

BEZPEČNOSTNÍ NÁVODY SÚJB

Bezpečné využívání jaderné energie a ionizujícího záření

Obsah bezpečnostních zpráv

Jaderná bezpečnost

BN-JB-1.3 (Rev. 0.0)



STÁTNÍ ÚŘAD
PRO JADERNOU
BEZPEČNOST

HISTORIE REVIZÍ

Revize č./č.j.	Účinnost od	Garant	Popis či komentář změny
0.0/ SÚJB/OHJB/18321/2020	1. 1. 2021	Ratajová	Nově zpracovaný návod

Jaderná bezpečnost

Bezpečnostní návod OBSAH BEZPEČNOSTNÍCH ZPRÁV

Vydal: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha, leden 2021

Č.j.: SÚJB/OHJB/18321/2020

BN-JB-1.3 (Rev. 0.0)

Účelová publikace bez jazykové úpravy, připomínky směřujte na adresu:
připomínky_navody@sujb.cz

Obsah

A. Zkratky, definice a pojmy	12
A.1 Zkratky	12
B. Úvod	16
B.1 Důvod vydání.....	16
B.2 Cíl	16
B.3 Působnost	16
B.4 Platnost a účinnost	17
C. Východiska a struktura	17
C.1 Východiska	17
C.2 Struktura	18
Část 1: Obecná doporučení	19
A. Účel bezpečnostní zprávy	20
B. Různý původ bezpečnostních požadavků	20
C. Struktura Bezpečnostní zprávy v různých fázích životního cyklu JZ	20
D. Využívání, prověřování a aktualizace BZ během provozu JZ	21
E. Formální aspekty	22
F. Citlivé a utajované informace	23
Část 2: Doporučená struktura a obsah bezpečnostní zprávy	24
1 Úvod a obecný popis elektrárny	25
1.0 Informace o účelu, přípravě a struktuře BZ	25
1.1 Informace o žadateli o povolení a o dotčených osobách	25
1.2 Obecný popis JZ	25
1.3 Srovnání s obdobnými projekty JZ	25
1.4 Technické informace o nových technologiích zavedených v projektu	26
1.5 Informace o provozních stavech JZ	26
1.6 Informace o řízení bezpečnosti.....	26
1.7 Souhrnný seznam podkladů použitých při zpracování BZ	26
1.8 Výkresy a další grafické přílohy.....	26
1.9 Informace o stanovení a způsobu plnění požadavků týkajících se JB, RO, MRS, ZRMU, zabezpečení a NJZ.....	27
2 Vlastnosti území k umístění JZ	28
2.0 Úvod	28
2.1 Základní údaje o území k umístění (geografie a demografie)	29
2.2 Seznam relevantních ohrožení pro území k umístění.....	29
2.3 Jevy, které mají původ v činnosti člověka.....	30
2.4 Klimatické a meteorologické jevy	30
2.5 Hydrologické podmínky.....	31
2.6 Geologické, seismické, hydrogeologické a inženýrsko-geologické podmínky	31

2.7 Ostatní přírodní jevy	33
2.7.1 Biologické jevy	33
2.7.2 Přírodní požáry	34
2.8 Vliv území k umístění JZ na zvládání havarijních podmínek	34
2.9 Šíření radioaktivních látek a radiační situace na území k umístění JZ.....	34
2.10 Vliv JZ na území k umístění a obyvatelstvo (neradiační)	34
2.11 Projektová východiska plynoucí z hodnocení vlastností území k umístění JZ.....	35
3 Projekt systémů, stavebních a strojních konstrukcí, komponent a zařízení.....	36
3.0 Úvod	36
3.1 Obecná projektová východiska k zajištění bezpečnosti	36
3.1.1 Bezpečnostní cíle.....	36
3.1.2 Ochrana do hloubky	36
3.1.3 Bezpečnostní funkce.....	36
3.1.4 Obecná projektová východiska a stavy elektrárny.....	37
3.1.5 Předcházení havarijním podmínkám a jejich zmírňování	37
3.1.6 Radiační ochrana a kritéria přijatelnosti	37
3.1.7 Deterministické a pravděpodobnostní projektové principy a technologická kritéria přijatelnosti.....	37
3.1.8 Rezervy a zabránění vlivům malých odchylek parametrů JE schopných způsobit významné změny jeho provozních podmínek	38
3.1.9 Projekt aktivní zóny a zařízení pro skladování ozářeného paliva	38
3.1.10 Vzájemné interakce mezi bloky JE na společném území k umístění	39
3.1.11 Projektová opatření pro řízení stárnutí.....	39
3.2 Kategorie systémů, konstrukcí a komponent.....	39
3.2.1 Kategorizace SKK s vlivem na JB a zařazování do bezpečnostních tříd	40
3.2.2 Kategorizace pro kvalifikaci na prostředí	40
3.3 Zatížení klimatickými účinky	41
3.3.1 Zatížení větrem	42
3.3.2 Zatížení sněhem a dešťovými srážkami.....	42
3.3.3 Zatížení a doprovodné účinky venkovních teplot	42
3.4 Zápavy a povodně	42
3.4.1 Vnitřní záplavy	42
3.4.2 Vnější záplavy a povodně.....	43
3.5 Ochrana před letícími předměty.....	43
3.5.1 Letící předměty vnitřního původu	44
Letící předměty vnitřního původu, působící vně ochranné obálky.....	44
Letící předměty vnitřního původu, působící uvnitř ochranné obálky	44
Letící části turbíny	45
3.5.2 Letící předměty vnějšího původu	45

Identifikace SKK, které by měly být chráněny před letícími předměty vnějšího původu.....	45
Letící předměty vznikající působením extrémního větru.....	45
Jiné letící předměty vnějšího původu, kromě pádu letadla.	45
Pád letadla.....	46
3.5.3 Postupy pro projekt bariér proti letícím předmětům	46
3.6 Ochrana proti dynamickým účinkům postulovaného porušení potrubí	46
3.6.1 Projekt JE a ochrana před porušením potrubí	47
3.6.2 Určení míst postulovaného porušení potrubí a dynamických vlivů způsobených postulovaným roztržením potrubí.....	47
3.6.3 Únik před roztržením	48
3.7 Ochrana proti zemětřesení.....	49
3.7.1 Seismická vstupní data	49
3.7.2 Seismická analýza systémů	49
3.7.3 Hodnocení seismické odolnosti SKK BT1, resp. BS.....	50
3.7.4 Seismická instrumentace	50
3.8 Stavební konstrukce	50
3.8.1 Ochranná obálka	51
3.8.2 Betonové a ocelové vnitřní části ochranné obálky	52
3.8.3 Ostatní stavební konstrukce, včetně základů	52
3.9 Strojní systémy a komponenty	53
Vybraná zařízení BT 1, 2 a 3	53
SKK s vlivem na JB, která nejsou VZ.....	53
3.9.1 Dynamické zkoušky a analýza SKK.....	54
Vibrace na potrubí, teplotní dilatace a dynamické vlivy	54
Analýza dynamické odezvy vnitřních částí reaktoru (VČR).....	55
Předprovozní zkoušky proudově indukovaných vibrací VČR	55
Korelace zkoušek VČR na vibrace a výsledků analýz.....	55
3.9.2 Specifické požadavky na tlakovou hranici reaktoru a její podpěry, včetně opěrného systému AZ.....	56
3.9.3 Systém pohonu řídicích orgánů	57
3.9.4 Vnitřní části reaktoru	57
3.9.5 Funkční design, kvalifikace a zkoušení čerpadel, armatur a tlumičů nárazů a vibrací.....	58
3.9.6 Návrh potrubních systémů – přehled základních požadavků a postupů	58
3.9.7 Závitové a přírubové spoje.....	59
3.10 Seismická odolnost zařízení strojního, elektro a SKŘ.....	60
3.11 Vliv okolního prostředí na konstrukci strojního a elektrického zařízení a zařízení SKŘ.....	60
3.12 Posouzení odolnosti projektu vůči dalším rizikům	61
3.12.1 Analýza požárního rizika	61

3.12.2 Posouzení rizika ztráty koncového jímače tepla	62
3.12.3 Obecné posouzení odolnosti stavebních objektů vůči tlakovým vlnám	62
3.12.4 Posouzení následků výbuchů a úniků toxických látek	63
3.12.5 Posouzení rizika pádu těžkých břemen	63
4 Jaderný reaktor	64
4.0 Úvod	64
4.1 Souhrnný popis	64
4.2 Palivový systém AZ	64
4.2.1 Návrh palivového systému	65
4.2.2 Popis komponent palivového systému	65
4.2.3 Hodnocení návrhu komponent palivového systému	65
4.2.4 Plán zkoušek a kontrol	66
4.2.5 Požadavky na kvalitu komponent palivového systému a zajištění kvality	66
4.3 Jaderné charakteristiky AZ	67
4.3.1 Koncepce projektu AZ	67
4.3.2 Popis jaderných charakteristik	67
4.3.3 Analytické metody	68
4.4 Tepelné a hydraulické charakteristiky AZ	68
4.4.1 Popis termohydraulického návrhu AZ	69
4.4.2 Popis tepelných a hydraulických charakteristik systému chlazení reaktoru	69
4.4.3 Hodnocení splnění kritérií přijatelnosti	69
4.5 Materiály systému řízení a vnitřních komponent	69
4.5.1 Materiály systému pohonů řídicích orgánů	70
4.5.2 Materiály vnitřních částí reaktoru	70
4.6 Systémy řízení reaktivity	70
4.6.1 Informace o systému pohonu řídicích orgánů	70
4.6.2 Hodnocení systému pohonu řídicích orgánů	71
4.6.3 Zkoušení a ověřování systému pohonu řídicích (regulačních) orgánů před spouštěním	71
4.6.4 Informace a hodnocení o kombinované činnosti systémů řízení reaktivity	71
4.6.5 Požadavky na instrumentaci	71
5 Systém chlazení reaktoru a navazující systémy	72
5.0 Úvod	72
5.1 Souhrnný popis	72
5.2 Integrita tlakové hranice systému chlazení reaktoru	73
5.3 Tlaková nádoba reaktoru	73
5.4 Hlavní cirkulační čerpadla	73
5.5 Parogenerátory	74
5.6 Hlavní cirkulační potrubí	74
5.7 Systém řízení tlaku v reaktoru	74

5.8 Podpěry a opěry komponent systému chlazení reaktoru	75
5.9 Armatury systému chlazení reaktoru a navazujících systémů	75
5.10 Pomocné systémy reaktoru	75
6 Bezpečnostní systémy	76
6.0 Úvod	76
6.1 Koncepce bezpečnostních systémů.....	76
6.2 Systémy ochranné obálky (kontejnment, event. hermetická zóna)	77
6.3 Systémy havarijního chlazení AZ a odvodu zbytkového tepla.....	77
6.4 Systém havarijního odvodu paroplynné směsi z I.O.....	77
6.5 Systém havarijního řízení reaktivity	77
6.6 Bezpečnostní prvky pro stabilizaci roztaveného paliva	78
6.7 Systémy pro zajištění podmínek obyvatelnosti.....	78
6.8 Systém havarijního napájení parogenerátorů.....	78
6.9 Systémy odstranění a kontroly štěpných produktů.....	78
6.10 Ostatní bezpečnostní systémy	79
7 Systémy kontroly a řízení.....	80
7.0 Úvod	80
7.1 Přehled SKŘ a bezpečnostní kritéria.....	81
7.2 Systém rychlého odstavení reaktoru (RTS)	81
7.3 Systém spouštění a řízení technologických bezpečnostních systémů (ESFAS)	83
7.4 Systémy nutné pro bezpečné odstavení.....	83
7.5 Informační systémy důležité pro bezpečnost	85
7.6 Blokády a ostatní systémy důležité pro bezpečnost.....	86
7.7 Řídící systémy související s bezpečností	87
7.8 Diverzní bezpečnostní funkce	87
7.9 Systémy přenosu dat.....	89
8 Elektrické systémy	90
8.0 Úvod	90
8.1 Obecné zásady a přístup k projektu	90
8.2 Vnější elektrické systémy	90
8.3 Vnitřní elektrické systémy	91
8.3.1 Systémy střídavého elektrického napájení (III., III/II., II. kategorie).....	91
8.3.2 Systémy stejnosměrného elektrického napájení (včetně zajištěného střídavého napájení I., III/I. kategorie).....	91
8.4 Kabeláž a kabelové trasy	92
8.5 Uzemnění a ochrana před bleskem.....	92
8.6 Ostatní elektrické systémy	93
9 Pomocné systémy a stavební objekty.....	94
9.0 Úvod	94
9.1 Skladování a manipulace s palivem.....	94
9.2 Vodní systémy	95
9.3 Pomocné provozní systémy	95
9.4 Systémy vzduchu a plynů	96

9.5 Vzduchotechnické systémy	96
9.6 Systémy požární ochrany	96
9.7 Pomocné systémy pro dieselgenerátory	97
9.8 Zařízení pro manipulaci s těžkými břemeny	97
9.9 Diverzní prostředky.....	97
9.10 Mobilní prostředky.....	98
10 Systém konverze páry a energie	99
10.0 Úvod.....	99
10.1 Celkový popis.....	99
10.2 Hlavní parní systém	99
10.3 Systémy napájecí vody	100
10.4 Turbogenerátor	100
10.5 Kondenzátor a pomocné systémy turbíny	101
10.6 Systém odluhů parogenerátoru	101
10.7 Implementace principu vyloučení roztržení pro hlavní parovod a napájecí potrubí	102
11 Nakládání s radioaktivním odpadem	103
11.0 Úvod.....	103
11.1 Systém zpracování a úpravy kapalného RaO	103
11.1.1 Zdrojové členy.....	103
11.1.2 Zpracování a úprava kapalného RaO	103
11.1.3 Úprava kapalného RaO	105
11.2 Systémy zpracování plynného RaO	106
11.2.1 Zdrojové členy.....	106
11.2.2 Zpracování plynného RaO.....	106
11.3 Systémy zpracování a úpravy pevného RaO	107
11.3.1 Zdrojové členy.....	107
11.3.2 Shromažďování, třídění, zpracování a úprava pevného RaO	107
12 Způsob zajištění radiační ochrany	109
12.0 Úvod.....	109
12.1 Optimalizace RO	109
12.2 Zdroje ionizujícího záření.....	109
12.3 Projektové řešení RO.....	109
12.4 Hodnocení ozáření radiačních pracovníků a obyvatelstva	109
12.5 Monitorování pro účely RO	110
12.6 Další aspekty RO	110
13 Provozní hlediska	111
13.0 Úvod.....	111
13.1 Organizační struktura DP	111
13.2 Příprava personálu	111
13.2.1 Koncepce	111

13.2.2	Způsobilost a kvalifikace	112
13.2.3	Výcvik	113
13.2.4	Oprávnění	114
13.3	Implementace provozních programů	114
13.3.1	Údržba, dohled, kontrola a zkoušky.....	114
13.3.2	Řízení aktivní zóny a manipulace s JP.....	115
13.3.3	Řízení stárnutí a dlouhodobý provoz	115
13.3.4	Řízení změn	116
13.3.5	Program pro zpětnou vazbu z provozních zkušeností	116
13.3.6	Dokumenty a záznamy.....	117
13.3.7	Odstávky	117
13.4	Provozní předpisy	117
13.4.1	Administrativní předpisy.....	117
13.4.2	Předpisy pro normální provoz	118
13.4.3	Předpisy pro abnormální provoz	118
13.4.4	Havarijní provozní předpisy	118
13.4.5	Návody pro zvládání těžkých havárií.....	118
13.4.6	Návody pro použití prostředků DAM a EDMG	119
13.4.7	Validace a ověření předpisů.....	119
13.5	Hodnocení ukazatelů bezpečnosti provozu	119
13.6	Posuzování bezpečnosti provozu JE	120
13.6.1	Cíl a způsoby posuzování	120
13.6.2	Soubor ukazatelů a odstupňovaný přístup	120
13.7	Zabezpečení.....	120
14	Systém přípravy a provádění programů kontrol a zkoušek při výstavbě, uvádění do provozu a během provozu jaderného zařízení	121
14.0	Úvod.....	121
14.1	Specifické informace, které mají být do BZ zahrnuty před výstavbou	121
14.2	Specifické informace, které mají být do BZ zahrnuty před uvedením do provozu.....	122
14.3	Informace o programech zkoušek prováděných v odstávkách na výměnu JP	123
14.4	Informace o programech zkoušek prováděných po realizaci změn projektu	123
14.5	Informace o programu provozních zkoušek a kontrol	123
14.6	Informace o speciálních programech zkoušek SKK, zařazených mezi VZ.....	123
15	Bezpečnostní analýzy událostí abnormálního provozu a základních projektových nehod	124
15.0	Úvod.....	124
15.0.1	Soubor vstupních dat, použitých pro bezpečnostní analýzy	124
15.0.2	Kritéria přijatelnosti.....	125
15.0.3	Výběr PIU	125
15.0.4	Kategorizace a seskupení PIU.....	125

15.0.5 Programy, modely a postupy, použité pro analýzu.....	126
15.0.6 Charakteristiky bloku a nastavení bezpečnostních systémů a ochran	127
15.0.7 Hodnocení PIU	127
Identifikace příčin, frekvence výskytu a popis PIU	127
Použitá kritéria přijatelnosti	127
Metoda analýzy a použité výpočetní modely a programy	127
Použité vstupní předpoklady, vstupní hodnoty analýz a okrajové podmínky.....	127
Průběh události a výsledky analýzy	128
15.1 Zvýšení odvodu tepla sekundárním okruhem.....	129
15.2 Snížení odvodu tepla sekundárním okruhem.....	129
15.3 Snížení průtoku chladiva primárním okruhem	129
15.4 Anomálie reaktivity a distribuce výkonu.....	130
15.5 Zvýšení množství chladiva reaktoru	130
15.6 Snížení množství chladiva reaktoru	130
15.7 Úniky radioaktivních látek ze subsystémů nebo komponent.....	131
15.8 Analýzy iniciačních událostí v odstaveném stavu reaktoru.....	131
15.9 Analýzy událostí abnormálního provozu a základních projektových nehod v BSVP	131
15.10 Analýzy termohydraulické odezvy ochranné obálky na projektové události.....	132
16 Limity a podmínky	133
16.0 Úvod.....	133
16.1 Použití	133
16.2 Bezpečnostní limity a setpointy ochranných funkcí.	134
16.3 Limitní podmínky pro provoz, zásahy a požadavky na kontroly	134
16.4 Administrativní požadavky	134
16.5 Podklady.....	134
17 Systém řízení.....	135
17.0 Úvod.....	135
17.1 Koncepce systému řízení a jeho působení v jednotlivých fázích životního cyklu JZ	135
17.2 Specifické aspekty systému řízení	135
17.3 Hodnocení kultury bezpečnosti	135
17.4 Posuzování účinnosti systému řízení.....	136
17.5 Hodnocení systému řízení kvality SKK s vlivem na JB	136
17.5.1 Výběr dodavatelů a externí audity dodavatelů	136
17.5.2 Dohled nad dodavateli a hodnocení dodavatelů.....	136
18 Inženýrská psychologie a ergonomie	138
18.0 Úvod.....	138
18.1 Řízení programu lidského faktoru a ergonomie (HFE program)	138
18.2 Hodnocení provozních zkušeností.....	139
18.3 Analýza funkčních požadavků, rozdělení funkcí a úkolová analýza	139
18.4 Úkolová analýza	139
18.5 Požadavky na kvalifikaci, kompetentnost a způsobilost personálu	140

18.6	Analýza spolehlivosti člověka.....	140
18.7	Rozhraní člověk-stroj.....	141
18.8	Řízení pracovních postupů, předpisů a procedur	142
18.9	Program odborného výcviku.....	142
18.10	Ověření a validace výsledků programu lidských faktorů.....	143
18.11	Realizace programu během běžného provozu.....	143
18.12	Monitorování lidského výkonu/spolehlivosti.....	143
19	PSA	144
19.0	Úvod.....	144
19.1	Použití a aplikace PSA.....	144
19.2	Kvalita PSA.....	144
19.3	Souhrnné zhodnocení PSA.....	144
19.4	Hlavní výsledky PSA 1. úrovně	145
19.5	Hlavní výsledky PSA 2. úrovně	146
19.6	Identifikace projektových a provozních opatření významně přispívajících k zajištění JB	146
19.7	Závěry a nálezy	147
20	Rozšířené projektové podmínky včetně těžkých havárií	148
20.0	Úvod.....	148
20.1	Klasifikace stavů JE pro hodnocení.....	149
20.2	Kritéria přijatelnosti pro analýzy DEC.....	149
20.3	Použité výpočtové programy	150
20.4	Charakteristiky JE a předpoklady použité v bezpečnostních rozborech DEC	150
20.5	Komponenty a systémy bloku použitelné pro zmírnění účinků DEC	150
20.6	Plnění bezpečnostních funkcí v rámci DEC.....	151
20.7	Hodnocení rozšířených projektových podmínek bez poškození paliva.....	152
20.8	Hodnocení těžkých havárií.....	153
20.9	Hodnocení prakticky vyloučených podmínek	155
20.9.1	Identifikace podmínek, které mají být prakticky vyloučeny	155
20.9.2	Vyloučení podmínek ohrožení vedoucích k časným nebo velkým únikům....	156
20.9.3	Realizace technických opatření pro praktické vyloučení ohrožujících podmínek	156
20.9.4	Návody pro prevenci ohrožujících podmínek	156
20.9.5	Deterministické analýzy prokazující dostatečnost přijatých technických a organizačních opatření	156
20.9.6	Pravděpodobností vyhodnocení zbytkového rizika	156
20.10	Shrnutí výsledků bezpečnostních rozborů	157
21	Zvládání radiační mimořádné události	158
21.0	Úvod.....	158
21.1	Jaderné zařízení s jaderným reaktorem, které má stanovenou zónu havarijního plánování.....	158
21.1.1	Požadavky v oblasti zvládání radiační mimořádné události na projekt.....	158

21.1.2 Další požadavky z oblasti zvládnání radiační mimořádné události.....	161
21.2 Jaderné zařízení s jaderným reaktorem, které nemá stanovenou zónu havarijního plánování.....	162
21.2.1 Požadavky v oblasti zvládnání radiační mimořádné události na projekt	162
21.2.2 Další požadavky z oblasti zvládnání radiační mimořádné události.....	162
22 Vyřazování jaderného zařízení z provozu.....	163
Příloha 1	164
Příloha 2 – Jednotný popis návrhu systémů elektrárny	167
1. Popis SKK.....	167
2. Projektová východiska	167
3. Projektová kritéria a analýzy jejich plnění	168
4. Materiály.....	168
5. Navazující systémy.....	168
6. Provoz SKK.....	169
7. Sledování, kontroly, zkoušení a údržba	169
8. Radiační ochrana	169
Příloha 3 – Porovnání požadavků WENRA SRL s BN	170
Literatura	171
Zpracovatelé.....	174
Garant	174

A. Zkratky, definice a pojmy

A.1 Zkratky

Zkratka	Význam
AAC DG	Alternate Alternating Current Dieselgenerator
AC / DC	Alternating / Direct Current
ALARA	As Low As Reasonably Achivable
ANSI	American National Standards Institute
ASSET	Assessment of Safety Significant Event Team
ATWS	Anticipated Transient Without Scram
AtZ	Zákon 263/2016 Sb., Atomový zákon
AZ	aktivní zóna
BD	bloková dozorna
BN	bezpečnostní návod
BSVP	bazén skladování vyhořelého paliva
BT	bezpečnostní třída
BZ	bezpečnostní zpráva
CCF	Common Cause Failure
CDF	Core Damage Frequency
ČR	Česká republika
ČSN	Česká státní norma
DAM	Diverse and Mobile
DB	Design Basis
DBA	Design Basis Accident
DBE	Design Basis Event
DC	Design Criteria
DEC	Design Extension Conditions
DG	dieselgenerátor
DiD	Defense in Depth
DP	držitel povolení
EDMG	Extensive Damage Mitigation Guidelines
EMC	elektromagnetická kompatibility

EMI	elektromagnetická interference
EMS	elektromagnetická susceptibilita
EOP	Emergency Operating Procedures
ES	elektrické systémy
ESF	Engineered Safety Features
ESFAS	Engineered Safety Features Actuation System
EZ	elektrická zařízení
FDF	Fuel Damage Frequency
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
HČČ	hlavní cirkulační čerpadlo
HELB	High Energy Line Break
HF	Human Factors
HFE	Human Factors Engineering
HMI	Human-Machine Interface
HRA	Human Reliability Analysis
HRK	hlavní regulační kazeta
HŘS	havarijní řídicí středisko
HSI	Human System Interface
HW	hardware
I.O	primární okruh
IAEA	International Atomic Energy Agency
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
II.O	sekundární okruh
IU	iniciační událost
JB	jaderná bezpečnost
JE	jaderná elektrárna
JP	jaderné palivo
JZ	jaderné zařízení
KB	kultura bezpečnosti
LaP	limity a podmínky
LBB	Leak Before Break (únik před roztržením)

LERF	Large Early Release Frequency
LOCA	Loss of Coolant Accident
LRF	Large Release Frequency
MRS	monitorování radiační situace
MSV	Multi-Stage Validation
ND	nouzová dozorna
NJZ	nešíření jaderných zbraní
NSSS	Nuclear Steam Supply System
NUREG	US Nuclear Regulatory Commission Regulation
OECD NEA	Organization for Economic Cooperation and Development Nuclear Energy Agency
OS	obalový soubor
OSART	Operational Safety Review Team
PAMS	Post Accident Monitoring Systém
PBZ	předběžná bezpečnostní zpráva
PG	parogenerátor
PIU	postulovaná iniciační událost
PrBZ	provozní bezpečnostní zpráva
PSA	Probabilistic Safety Assessment
PTZ	pevnostní tlaková zkouška
PWR	Pressurized Water Reactor
RaO	radioaktivní odpad
RMU	radiační mimořádná událost
RO	radiační ochrana
RPS	Reactor Protection System
RTS	Reactor Trip System
SA	Severe Accident
SAMG	Severe Accident Management Guidelines
SAT	Scholastic Aptitude Test
SBO	Station Black-Out
SCC	stress corrosion cracking (korozní praskání pod napětím)
SKK	systemy, konstrukce, komponenty
SKŘ	systemy kontroly a řízení
SOO	system ochranné obálky

SRL	Safety Reference Levels
SRP	Standard Review Plan
SSE	Safe-shutdown Earthquake
SSR	Specific Safety Requirements
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SVJP	sklad vyhořelého jaderného paliva
SW	software
SZN	system zajištěného napájení
TB	technická bezpečnost
TNR	tlaková nádoba reaktoru
TPS	technické podpůrné středisko
ÚZNVS	úplná ztráta napájení vlastní spotřeby
VČR	vnitřní části reaktoru
VHPS	vnější havarijní středisko
VJP	vyhořelé jaderné palivo
VVER	vodo-vodní energetický reaktor
VVN	velmi vysoké napětí
VZ	vybrané zařízení
WANO	World Association of Nuclear Operators
WENRA	Western European Nuclear Regulators Association
ZBZ	zadávací bezpečnostní zpráva
ZHP	zóna havarijního plánování
ZIZ	zdroj ionizujícího záření
ZRMU	zvládání radiační mimořádné události
ZVN	zvláště vysoké napětí

B. Úvod

B.1 Důvod vydání

Státní úřad pro jadernou bezpečnost je ústředním správním úřadem pro oblast využívání jaderné energie a ionizujícího záření.

V rámci své pravomoci a působnosti, v souladu se zásadami činnosti správních orgánů a mezinárodní praxí, vydává návody, ve kterých dále upřesňuje požadavky na zajištění jaderné bezpečnosti, technické bezpečnosti, radiační ochrany, monitorování radiační situace, zvládnutí radiační mimořádné události a zabezpečení, které jsou stanovené zákonem č. 263/2016 Sb., atomový zákon [2].

SÚJB má v souladu s požadavky uvedenými v [17] vydávat návody na strukturu a obsah dokumentů pro povolované činnosti dle § 9 odst. 1 AtZ.

B.2 Cíl

Cílem tohoto bezpečnostního návodu je upřesnit požadavky na obsah jednotlivých typů bezpečnostních zpráv, které jsou předkládány s žádostmi o povolení činností dle § 9 odst. 1 AtZ, poskytnout doporučení na jejich strukturu a uvést zásady a principy pro psaní BZ.

Dalším cílem bezpečnostního návodu je usnadnit tvorbu BZ žadatelem, resp. držitelem povolení a zároveň zjednodušit kontrolu úplnosti a adekvátnosti informací uvedených v BZ dozorným orgánem.

Bezpečnostní návod je určen zejména pro žadatele o povolení k činnostem dle § 9 odst. 1 písm. a), b), e) a f) AtZ a držitele těchto povolení, kterým nabízí možný postup, jehož dodržení zajistí, že BZ bude v souladu s požadavky AtZ, jeho prováděcími právními předpisy, doporučeními IAEA, WENRA a dobrou mezinárodní praxí.

B.3 Působnost

Bezpečnostní návod je zaměřen na jaderná zařízení ve smyslu Úmluvy o jaderné bezpečnosti – jaderné elektrárny, a to JE s tlakovodními, lehkou vodou chlazenými reaktory, nicméně ho lze v přiměřené míře aplikovat také na ostatní typy JZ, s využitím odstupňovaného přístupu.

Bezpečnostní návod předpokládá, že BZ bude připravena v souladu s požadavky vztaženými k jednotlivým povolovaným činnostem a bude aktualizována tak, aby odrážela konfiguraci JZ v každé fázi jeho životního cyklu. Z toho důvodu se očekává, že struktura BZ bude zachována v maximální možné míře ve stejné podobě v průběhu svého vývoje v rámci celého životního cyklu od umístování JZ po jeho vyřazování z provozu.

Bezpečnostní návod primárně popisuje strukturu a obsah BZ pro provoz JZ, tedy PrBZ. Pro ostatní typy BZ může být struktura a obsah přizpůsobena dané povolované fázi životního cyklu JZ. Doporučovaná hloubka a rozsah informací obsažených v jednotlivých typech BZ je uvedena v Příloze 1 tohoto bezpečnostního návodu.

Bezpečnostní návod se specificky nezabývá pokročilým stupněm vyřazování JZ z provozu, kdy je z JZ odstraněno jaderné palivo.

Bezpečnostní návod je určen jak pro již provozovaná JZ, tak pro nová JZ.

B.4 Platnost a účinnost

Bezpečnostní návod, resp. jeho poslední revize, nabývá platnost publikací na www.sujb.cz, účinnost je uvedena v záhlaví návodu. Revize bezpečnostního návodu je prováděna na základě nových poznatků vědy a techniky, obdrženy připomínek veřejnosti a zkušeností s jeho praktickým používáním.

C. Východiska a struktura

C.1 Východiska

AtZ v Příloze č. 1 uvádí přehled dokumentace pro povolovanou činnost, která je předmětem posuzování SÚJB:

- bod 1 písm. a) uvádí dokumentaci pro povolovanou činnost, kterou je umístění JZ, mezi jinými ZBZ,
- bod 1 písm. b) uvádí dokumentaci pro povolovanou činnost, kterou je výstavba JZ, mezi jinými PBZ,
- bod 1 písm. c) uvádí dokumentaci pro povolovanou činnost, kterou je první fyzikální spouštění JZ s jaderným reaktorem, mezi jinými PrBZ pro první fyzikální spouštění,
- bod 1 písm. d) uvádí dokumentaci pro povolovanou činnost, kterou je první energetické spouštění JZ s jaderným reaktorem, mezi jinými PrBZ,
- bod 1 písm. f) uvádí dokumentaci pro povolovanou činnost, kterou je provoz JZ, mezi jinými PrBZ.

Požadavky na obsah jednotlivých typů BZ jsou uvedeny ve vyhláškách č. 378/2016 Sb. [8] a 329/2017 Sb. [3], a to:

- § 20 vyhlášky č. 378/2016 Sb. stanovuje požadavky na obsah dokumentace pro umístění JZ, tj. ZBZ,
- Příloha č. 2 vyhlášky č. 329/2017 Sb. stanovuje požadavky na obsah dokumentace pro výstavbu JZ, tj. PBZ,
- Příloha č. 4 vyhlášky č. 329/2017 Sb. - stanovuje požadavky na obsah dokumentace pro uvádění do provozu a provoz JZ s jaderným reaktorem, tj. PrBZ.

Obsah tohoto bezpečnostního návodu, tj. návrh struktury BZ a upřesnění požadavků na obsah BZ vychází z mezinárodních doporučení [18] v kombinaci s dobrou mezinárodní praxí představovanou americkým dozorným orgánem U.S. NRC [32] a je v souladu s doporučením WENRA pro provozované JE, bezpečnostní úroveň N [30].

C.2 Struktura

Bezpečnostní návod má dvě hlavní části – Část 1 obsahuje obecná doporučení týkající se BZ, např. pro tvorbu, využívání, aktualizaci atd. BZ, a Část 2, která obsahuje vlastní doporučení na strukturu a obsah BZ. Úvodní kapitola, která je číslována X.0, kde X je číslo hlavních kapitol BZ, v Části 2 tohoto BN obsahuje stručnou shrnující informaci o obsahu celé kapitoly, případně instrukce, které platí obecně pro celou kapitolu, která je tímto uvozena. Ve vlastní BZ se očekává stručné shrnutí (tzv. manažerská informace) obsahu podkapitol dané hlavní kapitoly.

BN je dále opatřen třemi přílohami. V Příloze 1 tohoto BN je obsažen přehled požadavků na hloubku a rozsah informací uváděných v jednotlivých typech BZ. Příloha 2 pak popisuje jednotný obsah a strukturu informací, které mají být v BZ uváděny při popisu SKK. Příloha 3 uvádí přehled příslušných požadavků WENRA a jejich porovnání s doporučeními uvedenými v tomto BN.

Část 1: Obecná doporučení

A. Účel bezpečnostní zprávy

BZ představuje klíčový licenční dokument, který slouží dozornému orgánu při hodnocení bezpečnosti JZ ve všech fázích jeho životního cyklu. BZ může být představována jedním dokumentem nebo může být tvořena provázaným souborem dokumentů, které dohromady tvoří licenční bázi JZ a měla by poskytnout odpovídající průkazy, že JZ splňuje všechny platné bezpečnostní požadavky.

V pozdějších fázích životního cyklu JZ by měla BZ také prokázat, že výstavba JZ a jeho uvedení do provozu byla provedena v souladu s původními záměry a že veškeré změny v projektu, při výstavbě a při uvádění do provozu byly řádně zakomponovány. Dále musí prokázat, že bezpečnostní aspekty vazeb mezi technickými, lidskými a organizačními faktory byly řádně zahrnuty ve všech částech BZ.

BZ by měla poskytnout průkazy, že JZ bude bezpečně provozováno, a poskytnout příslušný referenční materiál pro bezpečný provoz JZ. Informace v BZ měly být prezentovány takovým způsobem, aby mohl dozorný orgán provést své hodnocení pouze s minimální potřebou dožádání další dokumentace i v případě, kdy není možné nebo vhodné, aby byly všechny relevantní informace uváděny ve vlastní BZ.

B. Různý původ bezpečnostních požadavků

JZ je přísně regulované zařízení, které je předmětem mnoha požadavků různého původu, jako jsou mezinárodní dohody, národní legislativa, mezinárodní bezpečnostní standardy, legislativní požadavky země původu JZ, standardy kvality, technické normy a jiné. BZ by měla uvést celý soubor těchto požadavků, včetně pravidel pro jejich hierarchické uplatňování, a stanovený proces pro řešení potenciálních rozporů, které mohou mezi těmito požadavky nastat.

C. Struktura Bezpečnostní zprávy v různých fázích životního cyklu JZ

V různých fázích životního cyklu, tj. k žádostem o povolení činností dle § 9 odst. 1 AtZ, jsou vyžadovány různé typy BZ. Přehled dokumentace pro povolovanou činnost je uveden v Příloze č. 1 AtZ. Jedná se o následující typy BZ:

- ZBZ,
- PBZ,
- PrBZ pro první fyzikální spouštění jaderného zařízení s jaderným reaktorem,
- PrBZ,
- BZ k vyřazování z provozu JZ.

Je žádoucí zachovat v maximální možné míře strukturu BZ po celou dobu životního cyklu JZ, tj. od ZBZ po PrBZ. Každá další verze BZ by měla poskytnout aktualizaci a revizi informací uvedených v předchozí verzi BZ, přičemž jakékoliv odchylky od původních bezpečnostních předpokladů by měly být vysvětleny a zdůvodněny. Očekávaná úroveň informací uváděných v jednotlivých typech BZ je předmětem Přílohy 1 tohoto BN.

V ZBZ mohou být uváděny některé informace pouze v omezeném rozsahu, na rozdíl od informací týkajících se území k umístění, které budou obecně úplné a konečné. Přestože v této fázi nemusí být ještě znám konkrétní projekt JZ, dopad budoucího JZ na území k umístění a životní prostředí lze založit na rozumných odhadech. ZBZ by měla obsahovat relevantní bezpečnostní principy a požadavky a do jisté míry popsat, jak budou naplněny. Pokud je to vhodné, lze některé kapitoly ZBZ sloučit.

PBZ by měla obsahovat dostatečně detailní informace, specifikace a podpůrné výpočty nezbytně pro zhodnocení a prokázání, že JZ může být vystavěno, uvedeno do provozu, provozováno a vyřazeno z provozu bezpečným způsobem. PBZ by měla prokázat, že požadavky uvedené v ZBZ jsou splněny. Měly by být popsány bezpečnostní prvky projektu JZ s ohledem na aspekty spojené s územím k umístění.

PrBZ by měla obsahovat detailní revizi informací uvedených v PBZ. PrBZ by měla zohledňovat všechny změny provedené ve fázi projektování a výstavby JZ, včetně zdůvodnění všech odchylek od bezpečnostních předpokladů projektu popsaných v PBZ. PrBZ by měly poskytnout detailní zdůvodnění finálního projektu JZ a uvádět průkazy jeho bezpečnosti. PrBZ pro fáze prvního fyzikálního a energetického spouštění se zabývají uváděním do provozu a provozem ve větším detailu než PBZ. PrBZ by měly obsahovat aktuální informace o licenční bázi pro JZ.

PrBZ pro fázi provoz je zpočátku vytvořena jako aktualizace PrBZ pro fázi energetického spouštění. Do BZ jsou dále pravidelně zahrnovány další informace získané v provozní fázi JZ, včetně změn a jejich zdůvodnění.

D. Využívání, prověřování a aktualizace BZ během provozu JZ

Kromě využití BZ pro účely získání povolení k činnostem by BZ měla být organizací provozující JZ kontinuálně využívána pro řízení bezpečnosti. BZ je tedy jedním ze základních dokumentů, které jsou využívány pro posuzování přijatelnosti připravovaných modifikací SKK JZ i při přípravě změn ostatních dokumentů (provozních předpisů, postupů údržby, apod).

BZ by měla soustavně odrážet stav poznání metod hodnocení bezpečnosti stejně tak jako stav konfigurace JZ. BZ by proto měla být pravidelně v přiměřených intervalech prověřována a případně aktualizována. Aktualizace BZ by měla zahrnovat všechny činnosti související s bezpečností prováděné v průběhu životního cyklu JZ, včetně následujících:

- projektové změny,
- nálezy z inspekcí,
- nálezy z údržby,

- periodické hodnocení bezpečnosti,
- analýzy provozních událostí,
- analýza zkušeností z jiných JE nebo průmyslu, které lze aplikovat na danou JE,
- řízení stárnutí SKK,
- změny analytických metod, standardů a kritérií,
- nové informace významné pro hodnocení bezpečnosti (např. charakteristiky území k umístění)
- nové požadavky dozorného orgánu.

Je důležité, aby všechny činnosti, které mohou ovlivnit platnost BZ, byly jasně identifikovány a řízeny pomocí procesů, které zahrnují požadavek prověřovat dopady každé činnosti na BZ.

Změny BZ by měly být prováděny v souladu s procesy nastavenými žadatelem, resp. DP a měly by být snadno vysledovatelné. Tyto změny by měly zahrnovat také změny, které jsou do BZ zakomponovány při posuzování BZ dozorným orgánem.

E. Formální aspekty

Pokud je autorem BZ třetí strana, například dodavatel JE, měla by BZ obsahovat dostatečně detailní informace, a to buď ve vlastní BZ nebo v referenčních dokumentech, aby bylo možné provést její nezávislé ověření. Bez ohledu na způsob tvorby BZ a jejího ověření, za obsah, úplnost a kvalitu BZ je zodpovědný žadatel, resp. DP.

Závěry sloužící jako podklad pro hodnocení bezpečnosti JZ, nebo jako průkaz v BZ by měly být dostatečně detailní, aby byly samy o sobě srozumitelné bez nutnosti studia dalších podpůrných dokumentů. Důležité podpůrné dokumenty, ze kterých závěry vycházejí anebo obsahují podrobnější informace, by měly být uvedeny v referencích v BZ a dostupné dozornému orgánu pro potřeby hodnocení. Reference lze uvádět zvlášť ke každé kapitole, či souhrnně pro celou BZ nebo jiným vhodným způsobem. Nesmí být cílem pojmát BZ jako kopii projektu nebo provozní dokumentace, kam se kopírují celé texty, naopak – cílem je naplnění viz B.2 - usnadnit tvorbu BZ žadatelem, resp. DP a zároveň zjednodušit kontrolu úplnosti, tím, že v odkazovaných dokumentech budou vždy primární výskyty informací.

Pojmy používané v textu BZ by měly být uváděny v souladu s terminologií uváděnou v AtZ a jeho prováděcích předpisech. Pokud tomu tak není, musí být přehledně uvedena vazba mezi používaným termínem a termínem z AtZ a jeho prováděcích vyhlášek.

V BZ by měly být doplněny odkazy do relevantních kapitol BZ, pokud jsou související informace uvedeny také v jiných kapitolách BZ.

BZ je vhodné vést a předkládat dozornému orgánu v elektronické podobě, která pro zvýšení uživatelského komfortu obsahuje křížové odkazy a vazby mezi jednotlivými částmi BZ.

F. Citlivé a utajované informace

Je pravděpodobné, že BZ bude obsahovat citlivé informace, utajované informace nebo obchodní tajemství. Žadatel, resp. DP musí rozhodnout, zda omezí uvádění informací takové povahy v BZ nebo přijme příslušná opatření, že tyto informace nebudou žádným způsobem zneužity ani neohrozí práva duševního vlastnictví.

Žadatel, resp. DP zároveň musí zajistit, že opatření na ochranu duševního vlastnictví, citlivých údajů a obchodního tajemství nebudou bránit důkladnému posouzení BZ dozorným orgánem.

Část 2:

Doporučená struktura a obsah bezpečnostní zprávy

1 Úvod a obecný popis elektrárny

Úvodní kapitola BZ shrnuje základní informace o JZ, které musí být v souladu s podrobnými popisy a analýzami projektu obsaženými v ostatních kapitolách.

1.0 Informace o účelu, přípravě a struktuře BZ

BZ začíná úvodní částí, která obsahuje:

- vyjádření hlavního účelu BZ,
- popis stávajícího stavu povolení,
- hlavní informace o přípravě BZ,
- popis struktury BZ, cíle a rozsahu každé z jejích kapitol a předpokládané propojení mezi nimi.

1.1 Informace o žadateli o povolení a o dotčených osobách

V této podkapitole jsou uvedeny informace o hlavních dodavatelských organizacích pro projektování, výstavbu a provoz JZ a hlavní technické podpůrné organizace provádějící hodnocení, měření, výpočty, analýzy, audity kvality a další činnosti a procesy, související s vypracováním průkazů o plnění legislativních požadavků na JB, RO, MRS, ZRMU, zabezpečení a NJZ (dále jen „bezpečnost“). Pokud je žadatel o povolení odlišný od provozovatele, má být popsáno i rozdělení odpovědnosti mezi DP, projektantem, stavitelem, provozovatelem a podpůrnými organizacemi, zajišťujícími vybrané činnosti související s provozem JZ.

1.2 Obecný popis JZ

Tato podkapitola obsahuje obecný popis JZ, včetně celkové filozofie a koncepce zajištění bezpečnosti. Tento popis má umožnit čtenáři získat obecné znalosti o JZ, aniž by musel vyhledávat v následných kapitolách. Nemají proto být používány odkazy do jiných kapitol BZ.

Vhodnou formou má stručně představit (např. v tabulce) základní prvky JZ, včetně počtu reaktorových bloků na území pro umístění, základní charakteristiky projektu, typ jaderného systému na výrobu páry, primární ochranný systém, typ konstrukce ochranné obálky (kontejnmentu), úroveň tepelného výkonu v aktivní zóně (AZ), odpovídající čistý elektrický výkon pro každou úroveň tepelného výkonu a další charakteristiky nezbytné pro pochopení hlavních technologických procesů zahrnutých v projektu JZ.

1.3 Srovnání s obdobnými projekty JZ

Tato podkapitola má srovnat aktuální projekt JZ s projekty podobných typů JZ, které již byly schváleny dozornými orgány (podle zpracovaného seznamu vybraných charakteristik

elektrárny z podkapitoly 1.3), popsat jejich hlavní rozdíly a charakterizovat jejich případný příspěvek ke zvýšení JB. Rovněž by mělo být uvedeno podobné obecné srovnání se současnou příkladnou mezinárodní praxí.

V případě PBZ a PrBZ zde mají být uvedeny a zdůvodněny významné rozdíly mezi informacemi uvedenými v předložené BZ tohoto a předchozího období životního cyklu JZ.

1.4 Technické informace o nových technologiích zavedených v projektu

Tato podkapitola má shrnout informace o dodatečných bezpečnostních prvcích JZ, jimiž se výrazně liší od předchozích projektů reaktorů stejného typu, jako je například použití zjednodušených, vlastních, pasivních nebo jiných modernizačních prostředků k dosažení plnění bezpečnostních funkcí, které nebyly uvedeny v podkapitole 1.4. Kapitola má především srovnávat aktuální stav s původním projektem JZ a případně odkazovat na vylepšení inspirované jinými projekty JZ stejného typu.

Tato podkapitola má obsahovat také základní informace o opatřeních učiněných k zajištění zabezpečení JZ a požadavků na NJZ, pokud je to z hlediska jejich režimu přípustné.

1.5 Informace o provozních stavech JZ

Tato podkapitola má popsat stručně všechny přípustné provozní režimy JE, včetně spouštění, normálního provozu, odstavení, výměny paliva a jakýchkoli projektem uvažovaných jiných provozních režimů.

1.6 Informace o řízení bezpečnosti

Tato podkapitola má stručně popsat principy řízení bezpečnosti jako nedílné součásti zavedeného systému řízení žadatele nebo DP. Je zde třeba prokázat, že žadatel/DP bude schopen plnit svou povinnost provozovat JZ bezpečným způsobem po celou dobu jeho životního cyklu. Měly by být uvedeny odkazy na platnou dokumentaci systému řízení vztahující se k bezpečnosti.

1.7 Souhrnný seznam podkladů použitých při zpracování BZ

Zde by měl být uveden souhrnný seznam dokumentů, které jsou zásadní pro projekt JZ.

Všechny ostatní reference, jež jsou zahrnuty formou odkazu v textech celé BZ a jsou podkladem pro zpracování BZ, mají být uvedeny na příslušném místě, viz část 1 kapitoly E. Formální aspekty.

1.8 Výkresy a další grafické přílohy

Tato podkapitola má zahrnovat základní technické a schematické výkresy hlavních systémů elektrárny a zařízení, údaje o území k umístění zařízení, napojení na elektrickou síť a

způsobech dopravního přístupu do areálu JZ po železnici, silnici nebo vodní cestou, případně i výkresy a mapy, které zobrazují důležité vlastnosti a jevy území k umístění JZ a související aspekty. Mezi tyto mapy patří např. situace širších vztahů s vyznačenými zónami havarijního plánování, přivaděči apod.

Tato podkapitola má poskytnout schematické výkresy uspořádání areálu JZ a z hlediska zabezpečení základní schématický výkres s vyznačením dispozičního členění střeženého prostoru JZ s vyznačením dalších vymezených prostorů (chráněného, vnitřního, životně důležitého) a jejich základním popisem. Grafické výstupy by měly být doplněny potřebnými stručnými vysvětlivkami, resp. komentáři. V případě potřeby by měly být uvedeny odkazy na ostatní kapitoly BZ, které podrobně popisují vybrané systémy a zařízení.

Všechny mapy by měly být přehledné, ve vhodně zvolených velikostech a měřítkách.

1.9 Informace o stanovení a způsobu plnění požadavků týkajících se JB, RO, MRS, ZRMU, zabezpečení a NJZ

Tato podkapitola má obsahovat přehled základních předpisů a norem, které poskytují obecná a specifická projektová kritéria, jež byla v projektu použita.

Zásadním účelem podkapitoly má pak být shrnutí výsledků posouzení plnění požadavků kladených na projekt JZ závaznými dokumenty platnými v ČR. Přednostně mají být diskutovány vyhlášky SÚJB a mezinárodní předpisy jen v případě, že jejich požadavky nebo doporučení jdou na rámec české legislativy. Pokud se některé z těchto požadavků týkají jen určitého aspektu projektu a jsou-li detailně diskutovány v příslušné kapitole BZ, postačuje se zde na toto místo BZ patřičně odkázat.

Detailní seznamy aplikované normativní dokumentace mají uvádět jednotlivé kapitoly BZ. Pokud některé z nich nepatří k předpisům a normám akceptovaným, resp. doporučovaným úřadem, je třeba poskytnout odůvodnění jejich vhodnosti. Případné změny požadavků na projekt nebo odchylky od nich by měly být uvedeny spolu se způsobem jejich vyřešení.

2 Vlastnosti území k umístění JZ

2.0 Úvod

Tato kapitola BZ dokládá plnění jednotlivých požadavků AtZ a dalších právních předpisů, týkající se hodnocení vlastností území k umístění JZ po celou dobu jeho živostnosti.

Požadavky na hodnocení vlastností území k umístění JZ a jevů uvádí § 47 (a dále § 5, § 9, § 24, § 29, § 46, § 47, § 48, § 49, § 50, § 54) AtZ a vyhláška č. 378/2016 Sb. Požadavky na stanovení projektových východisek a zajištění odolnosti a ochrany proti nebezpečí plynoucímu z vlastností území k umístění JZ obsahuje vyhláška č. 329/2017 Sb., požadavky na hodnocení jaderné bezpečnosti vyhláška č. 162/2017 Sb. a požadavky na systém řízení vyhláška č. 408/2016 Sb.

Hodnocení vlastností a jevů území k umístění JZ je realizováno také podle relevantních aktuálních zahraničních dokumentů, a to dokumenty IAEA [19], [20],[21], [22], [23],[24], [25], [26], [27], [28] a [29] a dokumenty WENRA [30] a [31].

Podrobný přístup k hodnocení přírodních vlastností a jevů území k umístění popisuje [35] a k hodnocení jevů způsobených činností člověka [36].

Posouzení vlastností území, v němž se JZ nachází nebo je jeho umístění plánováno, představuje základní vstupní podklady, na základě kterých je ve fázi výběrů území k umístění JZ rozhodnuto o vhodnosti území k umístění JZ. Z hodnocení vlastností území k umístění JZ vychází projektová východiska, která představují výchozí informace pro etapu projektování, pro hodnocení projektu a pro periodické hodnocení bezpečnosti, a to včetně jejich neurčitostí, které je třeba v projektu JZ zohlednit.

Vlastnosti území musí být sledovány průběžně v průběhu celého životního cyklu JZ, a pokud jsou nalezeny změny vlastností a jevů v území umístění JZ nebo zjištěny nové závěry změnou metod hodnocení vlastností a jevů, musí být zohledněny přízpusobením projektu (např. zajištěním vyšší odolnosti komponent nebo objektů).

Hlavními cíli kapitoly 2 jsou:

- zhodnocení všech vlastností území k umístění JZ a jevů, které se v něm vyskytují (přírodních a těch, které mají původ v činnosti člověka),
- prokázání, že vlastnosti území k umístění JZ nedosahují míry, při jejímž dosažení je umístění JZ zakázáno, tzv. vylučující kritéria,
- analýza všech relevantních ohrožení, které se v území k umístění JZ vyskytují,
- stanovení projektových východisek, ze kterých vychází projekt JZ při zajišťování odolnosti jednotlivých SKK,
- zhodnocení vlivu provozu JZ na jednotlivce, obyvatelstvo, společnost a životní prostředí.
- MRS měřeními a vyhodnocení přirozeného obsahu radionuklidů v prostředí a potravním řetězci (výsledky uchovány pro potřeby úplného vyřazení).

Závěry hodnocení jednotlivých vlastností a jevů území k umístění JZ jsou součástí jednotlivých podkapitol kapitoly 2 a jsou také provázány s ostatními kapitolami BZ, ve kterých jsou závěry hodnocení vlastností použity.

Jednotlivé části kapitoly 2 jsou aktualizovány na základě nových průzkumů podle požadavku na průběžné hodnocení skutečností, které byly rozhodné pro posouzení přijatelnosti území k umístění JZ podle § 49 odst. 1 písm. l) AtZ. K hodnocení vlastností území a jevů žadatel, resp. DP používá mimo vlastních podkladů také odborné podklady správních úřadů a jejich odborných organizací, které se danou tematikou zabývají (např. základní geologické mapy, hydrogeologické mapy, geografické mapy, Portál geohazardů České geologické služby, Hydroekologický informační systém Vodohospodářského ústavu T. G. M, v. v. i., povodňový informační systém apod.).

2.1 Základní údaje o území k umístění (geografie a demografie)

V této podkapitole je území k umístění JZ specifikováno z hlediska geografických podmínek a demografické analýzy, tak aby mohly být zajištěny činnosti, které by mohly ovlivnit bezpečný provoz JE (např. vytvoření bezletových zón) a posouzeny všechny potenciální transportní cesty šíření radioaktivní látky ovzduším, podzemní a povrchovou vodou a potravním řetězcem. Požadavky, dokládáné v této podkapitole, vychází z § 15, 16, 17 a 20 vyhlášky č. 378/2016 Sb. a přílohy 4 vyhlášky č. 329/2017 Sb.

Území k umístění se začleňuje do geografických jednotek a základních klimatických jednotek a jsou zde popsány jeho charakteristiky.

Podkapitola dále obsahuje údaje o:

- rozložení a hustotě obyvatelstva, předpokládaném demografickém vývoji,
- uspořádání objektů veřejné a soukromé infrastruktury (letiště, přístavy, železniční dopravní uzly, průmyslové podniky a ostatní průmyslem využívané plochy, školy, nemocnice, policejní služebny, hasičské záchranné sbory a centra poskytování komunálních služeb),
- existenci ochranných a bezpečnostních pásem a chráněných území v okolí JZ.
- aktuálním využívání půd a vodních zdrojů v okolí (např. pro zemědělské účely), data o zásobování obcí pitnou vodou a o odběrech povrchových a podzemních vod.

Mělo by být provedeno posouzení případných interakcí výše uvedených faktorů s JZ, identifikovány zásahy do správy území, jeho využívání a na něm existující infrastruktury, požadované v případě výstavby nových bloků JZ.

Podkapitola zahrnuje popis přístupu k hodnocení, použité postupy a metody hodnocení.

2.2 Seznam relevantních ohrožení pro území k umístění

V podkapitole jsou identifikována všechna ohrožení (přírodní i způsobená činností člověka), která by mohla mít vliv na JB, RO, MRS, ZRMU a zabezpečení JZ.

Seznam ohrožení by měl být kompletní a relevantní pro dané území k umístění JZ, včetně možných kombinací ohrožení.

Pokud je to možné, mají být využity všechny relevantní dostupné údaje a vytvořen vztah mezi mírou ohrožení (např. velikost a doba trvání) a frekvencí překročení.

Podkapitola zahrnuje popis přístupu k hodnocení, použité postupy a metody hodnocení.

2.3 Jevy, které mají původ v činnosti člověka

Podkapitola shrnuje výsledky podrobného hodnocení účinků jevů, které mají původ v činnosti člověka podle výčtu v § 3 vyhlášky č. 378/2016 Sb., tj.:

- pádu letadla a jiných objektů,
- výbuchů a požárů, které mají původ v činnosti člověka, a jejich zplodin,
- kolize s ochranným nebo bezpečnostním pásmem,
- vlivu JZ, které je již v území k umístění umístěno,
- silných vibrací,
- elektromagnetické interference,
- vířivého elektrického proudu,
- negativních projevů letecké, silniční, železniční a vodní dopravy,
- působení produktovodů a energetického vedení,
- znečištění ovzduší, horninového prostředí, povrchových a podzemních vod,
- provozu zařízení, ve kterém se nacházejí nebo z něž se uvolňují látky snadno hořlavé a
- výbušné, toxické, dusivé, s korozivními účinky nebo radioaktivní

a ty, které by mohly ohrozit JB, RO, MRS, ZRMU a zabezpečení.

Při hodnocení území k umístění JZ z hlediska jevů majících původ v činnosti člověka, je nutno uvážit všechny pravděpodobné scénáře jednotlivých jevů a jejich kombinací. Hodnocení má být provedeno do vzdálenosti 5 km od JZ.

Podrobný návod k hodnocení jednotlivých uvedených jevů uvádí [36].

Podkapitola zahrnuje popis přístupu k hodnocení, použité postupy a metody hodnocení.

2.4 Klimatické a meteorologické jevy

Podkapitola obsahuje hodnocení klimatických a meteorologických jevů podle požadavků § 10 vyhlášky č. 378/2016 Sb., vyskytujících se v území k umístění JZ a v relevantním území (některé jevy jsou hodnoceny pro celé území ČR, popř. i blízkém zahraničí – např. výskyt tornád, sněhové bouře, prachové a písečné bouře).

V podkapitole jsou uvedeny návrhové hodnoty extrémních hodnot meteorologických jevů, jako je teplota, rychlost větru, přivalových srážek a vodních hodnot sněhu. Dále jsou analyzovány jevy jako vlhkost vzduchu, sněhové a prachové bouře, výskyt sucha, námrazy, mlhy, krup, blesků, tornád, vodní smrště, sněhové laviny, sluneční bouře, tropických cyklónů, tajfunu, hurikánu a tropické bouře. Závěry hodnocení a návrhové hodnoty jsou následně zahrnuty do projektu a jsou součástí jeho projektových východisek, popsanych v kapitole 3 a dále v jednotlivých kapitolách BZ popisujících příslušné systémy.

V této podkapitole jsou dále uvedeny meteorologické údaje potřebné k posouzení rozptylu radioaktivních látek v ovzduší – kategorie stability atmosféry, směry a rychlosti větru, srážky, teploty vzduchu a výskyt inverze.

V podkapitole se také uvádí popis existujících meteorologických monitorovacích systémů, jak státní monitorovací sítě, tak monitoring DP.

Podkapitola zahrnuje popis přístupu k hodnocení, použité postupy a metody hodnocení.

2.5 Hydrologické podmínky

Podkapitola obsahuje hodnocení výskytu povodně na pozemku pro umístění JZ podle požadavků § 7 vyhlášky č. 378/2016 Sb.

Hodnocení možnosti výskytu povodně se provádí pro celé povodí, ve kterém se JZ nachází nebo které může ovlivnit území k umístění JZ.

V této podkapitole jsou shrnuty informace o povrchových tocích a vodních nádržích na území, kde má být nebo je umístěno JZ, aby bylo možné provést hodnocení možných účinků povrchové vody (zaplavení areálu) na JZ a uvážit vliv plánovaných nebo provozovaných odběrů povrchové vody JZ na jeho bezpečný provoz.

K hodnocení se využívají meteorologická, hydrografická a hydrologická data a jsou posuzovány všechny možnosti zaplavení pozemku JZ: v důsledku srážek, tání sněhu, bouře, vzniku zvláštní povodně způsobené poruchou nebo havárií vodního díla usměrňujícího, vzdouvajícího nebo akumulujícího vodu, vlivu akumulace vody a vzednutí hladiny jako důsledek náhlého vzniku přírodních nebo technických bariér ovlivňujících přirozený tok a hladinu vod a vliv eroze nebo usazování sedimentů. V úvahu mají být vzaty i jiné možnosti zaplavení, jako zaplavení podzemní vodou, důlní vodou, seismicky generovaných vlivů na vodní toky nebo nádrže (vlny seiche, vlny v důsledku sesuvu do vodního toku nebo nádrže) a možnost výskytu tsunami.

Ohrožení pozemku JZ povodněmi je vhodné hodnotit s použitím modelů povodňového rizika, a to s možností výskytu pětisetletého průtoku.

Závěry hodnocení území k umístění JZ z hlediska povodní, musí být srovnány s charakteristikou, při jejímž dosažení je umístění JZ zakázáno – a to pravidelné zaplavování pozemku JZ v důsledku extrémních meteorologických situací s pravděpodobností výskytu jednou za 100 let nebo vyšší.

V podkapitole se také uvádí popis existujících hydrologických monitorovacích systémů (jak státní monitorovací sítě, tak monitorování prováděné DP).

Podkapitola zahrnuje popis přístupu k hodnocení, použité postupy a metody hodnocení.

2.6 Geologické, seismické, hydrogeologické a inženýrsko-geologické podmínky

Podkapitola obsahuje hodnocení vlastností a jevů v území pro umístění JZ podle požadavků § 5, 6, 8 a 9 vyhlášky č. 378/2016 Sb.

Základem této podkapitoly je popis geologické stavby území k umístění JZ, zasazený do regionálně-geologických souvislostí, který představuje základní informace k hodnocení tektonické aktivity, oběhu podzemních vod, seismicity a dalších vlastností území.

V části podkapitoly 2.6 týkající se seismicity, jsou uvedeny relevantní informace, které se týkají stanovení seismického ohrožení. Je hodnocena oblast do vzdálenosti 300 km od JZ. Výpočet seismického ohrožení zahrnuje údaje z lokální sítě seismických stanic, databáze geologických, tektonických, geofyzikálních a seismologických dat, včetně údajů o prehistorických, historických a přístrojově zaznamenaných zemětřeseních, určení maximálního potenciálního magnitudy, útlum seismické energie, ocenění seismického ohrožení, odezva podloží a uvádí zdrojové oblasti zemětřesení. V této části jsou uvedeny

závěry seismotektonického modelu a určení pravděpodobnosti překročení velikosti seismických kmitů na pozemku JZ.

Výsledky výpočtu seismického ohrožení jsou dále použité v ostatních kapitolách BZ, v nichž je posuzováno konstrukční řešení, kvalifikace seismické odolnosti VZ a SKK s vlivem na JB nezbytných pro zvládání havarijních podmínek a radiační havárie.

Výsledky hodnocení seismického ohrožení jsou srovnány s projektovou hodnotou. Základní vnější projektové události pro návrh a pro hodnocení odolnosti VZ a SKK s vlivem na JB nezbytných pro zvládání havarijních podmínek a radiační havárie JE, musí pro stanovení seismické odolnosti vycházet z postulovaného špičkového horizontálního zrychlení podloží stavební konstrukce, která nese tento systém, konstrukci nebo komponentu, o minimální hodnotě 1/10 hodnoty gravitačního zrychlení.

Intenzita základní vnější projektové události musí být rovna intenzitě hodnocené vlastnosti území s četností výskytu jednou za 10 000 let nebo nižší, s výjimkou případů vlastností území, pro které musí být na základě použité metody posouzení území k umístění JZ použity jiné četnosti výskytu vlastnosti území a odpovídající kritéria přijatelnosti pro zatížení intenzitou základní vnější projektové události (vyhláška č. 329/2017 Sb.).

Část podkapitoly 2.6, která se týká hodnocení porušení území JZ zlomem, popisuje výsledky průzkumu tektonických poruch na území do 25 km od JZ.

Toto hodnocení zahrnuje analýzu výskytu:

- pomalých deformací povrchu území, včetně zlomů, které nemají geologický projev, ale mohou být reaktivovány;
- lineárních topografických morfologických prvků reliéfu;
- ostrých litologických rozhraní;
- projevů indikujících mechanické přetvoření hornin na tektonických liniích, zejména zón drčení, jílových minerálů a zvodnění;
- přístrojově zaznamenaných zemětřesení nebo historických doložených zemětřesení, a
- projevů výskytu zlomů na pozemku JZ, zejména jejich zvýšené propustnosti pro pohyb podzemních vod horninovým prostředím.

Aktivita zlomů je posuzována pro časové období posledních 2,6 milionů let, hodnocená zahrnuje paleoseismologické výzkumy, geologická, geofyzikální nebo seismologická data. Grafickým výstupem hodnocení porušení území k umístění JZ zlomem je tektonické schéma.

Část podkapitoly 2.6, týkající se dalších geodynamických jevů a geotechnických parametrů základových půd, uvádí výsledky geologických a inženýrsko-geologických průzkumů pozemku JZ a obsahuje komentovanou rešerši k dosavadním provedeným průzkumům.

Součástí této části je hodnocení výskytu vulkanismu a projevů postvulkanické činnosti, svahových pohybů, propadů a deformací povrchu území, včetně poddolování, větrná eroze a zdroje prachových částic a úlomků hornin.

V části podkapitoly 2.6, věnované oběhu podzemních vod je popsán výskyt hydrogeologických struktur podzemních vod, včetně minerálních vod a dosud nevyužívaných zásob podzemních vod a minerálních vod; vliv podzemní vody na JZ, včetně chemických vlastností vody z hlediska agresivity, a výsledky hydrogeologického modelu proudění podzemní vody. Závěry konceptuálního modelu proudění podzemní vody jsou dále využity k optimálnímu stanovení monitorovacího systému a ochranných prvků pro případný únik radionuklidů.

Základními podklady pro hodnocení všech aplikovaných geologických oblastí jsou základní geologické mapy ČR v měřítku 1 : 25 000 a 1 : 50 000. Pro detailnější hodnocení vlastností pozemku JZ se využívají mapy podrobnějších měřítek, např. 1:1000.

Závěry hodnocení území k umístění JZ z hlediska porušení území zlomem, dalších geodynamických jevů a geotechnických parametrů základových půd a oběhu podzemních vod, musí být srovnány s charakteristikami, při jejichž dosažení je umístění JZ zakázáno:

- výskyt zóny pohybově nebo seismicky aktivního zlomu nebo jiného pohybu zemské kůry, který by mohl způsobit deformaci jaderného zařízení snižující JB, do vzdálenosti 5 km, nebo
- vznik doprovodného zlomu na pozemku JZ,
- existence významných útvarů podzemních vod, u nichž by mohlo dojít k trvalému znečištění radioaktivní látkou,
- výskyt vulkanických hornin pliocenního až holocenního stáří nebo projevů postvulkanické činnosti,
- zejména výronu plynů nebo minerálních vod, spojených s minulou vulkanickou aktivitou do vzdálenosti 5 km,
- výskyt jevů podle odstavce § 9 2 písm. c) vyhlášky č. 378/2016 Sb. na pozemku JZ, nebo mimo pozemek JZ, hrozí-li propad nebo deformace povrchu území k umístění JZ s vlivem na JB,
- výskyt svahových pohybů snižujících JB,
- výskyt přetrvávajících nevhodných vlastností základových půd, a to:
 - nevhodnosti základových půd pro zakládání objektů důležitých z hlediska JB, pokud průměrná rychlost příčných vln v základové půdě je nižší než 360 m/s,
 - výskytu základové půdy s únosností nižší než 0,2 MPa,
 - výskytu prosedavých nebo silně bobtnavých základových půd,
 - výskytu základové půdy zařazené mezi středně organické nebo vysoce organické,
 - výskytu ztekucení zemin.

V podkapitole se také uvádí popis existujících monitorovacích systémů (jak státní monitorovací sítě, tak monitoring DP).

Podkapitola zahrnuje popis přístupu k hodnocení, použité postupy a metody hodnocení.

2.7 Ostatní přírodní jevy

2.7.1 Biologické jevy

Podkapitola obsahuje hodnocení vlastností a jevů v území pro umístění JZ podle požadavků § 11 vyhlášky č. 378/2016 Sb. Biologické jevy.

Podkapitola uvádí závěry posuzování území k umístění z hlediska výskytu a působení živých organismů, vyskytujících se ve vodním, horninovém nebo vzdušném prostředí, na technologické systémy JZ, zejména vzduchotechniky a chlazení.

Podkapitola zahrnuje popis přístupu k hodnocení, použité postupy a metody hodnocení.

2.7.2 Přírodní požáry

Podkapitola obsahuje hodnocení vlastností a jevů v území pro umístění JZ podle požadavků § 12 vyhlášky č. 378/2016 Sb.

Podkapitola uvádí posouzení území k umístění z hlediska přírodních požárů, při kterém je identifikován výskyt všech míst a objektů (např. lesních a jiných souvislých porostů), které by mohly být zdrojem přírodních požárů reálně ohrožujících JZ.

Podkapitola zahrnuje popis přístupu k hodnocení, použité postupy a metody hodnocení.

2.8 Vliv území k umístění JZ na zvládnání havarijních podmínek

Tato podkapitola obsahuje výsledky rozboru přístupnosti JE a jejího okolí jednak z hlediska možností realizace ochranných opatření, zejména evakuace, jednak možnosti transportu zařízení potřebného pro zvládnání havarijních podmínek včetně těžkých havárií. Prezentované informace by měly zohlednit všechny reaktorové bloky a jiná JZ na území k umístění JZ. Prezentované informace by měly zahrnovat dostupnost odpovídajících přístupových a evakuačních tras, včetně přístupů do a kolem území k umístění JZ a v okolí území k umístění.

V této podkapitole je dále popsána dostupnost sítě místní dopravní infrastruktury, komunikačních sítí a ostatní infrastruktury vně území k umístění JZ během a po externí události a proveditelnost zavedení všech ochranných opatření v nehodové expoziční situaci.

2.9 Šíření radioaktivních látek a radiační situace na území k umístění JZ

Tato podkapitola obsahuje posouzení území k umístění JZ z hlediska potenciálních dopadů JZ na jednotlivce, obyvatelstvo a životní prostředí, tj. šíření radioaktivní látky ovzduším, vodou a potravním řetězcem. Tento požadavek je zakotven v § 16 vyhlášky č. 378/2016 Sb. a v souladu s § 20 písm. b) bodu 6 vyhlášky č. 378/2016 Sb. se týká ZBZ.

Jsou zde uvedeny informace o základním průzkumu území k umístění JZ z hlediska MRS měření a vyhodnocení výchozího obsahu radionuklidů ve složkách životního prostředí a potravního řetězce (požadavek § 47 odst. 3 AtZ). Tyto informace jsou podkladem k následnému hodnocení vlivu provozu JZ na okolí.

Pro již existující JZ jsou zde uvedeny informace o radiační situaci v území, tj. výsledky monitorování prováděného v souladu s vyhláškou č. 422/2016 Sb. a vyhláškou č. 360/2016 Sb., a porovnání s výsledky monitorování v rámci základního průzkumu území pro umístění JZ.

Podkapitola zahrnuje popis přístupu k hodnocení, použité postupy a metody hodnocení.

2.10 Vliv JZ na území k umístění a obyvatelstvo (neradiační)

Tato podkapitola popisuje nejvýznamnější neradiační vlivy během celého provozu JZ, na území k umístění JZ a obyvatelstvo.

Vychází z hodnocení vlivů záměru na životní prostředí podle zákona č. 100/2001 Sb. v platném znění. Uvádí se zde parametry, jako jsou odběry povrchové a podzemní vody, znečišťování vod a ovzduší a změny mikroklimatu.

Dále jsou uvedeny informace ohledně nakládání s povrchovou a odpadní vodou a s neaktivními odpady.

Podkapitola zahrnuje popis přístupu k hodnocení, použité postupy a metody hodnocení.

2.11 Projektová východiska plynoucí z hodnocení vlastností území k umístění JZ

Na základě hodnocení vlastností a jevů území k umístění JZ, jsou v této podkapitole definována základní projektová východiska, při jejichž dodržení nebo nepřekročení je zajištěno, že nedojde k události závažnější, než je základní projektová nehoda. Požadavky na projektová východiska jsou definována vyhláškou č. 329/2017 Sb. a dokumentem WENRA RL.

Projektová východiska musí stanovit hodnoty parametrů důležitých pro projektování JZ a z nich plynoucí požadavky na odolnost projektu JZ, zejména parametrů vlivu vlastností území, jejichž závažnost vyplývá z posuzování území k umístění JZ (vyhláška č. 329/2017 Sb.; T 4.1 WENRA RL [30]).

Intenzita základní vnější projektové události musí být rovna intenzitě hodnocené vlastnosti území s četností výskytu jednou za 10 000 let nebo nižší, s výjimkou případů vlastností území, pro které musí být na základě použité metody posouzení území k umístění JZ použity jiné četnosti výskytu vlastnosti území a odpovídající kritéria přijatelnosti pro zatížení intenzitou základní vnější projektové události.

Základní vnější projektové události pro návrh a pro hodnocení odolnosti VZ a SKK s vlivem na JB nezbytných pro zvládnutí havarijních podmínek a radiační havárie JE musí pro stanovení seismické odolnosti vycházet z postulovaného špičkového horizontálního zrychlení podloží stavební konstrukce, která nese tento systém, konstrukci nebo komponentu, o minimální hodnotě 1/10 hodnoty gravitačního zrychlení. (vyhláška č. 329/2017 Sb.; T 4.2 WENRA RL [30]).

Události, na základě kterých se stanovují projektová východiska, se porovnávají s příslušnými historickými údaji, za účelem ověření, že historické extrémní události jsou zahrnuty do projektových východisek s dostatečnou rezervou (vyhláška č. 329/2017 Sb.; T 4.3 WENRA RL [30]).

Základní projektová východiska musí stanovit základní vnější projektové události pro území k umístění JZ. Tyto základní vnější projektové události jsou mezní hodnotou zatížení SKK JZ vlastnostmi území a jejich kombinací, při které jsou s vysokou věrohodností plněny bezpečnostní cíle projektu JZ.

Pro stanovení základní vnější projektové události musí být zohledněny všechny události vyvolané vlastností území zahrnuté do posouzení území k umístění JZ. Projektová východiska musí zajistit naplnění principů bezpečného využívání jaderné energie pro základní vnější projektové události a jejich vysoce pravděpodobné kombinace s konzervativním přístupem stanovenými předpoklady o výchozím stavu JZ a možných doprovodných poruchách, které nebrání účinnému zásahu bezpečnostních systémů (vyhláška č. 329/2017 Sb.; T 4.4 WENRA RL [30]).

3 Projekt systémů, stavebních a strojních konstrukcí, komponent a zařízení

3.0 Úvod

Kapitola 3 vymezuje pro SKK s vlivem na jadernou bezpečnost odstupňovaným přístupem obecné zásady principiální pro zajištění jaderné bezpečnosti projektu, použité bezpečnostní požadavky, předpisy a normy, a přístupy vedoucí ke splnění bezpečnostních cílů. Soulad projektu se specifickými bezpečnostními požadavky je pak podrobněji prokazován v ostatních kapitolách BZ, na které je možné se v této kapitole BZ odkázat.

U všech analýz, zkoušek a dalších hodnocení bezpečnosti je třeba uvádět použité předpisy, normy a specifikace, podle kterých bylo provedeno vlastní hodnocení.

3.1 Obecná projektová východiska k zajištění bezpečnosti

3.1.1 Bezpečnostní cíle

V této podkapitole je prezentována celková bezpečnostní filozofie a bezpečnostní cíle a principy použité v projektu, které by měly vycházet z bezpečnostních cílů, uvedených v atomovém zákoně a jeho prováděcích právních předpisech, v dokumentech WENRA a v IAEA Safety Standards.

3.1.2 Ochrana do hloubky

Tato podkapitola popisuje přístup k zapracování koncepce ochrany do hloubky do projektu JE. Má zde být potvrzeno, že koncepce ochrany do hloubky byla uvážena pro všechny SKK s vlivem na JB a činnosti ve všech etapách životního cyklu JE a ve všech stavech JE, a že v projektu je uplatněno několik dostatečně robustních bariér proti úniku radioaktivních látek spolu s opatřeními na jejich ochranu, realizovanými na všech úrovních ochrany do hloubky.

Je potřebné popsat opatření přijatá pro zajištění robustnosti bariér (tj. zajištění dostatečných rezerv do porušení bariér) a pro zajištění nezávislosti jednotlivých úrovní DiD, přičemž zvláštní důraz se má klást na rozbor nezávislosti bezpečnostních systémů a systémů pro zvládnání těžkých havárií.

Měla by zde být popsána také vnější podpora při zvládnání havarijních podmínek.

3.1.3 Bezpečnostní funkce

V této podkapitole jsou uvedeny základní bezpečnostní funkce (viz § 45 odst. 2 AtZ) a specifické bezpečnostní funkce pro danou JE, které plní základní bezpečnostní funkce. Dále je

doloženo, jak je pomocí inherentních vlastností projektu JE zajištěno jejich plnění při všech projektem uvažovaných stavech.

Jsou zde uvedeny systémy nezbytné pro plnění těchto bezpečnostních funkcí.

3.1.4 Obecná projektová východiska a stavy elektrárny

V této podkapitole je popsán obecný přístup k projektovým východiskům definovaným s ohledem na provozní stavy, havarijní podmínky a dopady plynoucí z vnitřních a vnějších ohrožení. Zde uvedené informace by měly zahrnovat provozní stavy a havarijní podmínky, za kterých musí dané SKK s vlivem na JB plnit bezpečnostní funkce.

Tato podkapitola popisuje schopnosti JE zvládnout specifikovaný rozsah provozních stavů a havarijních podmínek, s uvážením skutečnosti, že různá zařízení jsou schopna zvládnout různá zatížení v souladu s jejich určením.

Jsou zde popsány základní provozní režimy JE.

Stavy JE uvažované v projektu je třeba uvést a případně rozdělit do vhodných kategorií a způsob rozdělení zde vysvětlit a zdůvodnit. Měl by být uveden konkrétní seznam IU a scénářů specificky uvažovaných v projektu JE jako ohrožení bezpečnosti, ať mají původ ve vlastní JE nebo jsou způsobeny vnitřními či vnějšími ohroženími. Hodnocení odezvy na tyto IU a scénáře je hodnoceno v odpovídajících kapitolách BZ.

3.1.5 Předcházení havarijním podmínkám a jejich zmírňování

V této podkapitole jsou popsána projektová a provozní opatření pro předcházení havarijním podmínkám a zmírňování jejich následků a pro zajištění toho, že časná a velká radiační havárie jsou prakticky vyloučené. Měl by zde být uveden odkaz do částí BZ, kde jsou uvedeny výsledky analýz, které potvrzují zde uvedená tvrzení.

3.1.6 Radiační ochrana a kritéria přijatelnosti

Tato podkapitola popisuje, z obecného hlediska, přístupy k projektu a provozu JE přijaté za účelem splnění cílů radiační ochrany a odkazuje na radiační kritéria přijatelnosti pro pracovníky a obyvatelstvo pro všechny stavy JE.

3.1.7 Deterministické a pravděpodobnostní projektové principy a technologická kritéria přijatelnosti

Tato podkapitola poskytuje obecný popis deterministických přístupů k hodnocení bezpečnosti a specifických technologických kritérií přijatelnosti (kritérií vztahujících se na integritu fyzických bariér proti únikům radioaktivních látek do okolí JE) zakotvených v projektu.

Mělo by zde být doloženo, že projekt JE vychází z konzervativních deterministických požadavků, uvedených v národní legislativě a v dokumentech WENRA, jakož i v bezpečnostních standardech MAAE nebo v mezinárodně přijatých průmyslových normách,

nebo v jiných relevantních dokumentech; konkrétní seznamy aplikovaných dokumentů se uvádí v příslušných částech BZ.

U bezpečnostních systémů by měla být zvláštní pozornost věnována zajištění plnění kritéria jednoduché poruchy (pomocí redundance a nezávislosti), a to i v případech, kdy je redundantní větev systému mimo provoz kvůli údržbě (v souladu s LaP) a, resp. nebo její funkceschopnost je snížena v důsledku vnitřních nebo vnějších ohrožení. Potvrzeno by zde mělo být i zajištění odolnosti těchto systémů vůči uvažovaným poruchám se společnou příčinou (pomocí diverzity).

Dále se je zde třeba věnovat dostatečným rezervám pro zabránění ztráty integrity fyzické bariéry i v případě mírného překročení projektových zátěží, dodržení dostatečné jednoduchosti projektu, pasivním bezpečnostním prvkům, zástupnosti systémů elektrárny, toleranci poruch, implementaci zásady „únik před roztržením“ a všem dalším přístupům, které přispívají k prevenci poruch a ke zvýšení bezpečnosti.

Pokud budou v projektu použita pravděpodobnostní kritéria přijatelnosti, měla by být specifikována v této podkapitole.

3.1.8 Rezervy a zabránění vlivům malých odchylek parametrů JE schopných způsobit významné změny jeho provozních podmínek

Tato podkapitola by měla shrnovat přístup, který byl aplikován pro zajištění rezerv pro zabránění vlivům malých odchylek parametrů JE schopných způsobit významné změny jeho provozních podmínek (tzv. cliff edge efekt) v jehož důsledku dojde k poškození bariér bránícím úniku radioaktivních látek do okolí.

Měl by zde být uveden přístup a předpoklady pro deterministické analýzy bezpečnosti (konzervativní nebo realistické), které slouží k průkazu přiměřených rezerv, včetně použití citlivostních studií k průkazu zabránění vlivům malých odchylek parametrů JE schopných způsobit významné změny jeho provozních podmínek v DEC.

V této podkapitole by měl být také popsán přístup použitý k průkazu rezerv při vnitřních a vnějších ohroženích. V případě přírodních ohrožení by mělo být popsáno, jak jsou zajištěny odpovídající rezervy pro ohrožení, která překračují úroveň jejich intenzity zvažované v projektu.

3.1.9 Projekt aktivní zóny a zařízení pro skladování ozářeného paliva

Tato podkapitola popisuje základní přístup, který byl použit pro projekt AZ a zařízení pro skladování paliva, aby bylo prokázáno zajištění bezpečnostních funkcí v AZ a zařízení pro skladování ozářeného paliva, zejména v BSVP. Tyto projektové přístupy mohou představovat odlišnosti v implementaci ochrany do hloubky, odlišné specifikace odvozených bezpečnostních funkcí, jiné způsoby monitorování a významné odlišnosti v časovém průběhu havarijních stavů.

Detailní popis projektových opatření je uveden v příslušných částech BZ, tj. v kapitole 4 a kapitole 9, v kapitole 15 jsou pak uvedeny bezpečnostní analýzy průběhu PIU a porovnání výsledků těchto bezpečnostních analýz se stanovými KP (kritérii přijatelnosti).

3.1.10 Vzájemné interakce mezi bloky JE na společném území k umístění

Pokud se na jednom území k umístění nachází více než jedna JE (blok), jsou zde uvedeny systémy, které jsou mezi jednotlivými bloky sdíleny a také všechna propojení mezi bloky. Je nutné popsat pozitivní i negativní účinky těchto propojení.

Dále by měl být uveden popis propojení nebo podpory poskytované sdíleným systémem, který bude nedostupný v případě, že bude jeden či více bloků dlouhodobě odstavených (např. v rámci přípravy na vyřazování z provozu). Měly by zde být prezentovány výsledky analýz, které zahrnují dopad nedostupnosti propojení a sdílené podpory na bloky, které budou nadále v provozu.

3.1.11 Projektová opatření pro řízení stárnutí

Tato podkapitola uvádí projektovou životnost SKK s vlivem na JB a popisuje, jak byly v projektu JE zohledněny relevantní degradační mechanismy, opotřebení a dopady stárnutí tak, aby bylo zajištěno, že nejdůležitější komponenty JE budou spolehlivě plnit své funkce v průběhu životního cyklu. Zvláštní pozornost by měla být zaměřena na tlakovou nádobu reaktoru, zejm. neutronové křehnutí materiálu.

Dále je třeba popsat, jak jsou řízeny odpovídající rezervy zohledňující zhoršení vlastností materiálu vlivem stárnutí, včetně dopadů způsobených testováním a údržbou, způsobených stavy JE během PIU a stavy JE následujícími po PIU.

V podkapitole je také popsáno, jak byly zohledněny dopady stárnutí způsobené vlivem pracovního prostředí (např. vibrace, radiace, vlhkost nebo teplota) po dobu předpokládané životnosti položek důležitých pro bezpečnost v programu kvalifikace pro tyto položky.

Měl by zde být uveden odkaz na program řízeného stárnutí (viz kapitolu 13)

3.2 Kategorie systémů, konstrukcí a komponent

Tato podkapitola obsahuje informace o kategorizaci bezpečnostních funkcí a zařazování VZ do BT v souladu s požadavky AtZ a vyhlášky č. 329/2017 Sb. Detailní doporučení jsou uvedena v [34].

Dále obsahuje informace o dalších kategoriích SKK, uplatněných v projektu pro sjednocení přístupu k zajištění odolnosti SKK proti podmínkám prostředí, ve kterých musí plnit svoji funkci. Jedná se zejména o seismickou kvalifikaci SKK, kvalifikaci SKK na parametry pracovního prostředí, odolnost proti požáru, případně další zatížení, která mohou ovlivnit bezpečnost a spolehlivost SKK. Všechny tyto požadavky na SKK musí být součástí jejich technické specifikace a jsou nedílnou součástí prokazování shody v rámci systému řízení.

Doporučuje se, aby podkapitola byla členěna následujícím způsobem:

3.2.1 Kategorizace SKK s vlivem na JB a zařazování do bezpečnostních tříd

Tato podkapitola má popsat systém výběru SKK s vlivem na JB a jejich zařazování mezi VZ a do jednotlivých BT a do skupiny SKK s vlivem na JB, které neplní bezpečnostní funkce, stanovené požadavky jaderné legislativy.

Podkapitola by měla obsahovat následující informace:

- seznam a kategorizaci bezpečnostních funkcí,
- metodiku a kritéria použitá pro zařazování VZ do BT,
- pravidla pro tvorbu seznamu VZ,
- metody ověřování správnosti a funkčnosti seznamu VZ.

Pro jednotlivé kategorie SKK s vlivem na JB, zejména bezpečnostní třídy a případné další kategorie SKK, by měl být uveden způsob prokazování shody během životního cyklu JE a výčet technických norem a standardů, podle kterých byl proveden návrh (projekt) hodnocených SKK v souladu s požadavky [5] a [4].

Pro jednotlivé profesní skupiny SKK v rámci těchto tříd by tato informace měla být uvedena v podkapitolách 3.8, 3.9, resp. kapitolách 7 a 8.

U každé normy, resp. standardu by měla být uvedena jednoznačná identifikace, o kterou část normy nebo standardu se jedná a rok vydání (verze).

V případě SKK s vlivem na JB, které neplní bezpečnostní funkce se uplatňuje princip odstupňovaného přístupu.

3.2.2 Kategorizace pro kvalifikaci na prostředí

Projekt JE musí dle § 5 vyhlášky č. 329/2017 Sb., v rámci zajišťování odolnosti a ochrany JE před nebezpečím plynoucím z vlastností území a z výskytu vnitřních událostí a podmínek zohlednit vnitřní událost vyvolanou vlivem vlastností území, vnitřními podmínkami, důsledkem poruchy JE a chybou pracovníků obsluhy jaderného zařízení (dále jen kvalifikace na prostředí dle § 3 písm. d) vyhlášky 329/2017).

Podle § 8 a § 9 odst. 6 vyhlášky 329/2017 Sb., které určují požadavky na VZ, musí projekt stanovit rozsah zkoušek nebo výpočtové postupy pro ověření vlastností VZ po celou dobu jeho projektové životnosti v prostředí odpovídajícím jeho provozním podmínkám a jeho projektové funkci v havarijních podmínkách pro pevnostní odolnost, funkčnost, spolehlivost a kvalifikaci na prostředí. Pro zajištění těchto cílů je možné zařazovat SKK do různých kategorií se shodnými požadavky a kritérii přijatelnosti pro hodnocení splnění těchto požadavků.

Ustanovení § 5 odst. 8 AtZ ukládá povinnost uplatnit odstupňovaný přístup podle velikosti rizika ozáření a jeho možných důsledků a typu JE i pro takové aspekty JB, jako jsou kategorie zatížení SKK od vnějších a vnitřních ohrožení (seismického, od větru, sněhem a srážkami, od vnějších teplot, záplavami a povodněmi, letícími předměty, výtoky z porušených potrubí a dalšími).

Cílem podkapitoly je popsat, podle jakých norem se stanoví kategorie mezních zatížení SKK od konkrétního vnějšího, nebo vnitřního ohrožení a jestli a jak tyto kategorie odpovídají stavům JZ (normální provoz a abnormální provoz, havarijní podmínky).

Podkapitola by dále měla uvést kategorie SKK, pro které se v projektu jednotně uplatňuje určitá kategorie zatížení (tedy mezní zatížení od vnitřního nebo vnějšího ohrožení). Tato kategorie SKK může být identická se skupinou VZ, zařazených do jedné bezpečnostní třídy, nebo může slučovat SKK, zařazené do různých bezpečnostních tříd, případně skupin SKK s vlivem na JB.

3.3 Zatížení klimatickými účinky

Tato kapitola by měla podat průkaz plnění požadavků zákona AtZ specifikovaných v § 46 odst. 2 písm. e) a f) a příslušných ustanovení vyhlášky č. 329/2017 Sb. týkajících se odolnosti projektu vůči klimatickým účinkům uvedených v § 4 odst. 1, § 5, § 8 odst. 1, § 11, § 12 a Příloze 4.

Kapitola by měla obsahovat průkaz odolnosti vůči relevantním klimatickým jevům, s jejich jednoznačnou definicí a uvedením zdroje (na základě čeho bylo dané zatížení vybráno pro hodnocení). Z textu by mělo být jasné, které klimatické jevy a jakým způsobem byly posouzeny, jaká nápravní opatření byla přijata pro zajištění ochrany nebo zmírnění následků, měl by zde být podán průkaz dostatečnosti těchto opatření a měly by zde být odkazy do jiných kapitol BZ, pokud se tam nacházejí informace důležité pro posouzení odolnosti JE vůči klimatickým jevům.

Výběr SKK, u kterých se vyžaduje odolnost proti těmto vlivům, musí být proveden v návaznosti na bezpečnostní kategorizaci SKK, spolu s popisem kritérií přijatelnosti.

Pro všechny stavební objekty 1. kategorie seismické odolnosti by zde mělo být prokázáno, že ani projektové, ani extrémní parametry klimatických jevů neohrozí schopnost jejich stavebních konstrukcí, technologických systémů a komponent plnit předpokládané bezpečnostní funkce.

Pokud existuje SKK s vlivem na JB, jenž není uvnitř stavby 1. kategorie seismické odolnosti, měl by být takový SKK posouzena na klimatické jevy samostatně.

Hodnocení zatížení objektů 1. kategorie seismické odolnosti klimatickými jevy má vycházet ze statistických zpracování nejméně 30-ti letých datových řad nebo z relevantních generických dat; u ostatních objektů z předpokladů stanovených v ČSN.

Informace zde uvedené musí být v souladu s údaji v kapitolách 2 a 3.8 BZ.

Doporučuje se, aby podkapitola byla členěna do níže diskutovaných podkapitol. Pro každou z dílčích podkapitol by měly být uvedeny následující informace:

- výběr SKK, u kterých se vyžaduje odolnost proti těmto vlivům. Výběr musí být proveden v návaznosti na zařazování SKK do BT
- stanovení příslušné úrovně zatížení (projektová a/nebo extrémní zatížení), včetně východisek pro toto stanovení,
- použité předpisy a normy,
- použitá metodika výpočtu namáhání objektů,
- výsledky hodnocení,
- odkazy do jiných kapitol BZ, uvedené průběžně v kapitole.

3.3.1 Zatížení větrem

Pro stavby 1. kategorie seismické odolnosti jsou zde uvedeny následující informace:

- rychlost větru uvažovaná v projektu, frekvence maximální intenzity a kategorie expozice,
- metody použité pro zahrnutí rychlosti větru do tlakového zatížení, působícího na stavební plochy a průkaz odolnosti budov, ve kterých se nacházejí SKK s vlivem na JB, vůči tomuto zatížení,
- informace potvrzující, že porušení SKK nezahrnutých v předchozí analýze, které nejsou navrženy na odolání vlivu extrémního větru, nebude mít vliv na schopnost jiných konstrukcí plnit jejich bezpečnostní funkci.

3.3.2 Zatížení sněhem a dešťovými srážkami

Zatížení sněhem má být vyjádřeno vodní hodnotou sněhu, tj. výškou vodního sloupce, který vznikne roztáním sněhu. V této hodnotě má být obsažena nejen voda ve formě sněhu, ale i voda ve formě kapalných srážek zachycených sněhem.

Uvádí se hodnoty sněhu pro návrhové úrovně 100 a 10 000 let, hodnoty pro 24 hodinové úhrny srážek pro návrhové úrovně 100 a 10 000 let a hodnoty úhrnů srážek (v milimetrech) pro návrhové úrovně 100 a 10 000 let.

3.3.3 Zatížení a doprovodné účinky venkovních teplot

V podkapitole jsou uvedeny uvažovaná maxima i minima teplot, a to jak okamžité a krátkodobé extrémny, tak i několikadenní extrémny s periodou návratu 100 a 10 000 let.

3.4 Záplavy a povodně

Tato podkapitola obsahuje průkaz odolnosti vůči záplavám a povodním, včetně uvedení zdroje, na základě kterého byly stanovené výchozí parametry pro hodnocení odolnosti JE. Dále, jaká nápravná opatření byla přijata pro zajištění ochrany nebo zmírnění následků, měl by zde být podán průkaz dostatečnosti těchto opatření a měly by zde být odkazy do jiných kapitol BZ, pokud se tam nacházejí informace důležité pro posouzení odolnosti JE vůči záplavám a povodním.

Výběr SKK, u kterých se vyžaduje odolnost proti těmto vlivům, musí být proveden v návaznosti na zařazování SKK do BT spolu s popisem kritérií přijatelnosti.

Informace zde uvedené musí být konsistentní s údaji v kapitolách 2 a 3.8 BZ. Doporučuje se, aby kapitola byla členěna do níže uvedených podkapitol.

3.4.1 Vnitřní záplavy

V podkapitole jsou popsána opatření pro ochranu proti vnitřním záplavám pro SKK s vlivem na JB.

Kapitola by měla obsahovat:

- výčet objektů JE, ve kterých se nachází SKK s vlivem na JB,
- identifikaci všech SKK, které mohou být zdrojem vnitřních záplav,
- určení těch SKK, které mají vliv na JB a musí být ochráněné před vnitřními záplavami a před podmínkami, které v souvislosti s těmito jevy nastávají,
- výběr a popis iniciačních událostí vnitřních záplav,
- analýzu vlivu iniciačních událostí vnitřních záplav na bezpečnost JE,
- popis opatření proti vnitřním záplavám a ke zmírnění jejich následků,
- pokud je v případě seismické události zdrojem záplavy SKK, která není seismicky kvalifikována, pak lze pro zmírnění následků této záplavy předpokládat pouze seismicky kvalifikované SKK,
- popis, zda a jak jsou jednotlivé místnosti nebo prostory projektem zamýšlené jako bariéry proti šíření záplavy, zda existují bariéry nebo jiné způsoby fyzického oddělení (separace) jednotlivých tras bezpečnostních systémů, a měla by zde být prokázána dostatečnost těchto bariér
- posouzení možných záplav ve všech provozních režimech JE, včetně režimů s odstaveným reaktorem.

3.4.2 Vnější záplavy a povodně

Tato podkapitola má obsahovat popis a parametry nejnepříznivější vnější záplavy a přehled požadavků na jejich respektování pro jednotlivé SKK s vlivem na JB.

Zde uvedené informace zahrnují říčních záplavy, včetně těch, způsobených vlivem akumulace vody a vzedmutí hladiny jako důsledku náhlého vzniku přírodních nebo technických bariér ovlivňujících přirozený tok a hladinu vod v okolí JE, které musí být respektovány v projektu JE pro všechny SKK s vlivem na JB.

Zároveň má obsahovat i popis případných způsobů ochrany před takovými záplavami, prokáže-li se, že mohou ohrozit SKK s vlivem na JB ve smyslu zatopení jejich vnitřních prostorů.

Kapitola by měla obsahovat:

- výčet stavebních objektů JE, ve kterých se nachází SKK s vlivem na JB,
- výčet SKK s vlivem na JB, které nejsou umístěné uvnitř stavebního objektu
- výběr a popis iniciačních událostí vnějších záplav a povodní,
- analýzu vlivu vnějších záplav a povodní na bezpečnost JE,
- popis opatření proti vnějším záplavám a povodním a ke zmírnění jejich následků.

3.5 Ochrana před letícími předměty

Tato podkapitola má podat průkaz plnění požadavků AtZ a příslušných ustanovení [3] týkajících se odolnosti projektu vůči letícím předmětům. Doporučení k plnění těchto požadavků jsou uvedena v bezpečnostních návodech SÚJB [35] a [36].

Kapitola má obsahovat průkaz odolnosti vůči letícím předmětům, s jejich jednoznačnou definicí a uvedením zdroje (na základě čeho bylo dané zatížení vybráno pro hodnocení). Z textu musí být jasné, jak byly letící předměty vybrány pro hodnocení a pro podání průkazu odolnosti JE, jakým způsobem byly posouzené, jaká nápravná opatření byla přijata pro

zajištění ochrany nebo zmírnění následků. Měl by zde být podán průkaz dostatečnosti těchto opatření a měly by zde být odkazy do jiných kapitol BZ, pokud se tam nacházejí informace důležité pro posouzení odolnosti JE vůči letícím předmětům.

Výběr SKK, u kterých se vyžaduje odolnost proti těmto vlivům, musí být proveden v návaznosti na bezpečnostní kategorizaci staveb, systémů a komponent, spolu s popisem kritérií přijatelnosti.

Informace zde uvedené mají být v souladu s údaji v kapitolách 2 a 3.8 BZ. V souladu s těmito obecnými požadavky je doporučeno rozčlenit podkapitolu 3.5 na níže uvedené podkapitoly.

3.5.1 Letící předměty vnitřního původu

Tato podkapitola by měla obsahovat následující části:

Letící předměty vnitřního původu, působící vně ochranné obálky

Zde je uveden seznam systémů nebo jejich částí, které mají být chráněné před poškozením vlivem letících předmětů vnitřního původu.

Zahrnuty mají být letící předměty vzniklé v důsledku porušení rotujících komponent, poruch vysokotlakých systémů, a sekundární vlivy (tj. objekty padající v důsledku porušení SKK, které nejsou zařazeny do kategorie seismické odolnosti, během seismické události).

Pro všechny výše specifikované SKK vně ochranné obálky zde mají být poskytnuty informace o:

- umístění SKK,
- příslušné seismické kategorie a zařazování do BT,
- kapitolách BZ, kde jsou tyto SKK popsány,
- letících předmětech, před kterými má být tato SKK chráněna (jejich zdroj a důvod zařazení),
- metodě hodnocení a použitých předpokladů v hodnocení
- výsledků hodnocení včetně výčtu opatření na ochranu před letícími předměty
- průkaz dostatečnosti těchto opatření.

Letící předměty vnitřního původu, působící uvnitř ochranné obálky

Zde má být uveden seznam SKK nebo jejich částí, které mají být chráněné před poškozením způsobeným letícími předměty vnitřního původu. Jedná se o SKK, jejichž selhání může vést k úniku radioaktivních látek do životního prostředí a o ty SKK, které jsou nezbytné pro bezpečné odstavení JE.

Posouzení se má provést pro případ

- selhání rotujících komponent nebo jejich částí,
- primárního a sekundárního porušení komponent vysokotlakých systémů,
- masivního porušení systému pohonu řídicích orgánů,
- výbuchu vodíku uvnitř kontejnmentu
- pádu objektů vlivem pohybu těžkých komponent nebo SKK nezařazených do kategorie 1. seismické odolnosti během seismické události,

- sekundárních letících předmětů, vzniklých v důsledku kontaktu padajícího objektu a vysokoenergetického systému.

Pro chráněné SKK zde mají být poskytnuty informace o:

- umístění SKK,
- letících předmětech, před kterými mají být tyto SKK chráněny (jejich zdroj a důvod zařazení),
- metodě hodnocení a použitých předpokladů v hodnocení
- výsledků hodnocení pro danou SKK včetně výčtu opatření na ochranu před letícími předměty
- průkaz dostatečnosti těchto opatření.

Letící části turbíny

Zde má být uveden průkaz, že SKK s vlivem na JB jsou dostatečně chráněné před letícími předměty, které by vznikly jako důsledek porušení integrity turbíny.

3.5.2 Letící předměty vnějšího původu

Tato podkapitola by měla obsahovat následující části:

Identifikace SKK, které by měly být chráněny před letícími předměty vnějšího původu

Jedná se o všechny SKK nutné pro bezpečné odstavení JE a o ty SKK, jejichž porušení by mohlo vést na významný únik radioaktivních látek nebo ionizujícího záření. Platí, že SKK nebo jejich části by měly být chráněné před vnějšími letícími předměty, pokud daný letící předmět může zabránit plnění bezpečnostní funkce. Jestliže letící předmět zasáhne systém, který není důležitý z hlediska bezpečnosti, ale jehož poškození může mít vliv na plnění bezpečnostní funkce systému s vlivem na JB, je tento systém třeba také zařadit do seznamu. Tyto SKK musí být oddělené dostatečným způsobem od SKK důležitých pro bezpečnost.

Letící předměty vznikající působením extrémního větru

V podkapitole má být uveden seznam všech možných letících předmětů v souvislosti s působením extrémního větru. Je třeba uvést místo vzniku, rozměry, hmotnost, tvar, energii, rychlost, trajektorie, a další parametry nutné pro stanovení průniku projektilu.

Dále je zde třeba uvést SKK, které vyžadují ochranu, a popis zajištění jejich ochrany.

Jiné letící předměty vnějšího původu, kromě pádu letadla.

Zde by měly být specifikovány všechny letící předměty, které mohou vzniknout v důsledku explozí v blízkosti JE.

Měly by být určeny všechny SKK z těch, uvedených v seznamu obsaženém v první části této podkapitoly 3.5.2, u kterých by mohlo dojít k nepříjemnému poškození, a měla by být odhadnuta celková pravděpodobnost zasažení citlivé části JE. Je-li vyšší než 10^{-7} za rok, měly by být doplněny informace o velikosti, tvaru, hmotnosti, energii, materiálových vlastnostech a trajektorii letícího předmětu.

Pád letadla

V této části má být popsáno provedení analýzy a její výsledky pro náhodný pád letadla, jeho následků na VZ a SKK s vlivem na JB pro dosažení bezpečného stavu JE po analyzované události.

Všechny použité parametry v analýzách by měly být zde dostatečně podloženy. V případě možného rozsahu hodnot nějakého parametru je to třeba zde uvést a použít nejkonzervativnější hodnotu.

3.5.3 Postupy pro projekt bariér proti letícím předmětům

V této podkapitole by měly být uvedeny:

- metody použité pro predikci lokálního poškození v oblasti dopadu letícího předmětu, včetně odhadu hloubky penetrace,
- metody pro odhad tloušťky bariéry, pro zabránění úplného prostupu (perforaci),
- analýza možného vzniku sekundárních letících předmětů (např. úlomků betonu) vlivem interakce letících předmětů s betonovými bariérami,
- metody pro predikci celkové odezvy bariéry a jejich částí na náraz letícího předmětu.

3.6 Ochrana proti dynamickým účinkům postulovaného porušení potrubí

Projekt JE musí dle § 5 vyhlášky č. 329/2017 Sb., zohlednit vnitřní událost vyvolanou vnitřními podmínkami a tu, která vznikla jako důsledku poruchy JE. Jedním z významných zdrojů ohrožení SKK s vlivem na JB je ztráta integrity a těsnosti vysoko a středně energetických potrubních systémů nebo jejich částí a následné švihy potrubí, nárazy tryskajícího média do okolních SKK, zaplavení okolních SKK a podobně.

Obecně platí, že projekt JE by měl prokázat, že pokud nelze dané ohrožení prakticky vyloučit, pak bylo provedeno dostatečné z odolnění JE.

Tato ochrana SKK JE může být zajištěna obecně třemi způsoby:

1. Fyzická separace vysoko- a středně-energetických potrubí od SKK s vlivem na JB,
2. Pokud není fyzická separace možná, pak vybudováním ochranných bariér kolem vysoko- a středně-energetického potrubí, nebo kolem SKK s vlivem na JB, které musí být ochráněné,
3. Přijmutím speciálních opatření k zajištění ohrožených bezpečnostních funkcí, pokud separace ani bariéry nejsou prakticky proveditelné.

U bodů 1 a 2 je potřeba podat průkaz dostatečné odolnosti návrhu resp. dostatečné kapacity ochranných opatření.

U bodu 3 jsou ve světě obvykle k řešení používány dva přístupy (koncepce) – postulace porušení (viz dále podkapitolu 3.6.2) a únik před roztržením (viz podkapitolu 3.6.3).

Obecně platí, dle požadavku § 45 AtZ že pro případné porušení potrubí je třeba mj. zajistit okamžitě a bezpečně odstavení jaderného reaktoru a jeho udržení v podkritickém stavu a zajištění odvodu tepla vytvářeného jaderným palivem a technologickými systémy. K těmto požadavkům by mělo být nahlíženo při hledání řešení ochrany před možnými porušeními

potrubních systémů a zajištění plnění těchto požadavků by mělo být prokazatelné, přímo zde v BZ nebo s využitím jednoznačných odkazů do vnitřních předpisů a jiné dokumentace.

3.6.1 Projekt JE a ochrana před porušením potrubí

V této podkapitole mají být popsána projektová řešení pro ochranu před porušením pro všechny vysoko- a středně-energetické systémy, jejichž porušení by mohlo vést na ztrátu bezpečnostních funkcí systémů, s cílem prokázat bezpečné odstavení JE v případě dané poruchy. Jsou doporučeny následující kroky:

- zpracování seznamu vysoko- a středně-energetických potrubí (výčet systémů s parametry média a místnostmi, kudy procházejí),
- identifikace SKK s vlivem na JB, které jsou umístěné v blízkosti vysoko- a středně-energetických potrubí a na které by mohlo mít porušení těchto potrubí významný vliv,
- identifikování způsobu porušení, provedení analýzy dopadů a popis ochrany SKK s vlivem na JB před dynamickými účinky porušení (odkazem do příslušné části BZ, kde je toto řešeno).

3.6.2 Určení míst postulovaného porušení potrubí a dynamických vlivů způsobených postulovaným roztržením potrubí

V této podkapitole by mělo být pro jednotlivé potrubní systémy, u porušení kterých je potřebné doložit ochranu důležitých SKK pomocí postulace porušení (tyto systémy mají být přehledně vyznačeny v podkapitole 3.6.1), uvedeno následující:

- popis výpočtového modelu, přičemž výpočet se provádí pro skutečný stav potrubních systému, tzv. „as-built.“
- výsledná místa postulovaného porušení,
- modelování tryskajícího média, vyžadující provedení následujících kroků:
 - stanovení silových účinků tryskajícího média,
 - výběr zařízení nacházejících se v účinné vzdálenosti proudu média, nutných pro odstavení reaktoru a jeho udržení v bezpečném odstaveném stavu,
 - zhodnocení silových a teplotních účinků na zařízení,
- výsledky dynamických analýz švihu potrubí,
- popis navržených opatření k eliminaci dynamických účinků (omezovače švihu apod.), včetně průkazu jejich dostatečné kapacity.

V podkapitole by mělo být též zahrnuto:

- posouzení nesymetrického tlakování TNR a kontejnmentu, je-li to u řešeného potrubního systému relevantní (případně odkazem na jiné části BZ, kde je toto řešeno),
- posouzení vlivu postulovaného porušení na prostředí (zvýšená vlhkost, teplota, záplavy...) z hlediska neovlivnění kritérií pro kvalifikaci zařízení dle kap. 3.11,
- posouzení požadavků na provozní kontroly zařízení z hlediska požadavků metodiky stanovení míst postulovaného porušení potrubí, především v místě jejich průchodu stěnou kontejnmentu.

3.6.3 Únik před roztržením

Deterministické hodnocení potrubních systémů, které prokáže dostatečné rezervy vůči porušení, včetně ověřeného projektu a výroby a odpovídajícího programu provozních kontrol, lze považovat za dostačující pro prokázání požadované extrémně nízké pravděpodobnosti porušení.

V této podkapitole v případě aplikace koncepce LBB by mělo být uvedeno:

- seznam potrubních systémů, na kterých bude aplikována koncepce LBB, a to včetně
 - specifikace materiálů (základní materiál, svarový kov, materiál nátrubků a safe-endů),
 - materiálových vlastnosti, včetně lomových a tahových charakteristik v celém rozsahu provozních teplot, a možný vliv tepelného stárnutí materiálu,
 - použité metody svařování, včetně parametrů svařování (u svarů),
- posouzení zatížení dle projektových východisek včetně
 - použití dokumentace skutečného provedení daného systému, umístění uložení a jeho charakteristik,
 - posouzení umístění a hmotnosti komponent, jako jsou armatury apod.,
 - posouzení spolehlivosti tlumičů,
 - posouzení zdrojů (tj. teplota, vlastní tíha, seismicita, seismické posunutí kotvení), typů (síly, ohybové a krouticí momenty) a velikosti aplikovaných zatížení a metody jejich kombinací,
- deterministická lomově mechanická analýza,
- výpočet úniků,
- schopnost detekčních systémů únik detekovat. Detekční systémy by měly být dostatečně spolehlivé a citlivé, různého typu. Měla by být rovněž prokázána rezerva při detekování úniku z průchozí postulované trhliny pomocí deterministické lomově mechanické analýzy. (Pro výběr a posouzení detekčních systémů lze využít [37]),
- posouzení, že degradace erozí, erozní koroze, erozí a kavitaci v případě nejnepříznivějších podmínek proudění nepovede na roztržení potrubí,
- posouzení možného vodního rázu, pro prokázání, že tento nevede k roztržení potrubí,
- posouzení na creep,
- prokázání, že materiál není citlivý na porušení křehkým lomem v celém rozsahu provozních teplot,
- prokázání odolnosti vůči koroznímu poškození,
- prokázání, že materiál není citlivý na korozní praskání pod napětím (SCC) a na mezikrystalické SCC.
- prokázání, že na potrubním systému se dosud neobjevilo praskání vlivem únavového poškození, včetně teplotní únavy a vibrací,
- prokázání, že jiné nepřímé mechanismy nezpůsobí porušení potrubí, např. seismicita, požáry, výbuchy, zasažení letícím předmětem nebo porušením SKK v blízkosti daného potrubí,
- popis všech provozních kontrol na daném potrubním systému.

3.7 Ochrana proti zemětřesení

Vyhláška č. 329/2017 Sb. požaduje zajištění odolnosti JE proti nebezpečí plynoucímu z vlastností území. Takovým nebezpečím je i seismická událost.

Tato podkapitola by měla podat průkaz, že tato odolnost byla zajištěna. Mělo by tu být popsáno, jaké jsou výchozí předpoklady (tyto by měly vycházet z informací v kapitole 2 BZ), jaké metody a postupy byly aplikované a jaká opatření byla přijata a implementována.

V úvodní části je vhodná stručná informace o východiscích pro hodnocení seismické odolnosti daného JE, vycházejících z dosavadních zkušeností u daného JE nebo obecnějšího charakteru dle relevantních mezinárodních požadavků, zkušeností a dobré praxe.

3.7.1 Seismická vstupní data

Zde by měly být uvedeny základní informace použité pro hodnocení (případně odkazy do jiných částí BZ) týkající se seismického ohrožení území k umístění JE, popis stávajících seismických, strukturně-geologických (tektonická aktivita) a geotechnických poměrů. Hodnoty postulovaného špičkového horizontálního zrychlení podloží stavební konstrukce, stanovené pro projekt JE, by měly být srovnány s reálně stanovenou hodnotou pro dané území umístění JE.

Měl by zde být popsán základní přístup ke kategorizaci SKK s vlivem na JB z hlediska seismického ohrožení.

V podkapitole by měly být dále uvedené akcelerogramy, podlažní spektra odezvy a podpůrné prostředky stavebních konstrukcí 1. kategorie seismické odolnosti, a dále hodnoty tlumení uvažované v analýzách a zkouškách v průkazech odolnosti dané JE.

3.7.2 Seismická analýza systémů

Podkapitola by měla pro všechny SKK 1. kategorie seismické odolnosti obsahovat následující informace (lze seskupovat, např. pro stavební konstrukce, strojní – potrubí, armatury ..., SKŘ, kabelové lávky a podobně):

- přehled kritérií použitých pro hodnocení seismické odolnosti,
- použitá výpočtová metoda (popis a dílčí kroky),
- dynamické vlastnosti a seismická odezva SKK 1. kategorie,
- vlastní frekvence systému a odezvy,
- postupy pro modelování (typ modelu, kritéria a postupy),
- vzájemná interakce stavba – podloží,
- podlažní spektra odezvy,
- tři složky pohybu při zemětřesení,
- kombinace modálních a směrových odezev,
- interakce konstrukcí, které nejsou seismicky kategorizovány s konstrukcemi 1. kategorie seismické odolnosti,
- vliv předpokládané variace hodnot parametrů (vlastnosti konstrukce, hodnoty tlumení, vlastnosti podloží, interakce podloží a stavby a časové průběhy odezev) na podlažní spektra odezvy,

- případné použití ekvivalentního statického zatížení,
- zahrnutí tlumení v analýze,
- způsob kombinování seismických odezev s odezvami na jiná zatížení.

V podkapitole by mělo být přehledně uvedeno pro všechna zařízení, u kterých se vyžaduje seismická odolnost, jakou metodou byla jejich seismická odolnost posouzena.

V případě výpočtového hodnocení se pro jednotlivé systémy uvede minimální číselná hodnota seismické odolnosti.

3.7.3 Hodnocení seismické odolnosti SKK BT1, resp. BS

Zde by měl být uveden přehled postupů, použitých předpokladů a výsledků hodnocení seismické odolnosti minimálně TNR, PG, HCČ, HA, potrubí BT1, aktivních a pasivních bezpečnostních systémů doplňování chladiva do reaktoru, potrubí páry a napájecí vody.

Měl by zde být uveden taky přehled navržených opatření pro zajištění seismické odolnosti, s odkazy do příslušných kapitol BZ s detailním popisem implementace opatření.

3.7.4 Seismická instrumentace

V této kapitole by měl být popsán vnitřní seismický monitorovací systém a vnější seismické monitorovací stanice. Měly by tu být uvedené:

- základní požadavky na instrumentaci včetně jejich zdrojů,
- popis prvků monitorovacího systému a jejich umístění,
- popis zpracování naměřených dat,
- postupy pro předání včasné informace o výskytu zemětřesení do dozorny a seznam předaných informací,
- popis údržby monitorovacího systému.

3.8 Stavební konstrukce

Účelem kapitoly je komplexní popis stavebních konstrukcí, principů jejich návrhu, posouzení a ověřování stavu v průběhu životnosti.

Stavební objekty, které patří mezi SKK s vlivem na JB, musí být popsány nejen z pohledu klasického navrhování a posuzování dle standardních norem, ale i dalších požadavků na odolnost včetně seismické kvalifikace. U jednotlivých objektů je zvláštní pozornost věnována informacím o základových konstrukcích včetně interakce s podložím a nosným systémem budov.

Stěžejní částí kapitoly jsou informace o stavební části systému ochranné obálky (kontejnmentu) a jeho vnitřních konstrukcí. Tato podkapitola má obsahovat specifikace bezpečnostních požadavků a kritérií, včetně požadavků na její těsnost, limitní hodnoty vnitřních teplot a tlaků, mechanickou odolnost, včetně mechanicko-fyzikálních a pevnostních charakteristik materiálů, stabilitu a odolnost vůči rizikům.

Informace by měly být uváděny v následujících podkapitolách.

3.8.1 Ochranná obálka

Tato kapitola obsahuje popis projektového řešení budovy reaktoru, včetně detailního popisu ochranné obálky (kontejnmentu) a doklad splnění příslušných bezpečnostních požadavků.

Mají zde být popsány specifické projektové funkce kontejnmentu, jako je například jeho hermetičnost, mechanická odolnost a stabilita, odolnost proti vnějším vlivům způsobených přírodními vlivy nebo činnostmi člověka a vnitřním vlivům.

V podkapitole je třeba definovat primární konstrukční hlediska a prvky, z nichž vychází plnění bezpečnostních funkcí pro celou budovu reaktoru, a uvést technický popis nosných betonových, ocelových nebo spřažených ocelobetonových konstrukcí, včetně odkazu na plány a řezy.

Dále zde má být uveden popis geometrie hermetického prostoru (kontejnmentu), včetně půdorysů v jednotlivých konstrukčních výškách a v řezech v alespoň dvou na sebe kolmých směrech. Uvedeny mají být plány nosných konstrukcí, vyztužení včetně předpínacích výztuží a detailů jejich kotvení, prostupů a jejich technické řešení, i detaily provázání konstrukcí.

Rovněž by se mělo popsat dispoziční řešení kontejnmentu a interakce konstrukce kontejnmentu a jeho vnitřních stavebních konstrukcí a technologických zařízení.

Je také třeba popsat konstrukční provázanost a zajištění dilatačních posuvů, vliv jednotlivých konstrukcí a technologického vybavení na okrajové podmínky uložení ochranné obálky a očekávané konstrukční chování ochranné obálky jako celku, a uvažované zatížení a kombinace zatížení pro všechny projektem uvažované stavy.

Pokud projekt zahrnuje sekundární kontejnment, měl by zde být také popsán. Specifické informace pro ochrannou obálku by měly zahrnovat následující položky:

- Popis systému ochranné obálky (SOO) zařazení částí systému do bezpečnostních tříd a seismické kategorizace. Stručný výčet legislativních požadavků na SOO,
- popis konstrukcí, tj. stavební popis vlastní konstrukce ochranné obálky a jejích částí
- příslušné předpisy, normy a specifikace,
- uvažované zatížení a kombinace zatížení - zatížení by mělo zahrnovat zatížení během dosahování výkonu, za provozu na výkonu a během odstavování reaktoru, dále zatížení vnějšími klimatickými podmínkami, zemětřesením, havárií LOCA, zatížení vyvolaná postulovanými haváriemi, jako např. postulovaným roztržením vysokoenergetických potrubí, a další, pokud jsou pro danou JE relevantní. Příslušná relevantní zatížení budou následně uvedena v přehledové tabulce uvažovaných kombinací zatížení,
- projektové a analytické postupy včetně experimentálních ověření,
- konstrukční kritéria přijatelnosti a meze bezpečnosti (využitelnost)-podkapitola má popisovat kritéria přijatelnosti, která byla použita na konstrukční systém jako celek. V případě, kdy základní kritéria byla stanovena dle zahraničních norem, je potřeba uvést i soulad s požadavky českých norem,
- materiály a materiálové charakteristiky, systém řízení, specifikace zvláštní stavební techniky – tato část má obsahovat charakteristiky použitých konstrukčních materiálů, prvků a speciálních stavebních postupů, včetně popisu, jakým způsobem byla zajišťována shoda s požadavky na jakost v průběhu výstavby,
- požadavky na zkoušky a provozní kontroly včetně dlouhodobých programů sledování a řízení životnosti konstrukcí – tato část má obsahovat požadavky na zkoušky a provozní

kontroly, a to jak z období výstavby (pokud jsou tyto informace v případě již provozovaných JE dostupné), tak po uvedení do provozu. Součástí uvedených informací musí být i popis toho, jakým způsobem je zajištěn dlouhodobý program sledování životnosti ochranné obálky a zhodnocení zbytkové životnosti. Dále by měla být zahrnuta vybraná výkresová dokumentace.

3.8.2 Betonové a ocelové vnitřní části ochranné obálky

Specifické informace pro ochrannou obálku by měly zahrnovat následující položky v obdobném rozsahu jako v kapitole 3.8.1 s ohledem na plnění bezpečnostních funkcí:

popis stavebních konstrukcí uvnitř ochranné obálky,

- použité předpisy, normy a specifikace,
- zatížení a kombinace zatížení,
- metody použité při projektování a provádění analýz,
- kritéria přijatelnosti pro objekty,
- materiály, zajišťování kvality,
- požadavky na zkoušky a provozní kontroly,
- použité informační zdroje,
- vybraná výkresová dokumentace.

3.8.3 Ostatní stavební konstrukce, včetně základů

Kapitola má obsahovat popis jednotlivých stavebních objektů JE s vlivem na JB, v rozsahu níže uvedeného seznamu požadavků na obsah.

Pro každý stavební objekt by mělo být uvedeno následující:

- účel objektu, zařazení do seismické kategorie, zařazení objektu či jeho částí do BT,
- technický stavební popis objektu a jeho členění dle konstrukčních prvků,
- výčet norem, předpisů a návodů použitých při projektování,
- výčet zatížení uvažovaných při navrhování objektu; u extrémních zatížení je vhodné uvést, zdali byla uvažována,
- informace o metodách a analýzách použitých při navrhování a posuzování konstrukce,
- popis a výčet kritérií přijatelnosti pro objekty. Součástí by měla být i informace, zda objekt vyhovuje všem uvažovaným zatěžovacím stavům; výsledky či dopady dílčích analýz s odkazem na příslušnou část BZ, je-li to relevantní,
- materiály, zajišťování jakosti,
- požadavky na zkoušky a provozní kontroly,
- základy daného objektu. Z důvodu důležitosti základových konstrukcí a poměrů zejména u objektů seismické kategorie 1. je vhodné konstrukce detailněji popsat v rozsahu podobné struktury jako v nadřazené podkapitole objektu jako celku,
- použité informační zdroje,
- vybraná výkresová dokumentace.

3.9 Strojní systémy a komponenty

Podkapitola by měla obsahovat základní informace o projektu strojních komponent s vlivem na JB, tedy na VZ a na SKK s vlivem na JB, která nejsou VZ, o požadavcích na ně kladených, zejména [3] a [5] a jak jsou tyto požadavky plněny. Vyhláška [5] platí pro všechna VZ. Na SKK s vlivem, která nejsou VZ, lze kromě [3] aplikovat jiné normy a standardy, např. ČSN, platné pro danou oblast zařízení nebo typy zatížení. Specifické záležitosti strojních komponent

Vybraná zařízení BT 1, 2 a 3

V této podkapitole by měly být uvedeny základní informace o projektových přechodových režimech a výsledných zatížení a kombinacích zatížení, včetně relevantních projektových a provozních limitů pro VZ a jejich podpěry.

Je doporučeno pro jednotlivé BT uvádět následující informace:

- Základní informace o projektových zatíženích pro normální provoz a havarijní podmínky, včetně odstaveného stavu, tj. výčet zatížení a jejich kombinace pro jednotlivé podmínky, a příslušný napěťový limit pro danou podmínku.
- Projektové přechodové režimy použité v pevnostních analýzách a analýzách životnosti, zátěžné bloky, pro všechny SKK patřící do BT1 a pro nejdůležitější SKK z BT2 (např. vnitřní části TNR, PG a jeho části). V případě použití různých skupin přechodových režimů pro různé SKK je nutné toto jednoznačně popsat. Mělo by tu být uvedeno, jak jsou přechodové režimy ve výpočtech zahrnuté, v jakých kombinacích, včetně počtu jejich opakování. V případě změn průběhu přechodových režimů a jejich četnosti oproti předchozí revizi BZ je nutno uvést popis a odůvodnění těchto změn v samostatném dokumentu s uvedením odkazu do této kapitoly BZ, a v této kapitole BZ případné změny vyznačit.
- Výpočtové programy použité v analýzách VZ, včetně názvu a autora programu, stručného popisu programu, datované verze a zařízení, pro kterou to bylo použito. Měly by zde být informace o prokázané kvalitě programu (provedení verifikace a validace).
- Experimentální analýza napětí, pokud byla použita místo výpočtové analýzy napětí. Kromě jejího základního popisu by zde měl být uveden dostatek informací, že jejím užitím bylo prokázáno plnění požadavků na projekt.
- Základní metody pro vyhodnocení integrity a životnosti v havarijních stavech. Měla by zde být uvedena metoda výpočtu (elastická, elastoplastická,...), popis kritérií (napěťových i deformačních) použitých v analýzách všech havarijních stavů.
- Výčet technických norem a standardů, včetně jejich verze, podle kterých byl proveden jejich projekt a podle kterých se během provozu JE provádí posuzování.
- Základní požadavky na materiály VZ.
- Základní požadavky na zajištění kvality v rámci jejich životnosti.

SKK s vlivem na JB, která nejsou VZ

Jedná se obecně o SKK s vlivem na JB, jak jsou definované v [3] – tj. jsou určeny např. k omezení dopadů selhání nebo poruch VZ, nebo jejich porucha může negativně působit na VZ, nebo jsou určeny pro prevenci a zvládnutí rozšířených projektových podmínek.

Zde je uvedeno, jakým způsobem je zajištěna kvalita a plnění funkce těchto SKK v projektu stanovených podmínkách, včetně uvedení norem a standardů, podle kterých byly tyto SKK naprojektovány.

Pro systémy a/nebo komponenty s vlivem na JB je doporučeno zde uvést následující:

- funkce, kterou systémy a/nebo komponenty plní,
- seznam norem, předpisů a návodů, včetně jejich verze, použitých při navrhování a taky při hodnoceních během provozu, pokud jsou odlišné od návrhových,
- seznam zatížení zahrnutých do projektu (při navrhování),
- informace o metodách a analýzách použitých při navrhování a posuzování,
- popis a výčet kritérií přijatelnosti,
- požadavky na materiály,
- požadavky na zajišťování kvality.

Pro popis komponent lze využít jejich sdružování do skupin. V takovém případě by zde měla být popsána kritéria pro zařazení komponenty do jednotlivých skupin.

3.9.1 Dynamické zkoušky a analýza SKK

Tato podkapitola má podat informace o kritériích, postupech zkoušení a dynamických analýzách využitých pro ověření a potvrzení plnění funkce (integrita, těsnost atd.) potrubních systémů, strojních zařízení, vnitřních částí TNR a jejich uložení, včetně uložení kabelů a kanálů a ventilačních potrubí, pro případ vibračních zatížení, a to včetně relevantních zatížení indukovaných prouděním, akustické resonance, postulovaných roztržení potrubí a seismicity.

Doporučuje se následující členění:

Vibrace na potrubí, teplotní dilatace a dynamické vlivy

Podkapitola by měla obsahovat popis provedení zkoušek (během uvádění do provozu, resp. za provozu u JE uvedených do provozu před rokem 1990) na vibrace a pro měření teplotních dilatací, v případě výskytu významných vibrací za provozu rovněž popis jejich aktuálního monitorování, a dále popis měření základních dynamických vlastností – u to všech VZ. Způsob vyhodnocení naměřených hodnot by zde měl být taky popsán.

V podkapitole by mělo být uvedeno následující:

- Seznam systémů, u kterých byla před spouštěním JE provedena zkouška na vibrace a kde byly měřené teplotní dilatace.
- Seznam systémů, které jsou, resp. mají být na vibrace monitorované za provozu JE.
- Seznam proudově indukovaných zatížení, včetně pulzací čerpadel, zavírání a otevírání ventilů, kterým bylo zařízení podrobeno během zkoušky před spouštěním JE.
- Seznam míst měření vibrací na potrubích a vizuálních kontrol během zkoušek; pro každé toto místo musí být stanovena kritéria pro prokázání, že napětí a únavové poškození splňuje kritéria přijatelnosti; tato kritéria by zde měla být popsána. Měl by zde být uveden seznam míst na potrubích sledovaných při zkouškách před spouštěním JE, a seznam dalších míst, přidaných během provozu.

- Seznam tlumičů na systémech, kde jsou teplotní dilatace během provozu předpokládáné, pro měření posuvů u tlumičů ze studené do horké pozice (odpovídající teplotní dilataci systému, ke kterému je tlumič připojený), a výsledky měření.
- Popis programu měření posuvů při teplotních změnách pro prokázání dostatečných vůlí SKK.
- Seznam nápravných opatření pro případ překročení kritérií přijatelnosti pro vibrace, pro případ nedostatečnosti nebo poškození omezovače, nebo pro případ nezměření žádného posuvu pístu tlumiče.
- Průkaz, že potrubní systémy, omezovače (v širším smyslu), komponenty a podpěry vyhovují požadavkům na odolnost vůči dynamickému a teplotnímu zatížení.
- Výběr míst a kritérií přijatelnosti by měl být dostatečně odůvodněn.

Analýza dynamické odezvy vnitřních částí reaktoru (VČR)

V podkapitole by měl být obsažen popis dynamické analýzy vnitřních částí reaktoru (VČR), zahrnující různé mechanismy buzení, pro ustálený a pro přechodový stav. Predikce vibrací by měly být ověřené měřením. Dále by měla být popsána dynamická analýza VČR při havarijních podmínkách.

Měly by být uvedeny následující informace:

- matematická schémata modelování dynamiky potrubí, potrubních opěrných systémů a VČR, palivových článků, řídicích klastrů a jejich pohonů, včetně odůvodnění zvoleného modelu,
- použité metody výpočtu, vypočtené úrovně napětí a vibrací pro VČR, postupy pro stanovení vlivových funkcí a popis těchto funkcí, dynamické charakteristiky VČR včetně vlastních frekvencí, tvarů a tlumení,
- popis metod a postupů použitých pro výpočet celkových dynamických odezev do konstrukcí (hodnocení pro LOCA a maximální výpočtové zemětřesení, a to pro VČR a neroztržené potrubní smyčky; jako průkaz, že jejich funkce bude zachována),
- výsledky analýzy.

Předprovozní zkoušky proudově indukovaných vibrací VČR

V této podkapitole by měl být popsán program měření proudově indukovaného kmitání VČR před spuštěním bloku a při najíždění, jehož cílem má být prokázání, že kmitání během normálního provozu nezpůsobí degradaci nebo pevnostní porušení.

Výsledky těchto zkoušek slouží rovněž pro porovnání vibrací během provozu a ověření jejich přípustnosti (viz následující podkapitola).

Korelace zkoušek VČR na vibrace a výsledků analýz

V podkapitole by měl být popsán způsob určení vzájemné korelace mezi výsledky předprovozních vibračních zkoušek VČR a výsledky dynamických analýz chování VČR v ustálených provozních podmínkách a při provozních přechodových procesech.

3.9.2 Specifické požadavky na tlakovou hranici reaktoru a její podpěry, včetně opěrného systému AZ

V této podkapitole by měly být uvedeny postupy, metody a kritéria pro hodnocení pevnostního návrhu SKK tvořících tlakovou hranici reaktoru, pro jejich opěrný systém a pro opěrný systém AZ (pokud již daná oblast je popsána v předchozí kapitole, pak zde uvést jen odkaz).

Dále by zde měly být uvedené základní požadavky na SKK, tvořící tlakovou hranici reaktoru, tak, aby byla zajištěna jejich vysoká spolehlivost, integrita a aby JB byla zajištěna v maximální možné míře.

Je doporučeno uvádět následující informace:

- Seznam SKK včetně jejich podpěr, tvořících tlakovou hranici reaktoru, referenci na technickou normu nebo standard (s upřesněním použité verze), podle kterých byl proveden jejich návrh a referenci na normy a standardy, podle kterých se během provozu JE provádí hodnocení (např. hodnocení odolnosti), pokud jsou odlišné od návrhových norem a standardů. K podpěrnému systému AZ by rovněž tyto informace měly být taky uvedené.
- Základní požadavky na materiály tlakové hranice reaktoru a jejího podpěry a na opěrný systém AZ.
- Seznam projektových přechodových režimů použitých v pevnostních analýzách a analýzách životnosti. V případě použití různých skupin přechodových režimů pro různé SKK je nutné toto jednoznačně popsat. Mělo by tu být uvedeno, jak jsou přechodové režimy ve výpočtech zahrnuté, v jakých kombinacích, včetně počtu jejich opakování. V případě změn průběhu přechodových režimů a/nebo jejich četnosti oproti předchozí revizi BZ je nutno toto vyznačit v BZ a v BZ uvést odkaz na detailní zprávu s popisem a odůvodněním těchto změn.
- Seznam výpočtových programů použitých v analýzách SKK tvořících tlakovou hranici reaktoru, jeho podpěr a podpěr AZ, včetně názvu a autora programu, stručného popisu programu, datované verze a zařízení, pro kterou to bylo použito. Měly by zde být informace o prokázané kvalitě programu (provedení verifikace a validace).
- Pokud byla použita experimentální analýza napětí místo výpočtové analýzy napětí, pak by zde měl být její základní popis s dostatkem informací, že jejím užitím bylo prokázáno plnění požadavků na projekt.
- Základní informace o projektových zatíženích pro provozní a havarijní podmínky, včetně odstaveného stavu, tj. výčet zatížení a jejich kombinace pro jednotlivé podmínky, a příslušný napěťový limit pro danou podmínku, pro SKK tvořící tlakovou hranici reaktoru.
- Základní informace o nejvýznamnějších zatíženích a jejich kombinacích pro v této kapitole sledované podpěry, a to pro provozní a havarijní podmínky, z hlediska zajištění plnění jejich funkce.
- Popis matematického modelu nebo modelu použitého při zkouškách.
- Pro potrubní systémy základní popis připojených potrubí.
- Postupy použité ve výpočtech pro provozní podmínky, včetně použitých zjednodušujících předpokladů – a to pro SKK i jejich podpěry a pro opěrný systém AZ.

- Základní metody pro vyhodnocení integrity v havarijních stavech. Měla by zde být uvedena metoda výpočtu (elastická, elastoplastická, ...), popis kritérií (napětových i deformačních) použitých v analýzách všech havarijních stavů.
- V případě využití plastické deformace by zde mělo být její odůvodnění a popis aplikace
- Popis zajištění ochrany tlakové hranice reaktoru před nadměrným převýšením tlaku. Měl by tu být uveden popis systémů bezpečnostních a odlehčovacích ventilů, identifikaci nejhorší kombinace zatížení, popis metody výpočtu a velikost všech koeficientů dynamických zatížení.
- Způsob detekce úniku chladiva
- Pro SKK patřící do primárního okruhu, popis zajištění odolnosti proti vzniku poruch materiálů, zajištění nízké rychlosti jejich případného šíření, a zajištění odolnosti materiálů proti křehkému lomu
- Pro tlakovou nádobu reaktoru popis zajištění požadavku legislativy [3], aby prasknutí TNR bylo prakticky vyloučenou skutečností

Hodnocení během provozu JZ by mělo zohledňovat skutečný (aktuální) stav projektu, tj. „as-built“ a mělo by být provedeno pro projektové stavy (provozní stavy a havarijní pod mínky).

3.9.3 Systém pohonu řídicích orgánů

V podkapitole by měly být obsaženy následující informace:

- popis systému pohonů regulačních orgánů,
- popis konstrukce a funkce pohonu regulárních orgánů,
- použité technické normy a standardy, specifikace,
- projektová zatížení, limitní napětí a přípustné deformace,
- informace o ověření funkce, provozu a životnosti pohonů regulačních orgánů, popis použitých metod a postupů, výsledky analýz nebo zkoušek a porovnání těchto výsledků s dovolenými hodnotami
- informace dokládající náležitou spolehlivost systému,
- informace o zajištění rezerv,
- reference.

3.9.4 Vnitřní části reaktoru

V podkapitole by měly být uvedeny informace týkající se:

- použitých technických norem a standardů, specifikací pro projekt, výrobu, analýzy a kontroly VČR,
- zatížení, které tvoří projektovou bázi VČR (provozní stavy a havarijní podmínky, včetně prouděním indukovaných vibrací, akustických zatížení, postulovaných nehod a sei smické události), limitní napětí a přípustné deformace,
- uspořádání VČR, včetně jejich uložení a popisu řešení přípustnosti rozměrových změn vlivem teploty nebo jiných zatížení; každá případná změna proti projektu by měla být posouzena, zda neovlivní kontroly a zkoušky na této komponentě,
- kombinace projektových a provozních zatížení (akustických, prouděním indukovaných vibrací, teplotních a tlakových rozdílů během provozu, teplotní stratifikace, sei smicity, vliv

LOCA, nesymetrické tlakování a zatížení jako výsledek postulovaných roztržení potrubí v místech, která nejsou z tohoto hodnocení vyloučena na základě aplikace konceptu LBB); popis kombinací pro provozní stavy a havarijní podmínky, včetně uvedení limit a

- podmínek zatěžování VČR,
- zahrnutí vlivů prostředí do hodnocení VČR
- posouzení deformací z hlediska jejich vlivu na zajištění funkce všech relevantních komponent
- hodnocení životnosti VČR.

3.9.5 Funkční design, kvalifikace a zkoušení čerpadel, armatur a tlumičů nárazů a vibrací

V podkapitole mají být pro čerpadla, armatury a tlumiče nárazů a vibrací, které patří do BT uvedeny informace týkající se jejich:

- funkčního designu a kvalifikace armatur a čerpadel (testování pro parametry průtoku při havárii, schopnost plnit funkci při všech rozdílech tlaků a průtoků, pokojové teplotě a dostupných zdrojích napájení pro všechny provozní stavy) a údržby,
- průkazu, že kvalifikační program pro armatury, které jsou součástí tlakové hranice primárního okruhu, obsahuje analýzy i zkoušky dostatečné pro průkaz zajištění těsnosti,
- funkčního designu a kvalifikace tlumičů (typ, pozice, identifikace, funkce, účel tlumiče atd.), zajištění jejich správné instalace a odpovídající údržby; v případě tlumiče s funkcí proti vibracím by zde měly být uvedeny informace o tom, zda příslušná komponenta s tlumičem byly zahrnuté do únavových analýz a jakým způsobem,

3.9.6 Návrh potrubních systémů – přehled základních požadavků a postupů

V podkapitole by měly být popsány základní přístupy a postupy při navrhování potrubních systémů, které patří mezi VZ, včetně jejich uložení.

Informace v této kapitole by měly být dostatečné pro ověření, že dané potrubní systémy plní svou funkci ve všech stavech JE, včetně všech postulovaných kombinací normálních provozních podmínek, provozních přechodových režimů, postulovaných porušení potrubí a seismické události.

Průkaz integrity (aktuálně platný) a případně požadované těsnosti těchto potrubních systémů, jejich komponent a uložení, včetně detailního popisu opatření pro zajištění integrity a těsnosti, by měl být obsažen v příslušných kapitolách BZ pojednávajících o daných potrubních systémech.

Doporučený obsah této kapitoly je následující:

- Úvodní část (základní požadavky),
- technické normy a standardy použité v projektu, při výrobě a konstrukci, technické specifikace, požadavky na zatížení a jejich kombinace,
- metody analýzy potrubí (experimentální analýza napětí, modální analýza, metoda spekter odezvy, elastická nebo elastoplastická metoda, nelineární metody atd., vždy pro konkrétní účel analýzy),
- interakce mezi neseismickým a seismickým potrubím, pro ověření plnění bezpečnostních funkcí v případě seismické události,

- hodnocení potrubí malých průměrů,
- nedostupná (zakopaná) potrubí seismické kategorie 1.,
- modely potrubí, základní požadavky použité na výpočtové modely,
- kritéria v analýze napětí na potrubí:
 - vstupní hodnoty pro seismickou analýzu potrubí, stručný popis a jejich zdroj,
 - přechodové režimy,
 - zatížení a jejich kombinace,
 - tlumení použité v analýzách,
 - kombinace modální odezvy,
 - vysokofrekvenční mody zatížení,
 - hodnocení únavového poškození pro potrubí BT1,
 - hodnocení únavového poškození pro potrubí BT2 a BT3,
 - teplotní vrstvení, míchání a stratifikace, způsob jejich definování včetně pozice na potrubním systému,
 - kombinace inerční složky a posuvu kotvicích bodů v seismické analýze,
 - projektové zemětřesení a maximální výpočtové zemětřesení, jejich vztah a aplikace na potrubí,
 - nerozebíratelné spoje, základní požadavky a informace o jejich zahrnutí ve výpočtových modelech a analýzách obecně,
 - materiály – základní požadavky,
 - nejnižší teplota uvažovaná v analýzách,
 - zajištění integrity nízkotlakých systémů při LOCA,
 - vliv prostředí na únavu.
- kritéria pro navrhování uložení potrubí:
 - technické normy a standardy,
 - hranice příslušnosti mezi uložením a připojovacím uzlem (strojní – stavební část),
 - zatížení a jejich kombinace,
 - kotvení uložení (základy, kotvy),
 - použití pohlcovačů energie,
 - použití tlumičů,
 - tuhost uložení potrubí,
 - návrh konstrukčních částí uložení,
 - zahrnutí třecích sil,
 - mezery a vůle v uložení,
 - limitní hodnoty výchylek potrubí.

3.9.7 Závitové a přírubové spoje

V kapitole by měly být uvedeny požadavky na materiály pro výrobu závitových spojů v systémech BT 1, 2 a 3.

Měly by zde být uvedena základní pravidla pro navrhování přírubových spojů na potrubních systémech JE, požadavky na metody hodnocení a kritéria přijatelnosti.

Rovněž by zde měla být uvedena kritéria pro výrobu, projekt, zkoušky a kontroly těchto spojů, a to před zahájením provozu a během provozu.

3.10 Seismická odolnost zařízení strojního, elektro a SKŘ

Tato kapitola by měla popisovat postup pro kvalifikaci přijatý k potvrzení toho, že SKK s vlivem na JB jsou způsobilé splnit projektové požadavky a zůstat ve stavu způsobilém k danému účelu v případě seismického zatížení za provozních stavů a za havarijních podmínek.

Odolnost by zde měla být potvrzena pro zařízení, jež je:

- součástí systémů důležitých pro havarijní odstavení reaktoru, izolaci kontejnmentu, chlazení aktivní zóny a odvod zbytkového tepla,
- důležité z hlediska zabránění časně nebo velké radiální havárii,
- součástí SKŘ, nutného pro zvládnutí abnormálních provozních a havarijních podmínek, včetně indikace stavu JE a prostředí během a po odeznění havárie.

V příloze nebo v referenci je třeba uvést úplný seznam položek těchto zařízení. Měla by být identifikována zařízení, u nichž může selhání zabránit uspokojivému dosažení jedné nebo více požadovaných bezpečnostních funkcí.

Pro jednotlivé dílčí skupiny zařízení by se měla uvést:

- kritéria seismické odolnosti,
- metody a postupy pro stanovení odolnosti zařízení a jeho podpěr (zahrnující analýzy, zkoušky (netýká se podpěr) a využití zkušeností),
- výsledky kvalifikace.

3.11 Vliv okolního prostředí na konstrukci strojního a elektrického zařízení a zařízení SKŘ

Tato podkapitola obsahuje popis postupu pro kvalifikaci přijatého k potvrzení toho, že položky JE s vlivem na JB jsou způsobilé plnit projektové požadavky a zůstat ve stavu způsobilém k danému účelu v případě vystavení řadě identifikovaných jednotlivých nebo kombinovaných vlivů prostředí, a to po celou dobu životního cyklu JE. Pokud jsou pro kvalifikaci položek JE zkouškami nebo analýzou použita kritéria přijatelnosti, pak by zde měl být uveden jejich popis. Program kvalifikace by měl uvážít všechny identifikované a relevantní potenciálně nebezpečné vlivy na JE, včetně událostí vycházejících z vnitřních a vnějších vlivů. V úvahu by měla být vzata rovněž ta zařízení, jejichž porucha by mohla ovlivnit bezpečnostní funkci zařízení souvisejícího s jadernou bezpečností.

Úplný seznam zmíněných položek zařízení spolu s jejich kvalifikací na prostředí je třeba uvést v příloze BZ nebo v referenci.

V kapitole má být uvedeno následující:

- specifikace zařízení a podmínky okolního prostředí, zahrnující:
 - výběr zařízení podléhající kvalifikaci na prostředí,
 - použité normy, standardy a dokumenty,
 - podmínky prostředí,
 - kvalifikační kritéria,
- popisy zkoušek a analýz odolnosti pro jednotlivé skupiny zařízení, definující:
 - rezervy,

- metody kvalifikace (typové zkoušky, analýzy, využití zkušeností z provozu nebo výsledků předchozí kvalifikace stejných či podobných zařízení),
- výsledky kvalifikace pro jednotlivé skupiny zařízení,
- vyhodnocení důsledků výpadku ventilace,
- předpokládané radiační a chemické prostředí a zatížení,
- elektromagnetická kompatibilita zařízení SKŘ a elektro – v této části by kromě výše specifikovaných měly být uvedeny i následující informace:
 - požadavky na zařízení z hlediska EMC (EMI/EMS)
 - naplnění požadavků na zařízení z hlediska EMC (EMI/EMS)
 - provedená opatření s vlivem na EMC (EMI/EMS)

3.12 Posouzení odolnosti projektu vůči dalším rizikům

Tato kapitola by měla poskytnout informace o odolnosti projektu vůči dalším rizikům, v kapitole 3 BZ dosud neřešeným. Zde by měly být uvedené základní předpoklady posuzování, použité metody, postupy a kritéria, proveden a odůvodněn výběr scénářů. Měly by zde být uvedené výsledky analýz a popis doporučení.

Detailní řešení a popis plnění doporučení vzešlých z analýz pro zajištění odolnosti SKK (stávajících nebo nově navržených), by měl být uveden v kapitole BZ příslušné dané SKK a zde pouze jednoznačně odkázán.

Podkapitola by měla obsahovat posouzení na následující rizika:

3.12.1 Analýza požárního rizika

Kapitola by měla shrnout informace o zajištění odolnosti projektu vůči požárům, vnějšího (např. z okolních průmyslových zařízení) nebo vnitřního (např. poruchy technologie) původu.

Vstupní předpoklady pro vnější požáry by měly být v souladu s kapitolou 2 BZ.

Detailní popis a odůvodnění opatření pro zajištění odolnosti by měl být uveden v kapitole 9 BZ.

Detailní technický popis jednotlivých dílčích opatření by měl být uveden v kapitole BZ pojednávající o dané SKK.

Kapitola by měla obsahovat následující informace:

- posouzení rozdílů metodik analýzy požárního rizika,
- stanovení osnovy zpracování hodnocení jednotlivých prostor,
- sekundární účinky požárů a hasicích zařízení,
- výběr bezpečnostně významných místností z požárního hlediska,
- dílčí požární analýzy,
- příspěvky k riziku od lokálních požárů,
- dominantní požární scénáře,
- doporučení a závěry pravděpodobnostního hodnocení požárního rizika,
- deterministické hodnocení hasebních prostředků a požárně-bezpečnostních prvků v JE,
- deterministické posouzení jednotlivých objektů,

- seznam opatření na zajištění odolnosti, které byly navrženy v analýzách, a odkaz do kapitoly BZ, kde jsou řešení popsána dostatečně pro možnost ověření této odolnosti,
- použité technické normy a standardy, nebo jiné závazné předpisy.

3.12.2 Posouzení rizika ztráty koncového jímače tepla

Podkapitola by měla shrnout informace o zajištění odvodu tepla a zajištění dostatečných zdrojů pro zásobování systémů odvodu tepla vodou TVD.

Mělo by zde být uvedeno:

- použité technické normy a standardy,
- řešení odvodu tepla na dané JE, stručný popis systémů a funkcí,
- alternativní zdroje pro doplňování systémů pro odvod tepla,
- stanovení maximálních potřeb a ztrát vodních okruhů,
- klimatické podmínky na území k umístění,
- odvod tepla v případě extrémních klimatických podmínek,
- odvod tepla při odvodu tepla při napájení z pracovních nebo rezervních zdrojů, při úplné ztrátě elektrického napájení vlastní spotřeby (ÚZNVS) a při SBO (Station Black Out),
- doporučení pro zajištění odvodu tepla při všech relevantních podmínkách provozu a klimatických podmínkách

3.12.3 Obecné posouzení odolnosti stavebních objektů vůči tlakovým vlnám

Kapitola by měla obsahovat informace o posouzení stavebních objektů na odolnost proti účinkům tlakových vln. V textu by mělo být uveden výčet stavebních objektů, a jak byl stanoven jejich výběr a popsáno, jakou metodou jsou objekty posuzovány. Technický popis jednotlivých objektů by měl být uveden rozsahu potřebném pro jeho posouzení. Z posouzení odolnosti objektu musí být patrné, zdali je odolnost objektu dostačující, vzhledem k možným přetlakům na čele dopadající tlakové vlny. V případě, že objekt nevyhoví požadavkům na odolnost, musí být popsáno, jakým způsobem bude zajištěna JB. Uvedené výsledky by měly být promítnuty do podkapitoly 3.8.

Podkapitola by měla obsahovat následující informace:

- použité technické normy a standardy
- kritéria přijatelnosti
- výpočtové metody posouzení
- přibližné posouzení odolnosti důležitých objektů
- výběr důležitých objektů pro posouzení odolnosti
- detailní posouzení odolnosti vybraných objektů – popis objektu, použitého výpočtového modelu a zatížení,
- zhodnocení vlivu poškození důležitých objektů JE na JB pro vybrané scénáře

3.12.4 Posouzení následků výbuchů a úniků toxických látek

Podkapitola by měla shrnout informace o zajištění odolnosti projektu vůči následkům výbuchů a úniků toxických látek, vnějšího (např. z okolních průmyslových zařízení, doprava v okolí) nebo vnitřního (např. poruchy technologie jako je systém spalování vodíku) původu.

Vstupní předpoklady pro vnější výbuch a úniky by měly být v souladu s kapitolou 2 BZ.

Detailní popis a odůvodnění opatření pro zajištění odolnosti by měl být uveden v kapitole 9 BZ.

Detailní technický popis jednotlivých dílčích opatření by měl být uveden v kapitole BZ pojednávající o dané SKK.

Podkapitola by měla obsahovat následující informace:

- použité technické normy a standardy,
- popis zdrojů výbuchů a toxických látek a jejich umístění v JE,
- kritéria přijatelnosti pro výbuchy a úniky toxických látek,
- hodnocení plnění těchto kritérií,
- popis doporučení pro odstranění nebo minimalizaci těchto ohrožení.

3.12.5 Posouzení rizika pádu těžkých břemen

Podkapitola by měla shrnout informace o zajištění odolnosti projektu vůči pádu těžkých břemen.

Podkapitola by měla obsahovat následující informace:

- seznam možných zdrojů pádů těžkých břemen a jejich příčin,
- předpoklady, použité metody a výsledky analýz, včetně opatření doporučených na základě analýz
- technické normy a standardy, případně jiné závazné technické předpisy použité při hodnocení odolnosti,
- specifikace možných břemen a jejich parametry (se zaměřením na břemena transportovaná na jeřábech),
- specifikace prostor, které mohou být ohroženy pádem břemene,
- analýza následků pádu břemene,
- organizační a technická opatření.

4 Jaderný reaktor

4.0 Úvod

Tato kapitola poskytuje popis a příslušné informace o vnitřních částech reaktoru (mimo reaktorové nádoby) a palivovém systému s cílem prokázat způsobilost aktivní zóny (AZ) reaktoru a palivového systému plnit své bezpečnostní funkce po celou dobu jeho předpokládané životnosti ve všech provozních režimech.

Je třeba zde popsat AZ reaktoru, tj. mechanický návrh palivových proutků a palivových souborů, jaderný a termohydraulický návrh AZ, a některé další mechanické komponenty reaktoru související s AZ reaktorem. V kapitole 4 jsou uvedeny materiálové specifikace daných komponent i vnitřních částí reaktoru (VČR).

V kapitole 4 jsou též uvedeny informace o systémech řízení reaktivity AZ a o monitorování rozložení výkonu v AZ a dalších parametrů. Další podrobné informace o systémech řízení jsou uvedeny v 7.

Kapitola 4 obsahuje údaje o palivovém systému, které se používají jako projektová vstupní data a předpoklady pro provedení bezpečnostních analýz obsažených v kapitole 15 BZ.

Detailní informace o projektování AZ a tím i příslušné informace k návrhu palivového systému obsahuje bezpečnostní návod SÚJB BN-JB-3.2 [39].

4.1 Souhrnný popis

Podkapitola 4.1 podává celkový popis AZ zaměřený na komponenty nacházející se v TNR a popis stavů JE – spektrum provozních podmínek JE v souladu s očekávanou četností výskytu a rizikem pro obyvatelstvo, a to včetně rozšířených projektových podmínek bez tavení paliva. Poskytuje souhrnný popis mechanického návrhu palivového systému, jaderných charakteristik a tepelně-hydraulického návrhu a konstrukce jednotlivých součástí reaktoru, včetně paliva a systémů kontroly a řízení reaktivity. Tento souhrnný popis uvádí úplný a systematický popis funkčních a bezpečnostních požadavků na všechny komponenty a případné odpovídající odkazy. Pro popis systémů pohonů řídicích orgánů a VČR se připouští možnost, resp. je vhodné použít, odvolávky na informace obsažené v jiných částech BZ.

Je zde uvedena souhrnná tabulka důležitých projektových a provozních charakteristik doplněná popisem použitých analytických metod, uvažovaných projektových pracovních podmínek a charakterizací použitých výpočtových programů.

4.2 Palivový systém AZ

V této kapitole je:

- představena koncepce návrhu palivového systému AZ,
- uveden popis palivových souborů/kazet a jejich jednotlivých komponent včetně doprovodných výkresů a zobrazení,

- uveden popis dalších komponent aktivní zóny včetně doprovodných výkresů a zobrazení,
- provedeno hodnocení konstrukčních návrhů palivového systému podle zadaných projektových zásad a
- jsou předloženy požadavky na zajištění kvality a plán zkoušek a inspekcí.

V koncepci je vysvětlena a zdůvodněna volba zásad použitých při konstrukčním řešení palivového systému z hlediska bezpečnosti. Jsou prezentovány funkční charakteristiky, vyjádřené požadovaným chováním při definovaných podmínkách.

V hodnocení konstrukčního návrhu se pak prokazuje shoda se stanovenými projektovými zásadami. Hodnocení vychází z možných kombinací chemických, tepelných, radiačních, pevnostních a hydraulických vlivů při normálním a abnormálním provozu a za havarijních podmínek.

Dále je uveden očekávaný rámcový obsah kapitoly 4.2.

4.2.1 Návrh palivového systému

Návrh palivového systému obsahuje:

- Účel a projektové zásady (obecné požadavky a projektová kritéria).

4.2.2 Popis komponent palivového systému

Popis komponent palivového systému zahrnuje:

- Palivové soubory/kazety.
- Jednotlivé komponenty palivových souborů/kazet (nosný skelet PS, obálka kazety, distanční mřížky, hlavice PS, patice PS, vodicí trubky, instrumentační trubky apod.).
- Palivový proutek.
- Palivovou tabletu (bez i s vyhořívajícím absorbátorem).
- Další komponenty aktivní zóny (absorpční svazky, neutronové zdroje, materiálové klastry apod.).
- Doprovodné výkresy a zobrazení všech uvedených komponent.

4.2.3 Hodnocení návrhu komponent palivového systému

Hodnocení návrhu komponent palivového systému zahrnuje:

- Projektové výpočty pro doložení souladu se zadanými projektovými zásadami a prokázání provozuschopnosti palivových prouteků.
- Projektové výpočty pro doložení souladu se zadanými projektovými zásadami a prokázání provozuschopnosti palivových souborů/kazet.
- Projektové výpočty pro doložení souladu se zadanými projektovými zásadami a prokázání provozuschopnosti dalších komponent aktivní zóny (absorpční svazky, neutronové zdroje, materiálové klastry, apod.).
- Prokázání kompatibility palivových souborů/kazet s dalšími komponentami a zařízením aktivní zóny.
- Projektové výpočty týkající se směsných aktivních zón.

- Kompatibilitou různých typů palivových souborů používaných na JE.

Hodnocení návrhu komponent palivového systému bude tudíž obsahovat mimo jiné určení následujících charakteristik a aspektů:

- Koeficienty hydraulického odporu,
- Vývin a přenos tepla (včetně stanovení kritických tepelných toků),
- Cyklickou únavu, opotřebení, otěr pokrytí palivových proučků,
- Korozní stálost, hydridace,
- Pevnostní charakteristiky, statické a dynamické namáhání,
- Změny izotopického složení,
- Uvolňování plynných produktů,
- Radiační růst, průhyb,
- Testy životnosti,
- Výpočtově-experimentální ověření komponent palivového systému,

Podrobnější požadavky na hodnocení návrhu komponent palivového systému lze nalézt v [56].

4.2.4 Plán zkoušek a kontrol

V plánech zkoušek a kontrol jsou popsány zkoušky a kontroly, jejichž účelem je ověření projektových charakteristik komponent palivového systému.

Plány kontroly a řízení kvality obsahují:

- Kontroly kvality při výrobě.
- Kontroly v místě dodání (přejímací kontroly).
- Kontroly při překládce aktivní zóny reaktoru během odstávky bloku.
- Kontroly během provozu bloku.
- Zkoušky a ověřování absorpčních svazků (kontrolu absorpčního nástavce),
- Kontroly neutronových zdrojů, klastrů s ozařovanými materiály apod., jsou-li použity,
- Kontroly úrovně aktivity chladiva,
- Kontroly na speciálních stendech inspekce paliva.

Více o konkrétních provozních kontrolách lze najít také v kapitole 13 tohoto návodu.

4.2.5 Požadavky na kvalitu komponent palivového systému a zajištění kvality

Program systému řízení obsahující zajištění kvality dodavatele paliva a dodávaných komponent AZ je uveden pro projektování, pro výrobu a kontrolu dodávek komponent palivového systému a obsahuje:

- Zajištění kvality při projektování palivového systému.
- Zajištění kvality při projektování palivových vsázek.
- Zajištění kvality při výrobě komponent palivového systému.
- Zajištění kvality při dodávkách palivového systému.
- Kontrolu při výrobě.

Rozsah popisu zkoušek, kontrol a zajištění kvality musí přiměřeně odpovídat požadavkům na dokumentaci v souladu se zařazením jednotlivých komponent do bezpečnostních tříd podle jejich vlivu na plnění bezpečnostních funkcí.

4.3 Jaderné charakteristiky AZ

V této podkapitole jsou specifikovány projektové zásady jaderného návrhu a systémů řízení reaktivity, zahrnující popisy jaderného návrhu AZ (tj. koncepce palivových vsázek/překládek, používání vyhořívajících absorbátorů apod.), požadavky na rozložení výkonu v AZ a na jeho stabilitu a řízení, na koeficienty reaktivity, na řízení a rozmístění regulačních orgánů a jejich účinnost, na efektivnost havarijního odstavení reaktoru, na dynamické charakteristiky AZ, na podkritičnost při skladování a výměně paliva a reaktivitu palivových souborů, na ozáření TNR a na použité analytické metody.

Jsou zde uvedeny limitní hodnoty veličin, jako jsou vyhoření paliva, projektová doba pobytu paliva v AZ, minimální přípustná podkritičnost odstaveného reaktoru, koeficienty reaktivity, maximální rychlosti zavádění reaktivity a zasouvání řídicích orgánů, omezení týkající se chemického systému řízení reaktivity atd.

Je zde pojednáno o způsobech plnění, resp. demonstrováno splnění výše zmíněných požadavků a popsány analytické metody používané pro výpočet neutronově-fyzikálních charakteristik a vedení tepla v palivovém proutku.

Dále jsou zde uvedeny analýzy provedené na prokázání podkritičnosti BSVP a použité metody prokázání (příp. GdC, PBC, BUC).

Dále je uveden očekávaný rámcový obsah podkapitoly 4.3.

4.3.1 Koncepce projektu AZ

Při projektování AZ se zavádějí kritéria na vybrané jaderné charakteristiky (která musí být v souladu s legislativními požadavky), zahrnující:

- Vyhoření paliva v palivovém proutku,
- Obohacení paliva,
- Koeficienty reaktivity (zpětné vazby reaktivity),
- Účinnost systémů ovlivňujících reaktivitu (mechanického systému ochrany a řízení reaktoru a systému bórové regulace),
- Kinetické parametry,
- Maximální vnos reaktivity při zvyšování výkonu
- Rezervu na odstavení reaktoru,
- Stabilitu AZ vzhledem k výkonovým oscilacím,
- Kontrolu, monitorování a řízení rozložení neutronového výkonu.

4.3.2 Popis jaderných charakteristik

Zhodnocen je vliv složení (uspořádání) AZ na jaderné charakteristiky během normálního provozu reaktoru a očekávaných provozních transiencí.

Tato podkapitola uvádí:

- Popis a složení AZ (popis jaderného návrhu včetně směsných zón),
- Rozsah dovolených provozních stavů (včetně výkonových změn)
- Vliv návrhu AZ na ozáření TNR
- Rozložení výkonu,
- Koeficienty reaktivity a kinetické parametry,
- Požadavky na řízení AZ,
- Kartogram rozmístění regulačních orgánů a jejich účinnost,
- Podkritičnost při výměně paliva a kritičnost palivových kazet/palivových souborů,
- Charakteristiky přechodových procesů a informace o stabilitě výkonových rozložení,
- Ozáření tlakové nádoby reaktoru (fluence rychlých neutronů na tlakovou nádobu reaktoru),
- Způsob nastavení relevantních provozních limitů,
- Způsob prověření vybraných charakteristik pomocí testů a v průběhu provozu,
- Výchozí údaje pro bezpečnostní rozbor (samotné bezpečnostní analýzy obsahuje 15 BZ, kapitola 4 obsahuje pouze vstupy pro vybrané relevantní analýzy).

4.3.3 Analytické metody

Zde jsou stručně charakterizovány aplikované výpočetní programy a oceněny přesnosti výpočtů základních neutronově-fyzikálních charakteristik.

Jedná se o programy pro:

- neutronově-fyzikální výpočty (včetně výpočtů příslušné knihovny makroskopických grupových konstant, podkritičnosti, kinetických parametrů),
- výpočty teploty paliva.

4.4 Tepelné a hydraulické charakteristiky AZ

V této kapitole je uvedena koncepce (základní projektové zásady) a popis metodiky termohydraulického návrhu AZ, popis tepelných a hydraulických charakteristik AZ, popis tepelných a hydraulických charakteristik systému chlazení reaktoru, a informace o zkouškách a ověřování daného aspektu návrhu a jeho hodnocení. Mezi uváděné vypočtené parametry patří teploty chladiva a pokrytí, maximální a střední lineární tepelná zatížení, rezervy do krize přestupu tepla, povrchové tepelné toky, tlaková ztráta v aktivní zóně a hydraulická zatížení, jako je axiální průtok chladiva, příčná proudění ("cross flow"), teplotní stratifikace chladiva ve smyčkách primárního okruhu atd.

Jsou uvedeny použité výpočtové vztahy pro určení kritických tepelných toků a dalších parametrů, jako jsou např. součinitele přestupu tepla nebo tlakové ztráty, a vstupní údaje provedených výpočtů (např. plochy teplosměnných povrchů a průtočné průřezy).

Dále je uveden očekávaný rámcový obsah podkapitoly 4.4.

4.4.1 Popis termohydraulického návrhu AZ

Popis termohydraulického návrhu AZ obsahuje:

- Projektové zásady a kritéria (tj. projektové zásady pro předcházení krizovým podmínkám přestupu tepla, pro teplotu paliva, pro průtok chladiva AZ a pro hydrodynamickou stabilitu ve všech provozních režimech a v havarijních podmínkách apod.),
- Popis použitých analytických metod a
- Popis výpočtových kódů, spolu s informacemi o verifikaci a validaci těchto kódů a nejistotách metod, použitých k výpočtu tepelných a hydraulických parametrů, popis přístupu k řešení (stanovení variant výpočtů).

4.4.2 Popis tepelných a hydraulických charakteristik systému chlazení reaktoru

Popis tepelných a hydraulických charakteristik systému chlazení reaktoru obsahuje

- Rozdělení tlaků, teplot, průtoků a výkonů v jednotlivých smyčkách I.O ve všech provozních režimech,
- Rozdělení tlaků, teplot a průtoků v reaktoru a VČR ve všech provozních režimech,

4.4.3 Hodnocení splnění kritérií přijatelnosti

Předmětem této části je především hodnocení

- Kritického tepelného toku (kritické hustoty tepelného toku),
- Hydrauliky AZ,
- Vlivu rozložení výkonu,
- Tepelných charakteristik AZ (v provozních stavech),
- Hydraulické stability,
- Chování palivových prouků při blokování průtoku chladiva způsobeného deformací při provozu (v provozních režimech),
- Analytických metod pro výpočet termohydraulických parametrů.

4.5 Materiály systému řízení a vnitřních komponent

V této podkapitole jsou diskutovány fyzikální a chemické vlastnosti materiálů použitých v systému pohonů orgánů řídicích reaktivitu a u VČR, jako i jaderné, termohydraulické, strukturální a mechanické aspekty jejich komponent, předpokládané odezvy na statická a dynamická mechanická zatížení, a vlivy ozáření a koroze na schopnost VČR plnit přiměřeně bezpečnostní funkce po celou dobu životnosti JE.

VČR zahrnují všechny konstrukce, do nichž jsou v reaktoru uloženy palivové soubory, související komponenty požadované pro nastavení paliva do polohy a všechny nosné prvky uvnitř reaktoru, včetně veškerých samostatných opatření pro fixaci paliva. V podkapitole je popsána také údržba a inspekce materiálů VČR s ohledem na stárnutí materiálu a vliv záření. Dále je třeba se odkázat na ostatní kapitoly BZ, které zahrnují související aspekty paliva a rovněž manipulace s palivem a jeho skladování.

V podkapitole je mj. prokázáno, že

- je zajištěna kompatibilita jednotlivých konstrukčních materiálů reaktoru s prostředím reaktoru a materiály komponent s nimi se stýkajících,
- mají náležité mechanické vlastnosti jak při pokojové teplotě, tak i při teplotách provozních,
- jsou patřičně odolné vůči nepříznivým vlivům v radioaktivním prostředí.

Dále je uveden očekávaný rámcový obsah podkapitoly 4.5.

4.5.1 Materiály systému pohonů řídicích orgánů

Zde jsou uvedeny:

- Seznam použitých materiálů spolu s jejich stručným popisem,
- Stručné popisy technologických postupů pro výrobu komponent z nerezavějících austenitických ocelí,
- Popis ochrany zařízení před znečištěním a jeho čištění.

4.5.2 Materiály vnitřních částí reaktoru

Zde jsou uvedeny:

- Seznam použitých materiálů spolu s jejich stručným popisem,
- Informace o řízení svařování,
- Popisy prováděného nedestruktivního zkoušení tvářených bezešvých trubkových výrobků a armatur,
- Informace týkající se výroby, kontroly a zkoušek u součástí z nerezavějících austenitických ocelí,
- Popisy ochrany před znečištěním a čištění austenitických nerezavějících ocelí.

4.6 Systémy řízení reaktivity

V této podkapitole jsou popsány specifikace bezpečnostních funkcí systémů řízení reaktivity a jsou zde uvedeny odkazy na jejich popis v dalších relevantních kapitolách PrBZ.

Je zde třeba poskytnout důkaz, že systémy řízení reaktivity, včetně veškerého nutného pomocného zařízení a hydraulických systémů, jsou navrženy a instalovány tak, aby zajišťovaly plnění požadovaných funkcí a byly nezávislé na ostatním zařízení.

Je zde uveden odkaz na další podkapitoly PrBZ, které obsahují související analýzy (6 a 15).

Dále je uveden očekávaný rámcový obsah podkapitoly 4.6.

4.6.1 Informace o systému pohonu řídicích orgánů

Zde je uvedeno:

- Specifikace bezpečnostních funkcí systému a jejich plnění,
- Požadavky na elektrické napájení a ovládání,
- Bezpečnostní klasifikace a plnění požadavků z ní plynoucí.

4.6.2 Hodnocení systému pohonu řídicích orgánů

Zde je uvedeno:

- Výpis událostí z databáze poruchových událostí,
- Hodnocení poruchových událostí z hlediska návaznosti na bezpečnostní analýzy uvedené v 15 BZ.

4.6.3 Zkoušení a ověřování systému pohonu řídicích (regulačních) orgánů před spouštěním

V této části jsou uvedeny funkční testy a testy odolnosti vůči jednoduché poruše, předprovozní testy spolu s popisem testových metod a kritérii přijatelnosti.

4.6.4 Informace a hodnocení o kombinované činnosti systémů řízení reaktivity

Zde je uvedeno:

- Popis kombinovaných činností jednotlivých systémů řízení reaktivity
- Hodnocení jednotlivých kombinovaných činností uvedených v předcházejícím bodě s důrazem na odolnost vůči poruchám ze společné příčiny (mohou zde být odkazy na analýzy v jiných kapitolách PrBZ).

4.6.5 Požadavky na instrumentaci

Tato část diskutuje požadavky na:

- Vnitroreaktorovou instrumentaci a monitorovací systém,
- Instrumentaci pro omezení vysokého výkonu reaktoru,
- Instrumentaci pro rychlé odstavení reaktoru,
- Instrumentaci pro indikaci nedostatečného chlazení AZ,
- Monitorování volných částí v I.O,
- Systém sběru dat (pro off-line analýzy).

Podrobnější informace o požadavcích na instrumentaci dále diskutuje 7 BZ.

5 Systém chlazení reaktoru a navazující systémy

5.0 Úvod

Tato kapitola obsahuje informace o systému chlazení reaktoru a na něj navazujících systémech.

Pro tyto systémy a jejich komponenty pak platí, že by měly být uvedeny průkazy dokladující soulad přijatých projektových opatření (vč. zdůvodnění zvoleného projektového řešení, a to pro všechny komponenty, vč. podpěr, těsnění, šroubových spojů apod.) vůči údajům a hodnotám tvořícím projektová východiska a z nich plynoucím požadavkům na odolnost systémů a komponent.

Uveden by měl být popis systému i jeho komponent, dispoziční schémata, popsány by měly být funkce systému či komponent, a to jak funkce bezpečnostní, tak i funkce provozní, specifické vlastnosti materiálů, požadavky na jejich chemické složení, provoz systému/komponent, vč. kontrol při výrobě, předprovozních i provozních kontrol, monitorování, zkoušek, údržby (a to včetně navazujícího systému kontroly a řízení), provozních podmínek, spolehlivosti systém/komponent, opatření při výrobě komponent; popsány by měly být také změny vůči původnímu projektu.

Uvedeny by měly být rovněž detailní informace sloužící k prokázání, že integrita tlakové hranice systému chlazení reaktoru a TNR zůstane zachována, a to za normálních provozních stavů i relevantních havarijních podmínek (tj. mimo havárií se ztrátou chladiva). Některé z těchto informací jsou blíže specifikovány v podkapitolách níže.

5.1 Souhrnný popis

Tato podkapitola by měla obsahovat souhrnný popis systému chlazení reaktoru a jeho komponent. Měly by zde být uvedeny základní charakteristiky, výkon, popsány funkce jednotlivých komponent i jejich vzájemné vazby, návrhové kódy (tj. normativně-technická dokumentace typu ASME, KTA, ruská pravidla atd.) a průkazy souladu s projektovými východisky. Důležité výpočtové a výkonové charakteristiky mohou být uvedeny např. formou tabulek.

Poskytnuto by mělo být schéma systému chlazení reaktoru s vyznačením všech hlavních komponent, základních tlaků, teplot, průtoků a objemu chladiva při ustáleném provozu na nominálním výkonu a dalších vybraných provozních stavech bloku. Uvedeno by mělo být i schéma potrubních rozvodů a instrumentace systému chlazení reaktoru a navazujících systémů ve svislém řezu znázorňující základní rozměry a polohu systému chlazení reaktoru vzhledem k dalším systémům a nosným či jiným okolním betonovým konstrukcím.

5.2 Integrita tlakové hranice systému chlazení reaktoru

Tato podkapitola by se měla zaměřit na přijatá opatření k zajištění integrity tlakové hranice po celou dobu životnosti JE a vyhovění požadavkům na projekt (tj. např. soulad s legislativními i normativními požadavky, vč. specifikace materiálů a jejich zhodnocení, výroby, kontrol při výrobě, kontrol předprovozních i provozních apod.).

Uveden by měl být seznam všech komponent, včetně použitých předpisů a norem. Měl by být uveden popis a zdůvodnění výsledků detailních pevnostních analýz a relevantních studií lomové mechaniky pro všechny komponenty tvořící tlakovou hranici systému chlazení reaktoru pro podmínky normálního provozu, včetně odstaveného stavu a pro postulované havarijní zátěže společně s odkazem na tyto studie a analýzy pro každou z hlavních komponent pro možnost případného dalšího hodnocení.

Hodnocení by mělo zohledňovat skutečný (aktuální) stav projektu, tj. „as-built“ a mělo by být provedeno pro všechny projektové stavy (provozní stavy a havarijní podmínky).

Kromě toho by tato podkapitola měla poskytnout informace o ochraně před nadměrným zvýšením tlaku v primárním okruhu i o ochraně sekundární strany parogenerátorů před nadměrným zvýšením tlaku, včetně popisu všech pojistných zařízení (pojistné a odlehčovací ventily).

Měl by být uveden i popis prostředků pro detekci úniku chladiva.

5.3 Tlaková nádoba reaktoru

Tato podkapitola by měla obsahovat dostatečně podrobné údaje, které poskytnou průkaz o zajištění integrity TNR za všech relevantních stavů JE.

Měly by být uvedeny dostatečně podrobné informace prokazující, že použité materiály, výrobní metody, postupy a metody kontrol a zkoušek pro zajištění jakosti, spolu s kombinacemi zatížení, vyhovují příslušné legislativě, relevantním předpisům a technickým normám. Tyto informace zahrnují materiály TNR, limitní hodnoty tlaku a teploty pro integritu TNR, včetně průkazu o odolnosti TNR vůči křehkému porušení materiálu a rovněž informace o rozložení neutronového toku a fluenci po stěně TNR, které jsou odvozeny z charakteristik AZ.

Dále jsou uvedeny informace týkající se opatření k ochraně TNR vůči seismickému zatížení, podmínkám prostředí, tlakově-teplotnímu šoku.

Informace týkající se aktuálního čerpání životnosti a hodnocení systému/komponent z hlediska dalšího provozu (predikce) by měly být uvedeny v 13 BZ.

5.4 Hlavní cirkulační čerpadla

V této podkapitole by měl být uveden popis a zdůvodnění zvoleného projektového řešení prokazující, že hlavní cirkulační čerpadla splňují bezpečnostní požadavky projektu.

Podkapitola by měla obsahovat informace týkající se projektu HCČ a jeho vyhodnocení (tj. projektové zásady, popis, charakteristiku, provedení a umístění zařízení, a hlavní technologické charakteristiky, výrobní a výpočtové charakteristiky, použité materiály, přehled standardů a předpisů použitých při projektování a výrobě, technické podmínky dodavatele

apod.), zajištění jakosti HCČ, kontrol a zkoušek (rozsah, četnost, použité metody, kritéria), provozu HCČ (normální funkce systému a funkce systému při poruchách, provozní limity a technologické pokyny), řízení a monitorování systému HCČ, spolehlivosti systému (včetně přehledu událostí souvisejících s HCČ), realizovaných změn (přehled změn a technických řešení) a měla by v ní být popsána opatření zabraňující překročení dovolených otáček rotoru čerpadla při haváriích se ztrátou primárního chladiva.

5.5 Parogenerátory

V této podkapitole se uvádí popis a zdůvodnění zvoleného projektového řešení prokazující, že parogenerátory splňují bezpečnostní požadavky projektu.

Popsány by měly být i vnitřní části a rozhraní se systémy napájecí vody, drenáží, odluhů, odkalů, páry, měření apod.

Kromě požadovaných informací uvedených v 5.0, by zde měly být uvedeny výpočty mezních hodnot úrovně radioaktivity na sekundární straně parogenerátorů během normálního provozu, včetně podkladů pro tyto výpočty, a popsány potenciální důsledky ztráty integrity trubek.

Specifikována by měla být projektová opatření pro předcházení nepřípustného poškození trubek za projektových podmínek a přechodových stavů a podmínek, které určují mezní hodnoty přípustného napětí, včetně jejich zdůvodnění a rozsahu zeslabení tloušťky stěny trubek, který lze ještě tolerovat, aniž by došlo k překročení výše uvedených mezních hodnot napětí za podmínek po roztržení potrubí I.O nebo II.O během provozu reaktoru.

5.6 Hlavní cirkulační potrubí

V této podkapitole se uvádí popis a zdůvodnění zvoleného projektového řešení prokazující, že potrubí splňuje bezpečnostní požadavky projektu. Popis by měl zahrnovat projekt, výrobní postupy a provozní opatření pro řízení těch faktorů, které mají vliv na integritu potrubí.

5.7 Systém řízení tlaku v reaktoru

V této podkapitole se uvádí popis a zdůvodnění zvoleného projektového řešení prokazující, že systém řízení tlaku v reaktoru splňuje bezpečnostní požadavky projektu. Zároveň s kompenzátorem objemu (včetně ohříváků a sprchového systému kompenzátoru objemu) by měla být zahrnuta i barbotážní nádrž kompenzátoru objemu, uzel pojistných a odlehčovacích ventilů včetně potrubí propojující barbotážní nádrž s kompenzátorem objemu a systémy tlakování dusíkem.

Pokud je implementován speciální systém pro spolehlivé odtlakování reaktoru, který by byl používán především při řešení událostí spadajících pod DEC, doporučuje se jej popsat buď zde nebo v části BZ, speciálně prostředkům tohoto určení věnované.

5.8 Podpěry a opěry komponent systému chlazení reaktoru

V této podkapitole se uvádí popis a zdůvodnění projektového řešení týkající se vhodnosti navržených opěr a podpěr a k zajištění jejich vhodnosti.

Jsou zde uvedena nejvýznamnější zatížení a jejich kombinace pro provozní a havarijní podmínky a jsou uvedené výsledky analýz pro tyto podpěry a popsáno zajištění plnění funkce ve všech projektových stavech.

5.9 Armatury systému chlazení reaktoru a navazujících systémů

V této podkapitole se uvádí popis a zdůvodnění zvoleného projektového řešení, jako průkaz toho, že armatury/ventily systému chlazení reaktoru a systémů navazujících na systém chlazení reaktoru, splňují bezpečnostní požadavky projektu.

5.10 Pomocné systémy reaktoru

V této podkapitole se uvádí popis a zdůvodnění zvoleného projektového řešení, jako průkaz toho, že pomocné systémy, které jsou součástí rozhraní se systémem chlazení reaktoru, splňují bezpečnostní požadavky projektu. Těmito pomocnými systémy jsou zejména myšleny:

- systém drenáží a odvodu vzduchu,
- systém organizovaných úniků,
- systém spalování vodíku,
- systém čištění technologického odvodu vzduchu,
- systémy vložených okruhů I.O,
- systémy udržování chemických režimů I.O,
- systém odvodu zbytkového tepla,
- systém doplňování I.O a bórové regulace.

6 Bezpečnostní systémy

6.0 Úvod

Kapitola 6 uvádí informace o bezpečnostních systémech, tedy SKK, které jsou nezbytné pro plnění bezpečnostních funkcí v havarijních podmínkách, včetně DEC zahrnujících těžké havárie, a v některých abnormálních stavech.

Popis bezpečnostních systémů by měl poskytnout průkaz jejich schopnosti zmírnit následky havarijních podmínek a uvést JE do kontrolovaného a následně bezpečného stavu.

Každá skupina systémů popsaná v této kapitole bude separátně obsahovat informace o DEC, pokud je to relevantní, se zaměřením na průkaz vzájemné nezávislosti mezi dvěma úrovněmi DiD.

Zvláštní pozornost by měla být věnována systémům a prostředkům pro přenos tepla do koncového jímače tepla. Měla by být popsána jejich funkce v případě přírodních rizik překračujících projektová východiska vztahující se k území k umístění.

Bezpečnostní systémy explicitně popsané v tomto BN jsou ty, které jsou typicky používané pro zmírnění následků postulovaných havárií lehkovodních tlakových reaktorů. Pro jiné projekty JE se mohou lišit.

Pokud není uvedeno v kapitole 9, měly by zde být popsána mobilní zařízení, které jsou součástí systému zvládnutí havárií. Uvedené informace by měly poskytnout průkaz, že je projekt dostatečně robustní, aby umožnil spolehlivé připojení mobilního zařízení, a to i za podmínek přírodních rizik překračujících projektová východiska vztahující se k území k umístění. Pokud jsou informace uvedeny na jiném místě BZ, např. kapitola 9, pak je nutné zde uvádět příslušné odkazy.

Pro každý bezpečnostní systém by měl být uveden maximálně možný detailní popis, jehož struktura by se měla řídit Přílohou 2 tohoto BN.

6.1 Koncepte bezpečnostních systémů

Tato podkapitola obsahuje příslušné informace o koncepci bezpečnostních systémů JE, které by mimo jiné měly zahrnovat:

- základní cíle JB,
- všeobecná bezpečnostní kritéria,
- požadavky na funkčnost bezpečnostních systémů,
- způsoby vedoucí k zajištění spolehlivosti bezpečnostních systémů,
- přehled bezpečnostních systémů,
- popis a celkovou koncepci bezpečnostních systémů,
- analýzu funkční způsobilosti havarijních systémů v havarijních podmínkách.

6.2 Systémy ochranné obálky (kontejnment, event. hermetická zóna)

Tato podkapitola obsahuje příslušné informace o systémech ochranné obálky zabudované za účelem lokalizace účinků havárií a zabránění ztráty integrity kontejnmentu ve všech stavech JE, včetně DEC a těžkých havárií. Tato podkapitola by měla spolu s kapitolou 15 a kapitolou 20 poskytnout dostatečný průkaz zachování integrity kontejnmentu ve všech stavech JE a měla by poskytnout bázi pro vývoj předpisů, nezbytnou specifikaci pro instrumentaci, stejně tak jako nezbytnou odezvu zařízení a personálu.

V této podkapitole by měly být popsány zejména:

- systémy odvodu tepla z ochranné obálky (aktivní i pasivní),
- sprchový systém kontejnmentu/hermetické zóny,
- řízení likvidace hořlavých plynů v kontejnmentu/hermetické zóně,
- oddělovací systémy kontejnmentu/hermetické zóny,
- funkční požadavky primárního a sekundárního kontejnmentu nebo hermetické zóny,
- ochrana kontejnmentu/hermetické zóny před přetlakem a podtlakem, pokud je předpokládán,
- systémy vzduchotechniky kontejnmentu/hermetické zóny,
- filtrovaný venting kontejnmentu,
- systém zkoušení těsnosti a pevnosti kontejnmentu/hermetické zóny,
- vakuobarbotážní systém, pro případ hermetické zóny.

6.3 Systémy havarijního chlazení AZ a odvodu zbytkového tepla

Tato podkapitola obsahuje relevantní informace o systémech havarijního chlazení AZ, systémech odvodu zbytkového tepla a navazujících systémech. Popis by měl zahrnovat bezpečnostní systémy určené k zásahu při základních projektových nehodách a systémy pro zvládnutí DEC, včetně těžkých havárií. Tato kapitola obsahuje informace jak o aktivních, tak pasivních bezpečnostních systémech, v souladu s obecnými projektovými aspekty prezentovanými v kapitole 3. Popis spouštěcí logiky (pro ochranné systémy) by měl být obsažen v kapitole 7 a není třeba ho uvádět zde.

6.4 Systém havarijního odvodu paroplynné směsi z I.O

Tato podkapitola obsahuje příslušné informace o systému havarijního odvodu paroplynné směsi z I.O (pokud je systém na JE instalován), včetně popisu jeho koncepce a funkčních požadavků.

6.5 Systém havarijního řízení reaktivity

Tato podkapitola obsahuje informace o způsobech odstavení reaktoru (např. vstřikováním vysoce koncentrované kyseliny borité) navíc k těm, které jsou zajišťovány standardním systémem řízení reaktivity.

6.6 Bezpečnostní prvky pro stabilizaci roztaveného paliva

Tato podkapitola obsahuje relevantní informace o bezpečnostních prvcích pro stabilizaci roztaveného JP, ať uvnitř TNR či vně, jako nezbytná podmínka pro ochranu základové desky kontejmentu, resp. hermetické obálky a dlouhodobé zajištění jeho integrity.

6.7 Systémy pro zajištění podmínek obyvatelnosti

Tato podkapitola obsahuje příslušné informace o systémech pro zajištění podmínek obyvatelnosti. Systémy pro zajištění podmínek obyvatelnosti jsou technické ochranné systémy, zařízení, dodávky a postupy pro zajištění toho, aby základní personál JE mohl pobývat na svých pozicích, včetně personálu v blokové, záložním pracovišti (nouzové dozorně), technickém podpůrném středisku, havarijních řídicích střediscích a dalších relevantních místech, a mohl přijmout opatření pro zajištění bezpečného provozu JE ve všech provozních režimech a pro udržení JE v bezpečném stavu za havarijních podmínek. Systémy pro zajištění obyvatelnosti dozorny by měly zahrnovat stínění, systémy čištění vzduchu, regulace klimatických podmínek a skladovací prostory pro uložení dostatečného množství potravin a vody.

V této kapitole je také popsáno zajištění obyvatelnosti řídicích pracovišť v DEC, včetně těžkých havárií. Pro vzdálená řídicí pracoviště by měl popis zahrnovat průkaz obyvatelnosti těchto pracovišť v případě kombinace externích rizik překračujících projektové základy a vnitřních událostí.

6.8 Systém havarijního napájení parogenerátorů

Tato podkapitola obsahuje příslušné informace o systému havarijního napájení PG, jehož účelem je odvod tepla z I.O. při událostech spojených se ztrátou napájecí vody.

V této podkapitole je rovněž poskytnuta informace o dalších SKK určených pro zvládnutí DEC bez tavení paliva a těžkých havárií, pokud tyto informace nejsou uvedeny v jiných kapitolách BZ v souvislosti s ostatními systémy JE.

6.9 Systémy odstranění a kontroly štěpných produktů

Tato podkapitola obsahuje příslušné informace o systémech odstranění a kontroly štěpných produktů. Navíc jsou zde předloženy následující specifické informace, aby byla prokázána výkonová způsobilost těchto systémů:

- uvážení pH chladiva a úprava chemikálií ve všech nezbytných podmínkách provozu systémů,
- účinky postulovaných projektových zatížení v důsledku štěpných produktů na provozuschopnost filtrů a
- účinky projektových mechanismů uvolňování štěpných produktů na provozuschopnost filtrů.

6.10 Ostatní bezpečnostní systémy

Tato podkapitola obsahuje příslušné informace o všech ostatních bezpečnostních systémech implementovaných v projektu JE. Například prepouštění páry do atmosféry a záložní (diverzní) systémy chlazení. Seznam těchto systémů bude záviset na uvažovaném typu JE. Může být rozhodnuto, zda určité systémy budou popsány zde nebo v kapitole 9 zabývající se pomocnými systémy v širším měřítku, či v kapitole 10.

7 Systémy kontroly a řízení

7.0 Úvod

Kapitola 7 BZ obsahuje příslušné informace o systémech kontroly a řízení (SKŘ, I&C).

SKŘ JE měří různé parametry zařízení a přenáší získané signály do řídicích systémů během normálního a abnormálního provozu, a do ochranných systémů (Systému rychlého odstavení reaktoru – RTS a Systému spouštění a řízení technologických bezpečnostních systémů – ESFAS) během provozních událostí a v havarijních podmínkách.

Základním cílem kapitoly 7 je demonstrovat, že SKŘ JE a s ním související provozní postupy, požadované procesy a ostatní technická opatření poskytují záruku, že JE bude splňovat relevantní ustanovení vyhlášek SÚJB týkající se projektu JE (tj. zejména vyhlášky č. 329/2017 Sb.), a aplikovaných technických mezinárodních a českých standardů a norem, a že bude prokazatelně ochráněna bezpečnost a zdraví personálu JE a veřejnosti.

Informace v uvedené této kapitole se soustředí především na měřicí systémy a s nimi spojené systémy a komponenty, tvořící ochranné a jiné aktivní bezpečnostní systémy. SÚJB v kapitole 7 očekává potvrzení, že jejich projekt splňuje minimálně požadavky na tyto systémy, uvedené ve standardu [40], včetně jeho pozdějších modifikací. Pokud jsou tyto systémy implementovány na digitální technice, jsou kritéria na ně kladená aplikována dle návodu uvedeného ve standardu [41], a dle dalších IEEE standardů uvedených v [42], pokud nejsou v projektu uplatněny jiné ověřené a schválené normy.

Musí být uplatněny aktuální revize relevantních standardů IEC, a to především ty z nich, které byly převzaty do souboru českých a/nebo evropských norem, pokud jsou zároveň v souladu s požadavky české jaderné legislativy. Jedná se mj. o aktuální revize standardů [43], [44] a [45].

BZ prokazuje, že JE je vybavena měřicími systémy pro monitorování stavů bloku vzniklých během havarijních podmínek, které zajistí, aby pracovníci obsluhy JE měli potřebné informace pro to, aby byli schopni provést ruční zásahy, nutné pro zajištění bezpečnosti své a obyvatele.

Systémy SKŘ nižší bezpečnostní kategorie, používané pro řízení JE za normálního provozu, jsou v BZ popsány tak, aby bylo prokázáno, že jejich selhání neovlivní fungování systémů SKŘ důležitých pro bezpečnost, ani nevyvolá problémy, které nebyly uváženy v bezpečnostních analýzách všech stavů JE. BZ obsahuje v 15 analýzy, zaměřené na přechodové procesy, vyvolané jejich vlastnostmi, které by mohly, pokud by nebyly včas ukončeny, způsobit přechod do havarijních podmínek.

V BZ jsou rovněž popsány činnosti, týkající se jednotlivých fází životního cyklu SKŘ. U digitálních systémů je pak třeba doložit, že zvláštní procesy byly provedeny kvalitně v souladu s požadavky legislativy a aplikovaných norem.

7.1 Přehled SKŘ a bezpečnostní kritéria

V podkapitole jsou popsány dílčí systémy SKŘ důležité pro JB. Je uveden seznam měřících, řídicích, ochranných a podpůrných systémů, komunikačních prostředků a displejů včetně zařízení pro generování alarmů. Jsou uvedeni dodavatelé projektu SKŘ, výrobci těchto zařízení a identifikovány případy, kdy stejné či podobné zařízení již bylo užito na JE pro podobné účely, či jeho užití bylo již povoleno.

Podkapitola shrnuje informace, týkající se:

- zařazení dílčích systémů SKŘ do BT;
- projektových východisek dílčích systémů SKŘ a aplikovaných projektových kritérií (Design Criteria – DC) a kritérií přijatelnosti;
- strategie DiD a zajištění diversity tam, kde je to nutné.

Pro každou z těchto oblastí je identifikován odpovídající soubor norem, ze kterých projekt SKŘ vychází; pokud tato norma není normou, všeobecně akceptovanou v České republice (IEEE, IEC, atd.), která je zmíněna v úvodu této kapitoly BN, je třeba prokázat, že záměry těchto standardů a výsledky jejich uplatnění jsou dostatečně blízké.

Dále podkapitola obsahuje seznam všech dokumentů (norem, návodů), které byly/budou použity při projektování jednotlivých systémů, tj. definují jejich projektová východiska a kritéria.

Je provedeno hodnocení plnění obecných požadavků vyhlášek SÚJB, WENRA SRL a uplatněných norem, které svým záběrem přesahují rozsahy popisů dílčích systémů SKŘ resp. podkapitol kapitoly 7.

SÚJB doporučuje, aby zde byly uvedeny specifické informace, které jsou identifikovány v [33] SRP Chapter 7, Appendix 7.1-A.

Pokud jde o DiD a diversitu, v příslušné části podkapitoly 7.1 jsou shrnuty principiální požadavky na tyto principy ochrany, a je prokázáno popisem nebo odkazem jejich plnění.

Tato část podkapitoly 7.1 uvede:

- popis jednotlivých linií DiD v implementovaném SKŘ;
- hodnocení jejich nezávislosti;
- identifikaci opatření, omezující možnost současného selhání (CCF) více zálohujících se kanálů dílčích systémů SKŘ, a jejich náhradu diverzními prostředky.

Podrobnější popis a analýza uplatnění diversity existující v oblasti ochranných funkcí a pohavarijního monitorování parametrů JZ jsou též předmětem dalších podkapitol kapitoly 7, včetně samostatné podkapitoly 7.8, na které se podkapitola 7.1 odvolává.

7.2 Systém rychlého odstavení reaktoru (RTS)

Podkapitola obsahuje popis RTS, který zahrnuje informace o měřících a logických obvodech, bypassech a blokáдах, implementované redundanci, diverzitě a DiD, a výkonných prostředcích.

Jsou také identifikovány a popsány podpůrné systémy RTS a jeho části, které nevykonávají bezpečnostní funkce.

Výše uvedené je doplněno schémata architektury RTS, informacemi o umístění systému a jeho podpůrných systémů. Jsou uvedeny informace, týkající se následujících specifických prvků projektu RTS, popisující:

- rozhraní s měřicími systémy, řídicími systémy nebo informačními systémy, zařazenými do nižší BT, a prostředky k zabezpečení nezávislosti RTS na těchto systémech.
- prostředky, využívané k zajištění fyzického oddělení redundantních kanálů.
- prostředky pro ruční iniciaci rychlého odstavení reaktoru z blokové dozorny (BD) i ze záložního pracoviště – nouzové dozorny (ND).
- způsob zajištění kvality a s ním spojený program zabezpečování kvality v případech, kdy je logika RTS implementována prostřednictvím počítačů, u procesu tvorby programového vybavení (SW), včetně programu verifikace a validace SW.

Druhá část podkapitoly je věnována informacím o projektových východiscích (DB) RTS, detailně identifikovaných zejména standardem [40].

Zde jsou popsána projektová východiska pro všechny funkce RTS, včetně potřebných blokad a bypassů a ochran zařízení. Jsou uvedena nastavení (setpointy), prodlevy/časová zpoždění zásahů systému a neurčitosti měření s cílem potvrdit, že odpovídají předpokladům, užitým v bezpečnostních analýzách obsažených v 15 BZ. Je rovněž identifikována případná potřeba zavedení proměnných nastavení (setpointů), reagujících na vznik abnormálních provozních podmínek (např. na výpadky HCČ).

Výše uvedené informace jsou doplněny funkčními, resp. logickými diagramy RTS.

Do této části podkapitoly je zařazena přehledná informace o uplatnění funkcí RTS při řešení jednotlivých základních projektových událostí; tyto informace musí být v souladu s analýzami obsaženými v 15 BZ.

Ve třetí části podkapitoly jsou shrnuta projektová kritéria a další požadavky a doporučení legislativy a norem, aplikované na RTS, a to zejména (avšak nikoli pouze) kritéria, definovaná standardem [40] a [41], vyhláškou č. 329/2017 Sb. a případně relevantními RL WENRA [30].

Jsou zdůrazněny hlavní zásady, které je nutné při projektování RTS respektovat:

- kritérium jednoduché poruchy;
- princip bezpečné poruchy (včetně adekvátního způsobu reakce systému na detekované poruchy apod.);
- kvalita komponent a modulů;
- kvalifikace zařízení na prostředí;
- nezávislost;
- testování systému a sledování jeho neprovoznosti;
- DiD a uplatnění diverzity;
- aspekty, související s použitím digitální techniky;
- přepínání nastavení systému (setpointů) v závislosti na provozních podmínkách; atd. (viz. [40]).

Plnění každého z deklarovaných požadavků (doporučení) je doloženo analýzou projektu RTS (která pokrývá stavy, vzniklé v důsledku všech postulovaných iniciačních událostí a poruch).

Je obecně přijatelné, aby v BZ byly uváděny pouze závěry z analýz a jejich principiální zdůvodnění, pokud jejich podrobné diskusi budou věnovány citované speciální dokumenty

(tematické zprávy); toto bude případ přinejmenším takových rozsáhlých speciálních analýz, jako jsou FMEA, FTA apod.

Analýza podpůrných systémů může být řešena odkazem na jiné části BZ.

7.3 Systém spouštění a řízení technologických bezpečnostních systémů (ESFAS)

Problematicke ESFAS, tj. SKŘ určeného k ovládní technologických bezpečnostních systémů (ESF) je věnována tato samostatná kapitola, a to i v situaci, pokud jsou ESFAS a RTS integrovány v jednotném ochranném systému reaktoru (RPS).

ESFAS bývá zpravidla rozdělen na část zpracovávající iniciační povely na systémové úrovni, a část zajišťující řízení jednotlivých komponent ESF; přitom obě tyto části mohou být realizovány jak na identické platformě, tak na platformách zcela rozdílných.

I ve druhém případě SÚJB preferuje zařazení obou výše zmíněných částí ESFAS do (adekvátně oddělených podkapitol) podkapitoly 7.3, nicméně je akceptováno i převedení diskuse části ESFAS, realizované na odlišné platformě do podkapitoly 7.6.

Pokud jde o zařazení SKŘ, řídicího přechod elektrického napájení bezpečnostních systémů na systémy nouzového napájení (automatika postupného spouštění/zatěžování), stanovisko SÚJB je podobné – při jeho implementaci na platformě užitě pro ESFAS by o SKŘ řídicím automatiku postupného spouštění/zatěžování mělo být pojednáno v podkapitole podkapitoly 7.3, v případě opačném v podkapitole 7.6.

Podkapitola 7.3 obsahuje popis výše vymezeného SKŘ, který bude zahrnovat informace o měřících a logických obvodech, bypassech a blokáдах, souslednosti zásahů, implementované redundanci, diverzitě a ochraně do hloubky, a výkonných prostředcích.

Dále zde platí doporučení, odpovídající těm uvedeným v podkapitole 7.2 (tam vztaženým na RTS), rozšířená o následující specifické ustanovení:

- zvláštní pozornost je věnována opatřením (implementovaným v ESFAS), zajišťujícím ochranné blokování zařízení ESF (např. blokování čerpadel a ventilů a ochranu motorů), přičemž se má prokázat, že toto blokování nepřijatelně neovlivní zásahy bezpečnostních systémů.

7.4 Systémy nutné pro bezpečné odstavení

Podkapitola 7.4 popisuje a analyzuje základní způsoby zajištění bezpečného odstavení reaktoru (reprezentující v této oblasti ochranu do hloubky):

- výhradně pomocí bezpečnostních technologických systémů (ESF),
- kombinací těchto systémů a systémů s nižší bezpečnostní klasifikací,
- výhradně systémy bez bezpečnostní kvalifikace.

Analýza způsobu, uvedeného v první odrážce má přitom zaručit, že nevzniknou pochybnosti o dostatečnosti bezpečnostní klasifikace a kvalifikace na prostředí systémů a jejich funkcí pro daný účel aplikovatelných.

Analýzu dalších dvou způsobů lze přizpůsobit projektu dané JE.

Poznámka: K systémům pro bezpečné odstavení by neměly být řazeny prostředky pro zajištění přechodu z provozních stavů do stavu bez výkonu – to je úkolem systémů diskutovaných především v podkapitolách 7.2 (RTS) a 7.7 (RCS).

Důležitým cílem této podkapitoly je též potvrzení, že bloky lze bezpečně odstavit a udržovat v odstaveném stavu ze záložního pracoviště (nouzová dozorna) instalovaného mimo BD.

První tři výše definované části podkapitoly mají obsahovat především popis SKŘ systémů, použitelných pro daný způsob odstavení, který bude zahrnovat informace o měřících a logických obvodech, překlenutích/bypasech a blokáдах, implementované redundanci a diverzitu, a o ovládaných výkonných prostředcích.

Popis je (pokud to je možné a potřebné) doplněn schématy architektury systému, informacemi o jeho umístění atd. Jsou zde také identifikovány a popsány příslušné podpůrné systémy.

Části podkapitoly věnované informacím o DB vychází ze specifikace, obsažené ve standardu [40]. Bude-li to relevantní, připojí se funkční, resp. logické diagramy příslušného SKŘ.

Poslední část podkapitoly uvádí popis a průkaz toho, jak jsou v daném případě plněna jednotlivá aplikovatelná projektová kritéria, tj. relevantní požadavky a doporučení vyhlášek SÚJB, požadavků WENRA SRL [30], případně norem [40] a [41], nebo jiných norem, uplatněných projektem; speciálně by zde měla být zdůvodněna přijatelnost případných odchylek projektu od jejich ustanovení.

U SKŘ potřebného pro zajištění bezpečného odstavení výhradně pomocí bezpečnostních systémů je třeba projekt analyzovat ze všech hledisek uvedených v [40], i když bude zřejmě možné se obvykle pouze odkázat na podkapitolu 7.3.

Je prokazováno plnění hlavních zásad, které má projekt respektovat:

- Kritérium jednoduché poruchy,
- princip bezpečné poruchy,
- kvalita komponent a modulů,
- kvalifikace zařízení na prostředí,
- nezávislost,
- způsob testování systému a sledování jeho neprovoznosti,
- DiD a diverzita,
- aspekty související s použitím digitální techniky,
- stanovení setpointů; atd.

Analýzy musí prokázat, že bezpečného odstavení reaktoru lze dosáhnout po všech postulovaných projektových událostech.

Pro systémy SKŘ, aplikované při dalších způsobech zajištění odstavení je prokázáno, jak jsou i na ně kladeny a jsou plněny stejné požadavky.

V části podkapitoly pojednávající o ND je třeba především prokázat splnění příslušného ustanovení § 41 odst. 4 a 5 vyhlášky č. 329/2017 Sb.

ND je zde třeba popsat a diskutovat z následujících hledisek:

- Jakými způsoby lze odstavení z ND zajistit,
- jaké prostředky (ovladače, displeje, atd.) zde má obsluha k dispozici,
- v jakých situacích (po jakých projektových nehodách a případně i v DEC) prostředky instalované v ND nedostačují,

- jak se realizuje náležité bezpečné přepnutí ovládní bloku z BD do ND, a jak je zabráněno přepnutím nezáměrným a pokusům o současně (potenciálně konfliktní) řízení bloku z obou těchto míst,
- jak je kontrolován přístup do ND; apod.

Pro prostředky instalované v ND se provedou průkazy jejich souladu s ustanoveními [40] atd. (viz výše), neobsahují-li je již předešlé podkapitoly.

Obecně je přijatelné, aby v BZ byly uváděny pouze závěry z analýz a jejich principiální zdůvodnění, pokud jejich podrobné diskusi budou věnovány citované speciální dokumenty (tematické zprávy).

Pokud jde o hodnocení podpůrných systémů, analýzy se mohou odkázat na jiné části BZ.

7.5 Informační systémy důležité pro bezpečnost

V podkapitole 7.5 je pozornost věnována měřícím systémům pro monitorování stavů bloku v havarijních podmínkách, tj. systému PAMS (či jeho ekvivalentu), který by měl být projektován dle [46].

Kromě toho jsou v dalších podkapitolách popsány všechny ostatní měřicí systémy poskytující informace, které obsluze umožňují, resp. usnadňují provádění požadovaných bezpečnostních funkcí.

Do této skupiny měřících systémů náleží mj.:

- indikátory bypassů a neprovoznosti součástí bezpečnostních systémů.
- výstražná signalizace (alarmy),
- obrazovky systému monitorování bezpečnostních parametrů („Safety Parameters Display System“),
- informační systémy zajišťující činnost technického podpůrného střediska apod.

Kapitola popíše i všechny zbývající blokové informační systémy, které plní funkce, zařazené dle [43] přinejmenším do bezpečnostní kategorie C.

Ve zvláštní části podkapitoly 7.5 by měl být popsán a posouzen i informační systém potřebný pro zvládnutí rozšířených projektových podmínek (DEC včetně těžkých havárií) a to i v případě, že bude částečně či jako celek zahrnut v PAMS. Tato část podkapitoly 7.5 se zabývá i ovládním speciálních technických prostředků sloužících k omezení důsledků těchto událostí (např. mobilní prostředky pro odečet parametrů přímo ze snímačů, tzv. kufry)., nebude-li shledáno vhodnějším toto téma diskutovat na jiném místě BZ.

Pro jednotlivé informační systémy zmíněné výše jsou v podkapitole 7.5 uvedeny více či méně detailní (v závislosti na jejich významu pro JB) seznamy měřených parametrů reaktoru, I.O i II.O a kontejnmentu, informace o fyzickém umístění čidel, jejich nutných rozsazích, přesnosti a environmentální a seismické kvalifikaci, a požadavky na jejich redundanci, zpracovávání a zobrazování signálů v BD a ND, jejich archivování, délku časového období po události, po které se vyžaduje spolehlivý provoz čidel, apod.

Uváděný seznam parametrů sledovaných systémem PAMS bude kompletní a bude v plném souladu s doporučeními obsaženými [46], a bude potvrzeno dodržení všech ostatních ustanovení tohoto RG, nebo bude přijatelně zdůvodněna každá významnější odchylka vůči nim.

V případech, kdy je některý ze systémů implementován prostřednictvím počítačů, jsou uvedeny adekvátní informace o procesu tvorby jeho programového vybavení (SW), s ním spojeného programu zabezpečování kvality, a programu verifikace a validace SW. Tento požadavek se vztahuje především na systém PAMS, jinde je možné uvést informace stručněji.

V rámci jednotlivých částí podkapitoly 7.5 je navíc třeba identifikovat prostředky, které lze považovat za diversní zálohu systému PAMS, a objasnit, v jakých situacích a v jakém rozsahu jsou tyto prostředky schopny funkci PAMS převzít.

Bude-li to v daném případě relevantní, měly by být přiloženy funkční, resp. logické diagramy příslušného SKŘ, schémata architektury systému a informace o jeho umístění atd. Jsou popsány prostředky synchronizace výše zmíněných systémů.

Obecným cílem informací, uvedených v podkapitole 7.5, je demonstrace toho, že obsluha disponuje informacemi dostačujícími pro korektní provádění manuálně řízených bezpečnostních funkcí (např. pro bezpečné ovládání regulačních tyčí, plánované ruční řízení ESF, provedení zásahů potřebných pro řešení neočekávaného vývoje po haváriích, a monitorování stavu bezpečnostních systémů).

Je nutné prokázat, že je patřičně pokryta potřeba informací pro pracovníky obsluhy při všech provozních podmínkách bloku, včetně očekávatelných přechodových procesů a v havarijních podmínkách, tj. potvrdit, že jsou zajištěny všechny vstupy uvažované v provozních předpisech bloku, včetně havarijních provozních předpisů (EOP a SAMG).

7.6 Blokády a ostatní systémy důležité pro bezpečnost

Tato podkapitola obsahuje informace o všech ostatních systémech SKŘ, které jsou VZ, o kterých se nehovoří v kapitolách popisujících ochranný systém, systémy nutné pro bezpečné odstavení a informační systémy důležité pro bezpečnost, a které nejsou jejich podpůrnými systémy.

K těmto systémům se obvykle řadí blokovací systémy proti přetlakování nízkotlakých systémů při připojení těchto systémů k systémům vysokotlakým (včetně blokovacích ventilů hydro-akumulátorů systému nouzového dochlazování AZ), blokování proti přetlakování I.O během procesů při nízkých teplotách, blokování pro oddělení bezpečnostních systémů od nebezpečnostních systémů a blokování proti náhodným vzájemným vazbám mezi redundancemi bezpečnostních systémů nebo mezi diverzními bezpečnostními systémy, které by mohly vzniknout během jejich zkoušek nebo údržby.

Výše uvedený výčet blokády je samozřejmě třeba upravit podle skutečného projektu JE.

V podkapitole 7.6 jsou popsány a hodnoceny všechny existující blokády, i pokud nejsou řízeny prostředky SKŘ, nebo jsou-li zajišťovány přímo systémy SKŘ uváděnými v jiných podkapitolách kapitoly 7; ve druhém případě lze akceptovat prostý odkaz na příslušnou podkapitolu kapitoly 7.

V podkapitole je také uveden popis a analýza určitých specifických komponent bezpečnostního SKŘ, jako jsou prioritní logiky, prostředky pro řízení převodu elektrického napájení bezpečnostních systémů na systémy nouzového napájení (automatika postupného spouštění/zatěžování) apod., jsou-li implementovány na zásadně jiné platformě než bezpečnostní systémy, s nimiž spolupracují.

Cílem podkapitoly je prokázat, že v ní zařazené SKŘ spolehlivě zajišťuje požadovanou funkci na něj napojeného zařízení. Popisy a analýzy by se přitom měly řídit zásadami platnými pro bezpečnostní systémy, vyloženými v podkapitolách 7.2 a 7.3, tj. měl by být mj. prokazován soulad s relevantními ustanoveními vyhlášek SÚJB, WENRA SRL [30], [40], atd.

7.7 Řídící systémy související s bezpečností

Podkapitola 7.7 poskytuje základní informace o SKŘ řídicích systémů, které vykonávají funkce splňující podmínky pro zařazení do kategorií B a C dle standardu [43]. Jedná se především o systémy regulace hlavních parametrů bloku a systémy limitační (např. řízeného snižování výkonu reaktoru, instalovaného za účelem zamezit rychlému odstavení reaktoru); nicméně okruh diskutovaného SKŘ lze rozšířit i na další regulační systémy, bude-li to pro průkaz bezpečnosti JZ potřebné.

Pro tyto systémy je uveden stručný popis jejich architektury, umístění a vazeb s jinými systémy (obsahující mj. údaje o redundancích a opatřeních pro oddělení od jiných systémů), atd. Dále jsou shrnuta jejich nejdůležitější projektová východiska a kritéria, zahrnující mj. specifikace požadavků na:

- ruční řízení a jejich principiální automatické funkce, včetně jejich vstupních signálů (případně doplněné o zjednodušené funkční diagramy);
- jejich zařazení do BT (související se způsobem jejich uvážení v bezpečnostních analýzách);
- maximální přípustné důsledky jejich potenciálních vnitřních poruch a poruch způsobených vlivem základních projektových událostí (opět ve vztahu k bezpečnostním analýzám);
- spolehlivost, včetně náchylnosti k falešným zapůsobením;
- kvalifikaci na prostředí, a s ní související požadavky na udržení předepsané kvality pracovního prostředí;
- vývojový proces a jeho výstupy, speciálně pokud se jedná o digitální systémy;
- kontrolu přístupu k HW a případně SW;
- význam systémů v rámci zajišťování DiD a diversity;
- koordinaci práce různých regulátorů a limitací.

Stanoví se prospěšné a přípustné vazby mezi těmito systémy a ochranným systémem, a popíše a vyhodnotí se prostředky pro jejich zajištění.

Analýzy, uváděné v této podkapitole musí zajistit zejména průkaz toho, že postulované poruchy řídicích systémů nenaruší provoz systémů důležitých pro bezpečnost, ani nezpůsobí scénáře, závažnější než ty, které jsou uvedeny v bezpečnostních analýzách. Mj. musí být prokázáno, že nemůže dojít k nepřijatelné interakci mezi řídicími systémy a ochranným systémem (jak ji zapovídá norma [40]).

Součástí musí být i průkaz schopnosti systémů udržet řízený parametr v předepsaném provozním rozsahu.

7.8 Diverzní bezpečnostní funkce

Tato podkapitola 7.8 popisuje a analyzuje rozsah a způsob zajištění důležitých bezpečnostních funkcí ochranných systémů před následky možných poruch se společnou

příčinou. Účelem podkapitoly je prokázání dostatečné schopnosti SKŘ jako celku odolávat poruchám se společnou příčinou v ochranných systémech (SKŘ kategorie A, jak jsou vymezeny v normě [43]), které by potenciálně mohly narušit vykonání bezpečnostních funkcí bezpečnostních systémů, a prokázání dostatečného zajištění ochrany proti těmto poruchám zejména uplatněním diverzity v rámci SKŘ.

V první části této podkapitoly jsou specifikována projektová východiska, platná pro projekt SKŘ v oblasti zajištění ochrany SKŘ před poruchami se společnou příčinou. Jsou identifikovány relevantní požadavky platné české legislativy a mezinárodních norem a doporučení pro tuto oblast a je rozбором prokázána shoda vlastností SKŘ s těmito požadavky v míře, odpovídající závažnosti příslušných požadavků pro JZ. Pro projekt SKŘ jsou jednoznačně závazné zejména požadavky české legislativy (AtZ a jeho prováděcí předpisy) a za rovněž závazné je třeba považovat také požadavky RL WENRA (zejména oddíl E10) [30]. Pro oblast zajištění ochrany SKŘ před poruchami se společnou příčinou jsou zejména relevantní příslušná ustanovení českých norem [43] a [45]. Při hodnocení návrhu se může přihlídnout ke specifickým doporučením IAEA. V oblasti zajištění ochrany SKŘ před poruchami se společnou příčinou jsou relevantní zejména některá doporučení [47] a [48] a [33], jmenovitě v jeho sekci 7.8.

Na základě specifikovaných projektových východisek je dokumentována analýza možných mechanismů poruch se společnou příčinou, které by potenciálně mohly způsobit bezpečnostně významná narušení funkcí SKŘ. Jsou hodnoceny všechny věrohodné poruchy se společnou příčinou, které by se mohly v ochranných systémech SKŘ (v částech vykonávajících funkce kategorie A) vyskytnout. Vyloučení poruch se společnou příčinou, které jsou kompenzovatelné jinými zásahy (hlavně z hlediska času) je zdůvodněno a dokumentováno v dalších částech této kapitoly BZ. Jsou analyzovány možnosti vzniku a možné následky typových poruch se společnou příčinou, jako jsou:

- poruchy zabraňující spuštění systému rychlého odstavení reaktoru ochrannými systémy,
- poruchy zabraňující sledování a ovládání stavu JE z BD,
- poruchy vyřazující z činnosti určitý typ čidel, využívaných částmi SKŘ, vykonávajícími funkce kategorie A,
- poruchy postihující SW obsažený v částech SKŘ vykonávajících funkce kategorie A.

Požadavky na zajištění ochrany SKŘ před poruchami se společnou příčinou, které by mohly zabránit odstavení reaktoru systémy SKŘ anebo které by mohly zabránit ovládání JE z blokové dozorny, vyplývají přímo z české legislativy. V další části podkapitoly 7.8 je popsán způsob, jak jsou tyto požadavky plněny, a je prokázána jejich účinnost uplatněných opatření při všech mechanismech vzniku těchto typů poruch se společnou příčinou, identifikovaných v analýze mechanismů poruch se společnou příčinou.

V podkapitole 7.8 je analyzována schopnost SKŘ odolávat následkům věrohodně se vyskytujících poruch se společnou příčinou v částech SKŘ, které slouží pro generování a další zpracování informací o důležitých technologických parametrech JE, jejichž současné selhání by znemožnilo provedení bezpečnostních funkcí SKŘ kategorie A. Je prokázáno, že jsou zajištěny vždy nejméně dva diverzní způsoby zajištění požadované informace na základě měření nejméně dvou diverzních snímačů, monitorujících různé technologické parametry JE, jejichž příslušné změny umožňují včas rozpoznat vznik dané iniciační události. V této části podkapitoly jsou popsány způsoby, jak je v SKŘ zajištěna ochrana před tímto typem poruch se společnou příčinou, a je prokázáno, že takovéto jednotlivé poruchy o společné příčině nemohou samy o sobě znemožnit rozpoznání vznikající události. Tam, kde je to možné, je

prokazováno zajištění dostatečné ochrany před tímto typem poruch se společnou příčinou v SKŘ zabezpečením vysoké odolnosti příslušných částí SKŘ proti poruchám se společnou příčinou. Je prokazováno, že pravděpodobnost vzniku poruchy se společnou příčinou je pro příslušné části SKŘ dostatečně malá, a to při uvážení všech mechanismů vzniku těchto poruch, jak byly identifikovány při analýze mechanismů poruch se společnou příčinou.

7.9 Systémy přenosu dat

Podkapitola 7.9 obsahuje popis všech digitálních systémů přenosu dat, tj. komunikačních sítí a multiplexních linek, které jsou součástí některého (jednoho) ze systémů SKŘ, diskutovaných v kapitole 7 BZ, nebo zprostředkovávají výměnu dat mezi dvěma a více takovými systémy.

U každého z těchto komunikačních systémů je v první řadě třeba identifikovat jeho zařazení do BT, dané nejvyšší bezpečnostní kategorií jím podporovaných bezpečnostních funkcí, stanovenou českou legislativou v souladu s [43]. Požadavky na rozsah a hloubku popisu systémů, požadavky na jeho shodu s projektovými východisky a kritérii přijatelnosti, a způsob průkazů jejich plnění závisí na přiřazené BT. Uvedené popisy jednotlivých komunikačních systémů a jimi přenášených dat obsahují zejména informace o technickém charakteru systémů a používaných přenosových protokolech, a schémata přenosových tras.

Pro jednotlivé komunikační systémy, společně pro systémy spadající do jednotlivých BT, jsou identifikovány normy a postupy, použité při jejich projektování, a shrnuta projektová východiska a kritéria přijatelnosti a další požadavky na ně aplikované.

Jsou zdůrazněny hlavní zásady, které byly při jejich projektování respektovány:

- soulad výkonnosti komunikačního systému s požadavky na výkonnost všech systémů jím podporovaných;
- determinismus komunikace (přínejmenším v bezpečnostních sítích),
- úplnost průběžné diagnostiky funkce komunikačního systému včetně signalizace jeho stavu, a adekvátnost reakcí podporovaných systémů SKŘ na detekované poruchy komunikace;
- odpovídající kvalifikace HW na prostředí, zejména na parametry prostředí, seismická a EMC;
- odpovídající kvalita HW komponent systému a programového vybavení (SW);
- omezení potenciálních rizik pro obsluhované systémy, včetně rizik vznikajících v důsledku náhodných spuštní komunikace, v procesu zotavování se po její chybě, a podobně;
- požadavky na redundanci a diversitu;
- požadavky na nezávislost;
- speciální požadavky související s úlohou podporovaných systémů v zajištění DiD;
- ochrana proti neoprávněnému přístupu k systému a jeho prostřednictvím k systémům jím podporovaným;

Některé požadavky budou pravděpodobně zahrnuty v požadavcích na systémy SKŘ podporované příslušnou komunikací, a mohou být tedy diskutovány v jiných podkapitolách kapitoly 7; v této podkapitole pak mohou být uvedeny pouze odkazy na příslušné podkapitoly.

Jsou uvedeny analýzy prokazující, že popisované komunikační systémy jsou v souladu s doporučeními identifikovaných norem a návodů, a to hlavně z výše zmíněných hledisek.

8 Elektrické systémy

8.0 Úvod

Tato podkapitola je úvod kapitoly 8 o elektrických systémech, popisuje strukturu celé kapitoly a seznamuje s obsahem jejích jednotlivých částí.

8.1 Obecné zásady a přístup k projektu

V této podkapitole by měly být předloženy informace o způsobu vypořádání se s požadavky legislativy platné v ČR, s požadavky WENRA SRL [30] a doporučeními MAAE, o projektových východiscích, strategii DiD a dalších principech uvedených v podkapitole 3.1, normy a další dokumenty, které byly použity při návrhu elektrických systémů, které jsou VZ.

Podkapitola by měla zahrnovat:

- Popis projektových východisek (DB), projektových kritérií (Design Requirements) a výsledků analýz jejich plnění. Začlenění elektrických systémů (ES) a elektrických zařízení (EZ) do struktury projektu celého JZ a popis zásadních modifikací a změn projektového řešení.
- Popis technických řešení souhrnných projektových kritérií na ES a EZ, tj. základní koncepce řešení, architektura, struktura a návrh elektrického schématu vlastní spotřeby, požadavky na funkce ES a EZ při různých režimech a stavech JZ.
- Rozdělení systémů elektrického napájení pro dané JZ, včetně rozlišení napětí a typu (AC / DC) sítě a částí systémů, které jsou považovány za hlavní a včetně náhradního zdroje střídavého proudu pro účely zmírnění SBO (AAC) a jeho propojení se SZN. Součástí má být i zjednodušené elektrické schéma vlastní spotřeby JZ a určení hranic ES.
- Zdůvodnění funkční přiměřenosti systémů elektrického napájení, které jsou důležité pro bezpečnost. Mělo by být potvrzeno, že tyto systémy mají adekvátní zálohování, elektrické a fyzické oddělení, nezávislost a testovatelnost a monitorovací systémy v souladu s projektovými kritérii. Popis by měl obsahovat také řešení mimořádných situací, i za předpokladu jednoduché poruchy a současné ztráty vnějšího elektrického napájení, např. události typu SBO. Měly by být popsány ochrany elektrického zařízení, včetně jejich působnosti, prostředků k vyblokování (bypass) těchto ochran za havarijních podmínek. Má zde být prokázán soulad řešení s projektovými požadavky a obsažen popis návrhu dimenzování zdrojů a rozvodných zařízení, vč. kvalifikace ES a EZ. Podrobnosti mohou být uvedeny v podkapitolách 8.2 až 8.6.

8.2 Vnější elektrické systémy

Tato podkapitola by měla obsahovat informace relevantní pro JZ o vnějších systémech elektrického napájení.

Měla by zahrnovat:

- Obecný popis rozvodné sítě VVN/ZVN (velmi vysokého/zvláště vysokého napětí) a připojení JZ k této síti. Stabilita a spolehlivost elektrické sítě by měly být posouzeny s ohledem na bezpečný provoz JZ. Měl by být uveden způsob komunikace mezi dispečerským střediskem (centrálním dispečinkem) a JZ.
- Popis vnějších ES, s důrazem na prvky pro řízení a ochranu. Součástí popisu je i identifikace a dostatečně podrobný popis vnějších ES. Zvláštní důraz je třeba klást na všechna projektová opatření na ochranu JZ před vnějšími elektrickými poruchami a vnějším rušením a na udržení přívodu energie pro napájení vlastní spotřeby JZ. Měla by být popsána opatření nezbytná pro zvládnutí výpadků elektrické sítě. Součástí má být i zjednodušené elektrické schéma připojení k vnější síti.

8.3 Vnitřní elektrické systémy

8.3.1 Systémy střídavého elektrického napájení (III., III/II., II. kategorie)

Tato podkapitola poskytuje relevantní informace o systému střídavého elektrického napájení JZ. Obsahuje popis vnitřních systémů střídavého elektrického napájení, včetně nouzových zdrojů poháněných dieselmotorem a popisu systému střídavého zajištěného elektrického napájení.

Měly by být identifikovány požadavky na výkon zdrojů střídavého elektrického napájení pro všechny režimy práce, včetně sekvence zatěžování a přechodových stavů. Podkapitola také obsahuje popis opatření protipožární ochrany zařízení elektro.

Navíc jsou uvedeny i informace o příslušných vnitřních systémech střídavého elektrického napájení s cílem demonstrovat, že:

- Při projektové nehodě s následnou ztrátou vnějšího napájení může být zátěž bezpečnostních systémů ve lhůtě v souladu s předpoklady uvedenými v kapitole 15 o bezpečnostních analýzách postoupena na nouzové zdroje, aniž by došlo k jejich přetížení.
- Vypínače a jistící prvky vnitřního systému střídavého elektrického napájení jsou koordinovány tak, aby zajišťovaly spolehlivou dodávku nouzového napájení do bezpečnostních systémů a zátěží systému zajištěného střídavého elektrického napájení.
- Zajištěné střídavé elektrické napájení je kontinuálně přiváděno do bezpečnostních systémů a systémů kontroly a řízení důležitých pro bezpečnost i během postulovaných událostí se ztrátou vnějšího napájení.

8.3.2 Systémy stejnosměrného elektrického napájení (včetně zajištěného střídavého napájení I., III/I. kategorie)

Tato podkapitola obsahuje informace o systému stejnosměrného elektrického napájení, popis vnitřních systémů stejnosměrného elektrického napájení. Navíc jsou uvedeny následující informace o specifických systémech stejnosměrného elektrického napájení: požadavky na kapacity akumulátorových baterií, skutečné hodnoty instalované kapacity akumulátorových

baterií, hlavní zátěže stejnosměrného proudu (včetně střídačů systému zajištěného střídavého elektrického napájení a zátěží stejnosměrného proudu nedůležitých pro bezpečnost). Je jasně určena požadovaná spotřeba bezpečnostních systémů a doba, po kterou by měla být k dispozici v případě výpadku veškerých zdrojů střídavého elektrického napájení. Dále je být uveden popis opatření protipožární ochrany pro EZ, např. pro akumulátorovny, apod.

Jsou specifikovány požadavky na výkon stejnosměrného elektrického napájení, včetně: ustálené zátěže, rázového zatížení (i při nouzových podmínkách), jmenovitého napětí, dovoleného poklesu napětí (k dosažení plné funkční schopnosti v požadované lhůtě) a demonstrováno, že nepřerušené střídavé elektrické napájení je kontinuálně přiváděno do bezpečnostních systémů a systémů kontroly a řízení důležitých pro bezpečnost i během postulovaných událostí se ztrátou vnějšího napájení.

8.4 Kabeláž a kabelové trasy

V této podkapitole by měly být popsány kabely a jejich kabelové trasy, včetně kabelových nosných systémů, protipožárních opatření, stěnových a podlahových průchodků, s důrazem na hermetické kabelové průchodky, s cílem prokázat, že jsou tyto prvky zvoleny, dimenzovány a způsobilé pro provoz v podmínkách okolního prostředí s přihlédnutím ke kumulovaným radiačním účinkům a tepelnému stárnutí očekávanému v průběhu jejich životnosti.

Přípojnice, kabelové lávky a jejich podpěry by měly být konstruovány tak, aby s přiměřenou rezervou odolávaly mechanickému zatížení, včetně zatížení zemětřesením dle projektu. Kabely, vč. kabelových nosných systémů, by měly mít i dostatečnou požární odolnost, aby se zabránilo šíření požárů.

Bude popsáno rozdělení kabelů na jednotlivé skupiny jednak z hlediska použitých napětí a druhu přenášených signálů, jednak z hlediska pracovního prostředí a požadavků na funkčnost.

Zvláštní pozornost je třeba věnovat kvalifikaci kabelů, které musejí odolávat podmínkám uvnitř ochranné obálky během havárie se ztrátou chladiva (LOCA) a po ní, popř. prasknutí hlavního parovodu (HELB) nebo jiným nepříznivým podmínkám okolního prostředí.

8.5 Uzemnění a ochrana před bleskem

Tato podkapitola by měla obsahovat popis systému uzemnění a ochrany před bleskem (vnitřní i vnější ochrana), včetně komponent spojených s různými subsystemy uzemnění (např. uzemnění pracovišť, uzemnění systémů, bezpečnostní uzemnění zařízení, případné speciální uzemnění pro citlivé přístroje a počítačové systémy nebo systémy řízení s digitálními nebo analogovými řídicími signály). Součástí by měly být i výkresy koncepčního schématu uzemňovací soustavy a ochrany před bleskem. Měly by být předloženy výsledky analýz prokazující, že výchozí předpoklady a kritéria přijatelnosti pro uzemňovací subsystemy jsou splněny.

8.6 Ostatní elektrické systémy

Tato kapitola by měla obsahovat popis elektrických systémů, které nejsou uvedeny v podkapitolách 8.2 až 8.5, jako např.: napájení technického systému fyzické ochrany, napájení zařízení havarijní připravenosti, napájení zařízení systému radiační kontroly, napájení osvětlení místností a technologie a systému nouzového osvětlení včetně způsobu osvětlení jednotlivých prostor, popisu použitých svítidel a světelných zdrojů v jednotlivých místnostech/prostorách a popisu údržby a zkoušek.

Dále by zde měl být popsán zdroj energie AAC, který je určen pro zvládnutí SBO (tj. AAC diesely a mobilní zdroje elektrického napájení), přenosové cesty, které budou použity pro napájení elektrárny po ztrátě vnějšího napájení nebo SBO. Popis by měl obsahovat informace o přiměřenosti, dostupnosti, kapacitě a spolehlivosti zdroje napájení AAC a prokázat schopnost zařízení odolat události SBO, dokud nedojde k bezpečnému odstavení reaktoru.

Mělo by zde být popsáno fyzické uspořádání obvodů, oddělení (řídících obvodů a silového napájení), popsána schémata vzájemného blokování zapínání přívodních silových vypínačů, schémata odpínání zátěže, která by mohla ovlivnit schopnost bezpečné dodávky potřebné energie pro odstavení elektrárny a prokázání nezávislosti AAC zdroje.

V podkapitole by mělo být prokázáno, že neexistuje žádné slabé místo, které by při vzniku jedné poruchy nebo vlivem události související s počasím mohlo současně způsobit selhání AAC zdroje a vnějších elektrických systémů nebo současné selhání AAC zdroje a vnitřních elektrických systémů.

9 Pomocné systémy a stavební objekty

9.0 Úvod

Kapitola 9 obsahuje informace o SKK, které zabezpečují provoz pomocných systémů JE, které nejsou uvedeny v jiných kapitolách BZ. Tato kapitola identifikuje a popisuje systémy, které jsou důležité k zajištění bezpečného provozu a odstavení elektrárny, pro ochranu zdraví a životního prostředí. Popis systémů poskytuje dostatečné informace k pochopení významu systému v projektu JE a v jejím provozu, s důrazem na ty aspekty projektu a provozu v kapitole popisovaného systému, které případně mohou ovlivnit reaktor a jeho bezpečnostní funkce, nebo obecně přispět k limitování úniků radioaktivních látek. Popis každého systému by se měl v maximální možné míře řídit strukturou pro bezpečnostně významné systémy JE, která je uvedena v Příloze 2 tohoto BN.

Pomocné systémy JE se mohou pro různé projekty lišit, proto nejsou níže uvedené příklady subsystémů a jejich popisu určeny k reprezentaci kompletního seznamu systémů, o kterých má pojednávat tato kapitola. BZ. Její struktura tedy může být upravena na základě specifických charakteristik projektu JE.

9.1 Skladování a manipulace s palivem

Tato podkapitola má obsahovat informace o systému skladování a manipulace s JP. Měla by zahrnovat podrobný popis opatření pro zajištění RO, popis manipulací, skladování, chlazení a přepravy JP.

Měly by být zahrnuty následující podsystémy:

- Systém pro skladování čerstvého JP,
- Systém pro skladování VJP,
- Systém pro chlazení a čištění BSVP,
- Systém pro manipulace s JP.

Pro JP je potřebné podrobně popsat navržená opatření k zajištění bezpečnosti JP za všech uvažovaných podmínek se zaměřením na:

- opatření pro dopravu a přepravu JP
- zajištění RO
- systém evidence JP
- manipulace a skladování JP
- zajištění podkritičnosti JP
- zajištění čištění a chlazení použitého JP
- kontroly integrity JP
- opatření a postupy pro nakládání s poškozeným nebo netěsným JP
- vhodné chemické režimy
- způsob zabezpečení prostor zvláště důležitých.

Dále tato podkapitola obsahuje popis zařízení pro:

- měření a instrumentaci,
- manipulace a skladování ostatních komponent AZ,

včetně specifikace všech požadavků na kontroly, zkoušky, zhodnocení bezpečnosti a pravidelnou údržbu.

Mimořádná pozornost je věnována opatřením pro praktické vyloučení těžkých havárií v BSVP, především v případech, kdy je bazén umístěn mimo ochrannou obálku, nebo uvést odkaz na část BZ, která tuto problematiku řeší. V této podkapitole by mělo být popsáno použití mobilního zařízení pro plnění bezpečnostních funkcí souvisejících s BSVP, včetně průkazů, že lze spolehlivě připojit mobilní zařízení pro zvládnutí havarijních podmínek, a to i za extrémních externích podmínek, které překračují projektová východiska.

9.2 Vodní systémy

Tato podkapitola obsahuje příslušné informace o vodních systémech souvisejících s JE. Tyto informace zahrnují především následující systémy:

- Systém technické vody (vč. koncového jímače tepla),
- Systém cirkulační chladicí vody,
- Systém doplňování demineralizované vody,
- Skladování kondenzátu,
- Systémy pitné a užitkové vody,
- Systémy zpracování a vypouštění odpadních vod.
- Systém čerpání podzemních vod (snižování hladiny podzemní vody)

9.3 Pomocné provozní systémy

Tato podkapitola má obsahovat informace o pomocných systémech, které jako podpůrné systémy zabezpečují provoz ostatních systémů JE projektovaných k zajištění bezpečného provozu a odstavení JE, pro ochranu zdraví provozního personálu, obyvatel a životního prostředí. Tyto informace zahrnují například také informace o systémech provozního a pohavarijního odběru vzorků a drenáže zařízení a místností.

Dále podkapitola obsahuje popis diagnostických systémů I.O a II.O, včetně výčtu sledovaných, resp. diagnostikovaných SKK. Popis je proveden v souladu s odstupňovaným přístupem, z hlediska bezpečnostní kvalifikace jednotlivých subsystémů diagnostiky a diagnostikovaných SKK. Je zde uvedeno, jakým způsobem tyto systémy přispívají k zajištění bezpečnosti a spolehlivému provozu JE, a to jak pro všechny provozní režimy bloku, tak i pro všechny případy projektových událostí.

Popis jednotlivých subsystémů zahrnuje takové položky jako je jejich bezpečnostní kvalifikace, požadavky na seismickou odolnost, odolnost vůči elektromagnetickému rušení apod. Jsou popsány fyzikální principy, na kterých jsou založeny, účel, pro který jsou instalovány, jaké jevy sledují, citlivost jejich měření a detekce atd.

Dále jsou pro každý subsystém popsány použité snímače, měřicí trasy, vyhodnocovací a měřicí jednotky, propojení s dalšími diagnostickými systémy a dalšími systémy JE, používaný

SW, způsob zpracování naměřených hodnot, jejich další využití, výčet generovaných alarmů, včetně těch, které jsou předávány na BD, a obdobné informace.

Je uvedeno, jakým způsobem byla a je zajišťována spolehlivá funkce systému a jeho jednotlivých částí včetně prováděných zkoušek, provozních kontrol a zajišťování náhradních dílů.

9.4 Systémy vzduchu a plynů

Podkapitola 9.4 by měla popsat systémy, zajišťující vzduch pro provoz a údržbu, včetně systémů stlačeného vzduchu a systémů technických plynů. V případě, že projekt umožňuje vzájemné propojení nebo oddělení systémů ovládání (instrumentace a řízení) vzduchu od vzduchových zásobníků, měl by být v této části uveden i popis tohoto propojení nebo oddělení.

9.5 Vzduchotechnické systémy

Tato podkapitola, strukturovaná v souladu s Přílohou 2, má obsahovat informace o systémech vytápění, ventilace a klimatizace a o chladících systémech, rozdělených a popsanych po jednotlivých podsystémech:

- Vzduchotechnické systémy BD a ND,
- Vzduchotechnické systémy BSVP,
- Vzduchotechnické systémy prostorů pomocných systémů a aktivních provozů,
- Vzduchotechnické systémy strojovny,
- Vzduchotechnické systémy bezpečnostních systémů,
- Systém chlazené vody.

9.6 Systémy požární ochrany

Podkapitola 9.6 má obsahovat informace o systémech požární ochrany, v souladu se strukturou popsanou v Příloze č. 2, včetně odkazů na všechny části PrBZ zabývající se podrobněji specifickými částmi této problematiky (např. požární ochranou kabelů v kapitole 8, nebo hodnocení rizik v kapitolách 2 a 2.7 a analýza požárního rizika v podkapitole 3.12).

Projekt by měl zahrnovat přiměřená opatření určená pro případ požáru v souladu s principem DiD, včetně:

- opatření k prevenci vzniku požárů,
- opatření k omezení následků vzniklých požárů (stavební oddělení atp.),
- opatření nezbytná k včasnému zjištění požáru,
- opatření nezbytná k včasnému vyhlášení poplachu,
- opatření k automatickému potlačení požáru nebo jeho úplné likvidaci,
- opatření k umožnění efektivního zásahu požárními jednotkami,
- opatření pro zajištění požární bezpečnosti pro provozní personál,
- opatření k omezení vedlejších účinků (požáru nebo činností spojených s likvidací požáru).

Zvláště je třeba věnovat pozornost výběru materiálů, fyzickému oddělení redundantních systémů, kvalifikaci seismické odolnosti zařízení a použití bariér na izolování redundantních větví důležitých systémů.

Závěrečné zhodnocení by mělo posoudit rozsah účinnosti projektu při zajištění adekvátní požární ochrany.

9.7 Pomocné systémy pro dieselgenerátory

Podkapitola zahrnuje pomocné systémy pro provoz dieselgenerátorů (DG), kromě elektrické části systému, která je diskutována v 8.

Pojednáno by zde mělo být o následujících subsystémech:

- Systém skladování a přepravy pohonných hmot pro DG,
- Systém chladicí vody DG,
- Systém spouštěcího vzduchu DG,
- Systém mazání DG,
- Systém přívodu vzduchu a odvodu spalin DG,
- Systém pro náhřev DG („horká rezerva“).

9.8 Zařízení pro manipulaci s těžkými břemeny

Podkapitola by měla obsahovat popis systému manipulace s těžkými břemeny s ohledem na případný kritický vývoj manipulace s břemenem.

Kritické manipulace s břemenem zahrnují manipulace s možným ovlivněním neúmyslnými zásahy nebo poruchami zařízení s následujícími důsledky:

- významné uvolnění radioaktivity,
- ztráta rezervy do kritičnosti,
- odkrytí ozářeného paliva v nádobě reaktoru nebo v BSVP,
- poškození zařízení nezbytného k dosažení nebo udržení bezpečného odstavení.

Nezbytné informace musí zahrnovat parametry definující břemeno, které by v případě pádu způsobilo největší škody; prostory JE a přepravní trasy, kde bude prováděna manipulace s břemenem; návrh systému závěsné manipulace a systém dalšího jištění pro manipulace s těžkým břemenem a postupy pro obsluhu, údržbu a kontrolu platné pro systém manipulace s břemenem.

Popsány by měly být zejména následující systémy:

- Zavážecí stroj,
- Jeřáby.

9.9 Diverzní prostředky

V této podkapitole je poskytnuta informace o dalších SKK určených pro zvládnutí DEC bez tavení paliva a těžkých havárií, pokud tyto informace nejsou uvedeny v jiných kapitolách BZ v

souvislosti s ostatními systémy JE. Systémy výslovně projednávány v této části jsou systémy, které se obvykle používají, aby snížily následky DEC bez tavení paliva a těžkých havárií. Diskuse identifikuje funkční požadavky a prokazuje, jak projekt těchto systémů splňuje nebo překračuje funkční požadavky.

Popsány by měly být zejména následující systémy:

- Doplnění chladiva a sprchování kontejnmentu, včetně zásoby vody

9.10 Mobilní prostředky

V této podkapitole je poskytnuta informace o dalších SKK určených pro zvládnutí DEC bez tavení paliva a těžkých havárií, pokud tyto informace nejsou uvedeny v jiných kapitolách BZ v souvislosti s ostatními systémy JE. Systémy výslovně projednávány v této části jsou systémy, které se obvykle používají, aby snížily následky DEC bez tavení paliva a těžkých havárií. Diskuse identifikuje funkční požadavky a prokazuje, jak projekt těchto systémů splňuje nebo překračuje funkční požadavky.

Popsány by měly být zejména následující systémy:

- Doplnění vody do PG, včetně zásoby vody,
- Strojní mobilní prostředky (požární čerpadla, T-kusy, těžká technika, cisterna pro přepravu nafty), včetně zásoby vody a nafty.

10 Systém konverze páry a energie

10.0 Úvod

Tato podkapitola je úvod kapitoly o systémech konverze páry a energie, popisuje strukturu celé kapitoly a seznamuje s obsahem jejich jednotlivých částí.

Kapitola 10 poskytuje relevantní informace o systému konverze páry a energie JE.

Informace specifické pro systémy konverze páry a energie by měly obsahovat následující položky:

- Požadavky na provoz turbogenerátoru(ů) v normálních provozních stavech, abnormálních provozních stavech a za havarijních podmínek.
- Popis hlavního parovodu a navazujících regulačních ventilů, hlavních kondenzátorů, vakuového systému hlavního kondenzátoru, systému ucpávkové páry turbíny, systému obtoku turbíny, systému cirkulační vody, systému čištění kondenzátu, systému kondenzátu a napájecí vody a systému odluhů parogenerátorů.

Uveden má být i popis chemického režimu sekundárního chladiwa, včetně popisu materiálů a jejich vlastností pro systémy páry, napájecí vody a kondenzace.

Kapitola klade důraz na aspekty projektu a provozu, které ovlivňují nebo by potenciálně mohly ovlivňovat reaktor a jeho bezpečnostní funkce nebo přispívat k omezování úniků radioaktivity. Uvedené informace by měly prokazovat schopnost systému fungovat bez negativního vlivu (přímo či nepřímo) na bezpečnost JE jak za normálních provozních podmínek, tak v přechodových stavech.

Tato kapitola by navíc měla obsahovat pojednání o tom, jak projekt systému splňuje příslušné bezpečnostní požadavky dozorného orgánu, a shrnout hodnocení radiačních aspektů normálního provozu systému a subsystémů konverze páry a energie.

Popis jednotlivých částí systému konverze páry a energie by měl být v souladu se strukturou specifikovanou v Příloze č. 2.

10.1 Celkový popis

V této podkapitole je uveden souhrnný popis systému konverze páry a energie a jeho hlavních projektových řešení významných pro JB.

Tento popis by měl zahrnovat celkové blokové schéma systému a souhrnnou tabulku důležitých výpočtových a výkonových charakteristik, včetně tepelné bilance při jmenovitém výkonu a při sníženém výkonu v závěru palivové kampaně.

10.2 Hlavní parní systém

Tato podkapitola obsahuje popis hlavního systému zásobování parou a hlavního parovodu, včetně schémat znázorňujících komponenty systému a propojovací potrubí. Ve schématech

musí být vyznačena fyzická hranice mezi částmi systému důležitými a nedůležitými pro bezpečnost.

Hlavní systém zásobování parou se skládá z komponent, potrubí a zařízení, které dopravují páru z jaderného systému na výrobu páry (NSSS) do systému konverze páry a z různých pomocných systémů důležitých a nedůležitých pro bezpečnost. U JE s tlakovodním reaktorem hlavní systém zásobování parou sahá od přípojek k sekundárním stranám PG až k rychlozávěrným ventilům včetně a zahrnuje oddělovací armatury kontejnmentu, pojistné a odlehčovací ventily sekundárního okruhu, spojovací potrubí větších průměrů až k prvním oddělovacím armaturám včetně, které jsou buď normálně zavřené, nebo se mohou automaticky zavřít během všech režimů provozu.

Zahrnuje rovněž parovody k parním turbínám napájecích čerpadel (pokud je použito toto řešení). Dále by zde měla být popsána přepouštěcí stanice do atmosféry, pokud již není popsána v jiné kapitole BZ, např. kapitole 6.

10.3 Systémy napájecí vody

Podkapitola 10.3 má obsahovat popis hlavního i pomocného systému napájecí vody, včetně diskuse schopnosti dopravit příslušnou napájecí vodu do jaderného systému na výrobu páry a kritérií pro oddělení přívodů napájecí vody od PG, popisu přívodu kondenzátu pro nouzové účely a specifikace projektových požadavků na parametry prostředí pro činnost systému.

Dále má zahrnout analýzu poruch zařízení a jejich vlivů na systém chlazení reaktoru a analýzu opatření pro detekci a oddělení s cílem zamezit uvolnění radioaktivity do životního prostředí v případě netěsnosti nebo roztržení potrubí a/nebo degradace integrity zařízení důležitých pro bezpečnost.

Pro tlakovodní reaktory je třeba uvést následující informace s odkazem na možné nestability v průtoku pracovního média (např. na vodní ráz u PG s horním přívodem napájecí vody):

- Popis normálních provozních přechodových procesů, které mohou způsobit pokles hladiny v parogenerátoru pod rozdělovač nebo způsobit odkrytí trysek a umožnit tak vstup páry do rozdělovače a do potrubí napájecí vody.
- Přehled kritérií pro trasování nebo izometrické výkresy znázorňující trasování systému potrubí napájecí vody z parogenerátorů k uzavíracímu ventilu na napájecí vodě, který se nachází mimo kontejnment.
- Popis analýz potrubního systému, včetně případných zátěžových funkcí, nebo výsledků zkoušek provedených s cílem prokázat, že buď nemůže dojít k odkrytí vedení napájecí vody, a/nebo že případné odkrytí nezpůsobí nepřípustné poškození systému.

10.4 Turbogenerátor

Tato podkapitola by měla obsahovat popis systému turbogenerátoru, navazujícího zařízení (včetně odlučovače vlhkosti), použití odběrové páry pro ohřev napájecí vody a řídicích funkcí, které mohou ovlivnit provoz systému chlazení reaktoru.

Také je zde třeba poskytnout schémata potrubních rozvodů a přístrojů a dispoziční výkresy, které znázorní celkové uspořádání systému turbogenerátoru a navazujícího zařízení s ohledem na hlavní SKK důležité pro bezpečnost. Měly by být uvedeny informace s cílem demonstrovat kompaktnost konstrukce rotorů turbíny a ochranu proto poškození bezpečnostně důležitých komponent v důsledku porušení rotoru turbíny se vznikem vysokoenergetického projektilu.

Je zde popsán projekt a projektová východiska zařízení systému turbogenerátoru, včetně požadavků na výkon za normálních, abnormálních a havarijních podmínek, plánovaný provozní režim JE (základní zatížení nebo proměnné zatížení), funkční omezení vyvolaná výpočtovými nebo provozními charakteristikami systému chlazení reaktoru (např. možnost změny elektrického zatížení pohybem nebo bez pohybu regulačních orgánů nebo využitím obtoku páry).

Jsou zde uvedeny technické normy a předpisy použité v projektu, projektová kritéria seismického zatížení, zdůvodnění použitých kritérií a klasifikace do seismických a jakostních tříd pro komponenty, zařízení a potrubí systému turbogenerátoru.

10.5 Kondenzátor a pomocné systémy turbíny

V podkapitole by měl být uveden popis hlavních projektových charakteristik a subsystémů spojených s provozem turbíny a kondenzátoru.

Tyto subsystémy mohou být specifické pro projekt, ale obvykle zahrnují:

- Hlavní kondenzátor,
- Vakuový systém kondenzátoru,
- Systém cirkulační vody,
- Systém kondenzátu,
- Systém čištění kondenzátu,
- Pomocné systémy turbíny (systém ucpávkové páry turbíny, systém obtoku turbíny),
- Pomocné systémy generátoru.

10.6 Systém odluhů parogenerátoru

Tato podkapitola má obsahovat popis systému odluhů PG a jeho projektová východiska z hlediska jeho schopnosti udržet optimální chemický režim na sekundární straně PG tlakovodních reaktorů během normálního provozu, včetně očekávané provozní události (např. netěsnosti mezi primární a sekundární stranou PG).

Projektová východiska mají zahrnout předpokládané a výpočtové průtoky pro všechny provozní režimy, projektové parametry a projektové charakteristiky zařízení, očekávané a projektové teploty pro teplotně citlivé technologie (např. demineralizace a reverzní osmóza) a požadavky na systém kontroly a řízení pro udržení provozu v rámci stanovených rozsahů parametrů.

10.7 Implementace principu vyloučení roztržení pro hlavní parovod a napájecí potrubí

V podkapitole je popsán způsob a rozsah implementace principu vyloučení roztržení hlavního parovodu a napájecího potrubí.

Je zde třeba zdůraznit ty aspekty, které jsou důležité z hlediska přímého dopadu na bezpečnost JE (buď přímé účinky na plnění základních bezpečnostních funkcí, nebo nepřímé účinky, jako sekundární poškození systémů JE, například, kmitáním potrubí nebo mimořádným tlakovým zatížením).

Je-li to relevantní, je popsáno, jakým způsobem je implementována koncepce úniku před roztržením.

11 Nakládání s radioaktivním odpadem

11.0 Úvod

Kapitola 11 obsahuje základní informace o systémech JE určených pro omezení tvorby RaO, zpracování, úpravu a skladování RaO, který vzniká při provozu JZ s jaderným reaktorem v důsledku úniku štěpných produktů z JP nebo v důsledku neutronové aktivace materiálů a médií v systémech I.O JE. Současně jsou uvedeny průkazy přiměřenosti opatření navržené pro bezpečné nakládání s RaO, který je generován po celou dobu životnosti JE. Informace v níže uvedených částech této kapitoly zahrnují jak normální provoz, včetně očekávaných provozních událostí, tak i havarijní podmínky (viz též 15.7).

Součástí úvodní podkapitoly může být i strategie nakládání s RaO původce RaO (podle § 111 odst. 1 písm. a) AtZ) až do uložení RaO, pokud není obsahem samostatného dokumentu nebo součástí dokumentace k nakládání s RaO podle § 9 odst. 3 písm. a) AtZ.

Podrobnosti na obsah dokumentace pro povoloanou činnost, kterou je nakládání s RaO, jsou uvedeny v samostatném bezpečnostním návodu SÚJB [49].

11.1 Systém zpracování a úpravy kapalného RaO

Podkapitola 11.1 se věnuje tvorbě, zpracování a úpravě kapalného RaO. Podrobně jsou popsány a kvantifikovány zdroje kapalného RaO a technologie na jeho zpracování a úpravu.

11.1.1 Zdrojové členy

V této podkapitole jsou uvedeny hlavní zdroje kapalného RaO, který vzniká při provozu JE, a to jak primární zdrojové členy, tedy média kontaminovaná aktivitou chladiva I.O, jako jsou voda I.O, tak i sekundární (odvozené) zdrojové členy, a to voda BSVP a voda II.O.

Jsou uvedeny vstupní data a předpoklady, postupy a podrobné výsledky stanovení aktivity radionuklidů v I.O, v BSVP a v sekundárním okruhu.

Dále je analyzován způsob omezení tvorby kapalných RaO, který při zpracování a úpravě kapalného RaO vzniká tak, aby byl naplněn požadavek § 111 odst. 1 písm. b) AtZ. Současně je nutno zohlednit vzájemnou souvislost jednotlivých kroků při nakládání s takto vzniklým kapalným RaO od jeho vzniku až po uložení (§ 111 odst. 1 písm. e) AtZ).

Pro všechny níže uvedené SKK pro shromažďování, třídění, zpracování, úpravu a skladování kapalného RaO musí být jednoznačně definována jejich projektová životnost, která musí pokrýt očekávanou životnost celé JE.

11.1.2 Zpracování a úprava kapalného RaO

JE provozuje technologické čistící systémy kapalných médií, jejichž výstupem je nebo může být i kapalný RaO, navazující systémy na skladování kapalného RaO a jeho úpravu. Pro každý z

čisticích systémů pro zpracování kapalných médií je uveden popis jejich projektového řešení, charakteristika technologického zařízení (SKK), umístění, funkce, návaznost na další systémy a provozní režimy. V souladu s požadavky na projektové řešení podle § 17 odst. 3 vyhlášky č. 329/2017 Sb. je uvedeno, jak jsou zařízení čisticích systémů přístupné pro potřeby údržby a oprav a dekontaminace a jak jsou zabezpečeny:

- dohled nad nakládáním s kapalným RaO, který při jejich provozu vzniká v souladu s požadavky vyhlášky č. 379/2016 Sb.,
- odstranění nánosu nebo usazeniny radioaktivní látky,
- sběr a vracení úniku radioaktivní látky z těchto zařízení a
- pravidelné monitorování veličin, které prokazují správnou funkci těchto zařízení.

V případě, že zpracovávaný kapalný RaO může obsahovat výbušné nebo hořlavé látky, je nutno podle § 17 odst. 4 vyhlášky č. 329/2017 Sb. (principy bezpečného využívání jaderné energie u zvláštních činností a JZ) prokázat, že zařízení je odolné proti účinkům výbuchu nebo požáru a zahrnuje systém monitorování veličin, které mají vliv na výbušnost nebo vznik požáru, zajišťující též výstrahu pro pracovníky obsluhy JZ v případě zvýšeného rizika výbuchu nebo požáru.

Součástí čisticích systémů mohou být mechanické filtry kapalných médií a ionexové filtry, kterých náplně jsou v pravidelných intervalech měněny nebo regenerovány. V této podkapitole jsou proto podle požadavku § 4 odst. 3 vyhlášky č. 377/2016 Sb. uvedeny postupy ověření účinnosti funkce filtrů a hodnoty, při jejichž překročení musí být náplně filtrů obnoveny nebo vyměněny, včetně referencí na příslušné provozní předpisy.

Čisticí systémy kapalných médií navazují na skladovací nádrže kapalného RaO. Pro systém skladování kapalného RaO je uveden popis jeho projektového řešení, charakteristika technologického zařízení (SKK), umístění, funkce, návaznost na další systémy a provozních režimů. Tyto nádrže se používají na skladování kapalného RaO před jeho úpravou a vztahují se na ně následující požadavky § 6 odst. 3 – 6 vyhlášky č. 377/2016 Sb. a § 18 odst. 2 vyhlášky č. 329/2017 Sb. (principy bezpečného využívání jaderné energie u zvláštních činností a JZ), kterých průkaz je v této podkapitole uveden:

- vytvoření rezervní skladovací kapacity dostatečné pro potřeby přemísťování,
- kontroly, vyjímání kapalného RaO po celou dobu provozu JE,
- způsob vedení podrobné evidence skladovaného kapalného RaO,
- způsob pravidelného sledování a vyhodnocování dostatečnosti kapacity a stavu skladu kapalného RaO, zejména je kontrolována těsnost příslušných bariér a vnitřních podmínek skladování,
- nádrže musí být
 - nepropustné,
 - chráněné proti korozi,
 - zajištěné proti přeplnění,
 - sledovány z hlediska jejich zaplnění,
 - umístěny v ochranných jímkách, které pojmu s dostatečnou zálohou objem kapalného RaO ze skladovací nádrže,
- ochranné jímky musí být
 - nepropustné,

- opatřené signalizací úniku kapalného RaO z nádrží,
- vybavené zařízením pro jeho odčerpání,
- výpary z nádrží a jímek musí být odváděny a zpracovávány jako plynný RaO,
- musí být možné homogenizovat a vyčerpát obsah skladovací a shromažďovací nádrže,
- musí mít vždy každý systém nádrží jako havarijní zálohu prázdnou nádrž o objemu odpovídajícím největší nádrži systému.

11.1.3 Úprava kapalného RaO

Obdobně jako pro předešlé systémy je uveden popis projektového řešení, charakteristika technologického zařízení (SKK), umístění, funkce, návaznost na další systémy a provozních režimů. Podrobněji je v této podkapitole uveden průkaz plnění požadavků § 5 odst. 3 – 5 vyhlášky č. 377/2016 Sb., konkrétně:

- zajištění nepřeplnění OS, do kterého je stáčen produkt úpravy,
- zajištění manipulace s OS tak, aby nedošlo k jeho poškození,
- zohlednění možného působení upraveného kapalného RaO vyvolané přítomností korozivních látek, jeho rozpínáním, vývinem plynů, uvolňováním tepla a působením vnějších vlivů, na OS.

Hodnocení projektového řešení zařízení pro zpracování a úpravu kapalného RaO posuzuje podle § 17 písm. a) vyhlášky č. 162/2017 Sb. skutečné projektové řešení SKK pro nakládání s kapalným RaO a jejich fungování porovnáním s platnými bezpečnostními požadavky, včetně způsobu dokumentování změn provedených na JE a schopnosti JE naplňovat principy bezpečného využívání jaderné energie. Plnění obecných principů bezpečného využívání jaderné energie je uvedeno ve Hlavě I vyhlášky č. 329/2017 Sb. a pro systémy pro nakládání s kapalným RaO na JE se jedná zejména o průkazy:

- způsobu předcházení havarijním podmínkám a zmírnění jejich důsledků, pokud k nim dojde podle § 4 odst. 1 písm. a) a b) vyhlášky č. 329/2017 Sb.,
- praktického vyloučení radiálních havárií podle § 4 odst. 1 písm. c) vyhlášky č. 329/2017 Sb.,
- zajištění JB, RO, TB, MRS, ZRMU a zabezpečení při nakládání s kapalným RaO podle § 4 odst. 1 písm. d) vyhlášky č. 329/2017 Sb.,
- zavedení procesů, které zajišťují, že projekt JZ bude po celou dobu životního cyklu JZ v souladu s aktuálním stavem“
 - zkušeností z provozu JZ,
 - mezinárodních zkušeností,
 - JZ z hlediska stárnutí SKK a
 - vědy a techniky

podle § 4 odst. 1 písm. f) vyhlášky č. 329/2017 Sb.:

- stanovení požadavků zajišťujících užití DiD u činností souvisejících s nakládáním s kapalným RaO (§ 6 odst. 1 písm. a) vyhlášky č. 329/2017 Sb.),
- stanovení technických a organizačních opatření pro prevenci a zvládnutí abnormálního provozu, základních projektových nehod a rozšířených projektových podmínek, včetně

těžké havárie, pokud při nakládání s kapalným RaO mohou nastat (§ 6 odst. 5 vyhlášky č. 329/2017 Sb.)

11.2 Systémy zpracování plynného RaO

Podkapitola 11.2 se věnuje tvorbě a zpracování plynného RaO, konkrétně se zabývá zpracováním plynného RaO a tvorbou a nakládáním s plynnými výpustěmi.

11.2.1 Zdrojové členy

Základním zdrojem aktivity plynných médií je kontaminovaná voda I.O včetně ostatních návazných technologických systémů. Dalším zdrojem je vzduch aktivovaný v šachtě reaktoru a v místnostech s technologií s možností vzniku plynných netěsností.

Jsou uvedeny vstupní data a předpoklady, modelové postupy a podrobné výsledky stanovení aktivity radionuklidů v plynných médiích v příslušných systémech JE.

11.2.2 Zpracování plynného RaO

V JE probíhá zpracování plynného RaO v systému čištění technologického odvodu, ve vzduchotechnických systémech včetně filtračních stanic systému spalování vodíku a taktéž v soupravě pro vakuové sušení OS s VJP. Výsledkem zpracování plynného RaO jsou použité, kontaminované vložky filtrů, se kterými je nakládáno jako s pevným RaO. Pro každý z těchto systémů je uveden popis jejich projektového řešení, charakteristika technologického zařízení (SKK), umístění, funkce, návaznost na další systémy a provozní režimy.

V případě, že plynný RaO může obsahovat výbušné nebo hořlavé látky, je nutno podle § 17 odst. 4 vyhlášky č. 329/2017 Sb. (principy bezpečného využívání jaderné energie u zvláštních činností a JZ) prokázat, že zařízení je odolné proti účinkům výbuchu nebo požáru a zahrnuje systém monitorování veličin, které mají vliv na výbušnost nebo vznik požáru, zajišťující též výstrahu pro pracovníky obsluhy JZ v případě zvýšeného rizika výbuchu nebo požáru.

Součástí systémů zpracování plynného RaO jsou i filtry, kterých náplně jsou v pravidelných intervalech měněny nebo regenerovány. V této podkapitole kapitoly 11 jsou proto podle požadavku § 4 odst. 3 vyhlášky č. 377/2016 Sb. uvedeny postupy ověření účinnosti funkce filtrů a hodnoty, při jejichž překročení musí být náplně filtrů obnoveny nebo vyměněny, včetně referencí na příslušné provozní předpisy.

Hodnocení projektového řešení zařízení pro zpracování plynného RaO posuzuje podle § 17 písm. a) vyhlášky č. 162/2017 Sb. skutečné projektové řešení SKK pro nakládání s plynným RaO a jejich fungování porovnáním s platnými bezpečnostními požadavky, včetně způsobu dokumentování změn provedených na JE a schopnosti JE naplňovat principy bezpečného využívání jaderné energie. Plnění obecných principů bezpečného využívání jaderné energie je uvedeno ve Hlavě I vyhlášky č. 329/2017 Sb. a pro systémy pro nakládání s plynným RaO na JE se jedná zejména o průkaz zajištění JB, RO, MRS, ZRMU a zabezpečení při nakládání s plynným RaO podle § 4 odst. 1 písm. d) vyhlášky č. 329/2017 Sb.

11.3 Systémy zpracování a úpravy pevného RaO

Podkapitola 11.3 se věnuje tvorbě, zpracování a úpravě pevného RaO.

11.3.1 Zdrojové členy

Pevný RaO vzniká v závislosti na provozním režimu reaktoru, a to zejména během pravidelných odstávek, při údržbářských a úklidových pracích, dekontaminaci zařízení a místností apod. Kromě toho vzniká pevný RaO při periodické výměně filtračních vložek aktivních vzduchotechnických systémů.

Dále vznikají aktivované předměty skladované ve vymíracích šachtách (aktivovaná měřicí čidla a kazety svědečných vzorků).

Jsou uvedeny vstupní data a předpoklady, modelové postupy a podrobné výsledky stanovení aktivity radionuklidů v pevném RaO.

11.3.2 Shromažďování, třídění, zpracování a úprava pevného RaO

Základní operací nakládání s pevným RaO je vytrídění neaktivního podílu tak, aby došlo k omezení tvorby pevného RaO podle § 111 odst. 1 písm. b) AtZ. Shromažďování a třídění pevného RaO musí prokazatelně probíhat podle předpokládaného způsobu zpracování a úpravy při zohlednění jeho fyzikálních a chemických vlastností (§ 3 odst. 1 vyhlášky č. 377/2016 Sb.). Způsob dokumentace a třídění pevného RaO musí být v bezpečnostní zprávě uveden v souladu s § 3 odst. 3 vyhlášky č. 377/2016 Sb.

Pro každý ze systémů pro zpracování pevného RaO je uveden popis jejich projektového řešení, charakteristika technologického zařízení (SKK), umístění, funkce, návaznost na další systémy a provozní režimy. V souladu s požadavky na projektové řešení podle § 17 odst. 3 vyhlášky č. 329/2017 Sb. je uvedeno, jak jsou zařízení systémů pro zpracování pevného RaO přístupné pro potřeby údržby a oprav a dekontaminace a jak zabezpečují:

- dohled nad nakládáním s pevným RaO, který při jejich provozu vzniká v souladu s požadavky vyhlášky č. 379/2016 Sb. a
- pravidelné monitorování veličin, které prokazují správnou funkci těchto zařízení.

V případě, že zpracovávaný pevný RaO může obsahovat výbušné nebo hořlavé látky, je nutno podle § 17 odst. 4 vyhlášky č. 329/2017 Sb. (principy bezpečného využívání jaderné energie u zvláštních činností a JZ) prokázat, že zařízení je odolné proti účinkům výbuchu nebo požáru a zahrnuje systém monitorování veličin, které mají vliv na výbušnost nebo vznik požáru, zajišťující též výstrahu pro pracovníky obsluhy JZ v případě zvýšeného rizika výbuchu nebo požáru.

Hodnocení projektového řešení zařízení pro zpracování a úpravu pevného RaO posuzuje podle § 17 písm. a) vyhlášky č. 162/2017 Sb. skutečné projektové řešení SKK pro nakládání s pevným RaO a jejich fungování porovnáním s platnými bezpečnostními požadavky, včetně způsobu dokumentování změn provedených na JE a schopnosti JE naplňovat principy bezpečného využívání jaderné energie. Plnění obecných principů bezpečného využívání jaderné energie je uvedeno ve Hlavě I vyhlášky č. 329/2017 Sb. a pro systémy pro nakládání s pevným RaO na JE se jedná zejména o průkazy:

- způsobu předcházení havarijním podmínkám a zmírnění jejich důsledků, pokud k nim dojde podle § 4 odst. 1 písm. a), b) vyhlášky č. 329/2017 Sb.,
- praktického vyloučení radiačních havárií podle § 4 odst. 1 písm. c) vyhlášky č. 329/2017 Sb.,
- zajištění JB, RO, MRS, ZRMU a zabezpečení při nakládání s pevným RaO podle § 4 odst. 1 písm. d) vyhlášky č. 329/2017 Sb.,
- zavedení procesů, které zajišťují, že projekt JZ bude po celou dobu životního cyklu JZ v souladu s aktuálním stavem:
 - zkušeností provozu JZ,
 - mezinárodních zkušeností,
 - JZ z hlediska stárnutí SKK a
 - vědy a techniky.
- podle § 4 odst. 1 písm. f) vyhlášky č. 329/2017 Sb.,
 - stanovení požadavků zajišťujících užití ochrany do hloubky u činností souvisejících s nakládáním s pevným RaO (§ 6 odst. 1 písm. a) vyhlášky č. 329/2017 Sb.),
 - stanovení technických a organizačních opatření pro prevenci a zvládnutí abnormálního provozu, základních projektových nehod a rozšířených projektových podmínek, včetně těžké havárie, pokud při nakládání s pevným RaO mohou nastat (§ 6 odst. 5 vyhlášky č. 329/2017 Sb.).

V JE nejsou samostatné sklady pevného RaO, ale prostory pro skladování pevného RaO jsou součástí těchto JZ. Proto se na ně vztahují, podle § 6 odst. 6 vyhlášky č. 377/2016 Sb., následující požadavky (§ 6 odst. 1 – 4 vyhlášky č. 377/2016 Sb.), kterých plnění je v této části BZ prokázáno:

- pevný RaO se nesmí skladovat s jiným odpadem nebo materiálem,
- je respektováno nejvyšší skladované množství a nejvyšší aktivita pevného RaO stanovená na základě BZ,
- stav a vybavení skladovacích prostor musí být pravidelně kontrolováno ve lhůtách stanovených v dokumentaci systému řízení,
- musí být vytvořeny rezervní skladovací kapacity dostatečné pro potřeby přemístování, přebalování, kontroly, údržby a vyzvedávání pevného RaO,
- pravidelně sledována a vyhodnocována dostatečnost kapacity a stav skladovacích prostor, zejména vnitřních podmínek skladování a monitorována povrchová kontaminace a příkon dávkového ekvivalentu v definovaných vzdálenostech od povrchu OS,
- v bezpečnostně významných postupech a předpisech pro provozní kontroly zohledněny podmínky, za nichž je pevný RaO skladován, a stav OS s pevným RaO nebo stav skladovaného kusového pevného RaO, a
- vypracován postup pro nakládání s pevným RaO, který nelze ze skladovacích prostor vyzvednout běžným způsobem, nebo vykazuje známky poškození.

12 Způsob zajištění radiační ochrany

12.0 Úvod

Tato podkapitola je úvod kapitoly o RO a měla by poskytnout základní informace o strategii, metodách a prostředcích pro zajištění RO v případě normálního a abnormálního provozu i pro případ havarijních podmínek, včetně těžkých havárií.

12.1 Optimalizace RO

Tato podkapitola popisuje politiku uplatňování principu optimalizace RO. Je zde popsáno uplatnění tohoto principu v rámci projektového řešení JZ (členění prostor z hlediska radiační situace, umístění technologických zařízení, konstrukce technologických zařízení).

Je poskytnuta informace o technických a organizačních postupech pro uplatňování principu ALARA (MRS, plánování a organizace práce, hodnocení ozáření radiačních pracovníků atd.).

12.2 Zdroje ionizujícího záření

Tato podkapitola obsahuje stručný přehled jednotlivých typů zdrojů ionizujícího záření (ZIZ) nacházejících se v areálu JZ. Hlavní pozornost by měla být věnována ZIZ, které jsou součástí technologií, médií a pracovního prostředí a možným cestám jejich vzniku (ZIZ v I.O a II.O, zdroje kontaminace vzduchu).

12.3 Projektové řešení RO

Podkapitola 12.3 popisuje projektové řešení JZ s ohledem na zajištění RO. Mělo by být popsáno stavební a organizační členění prostor JZ z hlediska rizika ionizujícího záření, a uvedeny informace o projektovém řešení stínění ZIZ, pokud je stínění účelné, o provedení ventilace a o řešení umožňujícím snadnou a účinnou dekontaminaci pracoviště.

Je zde popsán systém radiační kontroly pracovního prostředí, včetně jeho členění, a zařízení radiační kontroly, zejména pak stabilní přístroje pro monitorování pracoviště (spolu s kritérii pro jejich výběr a umístění).

V této podkapitole je rovněž uvedena informace o systémech pro identifikaci vzniku RMU (např. systémy detekce úniku radioaktivních látek do životního prostředí), včetně DEC bez tavení paliva a těžkých havárií.

12.4 Hodnocení ozáření radiačních pracovníků a obyvatelstva

V případě, že projekt specifikuje dávkové optimalizační meze pro radiační pracovníky, v této podkapitole jsou tyto hodnoty uvedeny. Pokud je to relevantní, jsou zde deklarovány

také dávkové optimalizační meze pro reprezentativní osobu z provozu JZ po celou dobu jeho provozní životnosti.

V BZ provozovaných JZ (v PrBZ) jsou zhodnoceny efektivní dávky radiačních pracovníků, a případně identifikována opatření navrhovaná či přijatá k jejich snížení. Kromě celkového hodnocení dávek je hodnocení provedeno pro činnosti, které nejvýznamněji přispívají k ozáření pracovníků.

Pro zařízení ve výstavbě je proveden odhad dávek na základě zkušeností z již provozovaných JZ.

12.5 Monitorování pro účely RO

S výjimkou monitorování pracovního prostředí a instrumentace pro havarijní monitorování úniků v JE i mimo ni, které je předmětem podkapitoly 12.3, jsou zde detailně popsány způsoby a systémy zajištění monitorování výpustí do ovzduší a vodotečí, monitorování okolí a monitorování osob.

V této podkapitole je rovněž uvedena informace o systémech evidence, regulace a omezení ozáření zasahujících osob při RMU, včetně DEC bez tavení paliva a těžkých havárií.

12.6 Další aspekty RO

Tato podkapitola popisuje organizační a administrativní opatření směřující k zajištění RO. Je popsán systém dokumentace pro oblast RO, způsob vzdělávání radiačních pracovníků, plánování práce, místní pravidla a dohled nad prací, způsob vybavení pracovníků osobními ochrannými prostředky.

13 Provozní hlediska

13.0 Úvod

Tato kapitola obsahuje popis důležitých provozních otázek významných pro bezpečnost během všech etap životnosti JE, a popisuje přístupy držitele povolení k vhodnému řešení identifikovaných problémů.

Je zde prokázáno, že žadatel, resp. DP připraví a bude udržovat personál adekvátní jak početně, tak i z hlediska odborné způsobilosti, a že provozní programy držitele povolení jsou adekvátní pro zajištění ochrany zdraví a bezpečnosti veřejnosti.

13.1 Organizační struktura DP

Tato podkapitola popisuje organizační strukturu DP a odpovědnosti jejích vrcholových organizačních složek, jejich vzájemné vztahy, způsob komunikace mezi nimi i mimo organizaci držitele povolení pro příslušnou etapu JZ ve smyslu §16 písm. e) odst. 1, 2 a 3 vyhl. č. 408/2016 Sb. V textu je možné využít odkazy na relevantní kapitoly dokumentu Program systému řízení a dále text neupřesňovat.

13.2 Příprava personálu

Tato podkapitola obsahuje popis systému přípravy personálu JE zajišťujícího dosažení a udržení požadované úrovně profesní způsobilosti po celou dobu životnosti JE a musí potvrdit, že dokumentace dokladující organizační a technickou způsobilost, odbornou způsobilost pracovníků a způsob přípravy žadatele zohledňuje aktuální technický stav JE, včetně organizačního zajištění příslušné dokumentace.

Dále by podkapitola měla prokázat, že systém přípravy je plně v souladu se zásadami systematického přístupu k přípravě personálu v oblasti jaderných aktivit a vztahuje se na veškerý personál, včetně vedoucích pracovníků, že v systému přípravy jsou respektovány požadavky bezpečnostních standardů MAAE [57] a [19] a ustanovení vyplývající z [58]. V systému přípravy jsou zařazeny prvky a nástroje „Human Performance,“ které jsou aplikovány i při výuce ostatních odborných předmětů

Současně je zde popsán systém pro udělování povolení provoznímu personálu a opatření, která budou zavedena s cílem plnit příslušné požadavky dozoru.

13.2.1 Koncepce

Tato podkapitola obsahuje popis koncepce a systému přípravy personálu JE respektující platné právní předpisy ČR, mezinárodní doporučení a navazující BN, zajišťující dosažení a udržení požadované úrovně profesní způsobilosti po celou dobu životnosti JE. Koncepce

přípravy musí být stanovena dokumentací DP řízené oblasti. Na základě dlouhodobých potřeb způsobilosti personálu JE a cílů přípravy musí popis systému přípravy obsahovat harmonogram přípravy a jeho aktualizaci. Koncepce výcviku musí být stanovena dokumentací držitelem povolení řízené oblasti.

Dále je zde uveden seznam činností důležitých z hlediska JB, popis systému vzdělávání, odborné přípravy a výcviku pracovníků, včetně pracovníků dodavatelských organizací, kteří pracují na JE, včetně popisu kvalifikačních požadavků pro daná pracovní místa pracovníků a popisu systému přípravy vybraných pracovníků. V popisu systému vzdělávání, odborné přípravy a výcviku pracovníků musí být uvedeny jednotlivé skupiny pracovníků provádějících činnosti na JE. Tyto informace lze sdělit formou odkazů na dokumenty zpracované v souladu s AtZ.

Systém vzdělávání, odborné přípravy a výcviku pracovníků musí obsahovat harmonogram přípravy a popsat postup jeho aktualizace, popsat postup, který vede k dosažení výcvikových cílů a vychází z požadavků jednotlivých útvarů JZ na znalosti, dovednosti a postoje svých zaměstnanců a zaměstnanců dodavatelů nutných pro výkon příslušné pracovní činnosti.

Je zde také uveden popis systematického přístupu k výcviku personálu, který je založený na analýze úkolů (pracovní náplně) pracovníků. Zajišťuje logický postup od identifikace způsobilostí požadovaných pro výkon příslušné činnosti a stanovení kvalifikačních požadavků na příslušná pracovní místa a zpracování a zavedení dokladů dokumentujících způsob přípravy, včetně souvisejících výcvikových materiálů až po následné zhodnocení přípravy a vyhodnocení účinnosti systému přípravy prostřednictvím zpětné vazby a principů SAT a vztahuje se na veškerý personál, včetně vedoucích pracovníků a pracovníků dodavatelů.

Tato část BZ obsahuje taktéž stanovení pravomocí a odpovědností příslušných útvarů podílejících se na zabezpečení výcviku personálu JZ.

BZ obsahuje také popis systému zajištění pravidelných zpráv o stavu a efektivnosti systému vzdělávání, zejména pokud jsou identifikovány události, problémy, neshody v systému vzdělávání, jejich záznamy, hlášení a řešení.

13.2.2 Způsobilost a kvalifikace

Tato podkapitola obsahuje popis stanovení kvalifikačních požadavků na způsobilost svých zaměstnanců a zaměstnanců dodavatelů pro činnosti důležité z hlediska JB pro danou činnost a pracovní místo, včetně evidence získané kvalifikace a popis jejího ověřování a udržování s ohledem na význam vykonávaných činností tak, aby bylo zajištěno plnění požadavků na procesy a činnosti a jejich účinnost. Požadavky na kvalifikaci vybraných pracovníků stanovuje vyhláška č. 409/2016 Sb.

Tato podkapitola dále obsahuje popis systému, jak DP a školící a výcvikové zařízení uchovává dokumentaci o systému přípravy a o dosažené kvalifikaci pracovníků pro výkon pracovních činností (funkcí) na daném JZ po dobu určenou vnitřním předpisem v souladu s platnými právními předpisy, a to i po ukončení pracovní činnosti pracovníka na JZ.

Dále je zde uveden popis systému sledování termínů a podmínek platnosti dokumentů dokladujících odbornou, zdravotní, psychickou a osobnostní způsobilost pracovníka, včetně zajištění možnosti pro jejich periodické obnovování a udržení a ke zvýšení znalostí a dovedností, resp. obnovení platnosti pověření k výkonu pracovní činnosti

13.2.3 Výcvik

Tato podkapitola obsahuje:

- Popis, jak výcvikové programy a výcviková a školicí zařízení zohledňují aktuální technický stav JE, včetně organizačního zajištění a příslušné dokumentace;
- rozdělení zaměstnanců, kteří vykonávají pracovní činnosti na JE z hlediska řízení a provádění jejich činností se vztahem k JB a RO do skupin z hlediska odborné a další odborné přípravy;
- stanovené náplně a cíle jednotlivých etap přípravy pro personál vykonávající činnosti zvláště důležité z hlediska JB a RO;
- popis zpracování a vydávání řídicí dokumentace a seznam základní řídicí dokumentace systému přípravy personálu. Pro další, resp. návaznou řídicí dokumentaci je možný odkaz na příslušný portál držitele povolení uvádějící platnou řídicí dokumentaci držitele povolení.
- popis systému vedení záznamů o přípravě a hodnocení splnění kvalifikačních a dalších požadavků na způsobilost jednotlivých pracovníků vykonávajících činnosti důležité z hlediska JB a RO;
- popis systému zpracování dokumentů popisujících způsob přípravy a jejich obsahu pro zaměstnance JE vykonávající činnosti důležité z hlediska JB a RO, včetně zaměstnanců dodavatelů, a to podle významu jimi vykonávané činnosti. Programy musí obsahovat odbornou přípravu k získání požadované způsobilosti pro stanovené pracovní místo, další odbornou přípravu k udržení a zvýšení požadované způsobilosti a odbornou přípravu ke změně pracovní činnosti. Výcvikové programy pro odbornou přípravu pracovníků vykonávajících činnosti zvláště důležité z hlediska JB a RO jsou součástí dokumentace předkládané k žádosti o povolení k odborné a další odborné přípravě vybraných pracovníků;
- popis odborné a další odborné přípravy pro vedoucí pracovníky a dozorující personál s důrazem na řízení JE, zejména JB, kulturu bezpečnosti a znalosti nouzových postupů;
- popis systému zpětné vazby a pravidelného vyhodnocování výcvikových procesů jako nezbytného předpokladu pro stanovení účinnosti vlastního výcviku, výcvikových programů a další výcvikové dokumentace;
- popis systému školení instruktorů praktického výcviku, kteří nemusí být zaměstnanci školicího a výcvikového zařízení v oblasti pedagogiky, vedení stáží, kontrol úrovně znalostí, standardů hodnocení výcviku a vedení příslušné dokumentace;
- popis systému školení pro všechny zaměstnance JE, vč. zaměstnanců dodavatelů zaměřeného na základní vědomosti, zejména o JB, RO, požární ochraně, bezpečnosti práce a havarijní připravenosti;
- popis systému školení pro zaměstnance vykonávající činnosti na JE v oblasti JB, RO, TB, MRS, ZRMU, zabezpečení a KB;
- popis systému praktického zácviku a výcviku pro zaměstnance vykonávající činnosti na JZ, a to i pro pracovníky údržby a technické podpory, včetně dodavatelů;
- pro vybrané pracovníky JE z hlediska JB popis odborné a další odborné přípravy na plnorozsahovém simulátoru zaměřeného zejména na souhru pracovníků směny, provozní zkušenosti a změny zařízení a procedur v rozsahu normálních a abnormálních provozních stavů a havarijních podmínek;

- pro vybrané pracovníky z hlediska JB a RO a pracovníky pohotovostní organizace havarijní odezvy na JE popis systému pravidelných školení a cvičení v rozsahu havarijních provozních předpisů s využitím simulátoru, vč. procvičování přechodu z havarijních předpisů do návodů pro řízení těžkých havárií. Pro přípravu a pravidelná cvičení v používání návodů pro zvládnutí těžkých havárií musí být využíván simulační nástroj umožňující modelování průběhů různých scénářů těžkých havárií;
- popis zajištění souladu stavu systémů simulátoru se stavem technologie a dokumentace JE.

13.2.4 Oprávnění

Tato podkapitola obsahuje popis postupů, podle kterých činnosti zvláště důležité z hlediska JB a RO vykonávají vybraní pracovníci pouze na základě oprávnění uděleného SÚJB.

Je zde obsažen u vybraných pracovníků z hlediska JB a RO popis systému sledování platnosti oprávnění a jeho periodického obnovování. To se týká i vybraných pracovníků, kteří určitou dobu nevykonávali činnosti zvláště důležité z hlediska JB nebo RO, nebo kteří přecházejí na jinou pracovní činnost nebo na jiné JZ s podmínkou platného oprávnění.

Podkapitola dále uvádí v případě požadavku platných právních předpisů ČR na povolení k přípravě vybraných pracovníků popis stanovení a zajištění systému pro splnění tohoto požadavku.

13.3 Implementace provozních programů

Provozními programy jsou v této podkapitole míněny specifické programy, jejichž zavedením a prováděním je zajištěn bezpečný stav provozovaného zařízení ve shodě s požadavky na něj kladenými.

Tato podkapitola BZ takovéto programy dostatečně specifikuje, a to i s ohledem na budoucí fáze životního cyklu JE, včetně případného stanovení harmonogramu pro jejich implementaci. Typické provozní programy, které by tato podkapitola měla zahrnovat, jsou popsány níže. Mohou být popsány i další provozní programy.

13.3.1 Údržba, dohled, kontrola a zkoušky

Tato podkapitola obsahuje popis a zdůvodnění opatření, která držitel povolení zavede do praxe, či je má již zavedeny, a která slouží k identifikaci, kontrole, plánování, provádění, prověřování a hodnocení postupů pro údržbu, dohled, kontroly a zkoušky, jejichž prostřednictvím může být ovlivněna spolehlivost a JB a TB.

Jsou popsány programy dohledu (viz [59]), včetně úkonů prediktivní, preventivní a korektivní údržby, jež slouží k detekci a monitorování degradačních mechanismů a dopadů stárnutí a k prevenci poruch. Kromě toho je prokázáno, že programy dohledu jsou dostatečné a zajišťují zahrnutí všech příslušných aspektů a požadavků LaP, a že četnost kontrol je v souladu s analýzami spolehlivosti (včetně PSA) a se zkušenostmi získanými z výsledků předchozích kontrol, přičemž minimálním požadavkem na nastavení rozsahu a frekvence aktivit zahrnutých pod program dohledu je doporučení dodavatele.

Programy dohledu by měly být takové, aby ověřily, že opatření pro bezpečný provoz, která byla přijata v projektu a kontrolována během výstavby a uvádění do provozu, jsou uplatňována po celou dobu životnosti JE, a aby poskytovaly údaje, jež mají být použity pro hodnocení zbytkové provozní životnosti SKK.

Jsou zde uvedeny informace zdůvodňující přiměřenost kontrol JE, včetně provozních kontrol, které mají za cíl prokázat, že JE splňuje stanovené normy, vyhovuje kritériím kontrol a je nadále způsobilá plnit požadované bezpečnostní funkce. Důraz je kladen zvláště na dostatečnost provozních kontrol integrity systémů I.O a II.O vzhledem k jejich důležitosti pro bezpečnost a k závažnosti možných následků selhání.

DP identifikuje všechny zkoušky, které mohou ovlivnit bezpečnostní funkce JE. Tato podkapitola zahrnuje, kromě harmonogramu identifikovaných zkoušek, systém k zajištění, že zkoušky jsou zahajovány, prováděny a potvrzovány v rámci přípustných nebo povolených časových plánů. Tato podkapitola odkazuje i na metody pro kontrolu a hodnocení zkoušek.

V této podkapitole je popsán systém provozních kontrol VZ:

- komponenty vyžadující kontroly,
- požadavky na kvalifikace kontrol, personálu a vybavení,
- metody a postupy kontrol,
- hodnocení výsledků kontrol,
- rozšířené provozní kontroly jako ochrana proti postulovaným poruchám potrubí.

13.3.2 Řízení aktivní zóny a manipulace s JP

V této podkapitole je prokázáno, že držitel povolení provádí, a nebo bude provádět, všechny provozní činnosti související s řízením AZ a manipulací s JP s cílem zajistit bezpečné používání paliva a bezpečnost při jeho přepravě a skladování na území k umístění JE.

Je třeba zde uvést průkaz, že po každé výměně JP jsou prováděny zkoušky k potvrzení, že jsou splněny požadavky projektu, a že parametry AZ jsou monitorovány a porovnávány s predikcemi s cílem určit, zda jsou s nimi v souladu a jsou v rozsahu provozních limitů. Některé informace mohou být uvedeny také v podkapitole 14.3. V tomto případě je třeba zde uvést příslušný odkaz.

V této podkapitole je také potvrzeno, že jsou stanovena kritéria a postupy pro zacházení s poškozenými palivovými proutky a regulačními orgány s cílem minimalizovat množství štěpných produktů a produktů aktivace v chladivu I.O nebo v plynných výpustích.

13.3.3 Řízení stárnutí a dlouhodobý provoz

Tato podkapitola obsahuje popis všech důležitých technických i organizačních aspektů procesu řízení stárnutí JE, včetně definování možných degradačních mechanismů, vstupních dat získaných z realizace dalších provozních programů implementovaných na JE, provozních dat apod.

Je zde podán průkaz, že všechny SKK mající vliv na JB a které mohou být ovlivněny působením degradačních mechanismů a dopadů stárnutí jsou identifikovány a jejich stárnutí je adekvátně řízeno.

Rovněž jsou v této podkapitole uvedeny návrhy vhodných opatření pro detekci a sledování degradačních mechanismů a dopadů stárnutí, určování jejich vývoje a opatření k jejich minimalizaci, a to po celou dobu uvažovaného provozu. Jsou brány v úvahu analýzy zpětné vazby z provozních zkušeností ohledem na stárnutí.

Dále jsou zde uvedeny výsledky periodického hodnocení sledovaných parametrů implementovaných programů řízeného stárnutí sloužící k prokázání souladu aktuálního stavu SKK sledovaných v procesu řízeného stárnutí s kritérii přijatelnosti. Je uvedena predikce budoucího stavu těchto SKK, pokud parametr sledovaný v procesu řízeného stárnutí má hodnoty kumulativního charakteru.

V případě přípravy elektrárny na provoz elektrárny nad rámec její životnosti předpokládané jejím projektem při prvním fyzikálním spouštění, by měl být popsán program této přípravy, vč. popisu dodatečných opatření pro potvrzení schopnosti SKK s vlivem na jadernou bezpečnost plnit určené bezpečnostní funkce a kvalifikační požadavky po dobu uvažovaného provozu nad tento rámec.

13.3.4 Řízení změn

Tato podkapitola obsahuje popis způsobu identifikace, řízení, plánování, provádění, prověřování, hodnocení a dokumentování potřebných změn JE v průběhu životního cyklu JE. Je se zde mimo jiné popsáno jiné popsat, jak bude hodnocen význam změn z hlediska JB, s cílem je náležitě klasifikovat a stanovit rozsah jejich dokumentování dozornému orgánu a potřebu jejich povolení.

Tato podkapitola potvrzuje, že proces řízení změn bude zahrnovat změny provedené v SKK JE, v LaP, v provozních předpisech a v technologickém SW. Také je třeba demonstrovat, že řízení změn zahrne trvalé i dočasné změny JE.

Doporučení k provádění změn je uvedeno v [63].

13.3.5 Program pro zpětnou vazbu z provozních zkušeností

Tato podkapitola obsahuje popis připravovaného nebo existujícího programu pro zpětnou vazbu z provozních zkušeností.

Tento popis obsahuje opatření k zajištění toho, že provozní události v JE jsou a budou identifikovány, zaznamenávány a oznamovány; dále podle důležitosti vnitřně vyšetřovány a využívány pro zvýšení spolehlivosti provozu JE a KB prostřednictvím přijetí vhodných nápravných opatření proti jejich opakovanému výskytu. Je uveden též postup pro informování dozorného orgánu.

Diskutovaný program zahrnuje hodnocení všech technických a organizačních aspektů a aspektů lidského faktoru, týkajících se šetřené události.

Jsou v něm mimo jiné uvedena kritéria definující závažnost události a povinnost a způsob informování dozorného orgánu, a popsán způsob vykazování a analyzování méně významných provozních událostí.

Program obsahuje také ustanovení týkající se hodnocení zkušeností získaných z provozních událostí v podobných JE a událostí z jiných technologických oborů, které však poskytují poučení.

Nakonec je v této podkapitole demonstrována vhodnost navrženého systému pro zpětnou vazbu z provozních zkušeností pro účely analýzy kořenových příčin poruch zařízení a lidských chyb, pro zlepšení popisu pracovních náplní a provozních předpisů, a pro posouzení potřeby dodatečných zařízení a modernizace JE, včetně případných organizačních změn.

13.3.6 Dokumenty a záznamy

V této podkapitole jsou uvedeny podrobné údaje o opatřeních systému řízení pro vytváření, přijímání, klasifikaci, řízení, ukládání, vyhledávání, aktualizaci, revidování a vyřazování dokumentů a záznamů, které se týkají provozních činností v průběhu životnosti JE. Měla by zde být zahrnuta především dokumentační opatření DP pro řízení konfigurace JE, stejně jako dokumentace potřebná pro nakládání s RaO a pro vyřazování JE z provozu.

13.3.7 Odstávky

Tato podkapitola uvádí popis příslušných opatření pro provádění pravidelných odstávek reaktoru podle požadavků provozního cyklu a ostatních faktorů. Dále je uveden popis toho, jak je během odstávek udržována konfigurace JE v souladu s LaP a BZ.

V této podkapitole jsou shrnuta opatření k zajištění bezpečnosti JE během odstávek i opatření k zajištění bezpečnosti dočasných pracovníků pracujících v té době v JE. Zvláštní pozornost je přitom třeba věnovat opatřením přijatým k zajištění RO a bezpečnosti během specifických situací v průběhu odstávky, které vyžadují zvýšené nároky na organizaci a plánování, jako je například paralelní vykonávání činností, přítomnost více dodavatelů z různých oblastí a služeb, časová tíseň, zvládnutí neočekávaných událostí apod.

Dále je zde popsáno, jak jsou analyzovány a využívány zkušenosti z předchozích odstávek.

13.4 Provozní předpisy

Tato podkapitola se zabývá administrativními a provozními předpisy, které bude personál JE používat k zajištění bezpečného provádění činností v průběhu normálního a abnormálního provozu a v havarijních podmínkách. Nepožaduje se, aby BZ zahrnovala vlastní provozní předpisy, v závislosti na fázi projektu JE tato podkapitola poskytuje buď předběžné přípravné postupy a harmonogramy pro vypracování předpisů, nebo obsahuje popis charakteru a obsahu předpisů a jejich vzájemné vazby.

Je zahrnuto šest kategorií předpisů, resp. návodů, jejichž popis je uveden níže.

13.4.1 Administrativní předpisy

Tato podkapitola obsahuje popis relevantních řídicích předpisů používaných k zajištění toho, že předpisy a návody pro normální provoz, abnormální provoz i havarijní podmínky plní svůj účel. Jsou popsány procesy k vytváření, schvalování, revidování, verifikace, validace a implementaci předpisů JE. Je uveden seznam hlavních administrativních předpisů JE, spolu se stručným popisem jejich cíle a obsahu.

13.4.2 Předpisy pro normální provoz

Tato podkapitola obsahuje popis struktury provozních předpisů JE používaných pro normální provoz JE, včetně předpisů pro údržbu. Uvedené informace dostatečně prokazují, že provozní předpisy umožňují provozování JE v rozsahu LaP pro bezpečný provoz. Rovněž je třeba prokázat, že provozní předpisy poskytují pokyny pro bezpečné provozování v rámci normálního provozu ve všech režimech, jako je například spouštění, provoz na výkonu, odstavování, dochlazování, odstavení, změny zatížení, monitorování provozu a manipulace s JP.

13.4.3 Předpisy pro abnormální provoz

Tato podkapitola obsahuje popis předpisů pro abnormální provoz.

Uvádí se zde obecný popis předpisů (událostně nebo příznakově orientovaný, generický nebo specificky vyvinutý předpis atd.), jejich účel, rozsah událostí, které pokrývá, strukturu předpisů a způsob jejich používání.

Bez ohledu na zvolený přístup (událostně nebo příznakově orientovaný) je prokázáno, že požadované zásahy obsluhy pro diagnostiku a řešení podmínek abnormálního provozu jsou dostatečně pokryty. Jsou uvedena zdůvodnění vybraného přístupu a případně jsou propojena s výsledky bezpečnostních analýz JE.

Je vhodné uvést konkrétní název a označení jednotlivých postupů předpisu pro abnormální provoz včetně odkazu na ně.

13.4.4 Havarijní provozní předpisy

Tato podkapitola obsahuje popis předpisů, které bude obsluha používat v případě řešení havarijních stavů definovaných jako projektové nehody a rozšířené projektové podmínky, při kterých nedochází k tavení JP.

Uvádí se zde obecný popis předpisů (událostně nebo příznakově orientovaný, generický nebo specificky vyvinutý předpis atd.), jejich účel, rozsah událostí, které pokrývá, strukturu předpisů a způsob jejich používání.

Bez ohledu na zvolený přístup (událostně nebo příznakově orientovaný) je prokázáno, že požadované zásahy obsluhy pro diagnostiku a řešení havarijních stavů jsou dostatečně pokryty. Jsou uvedena zdůvodnění vybraného přístupu a případně jsou propojena s výsledky bezpečnostních analýz JE.

Je vhodné uvést konkrétní název a označení předpisů včetně odkazu na ně.

13.4.5 Návodů pro zvládnání těžkých havárií

Tato podkapitola uvádí popis návodů pro zvládnání těžkých havárií. Je zde uveden obecný popis návodů (charakter předpisu nebo návodu, generický či specificky vyvinutý předpis atd.), jejich účel, rozsah událostí, které pokrývá, strukturu předpisů a způsob jejich používání.

Rovněž je prokázáno, že návody pro zvládnání těžkých havárií byly vypracovány systematicky, se zohledněním výsledků analýz těžkých havárií presentovaných buď v dané BZ,

anebo v samostatném dokumentu. Rovněž je vhodné uvést odkaz na samostatný dokument či příslušnou kapitolu popisující program zvládání havárií na JE.

Je vhodné uvést konkrétní název a označení předpisů včetně odkazu na ně.

13.4.6 Návody pro použití prostředků DAM a EDMG

Tato podkapitola uvádí popis a zdůvodnění návodů pro použití diverzních a mobilních prostředků pro zvládání havarijních stavů uvažovaných projektem a rozšířených projektových podmínek, které jsou určeny pro posílení prevence tavení JP při selhání základních projektových prostředků.

Druhá část této podkapitoly obsahuje popis zvoleného přístupu k vypracování návodů pro odezvu na rozsáhlé poškození (EDMG) JE a území k umístění spojeného se ztrátou řízení a kontroly nad územím k umístění včetně ztráty elektrického napájení ze všech vnitřních i vnějších zdrojů.

Je vhodné uvést konkrétní název a označení předpisů včetně odkazu na ně.

13.4.7 Validace a ověření předpisů

V této podkapitole je uveden popis způsobu validace a ověření všech předpisů včetně cílů, postupu, metod, výběru scénářů pro validaci, validačního týmu, validačních kritérií a způsobu dokumentování.

Je třeba prokázat, že při zpracování a validaci předpisů byly použity výsledky specifických analýz očekávaných provozních událostí a relevantních havarijních podmínek a že byly uváženy principy inženýrské psychologie a lidského faktoru.

Je vhodné uvést přehled nejvýznamnějších validací s odkazy na další podpůrné dokumenty.

13.5 Hodnocení ukazatelů bezpečnosti provozu

V této podkapitole je uvedeno, jakým způsobem se sledují významné parametry provozu JE důležité z hlediska zajištění JB a jak se tyto parametry vyhodnocují a sledují jejich trendy v delším časovém horizontu. Uvedené informace prokazují dobrou znalost stavu a schopnosti JE a jeho personálu a vývoji stavu a schopnosti v čase.

Očekává se uvedení sledovaných a vyhodnocovaných oblastí provozních ukazatelů minimálně v rozsahu:

- události,
- provoz bezpečnostních systémů,
- těsnost bariér,
- radiační ochrana.

Rovněž by mělo být uvedeno, prostřednictvím jakého nástroje jsou provozně bezpečnostní ukazatele shromažďovány, jak jsou zobrazovány, strukturovány a komentovány.

Upřesnění požadavků na hodnocení ukazatelů bezpečnosti provozu je uvedeno v bezpečnostním návodu SÚJB [38].

13.6 Posuzování bezpečnosti provozu JE

13.6.1 Cíl a způsoby posuzování

V této podkapitole BZ jsou popsány stanovené cíle a způsoby posuzování bezpečnosti provozu JE. Posuzování je součástí jakéhokoliv procesu hodnocení bezpečnosti a je široce aplikovatelné téměř ve všech aspektech na činnosti umístování, projektování, výstavbu, uvádění do provozu a provoz JZ.

Činnosti související s posuzováním jsou prováděny následujícími způsoby posuzování, jako je:

- **vlastní hodnocení** – jím se rozumí systematická a plánovaná aktivita uskutečňovaná garanty procesu a jejímž cílem je vyhodnotit účinnost (efektivitu) hodnoceného procesu a na základě jeho výsledků navrhnout účinná nápravná opatření a
- **nezávislé posuzování** (ověřování a hodnocení) – jímž se rozumí činnost, kterou provádí zejména nezávislý kvalifikovaný pracovník nebo organizační útvar pověřený prověřováním a posuzováním přiměřeného a dostačujícího provádění prací, včetně procesů důležitých z hlediska JB a RO a změn v těchto procesech, s důrazem na kvalitu položek a také na účinnost veškeré dokumentace, která je využívána k řízení procesů a činností (viz § 14 vyhlášky č. 408/2016 Sb.).

13.6.2 Soubor ukazatelů a odstupňovaný přístup

V této podkapitole BZ je stručně popsán soubor hlavních a dílčích ukazatelů, které jsou používány při posuzování účinnosti systému řízení v souvislosti s provozem JZ. Zejména zda je organizační a provozní chování uspokojivé a vede k plánovaným výsledkům, a to se zvláštním důrazem na bezpečnost JZ. Je popsáno, zda a jak často jsou údaje ukazatelů monitorovány, aby se zjistily a vyhodnotily možné změny ve všech oblastech včetně trendů provozního chování zařízení v JE.

V podkapitole BZ by je současně uveden postup rozhodování o tom, do jaké míry jsou v JE aplikovány požadavky systému řízení, včetně zajišťování kvality. Dále zda je základním hlediskem JB a zda je v této souvislosti uplatňován odstupňovaný přístup.

13.7 Zabezpečení

Otázky zabezpečení (fyzické ochrany) jsou řešeny samostatně v souladu se zákonem č. 412/2005 Sb., o utajovaných informacích a bezpečnostní způsobilosti, dokumentace zabezpečení se nezveřejňuje.

V této podkapitole je uveden pouze základní popis zajištění zabezpečení JZ, vymezení prostorů z hlediska zabezpečení a základní administrativní a technická opatření, s tím, že detailně je problematika diskutována v utajované dokumentaci zajištění zabezpečení.

14 Systém přípravy a provádění programů kontrol a zkoušek při výstavbě, uvádění do provozu a během provozu jaderného zařízení

14.0 Úvod

DP by měl před zahájením provozu prokázat, že JE bude způsobilá pro provoz, tj. popsat testování určené k ověření souladu stavu technologie JE s projektem.

V této kapitole BZ je uveden postup, který DP přijal k prokázání této způsobilosti, resp. popsán řádně naplánovaný, řízený a kontrolovaný a řádně zdokumentovaný program uvádění JE do provozu. Je zde třeba demonstrovat propojení programu uvádění do provozu se zdůvodněním bezpečnosti JE. Program uvádění do provozu by měl mimo jiné potvrdit, že jednotlivé části JE budou pracovat podle svých specifikací a že všechny bezpečnostní systémy zajistí spolehlivé plnění svých projektem daných bezpečnostních funkcí. Součástí programu má být rovněž maximálně možná validace provozních předpisů, kterou je třeba provádět s účastí budoucího provozního personálu.

Jsou zde také uvedeny podrobné údaje o organizaci uvádějící JE do provozu a o příslušných rozhraních mezi organizacemi zúčastněnými při projektování, výstavbě a provozu během období uvádění do provozu, jež by měly zahrnovat případná opatření pro dodatečný personál a jeho interakce s organizací pro uvádění do provozu. Rovněž by mělo být prokázáno, že do procesu uvádění do provozu bude přímo zapojen dostatečný počet kvalifikovaného provozního personálu všech úrovní.

Je uveden podrobný popis procesů zavedených pro vypracování a schvalování programů zkoušek, pro kontrolu provádění zkoušek a pro hodnocení a schválení výsledků zkoušek. To by mělo zahrnovat postup, který má být použit v případě, že první výsledky zkoušek nebudou zcela splňovat projektové požadavky.

Dále jsou v této kapitole diskutovány nejdůležitější programy zkoušek a kontrol zařízení JE, prováděných během jejího provozování.

Informace v této kapitole, které by měla obsahovat PrBZ a které se zároveň vztahují k etapě před prvním uvedením JZ do provozu, mohou být zpracovány formou odkazu na příslušné kapitoly v PBZ, resp. PrBZ.

14.1 Specifické informace, které mají být do BZ zahrnuty před výstavbou

Specifické informace, které mají být v BZ uvedeny již před započítáním výstavby JE, zahrnují:

- Popis hlavních fází programu zkoušek a celkových cílů zkoušek s obecnými předpoklady pro každou z těchto fází, včetně příslušných kritérií úspěšnosti,
- Souhrnný popis předprovozních a/nebo spouštěcích zkoušek plánovaných pro každý základní konstrukční prvek, který je jedinečný nebo první svého druhu, včetně zkušební metody a cílů zkoušek, včetně příslušných kritérií úspěšnosti,

- Plány žadatele pro využití příslušných vyhlášek a návodů dozoru při vývoji a realizaci programu zkoušek,
- Plány žadatele pro využití dostupných provozních zkušeností s cílem stanovit, které aspekty mají být zdůrazněny v programu zkoušek,
- Souhrnný popis celkového harmonogramu vzhledem k předpokládanému termínu závázky JP, pro vývoj a realizaci hlavních fází programu zkoušek,
- Plány žadatele týkající se zkušebnímu používání provozních a havarijních předpisů JE během období zkoušek,
- Obecné plány žadatele na přidělení dodatečného personálu na doplnění provozního a technického personálu JE během každé hlavní fáze programu zkoušek.

14.2 Specifické informace, které mají být do BZ zahrnuty před uvedením do provozu

Specifické informace, které jsou do BZ zahrnuty před uvedením JE do provozu, by měly zahrnovat následující aktualizované položky:

- Popis hlavních fází programu zkoušek a specifických cílů, kterých má být pro každou z těchto fází dosaženo, včetně příslušných kritérií úspěšnosti,
- Popis organizačních složek žadatele a případných spolupracujících organizací nebo dalšího personálu (včetně požadavku na jejich odborné vzdělání), který bude řídit, dozorovat nebo vykonávat jednotlivé fáze programu zkoušek,
- Popis systému, který bude používán pro vypracování, kontrolu a schvalování postupů jednotlivých zkoušek, včetně zapojených organizačních složek nebo personálu a jejich odpovědností,
- Popis administrativních kroků, které budou řídit provádění každé hlavní fáze programů zkoušek,
- Opatření, která se mají zavést pro kontrolu, hodnocení a schválení výsledků zkoušek pro každou hlavní fázi programu,
- Požadavky žadatele týkající se dispozice zkušebních postupů a údajů ze zkoušek po ukončení programu zkoušek,
- Seznam všech relevantních návodů dozorného orgánu platných pro programy zkoušek, nebo popis použitelných alternativních metod spolu s odůvodněním jejich použití,
- Informace o využití dostupných zkušeností z provozu reaktoru při vytváření programu zkoušek, včetně identifikace organizací participujících v programu, jejich rolí v programu a souhrnného popisu jejich kvalifikací,
- Harmonogram pro vytvoření provozních předpisů i popis způsobu a rozsahu použití a testování provozních a havarijních předpisů během programu zkoušek,
- Popis předpisů pro první závazku JP a dosažení kritického stavu, včetně bezpečnostních a preventivních opatření, jež mají být zavedena pro zajištění bezpečnosti,
- Harmonogram, vztahující se k termínu závázky paliva, pro provádění každé hlavní fáze programu zkoušek,
- Krátký popis všech zkoušek, včetně příslušných kritérií úspěšnosti, které budou prováděny během programu zkoušek; důraz je třeba klást na systémové a projekční charakteristiky, které:

- jsou důležité pro bezpečné odstavení a dochlazení za normálních a abnormálních podmínek,
- jsou důležité pro potvrzení stanovení shody s LaP pro bezpečný provoz, a
- jsou důležité pro zabránění nebo pro omezení nebo zmírnění následků očekávaných přechodových procesů a postulovaných havárií.

14.3 Informace o programech zkoušek prováděných v odstávkách na výměnu JP

Podkapitola by měla diskutovat obsah a strukturu těchto programů, v zásadě dle relevantních ustanovení 14.2.

14.4 Informace o programech zkoušek prováděných po realizaci změn projektu

Podkapitola popisuje obsah a strukturu programů zkoušek prováděných po realizaci změn projektu, v zásadě dle relevantních ustanovení 14.2.

Výsledky zkoušek prováděných během uvádění do provozu by měly být do BZ případně zapracovány formou dodatků.

14.5 Informace o programu provozních zkoušek a kontrol

Podkapitola objasňuje účel, rozsah a strukturu programů provozních zkoušek a kontrol, potvrzuje jejich úplnost a popisuje způsob hodnocení jejich výstupů.

14.6 Informace o speciálních programech zkoušek SKK, zařazených mezi VZ

V podkapitole jsou shrnuty informace o existenci a potřebnosti případných speciálních programů.

15 Bezpečnostní analýzy událostí abnormálního provozu a základních projektových nehod

Tato kapitola obsahuje průkaz odolnosti JE proti událostem abnormálního provozu a základním projektovým nehodám. Průkaz je proveden vyhodnocením odezvy JE na vybranou skupinu postulovaných iniciačních událostí abnormálního provozu a základních projektových nehod (dále jen PIU) za předpokladu zásahu bezpečnostních systémů, tedy pouze systémů, které jsou určeny pro zvládnutí základních projektových nehod. Průkazem se rozumí výpočet potvrzující plnění zvolených kritérií přijatelnosti pro PIU. Základní požadavky na analýzy jsou stanoveny AtZ, vyhláškou č. 329/2017 Sb., o požadavcích na projekt, případně dalšími relevantními vyhláškami a doporučeními uvedenými v bezpečnostních návodech vydávaných SÚJB, jako je [60] a v mezinárodně uznávaných dokumentech, jako jsou [47], [30] a [61].

15.0 Úvod

Tato podkapitola je úvodem kapitoly o bezpečnostních analýzách PIU a obsahuje popis cílů a přístupů k hodnocení. Text shrnuje náplň základních požadavků na bezpečnostní analýzy, uvedené v této kapitole a obsahuje reference na zdroje těchto požadavků. Je zde uveden popis rozsahu analýz a přístupy, použité při jejich provádění, a to jednotlivě pro odpovídající stavy elektrárny a skupiny hodnocených PIU. Všechny analýzy prezentované v kapitole 15 jsou deterministické a základní použitý přístup k analýzám je konzervativní přístup (za konzervativní přístup se považuje i použití metody nejlepšího odhadu s vyhodnocením vlivu neurčitostí).

Vzhledem k velké komplexnosti kapitoly je vhodné popsat strukturu celé kapitoly v této podkapitole.

15.0.1 Soubor vstupních dat, použitých pro bezpečnostní analýzy

Soubor vstupních dat zahrnuje geometrické, materiálové a neutronově-fyzikální parametry JZ, údaje o bezpečnostních systémech zajišťující zvládnutí základních projektových nehod, o projektem stanovených provozních a mezních parametrech zařízení a parametrech médií v analyzovaných systémech, o nastavení mezí pro spouštění bezpečnostních funkcí těchto systémů (dle LaP), jejichž činností má být dosaženo splnění kritérií přijatelnosti a údaje o dalších SKK, které mají vliv na průběh a výsledky analýzy. Vstupní údaje jsou v souladu s projektem a analýzami, prováděnými v rámci ostatních kapitol BZ a musí umožňovat ověření a reprodukovatelnost výsledků analýz. Soubor vstupních dat může být obsažen v příloze BZ a v této podkapitole může být pouze odkázán, respektive zde mohou být uvedena použitá upřesnění a další informace, která nejsou obsažena v příloze BZ.

15.0.2 Kritéria přijatelnosti

Tato podkapitola popisuje, jak bezpečnostní analýza prokazuje naplnění bezpečnostních cílů a požadavků na ochranu jednotlivých fyzických bariér v souladu s principy DiD. Pro jednotlivé kategorie PIU je pomocí bezpečnostních analýz proveden průkaz plnění stanovených kritérií přijatelnosti. Jedná se o technická kritéria kvantitativního charakteru stanovená projektantem na základě znalostí projektu a možností metod použitých pro provádění bezpečnostních analýz (mimo kritérií přijatelnosti pro radiační následky PIU, která jsou stanovena SÚJB na základě požadavků jaderné legislativy). Kritéria přijatelnosti zohledňují bezpečnostní závažnost jednotlivých kategorií PIU, četnosti jejich výskytu a počáteční stav JE (provoz na maximálním výkonu, sníženém výkonu, odstavený stav apod.) nebo BSVP.

V této podkapitole BZ je zdůvodněna a zdokumentována volba kritérií přijatelnosti. Rozsah a podmínky použitelnosti každého kritéria přijatelnosti je třeba jasně určit (např. závislost na vyhoření JP, použití specifické korelace nebo jiné metodiky, použité pro prokázání splnění kritérií apod.). Pro hodnocení PIU z hlediska krizových podmínek přestupu tepla je použita vhodná a dostatečně experimentálně ověřená korelace.

Hodnoty aplikovaných kritérií přijatelnosti by měly být podloženy dostatečným experimentálním ověřením, případně doporučeními mezinárodních organizací (IAEA, OECD NEA apod.) a akceptovány na základě předložené dokumentace stanoviskem SÚJB.

Vždy by měla být stanovena hodnota nepřekročitelného bezpečnostního limitu pro ochranu odpovídající fyzické bariéry a hodnota příslušného kritéria přijatelnosti tak, aby byla známa minimální rezerva.

15.0.3 Výběr PIU

V této podkapitole jsou popsány metody používané pro stanovení seznamu PIU. Seznam je stanoven na základě technického úsudku a za použití deterministických a pravděpodobnostních analytických metod a dobré praxe v souladu s doporučeními mezinárodně uznávaných organizací (IAEA, OECD NEA, ANSI apod.). Při identifikaci PIU jsou uváženy i iniciační události, vzniklé v důsledku neúmyslné lidské chyby. Použitá metoda demonstruje a zajišťuje systematičnost výběru a komplexnost stanovení seznamu PIU.

15.0.4 Kategorizace a seskupení PIU

PIU jsou kategorizovány podle jejich předpokládané četnosti výskytu (v souladu s § 22 odst. 4 vyhlášky č. 329/2017 Sb.) do následujících kategorií:

- události s vysokou četností výskytu – události abnormálního provozu (kategorie II podle [50])
- události se střední četností výskytu – základní projektové nehody (kategorie III podle [50])
- události s nízkou četností výskytu – základní projektové nehody (kategorie IV podle [50])

PIU dále mohou být seskupeny podle jejich charakteristických znaků za účelem:

- zdůvodnění zvoleného seznamu uvažovaných událostí včetně vyhodnocení jeho úplnosti a komplexnosti;
- umožnění omezení počtu analyzovaných PIU použitím obálkových případů;

- použití specifických kritérií přijatelnosti vhodných pro konkrétní skupinu PIU (např. analýzy PIU s vnosem reaktivity).

Principy seskupení PIU jsou popsány a zdůvodněny. Doporučený je následující seznam skupin PIU:

- zvýšení odvodu tepla sekundárním okruhem,
- snížení odvodu tepla sekundárním okruhem,
- snížení průtoku v systému chladiva reaktoru,
- anomálie v rozdělení výkonu a reaktivity,
- zvýšení množství chladiva v reaktoru,
- snížení množství chladiva v reaktoru,
- úniky radioaktivních látek ze subsystémů nebo komponent,
- analýzy iniciačních událostí v odstaveném stavu reaktoru,
- analýzy událostí abnormálního provozu a základních projektových nehod v BSVP,
- analýzy termohydraulické odezvy ochranné obálky na PIU.

Pokud je provedena obálková analýza pro určitou skupinu PIU, pak je součástí hodnocení i ohodnocení konzervativnosti zvolené obálkové PIU z hlediska prokázání plnění všech relevantních kritérií přijatelnosti.

Uvažovány a kategorizovány jsou i kombinace PIU, které svojí četností výskytu spadají mezi události abnormálního provozu nebo základní projektové nehody. Analýza kombinace událostí může být využita také jako obálková pro jednotlivé události, pokud je kombinace konzervativní z hlediska prokázání plnění všech relevantních kritérií přijatelnosti.

15.0.5 Programy, modely a postupy, použité pro analýzu

Tato podkapitola obsahuje popis použitých výpočtových programů pro bezpečnostní analýzy událostí abnormálního provozu a základních projektových nehod.

Jsou popsány všechny modely a výpočetní kódy, používané pro analýzy, s odkazem na jejich průvodní dokumentaci, přičemž by měla být identifikována a zdůvodněna důležitá aplikovaná zjednodušení.

Jsou uvedeny výsledky procesů verifikace a validace výpočetních programů, včetně ověření modelu JE, s odkazem na podrobnější tematické zprávy. Důraz je při tom kladen na zdůvodnění jejich použitelnosti pro konkrétní procesy. Pro validaci programů by měly být využity příslušné podpůrné experimenty nebo skutečné provozní údaje z relevantních JE.

Tato podkapitola obsahuje popis způsobu, jak byl zajištěn konzervatismus v bezpečnostní analýze včetně souboru omezujících předpokladů pro bezpečnostní analýzy, používaného při deterministických bezpečnostních analýzách, prováděných pro různé typy PIU.

Dále jsou zde shrnuty výpočtové metody a modely, které byly použity pro určení radiačních následků PIU. Schéma modelu pro výpočet úniku radioaktivních látek z ochranné obálky i dávek reprezentativní osoby by mělo být přiloženo jako součást kapitoly 15. Zároveň je uveden vysvětlující komentář k modelu, identifikace časově závislých charakteristik a ohodnocení neurčitostí.

Popsány jsou také všechny obecné postupy pro analýzu (např. způsob výběru provozních stavů systémů a/nebo podpůrných systémů, konzervativních časových zpoždění odezvy a

zásahů obsluhy) používané při určování metod a modelů tak, aby byla demonstrována jejich přijatelnost.

15.0.6 Charakteristiky bloku a nastavení bezpečnostních systémů a ochran

Tato podkapitola obsahuje souhrn hodnot nejvýznamnějších parametrů JE, které jsou v bezpečnostních rozborech uvažovány. U těchto parametrů, jejichž hodnota se mění s vyhořením JP nebo při jeho výměně, je specifikován rozsah změny těchto hodnot. Zároveň je uvedeno dovolené provozní pásmo (dovolené fluktuace daných parametrů a odpovídající nejistoty) parametrů reaktorového systému. Při provádění analýz je nutné použít nejnepříznivější podmínky a hodnoty v tomto provozním pásmu parametrů.

Je uveden seznam hodnot nastavení signálů pro provedení všech funkcí ochranných systémů, které se v bezpečnostních rozborech uvažují. Nejistoty spojené s realizací každé ochranné funkce jsou specifikovány spolu s uvedením očekávaných maximálních hodnot zpoždění. Pokud nejsou informace souhrnně uvedeny v podkapitole 15.0, je zde uveden odkaz na umístění informací.

15.0.7 Hodnocení PIU

V následujícím textu je uvedena struktura a rozsah informací, který bude obsažen v textu popisu jednotlivých analýz v podkapitolách 15.1 až 15.8.

Identifikace příčin, frekvence výskytu a popis PIU

Text hodnocení každé PIU obsahuje popis podmínek, vedoucích k výskytu dané iniciační události. Je uvedena předpokládaná četnost výskytu PIU a zařazení PIU do kategorie podle četnosti výskytu (kategorie uvedené v 15.0.5).

Použitá kritéria přijatelnosti

Metoda analýzy a použité výpočetní modely a programy

Je proveden rozbor použitých matematických modelů, včetně všech zjednodušení nebo odhadů, zavedených při zpracování analýz. Pokud je použit model nebo metody, detailně popsané v podkapitole 15.0.6, je zde uveden odkaz.

Dále je uvedeno, jaké výpočetní programy nebo jejich kombinace byly použity. Pokud je to relevantní, jsou zde uvedeny specifické podrobnosti pro konkrétní PIU nad rámec informací uvedených v podkapitole 15.0.

Použití vstupní předpoklady, vstupní hodnoty analýz a okrajové podmínky

Jsou jasně specifikovány vstupní parametry a počáteční podmínky analýzy včetně zdůvodnění jejich volby. Pokud byly použity hodnoty prezentované v jiné části BZ, je uveden odkaz na tyto hodnoty (např. do přílohy BZ nebo podkapitoly 15.0). Parametry a počáteční podmínky analýzy jsou ve vhodném rozsahu konzervativní s ohledem na hodnocená kritéria přijatelnosti. Konkrétní hodnoty se mohou lišit pro jednotlivá kritéria přijatelnosti, pokud je

pro odlišná kritéria přijatelnosti konzervativní jiná volba hodnot vstupních parametrů. Takový případ je detailně popsán v hodnocení výsledků analýzy včetně výsledků provedených citlivostních analýz.

U každé PIU je proveden rozbor rozsahů, ve kterých se při běžném provozu JE předpokládá funkční působení systémů instrumentace a řízení, a ve kterém se předpokládá funkční působení systémů ochrany reaktoru a navazujících systémů JE.

Průběh události a výsledky analýzy

V této podkapitole je uvedena posloupnost dílčích událostí pro časový úsek od zahájení přechodového procesu do dosažení stabilizovaného podkritického stavu a následně bezpečného stavu JE. V časovém měřítku jsou uvedeny všechny významné zásahy a činnosti systémů a obsluhy (např. vznik signálu pro odstavení reaktoru, dosažení tlaku chladiva odpovídající hodnotě nastavení pojišťovacích ventilů, plné otevření pojišťovacích ventilů, vydání signálu pro činnost oddělovacích armatur ochranné obálky, vydání signálu k náběhu čerpadel, náběh čerpadel...). Zároveň jsou zdůvodněny všechny zásahy, které musí provést obsluha.

Dále jsou v této podkapitole detailně popsány výsledky provedených analýz. Nejdůležitější parametry JE jsou uvedeny v závislosti na čase, a to pro časový úsek od zahájení přechodového procesu do dosažení stabilizovaného podkritického stavu a následně bezpečného stavu JE a do převzetí zajištění základních bezpečnostních funkcí systému, které nejsou bezpečnostními systémy. Při prezentaci výsledků jsou uvedeny minimálně následující parametry (pokud jsou relevantní):

- neutronový výkon,
- tepelný výkon,
- střední a maximální hodnota tepelných toků,
- tlak v systému reaktorového chladiva,
- minimální rezerva do vzniku krize přestupu tepla,
- parametry chladiva – vstupní teplota, střední teplota v AZ, střední teplota na výstupu z horkého kolektoru,
- teploty JP – maximální teplota palivové tablety, maximální teplota povlaku palivových elementů,
- tlak v I.O,
- množství vody v systému chladiva reaktoru – celkové množství a/nebo hladiny chladiva v různých místech systému chladiva reaktoru,
- parametry II.O – průtok páry, tlak a teplota páry, průtok napájecí vody, teplota napájecí vody, množství vody v PG,
- průtoky v systému havarijního chlazení reaktoru,
- průtok přes odlehčovací nebo pojistné ventily,
- parametry uvnitř ochranné obálky a parametry systémů ochranné obálky.

Dále je vyhodnoceno plnění všech kritérií přijatelnosti relevantních pro konkrétní PIU a tím je prokázána dostatečná ochrana fyzických bariér pro úroveň DiD zajišťující zvládnutí základních projektových nehod.

Jsou shrnuty všechny předpoklady, parametry a výpočtové metody, které byly použity při určení radiačních následků PIU. Je vyhodnoceno plnění kritérií přijatelnosti pro radiační

následky PIU na hranici ochranného pásma JE odpovídající časové závislosti velikosti úniku radioaktivních látek z ochranné obálky. U těch částí analýz radiačních následků PIU, které se objevují ve stejné podobě při hodnocení následků různých PIU, je možné v tomto odstavci uvést pouze jejich souhrn a odkaz do textu BZ, kde je prezentována detailní analýza.

Je možné prokázat plnění kritérií přijatelnosti pro radiační následky skupiny PIU obálkovou analýzou. Pro PIU ze skupiny, pro kterou je tato varianta využita, musí být jednoznačně, za použití stejných nebo konzervativnějších podmínek, prokázáno, že došlo k menšímu poškození JP a obecně k menšímu úniku radionuklidů, než v obálkové analýze.

Jsou předloženy dostatečně podrobné informace, které umožní provést nezávislé ověření výsledků analýzy nezávislými výpočty.

15.1 Zvýšení odvodu tepla sekundárním okruhem

Reprezentativní PIU, které jsou analyzovány v této podkapitole BZ:

- chybné funkce systému napájecí vody, které vedou ke snížení teploty napájecí vody,
- chybné funkce systému napájecí vody, které vedou ke zvětšení průtoku napájecí vody,
- chybná funkce regulátoru tlaku páry nebo poruchy vedoucí ke zvětšení průtoku páry,
- neúmyslné otevření prepouštěcích nebo pojišťovacích ventilů PG,
- spektrum porušení parovodů uvnitř a vně ochranné obálky.

Podkapitola obsahuje informace detailně popsané v podkapitole 15.0.7.

15.2 Snížení odvodu tepla sekundárním okruhem

Reprezentativní PIU, které jsou analyzovány v této podkapitole BZ:

- chybná funkce regulátoru tlaku páry nebo poruchy vedoucí ke snížení průtoku páry,
- ztráta vnějšího elektrického zatížení,
- výpadek turbíny (uzavření uzavíracích ventilů),
- neřízené uzavření oddělovacích armatur na hlavních parovodech (pokud je relevantní),
- ztráta podtlaku (vakua) v kondenzátoru,
- ztráta pracovních a rezervních zdrojů elektrického napájení,
- ztráta normálního napájení PG vodou,
- prasknutí potrubí napájecí vody.

Podkapitola obsahuje informace detailně popsané v podkapitole 15.0.7.

15.3 Snížení průtoku chladiva primárním okruhem

Reprezentativní PIU, které jsou analyzovány v této podkapitole BZ:

- výpadek jednoho nebo více HCČ (současný, postupný),
- úplná ztráta nuceného průtoku chladiva reaktorem,
- zadření rotoru HCČ,
- prasknutí hřídele HCČ,

- uzavření hlavní uzavírací armatury (pokud je relevantní),
- snížení průtoku chladiva palivovým souborem (pokud je relevantní).

Podkapitola obsahuje informace detailně popsané v podkapitole 15.0.7.

15.4 Anomálie reaktivity a distribuce výkonu

Reprezentativní PIU, které jsou analyzovány v této podkapitole BZ:

- neřízené vysouvání regulačních kazet nebo skupiny regulačních svazků z AZ v podkritickém stavu nebo na malých výkonových hladinách,
- neřízené vysouvání regulačních kazet nebo skupiny regulačních svazků z AZ při určitých výkonových hladinách,
- chybná činnost řídicích orgánů,
- nesprávné připojení odstavené smyčky primárního okruhu,
- chybná funkce systému normálního doplňování a bórové regulace, která vede ke snížení koncentrace kyseliny borité v chladivu primárního okruhu,
- neúmyslné zavezení a provoz palivového souboru v nesprávné pozici,
- spektrum nehod s vystřelením řídicích orgánů,

Podkapitola obsahuje informace detailně popsané v podkapitole 15.0.

15.5 Zvýšení množství chladiva reaktoru

Reprezentativní PIU, které jsou analyzovány v této kapitole BZ:

- neúmyslné uvedení do činnosti systému havarijního chlazení AZ při provozu na výkonu,
- chybné funkce systému normálního doplňování, bórové regulace nebo chybné zásahy operátora, které vedou ke zvětšení množství chladiva reaktoru v primárním okruhu.

Kapitola obsahuje informace detailně popsané v podkapitole 15.0.7.

15.6 Snížení množství chladiva reaktoru

Reprezentativní PIU, které jsou analyzovány v této podkapitole BZ, jsou:

- neúmyslné otevření pojišťovacích nebo odlehčovacích ventilů kompenzátoru objemu,
- prasknutí trubek instrumentace nebo jiných potrubí, které jsou připojeny k tlakové hranici chladiva reaktoru a které procházejí stěnami ochranné obálky,
- prasknutí trubky nebo svazku trubek PG,
- porušení těsnosti na vnitřní straně PG,
- události se ztrátou chladiva (LOCA) v důsledku spektra postulovaných velikostí prasknutí potrubí I.O chlazení reaktoru.

Podkapitola obsahuje informace detailně popsané v podkapitole 15.0.7.

15.7 Úniky radioaktivních látek ze subsystémů nebo komponent

Reprezentativní PIU, které jsou analyzovány v této podkapitole BZ, jsou:

- netěsnosti nebo poruchy integrity v systému radioaktivních plyných odpadů,
- netěsnosti nebo poruchy integrity v systému radioaktivních kapalných odpadů,
- postulované úniky radioaktivních látek v důsledku porušení nádrží kapalných medií,
- základní projektové nehody při manipulaci s JP uvnitř ochranné obálky v budovách skladování použitého JP,
- havárie spojené s pádem kontejnerů s použitým JP.

Podkapitola obsahuje informace detailně popsané v podkapitole 15.0.7.

15.8 Analýzy iniciačních událostí v odstaveném stavu reaktoru

Reprezentativní PIU, které jsou analyzovány v této podkapitole BZ, jsou specifické pro každý blok a představují zejména:

- ředění bóru v důsledku doplňování vody o koncentraci H_3BO_3 nižší, než je aktuální hodnota odstavné koncentrace při praní filtrů I.O v odstávce (odstavený stav v souladu s LaP JZ a odpovídající parametry),
- nesprávné připojení nepracující smyčky v odstávce ((odstavený stav v souladu s LaP JZ a odpovídající parametry),
- ztráta přirozené cirkulace z důvodu poddrenážování v odstávce (odstavený stav v souladu s LaP JZ a odpovídající parametry),
- neúmyslné zapnutí elektrického ohříváku kompenzátoru objemu v odstaveném stavu za snížené teploty chladiva I.O,
- přidání energie od neúmyslného startu HCČ do zcela zaplněného I.O při PTZ v odstaveném stavu za snížené teploty chladiva I.O,
- ztráta odvodu tepla z důvodu ztráty proudění v II.O (pokud je relevantní),
- průnik nekondenzovatelných plynů do I.O,
- ztráta odvodu zbytkového tepla v důsledku ztráty elektrického napájení ÚZNVS v odstaveném stavu za snížené teploty chladiva I.O,
- neplánované zapnutí čerpadel systému havarijního doplňování v odstaveném stavu za snížené teploty chladiva I.O,

Podkapitola obsahuje specifické informace, odpovídající přístupu, uvedenému v podkapitole 15.0.7.

15.9 Analýzy událostí abnormálního provozu a základních projektových nehod v BSVP

Reprezentativní PIU, které jsou analyzovány v této podkapitole BZ, jsou minimálně:

- spektrum poruch systému chlazení BSVP,
- postulovaná ztráta chladiva BSVP.

Podkapitola obsahuje informace detailně popsané v podkapitole 15.0.7.

15.10 Analýzy termohydraulické odezvy ochranné obálky na projektové události

Reprezentativní PIU, které jsou analyzovány v této podkapitole BZ, jsou minimálně:

- odezva ochranné obálky na událost „spektrum porušení parovodů uvnitř ochranné obálky,“
- odezva ochranné obálky na události se ztrátou chladiva (LOCA) v důsledku spektra postulovaných velikostí prasknutí potrubí I.O chlazení reaktoru.

Podkapitola obsahuje informace detailně popsané v podkapitole 15.0.7.

16 Limity a podmínky

16.0 Úvod

Tato kapitola udává soubor požadavků pro SKK, činnosti a organizační opatření, při jejichž plnění je provoz JZ považován za bezpečný a je zajištěna JB.

LaP tvoří důležitou část podkladů pro bezpečný provoz JE. LaP lze vypracovat buď jako samostatný dokument, na který se tato kapitola BZ odkazuje, nebo je možné je předložit jako jeho součást BZ.

LaP musí obsahovat:

- bezpečnostní limity,
- nastavení ochranných systémů,
- limitní podmínky,
- kontrolní požadavky,
- organizační opatření a
- zdůvodnění LaP.

Následující text návodu k podkapitolám 16.1 až 16.4 odpovídá prvnímu případu, kdy LaP tvoří samostatný dokument, na který se BZ odkazuje a nemusí být v BZ (včetně kapitol 16.1 až 16.4) uváděny vlastní mezní hodnoty parametrů, konkrétní požadavky na provozuschopnost apod. pokud jsou již uvedeny v LaP.

16.1 Použití

Tato podkapitola obecně popisuje, v návaznosti na platnou legislativu a v ní uvedené požadavky, postup pro vypracování LaP, jejich rozsah a způsob použití. Detailní popis použití je obsahem samostatného dokumentu LaP.

Dále je zde potvrzeno, že:

- Dodržování LaP je dostatečné k zajištění, že provoz JE nebude představovat nepřijatelné riziko pro zdraví a bezpečnost pracovníků nebo veřejnosti a že provoz bude za všech okolností v rámci bezpečného provozního režimu.
- LaP pokrývají všechny provozní stavy obsažené v projektových východiscích JE.
- V LaP jsou specifikovány limity, pravidla a podmínky důležité z hlediska JB a RO, zásahy požadované při jejich narušení a kontroly jejich plnění; jejich detailní zdůvodnění může být předmětem dalšího dokumentu.
- V LaP je uváděn soubor požadavků, které jsou v souladu s bezpečnostními analýzami a při jejichž plnění je výkon činností požadovaný za bezpečný.

16.2 Bezpečnostní limity a setpointy ochranných funkcí.

V této podkapitole jsou identifikovány parametry důležité pro zajištění JB a RO, jejichž mezní hodnoty a jim odpovídající hodnoty limitních setpointů ochranných funkcí musí být uvedeny v LaP.

16.3 Limitní podmínky pro provoz, zásahy a požadavky na kontroly

V podkapitole je uvedeno, jaké jsou obecné požadavky týkající se omezení provozu JE. Detailní požadavky bezpečnostně významných parametrů JE, resp. požadavky na provozuschopnost jejich jednotlivých důležitých SKK musí být specifikovány v dokumentu LaP, a jak mají LaP identifikovat jejich dílčí přijatelná narušení, jejich přípustná trvání a předepsaná nápravná opatření, jakož i způsoby kontroly jejich plnění.

Je zde popsáno, jak jsou tyto požadavky (tj. doba provedení a frekvence) zdůvodněny (mimo jiné pomocí pravděpodobnostní bezpečnostní analýzy, viz [62]).

Konečně zde má být doloženo, že jsou jasně stanovena opatření, která budou přijata v případě, že provozní LaP nebudou splněny.

16.4 Administrativní požadavky

Zde jsou popsány obecné administrativní požadavky, které musí být zahrnuty do LaP. Detailní administrativní požadavky, např. na minimální složení směny a četnost vnitřních kontrol, a požadavky a postupy na podávání zpráv o provozních událostech dozorným orgánům, jsou součástí dokumentu LaP.

16.5 Podklady

V této podkapitole je prokázáno, že LaP byly vypracovány systematicky.

LaP musí především vycházet z bezpečnostních analýz JE, a musí zohledňovat nejistoty s nimi spojené. Opodstatnění pro každý z provozních LaP musí být doloženo uvedením důvodu pro jeho přijetí a veškerých podkladových informací.

17 Systém řízení

17.0 Úvod

Kapitola 17 obsahuje základní informace v oblasti systému řízení u DP k provozu JZ, zejména informace o koncepci systému řízení a jeho působení v jednotlivých fázích životního cyklu JZ, specifických aspektů systému řízení, hodnocení KB, posuzování účinnosti systému řízení a hodnocení systému řízení kvality SKK s vlivem na JB, včetně způsobu řízení svých dodavatelů při zajišťování kvality VZ v souladu s požadavky AtZ, jeho prováděcími předpisy a souvisejícími mezinárodními doporučeními a standardy.

V textu je možné využít odkazy na relevantní kapitoly dokumentu Program systému řízení a dále text neupřesňovat.

17.1 Koncepce systému řízení a jeho působení v jednotlivých fázích životního cyklu JZ

V této podkapitole BZ je uveden popis a koncepce systému řízení DP v souladu s požadavkem § 3 vyhlášky č. 408/2016 Sb., a jeho působení v jednotlivých etapách životního cyklu JZ s ohledem na JB, RO, TB, MRS, ZRMU a zabezpečení. Popis a koncepce systému řízení DP v etapách umístování, výstavby, prvního fyzikálního spouštění, prvního energetického spouštění, uvádění do provozu a jednotlivé etapy vyřazování z provozu JZ se doporučuje formálně oddělit zvlášť od popisu a koncepce systému řízení při provozu JZ, tzn. oddělení jednotlivých etap bude dáno typem BZ.

17.2 Specifické aspekty systému řízení

V této podkapitole BZ je uveden popis specifických aspektů systému řízení DP. Specifickými aspekty se rozumí všechny aspekty (charakteristické požadavky) uvedené v § 4 – 15 vyhlášky č. 408/2016 Sb., (vyjma § 8 a § 13 vyhlášky č. 408/2016 Sb., které jsou uvedeny v samostatných kapitolách BZ), s ohledem na JB, RO, TB, MRS, ZRMU a zabezpečení.

17.3 Hodnocení kultury bezpečnosti

V této podkapitole BZ je uveden popis pravidelného vlastního hodnocení KB DP vedoucího k jejímu neustálému zlepšování a rozvíjení včetně dokumentování výsledků hodnocení a přijatých opatření v souladu s požadavkem § 13 odst. 2 až 4 vyhlášky č. 408/2016 Sb., s ohledem na JB, RO, TB, MRS, ZRMU a zabezpečení.

17.4 Posuzování účinnosti systému řízení

V této podkapitole BZ je popsán způsob posuzování účinnosti systému řízení DP. Popis odpovídá požadavku § 8 vyhlášky č. 408/2016 Sb., s ohledem na JB, RO, TB, MRS, ZRMU a zabezpečení.

17.5 Hodnocení systému řízení kvality SKK s vlivem na JB

Tato podkapitola popisuje způsob řízení kvality SKK včetně VZ v procesech navrhování, výroby a montáže, uvádění do provozu a provozu a jeho hodnocení. Způsob řízení kvality VZ v těchto procesech je popsán tak, aby VZ byla schopna plnit bezpečnostní funkce a řízení jejich kvality bylo dokumentováno záznamy odpovídajícími jejich zařazení do BT 1, 2 a 3.

V podkapitole je potvrzeno, že způsob a rozsah řízení kvality VZ vychází z požadavků na procesy a činnosti a jejich výstupy, stanovenými v dokumentu předkladatele BZ „Program systému řízení“ a v jeho navazující dokumentaci, a je v souladu s požadavky dokumentů pro řízení kvality VZ vydávaných dodavateli.

Splněním požadavků na úroveň řízení kvality VZ a technických požadavků na ně v jednotlivých etapách životního cyklu musí být dosaženo požadované úrovně TB VZ a doloženo v BZ na základě provedení zajištění shody, výsledků posouzení shody nebo prověřování shody VZ s technickými požadavky nezávislou třetí stranou (např. autorizovanou osobou, akreditovanou osobou nebo výrobcem, dovozcem, osoby provádějící montáž po výrobě, nebo osoby provádějící opravu, údržbu nebo změnu VZ) a DP.

Výchozími podklady pro zpracování BZ jsou relevantní požadavky [2], [3], [4], [5], [51].

17.5.1 Výběr dodavatelů a externí audity dodavatelů

V této podkapitole BZ jsou popsány požadavky na výběr a kvalifikaci dodavatelů výrobků nebo služeb a způsob, jak budou v rámci dohledu řízeny a sledovány dodávky výrobků nebo služeb (viz § 28 a § 30 AtZ).

Dále je zde popsáno plánování, provádění a hodnocení externích, tzv. zákaznických, auditů dodavatelů, jejichž cílem je systematicky prověřovat odbornou způsobilost a kvalifikaci stávajících i potenciálních smluvních partnerů anebo poddodavatelů bezpečnostně významných položek pro JZJE, zejména komponent typu VZ a poskytovaných služeb na VZ, v plnění požadavků na systém řízení dle AtZ a jeho vyhlášek č. 408/2016 Sb., č. 358/2016 Sb., technických předpisů a technických norem, případně specifických požadavků technických a dodacích podmínek. Je popsáno, jak je s ohledem na plnění tohoto cíle uplatňován princip odstupňovaného přístupu při prověřování dodavatelů podle jejich významu pro bezpečnost předmětu poskytovaných dodávek anebo služeb.

17.5.2 Dohled nad dodavateli a hodnocení dodavatelů

V této podkapitole je v souladu s požadavkem § 6 odst. 1 písm. d) vyhlášky č. 358/2016 Sb. popsán způsob dohledu DP nad kvalitou dodavatelských činností a jeho hodnocení v rámci:

- dohledu při projektech změn konfigurace zařízení JE, kdy se v průběhu prací provádějí kontroly dodavatele určenou osobou nebo útvarem DP,
- dohledu nad kvalitou oprav a údržby provozovaného zařízení, kdy jsou výkonné činnosti dodavatele pod dohledem odpovědných pracovníků DP, kteří vykonávají průběžné kontroly na zjištění dodržování stanovených podmínek,
- provádění odběratelské kontroly zaměřené na dodržování schválené technické dokumentace, především pak naplňování stanovených požadavků pro zajištění bezpečnosti při realizaci výroby, údržby, nebo při vstupních kontrolách dodavatele a
- nezávislé kontroly, kdy se jedná se dohled, který je realizován formou kontroly procesů a činností prováděných dodavateli, které rozhodují o bezpečnosti provozu JZ – např. formou přezkoumání, ověření a validace zvláštních procesů.

Je zde uveden způsob ověřování schopnosti dodavatele plnit požadavky na zajištění bezpečnosti, které je chápáno jako provádění plánované kontroly (dohledu) nad výkonem činností dodavatelů při plnění požadavků na JB, RO, TB, MRS, ZRMU a zabezpečení.

Dále je uveden i způsob hodnocení dodavatelů výrobků a služeb, který je nástrojem komplexního dohledu zajišťující jednotné výstupy hodnocení dodavatelů od dotčených útvarů držitele povolení v rámci údržby a oprav zařízení, investičních akcí, dodávek materiálů a náhradních dílů zejména pro VZ.

18 Inženýrská psychologie a ergonomie

18.0 Úvod

Kapitola 18 BZ popisuje, jak se aktuální poznatky z oboru lidského faktoru (HF - human factors, resp. HFE - human factors engineering jako užší oblast nasazení lidského faktoru) začleňují především do:

- programu péče o lidský faktor;
- procesu návrhu a změn na JE;
- návrhu funkcí rozhraní člověk-stroj (HMI - human-machine interface, často známo pod HSI human-system interface), formálních i neformálních postupů a výcviku;
- skutečné realizace projektu
- monitorování lidského výkonu/spolehlivostina pracovištích.

Tato kapitola prokazuje, jak se poznatky o vlastnostech a schopnostech obsluhy JE úspěšně integrují do projektu JE takovým způsobem, aby jejich výsledkem byl projekt odpovídající současnému stavu poznání v oblasti lidských faktorů a aby podporovaly úspěšné provádění požadovaných pracovních úkolů personálem JE.

Ačkoli se tato kapitola komplexně zabývá problematikou související s lidskými faktory, je doporučeno, aby tyto faktory byly adekvátně zohledněny i v dalších kapitolách BZ, např. v kapitolách relevantních pro umístění, provoz, analýzu bezpečnosti, RO atd.

Text této kapitoly byl do značné míry převzat z [32]. Protože problematika lidského faktoru v provozu JE je nadále předmětem soustředěného vývoje, a je doporučeno podle potřeby tuto kapitolu pravidelně aktualizovat, například s využitím navazujících dokumentů U.S. NRC ([33] a především [53]).

18.1 Řízení programu lidského faktoru a ergonomie (HFE program)

Cílem této podkapitoly je ukázat, že DP má tým odborníků pro program lidských faktorů a ergonomie vykazující dostatečnou odpovědnost a autoritu. Tento tým je správně zařazen do organizačního schématu JE a je dostatečně dimenzovaný a kvalifikovaný, aby ve všech fázích provozního života JE (od umístění do vyřazení z provozu) bylo zaručeno adekvátní zohlednění lidských faktorů a ergonomie.

V této podkapitole je popsán plán programu lidských faktorů včetně těchto témat:

- Obecné cíle a rozsah programu lidských faktorů.
- Odpovědný tým programu, jeho odbornost, struktura a pozice v rámci organizace DP.
- Procesy a postupy aplikace a udržování znalostí oboru lidských faktorů a ergonomie.
- Sledování problematiky lidských faktorů a aktuálního vývoje v této oblasti.

18.2 Hodnocení provozních zkušeností

Tato kapitola je logickým doplněním podkapitoly 13.3.5 Bezpečnostní zprávy.

Vzhledem k tomu, že podstatná část provozních událostí obsahuje interakce lidského prvku mezi sebou i se zařízením, je využití zkušeností odborníků z týmu odpovědného za program lidských faktorů (HFE program) při hodnocení provozních událostí žádoucí. BZ by zde měla popisovat metodiky využívané při vyšetřování událostí s příspěvkem člověka, hodnocení vlivu KB i to, jak se získané skutečnosti zpětně využijí v programu lidských faktorů.

Podkapitola také popisuje propojení programu lidských faktorů s procesy systému vnější zpětné vazby.

18.3 Analýza funkčních požadavků, rozdělení funkcí a úkolová analýza

Cílem této podkapitoly je prokázat, že DP má stanoveny všechny potřebné funkční požadavky svázané s bezpečností JE, a že přiřazení funkcí a úkolů využívá silné stránky pracovníků a nevede k negativnímu postižení případnými slabiny. Odpovídající úroveň analýzy a definování funkčních požadavků a alokace funkcí (definující ve své podstatě navrhovanou úroveň automatizace procesů probíhajících na JE) tvoří dvě rovnocenné složky naplnění tématu.

Analýza funkčních požadavků v kontextu zajištění bezpečnosti provozu spočívá v identifikaci takových funkcí, jejichž naplnění je nezbytné pro naplnění bezpečnostních cílů, tj. prevenci nebo zmírnění následků postulovaných mimořádných stavů a jiných rizik pro bezpečnost a zdraví obyvatelstva. Výsledkem analýzy je stanovení konkrétních požadavků na konkrétní provozní aktivity a dotčené zařízení, které společně vytvářejí podmínky pro pochopení a uplatnění role řízení (ať už je zajišťované lidmi nebo automatikou) při řízení procesů probíhajících na JE.

Rozsah analýzy zahrnuje analýzu požadavků na řízení JE a přidělení funkcí:

1. personálu (manuální kontrola a korekce stavu zařízení),
2. prvkům automatiky (aktivní automatická kontrola nebo pasivní, samoregulační jevy a techniky),
3. oběma zmíněným třídám objektů v kombinaci (sdílení kontroly a řízení systému mezi operátorem a automatikou a uplatnění možnosti manuálního zálohování).

18.4 Úkolová analýza

Úkolová analýza (task analysis) spočívá v identifikaci konkrétních úkolů potřebných pro provedení funkcí, které byly alokovány lidské složce řízení JE, a jejich informačních řídících a podpůrných požadavků. Cílem podkapitoly úkolové analýzy je mimo jiné dokázat, že analytické postupy DP identifikují všechny potřebné úkoly a požadavky na jednotlivé činnosti.

Úkolová analýza by měla vést k prověření toho, že požadavky na činnost obsluhy nepřesahují její schopnosti a měla by být následně využívána jako jeden ze základních vstupů pro definování obsahu procedur. Kromě toho by úkolová analýza měla poskytovat klíčové

vstupy do procesu výběru zaměstnanců, jejich výcviku a do řešení problematiky komunikace na JE.

Modifikace prostředků řízení provozu může mít za důsledek ovlivnění akcí obsluhy, již dříve označených za rizikově významné (např. na základě PSA a HRA), může dále zvýšit rizikový význam již identifikovaných akcí s měřitelnou úrovní rizika nebo může generovat zcela nové, rizikově exponované akce obsluhy. Proto by součástí úkolové analýzy měly být i činnosti spojené s údržbou, testy zařízení, kontrolními úkony a dalšími akcemi nezanedbatelnými z hlediska vlivu na riziko.

18.5 Požadavky na kvalifikaci, kompetentnost a způsobilost personálu

Otázky přidělení funkcí a získání kvalifikace zaměstnanců jsou důležitými prvky komplexního přístupu k problematice lidského faktoru již v raných fázích životního cyklu JE. Počáteční rozdělení funkcí může být vytvořeno s využitím zkušeností s již provozovanými JE podobného druhu, na základě dodatečných cílů, prvotních analýz nebo omezení definovaných dozorným orgánem. Přijatelnost dodatečných cílů (redukce počtu zaměstnanců), velmi často ekonomického zaměření, by měla být ovšem v průběhu výstavby JE a její přípravy k provozu opakovaně prověřována ve vztahu k bezpečnosti provozu. Důležitým cílem této podkapitoly je prověření existence systematického a kontinuálního přístupu k těmto otázkám, vycházejícího z širokého pochopení nároků úloh zajišťovaných personálem JE.

Podkapitola obsahuje cíle, rozsah a výsledky analýzy zaměřené na oblast kvalifikace a kompetence personálu. Rozsah analýzy pokrývá všechny podmínky a stavy v provozu JE, včetně normálních, abnormálních a havarijních stavů, údržby i testování a kontroly zařízení. Analýza by měla zahrnovat veškerý personál vykonávající činnosti přímo související s bezpečností JE. Kvalifikační požadavky obsahují alespoň název pozice, požadované vzdělání, výcvik a zkušenosti.

Provedená analýza je popsána dostatečně detailně, aby bylo možné porozumět, jak byla metodika implementována.

Ve fázi provozu JE je problematika stanovení dostatečného počtu zaměstnanců úzce spojena s úkolovou analýzou a analýzou kompetencí personálu. Předložená dokumentace má za cíl popsat rozsah a výsledky provedené analýzy zaměřené na určení dostatečných kapacit personálu pro jednotlivé pozice. Cílem je zdokumentovat, že žadatel systematickým způsobem analyzoval požadavky na minimální množství obsluhy vycházející z důkladného porozumění úkolovým požadavkům. Rozsah analýzy by měl pokrývat všechny podmínky a stavy provozu JE normálních, abnormálních, havarijních stavů, údržby i testování a kontroly zařízení. Analýza zahrnuje veškerý personál vykonávající činnosti přímo související s bezpečností JE.

18.6 Analýza spolehlivosti člověka

Analýza spolehlivosti člověka (HRA) je sofistikovaným prostředkem pro ocenění potenciálu pro vznik lidského selhání ovlivňujícího bezpečnost provozu JE. Proto se uplatňuje jako nepostradatelný element provozu JE, minimalizujícího počet chyb obsluhy a umožňujícího jejich detekci a zmírnění jejich následků. HRA by měla být procesem integrujícím aktivitu směřovanou na bezpečnostní otázky provozu JE s aktivitami zajišťujícími vývoj a aktualizaci

pravděpodobnostního hodnocení bezpečnosti JE (PSA). Při důkladném pochopení příčin a způsobů lidských selhání a ocenění jejich pravděpodobnosti může HRA poskytnout cenné impulsy pro proces tvorby provozních i havarijních předpisů, výcviku i úpravu HMI. Dále se HRA uplatní jako pomůcka pro hledání priorit pro nasměrování zdrojů určených pro řešení problémů spojených s lidským faktorem, protože její pomocí, ve spojení s PSA, je možno sofistikovaně hledat kritické havarijní scénáře a klíčové jednotlivé konkrétní akce v odezvě na jejich vznik, jako významné přispěvatele rizika při provozu JE.

Cíle této podkapitoly vycházejí z výše popsaných charakteristik HRA a jejich schopností přispět k zajištění bezpečnosti provozu JE. Hlavním cílem je tedy ukázat, že DP zohlednil s využitím výsledků HRA typické, nejpravděpodobnější a nejzávažnější mechanismy lidských selhání při návrhu technologie s přihlédnutím k aktuálním poznatkům oboru lidských faktorů pro minimalizaci potenciálu lidského selhání.

18.7 Rozhraní člověk-stroj

Cílem této podkapitoly je prokázat, že tvorba rozhraní člověk-stroj (HMI) systematicky využívá pokročilé principy ergonomie a aktuální nástroje oboru lidských faktorů a že DP odpovídajícím způsobem převedl poznatky z analýzy naplnění požadovaných funkcí komplexu člověk-zařízení a poznatky z úkolové analýzy (task analysis) do konkrétních vlastností alarmů, displejů, ovladačů a dalších elementů rozhraní člověk-stroj. Konstrukce rozhraní musí být založena na strukturované metodologii napomáhající identifikaci a výběru vhodných přístupů k pozitivnímu ovlivnění podmínek práce obsluhy JE, tvorbě detailů návrhu a testování a hodnocení jeho alternativ. Součástí tvorby rozhraní člověk-stroj musí být vývoj a užití pravidel a pokynů pro jeho fungování.

Stav rozhraní člověk-stroj musí být pro účely hodnocení dostatečně zdokumentován (schémata, nákresy, popisy systémů atd). Požadavky na HMI by měly zohledňovat zejména následující aspekty:

- požadavky na ergonomii displejů poskytujících bezpečnostně významnou informaci (monitorování kritických bezpečnostních funkcí),
- periodické testování pohotovosti bezpečnostně významných systémů,
- vhodné projevy nestandardního stavu indikací činnosti bezpečnostních systémů (např. bypass nebo nefunkčnost),
- manuální iniciaci automatických akcí zařízení při vzniku problému,
- instrumentaci pro hodnocení stavu zařízení JE a vnějších podmínek během havárie a po ní,
- zavedení, udržování a korekci set-pointů bezpečnostně významné instrumentace,
- kritéria na fungování podpory lidského rozhodování při užití zařízení bezpečnostních systémů a jeho záloh,
- HMI pro havarijní centra a štáby,
- způsob stanovení minimálního množství ovladačů, displejů a alarmů.

HMI by měl zohledňovat funkční požadavky a požadavky vyplývající z charakteru dotčených úloh do detailů návrhu rozhraní člověk-stroj systematickou aplikací obecných principů a kritérií kvalitního pojetí problematiky lidských faktorů. Změny v designu rozhraní člověk-stroj jsou podrobovány hodnocení v plném rozsahu a v souladu s pravidly uplatňovanými v této oblasti.

Toto hodnocení se soustřeďuje na vlastnosti rozhraní člověk-stroj a pracovního prostředí jako celku, které mohou ovlivnit schopnost obsluhy zajistit splnění požadovaných úloh.

18.8 Řízení pracovních postupů, předpisů a procedur

Cílem této podkapitoly je zdokumentovat, v souladu s podkapitolou 13.4, že DP reflektuje principy a kritéria programu HFE, za účelem rozvoje pracovních postupů a předpisů.

Kvalitní předpisy jsou pro bezpečný provoz JE nepostradatelné, protože řídí a podporují veškeré interakce mezi obsluhou a zařízením JE v procesech odezvy na běžné i nežádoucí stavy vznikající na JE a na mimořádné události. Vývoj předpisů reflektuje změny projektu rozhraní člověk-stroj spolu s přípravou výcviku činnosti obsluhy a s analýzou provozní historie. Tímto způsobem je zajištěn vznik progresivního (ve významu soustavně se vyvíjejícího) integrovaného komplexu optimálně propojujícího vlastnosti lidských a technologických prvků, typického vysokou mírou konzistence s očekávanými procesy na JE.

Cílem podkapitoly je prokázat, že při tvorbě procedur byly využity známé nástroje péče o lidský faktor a že proces tvorby zohlednil všechny potřebné požadavky vyplývající z designu rozhraní člověk-stroj tak, aby procedury byly technicky přesné, dostatečně obsažné a konkrétní, uživatelsky komfortní a dostatečně validované. V související řídicí dokumentaci by měly být popsány cíle a rozsah procesu vývoje předpisů. Týká se to zejména předpisů pro následující oblasti:

- obecné technické návody pro havarijní předpisy,
- provoz zařízení a systémů (včetně najíždění provozu, na výkonu i při odstávce),
- údržba a testy,
- odezva na alarmy,
- abnormální provoz a havarijní podmínky,
- návody pro zvládnutí těžkých havárií.

Zároveň jsou v této kapitole shrnuty i závazné postupy pro změny předpisů.

18.9 Program odborného výcviku

Cílem této podkapitoly je zdokumentovat, v souladu s podkapitolou 13.2, systémový přístup k rozvoji odborné kvalifikace personálu. V BZ by měly být popsány cíle a rozsah výcvikového programu DP. Je zde definován celkový rozsah výcviku včetně kategorií personálu absolvujících odborný výcvik, tj. plný rozsah pozic provozního personálu.

DP dokládá, že disponuje propracovanou politikou udržování znalostí (knowledge management) a ucelenou koncepcí pro vývoj výcvikových programů. Tyto se opírají o systematické a navzájem koordinované přístupy, zahrnující podrobnou analýzu požadavků na jednotlivá pracovní zařazení obsluhy, vyplývajících z konkrétních řešených úloh.

18.10 Ověření a validace výsledků programu lidských faktorů

Cílem této podkapitoly je zdokumentovat aktivity ověření a validace žadatele, které dokládají, že projekt JZ odpovídá principům péče o lidský a že umožňuje personálu JE úspěšně plnit své úkoly při zajišťování bezpečnosti JE i další (provozní) úkoly.

Současné úrovni poznání odpovídají požadavky na tzv. integrovanou validaci systémů. Nově se objevují možnosti i tzv. postupné víceúrovňové validace (multistage validation - MSV).

18.11 Realizace programu během běžného provozu

Tato podkapitola úzce souvisí s podkapitolou 18.1 a ještě blíže rozvádí způsob implementace a vyhodnocování projektu JZ během normálního provozu, který může u JE trvat desítky let. Během této doby se může výrazně proměnit prostředí a podmínky, které byly hodnoceny ve fázi ověření a validace, a proto je nutné věnovat pozornost průběžné aktualizaci programu péče o lidský faktor.

Daná podkapitola prokazuje, že DP má zaveden program, který dokáže reagovat jak na vnitřní změny (např. změna a náhrada technologie, doplnění o úplně nové technologie a systémy, výměna pracovníků, organizační změny, ztráta znalostí), tak na vnější okolnosti (např. legislativní změny v oblasti způsobilosti k práci, kulturní změny ve společnosti, výrazné generační rozdíly atd.).

Podkapitola ukazuje, jak program péče o lidský faktor během tohoto obvykle relativně dlouhého období udržuje a rozvíjí znalosti a schopnost lidského prvku zasahovat do důležitých procesů při provozu JE a udržuje je v relaci se současným stavem poznání.

18.12 Monitorování lidského výkonu/spolehlivosti

Cílem této podkapitoly je zdokumentovat, že má DP připravenou strategii monitorování lidského výkonu/spolehlivosti za účelem sledování toho, že nedochází k významnému narušení bezpečnosti v důsledku jakýchkoli změn, které jsou v JE prováděny a mají souvislost s lidským prvkem, a za účelem potvrzení, že závěry, které byly odvozeny z prvotní (poslední) integrované validace systému, zůstanou v platnosti i v průběhu dalšího provozu. V BZ jsou popsány cíle a rozsah programu monitorování lidského výkonu DP. Popis programu se zabývá upřesněním toho, jak program poskytuje přiměřené zajištění splnění těchto kritérií:

- HMI JE může být účinně používáno personálem, a to jak na BD, tak i mezi BD a ostatními podpůrnými pracovišti.
- Průběžné změny uskutečněné v HMI, postupech a ve výcviku nemají negativní účinky na výkon personálu (např. změny nenarušují dosud získané dovednosti).
- Lidské zásahy je možné uskutečnit ve stanovené době a při splnění stanovených kritérií.
- Je zachována potřebná úroveň výkonu stanovená během validace programu.

Vstupem do programu monitorování mohou být výsledky pravidelných specifických testů, informace z výcviku na simulátorech a při dalších cvičeních, aktuální provozní indikátory, informace o provozních událostech s významným vlivem člověka a další.

19 PSA

Kapitola 19 pomocí PSA úrovně 1 a 2 dokumentuje přijatelnost JZ z hlediska ohrožení zdraví veřejnosti a životního prostředí. Je zde systematicky a dostatečně kompletně vyhodnoceno riziko spojené s projektem a životním cyklem JZ (počínaje umístěním a konče vyřazením).

Je zde demonstrován soulad s požadavky platné legislativy, tj. s AtZ a s vyhláškami č. 162/2017 Sb., č. 329/2017 Sb., a č. 359/2016 Sb.

Kapitola 19 je členěna do podkapitol uvedených níže.

19.0 Úvod

Zde je stručně uveden obsah kapitoly 19. Zejména, že:

- obsahuje souhrnné vyhodnocení rizika daného JZ,
- prezentuje kvantitativní a kvalitativní výsledky analýzy PSA včetně závěrů z nich plynoucích.

Rovněž je zde uvedena platnost dále prezentovaných výsledků a závěrů (tj. k jakému datu, případně stavu JZ, bylo PSA zpracováno či aktualizováno).

19.1 Použití a aplikace PSA

V této podkapitole je vyložen způsob využívání PSA při projektování (platí pro nově budovaná JZ) a během životního cyklu JZ; též jsou zde popsány rizikově informované aplikace PSA.

19.2 Kvalita PSA

V této podkapitole je specifikován a zdůvodněn zvolený rozsah PSA a detailnost provedených analýz a potvrzena jejich technická adekvátnost.

Kvalita PSA je zde diskutována v souvislosti s aplikacemi PSA, popsány v předchozí podkapitole.

Také je zde popsán zavedený program udržování a aktualizací PSA.

19.3 Souhrnné zhodnocení PSA

V této podkapitole je uveden popis PSA zpracovaného pro dané JZ a zdokumentovány hlavní výsledky PSA.

Podkapitola by měla zejména obsahovat:

- definice vrcholových událostí (tj. poškození JP v AZ, poškození JP v AZ nebo BSVP, velký časný únik, případně i jiné kategorie úniků radioaktivních látek), ke kterým se vztahují hodnoty rizika odvozené pro dané JZ,
- stručný popis historického vývoje modelu PSA až do aktuálního stavu
- definice všech PSA stavů a jejich vazeb na provozní režimy JZ,
- definice skupin vnitřních i vnějších iniciačních událostí (včetně plošně působících iniciačních událostí, tj. vnitřních a vnějších ohrožení), výčet prvků těchto skupin
- popis analýzy importancí (měr důležitosti) a výsledků této analýzy,
- shrnutí hlavních předpokladů a nejistot PSA,
- popis interface mezi PSA 1. a 2. úrovně, pokud tato část PSA modelu existuje (závisí na použitém programovém prostředí, v němž jsou PSA modely vytvářeny),
- popis hodnocení úniků radioaktivních látek z ochranné obálky,
- souhrnné uvedení hlavních výsledků PSA, tj. zjištěné hodnoty CDF, FDF a LERF, případně i jiných kategorií úniků radioaktivních látek.
- Popis hlavních výsledků PSA by měl být kromě PSA jako celku rozčleněn i z hlediska:
- úrovní PSA (tj. zvláště PSA 1. a 2. úrovně),
- provozních režimů JZ (tj. PSA na výkonu, PSA pro nízkovýkonové a odstavné stavy – měly by zde tedy být uvedeny výsledky pro jednotlivé PSA stavy),
- jednotlivých uvažovaných zdrojů radioaktivních látek vyskytující se v JZ (JP v AZ, JP v BSVP apod.),
- zahrnutých ohrožení (tj. PSA pro vnitřní a vnější iniciační události a jejich jednotlivé skupiny – jsou zde uvedeny výsledky pro jednotlivé skupiny iniciačních událostí, tj. interní iniciační události, vnitřní a vnější ohrožení).

Následující podkapitoly obsahují podrobný popis výsledků PSA 1. a 2. úrovně.

19.4 Hlavní výsledky PSA 1. úrovně

V této podkapitole jsou podrobně popsány hlavní výsledky PSA 1. úrovně, zejména:

- Výsledné hodnoty dokumentující riziko provozu JZ spojené se scénáři vnitřních iniciačních událostí:
 - hlavní kvantitativní výsledky (CDF) analýz scénářů poškození JP v AZ, hlavní výsledky pro poškození JP v AZ nebo v BSVP (FDF),
 - výsledky analýzy vlivu nejistot vstupních dat na CDF, resp. FDF, ○ hlavní kvantitativní výsledky pro jednotlivé PSA stavy,
 - popis nejdůležitějších minimálních kritických řezů, ○ popis dominantních havarijních sekvencí,
 - hlavní kvantitativní výsledky pro jednotlivé vnitřní iniciační události,
 - výsledky analýzy importancí (pro jednotlivá zasahující zařízení (SKK), včetně efektů poruch se společnou příčinou a selhání obsluhy JE).
- Výsledné hodnoty dokumentující riziko provozu JZ spojené se scénáři vnějších iniciačních událostí v analogické struktuře jako pro vnitřní iniciační události.

Při uvádění dosažených hodnot měř rizika (CDF, FDF) je vhodné uvádět odděleně hodnoty pro provoz na nominálním výkonu, pro nízkovýkonové stavy a odstávku, a nakonec sumární hodnotu rizika pro všechny stavy.

19.5 Hlavní výsledky PSA 2. úrovně

V této podkapitole jsou podrobně popsány hlavní výsledky PSA 2. úrovně. Tato podkapitola obsahuje zejména:

- Výsledné hodnoty pro vnitřní IU, kde by mělo být uvedeno následující:
 - hlavní sumární výsledky pro vnitřní IU (LERF, případně LRF),
 - hlavní výsledky pro jednotlivé PSA stavy,
 - hlavní výsledky pro jednotlivé vnitřní IU,
 - výsledky analýzy importancí (pro jednotlivá zasahující zařízení (SKK), včetně efektů poruch se společnou příčinou a selhání obsluhy JE),
 - typy scénářů PSA 2. úrovně,
 - o identifikace a popis dominantních havarijních sekvencí,
 - o identifikace a popis hlavních minimálních kritických řezů pro LERF, případně LRF.
- Výsledné hodnoty pro vnější IU, kde by mělo být uvedeno následující:
 - hlavní sumární výsledky pro vnější IU (LERF, případně LRF),
 - hlavní výsledky pro jednotlivé PSA stavy,
 - hlavní výsledky pro jednotlivé vnější IU,
 - výsledky analýzy importancí,
 - typy scénářů PSA 2. úrovně,
 - identifikace a popis dominantních havarijních sekvencí,
 - identifikace a popis hlavních minimálních kritických řezů pro LERF, případně LRF.
- Popis koncových stavů kontejnmentu.

Při uvádění dosažených hodnot měř rizika je vhodné uvádět odděleně hodnoty pro nominální výkon, pro nízkovýkonové stavy a odstávku, a nakonec sumární hodnotu rizika pro všechny stavy.

Technická poznámka: Některá programová prostředí, která se používají pro tvorbu modelů PSA 2. úrovně, neumožňují generovat seznam minimálních kritických řezů, a tedy ani výsledky analýzy importancí. Pokud DP používá takové programové prostředí, pak nebudou tyto výstupy z PSA 2. úrovně v kapitole 19 uvedeny.

19.6 Identifikace projektových a provozních opatření významně přispívajících k zajištění JB

V rámci dané roční aktualizace BZ tato podkapitola identifikuje klíčová nová preventivní opatření, implementovaná za účelem omezení rizika nepřijatelného rozvoje přechodových procesů a havarijních podmínek a dokládá vliv těchto nových opatření na hodnoty parametrů rizika a další výsledky uvedené v předchozích podkapitolách kapitoly 19.

19.7 Závěry a nálezy

Tato podkapitola dokladuje, že PSA bylo provedeno a je používáno dle platné legislativy, a že výsledky PSA dovolují provozovat dané JZ.

Pokud byla využita při zpracování projektu JZ nebo během jeho životního cyklu kvantitativní pravděpodobnostní bezpečnostní kritéria, je v podkapitole předloženo srovnání hlavních výsledků PSA s těmito kritérii s cílem demonstrovat jejich naplnění.

20 Rozšířené projektové podmínky včetně těžkých havárií

Tato kapitola obsahuje průkaz odolnosti JE vůči rozšířeným projektovým podmínkám (DEC).

Pro existující JE rozšiřují DEC rozsah analýz havarijních scénářů o události překračující úroveň základních projektových nehod. Mohou existovat IU nebo scénáře, které vzhledem ke své četnosti výskytu nejsou zařazeny mezi základní projektové nehody a které současně nesplňují požadavky na praktické vyloučení vzniku a před zavedením odpovídajících projektových opatření pro zvýšení úrovně DiD by byly následky takových událostí nepřijatelné.

Tato kapitola obsahuje zdůvodnění schopnosti JE zabezpečit základní bezpečnostní funkce v rámci celého spektra rozšířených projektových podmínek. Pro rozšířené projektové podmínky bez tavení JP je prokázáno splnění stanovených kritérií přijatelnosti a schopnosti JZ zabránit vzniku těžké havárie. Pro těžké havárie je prokázáno, že v okolí JE budou dosaženy pouze přijatelné radiační následky.

Formát a obsah hodnocení schopnosti JE zvládat rozšířené projektové podmínky navazuje na hodnocení zvládání základních projektových nehod s následujícími úpravami:

- V hodnocení je uveden cíl hodnocení účinnosti opatření pro zvládání rozšířených projektových podmínek a/nebo specifická kritéria přijatelnosti pro tyto procesy.
- Hodnocení zahrnuje diskusi o dalších postulovaných poruchách zahrnutých v havarijním scénáři, včetně zdůvodnění výběru těchto poruch.
- Pokud je v hodnocení počítáno se zásahem obsluhy, je prokázáno, že obsluha bude mít k dispozici spolehlivé informace, dostatek času na provedení požadovaných činností a bude mít k dispozici příslušné postupy a návody.

Dosahované výsledky jsou porovnány se specifickými kritérii přijatelnosti a jsou jasně uvedeny závěry jejich splnění.

20.0 Úvod

Tato podkapitola obsahuje popis cílů hodnocení DEC. Je zde uveden popis rozsahu analýzy a přijatý přístup, jednotlivě pro různé stavy JE v rámci DEC, včetně vnitřních a vnějších vlivů. Jsou zde uvedeny i příslušné výchozí referenční dokumenty použité v analýze pro stanovení požadavků.

Analýzy DEC jsou zaměřeny na následující cíle:

- Analýzy havarijních sekvencí pro zjištění, zda lze bezpečný stav dosáhnout s omezenými radiologickými následky bez dodatečných opatření,
- Zhodnocení možných dalších opatření pro prevenci nebo zmírnění následků pro zvýšení rezerv pro zabránění vlivům malých odchylek parametrů JZ schopných způsobit významné změny jeho provozních podmínek, tj. tzv. rezerv k možnému hraničnímu efektu.

S ohledem na cíl analýzy je možné použít různou metodologii. Pro analýzy DEC s cílem prokázat, že projekt je schopen zvládnout DEC bez nutnosti implementovat další opatření, je

vhodný konzervativní přístup (nebo metoda nejlepšího odhadu s oceněním nejistot) a nepreferují se realistické metody. Nicméně, oproti analýzám DBA je použití realistické metody možné.

Na druhé straně, realistický přístup je preferován pro vyhodnocení aplikovatelnosti možných projektových opatření pro zvýšení bezpečnosti. Konzervativní přístup pro analýzy DEC může v tomto případě vést k výsledkům indikujícím, že neexistují žádná další rozumně proveditelná opatření (ve smyslu inženýrských nebo provozních opatření), která by mohla být implementovaná, zatímco realistické metody mohou indikovat, že další zvýšení bezpečnosti je možné.

20.1 Klasifikace stavů JE pro hodnocení

Hodnocení DEC zvládaných pomocí dostupných bezpečnostních systémů nebo ostatních SKK s vlivem na JB, které nebyly ovlivněny IU v kombinaci s dodatečně implementovanými prostředky, včetně prostředků DAM prokazuje schopnost zmírnit rozšířené projektové podmínky tak, aby nedošlo k tavení JP (DEC bez tavení JP) a zabezpečit přijatelné radiální následky pro rozšířené projektové podmínky, pro které nelze vyloučit tavení JP (těžké havárie).

Výběr analyzovaných událostí DEC je proveden na základě požadavků národní legislativy, PSA nebo jiné analýzy poruch, kterou lze identifikovat potenciální slabá místa projektu. Události, které mohou obecně spadat do této kategorie, jsou sekvence zahrnující více než jednu poruchu (pokud nejsou zahrnuty mezi základními projektovými nehodami), či události, které svým rozsahem překračují rámec základních projektových nehod.

20.2 Kritéria přijatelnosti pro analýzy DEC

V této podkapitole jsou specifikována kritéria přijatelnosti – jak vrcholová radiální kritéria přijatelnosti, tak technická kritéria přijatelnosti zajišťující integritu fyzických bariér. Jsou specifikována zvláště kritéria přijatelnosti pro analýzy DEC bez tavení JP a kritéria přijatelnosti pro analýzy těžkých havárií.

Rozsah a podmínky použitelnosti každého specifického kritéria je třeba jasně specifikovat (např. závislost na vyhoření JP, použití specifické souvztažnosti nebo metodiky pro prokázání souladu s kritériem).

Mezi řešením projektových nehod a DEC existuje několik zásadních rozdílů, které je nutno při stanovování kritérií přijatelnosti zohlednit.

Bezpečnostní hodnocení prokazuje, že existují dostatečné rezervy pro vyloučení hraničních efektů. Pro tento účel není vždy nutné určit velikost změny hodnoty parametru, která může potenciálně vést k hraničnímu efektu.

Pro DEC bez tavení JP mohou být neurčitosti podobné těm, které jsou použity pro základní projektové nehody. Pro těžké havárie jsou neurčitosti mnohem větší než ty, které jsou použity pro základní projektové nehody, což je zohledněno při popisu volby kritérií přijatelnosti pro analýzy těžkých havárií.

20.3 Použité výpočtové programy

Tato podkapitola obsahuje popis použitých výpočtových programů pro analýzy DEC bez tavení JP a těžkých havárií.

Jsou popsány všechny modely a výpočetní kódy, používané pro analýzy, s odkazem na jejich průvodní dokumentaci, přičemž jsou identifikována a zdůvodněna důležitá aplikovaná zjednodušení.

Jsou uvedeny výsledky procesů ověření a validace výpočetních programů, včetně ověření modelu JE, s odkazem na podrobnější tematické zprávy. Důraz je přitom kladen na zdůvodnění použitelnosti programů pro konkrétní procesy a pro konkrétní JE.

Pro validaci programů by měly být využity příslušné podpůrné experimenty a/nebo skutečné provozní údaje z relevantních JE.

20.4 Charakteristiky JE a předpoklady použité v bezpečnostních rozborech DEC

Předpoklady pro rozbory DEC bez tavení JP obsahují obecný popis a zdůvodnění přístupů a strategií přijatých s cílem zohlednit lidské zásahy v různých typech bezpečnostních analýz (personální kapacity a dokumentace) a metod vybraných k modelování těchto zásahů v každém typu analýzy. Součástí konceptu je v každém okamžiku snaha o obnovení funkce prostředků s cílem použití plánů s vyšší prioritou a efektivitou.

V této části jsou uvedeny předpoklady pro dodatečná opatření navržená pro eliminaci rizik identifikovaných pro DEC minimálně v následujícím rozsahu:

- Maximální výpočtové hodnoty vybraných extrémů, pokud jsou pro dodatečné prostředky použity jiné (zvýšené) maximální výpočtové hodnoty extrémů, než pro projektové prostředky (bezpečnostní systémy). Při návrhu prostředků pro DEC mohou být zatížení definována obdobně jako pro základní projektové nehody, ale za použití realistického přístupu pro určení havarijních scénářů a podmínek prostředí. Limity zatížení použité pro průkaz integrity nebo funkčnosti zařízení mohou být méně konzervativní než ty použité pro základní projektové nehody a být založeny na těch, které jsou rozumně očekávané při použití těchto prostředků.
- Požadavky na odolnost dodatečných prostředků proti vnějším extrémním vlivům.
- Minimální základní kapacity pro zabezpečení všech funkcí na všech blocích na JE včetně přiměřené rezervy.

Předpoklady pro rozbory těžkých havárií obsahují zejména určení rozumně proveditelných opatření a ocenění nejistot. Předpoklady jsou založeny na použití zdůvodnitelných technických a organizačních opatření a realistických vstupních parametrech.

20.5 Komponenty a systémy bloku použitelné pro zmírnění účinků DEC

Pro bezpečnostní rozbory DEC mohou být využívány modely a předpoklady nejlepšího odhadu, a mohou uvažovat realistický zásah a činnost systémů, počítat s použitím všech dostupných systémů neovlivněných IU a prostředků DAM a realistickými zásahy obsluhy. V rámci hodnocení mohou být použity rozumně konzervativní předpoklady, které zohledňují

nejistoty v porozumění modelovaným fyzikálním procesům a další omezení vyplývající z projektového návrhu prostředků DAM.

V této podkapitole jsou obsaženy informace k dodatečně implementovaným prostředkům včetně prostředků DAM a opatření pro zvládnání DEC včetně těžkých havárií, které slouží k podstatnému posílení úrovně DiD. Popisy těchto prostředků jsou zařazeny do příslušných kapitol BZ (zde je uvedena pouze reference na příslušnou část BZ) v souladu s jejich náplní:

- Pokud je SKK již v BZ popsána pro základní projektové nehody a má zcela novou funkci pro DEC, potom je tato funkce doplněna do příslušné části popisující tento SKK.
- Pokud je pro některou funkci, pro kterou jsou v BZ popsány SKK pro základní projektové nehody, doplněn nový prostředek pro DEC, potom je popis tohoto prostředku doplněn do této příslušné části BZ.
- Pokud je doplněn nový prostředek plnící více funkcí pro DEC, které by musely být popsány v různých částech nebo jsou pořízeny mobilní prostředky pro zcela nové funkce pro DEC, potom je popis těchto prostředků uveden v kapitole 9.9 a 9.10 BZ.

Součástí této podkapitoly je posouzení funkčnosti zařízení v podmínkách těžké havárie. V této podkapitole je dostatečně posouzena funkčnost všech klíčových systémů JE v podmínkách těžkých havárií, i nad rámec jejich normálního provozního rozsahu, se kterými se počítá v návodech pro zvládnání těžkých havárií.

20.6 Plnění bezpečnostních funkcí v rámci DEC

Tato podkapitola obsahuje popis průkazu, že JZ je schopno plnit bezpečnostní funkce a zvládat havarijní podmínky v rámci DEC i při selhání schopnosti plnit některou bezpečnostní funkci pomocí standardních projektových prostředků. Součástí je taky průkaz, že JZ je schopno po požadovanou dobu zabezpečit plnění odpovídajících funkcí bez vnější podpory. Po uplynutí této doby je možná vnější podpora.

Pro DEC bez tavení JP je cílem zabezpečit plnění základních bezpečnostních funkcí:

- Řízení reaktivity
- Odvod tepla z AZ a BSVP
- Zabránění úniku radioaktivních látek

Pro těžké havárie je cílem zabezpečit zabránění úniku radioaktivních látek a obnovit odvod tepla z poškozeného JP.

Tato podkapitola prokazuje, že opatření navržená pro eliminaci rizik identifikovaných pro DEC jak pro zabránění poškození JP, tak pro zmírnění následků po poškození JP mají dostatečnou účinnost a kapacitu a je prokázáno, že jsou schopná plnit odpovídající funkce za příslušných podmínek po požadovanou dobu.

V této podkapitole jsou popsána opatření pro zvládnání DEC, včetně předpisů, plánů atd., pro posílení úrovně DiD.

Vzhledem k nízké spolehlivosti jednotlivých systémů v podmínkách těžkých havárií, např. z důvodu nedostupnosti elektrického napájení, jsou průkazy odolnosti projektu vůči těžkým haváriím v maximálně rozumně možném rozsahu založeny na použití systémů speciálně určených na zmírňování těžkých havárií.

20.7 Hodnocení rozšířených projektových podmínek bez poškození paliva

Tato podkapitola popisuje schopnost projektu JZ zvládat DEC bez tavení JP s využitím dostupných bezpečnostních systémů nebo ostatních SKK s vlivem na JB, které nebyly ovlivněny IU v kombinaci s dodatečně implementovanými prostředky, včetně prostředků DAM.

V této podkapitole jsou popsány použité metody analýzy, vstupní parametry analýzy a zvolené neurčitosti (konzervativní, nebo s využitím nejlepšího odhadu – best estimate). Není nutné uvažovat jednoduchou poruchu SKK, ztrátu elektrického napájení apod. Předpoklady o dostupnosti systémů, které jsou zde uplatněny, jsou v souladu s principy DiD. Jsou vyhodnocena kritéria přijatelnosti pro radiační důsledky události zvolená v souladu s požadavky legislativy a doporučením SÚJB (obvykle stejné hodnoty, jako pro kategorii limitujících nehod DBA).

Proces výběru událostí, který uvažuje iniciátory všech typů, vnitřních i vnějších vůči JE, a všechny provozní režimy, včetně normálního provozu, odstavení a výměny JP, umožňuje vytvoření seznamu DEC specifických pro JE, které jsou analyzovány. Soubor PIU a scénářů zahrnuje též události, které vedou k úplné ztrátě schopnosti JZ plnit základní bezpečnostní funkce pomocí bezpečnostních systémů.

Události a kombinace událostí, které jsou prakticky vyloučeny, nemusí být do DEC zařazeny.

Rozsah analyzovaných událostí v rámci DEC bez tavení JP pokrývá všechny IU a scénáře, včetně důsledků vnitřních a vnějších rizik, které vzhledem ke své četnosti nespádají mezi základní projektové nehody a nelze je prakticky vyloučit. Mezi tyto události patří události, které mohou nastat v kterémkoliv provozním stavu, všechny stavy reaktoru a zařízení pro skladování VJP. Dále události, které mohou postihnout všechny bloky na JE, případně i BSVP, možné interakce s dalšími systémy JE, mezi bloky nebo dalšími zařízeními na lokalitě, jako je SVJP, jakož i interakce s dalšími JE v blízkosti.

Z identifikovaných událostí jsou vybrány reprezentativní scénáře pomocí pravděpodobnostních a deterministických metod, inženýrských úsudků, při zohlednění velikosti existujících projektových rezerv a způsobu zálohování a diverzity (včetně dodatečně instalovaných zařízení).

Výsledný soubor IU a scénářů pro DEC bez tavení JP je stanoven, potvrzen a zdůvodněn pro konkrétní JE a území k umístění. Jsou analyzovány minimálně události z následujícího seznamu, pokud zde není prokázáno, že jsou prakticky vyloučeny:

- Události a scénáře vyvolané zemětřesením, záplavami nebo jinými vnějšími nebo vnitřními riziky překračujícími základní projektovou úroveň.
- Události a scénáře vyvolané vnějšími riziky způsobenými lidskou činností překračujícími základní projektovou úroveň.
- Úplnou dlouhodobou ztrátu vnitřních a vnějších zdrojů elektrického napájení (SBO):
 - SBO, tj. ÚZNVS a současně neprovozní schopnost všech havarijních zdrojů zajištěného napájení II. kategorie (tj. dieselgenerátorů). Zdroje energie AAC, které jsou určeny pro zvládnutí SBO (tj. AAC diesely a mobilní zdroje elektrického napájení) jsou k dispozici,
 - Total SBO, tj. ÚZNVS a současně neprovozní schopnost všech havarijních zdrojů zajištěného napájení II. kategorie (tj. dieselgenerátorů) a současně

neprovozuschopnost všech zdrojů energie AAC, které jsou určeny pro zvládání SBO (tj. AAC dieselů a mobilních zdrojů elektrického napájení).

- Ztrátu schopnosti odvodu tepla do koncového jímače včetně dlouhodobé ztráty.
- ATWS.
- Nekontrolované ředění koncentrace kyseliny borité.
- Úplnou ztrátu napájecí vody.
- Havárie se ztrátou chladiva doprovázené úplnou ztrátou jednoho stupně chlazení AZ (vysokotlaké nebo nízkotlaké).
- Úplnou ztrátu vložených chladících okruhů.
- Ztrátu chlazení AZ v režimu odvodu zbytkového tepla.
- Dlouhodobou ztrátu chlazení BSVP.
- Vícenásobné porušení trubek PG.
- Ztrátu potřebného bezpečnostního systému v dlouhodobém horizontu po projektové události.

Je potvrzeno, že stanovená kritéria přijatelnosti jsou naplněna. Případné změny předpokladů analýzy nebo kritérií přijatelnosti jsou zdůvodněny. V případě, kdy nebyla kritéria přijatelnosti splněna v plném rozsahu nebo se změnila v důsledku dalšího posouzení, je neplnění kritérií nebo jejich změna podložena uvedením jasných důvodů nebo jsou specifikována případná kompenzační opatření přijatá ke splnění kritérií přijatelnosti.

Výsledky analýz všech identifikovaných DEC bez tavení JP jsou uvedeny v následující struktuře:

- Identifikace příčin a popis události.
- Použitý výpočetní program.
- Analyzované varianty.
- Počáteční podmínky výpočtů.
- Okrajové podmínky výpočtů.
- Průběh procesu včetně zásahů obsluhy a výsledky analýzy.
- Hodnocení splnění kritérií přijatelnosti včetně kritérií pro radiační důsledky.

20.8 Hodnocení těžkých havárií

Tato podkapitola obsahuje dostatečně podrobný popis hodnocení, které má za cíl identifikovat havarijní podmínky, které mohou vést k významnému poškození JP a/nebo vnějším únikům radioaktivních látek (těžké havárie). Zde jsou uvedena, zdůvodněna a hodnocena možná ohrožení, která tyto události představují, a rozsah, v jakém lze rozumně očekávat, že by projekt zmírnil jejich následky.

Pro hodnocení těžkých havárií jsou použity realistické předpoklady, data, metody a kritéria. Přesto jsou učiněny rozumně konzervativní předpoklady, které zohledňují nejistoty v porozumění modelovaným fyzikálním procesům a v interpretaci výsledků z hlediska předpokládaného načasování a závažnosti jevů. Analýzy těžkých havárií jsou zaměřeny na následující cíle:

- Analýzy havarijních sekvencí pro zjištění, zda lze bezpečný stav dosáhnout s omezenými radiologickými následky bez dodatečných opatření.

- Zhodnocení možných dalších opatření pro prevenci nebo zmírnění následků pro zvýšení rezerv k možnému hraničnímu efektu.

Tato podkapitola obsahuje výsledky analýz reprezentativních scénářů těžkých havárií, které byly použity při zpracování systému zvládnutí havárií a systému ZRMU. V rámci analýz těžkých havárií jsou identifikována a optimalizována opatření pro zmírnění dopadů těžkých havárií, včetně vstupů pro havarijní plánování a připravenost.

Jsou vyhodnocena kritéria přijatelnosti pro radiační důsledky události zvolené v souladu s požadavky legislativy a doporučeními SÚJB.

Zajištění odpovídajícího zadržení radioaktivních látek, zejména ochráněním integrity kontejnmentu, je hlavním cílem zvládnutí těžkých havárií. Zvláštní pozornost je věnována scénářům, které by mohly vést k časným nebo velkým únikům do okolí (např. tavení AZ pod vysokým tlakem), s cílem zmírnit ohrožení nebo prokázat, že tyto scénáře jsou prakticky vyloučeny.

Analýzy těžkých havárií jsou zaměřeny na jevy ohrožující integritu jednotlivých bariér proti úniku štěpných produktů. Analýzy těžkých havárií zohledňují zejména následující jevy:

Bariéra pokrytí paliva

- Přehřátí paliva a oxidace pokrytí.

Bariéra tlakové hranice I.O

- Tavení AZ při vysokém tlaku v I.O.
- Poškození teplosměnné plochy v PG (by-pass kontejnmentu).
- Poškození TNR.
- Parní výbuchy uvnitř reaktoru.

Bariéra kontejnmentu

- Interakce taveniny s betonem na dně kontejnmentu.
- Statické přetlakování kontejnmentu.
- Přehřátí kontejnmentu.
- By-pass kontejnmentu.
- Požáry a výbuchy hořlavých plynů.
- Parní výbuchy vně reaktoru.
- Přímý ohřev kontejnmentu.
- Tavení JP v BSVP.

Výsledky analýz všech identifikovaných sekvencí těžkých havárií jsou uvedeny v následující struktuře:

- Identifikace příčin a popis události.
- Použitý výpočetní program.
- Analyzované varianty.
- Počáteční podmínky výpočtů.
- Okrajové podmínky výpočtů.
- Průběh procesu včetně zásahu obsluhy a výsledky analýzy.
- Hodnocení kritérií přijatelnosti včetně kritérií pro radiační důsledky.

Velikost úniků štěpných produktů do okolí je vyjádřena ve formě zdrojového členu jako časově závislá veličina strukturovaná do skupin chemicky příbuzných prvků podle svých

chemických a fyzikálních vlastností. Zdrojový člen je jednoznačně určen typem sekvence těžké havárie a jejím časovým vývojem.

Vzhledem k tomu, že štěpné produkty jsou směsí velkého množství izotopů včetně transuranů v různé fyzikální a chemické formě, je pro určení reprezentativních zdrojových členů pro hodnocení radiačních následků nutné provést minimálně následující:

- Posouzení procesů a událostí ovlivňujících zdrojový člen.
- Definování skupin štěpných produktů.
- Určení zdrojových členů pro jednotlivé skupiny radioizotopů.
- Postulování scénářů pro hodnocení radiačních následků.

Pro každou postulovanou těžkou havárii jsou stanovena radiační kritéria přijatelnosti. Ozáření osob v průběhu havárie a po jejím ukončení musí být tak nízké, jak je rozumně dosažitelné.

Radiační následky pro těžké havárie jsou omezené z pohledu místa i času.

20.9 Hodnocení prakticky vyloučených podmínek

Pro praktické vyloučení sekvencí událostí vedoucích k časným nebo velkým únikům je nutné implementovat dostatečně robustní projektová řešení. Průkaz praktického vyloučení nelze zajistit pouze nízkou pravděpodobnostní hodnotou. Nízká frekvence by neměla být považována za důvod pro neprovedení přiměřených technických nebo provozních opatření. Z tohoto důvodu je pro praktické vyloučení použitý kombinovaný deterministický – pravděpodobnostní přístup.

Deterministické hodnocení prakticky vyloučených podmínek u provozovaných reaktorů je založeno na demonstrování praktického vyloučení časných nebo velkých radioaktivních úniků.

20.9.1 Identifikace podmínek, které mají být prakticky vyloučeny

V této podkapitole jsou popsány metody používané pro stanovení ohrožení vedoucích k časným nebo velkým únikům radioaktivních látek v rámci těžkých havárií. Všechny popsané metody demonstrují, že identifikace těchto ohrožení je provedena systematicky a vede k vytvoření jejich komplexního seznamu.

Tento proces klasifikace událostí, který uvažuje iniciátory všech typů, vnitřních i vnějších vůči JE, a všechny provozní režimy, včetně normálního provozu, odstavení a výměny JP, vede k vytvoření seznamu ohrožení při těžkých haváriích specifických pro JE, které mají být analyzovány. Zváženy jsou i poruchy v ostatních systémech JE, jako je například BSVP.

Události a kombinace událostí a ohrožení, které mohou být prakticky vyloučeny, nemusí být do scénářů analýz těžkých havárií zařazeny.

Soubor scénářů těžkých havárií pro analýzy pokrývá veškeré situace a podmínky, které mohou nastat na počátku a během rozvoje těžké havárie. Proces výběru reprezentativních scénářů je založen na pravděpodobnostních a deterministických metodách, celkovém porozumění fyzikálním jevům, existujících projektových rezervách, redundanci a diversitě systémů včetně inženýrských úsudků.

20.9.2 Vyloučení podmínek ohrožení vedoucích k časným nebo velkým únikům

V této podkapitole jsou uvedeny podmínky, které lze považovat za vyloučené na základě fyzické nemožnosti dané buď působením základních fyzikálních principů (např. gravitace, použité materiály, projektová řešení) nebo dostatečně ověřených výrobních postupů.

20.9.3 Realizace technických opatření pro praktické vyloučení ohrožujících podmínek

V této podkapitole je uveden přehled všech technických prostředků a opatření pro zabránění ohrožujícím podmínkám, které by mohly vést k časným nebo velkým únikům radioaktivních látek.

20.9.4 Návodů pro prevenci ohrožujících podmínek

V této podkapitole je uveden přehled návodů pro zvládnutí těžkých havárií, tj. pro prevenci vzniku ohrožujících podmínek, které by mohly vyústit v časný nebo velký únik radioaktivních látek.

20.9.5 Deterministické analýzy prokazující dostatečnost přijatých technických a organizačních opatření

Pro demonstrování souladu s požadavky praktického vyloučení časných nebo velkých radioaktivních úniků jsou použity deterministické analýzy poskytující průkaz, že kombinací technických prostředků a administrativních opatření lze dosáhnout cíle praktického vyloučení situací vedoucích k časným nebo velkým únikům.

V této podkapitole je dostatečně zdůvodněna a zdokumentována specifikace kritérií přijatelnosti. Rozsah a podmínky použitelnosti každého specifického kritéria je třeba jasně specifikovat (např. závislost na vyhoření JP, použití specifické souvztažnosti nebo metodiky pro prokázání souladu s kritériem).

Deterministické analýzy prokazují dostatečnost opatření pro zabránění jevům při těžkých haváriích, které mohou způsobit ohrožení vedoucí k časným nebo velkým únikům radioaktivních látek.

20.9.6 Pravděpodobností vyhodnocení zbytkového rizika

I když průkaz praktického vyloučení nelze zajistit pouze nízkou pravděpodobností hodnotou, je provedeno pravděpodobností vyhodnocení zbytkového rizika, aby bylo prokázáno, že se jedná o zanedbatelné scénáře a příslušné kombinace událostí lze prohlásit za prakticky vyloučené.

20.10 Shrnutí výsledků bezpečnostních rozborů

V této podkapitole je shrnutí výsledků bezpečnostních rozborů rozšířených projektových podmínek a uveden přehled nejdůležitějších závěrů hodnocení z hlediska naplnění bezpečnostních cílů a stanovení rozumně proveditelných opatření pro zvládnutí DEC.

21 Zvládání radiační mimořádné události

21.0 Úvod

Cílem této kapitoly je popsat požadavky na obsah PrBZ oblasti ZRMU na provoz JZ s JR, a to jak na JZ, které má stanovenou ZHP, tak na JZ bez stanovené ZHP. Popsány jsou tak hlavně požadavky na vybavení potřebné k tomu, aby na JZ byla v plném rozsahu zajištěna připravenost k odezvě na RMU. Tento popis je doplněn informacemi s údaji aktualizovanými oproti údajům uvedeným v předchozí PrBZ, resp. PBZ nebo ZBZ. Popis organizačního zajištění této připravenosti, který je obsažen ve vnitřním havarijním plánu, se zde uvádí jen v míře nezbytné pro doplnění popisu stavebního a technického vybavení.

Požadavky na obsah BZ za oblast ZRMU v jiných fázích životního cyklu, než je provoz JZ, jsou obdobné požadavkům na PrBZ uvedeným v tomto BN, pouze v případě JZ s JR, u které ho se předpokládá, resp. je stanovena ZHP. Navíc v ZBZ bude součástí popisu vlivu jiného JZ v navrhovaném území k umístění JZ s JR rozbor možných dopadů na ZRMU, zejména na zajištění připravenosti k odezvě na RMU a odezvě na RMU na navrhovaném JZ s JR v případě vzniku radiační havárie na jiném JZ. Bude zde také uvedeno, zda pozemek JZ s JR zasahuje nebo nezasahuje do ZHP jiného JZ nebo do ZHP stanovené podle zákona [55]. V části, která se bude zabývat šířením radioaktivní látky ovzduším, podzemní vodou a povrchovou vodou a potravním řetězcem budou uvedeny takové náležitosti, které budou u scénářů šíření radioaktivní látky následně výchozími podklady pro scénáře, které budou uvedeny v dokumentaci analýza a hodnocení radiační mimořádné události, příkládané k žádosti o povolení výstavby JZ s JR.

Specifické požadavky za oblast ZRMU se týkají také obsahu BZ pro vyřazování JZ s JR z provozu, které se mění v závislosti na úpravě ZHP v průběhu vyřazování. Popsány jsou tak jednak zamýšlené úpravy ZHP a změny v připravenosti k odezvě na RMU, jednak změny JZ s JR v průběhu vyřazování z provozu za současného popisu SKK dosud nevyřazených. Tento popis je doplněn informacemi o zamýšlené instalaci a provozu nových SKK a jejich vlivu na zajištění ZRMU. Provedeno je i posouzení vlivu současně probíhajících vyřazovacích činností na ZRMU.

Požadavky na obsah BZ za oblast ZRMU v jiných fázích životního cyklu, než je provoz JZ v případě JZ s JR bez ZHP nejsou stanoveny pro ZBZ a PBZ.

Pro úplnost je v této souvislosti třeba uvést, že pro potřeby příslušného povoloovacího řízení podle § 9 odst. 1 AtZ se za oblast ZRMU kromě BZ předkládá jiná, samostatná dokumentace.

21.1 Jaderné zařízení s jaderným reaktorem, které má stanovenou zónu havarijního plánování

21.1.1 Požadavky v oblasti zvládání radiační mimořádné události na projekt

Tato podkapitola obsahuje popis a nákres umístění úkrytů v areálu JZ.

Pro každý úkryt budou uvedeny informace o:

- odolnosti proti základním vnějším projektovým událostem a pro DEC proti odpovídajícím vlastnostem území hodnoceným realistickým přístupem v souladu s § 12 odst. 3 vyhlášky č. 329/2017 Sb.,
- zajištění ochrany proti účinkům ionizujícího záření, včetně ionizujícího záření z těžké havárie,
- maximálnímu počtu ukryvaných osob tak, aby bylo dokladováno, že kapacita je postačující pro ukrytí všech pracovníků JZ podílejících se na řízení a provádění odezvy na RMU událost, a to po dobu nejméně 72 hodin,
- způsobu evidence fyzických osob vstupujících do úkrytu a jejich kontrole z hlediska zajištění fyzické ochrany řídicím centrem fyzické ochrany prostřednictvím zálohovaného komunikačního systému,
- systémech umožňujících provádění dozimetrické kontroly fyzických osob vstupujících do úkrytu a jejich dekontaminaci,
- komunikačním spojení dvěma nezávislými technickými systémy umožňujícími komunikaci mezi úkryty a s fyzickými osobami řídicí odezvy na RMU na shromaždištích nebo v ostatních úkrytech a
- prostředcích k poskytnutí první pomoci vstupujících fyzických osob;

popisy vybavení úkrytů:

- filtroventilačním zařízením pro zajištění ochrany proti vniknutí radioaktivních látek,
- systémem kyslíkové regenerace,
- analyzátoři koncentrace CO₂,
- systémem záložního elektrického napájení,
- nouzovým zásobováním pitnou a užitkovou vodou po dobu minimálně 72 hodin,
- nouzovým osvětlením,
- přenosnými přístroji pro monitorování radiační situace,
- prostředky osobní ochrany a balení jódové profylaxe pro maximální počet ukryvajících se osob a
- skladovacími prostory pro nouzové zásoby pitné a užitkové vody na 72 hodin, přenosné přístroje pro monitorování radiační situace a prostředky osobní ochrany a jódovou profylaxi pro maximální počet ukryvajících se osob.

Dále tato podkapitola obsahuje popis a náčrty umístění HŘS a TPS v úkrytu či úkrytech nebo ve zvláštních prostorech areálu JZ. Pro prostory, ve kterých se HŘS a TPS nachází, bude uvedena informace o způsobu zajištění jejich trvalé provozuschopnosti v případě úplného výpadku elektrického napájení na JZ a v DEC, a dále informace o zajištění obyvatelnosti též za DEC. Informace o komunikačním spojení prostřednictvím dvou nezávislých systémů bude obsahovat popis spojení s BD a záložním pracovištěm, a s fyzickými osobami řešícími vzniklou mimořádnou událost nebo krizovou situaci vně areálu JZ.

Pro prostory, ve kterých se nachází HŘS a TPS, bude v této podkapitole uvedena informace o systému, který umožňuje audiovizuální komunikační spojení s BD a záložním pracovištěm, a s organizačními útvary a pracovníky, zapojenými do ZRMU.

V podkapitole bude specifikován způsob zajištění vybavení úkrytů místem:

- pro uskladnění zásob potravin pro maximální počet ukrytých osob po dobu nejméně 72 hodin od zahájení ukrytí, jde-li o úkryty k ukrytí fyzických osob, které se budou podílet na provádění odezvy na RMU, a o úkryty, ve kterých je umístěno HŘS nebo TPS, a

- pro uskladnění prostředků potřebných k provedení zásahu na JZ, jde-li o úkryty určené k ukrytí fyzických osob, které se budou podílet na provádění odezvy na RMU.

Podkapitola popisující systémy HŘS, umožňujících po celou dobu zvládnání DEC a zajišťování odezvy na RMU, bude obsahovat popis systémů pro:

- vyhlášení radiační havárie a vyzoomění dotčených orgánů,
- varování fyzických osob v areálu JZ nebo obyvatelstva v ZHP,
- řízení evakuace fyzických osob z areálu JZ,
- evidenci a řízení kontroly, vyhodnocování a regulace ozáření fyzických osob podílejících se na odezvě na RMU v areálu JZ,
- podání návrhu na zavedení neodkladného ochranného opatření k ochraně obyvatelstva v ZHP hejtmanovi kraje,
- informování¹ dotčených orgánů a osob stanovených vnitřním havarijním plánem,
- informování² obyvatelstva,
- řízení monitorování radiační situace v ZHP,
- průběžné hodnocení výsledků MRS a
- předávání dat z monitorování SÚJB dálkovým přístupem.

V souvislosti s poslední výše uvedenou odrážkou jsou podle § 157 odst. 2 písm. g) AtZ předávány SÚJB údaje pro hodnocení radiační havárie a pro prognózu jejího vývoje, včetně údajů o meteorologické situaci v místě vzniku radiační havárie. Dále se podle § 149 odst. 2 písm. b) AtZ provádí monitorování dle schváleného programu monitorování vztahujícího se na území, na němž je umístěn areál JZ nebo na území ZHP, byla-li stanovena. Vyhláška č. 360/2016 Sb. pak v § 11 odst. 1 stanovuje, že předávaná data z monitorování obsahují, kromě výsledků měření, také datum, časové a zeměpisné údaje. Data jsou datovému středisku SÚJB předávána neprodleně po jejich získání, a to dálkovým přístupem a v datovém formátu, který musí splňovat požadavky souboru technických opatření uvedeného v národním programu monitorování.

Projekt JZ podle § 50 odst. 1 vyhlášky č. 329/2017 Sb. musí zajistit, aby úkryt nebo zvláštní prostor, ve kterém je umístěno TPS, byl oddělen od BD a záložního pracoviště. V podkapitole popisující úkryt nebo zvláštní prostor, ve kterém je TPS, budou dále popsány systémy umožňující:

- přístup k informacím pracovníkům obsluhy TPS ze zdrojů okamžitých a archivních dat, které jsou potřebné pro zvládnání havarijních podmínek a zajišťování odezvy na RMU, a to po celou dobu zvládnání havarijních podmínek a zajišťování odezvy na RMU,
- poskytování technologických dat a údajů potřebných pro provedení odhadu skladby a aktivity uniklých radionuklidů v čase,
- poskytování dat z MRS uvnitř a na hranici střeženého prostoru a v ZHP,

1 Podle § 157 odst. 2 AtZ se myslí informování

- SÚJB o činnostech prováděných v průběhu odezvy na RMU při radiační nehodě nebo radiační havárii a
- Hasičského záchranného sboru České republiky a dalších dotčených orgánů a osob stanovených vnitřním havarijním plánem o činnostech prováděných v průběhu odezvy na RMU.

2 V případě radiační havárie se neprodleně informuje obyvatelstvo touto radiační havárií dotčené, a to o skutečnostech radiační havárie a jejím předpokládaném vývoji (v souladu s § 157 odst. 2 písm. i) AtZ).

- audiovizuální monitorování technologických zařízení a sledování zásahů prováděných v rámci odezvy na vznik havarijních podmínek a RMU na JZ a
- včasné vyhodnocení stavu JZ a potřebných bezpečnostních funkcí za havarijních podmínek.

Tato podkapitola obsahuje popis a náskres umístění záložního HŘS, záložního TPS a VHPS. Podkapitolou se dokládá, že uvedená střediska nebudou ovlivňována DEC vyskytujícími se v areálu JZ a dále, že střediska budou plnit svoji funkci i při výskytu takových vlastností území, které by mohly vést ke ztrátě funkčnosti středisek, která zálohují.

Pro VHPS bude v podkapitole navíc uveden popis zajištění vlastního systému napájení elektrickou energií, komunikačních prostředků, osobních ochranných pomůcek a vybavení vodou a potravinami.

Pro celou dobu zvládnutí havarijních podmínek a zajišťování odezvy na RMU bude dále podkapitola pro VHPS obsahovat popis systémů zajišťujících průběžné hodnocení vzniklé radiační situace na základě jejího monitorování prováděného v ZHP, průběžné vypracování prognóz dalšího vývoje radiační situace v ZHP a provádění dozimetrické kontroly vstupujících fyzických osob a včetně jejich dekontaminace.

Podkapitola pro záložní HŘS bude obsahovat popis systémů zabezpečujících provádění činností HŘS v případě jeho nefunkčnosti nebo nepoužitelnosti. Nezávisle na stavu HŘS a v rozsahu obdobném jako v HŘS musí systémy obsluhy záložního HŘS umožňovat průběžný přístup k údajům o stavu JZ a o situaci v jeho areálu a dále musí systémy v záložním HŘS umožnit komunikaci se všemi pracovními skupinami podílejícími se na zvládnutí radiační havárie.

Pro záložní TPS bude podkapitola poskytovat popis systémů zabezpečujících provádění činností TPS v případě jeho nefunkčnosti nebo nepoužitelnosti. Nezávisle na stavu TPS, a v rozsahu obdobném jako v TPS, musí systémy obsluhy záložního TPS umožňovat průběžný přístup k údajům o situaci v areálu JZ. Pro záložní TPS bude navíc uveden popis systémů, které umožňují komunikaci s obsluhou BD nebo záložního pracoviště.

21.1.2 Další požadavky z oblasti zvládnutí radiační mimořádné události

Kapitola obsahuje popis zajištění připravenosti k odezvě na RMU v ZHP a posouzení, zda včasné zavedení a úplné uskutečnění všech neodkladných ochranných opatření za podmínek radiační havárie JZ s JR, zejména vzhledem k rozložení obyvatelstva a přítomnosti sídelních útvarů, nacházejících se v ZHP.

Dále zde budou uvedeny informace o systému vnitřních předpisů týkajících se ZRMU a popis systému řízení týkající se oblasti ZRMU.

Podkapitola obsahuje rovněž popis spolupráce provozovatele JE/DP s orgány státní správy a územní samosprávy a zasahujícími složkami integrovaného záchranného systému na zajištění připravenosti k odezvě na radiační mimořádnou událost při radiační havárii v zóně havarijního plánování.

21.2 Jaderné zařízení s jaderným reaktorem, které nemá stanovenou zónu havarijního plánování

21.2.1 Požadavky v oblasti zvládnutí radiální mimořádné události na projekt

Požadavky v oblasti ZRMU na projekt pro JZ s JR, které nemá stanovenou ZHP, nejsou stanoveny.

21.2.2 Další požadavky z oblasti zvládnutí radiální mimořádné události

Kapitola bude obsahovat:

- popis technických prostředků určených k zajištění vyhlášení RMU, varování a vyrozumění podle § 7 vyhlášky č. 359/2016 Sb.,
- popis technických prostředků určených pro použití osobami při řízení a provádění odezvy podle § 8 odst. 2 vyhlášky č. 359/2016 Sb.,
- popis technických prostředků určených k zajištění komunikačního spojení osob řídicích odezvy se shromaždišti podle § 9 odst. 2 písm. b) vyhlášky č. 359/2016 Sb. a
- popis technických prostředků, které jsou součástí systému organizování shromažďování podle § 9 odst. 2 písm. d) vyhlášky č. 359/2016 Sb.

Dále zde budou uvedeny informace o systému vnitřních předpisů týkajících se ZRMU a popis systému řízení týkající se oblasti ZRMU.

22 Vyřazování jaderného zařízení z provozu

Vyřazování je poslední etapou životního cyklu JZ po ukončení jejich plánované doby provozu. Již v období umísťování JZ musí být navržena koncepce bezpečného ukončení provozu s návrhy způsobů vyřazování, která je dále rozpracována v plánu vyřazování z provozu JZ. Plán je v pravidelných pětiletých intervalech aktualizován a schvalován SÚJB podle Přílohy č. 1 odst. 1 písm. f) bodu 15 AtZ a § 13, odst. 4 vyhlášky č. 377/2016 Sb.

Proto kapitola 21 může obsahovat pouze odkaz na aktuální plán vyřazování z provozu JE nebo stručné shrnutí závěrů z plánu podle jednotlivých uvažovaných variant vyřazování, tak, aby bylo zřejmé plnění bodu 21 písm. a) – d) Přílohy 4 vyhlášky č. 329/2017 Sb.

Příloha 1

Příloha 1 obsahuje tabulku, která uvádí úroveň informací poskytovaných v jednotlivých typech BZ odpovídajících povoleným činnostem dle § 9 odst. 1 písm. a) až f) AtZ.

Tabulka 1. - Specifikace úrovně informací v jednotlivých typech bezpečnostních zpráv

Kapitola BZ	Typ povolení/typ BZ		
	Umístění JZ: ZBZ	Výstavba JZ: PBZ	Uvádění do provozu, provoz JZ: PrBZ
1 Úvod a obecný popis elektrárny	Předběžné informace	Finální informace	Ověřené a aktualizované informace
2 Vlastnosti území	Finální informace	Ověřené informace	Ověřené a aktualizované informace
3 Projekt systémů, stavebních a strojních konstrukcí, komponent a zařízení	Obecné požadavky na projekt	Požadavky na projekt daného typu reaktoru	Ověřené a aktualizované informace
4 Jaderný reaktor	Popis obálky a obecné požadavky na danou část projektu nebo SKK	Popis SKK a požadavky na provoz systémů	Ověřené a aktualizované informace
5 Systém chlazení reaktoru a navazující systémy	Popis obálky a obecné požadavky na danou část projektu nebo SKK	Popis SKK a požadavky na provoz systémů	Ověřené a aktualizované informace
6 Bezpečnostní systémy	Obecné požadavky na projekt SKK	Popis SKK a požadavky na provoz systémů	Ověřené a aktualizované informace
7 Systémy kontroly a řízení	Obecné požadavky na projekt SKK	Popis SKK a požadavky na provoz systémů	Ověřené a aktualizované informace
8 Elektrické systémy	Obecné požadavky na projekt SKK	Popis SKK a požadavky na provoz systémů	Ověřené a aktualizované informace
9 Pomocné systémy a stavební objekty	Obecné požadavky na projekt SKK	Popis SKK a požadavky na provoz systémů	Ověřené a aktualizované informace
10 Systémy konverze páry a energie	Obecné požadavky na projekt SKK	Popis SKK a požadavky na provoz systémů	Ověřené a aktualizované informace

Kapitola BZ	Typ povolení/typ BZ		
	Umístění JZ: ZBZ	Výstavba JZ: PBZ	Uvádění do provozu, provoz JZ: PrBZ
11 Nakládání s radioaktivním odpadem	Obecné požadavky na projekt SKK	Popis zdrojového členu, SKK a požadavky na provoz systémů	Ověřené a aktualizované informace
12 Způsob zajištění radiační ochrany	Obecné požadavky na radiační ochranu	Průkaz souladu s požadavky	Ověřené a aktualizované informace
13 Provozní hlediska	Obecné požadavky na provoz	Průkaz souladu s požadavky	Ověřené a aktualizované informace
14 Systém přípravy a provádění programů kontrol a zkoušek při výstavbě, uvádění do provozu a během provozu jaderného zařízení	Obecné požadavky na uvádění do provozu	Průkaz souladu s požadavky	Průkaz souladu s požadavky
15 Bezpečnostní analýzy základních projektových událostí	Obecné požadavky na rozsah, metody a kritéria bezpečnostních analýz	Průkaz souladu s požadavky	Ověřené a aktualizované průkaz souladu s požadavky
16 Limity a podmínky	Obecné požadavky na LaP	Popis a specifikace LaP	Ověřené a aktualizované popis a specifikace LaP
17 Systém řízení	Obecné požadavky na systém řízení	Popis systému řízení	Aktualizovaný popis systému řízení
18 Inženýrská psychologie a ergonomie	Obecné požadavky na inženýrskou psychologii a ergonomii	Popis rozsahu, metodologie a výsledků inženýrské psychologie a ergonomie	Aktualizovaný popis inženýrské psychologie a ergonomie
19 Pravděpodobnostní hodnocení bezpečnosti	Obecné požadavky na PSA	Průkaz souladu s požadavky	Ověřené a aktualizované průkaz souladu s požadavky
20 Rozšířené projektové podmínky	Obecné požadavky na DEC	Průkaz souladu s požadavky	Ověřené a aktualizované průkaz souladu s požadavky
21 Zvládnutí radiační mimořádné události	Obecné požadavky na ZRMU	Popis ZRMU	Aktualizovaný popis ZRMU

Kapitola BZ	Typ povolení/typ BZ		
	Umístění JZ: ZBZ	Výstavba JZ: PBZ	Uvádění do provozu, provoz JZ: PrBZ
22 Vyřazování jaderného zařízení z provozu	Obecné požadavky na vyřazování z provozu	Předběžné informace o vyřazování z provozu	Aktualizované informace o vyřazování z provozu

Příloha 2 – Jednotný popis návrhu systémů elektrárny

Informace týkající SKK JE, které mají být předloženy v příslušných kapitolách BZ, budou nevyhnutelně záviset na konkrétním projektu JE a pro různé SKK se budou zásadně lišit. Struktura těchto kapitol by měla být v maximální rozumné míře sjednocena tak, jak je uvedeno dále v této Příloze.

Obecně platnou zásadou je, že detailnost popisů a průkazů má odpovídat důležitosti daného SKK z hlediska JB.

Pokud je pro SKK některá podkapitola nerelevantní, doporučuje se danou podkapitolu ponechat a uvést informaci, že popis v této podkapitole nemusí být uváděn.

1. Popis SKK

Obsahem této části je popis základních bezpečnostních a nebezpečnostních funkcí daných SKK zajišťovaných, s identifikací vyhlášek SÚJB, WENRA SRL a aplikovatelných standardů a návodů atd., na jejichž základě je tato bezpečnostní kategorizace funkcí SKK stanovena (resp. s odkazem na jiné kapitoly BZ, kde je toto uvedeno).

Detailní informace o implementovaných funkcích by měly být obsaženy v následující specifikaci Projektových východisek SKK.

Vlastní, náležitě podrobný popis fyzického zařízení (architektury, umístění a jednotlivých komponent daného systému apod.). Popis by měl zahrnovat značení jednotlivých komponent, základní výkresy komponent a schémata. Uvádí se množství komponent, rozměry, provozní způsobilost, umístění, provozní parametry, napájení a provozní kapaliny.

Uvedeno by mělo být shrnutí důležité výrobní dokumentace a záznamů pro hlavní komponenty.

SKŘ potřebné pro řízení daného SKK, nejde-li přímo o SKŘ, by mělo být identifikováno odkazy na příslušné části kapitoly 7 BZ.

2. Projektová východiska

Tato část by měla především specifikovat vyhlášky SÚJB, a standardy a další relevantní dokumenty (např. WENRA), které byly základem pro stanovení obsahu projektových východisek SKK, shrnout jejich důležitá ustanovení, a uvést klíčové informace o příslušných projektových východiscích.

Součástí projektových východisek by mělo být mj.:

- seznam PIU a procesů, s jejichž uvážením byl nebo má být SKK projektován, a jeho konkrétních (automatických či ručně obsluhou řízených) funkcí, které jsou kreditovány v bezpečnostních analýzách uváděných v kapitole 15 BZ či jsou uvažovány při jiných bezpečnostních průkazech atd.,
- podmínky, které musí být prakticky vyloučeny,

- adekvátně konzervativní specifikace všech podstatných podmínek, za kterých musí SKK náležitě provádět své funkce, včetně jeho mechanického statického a dynamického namáhání, podmínek území k umístění, seismických a radiačních (a případně požadavků na jeho EMC), atd.
- bezpečnostní kategorizace,
- ochrana proti vnějším ohrožením,
- ochrana proti vnitřním ohrožením,
- seismická kategorizace,
- plnění kritéria jednoduché poruchy a ochrany proti poruchám se společnou příčinou,
- nezávislosti (oddělení),
- zajištění integrity SKK (zahrnující požadavky na kvalifikaci a jinou ochranu proti vnějším a vnitřním vlivům),
- projektové standardy a požadavky,
- výrobní, montážní a provozní normy a další více specifické projektové aspekty, jako jsou ochrana před přetlakem, tepelné šoky, detekce či sběr úniků.

Informace o projektových východiscích SKK musí navazovat na obecná projektová východiska uváděná v podkapitole 3.1.4.

3. Projektová kritéria a analýzy jejich plnění

Zde je třeba identifikovat ustanovení vyhlášek SÚJB, a základní standardy a další dokumenty, které byly zdrojem projektových kritérií aplikovaných u diskutovaného SKK, a shrnout jejich důležitá ustanovení a analýzy, včetně metod a výsledků, prokazující jejich plnění.

Tato část uvádí opatření, která reagují na bezpečnostní aspekty projektu nebo projektové požadavky uvedené v části 2. Projektová východiska této Přílohy.

4. Materiály

Tato část, je-li její zařazení pro daný SKK relevantní, by měla obsahovat náležité a dostatečné informace týkající se materiálů použitých v komponentách, chování těchto materiálů v radiačních podmínkách, pokud je to relevantní, stejně jako interakcí materiálů s médii, které by mohly potenciálně narušit provoz bezpečnostních systémů. Hlavním cílem je potvrdit, že je zajištěna kompatibilita materiálů se specifickými médii, kterým jsou materiály vystaveny. Popsány jsou požadavky na vlastnosti, kvalitu a chemický režim.

Zohledněny by zde měly být i procesy stárnutí a degradace.

5. Navazující systémy

V této podkapitole jsou popsány podpůrné systémy, podporované systémy a další navazující systémy a odpovídající projektové požadavky. Jsou zde uvedena schémata potrubních tras, umístění ventilů, potrubí, nádrží atd. Uvedeno by mělo být také zobrazení obklopujících struktur a systémů. Jsou zde zobrazeny též hranice s ostatními systémy.

Popsána jsou možná ovlivňování SKK okolními SKK, za účelem prokázání, že všechny SKK a části zařízení jsou přístupná pro údržbu.

6. Provoz SKK

Tato podkapitola obsahuje popis provozu SKK.

7. Sledování, kontroly, zkoušení a údržba

Tato podkapitola uvádí sledování, kontroly, zkoušení (včetně řízení stárnutí), které přispívá k prokázání toho, že

- stav zařízení nebo systému j v souladu se záměrem projektu,
- je zajištěno, že zařízení nebo systém je dostupný a spolehlivý pro provoz,
- neexistuje žádné významné zhoršení v dostupnosti, výkonu a integritě zařízení nebo systému od poslední provedené zkoušky.

8. Radiační ochrana

Tato podkapitola obsahuje popis opatření zajišťujících minimalizaci dávkových příkonů provozního personálu v provozních stavech, havarijních podmínkách a v podmínkách po haváriích.

Příloha 3 – Porovnání požadavků WENRA SRL s BN

Požadavky dokumentu [30]	Část BN-JB-1.3
N 1.1	Část 1: kapitola A. a kapitola D.
N 1.2	Část 1: kapitola D.
N 2. 1	Část 2: kapitola 1, kapitola 2
N 2.2	Část 2: kapitola 6 s Přílohou 2
N 2.3	Část 1: kapitola B.
N 2.4	Část 2: kapitola 1.6, kapitola 13.1, kapitola 13.6, kapitola 17
N 2.5	Část 2: kapitola 2
N 2.6	Část 2: kapitola 3.1
N 2.7	Část 2: kapitola 3.1.7, kapitola 3.1.8, kapitola 15, kapitola 20,
N 2.8	Část 2: kapitola 13.4, kapitola 13.3.1, kapitola 13.2, kapitola 13.3.5, kapitola 13.3.3
N 2.9	Část 2: kapitola 16
N 2.10	Část 2: kapitola 12
N 2.11	Část 2: kapitola 21, kapitola 21.1.2
N 2.12	Část 2: kapitola 11
N2.13	Část 2: kapitola 22
N 2.14	Část 2: kapitola 3.1.10, kapitola 20.7
N 3.1	Část 1: kapitola D.

Literatura

- [1] Convention on Nuclear Safety, Vienna, 1994
- [2] Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon
- [3] Vyhláška č. 329/2017 Sb., o požadavcích na projekt jaderného zařízení
- [4] Vyhláška č. 408/2016 Sb., o požadavcích na systém řízení
- [5] Vyhláška č. 358/2016 Sb., o požadavcích na zajišťování kvality a technické bezpečnosti a posouzení a prověřování shody vybraných zařízení
- [6] Vyhláška č. 379/2016 Sb., o schválení typu některých výrobků v oblasti mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření a přepravě radioaktivní nebo štěpné látky
- [7] Vyhláška č. 21/2017 Sb., o zajišťování jaderné bezpečnosti jaderného zařízení
- [8] Vyhláška č. 378/2016 Sb., o umístění jaderného zařízení
- [9] Vyhláška č. 377/2016 Sb., o požadavcích na bezpečné nakládání s radioaktivním odpadem a o vyřazování z provozu jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. kategorie
- [10] Vyhláška č. 361/2016 Sb., o zabezpečení jaderného zařízení a jaderného materiálu
- [11] Vyhláška č. 360/2016 Sb., o monitorování radiační situace
- [12] Vyhláška č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události
- [13] Vyhláška č. 409/2016 Sb., o činnostech zvláště důležitých z hlediska jaderné bezpečnosti a radiační ochrany, zvláštní odborné způsobilosti a přípravě osoby zajišťující radiační ochranu registranta
- [14] Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje
- [15] Vyhláška č. 162/2016 Sb., o požadavcích na hodnocení bezpečnosti podle atomového zákona
- [16] Vyhláška č. 266/2019 Sb., o koncepci nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem
- [17] IAEA Safety Standards Series: Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety, No. GSR Part 1 (Rev. 1), Vienna 2016
- [18] IAEA – Draft Safety Guide DS449: Format and Content of the Safety Analysis Report for Nuclear Power Plants, , Vienna 2019
- [19] IAEA Safety Fundamentals: – Fundamental Safety Principles , No. SF-1, Vienna 2006.
- [20] IAEA Safety Standards: Site evaluation for nuclear installations , No. SSR-1, Vienna 2019.
- [21] IAEA Safety Standards: Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, No. SSG-9, Vienna 2010.
- [22] IAEA Safety Standards: Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations, No. SSG-21, Vienna 2012.
- [23] IAEA Safety Standards: Site Survey and Site Selection for Nuclear Installations, No SSG-35, Vienna 2015.
- [24] IAEA Safety Standards: External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants, No. NS-G-1.5, Vienna 2003.
- [25] IAEA Safety Standards: Seismic Design and Qualification for Nuclear Power Plants, No. NS-G-1.6, Vienna 2003.

- [26] IAEA Safety Standards: Evaluation of Seismic Safety for Existing Nuclear Installations, No. NS-G-2.13, Vienna 2009.
- [27] IAEA Safety Standards: Evaluation of Seismic Hazards for Nuclear Power Plants, No. NS-G-3.3, Vienna 2002.
- [28] IAEA Safety Standards: Meteorological Events in Site Evaluation for Nuclear Power Plants, No. NS-G-3.4, Vienna 2003.
- [29] IAEA Safety Standards: Geotechnical Aspects of Site Evaluation and Foundations for Nuclear Power Plants, No. NS-G-3.6, Vienna 2004.
- [30] WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors: Update in Relation to Lessons Learned from TEPCO Fukushima Daichii Accident, 24th September 2014.
- [31] WENRA Guidance Document Issue T: Natural Hazards Head Document, 2015.
- [32] US NRC Regulatory Guide 1.206: Combined License Applications for Nuclear Power Plants, 2007.
- [33] US NRC Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR Edition, NUREG-0800.
- [34] Bezpečnostní návod SÚJB BN-JB-3.3: Kategorizace bezpečnostních funkcí a zařazení systémů, konstrukcí a komponent do bezpečnostních tříd, rev. 0.0, 2020.
- [35] Bezpečnostní návod SÚJB BN-JB-4.1: Umístění jaderného zařízení – hodnocení přírodních jevů, (v přípravě).
- [36] Bezpečnostní návod SÚJB BN-JB-4.2: Umístění jaderného zařízení – hodnocení jevů způsobených činnostmi člověka, rev. 0.0, 2019.
- [37] Bezpečnostní návod SÚJB: Požadavky na detekci úniku chladiva z primárního okruhu reaktoru při aplikaci metody – únik před roztržením (LBB), 1998.
- [38] Bezpečnostní návod SÚJB JB-1.1: Využívání provozních zkušeností na jaderných zařízeních, rev. 1, 2013.
- [39] Bezpečnostní návod SÚJB BN-JB-3.2 projekt aktivní zóny tlakovodního reaktoru, rev. 0.1, 2017.
- [40] IEEE Std.603-1991: IEEE Standard Criteria for Safety Systems for Nuclear Power Generating Stations, 1991.
- [41] IEEE Std. 7-4.3.2-2003: IEEE Standard Criteria for Digital Computers in Safety Systems of Nuclear Power Generating Stations, 2016.
- [42] US NRC Regulatory Guide 1.152: Criteria for Digital Computers in Safety Systems of Nuclear Power Plants, 2010.
- [43] IEC 61226: Jaderné elektrárny - Systémy kontroly a řízení důležité pro bezpečnost - Klasifikace kontrolních a řídicích funkcí, 2006.
- [44] IEC 60880: Jaderné elektrárny - Systémy kontroly a řízení důležité pro bezpečnost - Softwarová hlediska počítačových systémů vykonávající funkce kategorie A, 2008.
- [45] IEC 62340: Nuclear power plants - Instrumentation and control systems important to safety - Requirements for coping with common cause failure (CCF), 2007.
- [46] US NRC Regulatory Guide 1.97: Criteria for Accident Monitoring Instrumentation for Nuclear Power Plants, rev. 5, 2019.
- [47] IAEA Safety Standards: Design, No. SSR-2/1 (Rev. 1), Vienna 2012.
- [48] IAEA Safety Standards: Design of Instrumentation and Control Systems for Nuclear Power Plants, No. SSG-39, Vienna 2016.
- [49] Bezpečnostní návod SÚJB BN-JB-OD-1.1 (Rev. 0): Povolování činnosti v oblasti nakládání s RaO, 2018.

- [50] ANSI ANS 52.1: Nuclear Safety Criteria for the Design of Stationary Boiling Water Reactor Plants, 1983.
- [51] Bezpečnostní návod SÚJB BN JB 1.1 (rev. 0.1): Systém řízení, 2020.
- [52] Bezpečnostní návod SÚJB BN JB 6.1: Technická bezpečnost, 2020.
- [53] US NRC NUREG-0700 (rev. 2): Human-System Interface Design Review Guidelines, 2002.
- [54] US NRC NUREG-0711: Human Factors Engineering Program Review Model, 2012.
- [55] Zákon 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií.
- [56] Bezpečnostní návod SÚJB BN JB 3.2 (rev. 0.1): Projekt aktivní zóny tlakovodního reaktoru, 2017
- [57] IAEA Safety Standards: Recruitment, Qualification and Training of Personnel for Nuclear Power Plants, NS-G-2.8, Vienna 2002
- [58] Bezpečnostní návod SÚJB BN JB 1.2 (rev. 0.0): Odborná příprava a výcvik pracovníků jaderných zařízení, 2019
- [59] Bezpečnostní návod SÚJB BN JB 5.3 (rev. 0.0): Údržba, provozní kontroly a funkční zkoušky, 2018
- [60] Bezpečnostní návod SÚJB BN JB 2.10 (rev. 0.0): Deterministické bezpečnostní analýzy událostí abnormálního provozu a základních projektových nehod, 2020
- [61] IAEA Specific Safety Guide: Deterministic Safety Analysis for Nuclear Power Plants No. SSG-2 (Rev.1), Vienna 2019
- [62] Bezpečnostní návod SÚJB BN JB 2.7 (rev. 0.0): Využití PSA v rizikově orientovaném rozhodování při hodnocení trvalých i dočasných změn LaP a hodnocení adekvátnosti LaP, 2017
- [63] Bezpečnostní návod SÚJB BN JB 5.4 (rev. 0.0): Provádění změn na jaderných zařízeních, 2020

Zpracovatelé

Ing. Michaela Ratajová
Ing. Hana Renová
Mgr. Dana Havlín Nováková, Ph. D.
Ing. Jolana Rýdlová
Ing. Alžběta Bednářová
Ing. Hana Dlouhá
Ing. Igor Dymovský
Ing. Václav Hojný
Ing. Miloš Nekuža
Ing. Jaromír Šípek, CSc.
Ing. František Hroch
Ing. Osvald Andrlé
Ing. Tomáš Kordina
Ing. Antonín Kříž
JUDr. Ing. Mgr. Tomáš Kadeřábek
Ing. Oldřich Linhart
RNDr. Peter Lietava
Ing. Dagmar Fuchsová
Ing. Jolana Kučerová
Ing. Miroslav Jakeš
Ing. Jiří Beneš, M.Sc. Ph. D.
Ing. Bohuslav Novotný
Ing. Tereza Marková
Ing. Radim Doležal
Mgr. Marek Bozenhard
Ing. Petr Adamec
Mgr. Ondřej Chochola, Dis.
Mgr. Tomáš Kruliš

Garant

Ing. Michaela Ratajová