

**Státní úřad
pro jadernou bezpečnost**

**jaderná
bezpečnost**

**ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ
ZAŘÍZENÍ
JADERNÝCH ELEKTRÁREN**

**bezpečnostní návod JB-2.1
revize 1**

**SÚJB
duben 2015**

Jaderná bezpečnost

ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ ZAŘÍZENÍ JADERNÝCH ELEKTRÁREN

Vydal: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, rev. 1, duben 2015

Tisk:

Účelová publikace bez jazykové úpravy

OBSAH

OBSAH	3
1. ÚVOD	5
DŮVOD VYDÁNÍ	5
CÍL	5
PŮSOBNOST	5
PLATNOST	5
2. ZKRATKY, DEFINICE, POJMY	6
ZKRATKY	6
DEFINICE, POJMY	6
3. VÝCHODISKA	11
ROZSAH	12
STRUKTURA	12
4. ZÁKLADNÍ KONCEPCE	13
ZÁKLADNÍ KONCEPCE ŘÍZENÉHO STÁRNUTÍ	13
ZÁKLADNÍ KONCEPCE ŘÍZENÍ ZASTARÁVÁNÍ	15
POŽADAVKY	17
PROJEKTOVÁNÍ	17
VÝROBA A MONTÁŽ	18
UVEDENÍ DO PROVOZU	19
PROVOZ	19
DLOUHODOBÝ PROVOZ	20
VYŘAZOVÁNÍ Z PROVOZU	21
5. ŘÍZENÉ STÁRNUTÍ PROVOZOVANÉ JE	22
ORGANIZAČNÍ USPOŘÁDÁNÍ	22
SBĚR DAT A UDRŽOVÁNÍ ZÁZNAMŮ	25
VÝBĚR KKS PRO ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ	25
ZHODNOCENÍ ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ	26
Porozumění stárnutí	28
Sledování stárnutí	28
Zmírňování stárnutí	28
Zpráva/záznam o zhodnocení řízení stárnutí	28
HODNOCENÍ STAVU KKS	29
VÝVOJ PROGRAMŮ ŘÍZENÉHO STÁRNUTÍ	29

PROVÁDĚNÍ /ZAVÁDĚNÍ PROGRAMŮ ŘÍZENÉHO STÁRNUTÍ	30
ZDOKONALOVÁNÍ PROGRAMŮ ŘÍZENÉHO STÁRNUTÍ	32
DLOUHODOBÝ PROVOZ	32
6. ZÁVĚR	33
7. PŘÍLOHA 1 – Srovnání s referenčními úrovněmi WENRA oblast wenra oblast I	34
8. PŘÍLOHA 2 – Kritéria pro dlouhodobý provoz jaderných elektráren (LTO)	35
9. REFERENCE	45

1. ÚVOD

DŮVOD VYDÁNÍ

(1.1) Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) je ústředním orgánem státní správy, který vykonává státní správu a kontrolu při využívání jaderné energie a ionizujícího záření, v oblasti radiační ochrany a v oblasti jaderné, chemické a biologické ochrany.

(1.2) V rámci své pravomoci a působnosti, v souladu se zásadami činnosti správních orgánů a mezinárodní praxí, vydává bezpečnostní návody, ve kterých dále rozpracovává požadavky jaderné bezpečnosti.

CÍL

(1.3) Tento bezpečnostní návod Řízení stárnutí jaderných elektráren je součástí série bezpečnostních návodů, které rozpracovávají požadavky, které definovala asociace WENRA vydáním Referenčních úrovní – „WENRA Reactor Safety Reference Levels, 2007“ [8], "WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors – Update in relation to lessons learned from TEPCO FUKUSHIMA DAI-ICHI Accident - 24th September 2014" [20] a „Waste and Spent Fuel Safety Reference Levels Report, 2006“ (dále jen jako „Referenční úrovně“) a dále rozpracováním požadavků Mezinárodní agentury pro atomovou energii [9].

(1.4) Je určen zejména pro držitele povolení k provozu jaderného zařízení, kterému nabízí možný postup, jehož dodržení mu zajistí, že jeho aktivity v dané oblasti budou v souladu s požadavky atomového zákona, jeho prováděcími předpisy a naplní příslušné Referenční úrovně WENRA.

PŮSOBNOST

(1.5) Tento návod je zaměřen na jaderná zařízení ve smyslu Společné úmluvy o jaderné bezpečnosti - jaderné elektrárny, jeho principy a postupy lze vztáhnout také na další jaderná zařízení.

PLATNOST

(1.6) Toto vydání (rev. 1) se ověřuje po dobu 12 měsíců od vydání návodu SÚJB. V tomto období se návrhy na změnu a doplnění příslušných částí realizují postupem, který určí SÚJB. Před uplynutím doby platnosti na základě vydaných změn a doplnění, v souladu s novými poznatky vědy a techniky a získaných zkušeností s praktickým používáním připraví SÚJB vydání nové, které na toto bezprostředně naváže.

2. ZKRATKY, DEFINICE, POJMY

ZKRATKY

AMP	Aging management program
AMR	Aging management review
BN	Bezpečnostní návod
IAEA	International atomic energy agency
IRS	Incident reporting system
JE	Jaderná elektrárna
KK	Konstrukce a komponenty
KKS	Konstrukce, komponenty a systémy
LTO	Dlouhodobý provoz (Long Term Operation)
MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
NRC	Nuclear Regulatory Commission
NTD	Normativně technická dokumentace
NUC NET	The Communications Network for Nuclear Energy and Ionising Radiation
PŘS	Program řízeného stárnutí
PSR	Periodic safety review
SKŘ	Systémy kontroly a řízení
SSC	SSC-Systems, Structures and Components
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
TLAA	Časově omezené hodnocení stárnutí (Time Limited Ageing Analysis)
WANO	The World Association of Nuclear Operators
WENRA	Western European Nuclear Regulators' Association

DEFINICE, POJMY

Aktivní bezpečnostní funkce KKS

Aktivní bezpečnostní funkce KKS je bezpečnostní funkce, působící na základě iniciace jiným systémem nebo pracovníky obsluhy při využití projektem určených zdrojů energie a dalších médií. Může to být i využití naakumulované energie a médií na základě iniciace.

Bezpečnostní limit

Bezpečnostní limit je mezní hodnota parametru (charakterizujícího chování KKS), jejíž dosažení znamená poruchu daného KKS.

Bezpečnostní rezerva

Bezpečnostní rezerva je hodnota rozdílu mezi bezpečnostním limitem a kritériem přijatelnosti. Jestliže je kritérium přijatelnosti splněno, jsou dostupné bezpečnostní rezervy zachovány.

Časově omezené hodnocení stárnutí (TLAA)

TLAA jsou výpočty a hodnocení zařízení JE uvažující dopady stárnutí, obsahující časově omezené předpoklady definované pomocí předpokládané doby provozu, obsahující závěry nebo poskytující podklady pro závěry týkající se schopnosti komponenty nebo konstrukce provést požadované funkce.

Dlouhodobý provoz

Provoz za hranicí definovaného časového rámce daného projektem, standardy, licencí, anebo předpisy, který je potvrzen hodnocením bezpečnosti s uvážením procesů ovlivňujících životnost a vlastnosti KKS.

Degradace

Představuje zhoršování charakteristik KKS. V případě postupné degradace časem nebo užíváním mluvíme o stárnutí.

Degradačním mechanismus

Je způsob (forma), jakým degradace probíhá. Nejsou-li dopady působení degradačních mechanismů zmírňovány, může to vést na selhání daných KKS, které přestávají plnit svou předepsanou funkci. Degradační mechanismy, které mohou vést až na selhání komponenty, nazýváme významné.

Dopady stárnutí

Požadavek na stanovení dominantního mechanismu stárnutí je dnes považován za problematický, protože občas (hlavně pro aktivní komponenty) je příliš komplikované, neekonomické nebo dokonce nemožné stanovit tento dominantní mechanismus stárnutí. Proto je lépe požadovat především znalost dopadů stárnutí, i když nikdo nezpochybňuje, že znalost dominantního mechanismu stárnutí a s ním spojených zákonitostí je také velmi důležitá

Pro pochopení podstaty problému nebo i konkrétní rozbor je užitečná zpětná analýza poruch a jejich následků, kterou lze s příklady zapsat následovně:

- ztráta požadované funkce zařízení
ztráta integrity ...
- poruchy zařízení vedoucí ke ztrátě funkce
křehký lom, plastický kolaps, ...
- dopady stárnutí způsobující poruchu
trhlina, zmenšená tloušťka stěny, ...
- degradační mechanismus způsobující uvedené dopady
korozní praskání, zmenšování tloušťky stěny, ...
 - provozní podmínky
tlak, teplota, vibrace, pH média, ...
 - materiálové vlastnosti
chemické složení, ...
 - konstrukční provedení
existence štěrbin, ...
 - výrobní technologie umožňující vznik a působení degradačního mechanismu
zbytková pnutí, ...

- provozní podmínky způsobující poruchu
provozní zatížení, ...

První úroveň je následek, další úroveň příčina, příčina se mění v následek atd.

Potenciální dopady stárnutí a degradační mechanismy jsou všechny takové degradační mechanismy a dopady stárnutí, které se mohou na KK daného typu za určitých podmínek vyskytnout (vstupem může být mezinárodní zkušenost, VaV atd.).

Skutečné (prokázané) dopady nebo mechanismy stárnutí jsou takové, které byly v minulosti zjištěny na dané KK nebo KK podobných konstrukcí, a rovněž dopady stárnutí způsobené provozními podmínkami hodnocené JE.

Komoditní skupina zařízení

Komoditní skupina zařízení pro hodnocení stavu zařízení pro LTO je vytvořena tak, že každá zahrnuje vzájemně podobné komponenty, a to jak z pohledu degradačních mechanismů, tak z pohledu aplikace podobných postupů péče a údržby, tj. skupiny mající podobný systém sledování výkonnosti a stavu.

Pasivní bezpečnostní funkce KKS

Pasivní bezpečnostní funkce KKS je bezpečnostní funkce zajišťovaná bez vnější dodávky energie a bez řízené iniciace (tedy odolností a vhodným uspořádáním KKS samovolně).

Program řízeného stárnutí (PŘS)

Definice zastřešujícího „Programu řízeného stárnutí“ převzatá z požadavků WENRA:

„Programem řízeného stárnutí (PŘS) se rozumí program k identifikování všech mechanismů stárnutí, které jsou relevantní pro KKS důležité z hlediska bezpečnosti, ke stanovení jejich možných dopadů a ke stanovení nezbytných opatření pro zachování provozuschopnosti/funkčnosti a spolehlivosti těchto KKS.“

Obecně je PŘS dokumentovaný souhrn činností a postupů, které vedou k dosažení výše uvedeného. Dokumentací PŘS může být samostatný dokument popisující množinu činností spojenou s řízením stárnutí KKS, ale i dokumenty, které lze považovat za analogické s programy řízeného stárnutí, přestože nejsou jako programy řízeného stárnutí formálně označeny (při hodnocení jsou však brány v úvahu a jsou na ně kladeny stejné požadavky, jako na programy řízeného stárnutí, tzn. různé programy elektrárny, jako jsou programy údržby, program provozních kontrol apod.).

Řízení stárnutí

Řízení stárnutí konstrukcí a komponent jaderné elektrárny důležitých pro bezpečnost představuje včasné (preventivní) určení (predikcí a nebo detekcí) degradace vlastností těchto komponent na úroveň ohrožující dodržení požadovaných bezpečnostních rezerv a provedení nápravných nebo zmírňujících opatření.

Proces řízení stárnutí zahrnuje tři základní kroky:

1. výběr KKS JE, pro které by mělo být stárnutí hodnoceno,
2. porozumění dominantním mechanismům stárnutí KK vybraných v předchozím bodě a nalezení nebo vyvinutí účinných a použitelných metod pro monitorování a zmírňování dopadů jejich stárnutí,

3. řízení degradace vlastností vybraných konstrukcí a komponent způsobených stárnutím pomocí realizace včasných a účinných opatření v oblasti provozních kontrol, údržby a řízení provozu (odpovídající návrh, výroba, skladování a montáž jsou také významné pro řízení stárnutí), nezbytných pro zachování provozuschopnosti/funkčnosti a spolehlivosti těchto konstrukcí a komponent.

Řízení životnosti

Řízení životnosti je proces spojující řízené stárnutí a ekonomické plánování. Z hlediska zajištění bezpečnosti JE jsou důležité zejména následující dva aspekty:

- optimalizovat provoz, údržbu a dobu životnosti KKS,
- udržovat požadovanou úroveň výkonnosti, spolehlivosti a bezpečnosti,

„Scoping“

Scoping¹ je proces výběru zařízení určených k hodnocení zařízení pro LTO z pohledu jejich bezpečnostní významnosti.

„Screening“

Screening² je proces užšího výběru zařízení z rozsahu daného Scopingem, pro která je nutné vedle zhodnocení jejich současného fyzického stavu odstupňovaným přístupem prokázat/demonstrovat, že jejich stárnutí je řízeno odpovídajícím způsobem, tedy u kterých je nutno provést zhodnocení současného stavu řízení jejich stárnutí

Stárnutí, materiálové a funkční stárnutí KKS

Je děj, který v závislosti na čase provozu anebo četnosti používání mění fyzikální charakteristiky zařízení jaderné elektrárny a pokud není tento vliv zmírňován, zmenšuje bezpečnostní rezervy (faktory) obsažené v projektu zařízení JE rychleji než je přijatelné, zvyšuje riziko poruch a snižuje úroveň jejich bezpečnosti a tím i bezpečnosti celé JE.

Všechny KKS jaderné elektrárny podléhají nějakým způsobem fyzickým změnám, které jsou způsobeny stárnutím. Tyto změny mohou případně zhoršit výkon jejich funkcí důležitých pro bezpečnost a životnost. Rychlost těchto změn se značně liší. Stárnutí všech materiálů (včetně spotřebních materiálů jako např. maziva) KKS, které může vést ke zhoršení výkonu jejich funkcí, by mělo být proto porozuměno a kontrolováno. Efektivní kontrola a řízení degradace KKS způsobené stárnutím je dosažena pomocí systematického procesu řízení stárnutí tvořeného následujícími činnostmi (úkoly) založenými na porozumění stárnutí KKS:

- provoz v souladu s provozními předpisy s cílem minimalizace rychlosti degradace,
- kontroly a sledování odpovídající aplikovatelným požadavkům s cílem včasné detekce a charakterizace libovolné degradace,
- hodnocení sledované degradace v souladu s vhodnými předpisy (kritérii) technickými normami a postupy pro posouzení integrity a funkční schopnosti,
- údržba (preventivní i korektivní údržba, opravy nebo výměny dílů) pro prevenci nebo zmírnění nepříjemné degradace a tím pro předcházení poruch a selhání KKS.

¹ Součást činnosti Výběr KKS pro řízení stárnutí dle kap. 5.

² Součást činnosti Výběr KKS pro řízení stárnutí dle kap. 5.

Životnost

Životnost pro účely tohoto BN: Období, během něhož má KKS schopnost plnit požadovanou funkci do dosažení mezního stavu při stanoveném systému předpokládané údržby a oprav. Mezním stavem se rozumí stav, ve kterém musí být jeho další využívání přerušeno pro neodstranitelné porušení a neodstranitelné překročení stanovených mezních parametrů.

Zhodnocení řízení stárnutí a Hodnocení stavu zařízení (Ageing Management Review – „AMR“)³

Zhodnocení řízení stárnutí a Hodnocení stavu zařízení JE vybraných Screeningem (po provedeném Scopingu) má za cíl ověřit, zda jsou degradační mechanismy (nebo dopady stárnutí) působící na tato zařízení správně identifikovány a dostatečně řízeny po dobu LTO. Je zároveň jednou ze součástí celkového hodnocení bezpečnostních aspektů dlouhodobého provozu jaderných elektráren. Pro KKS, které jsou výstupem Scopingu a následného Screeningu v rámci příprav na LTO JE, je nutné vyhodnotit tyto hlavní oblasti:

- aktuální fyzický stav KKS
- schopnost identifikace možných následků stárnutí a degradačních mechanismů, kritických částí/míst, kritických charakteristik materiálů a prostředí, ve kterém KKS pracují
- udržování dokumentace o hodnocení stárnutí KKS (dokumentace degradačních mechanismů a jejich dopadů na stav KKS, atd.) během plánovaného období LTO
- programy řízeného stárnutí (existenci adekvátních PŘS, jejich technickou správnost a kvalitu provádění) s cílem prokázat, že všechny dopady stárnutí jsou vhodně řízeny během plánovaného období LTO
- TLAA a jejich odpovídající revalidace, pokud byly TLAA aplikovány

Ageing Management Review je dalším krokem po provedení Scopingu a Screeningu⁴.

³ Definice je kompilací dle IAEA, Services Series No. 26 a IAEA, Safety Reports Series No. 57 (zde je použit pojem „Assessment and Management of Structures and Components for Ageing Degradation for LTO“ s tím, že stejný proces je v některých členských zemích IAEA nazýván „Ageing Management Review“ a tak je tomu i v ČR). Přihlédnuto je i k IAEA TECDOC-1736.

⁴ V Safety Reports Series No. 57 je vývojový diagram „Screening proces for LTO“, který může způsobit nedorozumění. Jinak je značen u diagramu a jinak v textu. Správně má být obrázek označen Fig. 3. Navíc dle diagramu by bylo možné chybně usoudit, že Ageing Management Review je součástí Screeningu.

3. VÝCHODISKA

(3.1) Význam řízení stárnutí jaderných elektráren jako důležitého nástroje pro bezpečnost provozu jaderných zařízení zdůrazňuje např. čl. 6 a 8c Směrnice Rady 2009/71/EURATOM ze dne 25. června 2009, kterou se stanoví Rámec Společenství pro jadernou bezpečnost jaderných zařízení, ve znění směrnice Rady 2014/87/Euratom ze dne 8. července 2014 [1] nebo čl. 14 a čl. 19 Úmluvy o jaderné bezpečnosti [2] a čl. 9 a čl. 16 Společné úmluvy [3]. Obecné principy jsou dále obsaženy v Fundamental Safety Principle SF-1 [9].

(3.2) V harmonizační studii pracovní skupiny pro reaktorovou bezpečnost asociace WENRA vydané v roce 2006 a aktualizované v roce 2014 jsou stanoveny pro tematickou oblast I tzv. referenční úrovně, které vyjadřují požadavky na tuto oblast pro země EU [8]. Ty uvádějí, že držitel povolení má Program řízeného stárnutí, který stanovuje všechny mechanismy a dopady stárnutí důležité pro KKS, mající vztah k bezpečnosti, s cílem určit jejich možné dopady a potřebné činnosti k udržení provozuschopnosti a spolehlivosti těchto zařízení.

(3.3) Tento požadavek je dále vyjádřen například v § 17 odst. 1 písm b) a § 18 odst. 1 písm a) atomového zákona [4] a § 4 odst. 1 písm d) a § 4 odst. 2) vyhlášky SÚJB č. 106/1998 Sb. [5].

(3.4) Program řízeného stárnutí splňující požadavky tohoto návodu tvoří významný základ pro vyhovující výsledky periodického hodnocení bezpečnosti JE, které je v současnosti nezbytným podkladem pro získání povolení SÚJB k provozu jaderných elektráren na území ČR.

(3.5) Doporučení MAAE pro oblast řízení stárnutí obsahuje i Safety Guide IAEA NS-G-2.10 [10], který definuje jednotlivé oblasti, pro něž uvádí seznam bezpečnostních faktorů, které mají být hodnoceny. Návrh, zavedení a realizace programu řízeného stárnutí musí být proto proveden tak, aby zajistil vyhovující hodnocení pro oblast 45: „Stárnutí – zhodnocení (programu) řízeného stárnutí“ s následujícími bezpečnostními faktory:

- Programová politika, organizace a zdroje držitele povolení z hlediska zabezpečení procesu řízení stárnutí.
- Metodiky a kritéria pro výběr zařízení do programu řízeného stárnutí.
- Seznam zařízení zařazených do programu řízeného stárnutí a záznamy poskytující informace pro podporu procesu řízeného stárnutí.
- Hodnocení a dokumentování potenciálního stárnutí zařízení důležitého z hlediska bezpečnosti, u kterého může být stárnutím ovlivněna jeho funkčnost.
- Hodnocení, do jaké míry je vysledován dominantní mechanismus stárnutí u KKS.
- Dostupnost dat pro posouzení degradace stárnutím zahrnující výchozí data, provozní historii a historii údržby.

⁵ Citovaný návod IAEA se dále vyvíjí, proto je nutné brát uvedené faktory jako nástroj hodnocení akceptovaný SÚJB v době vzniku tohoto dokumentu „Řízení stárnutí zařízení JE“.

- Účinnost programů způsobu provozu a údržby v procesu řízení stárnutí vyměnitelných komponent.
- Programy včasné detekce a zmírňování mechanismů a dopadů stárnutí.
- Kritéria přijatelnosti a požadované bezpečnostní rezervy u bezpečnostně významných zařízení vzhledem k dopadům stárnutí.
- Znalost fyzického stavu zařízení důležitých pro bezpečnost z hlediska stárnutí včetně okamžitých bezpečnostních rezerv a všech souvisejících faktorů, které by mohly omezit provozní životnost konkrétního bezpečnostně významného zařízení.
- Řídicí prostředky účinného řízení stárnutí:
 - provoz v souladu s požadavky provozní dokumentace s cílem minimalizovat míru poškození,
 - kontroly a sledování v souladu s definovanými požadavky s cílem včasné detekce a specifikace každého poškození,
 - posuzování zjištěného zhoršování stavu příslušných zařízení v souladu s vhodnými návody se zaměřením na posuzování zachování celistvosti a funkční způsobilosti,
 - údržba (opravy, výměny) k zabránění nebo nápravě nepřijatelného zhoršení stavu zařízení.

ROZSAH

(3.6) Tento návod řeší obecně problematiku řízení stárnutí se zaměřením na vytvoření nezbytných řídicích programů a obecné hodnocení stavu řízení stárnutí JE. Nezaměřuje se tedy na jednotlivé typy KKS.

(3.7) V úvahu je brána jak problematika fyzického stárnutí, tak i zastarávání KKS vzhledem ke stávající úrovni vědy a techniky a správné praxe anebo ukončením podpory ze strany výrobce.

(3.8) Tento návod definuje požadavky na proaktivní přístup k řízení stárnutí zařízení JE ve všech etapách jejího životního cyklu, zejména dlouhodobého provozu tj. provozu JE za původně projektovanou dobou života.

STRUKTURA

(3.9) Struktura tohoto návodu je podobná bezpečnostnímu návodu pro řízení stárnutí JE vydanému IAEA [11].

(3.10) Potřebné definice a použité zkratky jsou uvedeny v kapitole 2. V kapitole 3 jsou uvedena východiska pro sestavení tohoto návodu. Kapitola 4 vysvětluje základní koncepce řízení stárnutí. Kapitola 5 obsahuje požadavky na zajištění odpovídajícího řízení stárnutí KKS JE v jednotlivých etapách jejího životního cyklu. Kapitola 6 obsahuje doporučení týkající se jednotlivých prvků procesu řízení stárnutí. V přílohách je jednak provedeno porovnání s příslušnými referenčními úrovněmi a dále uvedena „*Kritéria pro dlouhodobý provoz jaderných elektráren*“ využitelná pro prokázání schopnosti bezpečně provozovat zařízení (KK) JE s významnými dopady stárnutí v období za jejich původní projektovanou dobou života.

4. ZÁKLADNÍ KONCEPCE ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ A ZASTARÁVÁNÍ

(4.1) Tato kapitola popisuje základní koncepci řízení stárnutí i zastarávání (obsolescence) včetně jejího použití pro dlouhodobý provoz.

(4.2) Jaderná elektrárna podléhá dvěma druhům změn závislých na čase:

- Fyzickému stárnutí KKS vedoucí k degradaci, tzn. postupnému zhoršování jejich fyzikálních charakteristik
- Zastarávání KKS vzhledem ke stávající úrovni vědy a techniky a správné praxe.

(4.3) Hodnocení kumulativních dopadů fyzického stárnutí a zastarávání na bezpečnost jaderné elektrárny je neustálý proces. Hodnocení je prováděno pravidelně v periodickém hodnocení bezpečnosti.

ZÁKLADNÍ KONCEPCE ŘÍZENÉHO STÁRNUTÍ

(4.4) Pro zajištění jaderné bezpečnosti je velmi důležité určit dopady stárnutí na KKS, stanovit související zmenšení bezpečnostních rezerv a přijmout nápravná opatření dříve, než dojde ke ztrátě integrity nebo funkční způsobilosti zařízení.

(4.5) Fyzické stárnutí (dále pouze stárnutí) může zvyšovat pravděpodobnost poruch se společnou příčinou, tzn. současnou degradaci fyzických bariér a redundantních komponent a tak znehodnotit jednu nebo více úrovní ochrany do hloubky. Proto by při výběru zařízení pro posouzení řízení stárnutí neměla být uvažována redundance nebo diverzita komponent.

(4.6) Efektivní řízení stárnutí je v praxi prováděno koordinací existujících programů včetně údržby, provozních kontrol, sledování stavu stejně jako provozu, technické podpory (obsahující analýzu potenciálních mechanismů stárnutí) a také externími činnostmi jako jsou výzkum a vývoj.

(4.7) Efektivní řízení stárnutí v průběhu provozní životnosti vyžaduje využití systematického procesu řízeného stárnutí poskytujícího rámec pro koordinaci všech programů a činností vztahujících se k porozumění, sledování a zmírňování stárnutí KKS elektrárny. Tento proces je ukázán na obr. 1, který představuje Demingův cyklus „PLÁNUJ-PROVOZUJ-KONTROLUJ-JEDNEJ“ upravený pro řízení stárnutí KKS.

(4.8) POROZUMĚNÍ stárnutí konstrukcí nebo komponent uvedené v obr. 1 představuje klíčový krok pro efektivní řízení jejich stárnutí. Toto porozumění vyplývá ze (musí být založeno na) znalosti:

- projektových východisek (Design Basis) včetně platné NTD,
- funkcí důležitých pro bezpečnost,
- návrhu, konstrukce a výroby (včetně použitých materiálů, jejich vlastností, provozních podmínek zařízení, výrobních kontrol a zkoušek),

- kvalifikace zařízení (kde je požadována),
- historie provozu a údržby (včetně uvedení do provozu, oprav, konstrukčních a projekčních změn a kontrol),
- obecných i specifických provozních zkušeností,
- výsledků výzkumu dotýkajících se předmětných KK,
- výsledků sledování stavu, kontrol, údržby a jejich trendů.

(4.9) **PLÁNOVACÍ** činnost z diagramu představuje koordinaci, integraci a změny existujících programů a činností vztahujících se k řízení stárnutí konstrukcí anebo komponent a případný vývoj nových programů pokud je to nezbytné.

(4.10) Činnost nazvaná v diagramu „PROVOZUJ“ zahrnuje minimalizaci očekávané degradace KK s využitím jejich „šetrného“ provozování nebo používání v souladu s provozními předpisy a technickými specifikacemi.

(4.11) **KONTROLNÍ** činnost uvedená v diagramu obsahuje včasnou detekci a popis významné degradace pomocí kontrol a sledování stavu KK a hodnocení zjištěné degradace s cílem určit způsob a čas provedení nezbytných nápravných opatření.

(4.12) Výkonná činnost nazvaná v diagramu „JEDNEJ“ představuje včasné zmírnění nebo jinou korekci degradace KK pomocí vhodných změn jejich konstrukce, provozování a údržby včetně jejich oprav a výměn.

(4.13) Uzavřená smyčka v diagramu znamená trvalé zdokonalování uvažovaného programu řízeného stárnutí konstrukce nebo komponenty na základě zpětné vazby získané z příslušné provozní zkušenosti a výsledků vědy a výzkumu a na základě sebehodnocení a peer reviews, s cílem zajistit, aby vyskytující se problémy spojené se stárnutím byly řešeny odpovídajícím způsobem.

Obr. 1

PLÁNUJ

2. Vývoj a optimalizace činností pro řízení stárnutí konstrukce a nebo komponenty

Příprava, koordinace, udržování a zdokonalování činností prováděných pro řízení stárnutí:

- Dokumentování bezpečnostních kritérií a požadavků dozoru
- Dokumentování souvisejících činností
- Popis způsobu koordinace
- Zdokonalování efektivity řízení stárnutí na základě aktuálního porozumění stárnutí, sebehodnocení a peer review

Zlepšování účinnosti programů řízeného stárnutí

Minimalizace očekávané degradace stárnutím

JEDNEJ

PROVOZUJ

5. Údržba konstrukce anebo komponenty

Řízení dopadů stárnutí:

- Preventivní údržba
- Korektivní údržba
- Nakládání s náhradními díly
- Záměny
- Historie údržby

1. Porozumění stárnutí konstrukce a nebo komponenty

Klíč k efektivnímu řízení stárnutí založeném na následujících informacích:

- Materiály a jejich vlastnosti, způsob výroby a montáže
- Provozní podmínky a stressory
- Mechanismy stárnutí a místa degradace
- Dopady stárnutí
- Výsledky vědy a výzkumu
- Provozní zkušenost
- Historie kontrol, sledování a údržby
- Metody zmírňování
- Současný stav KK a jeho indikátory

3. Provoz anebo jiné používání konstrukce anebo komponenty

Řízení stárnutí:

- Provoz v souladu s provozními předpisy a limitami
- Sledování a řízení parametrů prostředí
- Provozní historie včetně záznamů přechodových stavů

Zmírňování degradace stárnutím

Kontrola degradace stárnutím

KONTROLUJ

4. Kontroly, sledování a hodnocení konstrukce anebo komponenty

Stanovení a hodnocení dopadů stárnutí:

- Zkoušení a kalibrace
- Předprovozní a provozní kontroly
- Sledování (surveillance)
- Detekce úniků, měření vibrací atp.
- Hodnocení funkční schopnosti / provozní způsobilosti

ZÁKLADNÍ KONCEPCE ŘÍZENÍ ZASTARÁVÁNÍ

(4.14) Bezpečnost JE by mohla být snížena, jestliže zastarávání KKS není dopředu rozpoznáno a nejsou včas realizována nápravná opatření dříve, než nastane s tím související snížení spolehlivosti a dostupnosti KKS.

(4.15) Řízení zastarávání je součástí obecného přístupu k zlepšení bezpečnosti jaderných elektráren pomocí prováděných zlepšení výkonnosti KKS a řízení bezpečnosti.

(4.16) Existuje několik druhů zastarávání popsanych v následující tabulce 1.

Tabulka 1. Druhy zastarávání

Druh	Projev	Následky	Řízení
Znalost	Znalost aktuálních norem, předpisů a technologie vztahujících se k KKS není zajišťována.	Příležitosti ke zvýšení bezpečnosti elektrárny nejsou využity. Zhoršení předpokladů pro LTO.	Postupná aktualizace znalostí a zlepšování jejich využití.
Požadavky a normy	Odchyłky od požadavků aktuálních norem a předpisů v oblasti softwaru i hardwaru. Konstrukční nedostatky (např. v kvalifikaci zařízení, separaci, diverzifikaci, schopnosti zvládnutí těžkých havárií).	Bezpečnostní úroveň elektrárny nedosahuje úrovně odpovídající aktuálním normám a předpisům (např. nedostatky v úrovni ochrany do hloubky, nebo velké riziko tavení aktivní zóny reaktoru). Zhoršení předpokladů pro LTO.	Systematické přehodnocování elektrárny vzhledem k aktuálním normám a předpisům (např. pomocí Periodického hodnocení bezpečnosti) a vhodná aktualizace, modernizace a dovybavení.
Technologie	Nedostatek náhradních dílů anebo technické podpory. Nedostatek dodavatelů anebo průmyslových kapacit.	Snižování bezpečnosti a výkonnosti elektrárny z důvodu zvyšující se poruchovosti a snižující se spolehlivosti. Zhoršení předpokladů pro LTO.	Systematické určování využitelné doby provozu a předpokládaného zastarávání KKS. Zajištění náhradních dílů pro plánovanou dobu provozu. Včasné výměny. Dlouhodobé smlouvy s dodavateli. Vývoj ekvivalentních konstrukcí a komponent (KK).

POŽADAVKY

(4.17) V následujících kapitolách návodu jsou definovány požadavky kladené na návrh a provádění řízení stárnutí, které mají být splněny vhodně navrženým programem (programy) řízení stárnutí v různých etapách životního cyklu JE.

(4.18) Řízení stárnutí KKS důležitých pro bezpečnost by mělo být zaváděno proaktivně (s předvídavostí) v průběhu celého života elektrárny tj. během projektování, výroby a montáže, uvádění do provozu, provozování (včetně dlouhodobého provozu) a vyřazování z provozu.

PROJEKTOVÁNÍ

(4.19) Držitel povolení má prokázat, že problematika stárnutí zahrnující celou dobu života elektrárny byla odpovídajícím způsobem uvažována již během projektování. Také by měl být připraven popis opatření, které povedou k zavedení efektivního programu řízeného stárnutí ve všech etapách života elektrárny.

(4.20) V projektové a zadávací dokumentaci nových KKS by měl držitel povolení specifikovat požadavky umožňující řízení stárnutí, včetně informací, které mají být poskytnuty dodavatelem nebo ostatními účastníky kontraktu.

(4.21) Během projektování by měla být přijata taková opatření nebo použit takový způsob projektování, který umožní efektivní řízení stárnutí po celou dobu života elektrárny. Tato opatření by měla být použita také při projektování změn nebo výměn KK.

(4.22) V literatuře [12] jsou uvedeny následující požadavky vztahující se k řízení stárnutí KKS důležitých pro bezpečnost: „V projektu všech systémů, konstrukcí a komponent důležitých pro bezpečnost budou použity vhodné (bezpečnostní) rezervy tak, aby byly vzaty v úvahu všechny významné mechanismy stárnutí a opotřebení a potenciální degradace způsobená stárnutím s cílem zajistit schopnost systémů, konstrukcí a komponent zajišťovat nezbytné bezpečnostní funkce během projektované doby života. Také budou uvažovány účinky stárnutí a opotřebení ve všech podmínkách normálního provozu, zkoušek, údržby, odstávek a stavech elektrárny během a po postulovaných iniciačních událostech. Budou také přijata opatření pro sledování, zkoušení, odběr vzorků a kontroly umožňující hodnocení mechanismů stárnutí předpokládaných projektem a zjištění neočekávaného chování nebo degradace, ke kterým může dojít během provozu“.

(4.23) Během projektování je nezbytné:

- Zajistit, aby v programech kvalifikace zařízení byly uvažovány základní projektové podmínky a parametry (design basis conditions) včetně podmínek přechodových režimů a postulovaných iniciačních událostí.
- Stanovit, zhodnotit a vzít v úvahu všechny potenciální degradační mechanismy působící na pasivní a aktivní KKS, které mohou ovlivnit výkon funkce důležité pro bezpečnost (např. teplotní a radiační křehnutí, únava, koroze, korozní praskání, tečení a opotřebení).

- Zhodnotit a vzít v úvahu zásadní zkušenosti z výstavby, uvádění do provozu, provozu a vyřazování z provozu jaderných elektráren a výsledky výzkumu.
- Zvážit použití moderních materiálů s větší odolností vůči stárnutí.
- Zvažovat potřebu programů materiálových zkoušek pro sledování jejich degradace stárnutím.
- Zvážit potřebu nasazení on-line sledování, zvláště v případech, kdy by tato technologie poskytovala včasné upozornění na degradaci vedoucí k poruše KKS, jejíž dopady by byly bezpečnostně významné.
- Uvažovat uspořádání elektrárny a konstrukci KKS umožňující snadnou kontrolu, údržbu, zkoušení, sledování, opravy a výměny a minimalizující expozici pracovníků během těchto činností.

(4.24) Řízení stárnutí je jedno z témat, které mají být obsaženy v požadavcích na jaderná zařízení k zajištění jaderné bezpečnosti, radiační ochrany a havarijní připravenosti [6] popsané v bezpečnostní zprávě a mělo by zahrnovat následující části:

- Strategii řízení stárnutí a předpoklady jeho zavedení.
- Všechny KKS důležité pro bezpečnost, které mohou být ovlivněné stárnutím.
- Návrh vhodných programů sledování stavu materiálů pro případy, pro které je zjištěno, že se stárnutí nebo jiné formy degradace mohou ovlivnit schopnost KKS vykonávat funkce důležité pro bezpečnost v průběhu doby života elektrárny.
- Zpětnou vazbu z analýzy provozních zkušeností vztahujících se ke stárnutí.
- Řízení stárnutí různých typů KKS důležitých pro bezpečnost (betonové konstrukce, mechanické komponenty, elektro zařízení a kabely, zařízení a kabely pro měření a regulace atd.) a opatření pro sledování jejich degradace.
- Projekční vstupy pro kvalifikaci zařízení důležitých pro bezpečnost (viz. Kapitola 7, Příloha 2), včetně seznamu zařízení a jejich funkcí, které mají být kvalifikovány pro podmínky normálního provozu a postulovaných iniciačních událostí.
- Hlavní principy jak jsou parametry prostředí působícího na KKS udržovány v určeném rozsahu (umístění ventilace, izolace horkých KKS, radiační stínění, tlumiče vibrací, zabránění zaplavení, volba kabelových tras, atd.)

VÝROBA A MONTÁŽ

(4.25) Držitel povolení by měl zajistit, aby dodavatel elektrárny uvažoval faktory působící na řízení stárnutí odpovídajícím způsobem a aby jím byla poskytována dostatečná data a informace.

(4.26) Držitel povolení by měl zajistit aby:

- Významné informace o faktorech ovlivňujících řízení stárnutí byly předány výrobcí KKS a dostatečně uvažovány během výroby a montáže.
- Při výrobě KKS byly uvažovány aktuální znalosti významných mechanismů stárnutí, jejich dopadů a možných zmírňujících opatření.
- Referenční (základní) údaje byly shromažďovány a dokumentovány.
- Svědečné vzorky (srovnávací materiál) pro jednotlivé programy sledující stárnutí byly dostupné a byly instalovány v souladu s projektem.

UVÁDĚNÍ DO PROVOZU

(4.27) Držitel povolení by měl zavést systematický program monitorování, sběru a ukládání dat významných pro řízení stárnutí KKS důležitých pro bezpečnost. To zahrnuje zmapování skutečných parametrů prostředí všech kritických míst elektrárny s cílem zajistit jejich shodu s projektem.

(4.28) Speciální pozornost by měla být věnována určení kritických míst z hlediska teplot a teplotních gradientů a intenzity dávek a úrovně vibrací. Všechny parametry, které mohou ovlivnit degradaci stárnutím, by měly být během uvádění do provozu identifikovány a měly by být v průběhu života elektrárny sledovány.

(4.29) Držitel povolení by měl prokázat, že bude schopen shromáždit požadovaná základní data, která umožní potvrdit soulad kritických provozních parametrů (např. používané v kvalifikaci zařízení) s projekčními analýzami.

PROVOZ

(4.30) Během provozu elektrárny má být realizován systematický proces řízení stárnutí (viz. Kapitola 4, čl. 4.7). Aplikace tohoto přístupu usnadní držiteli povolení zavedení vhodného programu řízeného stárnutí všech stanovených konstrukcí a komponent.

(4.31) Měly by být uvažovány následující faktory a zkušenosti z provozu již realizovaných programů řízeného stárnutí:

- Podpora a zaštitění systematického programu řízeného stárnutí vrcholovým vedením držitele povolení.
- Včasné a účinné zavedení systematického programu řízeného stárnutí.
- Využívání proaktivního přístupu založeného na odpovídajícím porozumění a schopnosti predikovat stárnutí konstrukcí a komponent, spíše než přístupu reagujícího až na jejich poruchu.
- Šetrný provoz s cílem zpomalit rychlost degradace stárnutím.
- Dostatečná kvalifikace a zácvik pracovníků provozu.
- Znalost a porozumění základní koncepci řízeného stárnutí všemi pracovníky provozu, údržby a inženýrských útvarů.
- Motivace a výcvik pracovníků provozu.
- Dostupnost a používání správných postupů, nástrojů, materiálů a kvalifikovaných pracovníků.
- Vhodné skladování náhradních dílů a spotřebního materiálu náchylných k stárnutí zajišťující minimalizaci jejich degradace během skladování a odpovídající sledování jejich „skladové životnosti“.
- Používání multidisciplinárního týmu pro řešení komplexních problémů stárnutí.
- Účinná vnitřní (vertikální a horizontální) a vnější komunikace.
- Zajištění zpětné vazby provozních zkušeností (obecné provozní zkušenosti i zkušenosti specifické pro elektrárnu, včetně zkušeností z nejaderných průmyslových zařízení) s cílem poučit se z významných případů týkajících se stárnutí.
- Vytváření databází pro záznam údajů o spolehlivosti KKS a historii údržby.

- Používání odpovídajících a kvalifikovaných metod nedestruktivních zkoušek a sledování stárnutí pro zajištění včasného nalezení vad vzniklých provozem zařízení.

(4.32) V rámci stanovení nezbytných opatření pro zachování provozuschopnosti/funkčnosti a spolehlivosti KKS důležitých pro bezpečnost JE má držitel povolení určit a vzít v úvahu následující potenciálně významné nedostatky řízení stárnutí:

- Nedostatečné porozumění a předvídaní stárnutí během projektování, umíst'ování a výstavby JE, které byly základní příčinou významné degradace KKS stárnutím v mnoha JE.
- Předčasné stárnutí konstrukcí a komponent jaderné elektrárny způsobené předprovozními a provozními podmínkami, které jsou mnohem horší nebo odlišné od podmínek předpokládaných projektem. Tyto mohou být způsobené chybami a opomenutími během projektování, umíst'ování, výroby a montáže, uvádění do provozu, provozu včetně údržby a vyřazováním z provozu, případně nedostatečnou koordinací mezi těmito činnostmi anebo neočekávanými vlivy.
- Nevhodné užívání korektivního řízení stárnutí reagujícího až na vzniklou situaci (opravy a výměny degradovaných komponent).
- Nedostatečné znalosti a využívání provozních zkušenosti a výsledků výzkumu a dobré praxe.

(4.33) V případě zvyšování výkonu reaktoru (tj. v rámci projektové změny), významných změn nebo výměn zařízení by držitel povolení měl stanovit a posoudit možné změny provozních podmínek (např. radiační zkřehnutí), které mohou způsobit nebo urychlit stárnutí a způsobit předčasné poruchy některých zařízení.

(4.34) Jestliže je identifikován nový mechanismus stárnutí (s využitím zpětné vazby provozní zkušenosti nebo výzkumu), měl by držitel povolení provést přehodnocení a případně revidovat proces řízení stárnutí.

(4.35) Pro hlavní KKS důležité pro bezpečný provoz elektrárny by měl držitel povolení zvážit vytvoření přípravy plánu pro řešení mimořádných případů nebo plánu mimořádné údržby, pro zvládnutí jejich potenciální degradace nebo poruch způsobených případnými dopady mechanismů stárnutí.

(4.36) Dostupnost náhradních dílů a spotřebních materiálů a jejich skladová životnost by měla být průběžně sledována a řízena.

(4.37) Pokud jsou náhradní díly a spotřební materiál náchylné k degradaci stárnutím způsobené podmínkami skladování (např. vysoká nebo nízká teplota, vlhkost, nahromadění prachu atd.) měla by být přijata opatření pro jejich skladování za vhodně řízených podmínek.

DLOUHODOBÝ PROVOZ

(4.38) Inženýrský proces pro průkaz bezpečného dlouhodobého provozu zahrnuje následující hlavní kroky:

- Průkaz, že dopady stárnutí budou pro období LTO trvale určovány a řízeny:
 - Zhodnocení existujících programů a praxe s cílem zajistit jejich efektivitu pro období dlouhodobého provozu. Toto zhodnocení umožní určit nezbytné úpravy anebo zavedení nových programů pro zajištění spolehlivého výkonu požadovaných funkcí KKS v období plánovaného dlouhodobého provozu.

- Zhodnocení každé vybrané (pro hodnocení dlouhodobého provozu) KK s cílem prokázat, že dopady stárnutí jsou řízeny způsobem zaručujícím spolehlivý výkon požadovaných funkcí těchto KK. Zhodnocení zahrnuje technické objasnění způsobu řízení jednotlivých dopadů stárnutí pro tyto KK prokazující zajištění spolehlivého výkonu požadovaných funkcí v období plánovaného dlouhodobého provozu v souladu s licenčními požadavky.
- Zhodnocení KK, které byly součástí hodnocení s časově omezeným předpokladem (TLAA) s cílem zajistit, že hodnocení budou platná i pro období plánovaného dlouhodobého provozu nebo že dopady stárnutí uvažované v těchto hodnoceních budou řízeny jiným způsobem. Zhodnocení prokáže zda je v souladu s licenčními požadavky zajištěn spolehlivý výkon požadovaných funkcí dotčených KK v období plánovaného dlouhodobého provozu .

VYŘAZOVÁNÍ Z PROVOZU

(4.39) Nastavení řízení stárnutí by mělo zajistit dostupnost a funkčnost zařízení pro procesy a činnosti související s vyřazováním z provozu (např. systém kontejnmentu, systém chlazení zařízení, zdvihací zařízení a zařízení pro monitorování parametrů prostředí).

5. ŘÍZENÉ STÁRNUTÍ PROVOZOVANÉ JE

(5.1) Tato kapitola prezentuje návod a doporučení umožňující systematický přístup k řízení stárnutí provozované jaderné elektrárny. Tento přístup je tvořen následujícími prvky:

- Organizační uspořádání
- Sběr dat a udržování záznamů
- Výběr KKS pro řízení stárnutí
- Zhodnocení řízení stárnutí⁶
- Hodnocení stavu KKS
- Vývoj programů řízeného stárnutí
- Provádění (zavádění) programů řízeného stárnutí
- Zdokonalování programů řízeného stárnutí
- Dlouhodobý provoz (LTO)

(5.2) Každý prvek uvedený výše je popsán v následujících částech dokumentu. Jsou přijatelné též alternativní přístupy, pokud je prokázáno, že jejich použití vede k dosažení efektivního řízení stárnutí.

ORGANIZAČNÍ USPOŘÁDÁNÍ

(5.3) Komplexní povaha problému řízeného stárnutí vyžaduje zapojení a podporu držitele povolení a externích organizací (jako jsou podpůrné technické organizace a výzkumné, projekční a výrobní organizace). Před tím, než může být zaveden program řízení stárnutí by mělo vrcholové vedení držitele povolení definovat politiku a cíle řízení stárnutí a zajistit nezbytné zdroje (personální, technické, materiálové a finanční atd.).

(5.4) Zobrazení organizačního uspořádání včetně spolupracujících organizací, jejich úlohy a vzájemné vztahy je ukázáno v Tabulce 2.

(5.5) Vrcholové vedení by mělo ustanovit koordinátora řízeného stárnutí se zodpovědnostmi definovanými v Tab. 2. Koordinátor by měl patřit do některého ze stávajících provozních útvarů držitele povolení jako jsou útvary provozu, údržby, inženýrských služeb či zajištění jakosti nebo nově vytvořeného útvaru pro program řízení životnosti. Koordinátor řízení životnosti by měl být zodpovědný za koordinaci souvisejících programů, za periodické hodnocení a zdokonalování úrovně činností vztahujících se k programům řízeného stárnutí.

(5.6) Zodpovědnosti koordinátora by měly zahrnovat:

- Koordinaci příslušných programů.

⁶ ageing management review

- Systematické sledování související provozní zkušenosti a výsledků výzkumu a vývoje a hodnocení jejich využití pro JE.
- Vedení týmů řízeného stárnutí (trvalých nebo dočasných) pro řešení komplexních problémů stárnutí.
- Hodnocení a optimalizace programů řízeného stárnutí.
- Jednání s externími organizacemi technické podpory.
- Hodnocení potřeb dalších školení (výcviku).
- Provádění pravidelného sebehodnocení.
- Zlepšování činností souvisejících s Programy řízeného stárnutí.

(5.7) Řešení komplexních problémů stárnutí může vyžadovat interdisciplinární přístup. Účastníci by měli být, v závislosti na povaze požadovaného hodnocení, experti z útvarů provozu, údržby, inženýrských služeb, kvalifikace zařízení, organizací výzkumu a vývoje atp. Mimo účasti v týmech řízení životnosti mohou být externí organizace využívány pro poskytování služeb ve specifických oblastech, jako jsou hodnocení stavu zařízení, výzkum a vývoj standardů.

(5.8) Jednotlivé útvary držitele povolení (např. provoz, údržba, inženýring) by měly zodpovídat za provádění specifických programů řízeného stárnutí. Tyto specifické programy řízeného stárnutí jsou součástí zastřešujícího programu řízeného stárnutí elektrárny a jsou s ním a mezi sebou integrovány.

(5.9) Držitel povolení by měl zajistit výcvik personálu z oblasti provozu, údržby a inženýrských služeb v otázkách stárnutí KKS tak, aby byl zajištěn jejich kladný příspěvek k řízení stárnutí.

(5.10) Držitel povolení by měl shromažďovat a hodnotit významné provozní zkušenosti z elektrárny i ostatních oblastí průmyslu a používat je pro zdokonalování programu řízeného stárnutí.

Tabulka 2. Organizační uspořádání

Organizační celek	Funkce v Programu řízeného stárnutí	Zodpovědnosti v rámci plnění funkcí
Vrcholové vedení JE	Zavedení a podpora Programu řízeného stárnutí	Definovat cíle Definovat zodpovědnosti Poskytnout zdroje Sledovat účinnost Schvalovat opatření a řešit problémy
Útvar (zodpovědný za) řízení stárnutí	Koordinovat programy významné pro řízení stárnutí Hodnotit a optimalizovat Program řízeného stárnutí	Vybrat komponenty pro zahrnutí do Programu řízeného stárnutí Organizovat a řídit pracovní skupiny řízeného stárnutí Koordinovat provádění opatření řízeného stárnutí Hodnocení indikátorů efektivity a optimalizace Programu řízeného stárnutí Výměna informací s externími organizacemi (ostatní elektrárny, výzkum a vývoj, dozor,...) Informovat vrcholové vedení JE
Pracovní skupiny řízeného stárnutí (složené z odborníků různých oborů)	Provádět hodnocení stárnutí	Provádět rozhodování pro zařazení KKS do Programu řízeného stárnutí Provádět a aktualizovat hodnocení životnosti Doporučovat opatření v rámci řízeného stárnutí KKS a Navrhovat indikátory efektivity
Externí organizace	Poskytovat služby a navrhnout technické standardy	Analyzovat informace z JE týkající se projevů stárnutí Provádět výzkumně vývojové práce Vyvíjet metody a postupy řízeného stárnutí Vyvíjet technické standardy a dozoré požadavky.
Odborné útvary JE	Provádět opatření vyplývající z Programu řízeného stárnutí	Hodnotit navržená opatření Doporučovat vrcholovému vedení JE hlavní opatření ke schválení Zavádět opatření Poskytovat útvaru řízení životnosti indikátory efektivity Programu řízeného stárnutí

SBĚR DAT A UDRŽOVÁNÍ ZÁZNAMŮ

(5.11) Držitel povolení by měl zajistit systém pro sběr a ukládání dat, který je definován Programem řízení stárnutí a podporuje ho.

(5.12) Systém pro sběr a ukládání dat by měl být zaveden na počátku životního cyklu JE (minimálně na počátku výstavby) tak, aby poskytoval informace pro následující činnosti:

- Určení a hodnocení degradace, poruch a selhání komponent vyvolaných dopady stárnutí.
- Rozhodování o způsobu a načasování údržbových činností, včetně kalibrace, oprav, rekonstrukcí a výměn.
- Optimalizaci provozních podmínek a postupů s cílem redukovat degradaci stárnutím.
- Určení nově se objevujících dopadů stárnutí před tím, než ohrozí bezpečnost, produkční spolehlivost a životnost.

(5.13) Aby se usnadnilo získávání dat souvisejících se stárnutím z provozu, údržby a inženýrských služeb v požadované kvalitě a rozsahu, měli by zástupci/zaměstnanci útvarů zabývajících se těmito činnostmi být zapojeni do návrhu systému pro sběr a ukládání dat.

VÝBĚR KKS PRO ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ

(5.14) JE je tvořena velkým počtem různorodých KKS. Rozsah, jak jsou tyto KKS náchylné k degradaci stárnutím, se také značně liší. Není praktické ani nezbytné hodnotit a kvantifikovat rozsah degradace stárnutím všech jednotlivých KKS. Systematický přístup by měl proto zaměřit zdroje na ty KKS, které mohou mít negativní dopad na bezpečný provoz JE a které jsou náchylné k degradaci stárnutím. Také by měly být zahrnuty KKS, které nejsou důležité pro bezpečnost, ale jejichž porucha by mohla ostatním KKS zabránit v provedení jejich funkcí důležitých pro bezpečnost. Zvláštní pozornost držitele povolení musí být věnována výběru KKS důležitých pro bezpečnost JE, u kterých bude v rámci přípravy na LTO ve stanovených časových periodách prováděno zhodnocení řízení stárnutí

(5.15) Bezpečnostně založený přístup tak, jak je popsán dále, by měl být použit pro výběr KKS zahrnutých do zhodnocení řízeného stárnutí:

- Ze seznamu všech systémů a konstrukcí určit ty, které jsou důležité pro bezpečnost na základě rozhodnutí, zda by selhání nebo porucha mohly vést (přímo nebo nepřímo) ke ztrátě nebo znehodnocení funkce důležité pro bezpečnost.
- Pro každý systém a konstrukci důležitou pro bezpečnost, definovat jejich části nebo komponenty, jejichž porucha by mohla vést (přímo nebo nepřímo) ke ztrátě nebo ohrožení funkce důležité pro bezpečnost, na jejímž plnění se podílí).
- Ze seznamu částí konstrukcí a komponent vybraných v předchozím bodě vybrat ty, u kterých může degradace stárnutím potenciálně způsobit poruchu. U těch, které nebyly vybrány, uvést důvody.
- Pro zajištění efektivního využití zdrojů na zhodnocení řízení stárnutí lze uspořádat seznam vybraných částí konstrukcí a komponent důležitých pro bezpečnost náchylných k degradaci stárnutím do obecně použitelných skupin.

(5.16) Použitá metoda výběru musí být zdůvodněna a zdokumentována. Měl by být využit seznam vybraných zařízení sestavený na základě vyhlášky č. 132/2008 Sb. [7], protože rozdělení zařízení do bezpečnostních tříd provedené v souladu s touto vyhláškou umožňuje vybrat vhodná kritéria funkční způsobilosti vybraných KK.

(5.17) Použití rizikově orientovaných metod (pravděpodobnostní bezpečnostní analýzy jako doplněk deterministického přístupu) může být uvažováno pro prioritizaci zhodnocení řízení stárnutí vybraných komponent na základě jejich významu pro bezpečnost. Například hodnocení konstrukcí a komponent, jejichž porucha by měla velký dopad na hodnotu pravděpodobnosti tavení aktivní zóny, by mělo mít vysokou prioritu. Pravděpodobnostní hodnocení životnosti by mělo brát v úvahu možnost poruch se společnou příčinou způsobených shodnou degradací redundantních zařízení.

ZHODNOCENÍ ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ

(5.18) Zhodnocení řízení stárnutí se nezaměřuje na hodnocení dopadů stárnutí (na hodnocení stavu KKS), ale na to jaká je kvalita řízení stárnutí těchto dopadů. Zhodnocení má význam ve třech případech:

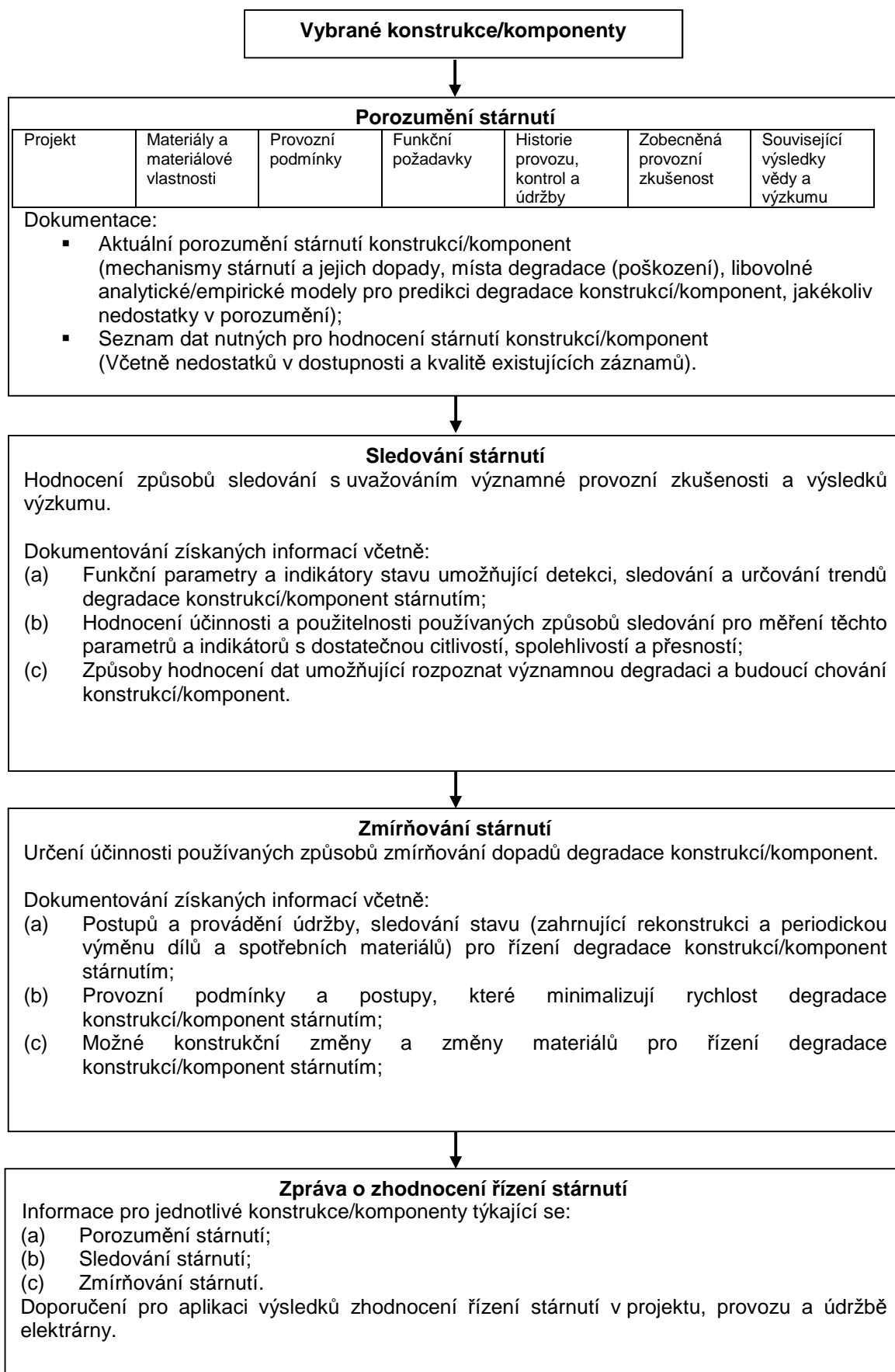
- vytvoření nového zastřešujícího programu řízeného stárnutí,
- předložení průkazu, že stárnutí je odpovídajícím způsobem řízeno,
- jako součást procesu řízení stárnutí.

(5.19) Zhodnocení řízení stárnutí by mělo být provedeno pro konstrukce a komponenty nebo jejich skupiny určené procesem výběru s cílem získat informace a znalosti o třech následujících oblastech:

- porozumění stárnutí,
- sledování stárnutí,
- zmírňování stárnutí.

(5.20) Doporučená metodika obsahující shromáždění a zhodnocení důležitých informací a dokumentace je ilustrována vývojovým diagramem na obr. 2 a popsána v následujícím textu. Zhodnocení řízení stárnutí nemusí být vyžadováno pro konstrukce a komponenty s dobrým, již existujícím porozuměním jejich stárnutí a efektivním programem řízeného stárnutí (programem splňujícím atributy prezentované v Tabulce 3).

Obr.2: Diagram zhodnocení řízení stárnutí



POROZUMĚNÍ STÁRNUTÍ

(5.21) Porozumění stárnutí je základem pro efektivní sledování a zmírňování dopadů stárnutí. Pro porozumění degradaci konstrukcí a komponent stárnutím, by měly být stanoveny a porozuměny jejich mechanismy a dopady. Zkoumání a testování konstrukcí nebo komponent vyřazených z provozu (včetně destruktivních) může významně zlepšit toto porozumění.

(5.22) Výsledky zhodnocení týkající se porozumění stárnutí konstrukcí a komponent by měly obsahovat informace o materiálech, stressorech a prostředí, uvažovaných mechanismech stárnutí a místech degradace a dostupných analytických (tj. založených na teorii) nebo empirických (tj. založených na pozorování nebo experimentu) modelů pro predikci budoucí degradace.

SLEDOVÁNÍ STÁRNUTÍ

(5.23) Existující metody sledování by měly být průběžně hodnoceny vzhledem k významným provozním zkušenostem a výsledkům výzkumu, aby se určilo, zda jsou účinné pro včasnou detekci degradace stárnutím před selháním konstrukce nebo komponenty. Kde je to možné by měly být pro zjištění možné degradace stárnutím využity namátkové kontroly či odběr vzorků KK.

(5.24) Pro stanovení účinných a praktických metod a postupů sledování stárnutí by měly být zvažovány:

- Funkční parametry a indikátory stavu pro sledování a určování trendů degradace konstrukcí a komponent stárnutím.
- Hodnocení schopnosti a použitelnosti existujících prostředků pro měření těchto parametrů a indikátorů s dostatečnou citlivostí, spolehlivostí a přesností.
- Metody hodnocení dat pro stanovení významných degradací, poruchovosti a jejich trendů pro predikci budoucí integrity a funkční schopnosti konstrukce nebo komponenty.

ZMÍRŇOVÁNÍ STÁRNUTÍ

(5.25) Zhodnocení řízení stárnutí by mělo stanovit účinnost existujících metod a postupů zmírňování degradace konstrukcí a komponent stárnutím. Během hodnocení by měly být vzaty v úvahu významné provozní zkušenosti a výsledky výzkumu.

(5.26) Informace získané během zhodnocení by měly stanovit účinné a použitelné metody a technologie zmírňování obsahující:

- Postupy údržby (včetně renovace a periodických výměn částí a spotřebního materiálu) pro řízení degradace konstrukcí a komponent stárnutím.
- Provozní podmínky a způsoby provozování minimalizující rychlost degradace konstrukcí a komponent stárnutím.
- Možné změny konstrukce komponent a používaných materiálů pro řízení degradace konstrukcí a komponent stárnutím.

ZPRÁVA/ZÁZNAM O ZHODNOCENÍ ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ

(5.27) Výsledky zhodnocení stárnutí by měly být dokumentovány ve vhodně strukturované zprávě anebo databázové aplikaci s možností tvorby vhodně strukturovaných sestav. Tato zpráva by měla obsahovat témata porozumění, sledování a zmírňování stárnutí. Také by měla

obsahovat doporučení pro využití výsledků zhodnocení stárnutí v provozu, údržbě a projektování (konstruování).

(5.28) Metodika použitá pro zhodnocení stárnutí by měla být zdůvodněna a zdokumentována.

HODNOCENÍ STAVU KK

(5.29) Pro vyvinutí postupů efektivního řízeného stárnutí by měl být, na základě informací získaných jako výstup zhodnocení, určen stav vybraných konstrukcí a komponent.

(5.30) Hodnocení stavu konstrukcí a komponent by mělo být získáno z:

- Příslušné zprávy o řízení stárnutí.
- Údajů z provozu, údržby a inženýrských činností včetně kritérií přijatelnosti pro jednotlivé konstrukce a komponenty.
- Výsledků kontrol a hodnocení včetně aktualizovaných výsledků pokud jsou dostupné a nezbytné.

(5.31) Výsledky hodnocení stavu KK by měly být dokumentovány ve vhodně strukturované zprávě (databázové aplikaci) včetně informací o:

- Aktuálním chování a stavu konstrukce nebo komponenty včetně hodnocení poruch vyvolaných dopady stárnutí a údajů o významné materiálové degradaci.
- Odhad budoucího chování, degradace stárnutím, a pokud je to možné, i určení aktuální provozní životnosti konstrukce nebo komponenty.

VÝVOJ PROGRAMŮ ŘÍZENÉHO STÁRNUTÍ

(5.32) Pro konstrukce a komponenty nebo jejich skupiny určené výběrem by měly být vyvinuty a zdokumentovány programy řízeného stárnutí s cílem zajistit:

- Vhodné a efektivní provádění činností řízeného stárnutí umožňujících včasnou detekci a zmírňování dopadů stárnutí na konstrukce a komponenty.
- Indikátory efektivity programu řízeného stárnutí. To znamená potvrzení účinnosti současné praxe vzhledem k použitelnému hodnocení stárnutí a stavu komponenty anebo doporučení vhodného zdokonalení současné praxe.

(5.33) Pro hodnocení účinnosti programů řízeného stárnutí by měly být navrženy a držitelem povolení používány vhodné indikátory. Například:

- stav materiálu vzhledem ke kritériím přijatelnosti,
- údaje o trendech poruch a degradace,
- dodržení programu kontrol.

(5.34) Již existující programy užívané pro řízení stárnutí by měly být také hodnoceny ve vztahu k atributům uvedeným v tabulce 3. Programy, které tyto atributy nesplňují, by měly být vhodně změněny nebo upraveny.

(5.35) Inženýrské hodnocení používané během vývoje programů řízeného stárnutí by mělo vzít v úvahu platná projektová východiska (design basis) a požadavky dozoru, dále informace o materiálech, provozních podmínkách, stressorech, místech degradace, mechanizmech

stárnutí a jejich dopadech na konstrukce a komponenty a také vhodné indikátory a kvantitativní i kvalitativní modely popisující projevy (dopady) stárnutí.

(5.36) Souhrnný popis programu řízeného stárnutí by měl obsahovat souhrn zdůrazňující informace užitečné pro porozumění a řízení stárnutí včetně materiálů, míst degradace, stressorů způsobujících stárnutí, parametrů prostředí, mechanismů stárnutí a jejich dopadů, požadavků na kontroly a sledování, požadavků dozoru a kritérií přijatelnosti.

PROVÁDĚNÍ /ZAVÁDĚNÍ PROGRAMŮ ŘÍZENÉHO STÁRNUTÍ

(5.37) Držitel povolení je zodpovědný za provádění programů řízeného stárnutí.

(5.38) Vedení držitele povolení by mělo schvalovat zavádění hlavních opatření řízeného stárnutí a řešit možné související problémy.

(5.39) Realizace programů řízeného stárnutí by měla obsahovat periodické hlášení o stavu konstrukcí a komponent a indikátorech účinnosti řízeného stárnutí stanovených pro jednotlivé programy.

(5.40) Částí realizace programů řízeného stárnutí je sběr a ukládání vhodných dat poskytujících podklady pro provádění a načasování činností řízeného stárnutí.

(5.41) V průběhu života zařízení by měla být s využitím nových moderních znalostí o mechanismech stárnutí přehodnocena jeho kvalifikovaná životnost. V případě prodloužení kvalifikované životnosti zařízení by měl držitel povolení předložit odpovídající bezpečnostní průkaz.

Tabulka 3: Obecné atributy efektivního programu řízeného stárnutí.

Atribut	Popis
1. Rozsah Programu řízeného stárnutí stanovený na základě porozumění stárnutí	<ul style="list-style-type: none"> • Konstrukce a komponenty podrobené řízení stárnutí
2. Preventivní činnost pro minimalizaci a kontrolu degradace stárnutím	<ul style="list-style-type: none"> • Určení preventivních činností • Určení parametrů, které mají být sledovány nebo kontrolovány • Provozní podmínky (tj. podmínky okolního prostředí a provozní podmínky), které mají být udržovány a provozní postupy zaměřené na zpomalení potenciální degradace KK
3. Detekce dopadů stárnutí	<ul style="list-style-type: none"> • Efektivní technologie (metody kontrol, zkoušek a sledování) pro zjištění dopadů stárnutí před poruchou KK
4. Sledování a vytváření trendů dopadů stárnutí	<ul style="list-style-type: none"> • Indikátory stavu a sledované parametry • Data, která musí být shromážděna pro provedení hodnocení stárnutí KK • Metody hodnocení (včetně analýzy dat a vytváření trendů)
5. Zmírňování dopadů stárnutí	<ul style="list-style-type: none"> • Opatření zahrnující provoz, údržbu, opravy a výměny pro zmírnění zjištěných dopadů stárnutí anebo degradací KK
6. Kritéria přijatelnosti	<ul style="list-style-type: none"> • Kritéria přijatelnosti užívané pro hodnocení potřeby nápravných opatření
7. Nápravná opatření	<ul style="list-style-type: none"> • Nápravná opatření jestliže KK nesplní kritéria přijatelnosti
8. Zpětná vazba provozní zkušenosti a zpětná vazba z výsledků vědy a výzkumu	<ul style="list-style-type: none"> • Mechanismus zajišťující včasnou zpětnou vazbu z provozní zkušenosti a výsledků vědy a výzkumu (pokud jsou využitelné) a poskytující objektivní důkaz, že jsou tyto zpětné vazby brány v úvahu v programu řízeného stárnutí <i>Pozn.: Často je tato zpětná vazba realizována zastřešujícím programem</i>
9. Řízení kvality	<ul style="list-style-type: none"> • Administrativní opatření, která dokumentují zavedení programu řízeného stárnutí a jeho vykonávání • Indikátory umožňující hodnocení a zdokonalování programu řízeného stárnutí • Zpětná vazba na zkušenost s prováděním Programu řízeného stárnutí • Kontrolní proces zajišťující že preventivní opatření jsou odpovídající a nápravná opatření byla realizována a jsou účinná • Používaný způsob udržování záznamů

ZDOKONALOVÁNÍ PROGRAMŮ ŘÍZENÉHO STÁRNUTÍ

(5.42) Vedení držitele povolení by mělo zajišťovat hodnocení úrovně provádění a zdokonalování programů řízeného stárnutí ilustrovaného uzavřenou smyčkou diagramu systematického procesu řízení stárnutí (viz. Kapitola 4).

(5.43) Účinnost programů řízeného stárnutí by měla být periodicky hodnocena a zvyšována s využitím moderních znalostí. Tyto Moderní znalosti obsahují informace o historii provozu, sledování a údržby, informace z výsledků vědy a výzkumu, a zobecněnou provozní zkušenost.

(5.44) Pro určení účinnosti programů řízeného stárnutí by měly být prováděny periodické kontroly a hodnocení. Držitel povolení by měl hodnotit a zdokonalovat svoji základní politiku řízení stárnutí.

(5.45) Výsledky periodických kontrol, hodnocení a dosažená zlepšení (viz. předchozí odstavec) by měly být předkládány k posouzení SÚJB.

(5.46) Mělo by být zvažováno provedení peer review programů řízeného stárnutí s cílem provést nezávislé hodnocení umožňující posoudit, zda tyto programy jsou v souladu s dobrou praxí a určit oblasti možného zlepšení.

(5.47) Pro řešení nových problémů souvisejících se stárnutím by měly být realizovány odpovídajícím způsobem financované programy výzkumu a vývoje umožňující trvalé zdokonalování porozumění a predikci mechanismů a dopadů stárnutí, jejich kinetiky a souvisejících postupů jejich sledování a zmírňování.

DLOUHODOBÝ PROVOZ

(5.48) Zkušenosti i výsledky vědy a výzkumu prokázaly, že JE lze provozovat dlouhodobě, tj. za původní projektovou životností jednotlivých KKS. Protože v tomto období značně narůstá význam dopadů stárnutí na spolehlivý výkon funkcí KKS s dlouhou dobou života a důležitých pro zajištění jaderné bezpečnosti, je pro získání povolení k provozu za původní projektovou životností nezbytné prokázat zajištění spolehlivosti těchto zařízení v souladu s licenčními požadavky uvažujícími dopady stárnutí.

(5.49) Během dlouhodobého provozu proto roste důležitost kvalitního řízení stárnutí. Aby držitel povolení získal povolení k provozu JE za její původně stanovenou projektovou dobou života, je nezbytné prokázat existenci efektivního procesu řízení stárnutí s jasně definovanou procedurou, která garantuje včasné provedení všech nezbytných zmírňujících opatření. To také znamená, že existují nezbytné řídicí programy, které splňují požadované atributy (Tab. 3) a že nezbytné TLAA jsou platné i v období dlouhodobého provozu.

(5.50) Kritéria umožňující tento průkaz jsou obsahem Přílohy 2.

(5.51) Kritéria zahrnují dva hlavní kroky znázorněné v diagramech Přílohy 2:

- výběr zařízení, u nichž je nezbytné prokázat dlouhodobou životnost a
- hodnocení přípustnosti dlouhodobého provozu takto vybraných zařízení.

(5.52) Druhý krok sestává dále ze dvou hodnocení, která se částečně prolínají:

- hodnocení TLAA,
- hodnocení programů řízeného stárnutí.

(5.53) Kritéria jsou zaměřena na fyzické dopady stárnutí na KK s dlouhou životností. Morální stárnutí KKS (zastarávání) je obecně řešeno periodickým hodnocením bezpečnosti JE.

6. ZÁVĚR

(6.1) Tento BN je formulován jako všeobecný, specificky zaměřená doporučení pro postupy řízení stárnutí jednotlivých typů KK, sběru dat a udržování záznamů, kvalifikaci zařízení atp. je možné nalézt v dalších návodech a doporučeních SÚJB, dokumentech WENRA, dokumentech IAEA a dalších mezinárodních organizací a v tzv. dobré světové praxi používané dozornými orgány jiných států (např. US NRC), různých podpůrných technických organizací a držitelů povolení.

7. PŘÍLOHA 1 – SROVNÁNÍ S REFERENČNÍMI ÚROVNĚMI

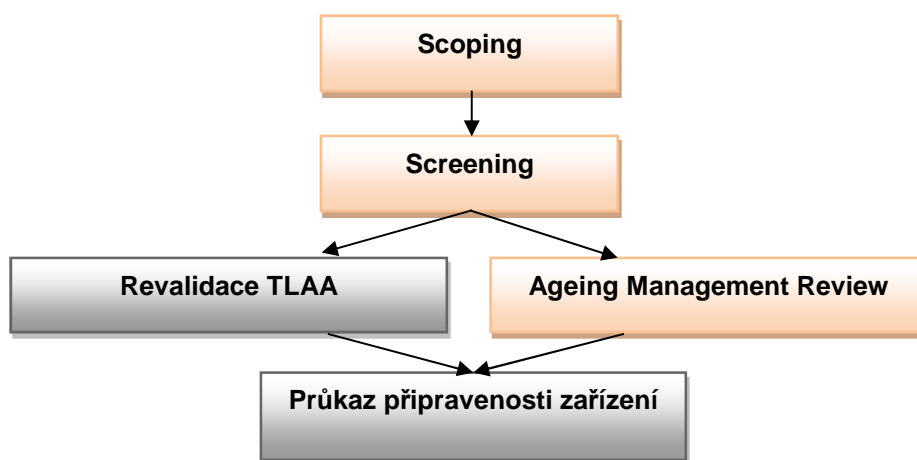
WENRA Reactor Safety Reference Levels – oblast I

WENRA Reactor Safety Reference Levels Oblast I Ageing management	PROVÁDĚCÍ KAPITOLY TOHOTO NÁVODU
1. Objective	
1.1 The operating organisation shall have an Ageing Management Programme to identify all ageing mechanisms relevant to systems, structures or components (SSCs) important to safety, determine their possible consequences, and determine necessary activities in order to maintain the operability and reliability of these SSCs.	4.19;4.30
2. Technical requirements, methods and procedures	
2.1 The licensee shall assess structures, systems and components important to safety taking into account of relevant ageing and wear-out mechanisms and potential age related degradations in order to ensure the capability of the plant to perform the necessary safety functions throughout its planned life, under design basis conditions.	4.31;4.32
2.2 The licensee shall provide monitoring, testing, sampling and inspection activities to assess ageing effects to identify unexpected behaviour or degradation during service.	4.27;5.11;5.24;5.25
2.3 The Periodic Safety Reviews shall be used to confirm whether ageing and wear-out mechanisms have been correctly taken into account and to detect unexpected issues.	3.5
2.4 In its AMP, the licensee shall take account of environmental conditions, process conditions, duty cycles, maintenance schedules, service life, testing schedules and replacement strategy.	4.23;4.31
2.5 The AMP shall be reviewed and updated as a minimum with the PSR, in order to incorporate new information as it becomes available, to address new issues as they arise, to use more sophisticated tools and methods as they become accessible and to assess the performance of maintenance practices considered over the life of the plant.	3.5;5.10;5.45
3. Major structures and components	
3.1 Ageing management of the reactor pressure vessel and its welds shall take all relevant factors including embrittlement, thermal ageing, and fatigue into account to compare their performance with prediction, throughout plant life.	4.23;4.24
3.2 Surveillance of major structures and components shall be carried out to timely detect the inception of ageing effects and to allow for preventive and remedial actions.	5.24;5.31;5.32

8. PŘÍLOHA 2 – KRITÉRIA PRO DLOUHODOBÝ PROVOZ JADERNÝCH ELEKTRÁREN (LTO)

8.1 ÚVOD

V této příloze je rozpracován způsob naplnění požadavků Kapitoly 5 bodů (5.49) až (5.54) tohoto BN, vč. kritérií pro posouzení přípustnosti dlouhodobého provozu, tj. provozu za původní projektovou životnost elektrárny, kombinující a upřesňující světovou praxí prověřené přístupy def. zejména v Ref. [13], [14], [15].



Obr. 2 Proces provedení Zhodnocení řízení stárnutí a Hodnocení stavu zařízení

8.2 DOPORUČENÝ POSTUP PROVEDENÍ ZHODNOCENÍ ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ A HODNOCENÍ STAVU ZAŘÍZENÍ

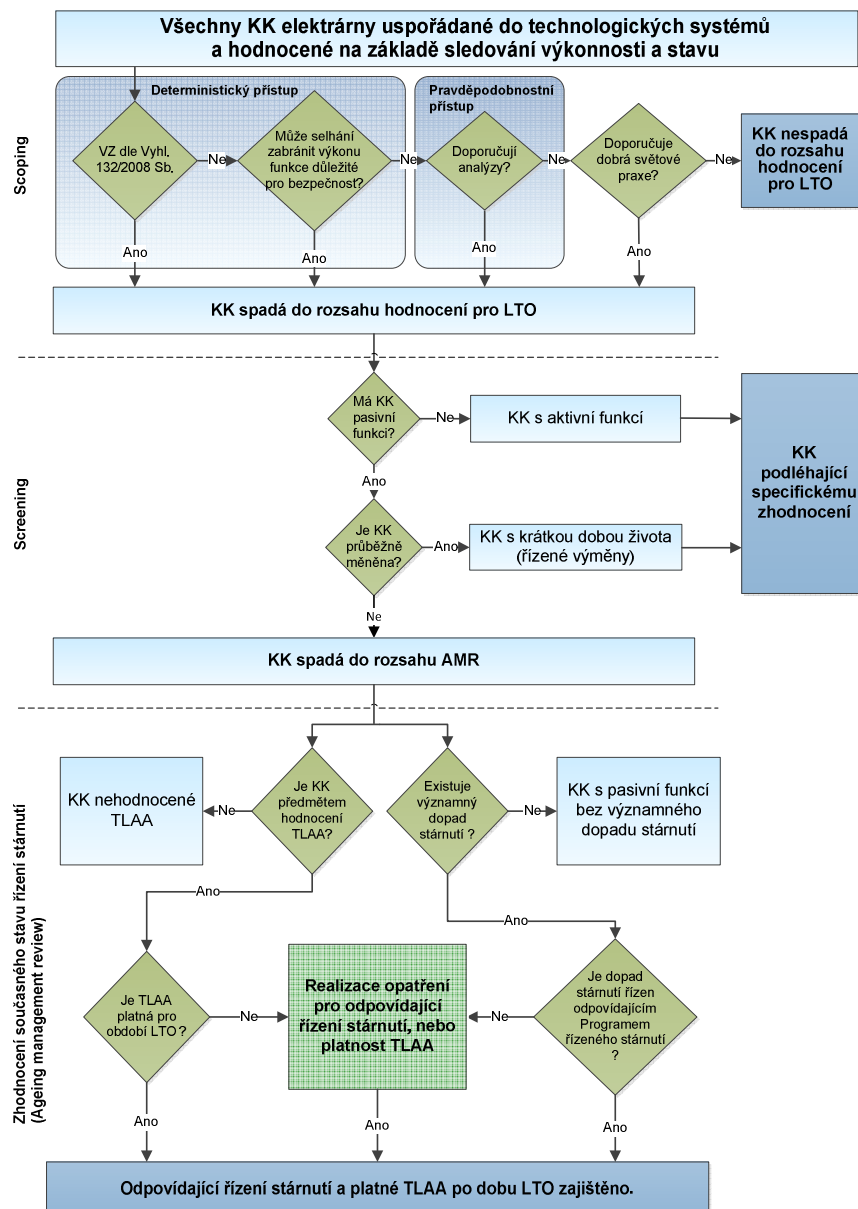
Žadatel o prodloužení provozu postupuje při provedení Zhodnocení řízení stárnutí a Hodnocení stavu zařízení dle Obr. 3.

Při výběru KKS pro prokázání dlouhodobé životnosti by měl vzít v úvahu všechny obecně použitelné zprávy a bezpečnostní hodnocení, které jednoznačně identifikují nebo popisují funkci spojenou s KKS nezbytnou pro splnění požadavků jednotlivých nařízení, předpisů a podmínek provozu, včetně parametrů a jejich mezí. Použité zdroje informací musí být aktuální.

Příklady možných zdrojů informací:

- Limity a podmínky
- Design Basis
- Dokumentace Designu
- Bezpečnostní zprávy
- NTD

- PSR
- Návodů pro zvládání těžkých havárií
- Praxe údržby
- Kvalifikace
- Verifikované databáze
- Program provozních kontrol
- Výsledky výzkumu a provozní zkušenosti
- NUC NET
- WANO
- IRS



Obr. 3: Podrobný proces provedení Zhodnocení řízení stárnutí a Hodnocení stavu zařízení

8.2.1 VÝBĚR KKS URČENÝCH K HODNOCENÍ PRO LTO Z POHLEDU JEJICH BEZPEČNOSTNÍ VÝZNAMNOSTI (SCOPING)

Určení KKS, tj. výběr zařízení určených k hodnocení pro LTO, je prováděno pomocí následujících kritérií:

1. Zařízení určená deterministickým hodnocením bezpečnosti (musí být pro ně provedena identifikace funkce důležité pro bezpečnost):
 - a. plní funkci důležitou pro bezpečnost a patří mezi vybraná zařízení bezpečnostní třídy 1, 2 nebo 3 (dle vyhlášky č. 132/2008 Sb.),
 - b. nepatří mezi vybraná zařízení dle písm. a., ale jejichž poškození může zabránit výkonu funkce důležité pro bezpečnost
2. Kromě deterministického lze použít rovněž pravděpodobnostní přístup (pravděpodobnostní bezpečnostní analýzy), a to za předpokladu akceptování jeho zdůvodnění dozorným orgánem.
3. Další zařízení doporučená z dobré světové praxe a provozních zkušeností

Výběr zařízení do rozsahu LTO probíhá od kritéria 1 dále tak, že se k rozsahu z předchozího kritéria vždy přidá rozsah zařízení, který je v daném kritériu navíc. Rozsahy z kritérií 2 a 3 tak nikdy neslouží k zmenšení množiny zařízení vybraných pro LTO, naopak - slouží k rozšíření základního výběru, který představují zařízení důležitá pro bezpečnost podle vyhlášky č.132/2008 Sb.

Metoda naplnění těchto kritérií musí být zdokumentována.

8.2.2 VÝBĚR ZAŘÍZENÍ, PRO KTERÉ MUSÍ BÝT PROVEDENO ZHODNOCENÍ ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ A ZHODNOCENÍ SOUČASNÉHO STAVU PRO LTO VZHLEDEM K VÝKONU POŽADOVANÉ FUNKCE (SCREENING)

Pro zařízení spadající do rozsahu pro LTO, může být proveden užší výběr zařízení z rozsahu daného Scopingem, pro které je nutné prokázat/demonstrovat, že jejich stárnutí je řízeno odpovídajícím způsobem, tedy u kterých zařízení je nutno provést zhodnocení současného stavu řízení jejich stárnutí a zhodnocení jejich současného stavu vzhledem k výkonu požadované funkce. Z KK vybraných do rozsahu LTO (Scoping) to musí být minimálně ty, která plní zároveň obě tato kritéria:

- a. mají pasivní bezpečnostní funkci

- b. nejsou určené k výměně ve stanovených časových intervalech nebo na základě kvalifikace na prostředí či k výměně na základě sledování výkonnosti a stavu⁷

Toto zhodnocení může být prováděno odstupňovaným a specifickým způsobem, podle charakteru zařízení a jeho příslušnosti k určitému oboru (např. strojní, stavební, elektro a SKŘ zařízení).

Specifický přístup k hodnocení zařízení s aktivní a pasivní bezpečnostní funkcí lze využít za předpokladu důsledně zavedeného systému řízení péče o zařízení v souladu s nejlepší mezinárodní praxí. Vychází z Ref. [15], [16], [17], [18].

Zařízení s pasivní bezpečnostní funkcí, pro které je prováděno „Zhodnocení řízení stárnutí a hodnocení stavu zařízení JE“, jsou komponenty zajišťující alespoň jednu z následujících funkcí:

- Integrita - zachování bariéry zabraňující šíření radioaktivních látek do okolí, tzn. zachování tlakového rozhraní (tj. hermetičnost, těsnost) a strukturní integrita (tj. zachování neporušenosti KK tak, aby byly nadále schopny vykonávat svou funkci – poskytovat podporu, závěs, bariéru proti zaplavení atd.)
- Stínění před ionizujícím zářením
- Filtrace
- Tepelná výměna

Na rozdíl od aktivních komponent, u kterých lze prokázat funkci zkouškou (prováděnou periodicky), je průkaz zajištění spolehlivého výkonu funkcí důležitých pro bezpečnost u pasivních komponent složitější a musí mu být věnována odpovídající pozornost. Týká se to zejména sledování dopadů stárnutí u pasivních komponent s dlouhou dobou života, které vyžaduje hlubší znalosti degračních mechanismů a s nimi spojených zákonitostí. Proto právě identifikace pasivních zařízení (tedy zařízení, pro které nelze funkci prokázat zkouškou) s dlouhou dobou života je klíčovým úkolem Screeningu.

Pro KK, které neplní výše uvedená kritéria, musí být doloženo Hodnocení výkonnosti a stavu (odstupňovaný přístup je možný).

⁷ Lze využít, pokud údržba KK probíhá v souladu s BN–JB-1.9, Údržba, provozní kontroly a funkční zkoušky, 2010 (či jeho novější revize), zejména jsou známy a při údržbě adekvátně zohledněny všechny degrační mechanismy.

8.2.3 ZHODNOCENÍ SYSTÉMU ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ A TECHNICKÉHO STAVU ZAŘÍZENÍ

Žadatel o povolení provozu (prodloužení provozu) musí provést paralelně a nezávisle na sobě dvě klíčové činnosti:

1. identifikace a posouzení TLAA (přestože procesem Screening prochází KKS pouze s pasivní bezpečnostní funkcí, neznamená to, že neexistují nebo nemusí být identifikována všechna TLAA, tedy i pro zařízení s aktivní funkcí)
2. identifikace významných dopadů stárnutí a posouzení způsobu jejich řízení

Žadatel provede rovněž zhodnocení současného technického stavu zařízení.

Výstupem těchto činností jsou zprávy (průkaz připravenosti zařízení k dalšímu provozu), které předloží žadatel jako přílohu příslušné žádosti.

8.2.3.1 Průkaz platnosti TLAA⁸

Žadatel o povolení k dlouhodobému provozu musí identifikovat všechny potenciální TLAA, včetně určení časově omezených předpokladů definovaných předpokládanou dobou provozu. Dále provede obnovu platnosti dokumentů TLAA (revalidaci) v návaznosti na požadovanou dobu provozování dotčeného zařízení, zpravidla na dobu prodlouženého provozu.

Pokud nastane situace, že TLAA nejsou k dispozici a nemohou být obnoveny ani původním projektantem, pak v závislosti na významu dané KKS s ohledem na bezpečnost, žadatel postupuje dle bodu 3. podkapitoly 8.2.3.1.2 této přílohy a realizuje opatření pro zavedení odpovídajícího řízení stárnutí. Výše nastíněný postup pro TLAA je dále detailněji specifikován.

8.2.3.1.1 Identifikační proces TLAA

TLAA jsou dokumenty (výpočty, analýzy, apod.) JE, které splňují definici dle kap. 2. ZKRATKY, DEFINICE, POJMY tohoto BN a splňují následující kritéria⁹:

1. Týkají se KK identifikovaných v rámci výběru zařízení určených k hodnocení zařízení pro LTO (scopingu)
2. Uvažují degradační mechanismy/ dopady stárnutí

⁸ Termín TLAA byl zaveden americkou legislativou. US NRC definovalo postupy a provedlo zobecnění bohatých zkušeností získaných při posuzování žádostí o prodloužení provozu. IAEA začala vyvíjet návody týkající se bezpečnostních aspektů řízeného stárnutí v devadesátých letech 20. století. S rostoucím počtem členských států a potřebou mezinárodně dohodnutého komplexního poradenství pro regulátory a provozovatele týkající se dlouhodobého provozu (LTO) iniciovala v roce 2003 mimorozpočtový „Programme on Safety Aspects of Long Term Operation of Water Moderated Reactors“.

⁹ Vyplývá z [17]

3. Zahrnují časově omezené předpoklady definované předpokládanou dobou provozu (např. dle platného projektu - počet let)
4. Zahrnují závěry nebo poskytují základ pro závěry týkající se schopnosti KKS vykonávat svou požadovanou funkci
5. Mohou být obsaženy jako reference v současném licenčním základě¹⁰

Žadatel o prodloužení provozu musí vzít při identifikaci TLAA v úvahu všechny obecně použitelné dokumenty a bezpečnostní hodnocení. Za TLAA tedy může prohlásit i dokument, který není analýzou (výpočtem) a nespĺňuje některé z výše uvedených podmínek. To je důležité dodržet zejména u JE, která byla projektována a uvedena do provozu před prvním vydáním tohoto BN (leden 2010), tj. před zavedením pojmu TLAA v ČR. Takový dokument musí být vhodně označen pro odlišení od dokumentů splňujících všechna kritéria TLAA.

Pro identifikované TLAA žadatel definuje, který předpoklad použitý při hodnocení má časové omezení, uvede stručný popis tohoto parametru a pro jaké období byl uvažován.

8.2.3.1.2 Obnova platnosti dokumentů (TLAA)

Před zahájením dlouhodobého provozu (LTO), musí držitel povolení obnovit platnost dokumentů obsahujících analýzy s časově omezenými předpoklady stárnutí (TLAA).

V rámci obnovy platnosti dokumentů TLAA musí držitel povolení prokázat, že:

1. analýzy (výroky o omezené životnosti) zůstanou platné pro dobu prodlouženého provozu, nebo
2. platnost analýz (výroků o omezené životnosti) byla prodloužena (revalidována) na dobu uvažovaného provozu. Expertní posudky, výpočty, analýzy, zpracované pro prodloužení platnosti původních TLAA, jsou doplněny o analýzu nejistot¹¹, pokud je to relevantní¹² s ohledem na charakter vstupních dat a míru jejich vlivu na konečný výsledek, nebo
3. dopady stárnutí na plnění požadované funkce musí být odpovídajícím způsobem řízené pro období prodlouženého provozu pomocí Programu řízeného stárnutí

Držitel povolení musí prokázat platnost jednoho z tvrzení (1), (2) nebo (3)¹³. V případě, že nelze prokázat platnost ani jednoho z výše uvedených tvrzení, držitel povolení přistoupí

¹⁰ V ČR není k roku 2015 kritérium relevantní, licenční dokumentace pro bloky uvedené do provozu před rokem 2015 s referencemi na TLAA neuvažuje.

¹¹ Analýza nejistot musí zahrnovat všechny z hlediska konečného výsledku významné vstupy a postupy (např. matematické analýzy) použité v příslušné analýze TLAA. Musí být provedeno posouzení možných změn/výchylek příslušných parametrů pro období prodlouženého provozu. Jinými slovy, analýzy nejistot (neurčitostí) ozřejmí „míru jistoty“, s jakou byly stanoveny výroky o možné revalidaci dokumentů TLAA. Analýzu nejistot lze zpracovat do každého průkazu o prodloužení platnosti TLAA nebo předat v souhrnné zprávě o TLAA analýzách.

¹² V případě, že žadatel rozhodne zpracování analýzy nejistot za nerelevantní, bude v průkazech o prodloužení platnosti TLAA či v souhrnné zprávě o TLAA analýzách tato skutečnost uvedena a zdůvodněna.

¹³ NRC: 10CFR Part 54 [18]

k výměně zařízení, nebo provede novou TLAA, která bude platná do konce požadované doby provozu (zpravidla prodlouženého provozu - LTO). Tato varianta může být aplikována i v případě, že provedení nové TLAA je z hlediska prodlouženého provozu efektivnější než řešení založené na Programu řízeného stárnutí.

Výsledkem procesu obnovy platnosti dokumentů TLAA jsou:

- Identifikace TLAA (identifikační proces časově omezených předpokladů stárnutí),
- Evidence dokumentů TLAA,
- Zajištění průkazů k prodloužení platnosti TLAA,
- Aktualizace výchozí dokumentace TLAA, v souladu se zajištěnými průkazy,
- Vypracování souhrnné zprávy, ve které bude uvedeno:
 - identifikace TLAA
 - přístup k řešení obnovy platnosti dokumentů s časovým omezením životnosti (TLAA)
 - o princip řešení
 - o oblasti omezující životnost (radiační křehnutí, únava apod.)
 - přehled výsledků řešení.

8.2.3.2 Hodnocení významných dopadů stárnutí a posouzení způsobu jejich řízení

Hodnocení významných dopadů stárnutí a posouzení způsobu jejich řízení se provádí pro ty KK, které byly vybrány do rozsahu pro hodnocení k LTO a plní zároveň obě kritéria dle kap. 8.2.2 této přílohy (screening).

Řízení stárnutí bezpečnostně důležitých zařízení jaderné elektrárny představuje proces, jehož výstupem je určení predikcí a/nebo detekcí:

- kdy vlastnosti těchto zařízení degradují na úroveň ohrožující dodržení požadovaných bezpečnostních rezerv
nebo
- že zařízení bude vykonávat svou funkci (důležitou pro bezpečnost) s dostatečnou pravděpodobností minimálně do okamžiku další kontroly. V praxi to znamená, že pro každé zařízení musí být každý identifikovaný degradační mechanismus/dopad stárnutí odpovídajícím způsobem řízen (musí být zajištěno, že nezpůsobí ztrátu požadované funkce minimálně do doby další kontroly)

a provedení nápravných nebo zmírňujících opatření.

Řízení je zajištěno, jestliže implementované Programy řízeného stárnutí odpovídajícím způsobem řídí všechny degradační mechanismy a dopady stárnutí připadající v úvahu či rizikové pro dané zařízení (skupinu zařízení).

Průkaz, že **stárnutí určených zařízení je dostatečně řízeno**, se sestává z identifikace dopadů stárnutí a prokázání, že každý určený dopad stárnutí KK je řízen odpovídajícím programem.

8.2.3.2.1 Identifikace dopadů stárnutí

Identifikace dopadů stárnutí je krok, nazývaný obecně porozumění stárnutí, kdy jsou na základě dostupných informací stanoveny významné (dominantní) dopady stárnutí ovlivňující výkon bezpečnostní funkce. Během něj je nutné:

1. určit všechny dopady stárnutí na požadovanou bezpečnostní funkci vybraných KK, a to jak prokázané tak i potenciální, které mohou v průběhu prodlouženého provozu vést ke stavu, kdy daná KK nebude plnit svou určenou bezpečnostní funkci za podmínek definovaných v licenčních požadavcích.

Identifikace se opírá o znalost projektu KK, použitých materiálů, provozních podmínek, požadovaných funkcí zařízení, historie provozu, kontrol a údržby, výsledků zkoumání KK vyřazených z provozu a zobecněných údajů vyplývajících z výzkumu a provozní zkušenosti. Poslední položka, která je hlavním zdrojem určení potenciálních dopadů stárnutí se může opírat o dostupné katalogy degradačních mechanismů a dopadů stárnutí.

2. stanovit dopady stárnutí, hodnocené pomocí TLAA dle kap. 8.2.3.1 přílohy 2. tohoto BN. Dopady stárnutí na požadovanou funkci vybraných KK nehodnocené dostatečně pomocí TLAA je nutné pokrýt Programy řízeného stárnutí.

8.2.3.2 Odpovídající program řízeného stárnutí

Žadatel o prodloužení provozu musí prokázat, že určené programy řízeného stárnutí poskytují účinný nástroj pro včasnou detekci a zmírnění dopadů stárnutí na konkrétní KK. To je zajištěno, pokud program splňuje požadavky definované v Tabulce 3: Obecné atributy efektivního programu řízeného stárnutí uvedené v Kapitole 5. tohoto BN.

8.2.3.3 Hodnocení skutečného technického stavu

Žadatel o prodloužení provozu musí formou zpráv provést a předložit zhodnocení skutečného technického stavu zařízení v rozsahu určeném pro LTO dle předchozích kapitol.

Žadatel může seskupovat konstrukce a komponenty do skupin produktů (tzv. komoditních skupin). Východiskem pro seskupení mohou být takové charakteristiky jako podobná funkce, podobný projekt, podobný konstrukční materiál, podobné postupy řízení stárnutí nebo podobné prostředí. V případě seskupování KK musí být uvedeno i východisko pro seskupování.

Vlastní zprávu hodnocení zařízení pro LTO je doporučeno zpracovat v této struktuře:

- Popis struktury dokumentu
- Stručný popis hodnocených KK nebo systému a případné stanovení skupin produktů, vč. popisu funkce zařízení a určení, která funkce je důležitá pro LTO (důležitá z hlediska bezpečného provozu)

Pokud bylo provedeno seskupení KK do skupin produktů, pak pro každou takovou skupinu je nutné provést:

- Technický popis zařízení komoditní skupiny
- Identifikace významných dopadů stárnutí nebo degračních mechanismů:
 - dopady stárnutí nebo degrační mechanismy předpokládané na základě zobecněné mezinárodní zkušenosti
 - dopady stárnutí nebo degrační mechanismy identifikované na základě znalostí a reálného provozu JE
 - analýza rozdílů mezi předpokládanými a identifikovanými dopady stárnutí
- Ověření řízení dopadů stárnutí - ověření TLAA a PŘS:
 - doporučení na zavedení PŘS na základě mezinárodní zobecněné zkušenosti
 - přiřazení odpovídajících implementovaných PŘS/TLAA ke každému identifikovanému degračnímu mechanismus/dopadu stárnutí

- analýza případných rozdílů mezi řízením stárnutí dle doporučení mezinárodní zkušenosti a dle výstupů z hodnocení
- Zhodnocení, shrnutí a doporučení pro danou skupinu produktů

Pro všechny hodnocené KK nebo celý systém, resp. všechny skupiny produktů:

- Celkové zhodnocení a následná opatření
- Dokumentace použité pro hodnocení

8.2.3.4 Dokladování výkonnosti a stavu (specifické zhodnocení)

Jak bylo uvedeno v kap. 8.2.2 Přílohy 2. tohoto BN, pro ty KK, které nejsou na základě screeningu vybrány pro zhodnocení systému řízení stárnutí a technického stavu zařízení, musí být dokladován stav řízení Hodnocení výkonnosti a stavu. Pro tento účel se použije specifické zhodnocení ve formě zpráv obsahujících minimálně analýzu bezpečnostních funkcí, analýzu poruchovosti a popis údržby.

Mimo to žadatel zpracuje pro další specifické KK (jako je kabeláž, zařízení elektro a SKŘ) Specifické zprávy v podobné struktuře jako hodnotící zprávy popsané v předchozí kapitole přílohy 2. tohoto BN. Tyto zprávy musí minimálně obsahovat:

- zhodnocení stávajícího systému sledování výkonnosti a stavu a jeho porovnání s mezinárodní praxí
- identifikované degradační mechanismy
- souhrnný závěr z dostupných existujících zdrojů určující aktuální/skutečný stav (diagnostické systémy, zdroje informací pro sledování skutečného stavu, spolehlivosti a poruchovosti/výkonu včetně poruch, oprav)
- prognózu stavu zařízení, včetně specifikace případných avizovaných modifikací a záměn KK

9. REFERENCE

- [1] Směrnice Rady 2009/71/EURATOM ze dne 25. června 2009, kterou se stanoví Rámec Společenství pro jadernou bezpečnost jaderných zařízení, ve znění směrnice Rady 2014/87/Euratom ze dne 8. července 2014
- [2] Úmluva o jaderné bezpečnosti (INCIFIR/449, 5.7.1994, sdělení MZV č. 67/1998 Sb.).
- [3] Společná úmluva o bezpečnosti při nakládání s vyhořelým palivem a o bezpečnosti při nakládání s radioaktivními odpady (INFCIRC/546, 24. 12. 1997).
- [4] Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů.
- [5] Vyhláška SÚJB č. 106/1998 Sb., o zajištění jaderné bezpečnosti a radiační ochrany jaderných zařízení při jejich uvádění do provozu a provozu.
- [6] Vyhláška SÚJB č. 195/1999 Sb., o požadavcích na jaderná zařízení k zajištění jaderné bezpečnosti, radiační ochrany a havarijní připravenosti.
- [7] Vyhláška SÚJB č. 132/2008 Sb., o systému jakosti při provádění a zajišťování činností souvisejících s využíváním jaderné energie a radiačních činností a o zabezpečování jakosti vybraných zařízení s ohledem na jejich zařazení do bezpečnostních tříd.
- [8] Reactor Safety Reference Levels – Issue I (Ageing Management), WENRA, 2007.
- [9] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Fundamental Safety Principles: Safety Fundamentals, IAEA Safety Standards Series No. SF-1, IAEA, Vienna, 2006.
- [10] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Standard Series, Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants, Safety Guide No. NS-G-2.10, IAEA, Vienna, 2003.
- [11] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Ageing Management for Nuclear Power Plants, Safety Guide No. NS-G-2.12, IAEA, Vienna 2009.
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety of Nuclear Power Plants: Design Safety Requirements, IAEA Safety Standards Series No. NS-R-1, IAEA, Vienna, 2000.
- [13] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safe Long Term Operation of Nuclear Power Plants, Safety Reports Series No. 57, Vienna, 2008
- [14] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Guidelines for Peer Review of Safety Aspects of Long Term Operation of Nuclear Power Plants, Services Series No. 26, Vienna, January 2014
- [15] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Approaches to ageing management for nuclear power plants: International generic AGEING lessons learned (IGALL) Final report, IAEA-TECDOC-1736 Vienna, 2014

- [16] Safety Aspects of Long Term Operation of Water Moderated Reactors (IAEA-EBP-SALTO)
- [17] UNITED STATES, Code of Federal Regulations, Title 10 Part 54, Requirements for Renewal of Operating Licenses for Nuclear Power Plants
- [18] Guideline, Nuclear Energy Institute, NEI 95-10 NUCLEAR ENERGY INSTITUTE, Industry Guideline for Implementing the Requirements of 10 CFR Part 54
- [19] NUREG 1800 rev.2, Standard Review Plan for Review of Licence Renewal Applications for Nuclear Power Plants (December 2010)
- [20] Reactor Safety Reference Levels – Issue I (Ageing Management), WENRA, 2014 “Update in relation to lessons learned from TEPCO FUKUSHIMA DAI-ICHI Accident - 24th September 2014”