovněž předávány prostřednictvím místních rozhlasů.

Dodržujte ve vlastním zájmu všechny pokyny orgánů místní samosprávy a orgánů krizového řízení.

Zachovejte klid a rozvahu a pozorně si znovu pročtěte Příručku pro ochranu obyvatelstva pro případ radiační havárie Jaderné elektrárny Temelín, kterou jste již obdrželi. Naleznete v ní důležité informace o opatřeních, omezeních a postupech platných pro tuto mimořádnou situaci.

Vážení občané, věnujte, prosím, pozornost následujícím pokynům k přípravě na zahájení evakuace. Jsou určeny pouze pro obyvatele, kteří se nacházejí ve vnitřní pětakilometrové části zóny havarijního plánování. Ta zahrnuje tyto obce a osady:

Týn nad Vltavou, Všemyslice, Bohunice, Záluží, Zvěrkovice, Temelín, Kaliště, Hněvkovice na levém i pravém břehu Vltavy, Lhota pod Horami, Sedlec, Shon, Litoradlice, Malešice, Kočín, Dříteň, Libív a Nová Ves. Obyvatele těchto obcí a osad žádáme, aby zahájili přípravu k evakuaci podle pokynů orgánů místní samosprávy a orgánů krizového řízení a podle informací uvedených v Příručce pro ochranu obyvatelstva pro případ radiační havárie Jaderné elektrárny Temelín.

Připravte si evakuační zavazadlo, které by mělo obsahovat:

- osobní doklady (občanský průkaz, cestovní pas, rodný list, průkaz pojištěnce, doklady k provozování motorového vozidla, včetně dokladů rodinných příslušníků);
- léky a zdravotní pomůcky (osobní léky, obvazy a další vybavení běžné lékárničky), brýle ke čtení;
- cennosti (peníze, šperky, vkladní knížky, cenné papíry, pojišťovací smlouvy, platební a sporožirové karty)

- sezónní oblečení (náhradní oděv, prádlo, obuv, pláštěnka);
- přiměřenou zásobu prostředků osobní hygieny a hygienických potřeb;
- spací pytel (příkrývky), karimatku nebo nafukovací lehátko;
- jídelní nádobí, potřeby na šití, kapesní nůž, otvírač na konzervy;
- základní trvanlivé potraviny na 2 - 3 dny, včetně nápojů;
- kapesní svítilnu a náhradní baterie, svíčky, zapalovač, zápalky;
- dále se doporučuje přenosný rozhlasový přijímač, psací potřeby a dopisní obálky se známkami, píšťalku, předměty pro vyplnění dlouhé chvíle (např. stolní společenskou hru, knížku).

Pokud máte k dispozici uzavřený automobil, bude možná i samoevakuace. Důkladně však zvažte, zda je vaše vozidlo v dobrém technickém stavu, máte-li dostatečnou zásobu pohonných hmot a znáte-li cestu k cílovému místu evakuace. V neposlední řadě zvažte, zda jste způsobilí k jízdě.

Do obdržení další informace k zahájení evakuace neopouštějte v žádném případě ve vlastním zájmu úkryt.

Ještě jednou opakujeme jména obcí a osad, kterých se příprava na zahájení evakuace týká: Týn nad Vltavou, Všemyslice, Bohunice, Záluží, Zvěrkovice, Temelín, Kaliště, Hněvkovice na levém i pravém břehu Vltavy, Lhota pod Horami, Sedlec, Litoradlice, Malešice, Kočín, Dříteň, Libív a Nová Ves.