



HODNOCENÍ

s o u b o r u

**PROVOZNĚ – BEZPEČNOSTNÍCH
UKAZATELŮ (PBU)**

za rok 2021

Č.j.: SÚJB/OKPZV/5409/2022

Praha, březen 2022

OBSAH:

| | | |
|----|---|----|
| A. | ÚVOD | 3 |
| B. | VYHODNOCENÍ SOUBORU PROVOZNĚ – BEZPEČNOSTNÍCH UKAZATELŮ PRO JE DUKOVANY | 5 |
| | Oblast 1 - Události | 5 |
| | Oblast 2 - Provoz bezpečnostních systémů | 9 |
| | Oblast 3 - Těsnost bariér | 11 |
| | Oblast 4. Radiační ochrana | 12 |
| C. | VYHODNOCENÍ SOUBORU PROVOZNĚ-BEZPEČNOSTNÍCH UKAZATELŮ PRO JE TEMELÍN | 15 |
| | Oblast 1 – Události..... | 15 |
| | Oblast 2 - Provoz bezpečnostních systémů | 19 |
| | Oblast 3 - Těsnost bariér | 22 |
| | Oblast 4. Radiační ochrana | 23 |
| D. | ZÁVĚR..... | 25 |
| E. | ZKRATKY | 26 |
| F. | Příloha č. 1..... | 28 |
| | Seznam Provozně – bezpečnostních ukazatelů používaných SÚJB | 28 |
| G. | PŘÍLOHA č. 2 VÝSLEDKY HODNOCENÍ SOUBORU PROVOZNĚ – BEZPEČNOSTNÍCH UKAZATELŮ V ROCE 2021 PRO JE DUKOVANY | 33 |
| H. | PŘÍLOHA č. 3 VÝSLEDKY HODNOCENÍ SOUBORU PROVOZNĚ – BEZPEČNOSTNÍCH UKAZATELŮ V ROCE 2021 PRO JE TEMELÍN..... | 59 |

A. ÚVOD

Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) vykonává na základě čl. I. odst. 4 zákona ČNR č. 21/1993 Sb. státní správu a dozor v ČR při využívání jaderné energie a ionizujícího záření v souladu s tehdy platným zákonem č. 28 / 1984 Sb., který byl 1. července 1997 nahrazen zákonem č. 18 / 1997 Sb. a ten byl 1. 1. 2017 nahrazen současně platným zákonem č. 263 / 2016 Sb., dle kterého se snaží SÚJB svojí činností zajistit dosažení co nejvyšší možné úrovně bezpečnosti. Těžiště výkonu dozoru spočívá v kontrolách zařízení provozovatele a hodnocení a posuzování činností souvisejících s jadernou bezpečností, radiační ochranou a soustavným vyhodnocováním jejich výsledků. Aby bylo možné jadernou bezpečnost a radiační ochranu objektivně vyhodnocovat a zjišťovat trendy, hodnotí SÚJB každoročně dosaženou úroveň jaderné bezpečnosti a radiační ochrany provozu JE Dukovany a JE Temelín pomocí souboru tzv. Provozně – bezpečnostních ukazatelů (PBU).

Základy souboru těchto ukazatelů byly položeny koncem devadesátých let minulého století. Prvním uceleně hodnoceným rokem byl rok 1991. V průběhu dalších let a získávaných zkušeností prošel soubor Provozně – bezpečnostních ukazatelů mnoha dílčími, ale i většími změnami názvu, struktury i odpovědností.

Od posledních let 20. století je soubor strukturován již stabilně do 4 oblastí, ve kterých je hodnocena úroveň jaderné bezpečnosti a radiační ochrany provozu JE. Jedná se o tyto oblasti:

- Oblast 1 - Události,**
- Oblast 2 - Provoz bezpečnostních systémů,**
- Oblast 3 - Těsnost bariér,**
- Oblast 4 - Radiační ochrana.**

Seznam všech hodnocených ukazatelů včetně jejich definice je uveden v příloze č. 1.

Odpovědnost za shromažďování dat pro hodnocení PBU, jejich zpracování a vyhodnocení je delegována na určeného inspektora lokálního pracoviště SÚJB na JE Dukovany a JE Temelín a Regionálního centra v Brně a v Českých Budějovicích. Stanovenému inspektorovi na ústředí v Praze pak přísluší koordinace všech aktivit včetně závěrečné redakce a publikace výsledků, okomentování dat, odhad případného směru a dalšího rozvoje jednotlivého ukazatele a s tím souvisejícími návrhy pro případné aktivity SÚJB pro příští období, jejichž snahou je zamezit případným nepříznivým trendům rozvoje daného ukazatele.

V roce 2004 byly pro JE Temelín stanoveny a v roce 2005 pro JE Dukovany inovovány požadavky na provozovatele pro předávání provozních dat pro potřeby hodnocení souboru PBU, ve kterých bylo stanoveno, jaká data, jak často, kam a v jaké formě mají být SÚJB předávána. Takto předávaná data pak tvoří asi 70 % vstupních dat pro hodnocení PBU a zbývajících 30 % je pak získáváno vlastní dozornou činností inspektorů SÚJB.

Podpisem „Dohody o komunikaci mezi ČEZ, a. s., a SÚJB o událostech, na které se vztahují legislativní požadavky“, byla dne 7. 2. 2007 sjednocena kritéria pro „Hlášené události“ pro obě JE a hodnocení ukazatelů Oblasti 1 pak vychází od roku 2007 na obou JE ze stejné definovaného základu. Tato dohoda byla následně v roce 2013 překlopena

do bezpečnostního návodu BN-JB-1.1 revize 1 – Využívání provozních zkušeností na jaderných zařízeních, dle kterého se postupovalo do konce roku 2020. Od ledna 2021 SÚJB vydal nový návod BN-JB-5.2, rev.0, který nahradil návod BN-JB-1.1 z roku 2013.

V roce 2015 vydal SÚJB interní směrnici VDS 089/2016 – „Činnost SÚJB související s tvorbou zprávy o hodnocení souboru PBU“, v níž jsou podrobně popsány činnosti, termíny a zodpovědnosti jednotlivých inspektorů SÚJB při tvorbě tohoto dokumentu.

Výsledky hodnocení PBU ve formě grafů za právě uplynulý kalendářní rok 2021 jsou uvedeny v přílohách č. 2 a č. 3 a komentovány v dalších částech tohoto dokumentu. Pro možnost zjistit trendy vývoje daného ukazatele jsou v grafech vždy uvedeny jeho hodnoty za období po sobě jdoucích posledních 6 let, tedy v tomto případě se jedná o období od roku 2016 až po právě uplynulý rok 2021 pro JE Dukovany a JE Temelín. Grafy v některých případech představují lokální hodnoty ve formě součtů nebo průměrů blokových hodnot. Pro neprovoznoschopnost bezpečnostně nejvýznamnějších bezpečnostních systémů jsou uváděny hodnoty na úrovni jednotlivých bezpečnostních systémů na každém bloku a taktéž pro těsnost bariér jsou uvedeny hodnoty na úrovni každého bloku.

Periodické integrální zkoušky těsnosti hermetických prostor (PERIZ / OZIK na EDU a PERZIK na ETE), tedy zkoušky těsnosti jedné z bariér pro zabránění uniku radioaktivních látek do životního prostředí, mají systematicky zjišťovat těsnosti hermetických prostor bloků EDU a kontejnmentu na ETE. Zkoušky PERIZ / OZIK byly na EDU systematicky zahájeny na všech čtyřech blocích již v roce 2001 a od roku 2011 jsou zkoušky PERIZ / OZIK prováděny s intervalem 2 roky a to sudé bloky v sudých letech a liché bloky v letech lichých. Periodické integrální zkoušky těsnosti hermetických prostor PERZIK na ETE zjišťují stav těsnosti kontejnmentu ETE a zkoušky PERZIK se provádějí s periodou 4 roky.

B. VYHODNOCENÍ SOUBORU PROVOZNĚ – BEZPEČNOSTNÍCH UKAZATELŮ PRO JE DUKOVANY

V této části zprávy je uvedeno hodnocení jednotlivých ukazatelů sledovaných oblastí provozu JE Dukovany, přičemž jejich grafické vyobrazení je obsahem přílohy č. 2.

Po roce 2016, kdy téměř všechny provozně – bezpečnostní ukazatele byly „zkresleny“ závažným zjištěním v oblasti špatného dokladování stavu kontrolami určených svarů a následného nezbytného prověřování a provedení případných oprav v rámci tzv. „kauzy svary“, kdy z tohoto důvodu došlo k prodloužení odstávek všech bloků, v roce 2017 se provoz všech bloků začal vracet do obvyklých kolejí a v roce 2018 se již délka odstávek vrátila do očekávaných hodnot z let před rokem 2016. O špatném dokladování svarů provozovatel ČEZ, a. s., informoval SÚJB poprvé v září 2015 a celá kauza se stále vyšetřuje.

Obecně a souhrnně lze z vyhodnocení souboru provozně – bezpečnostních ukazatelů EDU za rok 2021 konstatovat, že celkový dosažený stav zajištění jaderné bezpečnosti při výrobě elektrické energie v JE Dukovany je i nadále udržován na velmi dobré úrovni. Provoz všech 4 bloků jaderné elektrárny Dukovany včetně provádění plánovaných odstávek pro výměnu paliva probíhal vždy dle předem schváleného harmonogramu provozu pro rok 2021. Jednotlivé bloky byly k výměně paliva a generální opravě odstaveny v roce 2021 v období:

- 1. blok EDU 13. 11. 2020 ÷ 11. 2. 2021
- 2. blok EDU 19. 11. 2021 ÷ 9. 2. 2022
- 3. blok EDU 28.5.2021 ÷ 15.7.2021
- 4. blok EDU 13.2.2021 ÷ 8.4.2021.

V průběhu roku 2021 došlo na JE Dukovany i k několika neplánovaným výpadkům ve výrobě elektrické energie, nicméně koeficient neplánovaného snížení výkonu (UCLF – viz graf 1.C) se oproti roku 2020 snížil z hodnoty 1,28 na loňských 0,92. V roce 2019 byla hodnota UCLF 5,79, což je nejvyšší hodnota za grafem sledované období 6 po sobě jdoucích let.

V následujícím textu jsou vyhodnoceny jednotlivé PBU skupinově, podle jejich zařazení do příslušných oblastí.

Oblast 1 - Události

Oblast hodnotí následující skupiny ukazatelů:

- 1.A – Hlášené události
- 1.B – Působení ochranných a limitačních systémů
- 1.C – Snížení výkonu
- 1.D – Limity a podmínky

Skupina 1.A – Hlášené události

Základním údajem pro hodnocení ukazatelů skupiny 1.A je počet v roce 2021 hlášených událostí, tzn. událostí, které odpovídají specifikacím v tabulce 2 Bezpečnostního návodu BN-JB-1.1, z roku 2013.

Ukazatel 1.A.1 – Počet událostí hlášených orgánu dozoru nad JB (graf 1.A.1) se v posledním období pohyboval kolem dlouhodobé střední hodnoty 55 hlášených událostí za

rok. V historii sledování tento ukazatel v roce 2015 resp. v roce 2016 poklesl na 49 resp. až na minimum 41 hlášených událostí. To souviselo a vyplynulo z prodloužených odstávek z důvodu „kauzy svary“. V roce 2017 bylo SÚJB nahlášeno 56 událostí a v roce 2018 bylo nahlášeno 48 událostí. V roce 2019 počet událostí vzrostl na 68 a v roce 2020 se počet úřadu hlášených událostí snížil na hodnotu 65. V loňském 2021 roce bylo SÚJB nahlášeno 52 událostí. Tato hodnota v minulém roce 2021 ukazuje v roce 2020 zahájený snižující se trend. Nicméně i při příštím vyhodnocení je třeba se na tento parametr soustředit. Významnějším zvýšením v roce 2019 a s přihlédnutím k hodnotě v následujících letech 2020 a 2021 se dlouhodobá střední hodnota navrátila na dlouhodobých 52 hlášených událostí.

Bezpečnostně významných událostí, klasifikovaných dle stupnice INES, bylo SÚJB nahlášeno v roce 2020 i v roce loňském 2021 celkem 7. Z toho událostí, klasifikovaných INES = 0 bylo 6, jedna událost, označená č. 56837(ZV38)/21/3, byla hodnocena stupněm INES = 1. Při této události došlo dne 2. 9. 2021 na 3. bloku k porušení limitní podmínky (LP 3.5.2.1) včasným neprovedením požadovaných činností při zjištění zvýšené hladiny oleje v zadním ložisku vysotlakého havarijního čerpadla 3TJ61D01, způsobené průnikem media z vloženého okruhu 3TF60 – událost označená jako V38.

K 6 událostem klasifikovaných INES = 0 došlo dne:

- 4. 1. 2021 na 1. bloku, kdy byl přerušen náběh bloku z důvodu meziokruhové netěsnost PG11 po tlakové zkoušce I.O..
- 17. 2. 2021 na 1. bloku a jednalo se o neúspěšnou zkoušku ELS3 z důvodu závady na spojce čerpadla vloženého okruhu havarijních systémů 1TF60D01, při kterém došlo k neplánované čerpání LPP 3.5.2.1. – událost označená jako V15.
- 5. 9. 2021 na 2. bloku, kdy došlo ke zkratu na motoru čerpadla 2TH60D01 při zkoušce 2ELS3 – událost označená jako V37.
- 9. 9. 2021 na 3. bloku, kdy došlo k odstavení bloku do REŽIM-u 5 z důvodu požadavků LaP NPSCH 3TJ61D01 – (čerpání LP 3.5.2.1 A2) a nemožnost jeho zprovoznění do 6 hod. – událost označená jako V41.
- 9. 9. 2021 na 2. bloku, kdy omylem obsluhy při překompenzaci polohy HRK6 došlo k vnosu záporné reaktivity a tím k opačnému pohybu HRK6, nedošlo však ani ke snížení výkonu reaktoru, ani k porušení LaP – událost označená jako V42.
- 19. 9. 2021 na 3. bloku při zkoušce 3ELS1, kdy byla identifikována závada na DG7 (po jeho najetí v rámci zkoušky byl odstaven naotáčkovou ochranou z důvodu závady na čidle) – událost označená jako V44.

Z grafu 1.A.1 Hlášené události v návaznosti na minulá léta vyplývá, že po „kauze svary“ se počet bezpečnostně významných událostí v roce 2018 vrátil na průměrnou statistickou hodnotu předchozích let, tj. 6 událostí hodnocených INES = 0, nebo 1, což se jeví rovnovážným průměrem a to v případě statistiky takto malých čísel je hodnota očekávaná.

Statistika počtu hlášených událostí na jednotlivé bloky (Počet událostí BSE (Bellow Scale Events) a SSE (Safety Significant Events) – viz graf 1.A.1) udává, že kolika takovýmito událostem došlo na každém bloku a ani v roce 2021 v rámci celého sledovaného období od zahájení vyhodnocování PBU nelze říci, že by některý blok byl „nejhorší“ a jiný „nejlepší“, neboť se stále jedná o velmi malé rozdíly hodnot, navíc v rámci statistiky „malých čísel“ a ještě ovlivněné lidským faktorem, tedy obsluhou jednotlivých bloků.

Ukazatel 1.A.2 – Lidské selhání (graf 1.A.2) prostřednictvím indexu HFI vyjadřuje podíl lidských selhání na celkovém počtu hlášených událostí. Vývoj v oblasti lidského selhání jak v počtu událostí, tak v indexu HFI dlouhodobě koresponduje s průměrem počtu hlášených

událostí. V roce 2018 počet událostí s vlivem lidského faktoru dosáhl hodnoty 35, a tak se vrátil na očekávané hodnoty a v roce 2019 se počet událostí s vlivem lidského faktoru dokonce snížil na hodnotu 18, aby v roce 2020 opět vzrostl až na hodnotu 42 a mírně vzrostl i v roce 2021 na hodnotu 44. Z grafu se zdá, že se jedná o fluktuaci hodnot. Co se týká procentuální zvýšení k počtu všech relevantních událostí s vlivem lidského faktoru v roce 2019 z 12 % na 27 % v roce 2020 a loňské snížení na 23 % se zatím taktéž dá hodnotit jako fluktuace sledovaných hodnot, z nichž nelze jednoznačně konstatovat, že dochází k více či méně častějším chybám obsluhy. Zvýšený počet vlivu lidského faktoru může být způsoben tím, že při došetřování událostí se provozovatel snaží lépe a přesněji stanovit kořenové příčiny. Dojde-li k nějakým trendům tedy ukáží nejspíš až příští léta.

Skupina 1.B – Působení ochranných a limitačních systémů

První z ukazatelů skupiny uvádí počet neplánovaných rychlých odstavení reaktoru. Sumární výsledky tohoto ukazatele jsou znázorněny v grafu 1.B.1,2, blokové hodnoty pak v grafu 1.B.1,2a.

Ručně bylo nutné některý z reaktorů JE Dukovany rychle odstavit naposledy v roce 2005 a k poslednímu automatickému odstavení reaktoru došlo v roce 2010 na 4. bloku. V roce 2019 pak došlo také na 1. bloku k ruční aktivaci HO1 z důvodu aktivace ESFAS „Roztržení HNK,HVK (událost +034/2019/1) způsobené chybnou manipulací OSO. V roce 2021 pak k žádné takové události ani na jednom bloku EDU nedošlo.

V roce 2021, stejně jako v předcházejících již 10 letech, nedošlo ani k žádnému neplánovanému rychlému automatickému odstavení reaktoru.

V rámci obnovy SKŘ došlo v minulých letech k náhradě funkcí HO 2 částečně ochranou reaktoru (rychlé automatické odstavení) a částečně novým systémem RLS, který nahradil i dřívější ochrany HO 3 a HO 4. Graf 1.B.3-5 tak nyní zobrazuje počet zapůsobení RLS-3 a RLS-4. Jak je z grafu patrné, po roce 2017, kdy nedošlo k žádnému zapůsobení ochrany RLS-3 ani k žádnému zapůsobení RLS-4, došlo v roce 2018 došlo ke 3 zapůsobením RLS-3 a 5 zapůsobením RLS-4, v roce 2019 došlo celkem ke 4 zapůsobením RLS-4, kdy se jednalo vždy o prosednutí kazety HRK a v roce 2020 došlo pouze ke 2 zapůsobením RLS-4, a to v obou případech na 3. bloku, kdy došlo však pouze k signalizaci propadu kazet HRK, k vlastnímu propadu kazet HRK nedošlo. V loňském roce 2021 nedošlo k žádnému zapůsobení RLS-3 a RLS-4. Ze statistiky tohoto ukazatele je zatím těžké činit nějaké závěry, neboť se jedná spíše o náhodné události, a tedy statistiku velmi malých náhodných čísel, nicméně za poslední 3 roky se jeví, že počet zapůsobení RLS-3 a RLS-4 má klesající trend. Potvrzení tohoto trendu ukáží až následující roky.

Skupina 1.C – Snížení výkonu

Tato skupina zahrnuje pouze ukazatel 1.C.1 „Neplánovaná snížení výkonu“ UCLF. Ten je vyjádřen poměrem střední hodnoty neplánovaných snížení výkonu (technická poruchovost) k referenčnímu výkonu ve sledovaném období v procentech. V roce 2016 nedošlo téměř k žádnému neplánovanému snížení výkonu, tedy k žádné nečekané provozní události. To bylo v porovnání s hodnotou tohoto ukazatele v předchozích dvou letech významné zlepšení. Historicky nejvyšší hodnotu měl tento ukazatel v roce 2015 z důvodu dlouhodobého neplánovaného odstavení celkem 3 bloků EDU pro kontrolu nesprávně prověřovaného a dokladovaného stavu svarových spojů a s tím souvisejícími činnostmi pro zjištění jejich aktuálního stavu a jejich případnými opravami. V roce 2016 pak „kauza svary“ probíhala již

v rámci naplánovaných odstávek, a proto se tento ukazatel téměř nečerpal. V roce 2017 došlo v březnu k neplánovanému odstavení 2. bloku z důvodu netěsnosti na odvodu smyček při najíždění po GO. V listopadu došlo k neplánovanému odstavení 4. bloku z důvodu zvýšeného nátoků na jímku odpadních vod (JOV). V roce 2018 se hodnota opět zvýšila z důvodu působení RLS-3 a kvůli snížení a stabilizaci bloku na výkonu reaktoru $N_R = 73\%$ při výpadku HCČ1. V roce 2019 hodnota tohoto ukazatele opět mírně stoupla, a to z důvodu odstavení 2. bloku z důvodu netěsnosti na PG26 spojeným s odfázováním 2. bloku. Dalším přispěvatelem v roce 2019 bylo snížení výkonu 3. a 4. bloku z důvodu výpadku BQDV3,4. V roce 2020 došlo u tohoto ukazatele k jeho téměř 5 násobnému poklesu a v roce 2021 k dalšímu více jak čtvrtinovému poklesu na hodnotu 0,92 %. Na jeho hodnotě v letech 2020 a 2021 se podílela pouze krátká neplánovaná odstavení či snižování výkonu z různých provozních důvodů. Z grafu plyne, že neplánované snižování výkonu se od roku 2019 výrazně snižuje, což zřejmě svědčí o zvyšující se péči o provozované zařízení a tím k jeho méně častějším výpadkům. Dále je tento faktor ovlivněn i stále se lepším plánování kontrol a revizí zařízení, které je prováděno formou plánované činnosti. Zda toto je skutečný trend se uvidí v nadcházejících letech.

Skupina 1.D – Limity a podmínky bezpečného provozu

Oproti roku 2017, kdy na JE Dukovany došlo celkem ke 4 porušením LaP, nedošlo v roce 2018 i v roce 2019 k žádnému porušení LaP. V roce 2020 došlo ke 2 porušení tohoto základního provozního dokumentu a v loňském roce 2021 došlo pouze k 1 porušení LaP (viz graf 1.D.1). Jak je již zmíněno výše, k tomuto porušení LaP v roce 2021 došlo v rámci události označená V38 a tato událost byla hodnocena stupněm INES = 1. Došlo k ní dne 2. 9. 2021 na 3. bloku (porušení limitní podmínky LP 3.5.2.1) z důvodu neprovedení požadovaných činností při zjištění zvýšené hladiny oleje v zadním ložisku vysotlakého havarijního čerpadla 3TJ61D01, způsobené průnikem media z vloženého okruhu 3TF60.

Cílem ukazatele „Počet vynucených zahájení akcí podle LaP“ (graf 1.D.2) je poskytnutí komplexního přehledu o počtu stavů zařízení a parametrů, vybočujících z rámce bezpečnostních garancí daných LaP. Ukazatel proto sumarizuje počet všech odstavení reaktoru ochrannými systémy; stavů zařízení nebo stavů technologických parametrů, které podle LaP vyvolávají nezbytnost přechodu bloku do REŽIMU s vyšším pořadovým číslem; a také PORUŠENÍ LaP, pokud byly činnosti k přechodu zahájeny. Tento parametr v roce 2017 byl indikován celkem 3-krát, v roce 2018 se pak vyskytl pouze v jednom případě – jednalo se o událost č. 39 – Netěsnost PG (4YB11W01) způsobená nezavařením zaslepovací zátky usazené ve studeném kolektoru. V roce 2019 nedošlo k žádnému vynucenému zahájení akcí podle LaP a taktéž i v roce 2020 je hodnota tohoto ukazatele 0. V loňském roce došlo k jednomu vynucenému zahájení akce dle LaP a to byla v rámci již výše popsané události označená jako V15, kdy dne 17. 2. 2021 na 1. bloku byla provedena neúspěšná zkouška ELS3 z důvodu závady na spojce čerpadla vloženého okruhu havarijních systémů 1TF60D01. Tím došlo k následnému neplánovanému čerpání LPP 3.5.2.1.

Hodnota ukazatele 1.D.3 „Dočasné změny LaP“ v roce 2018 mírně vzrostla, nicméně v roce 2019 a v loňském roce 2020 se pak hodnota snížila pod hodnoty všech předcházejících 3 let a tento trend se půrojevil ještě výrazněji i loňském roce 2021. Důvodem vyšších hodnot tohoto parametru v předchozích letech a čerpání dočasných změn LaP bylo zejména zdrenážování jednotlivých systémů TVD související s realizací OP č. 73/2018, s provedením kontrol a oprav svarových spojů, výměnou měřících clon na TVD u chladičů TQ23,43,63W0. Další dočasné změny LaP souvisely s realizací investiční akce 7129 – Doplnění 3. okruhu

chlazení BSVP (systém TG17). Na to v letech 2019 a následně i v roce 2020 se dále realizovaly investiční akce č. 7129 – Instalace 3. čerpadla chlazení BSVP a akce č. 7429 – Výměna přívodních a vratných kolektorů TVD pro VZT. Zde již ale využito předchozích zkušeností a realizace se prováděla s nižším čerpáním dočasných změn LaP. V loňském roce pak již tyto akce byly realizovány, a proto došlo k významnému poklesu tohoto parametru. Všechny dočasné změny LaP byly vždy úřadem prostudovány a povoleny, a to pouze k realizaci akcí, které po jejich provedení zvyšují jadernou bezpečnost bloků.

Hodnota ukazatele 1.D.4 „Čerpání LaP“ vyjadřuje celkový počet hodin čerpání LaP v roce vztažený na jeden blok. Jednak má souvislost s výše uvedeným ukazatelem povolených dočasných změn LaP, ale souvisí také s provozem bloku a stavem jeho zařízení, kdy se blok v rámci provozu a nečekaných událostí dostává do oblasti limity a podmínkami stále ještě povolených a bezpečných mezí, tedy do oblasti časově omezených stavů čerpání limitů a podmínek, kdy však obsluha bloku musí přijímat v limitech a podmínkách předepsaná opatření, aby se vybočený parametr dostal zpět do limity a podmínkami daných bezpečných mezí. V roce 2018 se oproti roku 2017 tento ukazatel snížil na téměř 3/5 a v roce 2019 jeho hodnota ještě dále klesla až na 1/3 roku 2018. V roce 2020 se hodnota tohoto ukazatele dostala zpět na úroveň roku 2018. V loňském roce se hodnota oproti roku 2020 mírně zvýšila, nicméně se zdá, že hodnota tohoto parametru se začala pohybovat kolem rozvážné střední očekávané hodnoty, kdy k čerpání tohoto parametru dochází zejména v důsledku provádění požadovaných provozních kontrol. Vysoká hodnota tohoto ukazatele v letech 2016 a 2017 souvisela s vyšším čerpáním povolených dočasných změn LaP pro realizaci již výše uvedených akcí na TVD (rekonstrukce potrubí na systému TVD) a instalací 3. čerpadla chlazení BSVP. V rámci dlouhodobého vlivu na jadernou bezpečnost má však realizace těchto akcí, k nimž SÚJB vydává svá rozhodnutí o schválení změny LaP, neoddiskutovatelně kladný vliv na jadernou bezpečnost pro další provoz EDU.

Oblast 2 - Provoz bezpečnostních systémů

Hodnocení provozu bezpečnostních systémů je založeno na skupinách ukazatelů:

2.A – Neprovozeroschopnost bezpečnostních systémů

2.B – Selhání bezpečnostních systémů

Skupina 2.A – Neprovozeroschopnost bezpečnostních systémů

Skupina je sledována pomocí 5 hlavních ukazatelů. Výsledkem jejich vyhodnocení jsou hodnoty vztažené na jednotkový (obecný, resp. fiktivní) bezpečnostní systém na lokalitě – lokální hodnoty. Tyto výsledky jsou dále rozpracovány v podukazatelích do úrovně jednotlivých bezpečnostních systémů na lokalitě, tedy hodnot systémových.

První z ukazatelů skupiny 2.A. „Neprovozeroschopnost BS“ (SSU, graf 2.A.1), charakterizující celkovou dobu neprovozeroschopnosti. Z ní vyplývá informace, že průměrná hodnota neprovozeroschopnosti jednoho bezpečnostního systému (BS) v roce 2019 oproti letům 2018 až 2014 poklesla, nicméně v letech 2020 a 2021 se vrací na očekávanou průměrnou hodnotu z roku 2017. Z pohledu celkového sledování za delší časové období se v roce 2019 jeví, že by mohl pokračovat trend poklesu tohoto parametru, nicméně jak v roce 2020, tak i v minulém roce 2021 bylo konstatováno očekávání, ukazatel SSU se opět navrácí na obvyklé očekávané hodnoty předchozích let, kdy do typové neprovozeroschopnosti BS – ukazatele SSU přispívala zejména neprovozeroschopnost BS z důvodů provádění limitami

a podmínkami předepsaných testů. Výšší hodnoty a výkyvy parametru v jednotlivých letech jsou zpravidla způsobeny zvýšenou aktivitou na zkvalitnění bezpečnostních systémů v rámci zvyšování jaderné bezpečnosti.

Z grafů podukazatelů pro jednotlivé systémy (2.A.1a-g) je vidět, že grafy kopírují průběh předchozího grafu 2.A.1, což je zcela logické a v pořádku. V minulých letech vzestup tohoto parametru byl spojen s čerpáním LaP pro rekonstrukci potrubí systému TVD, kdy zneprovozuschopnění tohoto systému vede vždy i ke ztrátě chlazení BS, tedy také k jejich zneprovozuschopnosti. V letech 2018 a 2019 došlo pro rekonstrukce ke kratším obdobím čerpání LaP, a proto v těchto letech došlo i mírnému poklesu tohoto parametru pro všechny BS a v roce 2020 a loňském roce 2021 se pak hodnota tohoto parametru navrátila k očekávaným středním hodnotám.

Hodnoty ukazatele průměrné doby trvání jedné zneprovozuschopnosti fiktivního jednotkového BS (graf 2.A.2) plně korespondují s hodnotami jednotlivých dílčích podukazatelů (graf 2.A.2a-g) a odpovídají již výše zmiňovaným ještě dokončujícím pracím na rekonstrukci TVD a BS. Snahou provozovatele po dokončení investičních akcí, zvyšujícím jadernou bezpečnost, je, aby průměrná doba zneprovozuschopnosti BS byla dána pouze časem pro v LaP předepsaných provozních kontrolách. Trend tohoto ukazatele v roce 2020 a i v roce minulém 2021 se tomuto stavu již přibližuje.

Hodnota frekvence zneprovozuschopnosti, která vyjadřuje četnost zneprovozuschopnosti BS (graf 2.A.3) se ve sledovaném období 6 let osciluje kolem střední hodnoty 0,84. To je plně v souladu s již výše vyřčeným a souvisí to s realizací oprav na TVD na 1. dvojbloku v roce 2015 i rekonstrukci potrubních tras na TVD v roce 2016 a 2017 na obou HVB a pracích na připojení systému TG17 chlazení BSVP v roce 2018. Pokračování těchto akcí i v roce 2019 i 2020 a dokončování akcí i v roce 2021 byla oproti letům před rokem 2014 stále mírně zvýšena z důvodů realizace těchto akcí na BS, které po jejich realizaci zvýší JB. Tento efekt je patrný u systémů, u nichž se SÚJB povolená změna LaP k realizaci těchto akcí čerpala (přes zneprovozuschopnost TVD zejména zneprovozuschopnost bezpečnostních systémů TJ, TH a TQ, SHNPG a napojení systému TG17). U ostatních BS, nedotčených povolenými změnami LaP, hodnota vykazuje trvalé průměrné hodnoty (podukazatelé v grafu 2.A.3a-g).

V grafu ukazatele 2.A.4 „Typová zneprovozuschopnost BS“ a v grafu 2.A.4a-g „Typová NPSCH jednotlivých BS“ obdobně a v návaznosti na úřadem schválené změny LaP je i v roce 2021 nejvyšší a jediná složka harmonogramová, která vyjadřuje podíl dopředu připravených a plánovaných akcí, právě již výše zmíněných akcí na systému TVD 1. dvojbloku v roce 2015 a rekonstrukce potrubí TVD v roce 2016 i v roce 2017 a zprovoznování 3. systému chlazení BSVP – TG17 v roce 2018 až 2021.

V grafu ukazatele STUR „Normovaná typová zneprovozuschopnost“ (graf 2.A.5), který představuje vzájemný poměr všech tří typů zneprovozuschopnosti, a v grafu 2.A.5a-g „Normovaná typová zneprovozuschopnost jednotlivých BS v roce 2021“ převažuje zcela očekávaně ve sledovaném období opět podíl složky „harmonogram“, což je očekávané právě v souvislosti s realizací naplánovaných akcí, jako je rekonstrukce potrubí TVD a zprovoznování nového, třetího systému chlazení basénu skladování TG 17. Tyto práce probíhaly dle harmonogramu a v návaznosti na předem schválené změny LaP pro systém TVD. Dochází-li k vyšší zneprovozuschopnosti BS z důvodů schváleného harmonogramu, není to signálem nepříznivé trvalé změny trendu, ale je to vždy spojeno se skutečností zvyšování JB, kdy se kontrolovaně schválením změny LaP povoluje na BS provádět změny, které ve svém důsledku po jejich realizaci trvale zvyšují JB.

Skupina 2.B – Selhání bezpečnostních systémů

Ukazatel „Počet selhání BS při startu“ (graf 2.B.1) vypovídá, že v roce 2021 došlo ze všech BS na všech blocích pouze ke 2 selhání při startu DG a jednomu selhání při startu REAZNII. Jednalo se o výše uvedené události (viz část Hlášené události), ke kterým došlo dne 17. 2. 2021 na 1. bloku a jednalo se o neúspěšnou zkoušku ELS3 (událost označená jako V15), dne 5. 9. 2021 na 2. bloku, kdy došlo ke zkratu na motoru čerpadla 2TH60D01 při zkoušce 2ELS3 (událost označená jako V37) a 19. 9. 2021 na 3. bloku při zkoušce 3ELS1, kdy byla identifikována závada na DG7, kdy po jeho najetí v rámci zkoušky byl odstaven naotáčkovou ochranou z důvodu závady na čidle (událost označená jako V44). V roce 2020 došlo také pouze ke 2 selhání při startu BS. K prvním selhání došlo dne 12. 11. 2020 a jednalo se o neúspěšnou zkoušku ÚZN VS AVV způsobenou neotevřením armatury 2.54.7.152.2 při zkoušce 1REA ZNII a druhým bylo selhání – výpadek DG 1 za chodu, k němuž došlo dne 10. 12. 2020. Obě závady byly odstraněny a zkoušky poté i úspěšně opakovány. Tyto hodnoty jsou vzhledem k počtu na všech blocích probíhajících zkoušek těchto systémů stále velmi nízké a svědčí o dobrém stavu vysoké spolehlivosti tohoto zařízení.

Graf ukazatele „Nespolehlivost systému při startu BS“ (graf 2.B.2) kopíruje průběh předchozího grafu, v relativních hodnotách vztažených na počet startů systému, a slouží pro vzájemné porovnání spolehlivosti mezi systémy. Jak je již uvedeno výše, v roce 2021 došlo ke 3 selháním při startu BS, což mírně zvedlo hodnoty grafu právě pro systémy DG a REA ZNII. Nicméně to potvrzuje výše zmíněné konstatování, že vzhledem k počtu na všech blocích probíhajících zkoušek těchto systémů jsou to hodnoty stále velmi nízké, svědčící o dobrém stavu vysoké spolehlivosti tohoto zařízení

Tyto skutečnosti se odráží i v ukazatelích 2.B.3 a 2.B.4, kde je sledováno chování bezpečnostních systémů za chodu. Vyjma roku 2017 a právě roku 2020, kdy došlo vždy k jednomu selhání za chodu na systému DG, nedošlo již od roku 2005 včetně k žádnému dalšímu selhání žádného BS při jeho chodu. K selhání došlo až v loňském roce 2021 a to dne 17. 2. 2021 na 1. bloku. Jednalo se o závadu na spojce čerpadla vloženého okruhu havarijních systémů 1TF60D01, které jsou společné jak pro systém TH, tak i TQ (událost označená jako V15).

Oblast 3 - Těsnost bariér

Těsnost bariér je posuzována prostřednictvím skupin ukazatelů:

- 3.A – Jaderné palivo
- 3.B – Hermetická obálka

Skupina 3.A – Jaderné palivo

Stav jaderného paliva je sledován ukazatelem „Spolehlivost jaderného paliva“ (FRI, graf 3.A.1) a ukazatelem „Počet netěsných (vyřazených) palivových souborů“ (graf 3.A.2). Vzorec pro výpočet spolehlivosti paliva je založen na empirických vztazích a v praxi se při hodnocení posuzují tři úrovně hodnot FRI:

- více než 19 Bq/g – aktivní zóna (AZ) s velkou pravděpodobností obsahuje netěsnost(i),
- méně než 19 Bq/g – AZ s velkou pravděpodobností neobsahuje žádné netěsné palivo,

- menší než 0,04 Bq/g jsou korigovány na hraniční hodnotu 0,04 Bq/g z důvodu omezené platnosti empirických vztahů.

Při srovnání grafů obou těchto ukazatelů je zřejmá jejich provázanost. Roční hodnoty FRI jsou na JE Dukovany dlouhodobě velice nízké. V roce 2016 byla zaznamenána dosud nejvyšší hodnota FRI 1,84 Bq/g na 1. bloku, v roce 2017 se hodnota na 1. bloku snížila na 1,19 Bq/g, což byla v roce 2017 nejvyšší dosažená hodnota. V roce 2018 byla detegována nejvyšší hodnota FRI 0,59 Bq/g opět na 1. bloku. Také v roce 2019 byla na 1. bloku nejvyšší hodnota FRI 0,71 Bq/g a i v roce 2020 byla nejvyšší hodnota FRI opět na 1. bloku, ale již snížena na FRI 0,45 Bq/g. V loňském roce 2021 byla nejvyšší hodnota FRI opět na 1. bloku, ale opět ještě více snížena na FRI 0,34 Bq/g. Z grafu je vidět v posledních 6 letech klesající trend tohoto parametru. Hodnoty z posledních let jsou hluboko pod hodnotou, která by měla signalizovat netěsné palivo, a proto ani v roce 2021 nebyl identifikován žádný netěsný palivový soubor.

Zde je třeba opět připomenout, že za celou dobu od zahájení provozu všech bloků EDU bylo dosud do BSVP odloženo pouze 7 netěsných (vyřazených) palivových souborů.

Skupina 3.B – Hermetická obálka

Graf ukazatele 3.B.1 hodnotí prostřednictvím výsledků periodické integrální zkoušky (PERIZ / OZIK) stav těsnosti hermetických prostor. Snaha provozovatele o systematické zvyšování těsnosti bloků EDU byla zahájena na všech čtyřech blocích již v roce 2001 a od tohoto roku se s několika drobnými odchylkami těsnost bloků zlepšuje nebo maximálně osciluje kolem velmi přijatelných hodnot. Od roku 2011 jsou zkoušky PERIZ / OZIK prováděny s intervalem 2 cykly, a bylo určeno, že sudé bloky v sudých letech a liché bloky v letech lichých. Od roku 2018 se přešlo k jiné filosofii provádění zkoušek PERIZ, a to, že zkoušky se provádějí podle stavebně jednotného HVB tak, že v sudém roce jsou prováděny zkoušky PERIZ na HVB I, v lichém roce na HVB II s frekvencí 1 zkouška PERIZ / OZIK za 2 cykly. Zkoušky PERIZ / OZIK lze provádět pouze při odstavení bloku na VP a GO. V roce 2021 tedy proběhla zkouška těsnosti PERIZ na 3. bloku. Při zkoušce je integrita hermetických prostor ověřena postupným natlakováním na tlak 50 kPa s časovou výdrží 8 hodin a poté je naměřená hodnota extrapolována na projektový přetlak 150 kPa. Měřením a extrapolací naměřených hodnot byla stanovena hodnota těsnosti hermetických prostor 3. bloku na 4,415 % / 24 h, což je oproti předchozí zkoušce mírné zhoršení (v roce 2019 to bylo 3,826 % / 24 h), nicméně je to hodnota očekávaná a oscilující kolem střední hodnoty.

Naměřené a výše uvedené extrapolované hodnoty periodické integrální zkoušky stavu těsnosti hermetických prostor (PERIZ / OZIK) jsou hluboko pod dovolenou mezní hodnotou 13 % / 24 h. Dosud nejvyšší a tedy nejhorší naměřené hodnoty zkoušky PERIZ byly historicky naměřeny na 1. bloku v roce 2018 a to hodnota 6,818 % / 24 h. Nicméně i tato nejhorší historicky naměřená hodnota je pouze polovinou dovolené hodnoty. Na všech ostatních blocích byla naměřena hodnota vždy ještě nižší. Všechny naměřené hodnoty jsou vzhledem k předchozím letům v oblasti očekávaných hodnot, tedy kopírují těsnost předchozích let a prokazují dobrou těsnost hermetických prostorů všech bloků EDU.

Oblast 4. Radiační ochrana

Oblast hodnotí následující skupiny ukazatelů:

- 4. A – Radiační pracovníci
- 4. B – Radioaktivní výpusti

Skupina 4. A – Radiační pracovníci

Ukazatel „Kolektivní efektivní dávka na blok“ (graf 4.A.1) sleduje kolektivní efektivní dávku všech radiačních pracovníků přepočtenou na jeden blok. V roce 2021 se ukazatel týkal 834 radiačních pracovníků JE a 1476 radiačních pracovníků dodavatelů. Hodnota odpovídá délce odstavek a rozsahu prováděných prací. Celková kolektivní efektivní dávka na čtyři bloky EDU je zvlášť pro pracovníky JE a pro dodavatele uvedena v grafu 4.A.2. Z něho je patrné, že k celkové kolektivní efektivní dávce z významné míry přispívají radiační pracovníci dodavatelů (v roce 2021 84 %), kteří na základě smluv zajišťují převážnou většinu servisních činností při odstavkách bloků.

Rozdělení činností mezi pracovníky JE a dodavatele se odráží rovněž v ukazatelích „Průměrná individuální efektivní dávka“ (graf 4.A.3) a „Maximální individuální efektivní dávka“ (graf 4.A.4). Hodnoty za rok 2021 odpovídají rozsahu provedených prací. Žádný z pracovníků nepřekročil provozovatelem JE stanovenou dávkovou optimalizační mez 10 mSv za rok.

V průběhu roku 2021 nemusel být žádný radiační pracovník speciálně dekontaminován za dohledu lékaře (graf 4.A.5).

Skupina 4. B – Radioaktivní výpusti

Stav provozu JE Dukovany z hlediska radioaktivních výpustí hodnotí ukazatele „Výpusti do ovzduší“ a „Výpusti do vodotečí“. Tyto dva ukazatele jsou doplněny pěti podukazateli pro výpusti do ovzduší a dvěma podukazateli pro výpusti do vodotečí, které doplňují a upřesňují informaci o výpustích z hlediska jednotlivých hlavních přispěvatelů.

Graf 4.B.1 „Efektivní dávka z výpustí do ovzduší“ pro ukazatel „Výpusti do ovzduší“ představuje ozáření reprezentativní osoby získané výpočtem z autorizovaného modelu pro aktuální výpust radionuklidů do ovzduší a aktuální meteorologickou situaci v hodnoceném roce 2021. V dlouhodobém trendu vykazuje ozáření reprezentativní osoby z výpustí do ovzduší setrvalý stav.

Aktivity jednotlivých přispěvatelů – radioaktivní vzácné plyny, radioaktivní aerosoly, radioaktivní izotopy jodu, radiouhlík a tritium jsou uvedeny v grafech 4.B.1a – 4.B.1e. Na rozdíl od efektivní dávky, jejíž hodnota závisí i na konkrétních podmínkách šíření výpustí do ovzduší ve vyhodnocovaném roce, lze údaje o vypuštěné aktivitě jednotlivých složek použít k přímému porovnání jednotlivých roků a ke sledování jejich vývoje v čase. V roce 2021 nebyly u žádné ze sledovaných složek zaznamenány výrazné změny oproti předchozím rokům.

Graf 4.B.2 „Efektivní dávka z výpustí do vodotečí“ pro ukazatel „Výpusti do vodotečí“ představuje ozáření reprezentativní osoby, získané výpočtem z autorizovaného modelu pro aktuální výpust radionuklidů do vodoteče a aktuální hydrologickou situaci v hodnoceném roce. Efektivní dávka z výpustí do vodotečí je tedy, kromě množství vypuštěných radionuklidů, ovlivněna průměrným průtokem v řece Jihlavě v roce 2021.

Aktivity jednotlivých přispěvatelů – kapalné tritium a aktivované a štěpné produkty (AŠP) jsou uvedeny v grafech 4.B.2a, 4.B.2b. Na rozdíl od efektivní dávky, jejíž hodnota

Hodnocení souboru Provozně – bezpečnostních ukazatelů v roce 2021 pro JE Dukovany

závisí i na konkrétních hydrologických podmínkách vodoteče v daném roce, lze údaje o vypuštěné aktivitě uvedených složek použít k přímému porovnání jednotlivých roků a ke sledování jejich vývoje v čase. V roce 2021 nebyly u žádné ze sledovaných složek zaznamenány výrazné změny oproti předchozím rokům.

Na základě uvedených výsledků ukazatelů v oblasti „Radiční ochrana“ lze konstatovat, že zajišťování radiční ochrany na EDU je na vysoké úrovni. Ukazatele hodnotící dávky radičních pracovníků vykazují dlouhodobě stabilní hodnoty fluktuující jen v důsledku rozsahu prací při odstávkách. Také maximální roční individuální efektivní dávky jsou relativně nízké.

Výpusti do ovzduší i vodotečí jsou udržovány na nízké úrovni. Autorizovaný limit pro efektivní dávku reprezentativní osoby z výpustí do ovzduší 40 μSv byl v roce 2021 čerpán méně než 0,1%, obdobně jako v posledních letech. Efektivní dávka reprezentativní osoby z výpustí do vodoteče v roce 2021 představovala 32 % autorizovaného limitu 6 μSv .

C. VYHODNOCENÍ SOUBORU PROVOZNĚ-BEZPEČNOSTNÍCH UKAZATELŮ PRO JE TEMELÍN

V této části je uvedeno hodnocení jednotlivých ukazatelů sledovaných oblastí provozu JE Temelín, přičemž jejich grafické zobrazení je uvedeno dále v příloze č. 3.

Rok 2021 je již 19. rokem, kdy je i provoz Jaderné elektrárny Temelín hodnocen pomocí provozně – bezpečnostních ukazatelů. Statisticky se již tedy jedná o období, kdy lze již spolehlivě provést obdobné statistické srovnání jako na EDU.

Z průběhu provozu i vyhodnocení souboru provozně – bezpečnostních ukazatelů ETE za rok 2021 lze konstatovat, že celkový dosažený stav zajištění jaderné bezpečnosti při výrobě elektrické energie v JE Temelín je i nadále udržován na vysoké úrovni. Provoz všech bloků jaderné elektrárny Temelín včetně plánovaných odstávek pro výměnu paliva a generální opravu na obou blocích probíhal v souladu s harmonogramem provozu a bez významných problémů. Časové harmonogramy odstávek byly dodrženy. Na základě dosud stále nedořešené problematiky zvýšeného chvění turbogenerátoru nebyla u 1. bloku poskytována služba regulace výkonu bloku podle požadavků dispečinku ČEPS.

Oblast 1 – Události

Oblast hodnotí následující skupiny ukazatelů:

- 1.A – Hodnocené události
- 1.B – Působení ochranných a limitačních systémů
- 1.C – Snížení výkonu
- 1.D – Limity a podmínky

Skupina 1.A – Hodnocené události

Od roku 2007 se stejně, jako je tomu na EDU, za základ pro hodnocení ukazatelů skupiny 1.A bere počet Hlášených událostí (RE – Reportable Events), které byly původně vyspecifikovány „Dohodou o komunikaci“ namísto dříve používaných Bezpečnostně relevantních událostí (SRE – Safety Related Events) a které jsou od roku 2013 specifikovány v bezpečnostním návodu BN-JB-1.1 – Využívání provozních zkušeností na jaderných zařízeních, dle kterého se v současné době do konce roku 2020 postupovalo. Od ledna 2021 platí nový návod pro oblast využívání provozních zkušeností, a to BN-JB-5.2.

Ukazatel 1.A.1 „Hodnocené události“ uvádí počet Hlášených významných událostí (v grafu označeno RE) za posledních 6 let. Z dlouhodobé historie sledování tohoto ukazatele vyplývá, že dosud nejnižší počet Hlášených významných událostí (tj. 35 – minimum od zahájení provozu) byl zaznamenán v roce 2013. V roce 2016 pak oproti roku 2015 stoupl počet hlášených událostí o 9 na celkem 52 hlášených významných událostí a v roce 2017 se počet hlášených událostí opět navrátil na 43. V roce 2018 počet hlášených významných událostí významně vzrostl až na dosud nejvyšší hodnotu 183. V roce 2019 hodnota tohoto parametru klesla na celkem 85 hlášených významných událostí a pokles pokračoval i v roce 2020, kdy bylo hlášeno 40 významných událostí. V roce 2021 pak počet hlášených událostí mírně vzrostl na celkem 49. Parametr se pohybuje v dosti velkém rozptylu hodnot, což souvisí s ne zcela ideální a přesnou definicí, co pod hlásící parametr vše zahrnout. Snahou je nicméně

lety i praxí tuto definici stále upřesňovat. Na obou blocích ETE bylo tedy v roce 2020 hodnoceno 40 hlášených významných událostí a v roce 2021 to je 49 hlášených významných událostí. Tyto hodnoty, v porovnání s provozem západních jaderných bloků, nijak významně nevybočují. Poslední 2 roky se zdá, že hodnoty hlášených událostí by se mohly pohybovat kolem očekávané střední hodnoty 52. Její velká fluktuace byla způsobena jen stupněm přísnosti, posuzováním a hodnocením událostí jak provozovatelem, tak zejména i úřadem. Tento ukazatel je však třeba bedlivě sledovat i v následujících letech a dbát o co možná nej přesnější dodržování pravidel pro jeho kategorizaci. Jak již bylo uvedeno výše, i v roce 2021 lze prohlásit v porovnání s provozem bloků jaderně vyspělých západních zemí provoz obou bloků JE Temelín za bezpečný a spolehlivý.

Počet událostí v grafu 1.A.1 „Hodnocené události“ klasifikovaných podle INES = 0 (v grafu označeno BSE) stoupl v roce 2016 oproti roku 2015 o 2 na 16 a v roce 2017 poklesl na 8, v roce 2018 se počet snížil opět pouze na 5 a v roce 2019 se počet opět o jednu zvýšil na 6. V roce 2020 se počet opět o 2 zvýšil na 8 a v roce 2021 bylo INES = 0 hodnoceno 11 událostí. Historicky vůbec nejnižší hodnota za posledních 10 let je hodnota z roku 2018 (5 událostí INES 0). Jedná se však o statistiku malých čísel, a proto se dají očekávat i procentuálně vyšší výkyvy.

Počet událostí hodnocených stupněm INES = 1 na ETE (v grafu 1.A.1 „Hodnocené události“ označeno SSE) byl v letech 2016 a 2017 roven nule, v roce 2018 došlo k jedné události hodnocené stupněm INES = 1 (událost č. 153/18/2 – „Netěsnost trasy 2VB20Z201.1 – porušení LaP A.3.6.2B“, k níž došlo na 2. bloku ETE dne 6. 11. 2018). V roce 2019 nedošlo na ETE k žádné události, která by byla hodnocena stupněm INES = 1. V roce 2020 pak byly úřadem klasifikovány 2 události stupněm INES = 1. První událost hodnocená jako INES = 1 (PNČ 20645/20 – "Výpadek HVB1 (LSd) v důsledku poruchy RCLS a porušení LaP ze dne 15. 5. 2020) bylo odstavení 1. bloku z 80 % Nnom limitačním systémem způsobeném závadami v komunikaci na datové sběrnici a současně porušením Limitů a podmínek operativním personálem blokové dozorny při následném řešení události. Druhou událostí (PNČ 13755/20 – "Rozpor mezi materiálovými certifikáty a faktickou kvalitou hutního materiálu" ze dne 25. 2. 2020) klasifikovanou jako INES = 1 bylo pak použití nevhodného hutního materiálu na zařízeních JE Temelín. Tedy událost shodně s JE Dukovany klasifikována stupněm INES = 1, neboť se jednalo o totožné příčiny zjištění dodávek výrobků nevhodného materiálu. V loňském roce 2021 došlo celkem k 11 bezpečnostně významným událostem, klasifikovaných dle stupnice INES. Všechny tyto události byly klasifikované jako INES = 0, případně mimo stupnici INES. Žádná událost v roce 2021 nebyla na ETE klasifikována jako INES = 1 a vyšší.

V průběhu roku 2021 došlo na ETE k následujícím významnějším událostem, které však byly klasifikovány nejhůře jako INES = 0. Jednalo se o tyto události ze dne:

- 22. 3. 2021 ve vztahu k obou blokům, kdy bylo zjištěno a externí firmou KLIKA BP potvrzeno, že nejsou prováděny úplné měsíční a roční PK dle LaP B.3.7.6 z důvodu, že pracovníci firmy KLIKA nemají oprávnění vstupu přes KV130 a 230, který potřebují – událost označená číslem 42633.
- 9. 4. 2021 na 1. bloku a jednalo se při 1GO21 o rozhermetizování paliva v AZ, kdy během vyvážení palivových souborů z aktivní zóny po kampani U1C18 bylo systémem On-line Sipping identifikováno 5 netěsných palivových souborů, a to dvouleté FC19, FC20 a GB26 a tříleté CU11 a GD04 – událost označená číslem 44934.

Hodnocení souboru Provozně – bezpečnostních ukazatelů v roce 2021 pro JE Temelín

- 26. 4. 2021 na 1. bloku, kdy byl při 1GO21 zjištěn cizí předmět v technologii I.O. – kovový fixační kolík z armatury 1TQ41S05 – událost označená číslem 45918.
- 23. 6. 2021 na 2. bloku, kdy po bouřce došlo k zapůsobení ochrany LS(d) a následnému odstavení bloku od výpadku všech KČ – kovový fixační kolík z armatury 1TQ41S05 – událost označená číslem 50793.
- 9. 7. 2021 na 2. bloku, kdy byl při 2GR21 zjištěn neidentifikovatelný cizí předmět v nádrži 2TG21B02 – událost označená číslem 51865.
- 9. 7. 2021 na 2. bloku, kdy byl při 2GR21 zjištěn defektoskopický ZIZ zaseklý ve vysunuté poloze – událost označená číslem 51873.
- 8. 7. 2021 na 2. bloku, kdy byl při 2GR21 nalezen cizí předmět v reaktoru 2YC00B01 po vyvezení paliva – událost označená číslem 52272.
- 30. 7. 2021 na 2. bloku, kdy byl při 2GR21 nalezen cizí předmět na dně TNR po ukončení kontrol MKS – událost označená číslem 53732.
- 9. 8. 2021 na 2. bloku, kdy při 2GR21 bylo zjištěno zeslabení stěny tras 2TX11,13,14Z03 pod minimální hodnotu – událost označená číslem 55857.
- 7. 10. 2021 na 2. bloku, kdy při zkoušce 3min chodu 2DGS3 došlo k odstavení mechanickým havarijním spínačem při dosažení 111% otáček, jelikož nepůsobila automatika, která zavírá palivo při 109% otáček. Událost si vyžádala čerpání LaP A.3.8.1A stav A, B. – událost označená číslem 58936.
- 21. 10. 2021 na 2. bloku, kdy při zkoušce APS2 nenajelo čerpadlo 2TQ22D01, a byla identifikována porucha vypínače 2BW.5 a tím bylo zahájeno čerpání LaP A.3.5.2C st.A. – událost označená číslem 58936.

Graf 1.A.1a,b zobrazuje události hodnocené dle INES po jednotlivých blocích. Vývoj událostí dle jejich závažnosti (hodnocení dle stupnice INES) se po sledované období pohybuje kolem předpokládaných – středních hodnot, srovnatelných se západními jadernými bloky. Z grafu je patrné, že se jedná o „statistiku malých čísel“, takže jedna událost může mít i „relativní hodnotu 100 %“.

V rámci sledování ukazatele Událostí s vlivem lidského faktoru (graf 1.A.2) došlo v roce 2021 celkem k 28 událostem z celkového počtu 49 událostí, jejíž kořenovou příčinou byl stanoven lidský faktor, což znamená 57 %. V roce 2020 bylo lidským faktorem způsobeno celkem 32 událostí z celkového počtu 40 hodnocených událostí, což je 80 %. Oproti roku 2019 je počet událostí s vlivem lidského faktoru (23) co do absolutního počtu událostí v roce 2020 vyšší o 9 událostí (32), a v roce 2021 oproti roku 2020 je pokles o 4 události na 28. Dlouhodobě se hodnoty počtu událostí způsobených vlivem lidského faktoru pohybují kolem rovnovážné střední polohy 30. Významně ale v roce 2020 vzrostl podíl lidského faktoru na hlášených událostech, a to až na 80 % a v roce 2021 se stále drží na vyšší hodnotě 57 %. To však je způsobeno tím, že v roce 2020, kdy hodnota podílu lidského faktoru na hlášených událostech je vůbec nejvyšší za celé sledované období tohoto parametru, došlo k přísnějšímu a důslednějšímu hodnocení kořenových příčin událostí se zaměřením na vliv lidského faktoru. Vzhledem k tomuto významnému zvýšení tohoto ukazatele je nezbytné zintenzívnit a zefektivnit školení obsluhy. Lidský faktor se velmi významně podílí celosvětově na událostech na JE, a proto je nezbytné vliv lidského faktoru nadále podrobně sledovat. Především úřad, ale i provozovatel by se měl stále více snažit kvalitnějším školením provozního personálu či lepším dohledem nad prováděnými činnostmi eliminovat vliv lidského faktoru, a ve svém důsledku tak i snižovat celkový počet událostí. Jak ukazuje graf 1.A.2, v roce 2020, kdy novým přístupem dosáhl tento parametr vůbec nejvyšší hodnoty 80 %, v roce 2021 už došlo k jeho snížení na 57 %. Zda se trend snižování vlivu LF podaří

udržet v letech následujících, ukáží právě následující léta. Nicméně SÚJB by se v roce 2022 v rámci kontrolní činnosti měl ještě intenzivněji zaměřit na kontroly provádění co možná nejkvalitnějšího školení personálu a tato školení více sledovat. Úřad by měl po provozovateli požadovat, aby všem zaměstnancům stále zdůrazňoval, že kvalita odvedené práce každého pracovníka významně ovlivňuje počet událostí.

Skupina 1.B – Působení ochranných a limitačních systémů

Po předchozích 8 letech, kdy nedošlo na ETE k žádnému neplánovanému zapůsobení ROR (rychlé odstavení reaktoru na základě prvopříčin v systému PRPS) ani k odstavení reaktoru působením LS(d) viz graf 1.B.1,2 a graf 1.B.1,2a., došlo v roce 2020 k jednomu zapůsobení ROR na 1. bloku. K události došlo, jak je konstatováno již výše dne 15. 5. 2020 ve 00:46 hod. (PNČ 20645/20 – "Výpadek HVB1 (LSd) v důsledku poruchy RCLS – porucha komunikace skříně 1JZ33E531A a porušení LaP). Vzhledem k významnosti a porušení LaP pak byla událost hodnocena jako INES = 1. V roce 2021 opět k žádnému neplánovanému zapůsobení ROR ani k odstavení reaktoru působením LS(d) nedošlo.

K zapůsobení limitačního systému ostatních typů (a, b, c) došlo v roce 2020 celkem 6x, z toho celkem ke 3x zapůsobení LS(a), 1x zapůsobení LS(b) a 2x zapůsobení LS(c). V roce 2021 došlo celkem jen 4x, z toho celkem ke 3x zapůsobení LS(a), a 1x zapůsobení LS(c). K zapůsobení LS(a) došlo na 1. bloku dne 23. 5. 2021 ve 5:¹⁷ hod ručním snížením výkonu tlačítkem LS(a) z důvodu vysokého chvění TG a podruhé opět dne 23. 5. 2021 v 6:⁴⁸ hod opět ručním snížením výkonu tlačítkem LS(a) z důvodu vysokého chvění TG. Ke třetímu zapůsobení LS(a) došlo na 2. bloku dne 20. 6. 2021 ve 01:²¹ hod od signálu „MEZ II – uzavření vstupu do NT dílu TG“ – uzavření 2SE05S301 od technologické ochrany SPP (porucha regulace hladiny v 2RN81B001 L) a přitom byl snížen výkonu ze 100% pod 38% N_{nom} . Z dlouhodobého pohledu lze konstatovat, že i přestože se jedná o statistiku malých čísel. Zjištěné hodnoty v roce 2021 nijak nevybočují a jsou v oblasti očekávaných hodnot působení LS(a), LS(b) a LS(c).

K zapůsobení limitačního systému LS(d) (tj. pád všech kazet do AZ) nedošlo za předcházejících 6 let ani jednou, nicméně v roce 2020 došlo hned ke 2 automatickým zásahům. Ruční zásah LS(d) nebyl ani v roce 2020 žádný. V roce 2021 došlo k 1 zapůsobení limitačního systému LS(d), k němuž došlo na 2. bloku. K události došlo dne 23. 6. 2021 ve 23:³⁵ hod od prvopříčiny „žádné KČ v provozu“. Příčinou celé události byla bouře, která strhla stožáry vedení V052, následně došlo k zapůsobení ochrany „HAZR“ a výpadku všech pracujících KČ – událost 50793.

Skupina 1.C – Snížení výkonu

Hodnota „Neplánovaných snížení výkonu“ (graf 1.C.1) oproti roku 2015, kdy dosáhl historicky nejvyšší hodnoty a po významném poklesu v následujících, i v roce 2021 nadále poklesl na očekávanou hodnotu z předchozích let. Zvýšení tohoto parametru v letech 2015 a 2016 souviselo s prodloužením odstávek na VP a GO, při kterých se kontrolovaly, případně opravovaly špatně dokladované svarové spoje (causa svary). Od roku 2017 se následující roky včetně roku 2021 tento parametr navrácí k očekávaným středním hodnotám z předchozích let do roku 2014.

Skupina 1.D – Limity a podmínky bezpečného provozu

V roce 2018 došlo dne 6. 11. 2018 na 2. bloku k jednomu porušení LaP (událost č. 153/18/2 – „Netěsnost trasy 2VB20Z201.1 – porušení LaP v LPP A.3.6.2B“, hodnocena stupněm INES 1). V roce 2019 pak stejně jako v letech 2016 a 2017 nedošlo k žádnému porušení LaP a v roce 2020 došlo ke 2 porušením LaP. V prvním případě se jednalo o již výše popsanou událost (PNČ 20645/20 – "Výpadek HVB1 (LSd) v důsledku poruchy RCLS – porucha komunikace skříně 1JZ33E531A a porušení LaP) ze dne 15. 5. 2020, kdy byly porušeny celkem 3 limitní podmínky provozu (A.3.1.5B, A.3.1.6B a A.3.9.2). Ke druhému porušení LaP došlo dne 21. 9. 2020, kdy byla porušena LPP pro Hermetické uzávěry (A.3.6.2A) – viz graf 1.D.1 – Porušení LaP. V roce 2021 došlo ke 2 porušení LaP – viz výše událost označená číslem 42633, kdy dne 22. 3. 2021 ve vztahu k obou blokům (tedy 2 porušení LaP) bylo zjištěno a externí firmou KLIKA BP potvrzeno, že nejsou prováděny úplné měsíční a roční PK dle LaP B.3.7.6 z důvodu, že pracovníci firmy KLIKA nemají oprávnění vstupu přes KV130 a 230, který potřebují – událost 42633.

V grafu 1.D.2 – k vynucenému zahájení akcí podle LaP ani v roce 2021 nedošlo. Poslední takováto zaznamenaná událost (č. 153/18/2) byla do grafu zaznamenána v roce 2018 po 11 předchozích letech, kdy k jiné události s nutným zahájením akce (přechodem do režimu s vyšším pořadovým číslem na základě požadavků Limitů a podmínek vynucený technologickým stavem zařízení nebo parametrů) nedošlo.

V roce 2021 vznikly celkem 2 požadavky na dočasnou změnu LaP (viz. graf 1.D.3). V prvním případě se jednalo o dočasnou změnu 1TL001R7/DZ04 v rámci "Implementace jaderného paliva TVSA-T, mod.2", která byla schválena rozhodnutím SÚJB č.8538/2021 ze dne 15. 4. 2021 jako dočasná změna do příští revize dokumentu 1TL001. Druhým případem byla dočasná změna 1TL001R7/DZ06 – pro provedení investičních akcí E623, E771, F255 a G266 doplněné o další operativní činnosti na odstaveném zařízení v průběhu odstávky TVD (1V321) plánované na říjen roku 2021. Dočasná změna byla schválena rozhodnutím SÚJB č.16232/2021 ze dne 16. 7. 2021 jako dočasná změna do příští revize dokumentu 1TL001.

Ukazatel „Čerpání LaP“ (graf 1.D.4) v roce 2021 dosáhl hodnoty 6491 hod., což je zvýšení tohoto ukazatele oproti roku 2020, kdy dosáhl hodnoty 5 036 hod. Tento ukazatel je definován jako součet dob všech čerpání LaP v hodinách (zprůměrovaná hodnota na jeden blok). Jelikož v roce 2020 nevznikl žádný požadavek na dočasnou změnu LaP, hodnota tohoto parametru v roce 2020 je součet časů potřebných pro čerpání LaP pouze na provedení v LaP předepsaných zkoušek systémů, což je stav, kterého by každá elektrárna dosáhla nejráději. V roce 2021 však byly uplatněny pro zvyšování jaderné bezpečnosti 2 dočasné změny LaP, proto tento ukazatel v roce 2021 byl vyšší oproti roku 2020.

Parametry sledující limity a podmínky bezpečného provozu jsou důležitým ukazatelem stavu jaderné bezpečnosti daného bloku, neboť dojde-li k porušení LaP, jedná se vždy o z jaderné bezpečnosti velmi významnou událost. Proto se všechny události s porušením LaP velmi podrobně analyzují, vyšetřují i hodnotí. Jak provozovatel, tak i SÚJB pak klade velký důraz na správně a cíleně formulovaná a poté i plněná uložená nápravná opatření (UNO), která jsou po došetření každé události ukládána, aby se zamezilo opakování události. To vše je na závěr šetření v rámci kontrol zpětné vazby pak za SÚJB i kontrolováno.

Oblast 2 - Provoz bezpečnostních systémů

Hodnocení provozu bezpečnostních systémů vychází ze skupin ukazatelů:

- 2.A – Neprovozeroschopnost bezpečnostních systémů
- 2.B – Selhání bezpečnostních systémů

Skupina 2.A – Neprovozeroschopnost bezpečnostních systémů

Skupina je sledována pomocí pěti hlavních ukazatelů, jejichž výsledkem jsou hodnoty pro jednotkový (obecný) bezpečnostní systém na lokalitě – lokalitní hodnoty. Tyto výsledky jsou dále rozpracovány v podukazatelích do úrovně jednotlivých bezpečnostních systémů, tedy hodnot systémových.

U prvního z ukazatelů skupiny 2.A – „Neprovozeroschopnost BS“ (SSU, graf 2.A.1) došlo v roce 2021 oproti roku 2020 k jeho opětovnému mírnému zvýšení, nicméně hodnota se nijak významně nevychyluje od očekávané průměrné hodnoty minulých let. Plně koresponduje s tím, že na bloku se čerpaly dočasné změny LaP k provedení akcí na TVD, pro budoucnost zvyšující jadernou bezpečnost. Hlavním příspěvkem k neprovozeroschopnosti BS je jeho neprovozeroschopnost z období jeho testování a zkoušek v rámci limitami a podmínkami předepsaných testů. Dosažení tohoto stavu bylo v roce 2020 a to je cílem každé elektrárny.

S tím pak plně koresponduje i mírný vzrůst všech jednotlivých podukazatelů hodnot u ostatních dílčích BS. Z dlouhodobějšího sledování vyplývá, že se tyto hodnoty pohybují kolem očekávaných průměrných hodnotách (grafy 2.A1a – g), a ideálním stavem by bylo, že stabilizace těchto ukazatelů zůstane pouze na hodnotách, souvisejících jen s neprovozeroschopností z důvodu předepsaných testů a zkoušek na zařízení.

U ukazatele „Průměrná doba neprovozeroschopnosti BS“ – ASTU (graf 2.A.2) došlo v roce 2021 proti předcházejícímu roku 2020 k jeho mírnému nárůstu. To je v souladu s výše uvedenými informacemi o čerpání dočasných změn LaP pro bezpečnostní systémy k provedení akcí pro budoucí zvýšení jaderné bezpečnosti. Graf 2.A.2a-g pak ukazuje hodnoty pro jednotlivé bezpečnostní systémy. Tyto hodnoty jsou plně v souladu s výše uvedeným výrokem pro rok 2021 a hodnoty jsou v očekávané oblasti. V následujících letech se dá předpokládat, že tyto hodnoty by se měly stabilizovat na hodnotách souvisejících pouze s neprovozeroschopností z důvodu předepsaných testů a zkoušek na zařízení BS.

Ukazatel FSSU – „Frekvence neprovozeroschopnosti BS“ (počet neprovozeroschopností jedné trasy obecného BS na 1000 hodin požadované provozuschopnosti, graf 2.A.3) v roce 2021 oproti roku 2020 jen mírně vzrostl. Od roku 2016 se jedná o nastavený klesající trend tohoto parametru, který se začíná stabilizovat na střední hodnotě 1,35. Stabilizace parametru kolem této hodnoty vypovídá o dobré péči o zařízení BS. Parametr sleduje frekvenci neprovozeroschopnosti všech BS a jeho ideální hodnota bude, až bude stabilizovaný kolem hodnoty souvisejícím s neprovozeroschopností pouze z důvodu předepsaných testů a zkoušek na zařízení.

Dalším ukazatelem této skupiny je „Typová neprovozeroschopnost BS“ (SSU(T) – graf 2.A.4). Lokalitní ukazatel vyjadřuje poměr celkové doby neprovozeroschopnosti jednotkového BS z odpovídajícího důvodu k době, kdy byla jeho provozuschopnost požadována. Od 1. 1. 2007 Úřad rozlišuje a eviduje neprovozeroschopnost plánovanou a neplánovanou. Za plánovanou neprovozeroschopnost se nadále považují všechna dlouhodobě (ročně) plánovaná zajištění systémů pro provedení zkoušek předepsaných dokumentem LaP nebo dlouhodobě plánovaných oprav systémů a zařízení. Vše ostatní je neprovozeroschopnost neplánovaná. Jak je z grafu patrné, neplánovaná neprovozeroschopnost se v posledních již 10 letech mění jen minimálně, a to v závislosti na vzniku událostí, k nimž v daném roce dojde. Za poslední roky měla tato hodnota stále mírně klesající trend a v současné době začala fluktuovat kolem

střední očekávané hodnoty $1,80 \times 10^{-3}$. Z grafu je vidět, že v roce 2021 dosáhla typová neplánovaná neprovozeroschopnost BS, tedy výpadky zařízení, hodnoty $1,86 \times 10^{-3}$; v roce 2020 to bylo $1,79 \times 10^{-3}$, v roce 2019 dosáhla hodnoty $1,82 \times 10^{-3}$, v roce 2018 to bylo hodnoty $3,48 \times 10^{-3}$, v roce 2017 pak hodnoty $4,04 \times 10^{-3}$, v roce 2016 to bylo $5,14 \times 10^{-3}$ a roce 2015 to bylo $5,18 \times 10^{-3}$.

Plánovaná neprovozeroschopnost vykazuje v roce 2021 oproti roku 2020 nárůst, který je způsoben, jak je již výše uvedeno, realizací akcí na TVD, avšak jeho hodnota s tímto koresponduje. Parametr se pohybuje právě v mezích, vyplývajících z realizovaných, tedy plánovaných, akcí na BS, zejména pak souvisejících s výměnou potrubních tras na TVD.

Stav Typové neprovozeroschopnosti jednotlivých BS v roce 2021 ukazuje graf 2.A.4a-g. Z grafu vyplývá, že výměny potrubních tras na TVD měly stejný vliv na všechny havarijní BS a výrazně vyšší neprovozeroschopnost je pro systém DGS, která má souvislost s prováděním 12leté revize 1DGS1 a 2DGS3.

Ukazatel STUR (graf 2.A.5) ukazuje vzájemný poměr obou výše specifikovaných neprovozeroschopnosti BS v relativním srovnání. V roce 2021 stejně jako i v předcházejících pár letech se potvrzuje, že se hodnota neplánované neprovozeroschopnosti pohybuje kolem střední hodnoty 0,32, z čehož pak lze usuzovat, že nedochází k neplánovaným výpadkům BS, neboli péče o zařízení je na velmi dobré úrovni. Podíl zvýšené plánované neprovozeroschopnosti v roce 2018 souvisí s realizací náhrady heterogenních svarů přírubami na systému TVD a v roce 2019 až 2021 to pak byly již výše zmíněné plánované činnosti na TVD a revizích DGS. Grafy 2.A.5a-g pak ukazují tento poměr pro jednotlivé systémy v roce 2021 a jsou plně v souladu s předchozím sumárním grafem 2.A.5.

Skupina 2.B – Selhání bezpečnostních systémů

V roce 2021 došlo na bezpečnostních systémech k jednomu selhání na DGS dne 7. 10. 2021 na 2. bloku, kdy při zkoušce 3min chodu 2DGS3 došlo k odstavení nadotáčkovou ochranou – viz výše událost označená číslem 58936. Ke druhému selhání BS došlo dne 21. 10. 2021 na 2. bloku, kdy při zkoušce APS2 nenajelo čerpadlo 2TQ22D01 viz výše událost označená číslem 58936. V roce 2020 došlo na bezpečnostních systémech (na DGS) k jednomu selhání dne 16. 2. 2020, kdy po startu DGS2 byl ostaven ochranou a byl zablokován jeho další startu. Takovéto události se hodnotí jako selhání při startu – viz graf 2.B.1 a graf 2.B.2. V roce 2019 stejně jako v roce 2018 nedošlo k žádnému selhání bezpečnostních systémů při startu a k poslední takovéto události došlo v roce 2017, kdy se tato událost evidovala pro „pomalý rozběh DG“ (čas připojení 10,123 sec. byl delší, než požadovaných 10 sec.).

Co se týče dalších 2 grafů z této skupiny sledování bezpečnostních systémů při chodu, v roce 2021 nedošlo k žádnému selhání selhání za chodu. V roce 2020 došlo pouze k jedné takovéto události, a to dne k 31. 8. 2020 došlo k odstavení DGS2, což je evidováno v grafu 2.B.3 a grafu 2.B.4 jako nespolehlivost systému při chodu.

Obecně lze konstatovat a grafy této skupiny to i dokládají, že spolehlivost bezpečnostních systémů je na stále vysoké úrovni. Selhání BS jsou pouze ojedinělá, což svědčí o prováděné dobré údržbě na těchto systémech a o jejich vysoké spolehlivosti. Každá závada na BS je vždy vyšetřena, zjištěna příčina události, která je následně odstraněna a jsou realizována opatření, která mají zamezit v opakování podobné události. Systém je vždy po opravě vyzkoušen, neboť se jedná o významné systémy související s jadernou bezpečností.

Oblast 3 - Těsnost bariér

Těsnost bariér je posuzována prostřednictvím skupin ukazatelů:

3.A – Jaderné palivo

3.B – Hermetická obálka

Skupina 3.A – Jaderné palivo

Stav jaderného paliva je sledován ukazatelem „Spolehlivost jaderného paliva“ (FRI, graf 3.A.1) a ukazatelem „Počet netěsných (vyřazených) palivových souborů“ (graf 3.A.2). Vzorec pro výpočet spolehlivosti paliva je založen na empirických vztazích a v praxi se při hodnocení posuzují tři úrovně hodnot FRI :

- více než 19 Bq/g – aktivní zóna (AZ) s velkou pravděpodobností obsahuje netěsnost(i),
- méně než 19 Bq/g – AZ s velkou pravděpodobností neobsahuje žádné netěsné palivo,
- všechny výpočtové hodnoty FRI menší než 0,04 Bq/g jsou korigovány na hraniční hodnotu 0,04 Bq/g z důvodu omezené platnosti empirických vztahů.

V roce 2021 končila na 1. bloku 11. kampaň a na 2. bloku kampaň 10. s novým palivem TVSA-T. Hodnoty FRI na jednotlivých blocích se v roce 2021 oproti předcházejícímu roku 2020 snížily na obou blocích. Pro 1. blok došlo ke snížení z hodnoty 80,71 Bq/g v roce 2020 na 56,21 Bq/g v roce 2021 a pro 2. blok šlo o pokles z hodnoty 10,40 Bq/g v roce 2020 na 1,31 Bq/g – viz graf 3.A.1. Rozdělení FRI během celého kalendářního roku 2021 je pro oba bloky zobrazeno na grafu 3.A.1a. Hodnoty korespondují se zjištěnými celkem 5 netěsnými palivovými soubory na 1. bloku, kde právě byly hodnoty FRI daleko vyšší, než na 2. bloku – viz následující grafy 3.A.2, 3.A.2a. Během plánovaných odstávek byly vyvezeny všechny palivové soubory z aktivní zóny a provedeny jejich kontroly, při nichž byly zjištěny netěsnosti celkem 5 palivových souborů na 1. bloku. Na 2. bloku nebyl v roce 2021 zjištěn žádný netěsný palivový soubor a tomu také odpovídá daleko nižší hodnota parametru FRI. Pravděpodobnou příčinou netěsností se jeví nadměrný průhyb palivových proutků a tím vznikající interakce mezi proutky a konstrukčními prvky palivových souborů. Jednalo se o palivové soubory starší verze (modifikace 1), u palivových souborů novější verze (modifikace 2), které jsou použity zatím pouze v aktivní zóně reaktoru 2. bloku k netěsnostem na palivových proutcích již nedochází, jak plyne z grafů tohoto parametru. Současný stav paliva nemá vliv na zvýšené čerpání dávek personálem. Vzhledem k indikovaným netěsnostem byly všechny netěsné palivové soubory nahrazeny PS novými a netěsné PS byly uloženy v bazénu skladování vyhořelého paliva – viz graf 3.A.2 a graf 3.A.2a. Zde je třeba konstatovat, že statisticky se netěsnost palivových souborů pohybuje kolem očekávaných středních hodnot srovnatelných se světovým standardem.

K problematice paliva na ETE lze dále uvést, že do roku 2009 bylo pouze palivo VVANTAGE-6 americké firmy Westinghouse. V roce 2010 bylo na 1. bloku zavezeno palivo TVSA-T ruské firmy TVEL a na 2. bloku zůstalo ještě zavezeno palivo americké. Od roku 2011 pak už na obou blocích bylo zaváženo pouze palivo TVSA-T ruské firmy TVEL. Od roku 2018 je na 2. bloku zavezeno palivo TVSA-T mod. 2, které by mělo být zdokonaleno vzhledem k eliminaci netěsností. Na 1. bloku je stále TVSA-T mod. 1 a 6 PS LTA od firmy Westinghouse (2018).

Skupina 3.B – Hermetická obálka

Zde figuruje pouze jeden ukazatel, který v grafu 3.B.1 hodnotí prostřednictvím výsledků zkoušky PERZIK, kterou se zjišťuje stav těsnosti kontejnmentu ETE. Zkoušky PERZIK se provádějí s periodou 4 roky a naposledy na 1. bloku proběhly v roce 2015, kde byla naměřena hodnota 0,1232 % z dovolených 0,4 %, a v roce 2017 byla provedena na 2. bloku, kde byla naměřena hodnota 0,1357 %. Proto tedy po 4 letech proběhla v roce 2019 ve dnech 17. 4. – 20. 4. 2019 zkouška PERZIK na 1. bloku, kde byla naměřena hodnota 0,134 %. V loňském roce 2021 byla tedy provedena ve dnech 15. 8. – 18. 8. 2021 v pořadí již 5. zkouška PERZIK pro L 400kPa na 2. bloku s výsledkem 0,151 %. Nejbližší další plánovaná zkouška PERZIK bude nyní provedena až v roce 2023 na 1. bloku v pořadí již 6. na tomto bloku. Změřené netěsnosti vykazují ve všech případech velice dobré výsledky, neboť se jedná o pouhé necelé třetiny povolené hodnoty. Z grafu vyplývá, že těsnost hermetické obálky je trvale dobrá. Toto odpovídá očekávání projektu i mezinárodním zkušenostem.

Oblast 4. Radiační ochrana

Oblast hodnotí následující skupiny ukazatelů:

- 4. A – Radiační pracovníci
- 4. B – Radioaktivní výpusti

Skupina 4.A – Radiační pracovníci

Ukazatel „Kolektivní efektivní dávka na blok“ (graf 4.A.1) sleduje průměrnou kolektivní efektivní dávku radiačních pracovníků přepočtenou na jeden blok. V r. 2021 se tento ukazatel týkal 742 radiačních pracovníků JE a 1341 radiačních pracovníků dodavatelů. Ukazatel „Kolektivní efektivní dávka“ (graf 4.A.2) sleduje celkovou kolektivní efektivní dávku ETE zvláště pro pracovníky JE a pracovníky dodavatele. Zvýšené kolektivní efektivní dávky v některých letech jsou dány větším objemem a strukturou prací v kontrolovaném pásmu při odstávkách. V roce 2021 došlo ke snížení kolektivní i průměrné individuální efektivní dávky oproti minulým rokům.

Ke snížení došlo i v případě ukazatele „Maximální individuální efektivní dávka“ (graf 4.A.4) u pracovníků JE i pracovníků dodavatelů, což odpovídá výše zmíněnému rozsahu provedených prací v KP. Žádný z pracovníků nepřekročil provozovatelem JE stanovenou dávkovou optimalizační mez 10 mSv za rok.

V roce 2021 nemusel být žádný radiační pracovník speciálně dekontaminován (viz graf 4.A.5).

Skupina 4.B – Radioaktivní výpusti

Stav provozu JE Temelín z hlediska radioaktivních výpustí hodnotí ukazatele „Výpusti do ovzduší“ a „Výpusti do vodotečí“. Tyto dva ukazatele jsou doplněny pěti podukazateli pro výpusti do ovzduší a dvěma podukazateli pro výpusti do vodotečí, které doplňují informaci o výpustích z hlediska jednotlivých hlavních příspěvatelů.

Graf 4.B.1 „Efektivní dávka z výpustí do ovzduší“ pro ukazatel „Výpusti do ovzduší“ představuje ozáření reprezentativní osoby, získané výpočtem z autorizovaného modelu pro aktuální výpust radionuklidů do ovzduší a aktuální meteorologickou situaci v hodnoceném

roce. V posledních letech setrvává tento ukazatel na zlomcích hodnoty ročního autorizovaného limitu SÚJB 40 μSv pro výpusti do ovzduší. V roce 2021 dosáhl tento ukazatel hodnoty 0,02 μSv .

Aktivity jednotlivých přispěvatelů – radioaktivní vzácné plyny, radioaktivní aerosoly, radioaktivní izotopy jodu, radiouhlík a tritium jsou uvedeny v grafech 4.B.1a až 4.B.1e. Na rozdíl od efektivní dávky, jejíž hodnota závisí i na konkrétních podmínkách šíření výpustí do ovzduší v hodnoceném roce 2021, lze údaje o vypuštěné aktivitě jednotlivých složek použít k přímému porovnání jednotlivých roků a ke sledování vývoje v čase. V porovnání s posledními roky lze pozorovat nárůst u izotopů jódu (graf 4.B.1c), způsobený zkouškami jódových filtrů a netěsností pokrytí paliva pěti palivových souborů, a zároveň pokles výpustí radioaktivních vzácných plynů (graf 4.B.1a), výpustí radioaktivních aerosolů (graf 4.B.1b), C-14 (graf 4.B.1d) a tritia (graf 4.B.1e). Tyto změny prakticky neovlivnily hodnotu efektivní dávky z výpustí do ovzduší, která zůstává hluboko pod autorizovaným limitem SÚJB pro výpusti do ovzduší.

Graf 4.B.2 „Efektivní dávka z výpustí do vodotečí“ pro ukazatel „Výpusti do vodotečí“ představuje ozáření reprezentativní osoby, získané výpočtem z autorizovaného modelu pro aktuální výpusť radionuklidů do vodoteče a aktuální hydrologickou situaci v hodnoceném roce. Ročního SÚJB autorizovaný limit pro výpusti do vodotečí je 3 μSv . V roce 2021 činila hodnota efektivní dávky z výpustí do vodotečí 0,41 μSv , což je mírné zvýšení oproti roku 2020.

Na základě uvedených výsledků ukazatelů v oblasti „Radiační ochrana“ lze konstatovat, že zajišťování radiační ochrany na ETE je na vysoké úrovni. Ukazatele hodnotící dávky radiačních pracovníků vykazují dlouhodobě stabilní hodnoty fluktuující jen v důsledku rozsahu prací při odstávkách. Také maximální roční individuální efektivní dávky jsou relativně nízké.

Výpusti do ovzduší i vodotečí jsou udržovány na velmi nízké úrovni. Autorizovaný limit pro efektivní dávku reprezentativní osoby z výpustí do ovzduší 40 μSv byl na ETE v roce 2021 čerpán na úrovni 0,05 %, obdobně jako v posledních letech. Efektivní dávka reprezentativní osoby z výpustí do vodoteče dosáhla v roce 2021 13,5 % autorizovaného limitu 3 μSv .

Z průběhu jednotlivých ukazatelů v roce 2021 pro JE Temelín je tedy zřejmé, že i na této lokalitě je jaderná a radiační bezpečnost elektrárny na úrovni obvyklé pro JE s tlakovodními reaktory.

D. ZÁVĚR

Z výsledků vyhodnocení jednotlivých provozně – bezpečnostních ukazatelů i jejich trendů je stále ještě vidět, že „kauza svary“ (problém s prokázáním kvality svarových spojů z minulých let a z toho plynoucí zjišťování jejich skutečné kvality, případné nezbytné provedení opravy a s tím související prodloužení odstávek bloků) se stala minulostí a hodnoty provozně – bezpečnostních ukazatelů se ve všech případech navracejí k očekávaným hodnotám z předešlých let na obou jaderných elektrárnách EDU i ETE.

Z hlediska vývoje trendů jednotlivých provozně – bezpečnostních ukazatelů lze konstatovat, že nedošlo k žádnému významnému zhoršení některého ze sledovaných ukazatelů a že se všechny sledované parametry pohybují v předpokládaných oblastech s určitým vlivem statistické chyby. V některých případech, kdy se daný parametr pohybuje v oblasti malých čísel se může zdát pohyb daného parametru významný, ale v tomto případě si je třeba uvědomit, že pokud i jen jedna událost za rok může mít daný parametr ovlivnit až o 100 %, je se třeba daný parametr vyhodnocovat až v kontextu několika po sobě jdoucích let. Mezi takový parametr se v roce 2021 řadí parametr selhání BS za chodu – viz grafy 2B. V roce 2021 došlo k selhání BS za chodu jak na EDU dne 17. 2. 2021 na 1. bloku (závada na spojce čerpadla vloženého okruhu havarijních systémů 1TF60D01 – událost označená jako V15)), tak i na ETE dne 16. 2. 2020 (po startu DGS2 byl ostaven ochranou a byl zablokován jeho další startu – událost označená 46556/21) a dne 21. 10. 2021 na 2. bloku (při zkoušce APS2 nenajelo čerpadlo 2TQ22D01 – událost označená 58936/21). Přestože se jedná o události bezpečnostně významné, všechny iniciační události, které k nim vedly, patří mezi události provozně očekávané, k nimž dosud v rámci provozu nedošlo. V rámci řešení těchto události byla vždy přijata nápravná opatření, která by měla zamezit jejich opakování. I tento parametr je proto třeba vyhodnocovat až v kontextu následujících let.

Pro bezpečný provoz obou jaderných elektráren je kromě dobrého stavu zařízení, jeho připravenosti k provozu a spolehlivosti při provozu důležitá i dobře vyškolená, kvalitní a spolehlivá obsluha. Jedině soulad techniky a jeho obsluhy zaručuje spolehlivý a bezpečný provoz jaderných elektráren. Proto je třeba nadále věnovat pozornost jak kvalitě techniky, tak i kvalitě výcviku operativního personálu.

SÚJB se bude v roce 2022 v rámci kontrolní činnosti intenzivně zaměřovat na kontroly stavu zařízení, jeho stárnutí a jeho spolehlivosti, tak i na výcvik a praktiky personálu a jeho školení. Úřad bude po provozovateli požadovat, aby každému pracovníkovi stále zdůrazňoval, že kvalita odvedené práce každého z nich významně ovlivňuje nejen počet událostí, ale zejména jadernou a radiační bezpečnost.

Z hodnocení provozně – bezpečnostních ukazatelů na obou jaderných elektrárnách pro rok 2021 vyplývá, že všechny hodnocené ukazatele byly ve všech hodnocených oblastech na předem očekávaných hodnotách a při výrobě energie na **JE Dukovany** i **JE Temelín** byla v roce 2021 zachována vysoká úroveň jaderné bezpečnosti i radiační ochrany.

E. ZKRATKY

| | |
|---------------------|--|
| AŠP | aktivované a štěpné produkty |
| AZ | aktivní zóna reaktoru |
| BL | bezpečnostní limit |
| BS | bezpečnostní systém |
| BSVP | bazén skladování vyhořelého paliva |
| ČEZ | České energetické závody |
| DG | dieselgenerátor |
| DKP | dolní koncová poloha |
| DKV | dolní koncový vypínač |
| E | individuální efektivní dávka |
| EDU | Jaderná elektrárna Dukovany |
| ETE | Jaderná elektrárna Temelín |
| GO | generální oprava |
| HA | hydroakumulátor |
| HMG | harmonogram |
| HP | hermetické prostory |
| HN PG | systém havarijního napájení parogenerátorů (EDU) |
| HO | havarijní ochrana reaktoru |
| HRK | havarijní a regulační kazeta |
| HUA | hlavní uzavírací armatura |
| INES | International Nuclear Event Scale |
| IO | primární okruh |
| JB | jaderná bezpečnost |
| JE | jaderná elektrárna |
| LI | lokální inspektor SÚJB |
| LS (a,b,c,d) | limitační systém (různé funkce působení) |
| LaP | Limity a podmínky |
| LPP | Limitní podmínka pro provoz |
| NT | nízkotlaký systém |
| NOS | nastavení ochranných systémů |
| OKJZ | odbor kontroly jaderných zařízení |
| OROPC | odbor radiační ochrany palivového cyklu |
| OZIK | opakovaná zkouška integrity kontejnmentu |
| PG | parogenerátor |
| PBU | Provozně-bezpečnostní ukazatel(e) |
| PERIZ | periodická integrační zkouška hermetických prostor |
| PERZIK | periodická zkouška integrity kontejnmentu |
| PRPS | primary reactor protection system |

| | |
|----------------------|--|
| PSA | přepouštěcí stanice do atmosféry |
| RB | reaktorový blok |
| RC | regionální centrum SÚJB |
| REAZNII | režimová automatika systému zajištěného napájení II. kategorie |
| ROR | rychlé odstavení reaktoru |
| RTS | reactor trip system |
| S | kolektivní efektivní dávka |
| SAOZ (SHCHAZ) | system havarijního chlazení AZ |
| SHN PG | system superhavarijního napájení parogenerátorů (EDU) |
| SKŘ | system kontroly a řízení |
| SW | software |
| SZB | system zajištění bezpečnosti |
| TJ | vysokotlaký system havarijního doplňování AZ |
| TH | nízkotlaký system havarijního doplňování AZ |
| TQ | sprchový system EDU / havarijní systemy chlazení AZ a sprchový system kontejnmentu ETE |
| TX | system havarijního napájení PG (ETE) |
| VP | výměna paliva |
| VT | vysokotlaký system |
| ZIK | zkouška integrity kontejnmentu |
| ZKOB | zkoušky ochran a blokad |

F. Příloha č. 1

Seznam Provozně – bezpečnostních ukazatelů používaných SÚJB

Oblast 1 – Události

| Skupina/ Ukazatel | Název ukazatele | Označení grafu | Název grafu | Pozn. |
|----------------------|---|-----------------------|---|----------------------|
| 1.A | Hlášené / Hodnocené události | | | EDU/ETE |
| 1.A.1 | Počet hlášených událostí – RE (Reportable Events) | 1.A.1 | Hlášené události - RE | EDU/ETE B1 |
| 1.A.1a | Počet událostí INES > 0 - SSE (Safety Significant Events) | 1.A.1a,b | Události dle INES – blokové hodnoty | B1.1 |
| 1.A.1b | Počet událostí INES = 0 – BSE (Below Scale Events) | 1.A.1a,b | Události dle INES – blokové hodnoty | B1.2 |
| 1.A.2 | Lidské selhání - HF, HFI | 1.A.2 | Lidský faktor | B2 |
| 1.B | Působení ochranných a limitačních systémů | | | |
| 1.B.1 | Neplánované rychlé automatické odstavení reaktoru – US (Unplanned Scram) | 1.B.1,2 1.B.1,2a | Neplánovaná rychlá odstavení reaktoru Blokové hodnoty ROR | P1 |
| 1.B.2 | Ruční rychlé odstavení reaktoru – USM (Unplanned Scram Manual) | 1.B.1,2 1.B.1,2a | Neplánovaná rychlá odstavení reaktoru Blokové hodnoty ROR | P1 |
| 1.B.3 | Automatické snížení výkonu reaktoru působením HO-2 / LS (c) - APR2 (Automatic Power Reduction) | 1.B.3-5 | Automatická snížení/omezení výkonu reaktoru | EDU/ETE P2 |
| 1.B.4 | Automatické snížení výkonu reaktoru působením HO-3 / LS (a) – APR3 (Automatic Power Reduction) | 1.B.3-5 | Automatická snížení/omezení výkonu reaktoru | EDU/ETE P2 |
| 1.B.5 | Automatické omezení výkonu reaktoru působením HO-4 / LS (b) – APL4 (Automatic Power limitation) | 1.B.3-5 | Automatická snížení/omezení výkonu reaktoru | EDU/ETE P2 |
| 1.B.6 | Pády regulačních orgánů - CRD (Control Rod Drop) | 1.B.6 | Pády regulačních orgánů | EDU |
| 1.B.6 | Působení limitačního systému typem d – LS(d) | 1.B.6,7 + 1.B.6,7a | Působení LS typem d + Blokové hodnoty působení LS typem d | ETE P2 |
| 1.B.7 | Ruční působení limitačního systému typem d – LS(d) | 1.B.6,7 + 1.B.6,7a | Působení LS typem d + Blokové hodnoty působení LS typem d | ETE P2 |
| 1.C | Snížení výkonu | | | |
| 1.C.1 | Neplánovaná snížení výkonu - UCLF | 1.C.1 | Neplánovaná snížení výkonu | |
| 1.D | Limity a podmínky bezpečného provozu | | | |
| 1.D.1 | Počet porušení Limitů a podmínek – VLC (Violation of Limits and Conditions) | 1.D.1 | Porušení LaP | B3.1 |
| 1.D.2 | Počet vynucených zahájení akcí podle LaP – AILCR (Actions Induced by L&C Requirments) | 1.D.2 | Akce podle LaP | B3.3 |

| Skupina/ Ukazatel | Název ukazatele | Označení grafu | Název grafu | Pozn. |
|----------------------|--|-------------------|-------------------|-------------|
| 1.D.3 | Počet dočasných změn LaP- ELC (Exemptions from L&C) | 1.D.3 | Dočasné změny LaP | B3.2 |
| 1.D.4 | Čerpání Limitů a Podmínek DLC (Drawing of L&C) | 1.D.4 | Čerpání LaP | |

Oblast 2 - Provoz bezpečnostních systémů

| Skupina/ Ukazatel | Název ukazatele | Označení grafu | Název grafu | Pozn. |
|----------------------|--|-------------------|---|------------------------|
| 2.A | Neprovozeroschopnost bezpečnostních systémů | | | |
| 2.A.1 | Neprovozeroschopnost BS – SSU (Safety System Unavailability) | 2.A.1 | Lokalitní hodnota neprovozeroschopnosti BS | |
| | Systémová neprovozeroschopnost BS – SSU _s (Safety System Unavailabilities) | 2.A.1a-g | Neprovozeroschopnost DG, TJ, TH, TQ, HA, HN PG, SHN PG / Neprovozeroschopnost DG, TQx1, TQx2, TQx3, TQx4, HA, TX | EDU/ETE R1 - R5 |
| 2.A.2 | Průměrná doba neprovozeroschopnosti BS - ASTU (Average System Time Unavailability) | 2.A.2 | Průměrná doba neprovozeroschopnosti BS | |
| | Systémová průměrná doba neprovozeroschopnosti BS – ASTU _s (Average System Time Unavailabilities) | 2.A.2a-g | Průměrná doba neprovozeroschopnosti jednotlivých BS | |
| 2.A.3 | Frekvence neprovozeroschopnosti BS - FSSU (Frequency of Safety System Unavailability) | 2.A.3 | Frekvence neprovozeroschopnosti BS | |
| | Systémová frekvence neprovozeroschopnosti BS - FSSU _s (Frequency of Safety System Unavailabilities) | 2.A.3a-g | Frekvence neprovozeroschopnosti jednotlivých BS | |
| 2.A.4 | Typová neprovozeroschopnost BS - SSU(T) (Type of SSU) | 2.A.4 | Typová neprovozeroschopnost BS | |
| | Systémová typová neprovozeroschopnost BS - SSU(T) _s (Type of SSU _s) | 2.A.4a-g | Typová neprovozeroschopnost jednotlivých BS v r. 200x | |
| 2.A.5 | Normovaná typová neprovozeroschopnost BS - STUR | 2.A.5 | Normovaná typová neprovozeroschopnost BS | |

| Skupina/ Ukazatel | Název ukazatele | Označení grafu | Název grafu | Pozn. |
|----------------------|--|-------------------|---|-------------|
| | Systémová normovaná typová neprovozuschopnost BS - STUR _s (Relative System Type Unavailabilities) | 2.A.5a-g | Normovaná typová neprovozuschopnost jednotlivých BS v r. 200x | |
| 2.B | Selhání bezpečnostních systémů | | | |
| 2.B.1 | Počet selhání BS při startu - NSF _s (Number of Starting Failures) | 2.B.1 | Selhání systému při startu | R6.1 |
| 2.B.2 | Nespolehlivost startu BS - SU _s (Starting Unreliability) | 2.B.2 | Nespolehlivost systému při startu | |
| 2.B.3 | Počet selhání BS za chodu - NRF _s (Number of Running Failures) | 2.B.3 | Selhání systému při chodu | R6.2 |
| 2.B.4 | Nespolehlivost chodu BS - RU _s (Running Unreliability) | 2.B.4 | Nespolehlivost systému při chodu | |

Oblast 3 - Těsnost bariér

| Skupina/ Ukazatel | Název ukazatele | Označení grafu | Název grafu | Pozn. |
|----------------------|--|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| 3.A | Jaderné palivo | | | |
| 3.A.1 | Spolehlivost jaderného paliva - FRI (Fuel Reliability Index) | 3.A.1 | Spolehlivost paliva | P4.1 |
| 3.A.2 | Počet netěsných palivových souborů – NLFA (Number of Leak Fuel Assemblies) | 3.A.2 | Počet netěsných palivových souborů | P4.2 |
| 3.B | Hermetická obálka | | | |
| 3.B.1 | Výsledky PERIZ/PERZIK bloků - L _c (Leak) | 3.B.1 | Výsledky PERIZ/PERZIK | EDU/ETE P6 |

Oblast 4 - Radiační ochrana

| Skupina/ Ukazatel | Název ukazatele | Označení grafu | Název grafu | Pozn. |
|----------------------|--|-------------------|------------------------------------|-------|
| 4.A | Personál | | | |
| 4.A.1 | Kolektivní efektivní dávka na blok – S _U (Collective Effective Dose per Unit) | 4.A.1 | Kolektivní efektivní dávka na blok | |
| 4.A.2 | Kolektivní efektivní dávka personálu jaderné elektrárny a dodavatelů pro jadernou elektrárnu - S (Collective Effective Dose) | 4.A.2 | Kolektivní efektivní dávka | |

| | | | |
|------------|---|--------|--|
| 4.A.3 | Průměrná individuální efektivní dávka personálu jaderné elektrárny a dodavatelů pro jadernou elektrárnu - $E_{\text{prům}}$ (Collective Effective Dose per Capita) | 4.A.3 | Průměrná individuální efektivní dávka |
| 4.A.4 | Maximální individuální efektivní dávka obdržena jedním pracovníkem jaderné elektrárny a jedním pracovníkem dodavatele pro jaderné elektrárny - E_{max} (Maximum Individual Effective Dose) | 4.A.4 | Maximální individuální efektivní dávka |
| 4.A.5 | Počet pracovníků se speciální dekontaminací - NWS (Number of Workers with Special Decontamination) | 4.A.5 | Počet pracovníků speciálně dekontaminovaných |
| 4.B | Radioaktivní výpusti | | |
| 4.B.1 | Výpusti do ovzduší - E | 4.B.1 | Efektivní dávka z výpustí do ovzduší |
| | Celková aktivita výpusti radioaktivních vzácných plynů | 4.B.1a | Výpusti radioaktivních vzácných plynů |
| | Celková aktivita výpusti radioaktivních aerosolů | 4.B.1b | Výpusti radioaktivních aerosolů |
| | Celková aktivita výpusti radioaktivních izotopů jódu | 4.B.1c | Výpusti radioaktivních izotopů jódu |
| | Celková aktivita výpusti C-14 | 4.B.1d | Výpusti C-14 |
| | Celková aktivita výpusti plynného tritia | 4.B.1e | Výpusti plynného tritia |
| 4.B.2 | Výpusti do vodotečí - E | 4.B.2 | Efektivní dávka z výpustí do vodotečí |
| | Celková aktivita kapalných výpustí tritia | 4.B.2a | Kapalné výpusti tritia |
| | Celková aktivita kapalných výpustí aktivovaných a štěpných produktů | 4.B.2b | Kapalné výpusti aktivovaných a štěpných produktů |

Pozn:

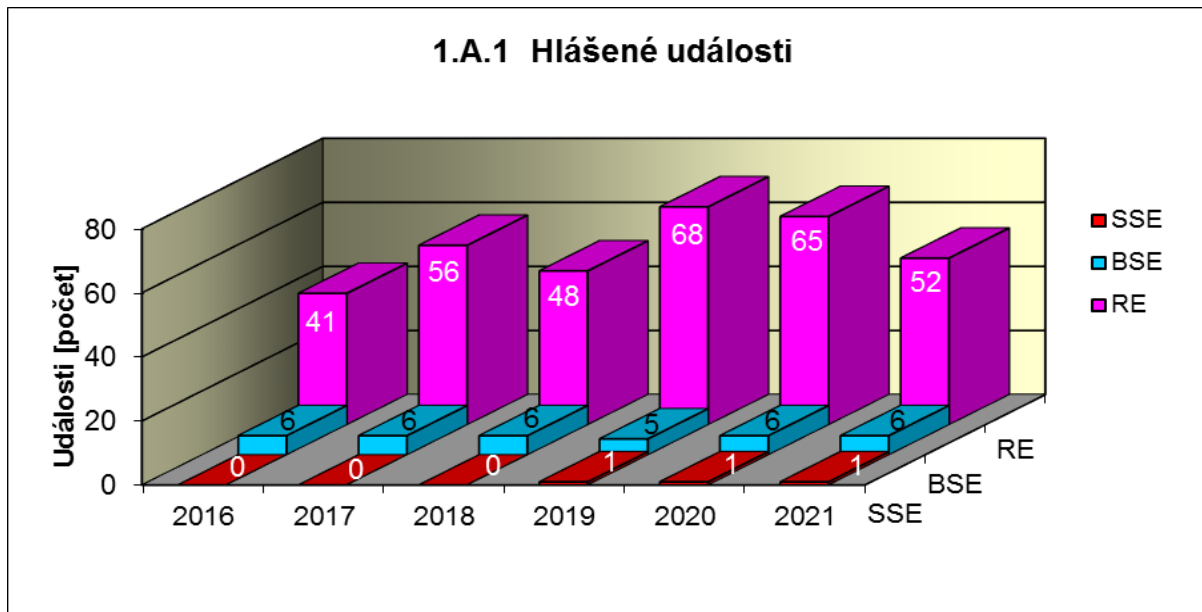
- 1) poznámka bez symbolu znamená, že jsou shodné ukazatele používány pro EDU i ETE
- 2) v poznámce uvedeno jen EDU nebo jen ETE – ukazatel je používán pouze na příslušné lokalitě, což znamená, že ukazatel je pro danou JE specifický a pro druhou je používán jiný nebo není zaveden vůbec
- 3) v poznámce uvedeno EDU/ETE – ukazatel pro EDU/ukazatel pro ETE
- 4) proloženě uvedené označení v poznámce znamená vazbu na ukazatele obsažené v dohodě mezi SÚJB a ČEZ o společném souboru ukazatelů, kde písmeno znamená hodnocenou oblast (**P** - Plynulost Provozu, **R** - Riziko Provozu, **B** - Přístup k Bezpečnosti), pokud toto označení není uvedeno ukazatel nebyl do společného souboru SÚJB a ČEZ zařazen

**G. PŘÍLOHA č. 2
VÝSLEDKY HODNOCENÍ SOUBORU
PROVOZNĚ – BEZPEČNOSTNÍCH UKAZATELŮ
V ROCE 2021 PRO JE DUKOVANY**

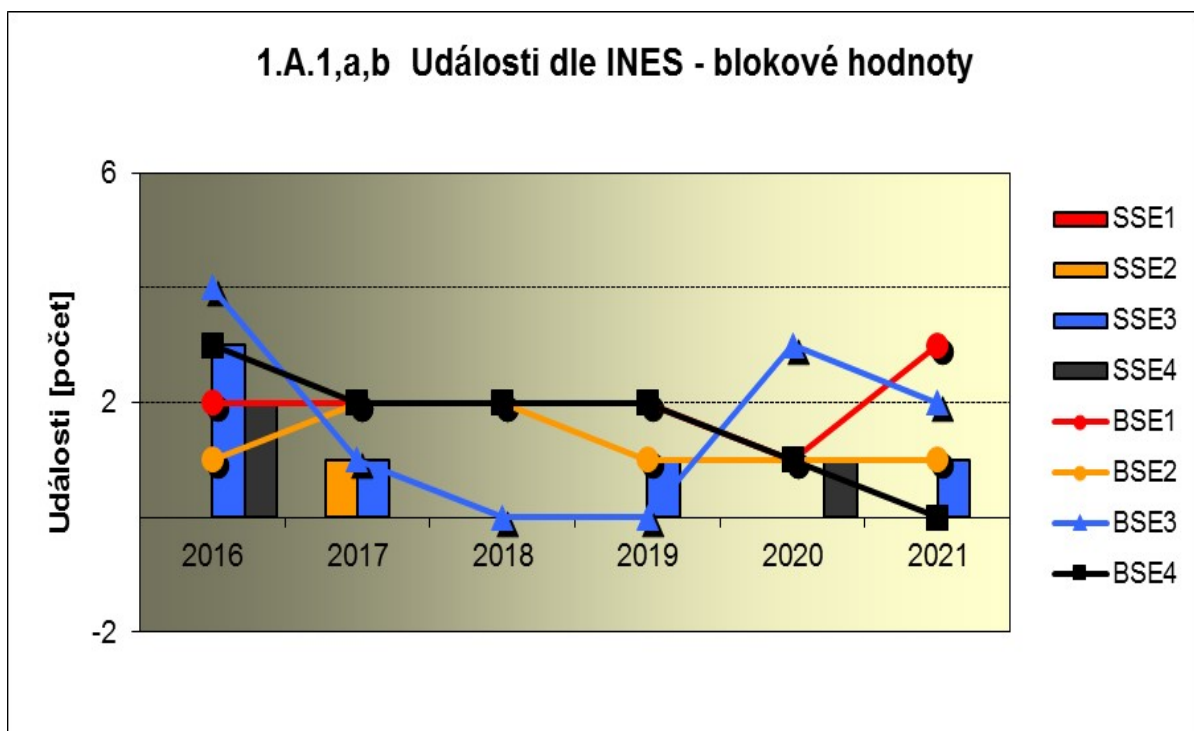
1. Události

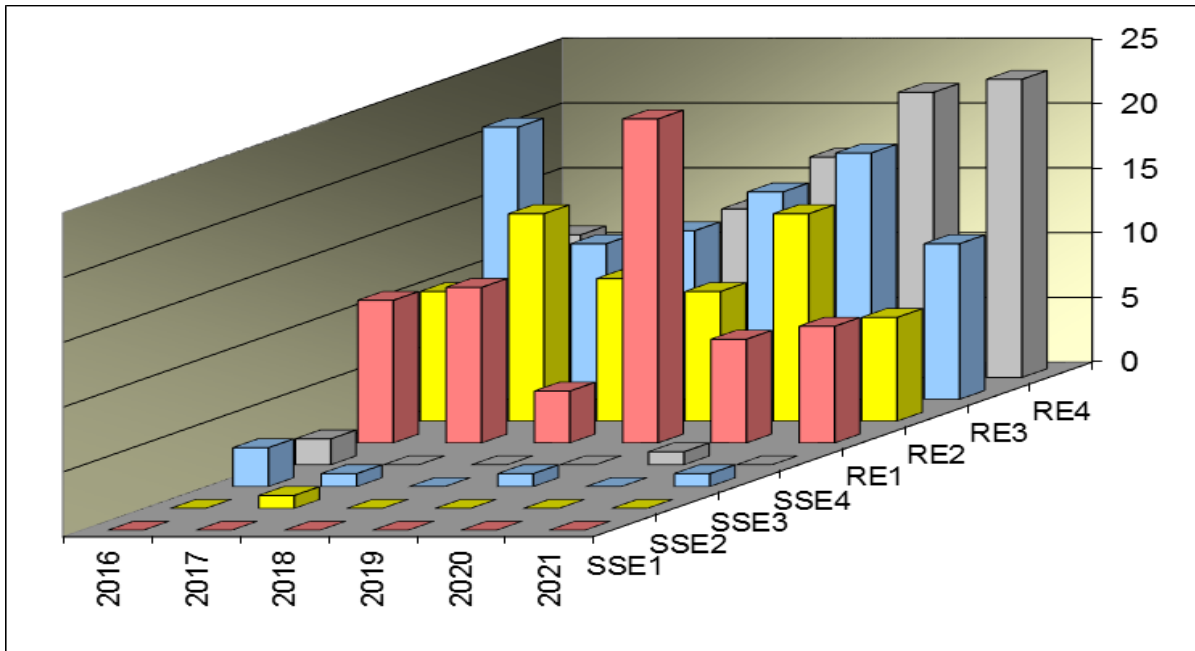
1.A Hlášené události

Graf ukazatele 1.A.1 sleduje vývoj počtu hlášených událostí (RE) včetně jejich rozdělení podle hodnocení INES na události významné (SSE, INES > 0) a události pod stupnicí (BSE, INES 0).

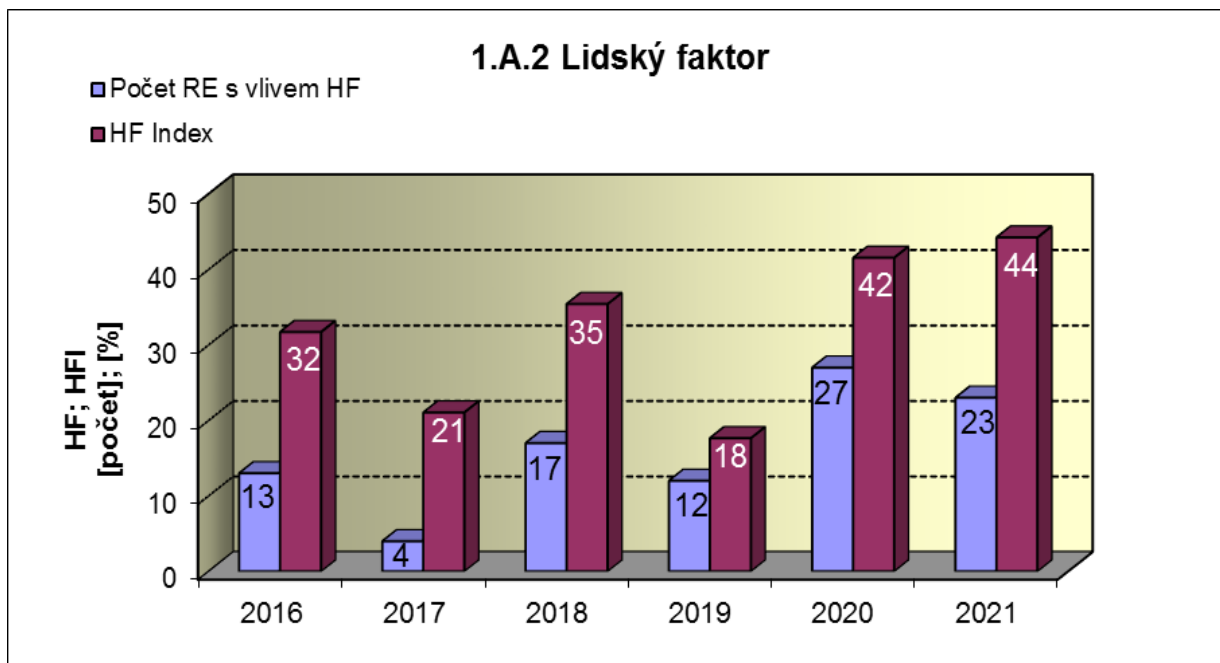


Graf 1.A.1a,b srovnává blokové počty událostí hodnocených podle INES.



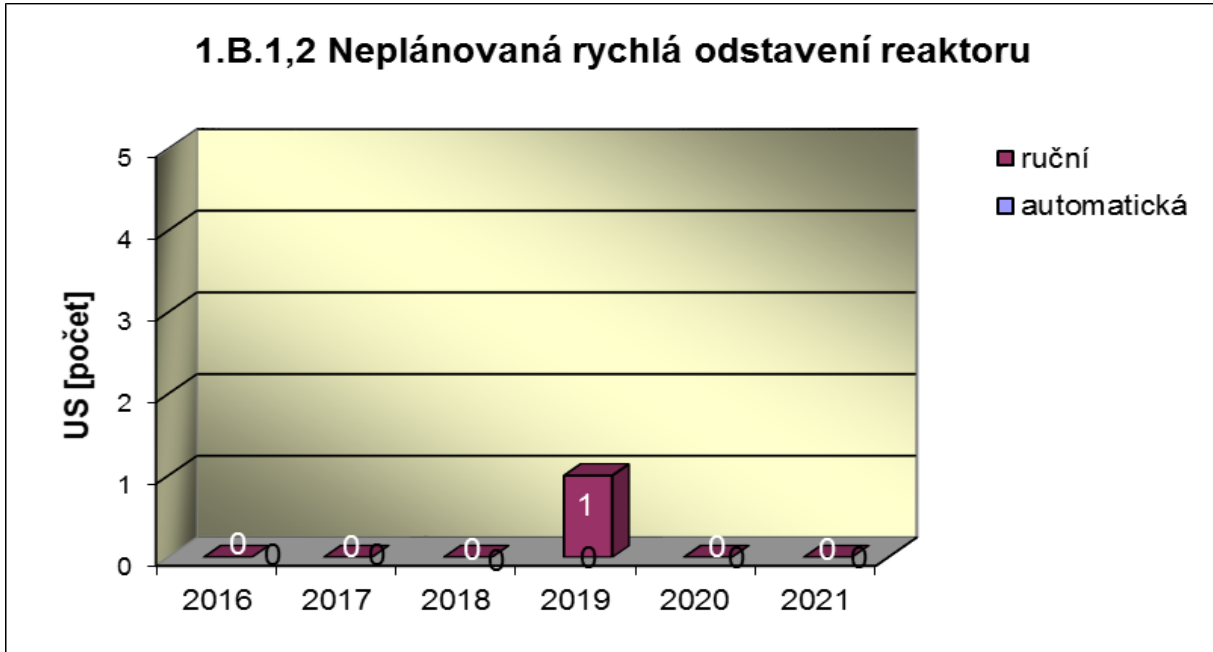


Graf 1.A.2 hodnotí vliv lidského činitele na vzniku hlášených událostí. Do roku 2002 se počet hlášených událostí shoduje s počtem událostí podle INES. Ukazatel je vyjádřen počtem událostí s vlivem lidského činitele (HF) a jeho procentním podílem (HFI).

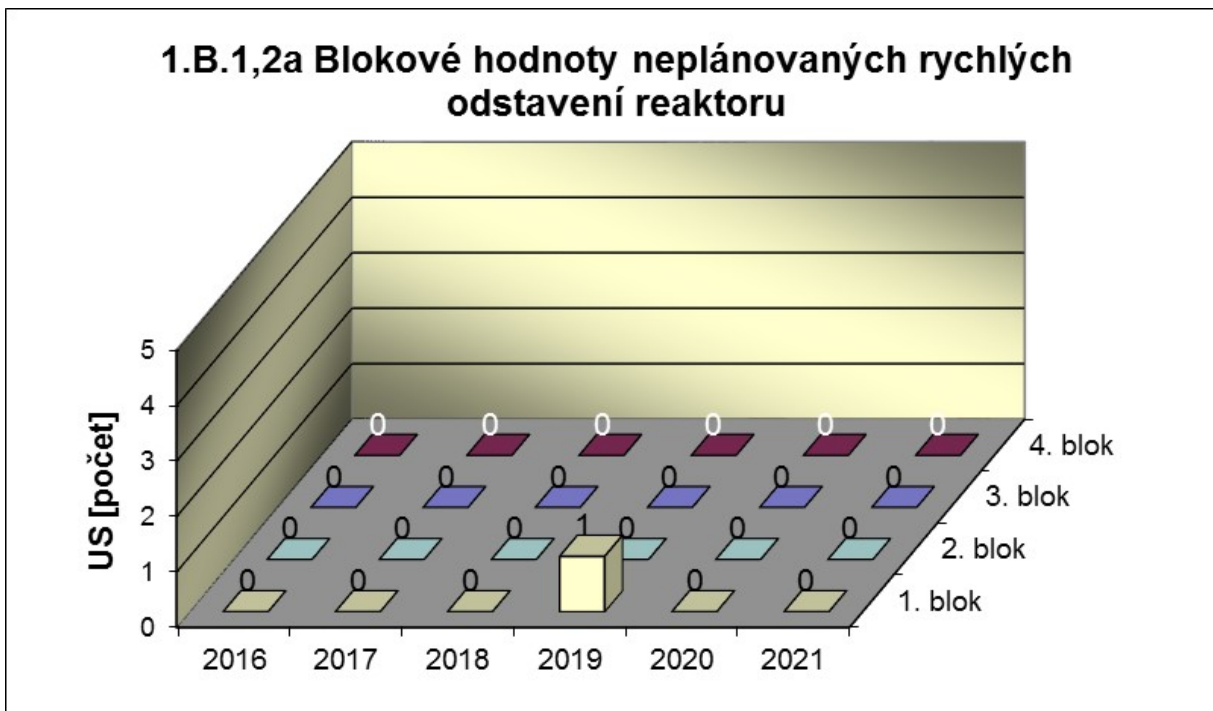


1.B Působení ochranných a limitačních systémů

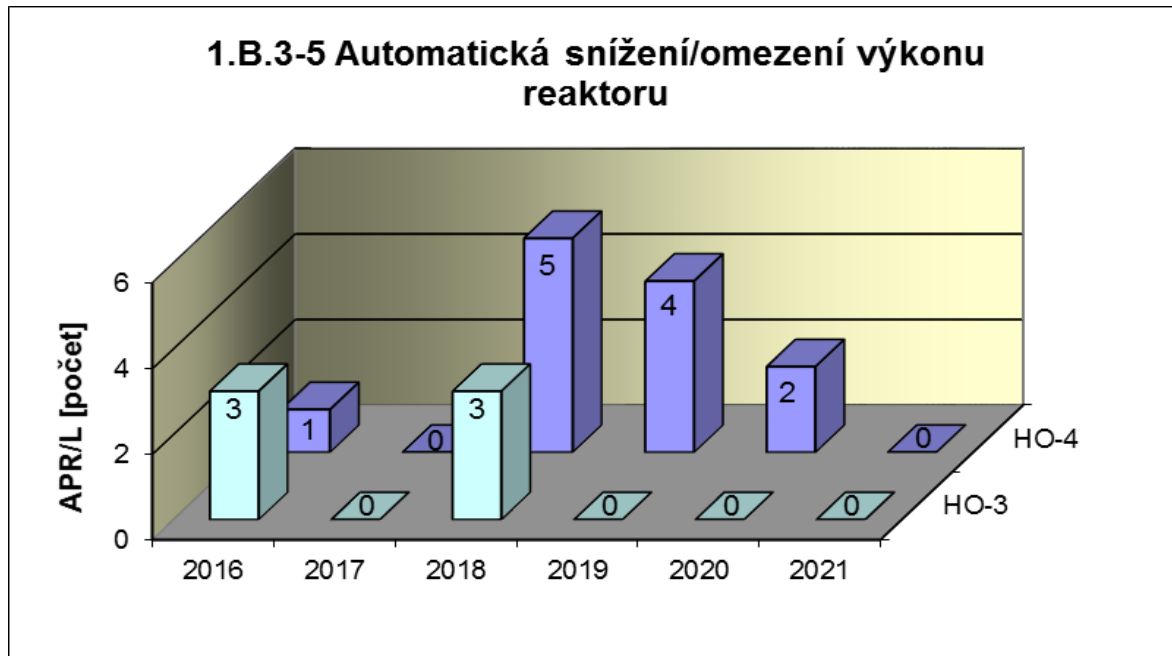
Graf 1.B.1,2 shrnuje celkový počet neplánovaných rychlých odstavení reaktoru (US) (reaktor v REŽIMU 1 nebo 2) s rozlišením ručního odstavení a automatického zapracování. Neplánované znamená, že rychlé odstavení nebylo očekávanou součástí plánované zkoušky.



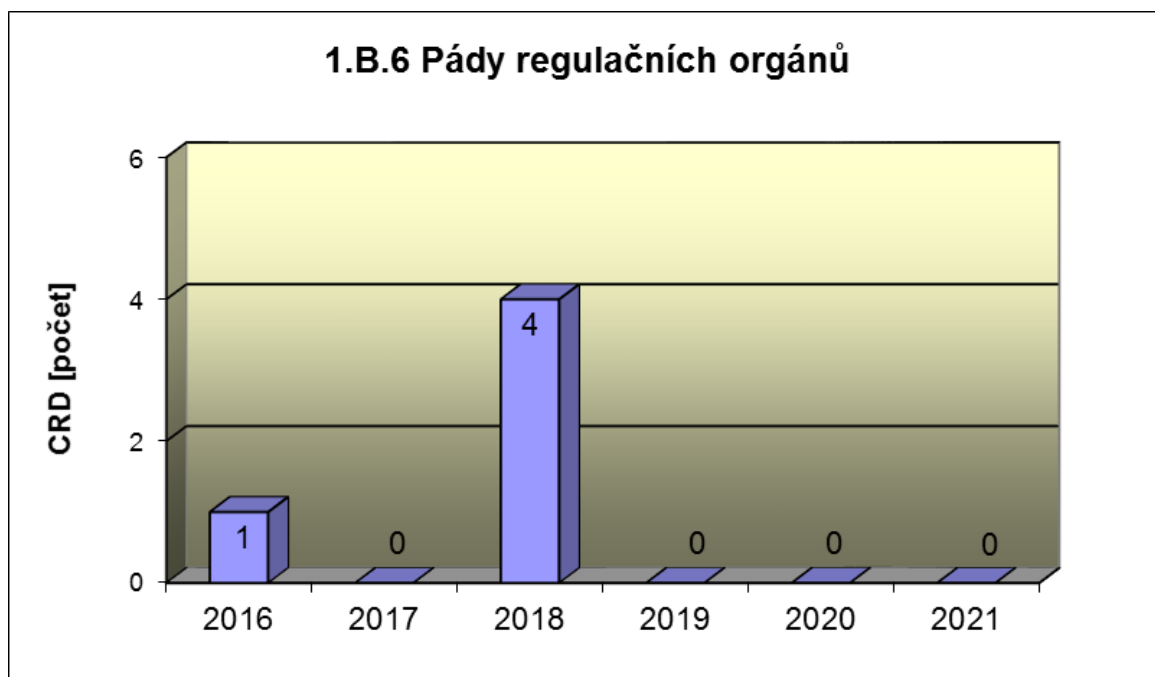
Graf 1.B.1,2a srovnává blokové počty neplánovaných rychlých odstavení reaktoru (US) včetně ručních.



Společný graf ukazatelů 1.B.3-5 udává počet neplánovaných zpracování bezpečnostních ochranných (APR/L) HO-2, HO-3 a HO-4.

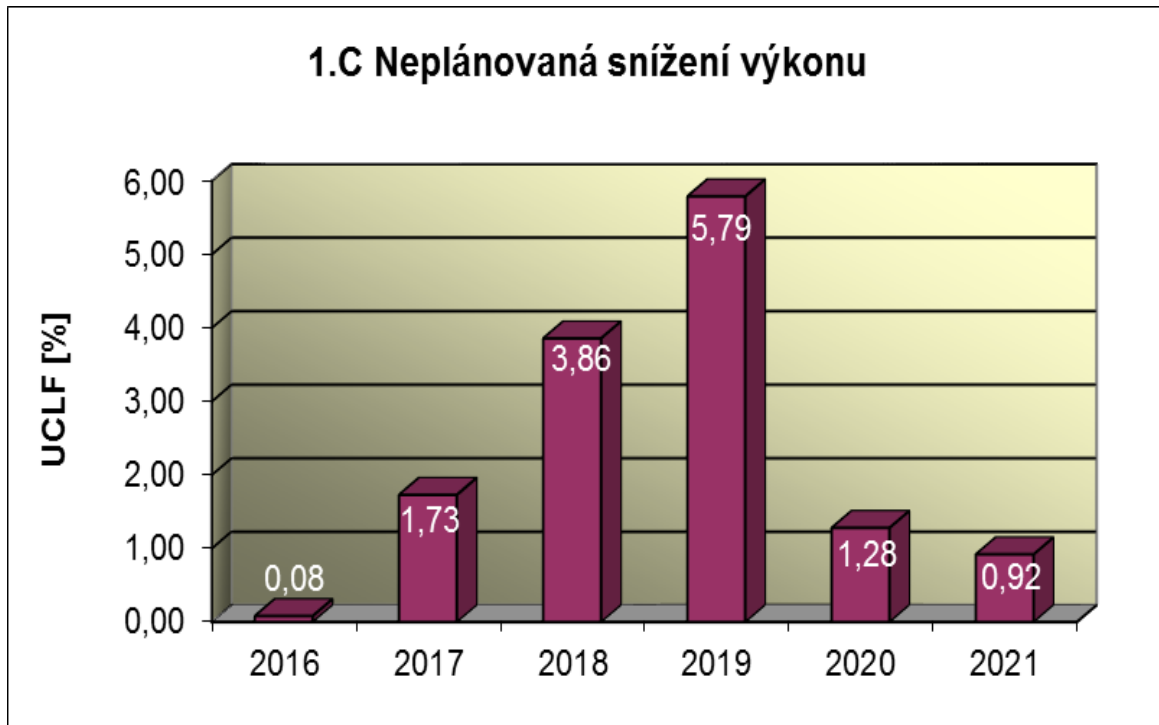


Graf 1.B.6 představuje vývoj počtu pádů regulačních orgánů (CRD).



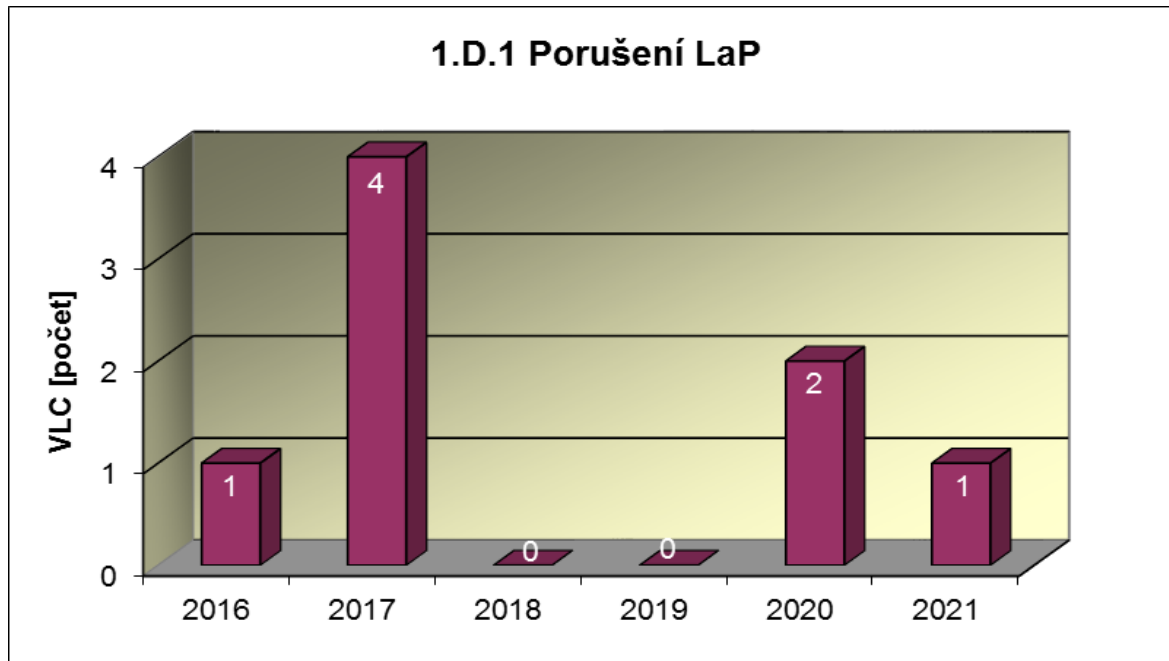
1.C Snížení výkonu

Graf 1.C.1 sleduje trend Neplánovaných snížení výkonu (UCLF).

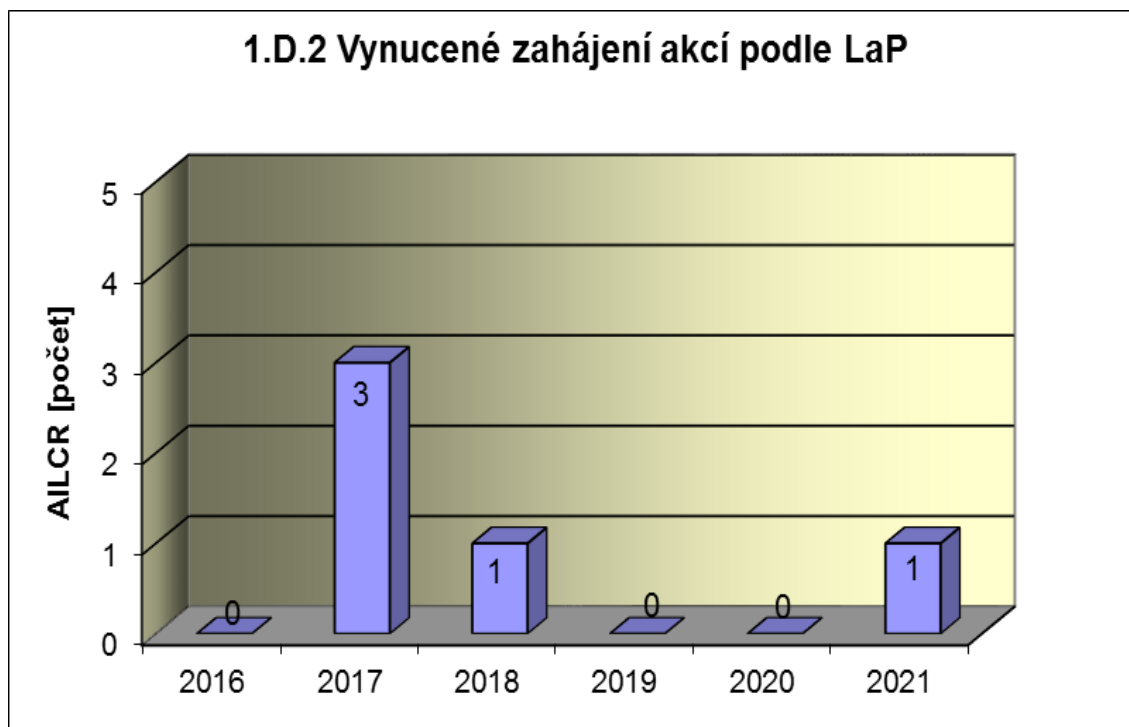


1.D Limity a podmínky bezpečného provozu

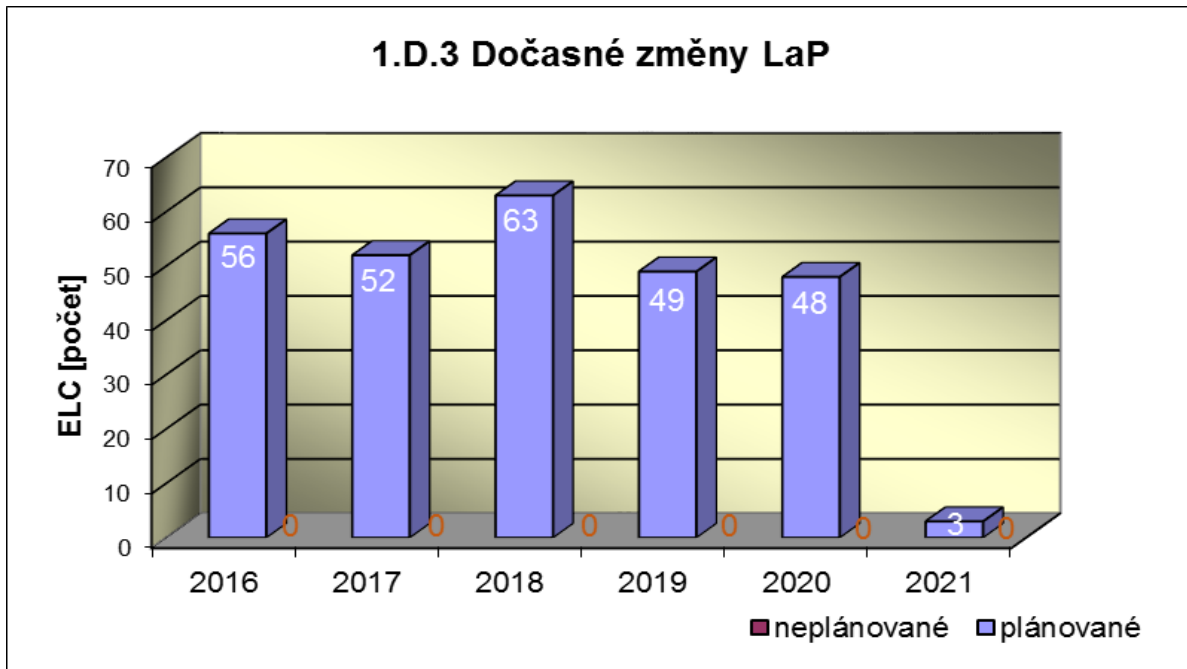
Graf 1.D.1 sumarizuje počet porušení LaP (VLC) zjištěných dozorným orgánem nebo oznámených dozornému orgánu provozovatelem JE.



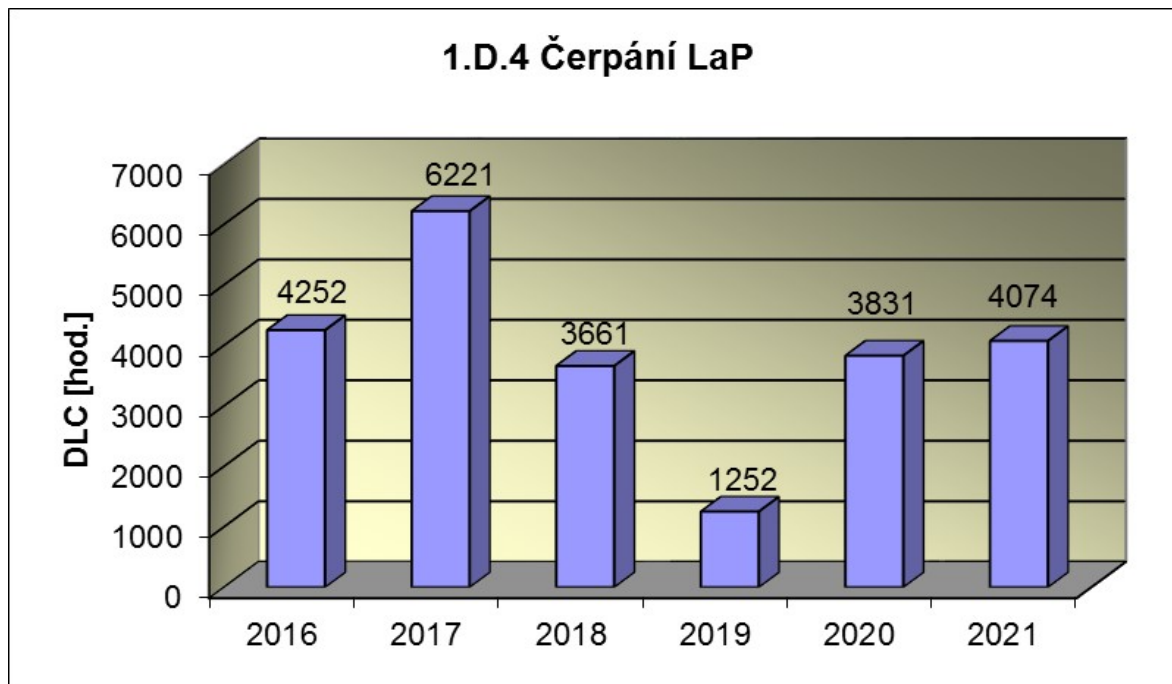
Graf 1.D.2 udává počet všech stavem nebo parametry zařízení vynucených zahájení přechodu bloku do režimu s vyšším pořadovým číslem v souladu s požadavky LaP (AILCR).



Graf 1.D.3 shrnuje počet plánovaných a neplánovaných, dozorným orgánem schválených, dočasných změn LaP (ELC), včetně těch, o něž bylo žádáno, SÚJB byly schváleny, avšak z různých důvodů nebyly čerpány.



Graf 1.D.4 shrnuje počet hodin čerpání LaP ve všech režimech bloků (DLC).



2. Provoz bezpečnostních systémů

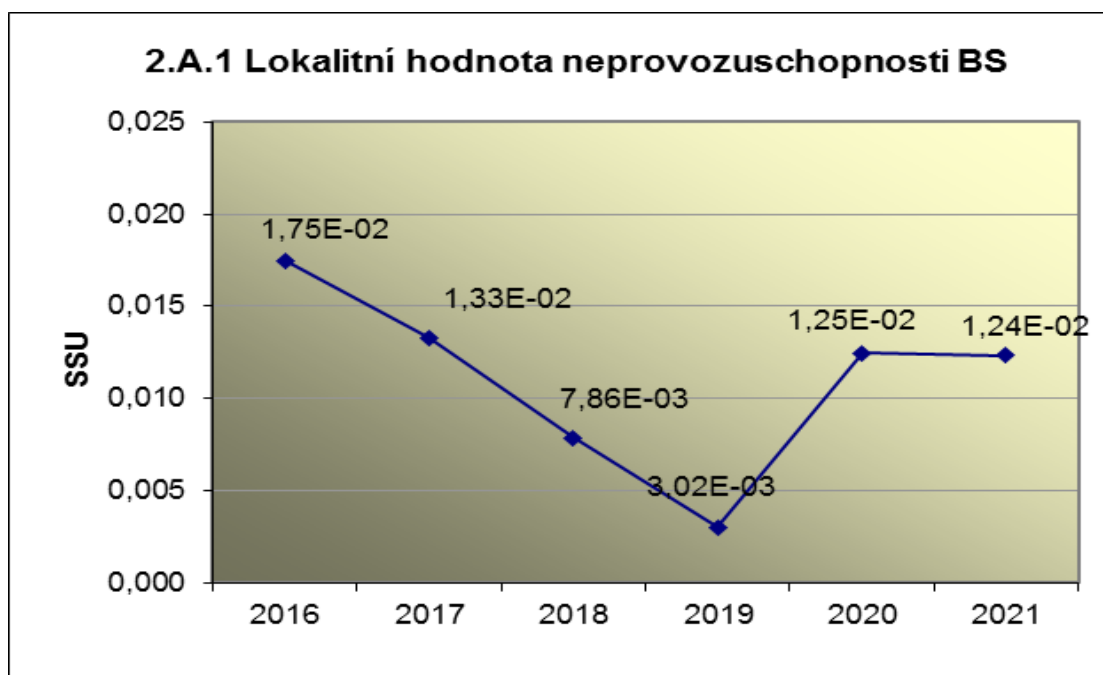
Oblast 2 sleduje a hodnotí ve skupině A provozuschopnost těchto bezpečnostních systémů (BS):

| | |
|--|--------|
| - diesलगенераторы | DG |
| - vysokotlaký systém havarijního doplňování AZ | TJ |
| - nízkotlaký systém havarijního doplňování AZ | TH |
| - sprchový systém | TQ |
| - hydroakumulátory | HA |
| - systém havarijního napájení parogenerátorů | HN PG |
| - systém superhavarijního napájení PG | SHN PG |

a ve skupině B selhání DG, REAZNII (režimová automatika zajištěného napájení II.kategorie), SHN PG, TJ, TH a TQ při startu a za chodu.

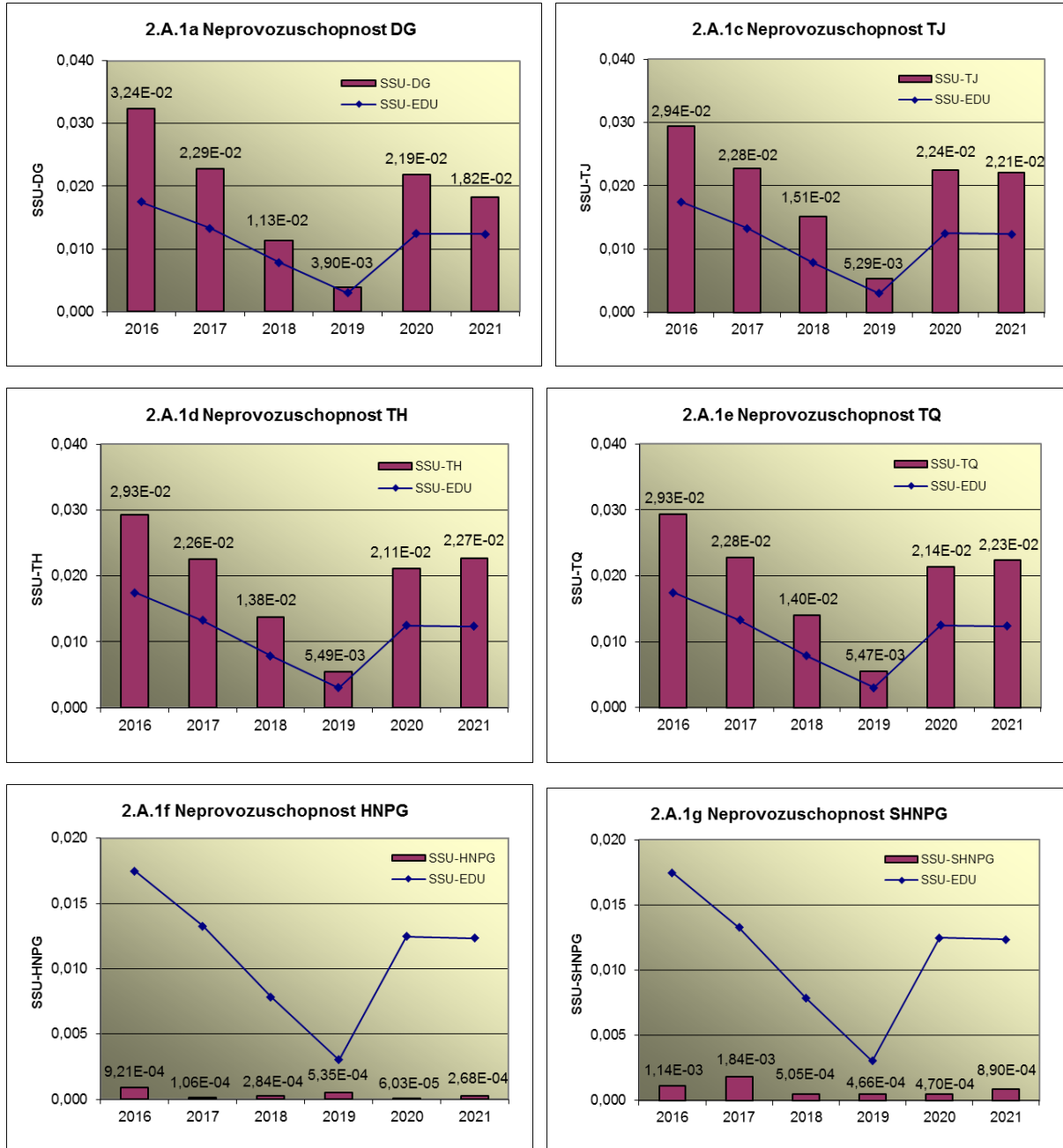
2.A Neprovozuschopnost bezpečnostních systémů

Graf 2.A.1 udává lokální hodnotu neprovozuschopnosti „jednotkového – obecného“ bezpečnostního systému (SSU), která je dána střední hodnotou neprovozuschopnosti všech sledovaných bezpečnostních systémů lokality.



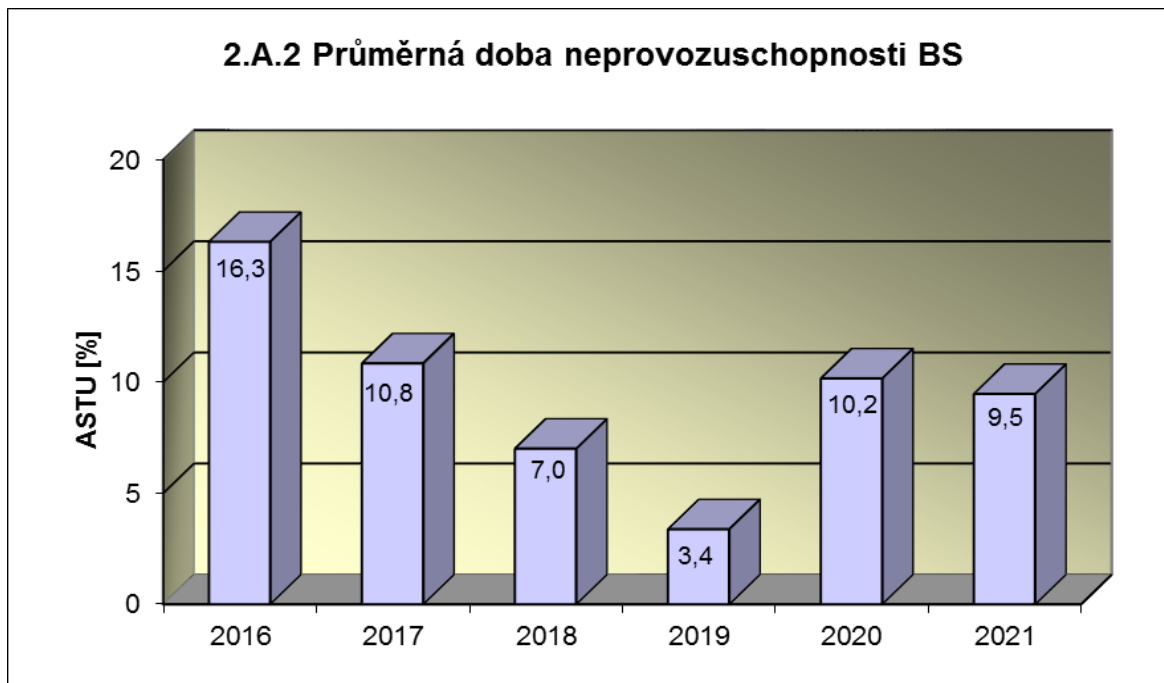
Příloha č. 2 – Výsledky hodnocení souboru Provozně – bezpečnostních ukazatelů v roce 2021 pro JE Dukovany

Neprovozní schopnost jednotlivých BS (SSU_S) - grafy 2.A.1.a – g, je definována jako poměr celkové doby neprovozní schopnosti hodnoceného BS k celkové době, kdy byla jeho provozní schopnost požadována. V těchto kombinovaných grafech je navíc vyjádřen poměr neprovozní schopnosti daného BS k „obecnému“ BS lokality.

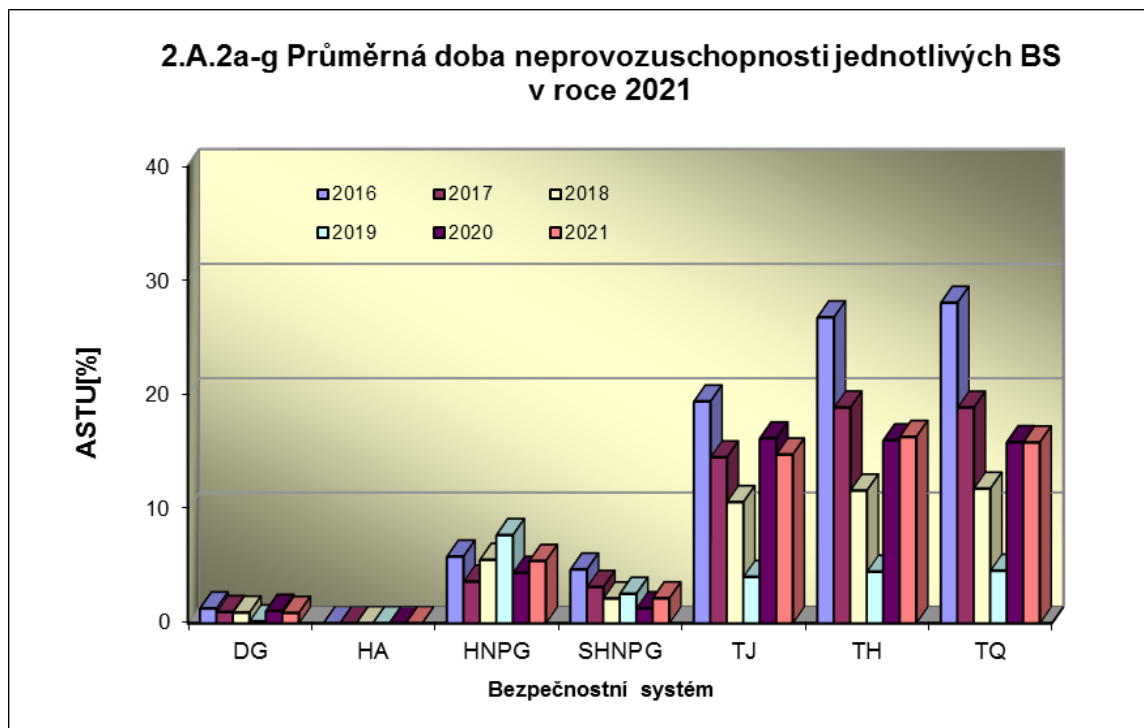


Hydroakumulátory se nesledují (nejsou data). Od toho roku 2015 p. Pospíchal udělal změny, zejména přestal sledovat hydroakumulátory.

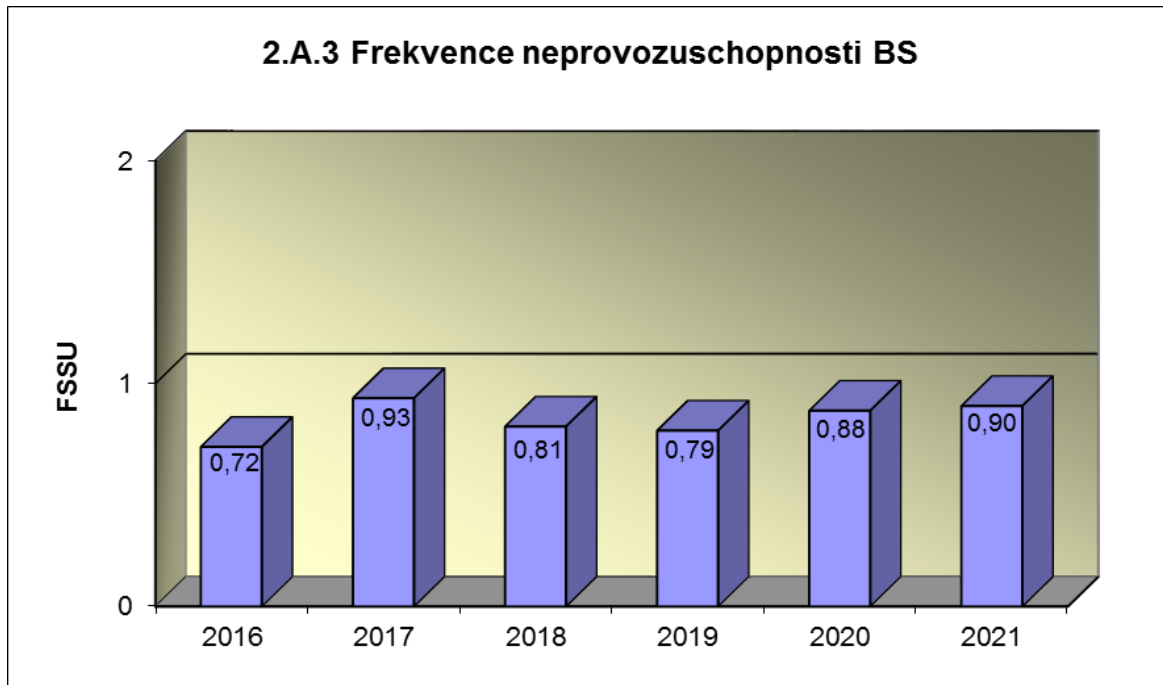
Graf 2.A.2 znázorňuje průměrnou dobu neprovoznosti „jednotkového – obecného“ bezpečnostního systému na lokalitě (ASTU), která je daná poměrem střední doby jedné neprovoznosti BS k době jednorázové neprovoznosti povolené v LaP.



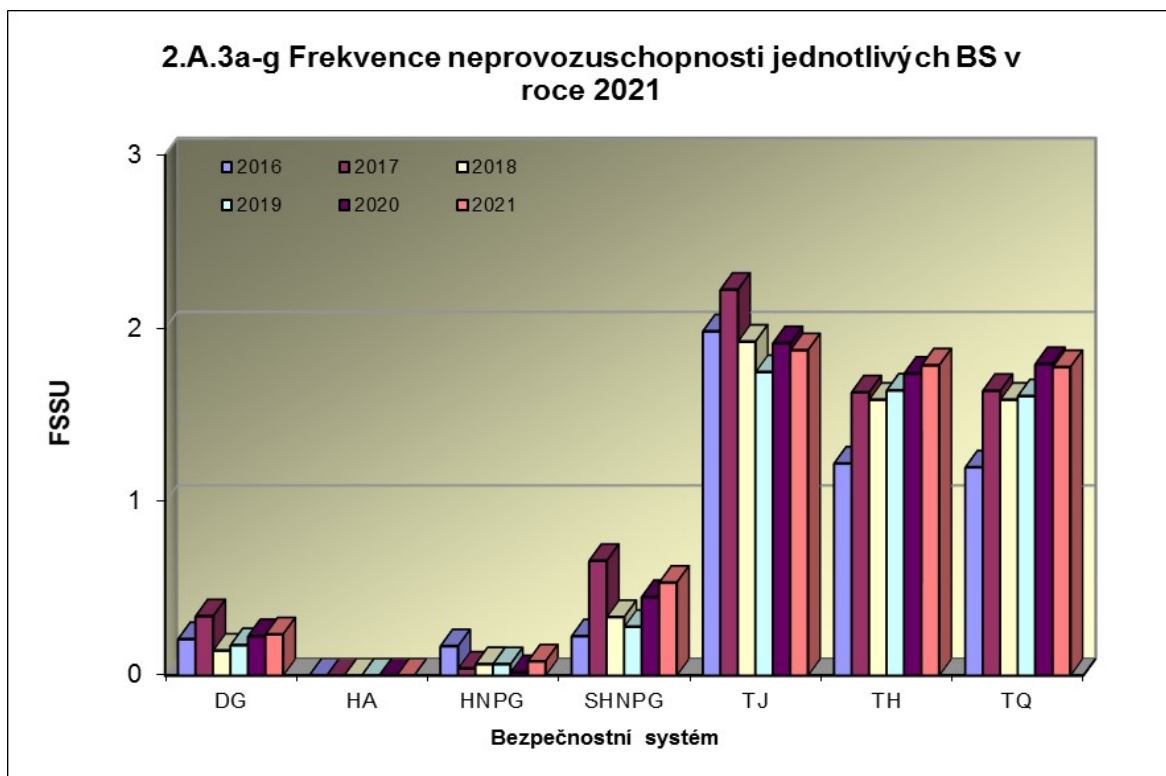
Graf 2.A.2a-g vyjadřuje systémové hodnoty ASTU.



Graf 2.A.3 vyjadřuje celkový počet neprovozeroschopností „jednotkového – obecného“ BS na lokalitě na tisíc hodin požadované provozuschopnosti (FSSU).

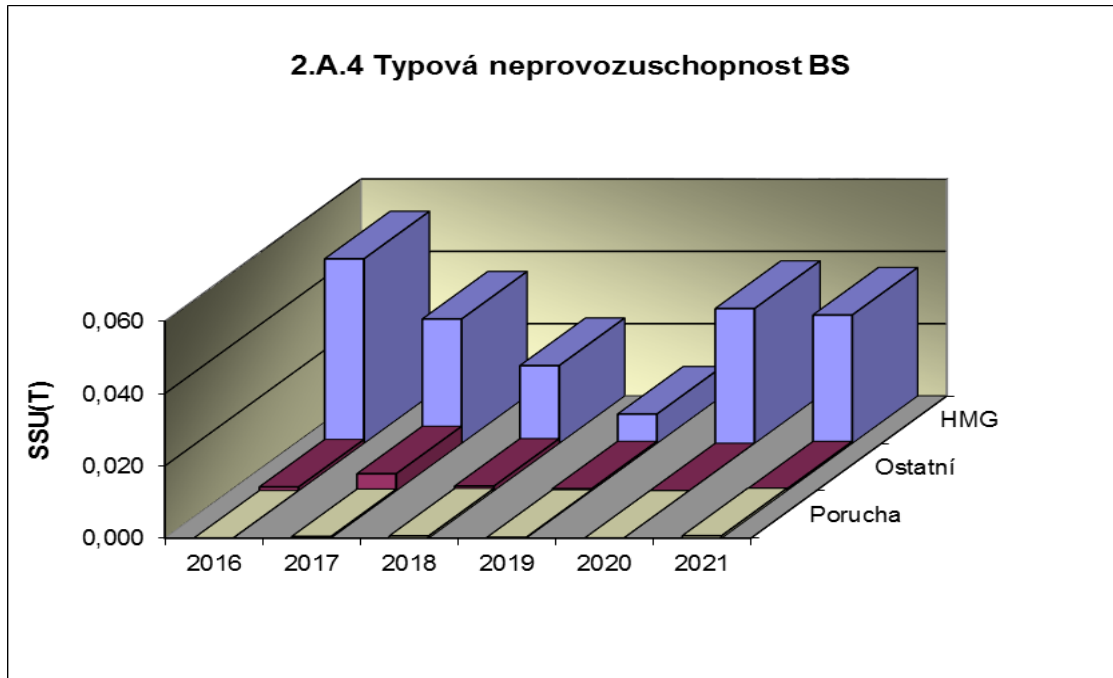


Graf 2.A.3a-g sleduje vývoj hodnot FSSU po systémech.



Graf 2.A.4 udává poměr celkové doby neprovoznosti „jednotkového – obecného“ BS z příslušného důvodu k celkové době, kdy byla provozuschopnost systému požadována - SSU(T).

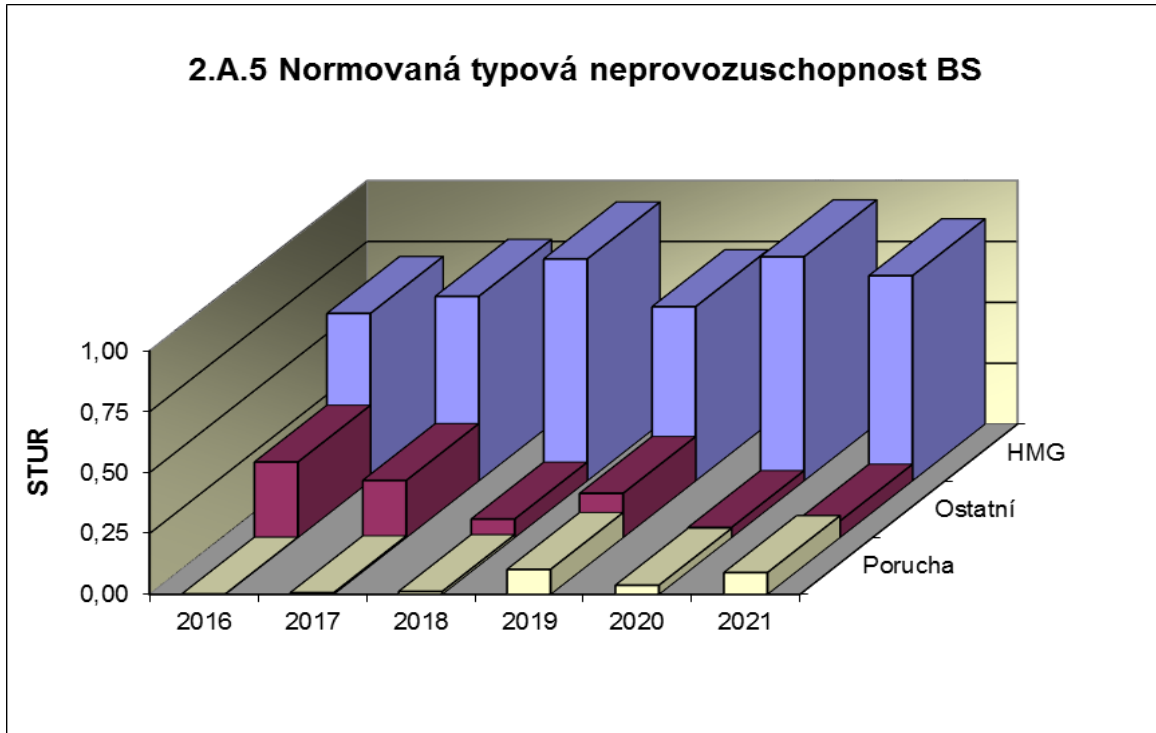
Rozlišovány jsou tři druhy neprovoznosti.



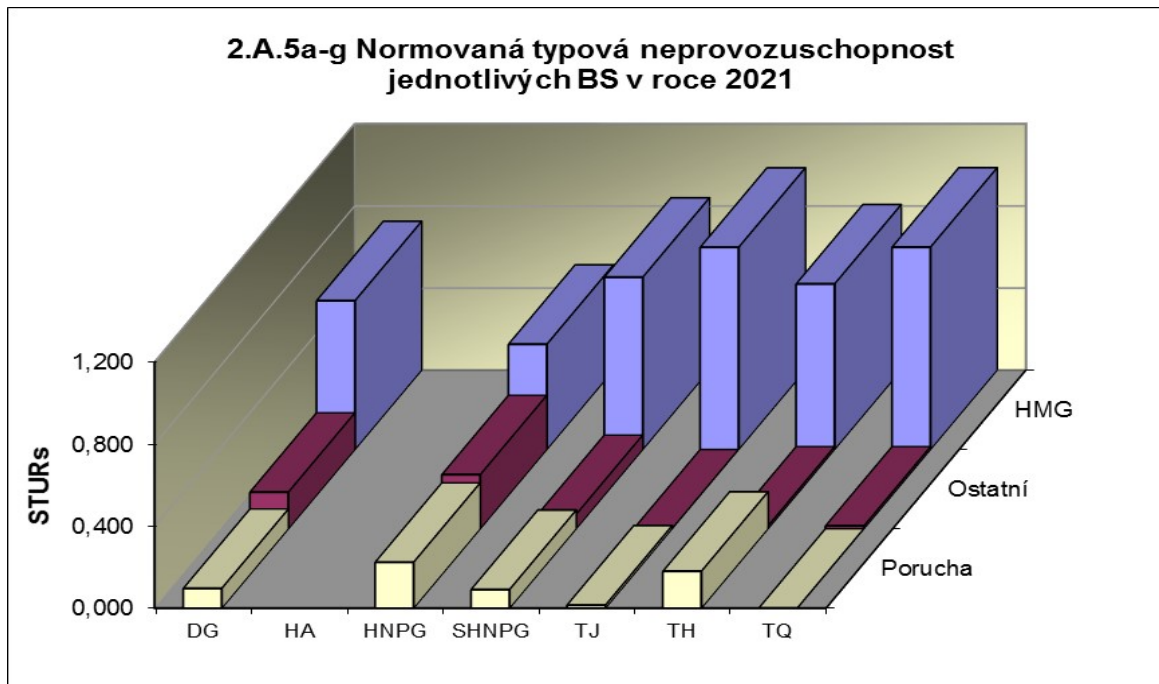
Graf 2.A.4a-g vyjadřuje systémové hodnoty SSU(T) v roce 2017.



Graf 2.A.5 udává poměr celkové doby neprovoznosti BS z příslušného důvodu (důvody neprovoznosti viz. graf 2.A.4) k celkové době neprovoznosti systému – STUR.

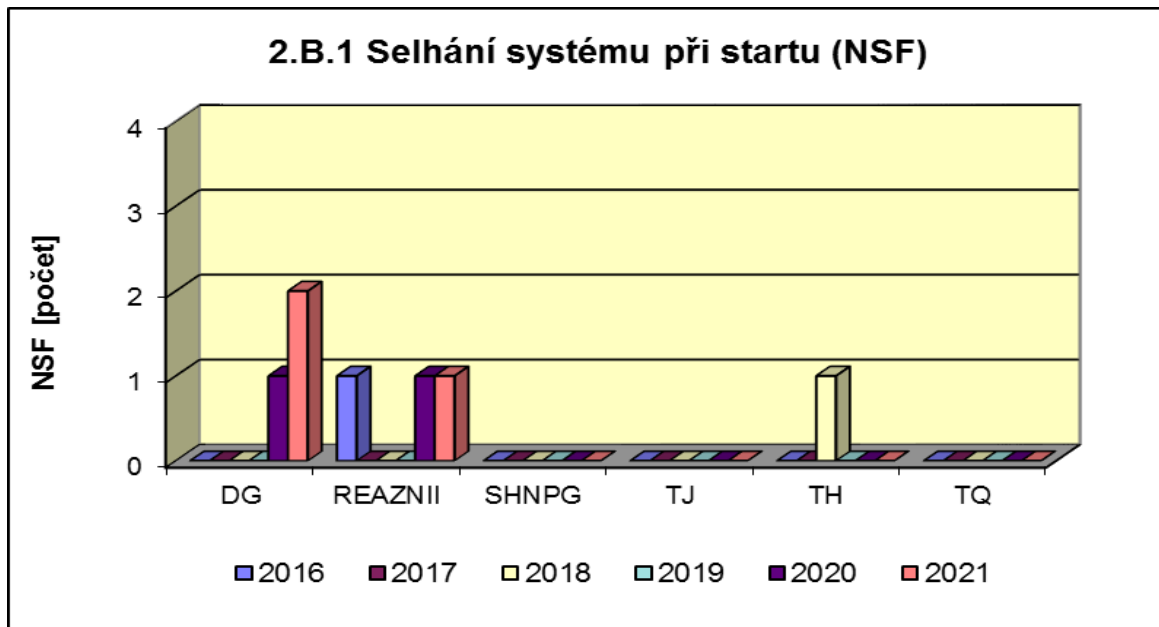


Graf 2.A.5a-g vyjadřuje systémové hodnoty STUR v roce 2020.

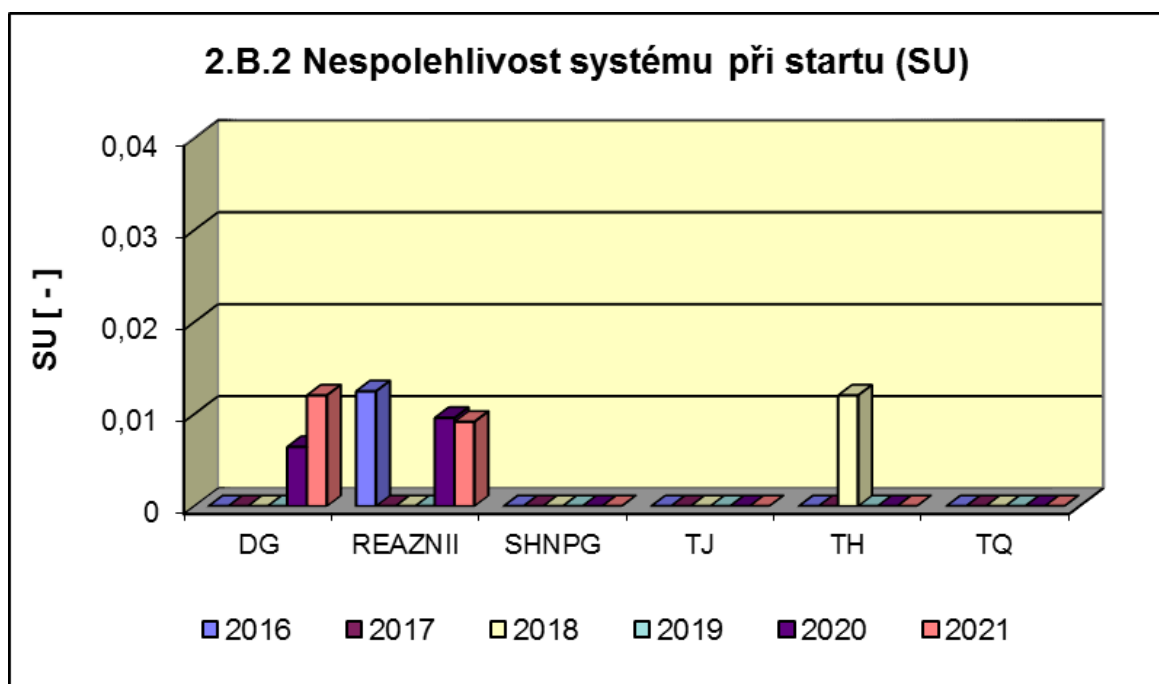


2.B Selhání bezpečnostních systémů

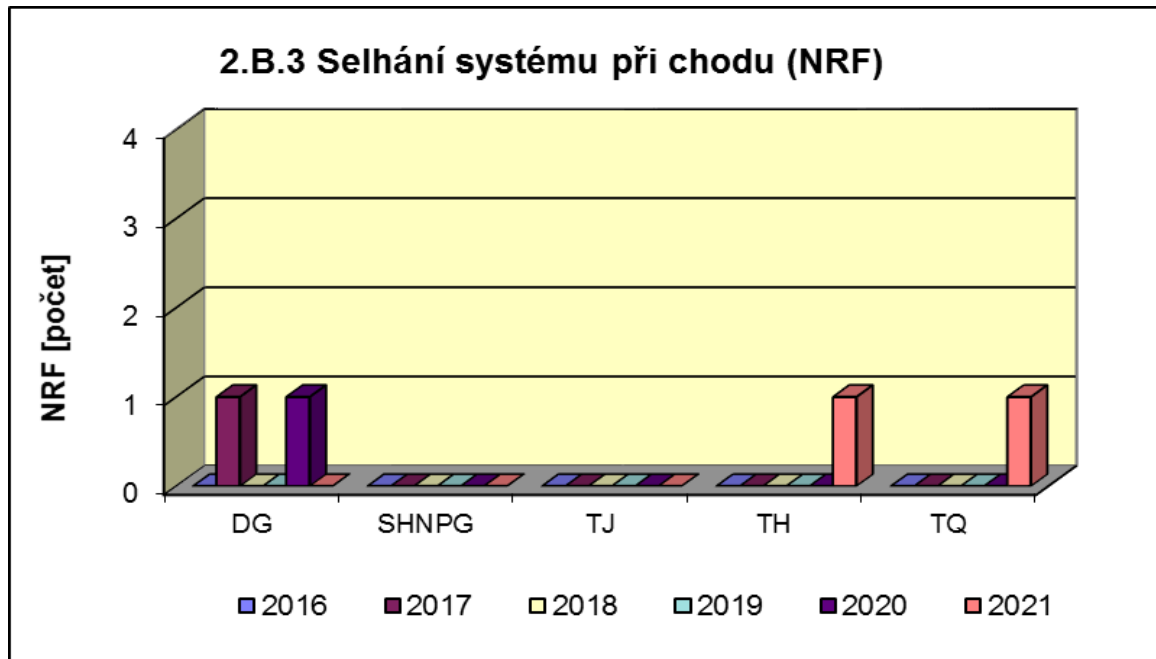
Graf 2.B.1 udává počet selhání BS při startu (NSF), tj. stavů, kdy příslušný systém popř. agregát po povelu na start nedosáhne nominální provozní charakteristiky, nebo dojde k jeho výpadku (odstavení) do 30 minut po jeho náběhu.



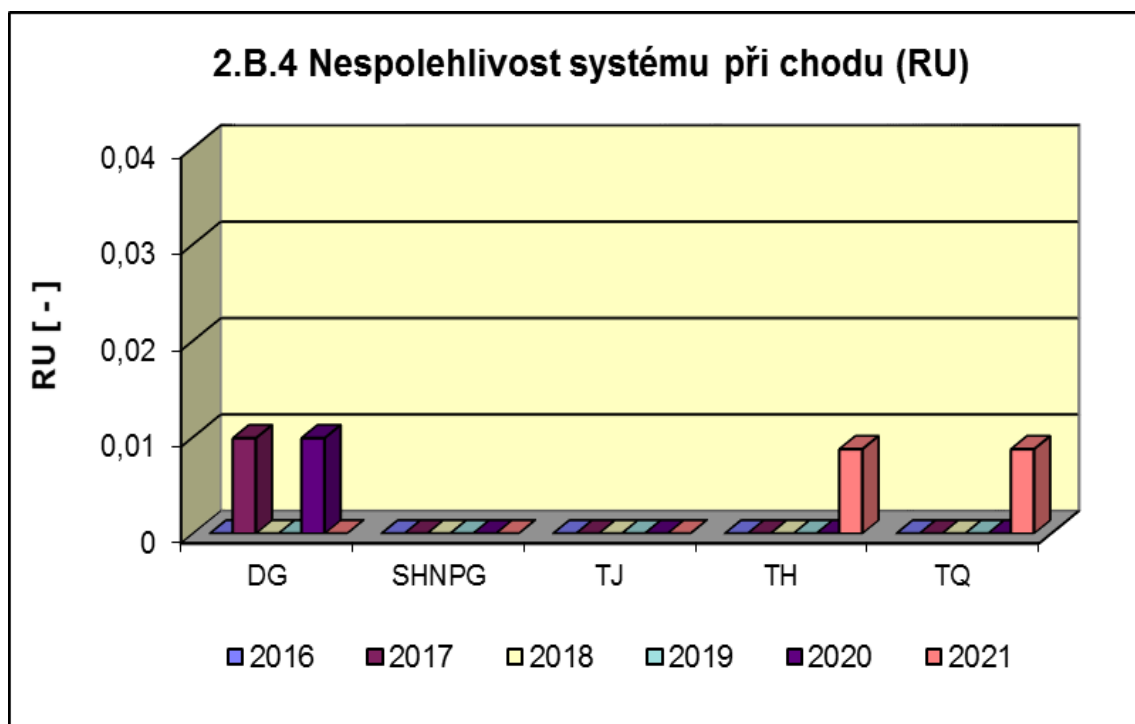
V grafu 2.B.2 je vyjádřen poměr počtu selhání startu k celkovému počtu startů BS (SU) v daném období (tzv. nespolehlivost při startu).



Graf 2.B.3 udává počet selhání BS za chodu (NRF), což je počet stavů, kdy u příslušného systému, pohonu, popř. agregátu dojde k jeho poruchovému odstavení z provozu při nominálních provozních charakteristikách za dobu delší než 30 minut od jeho najetí.



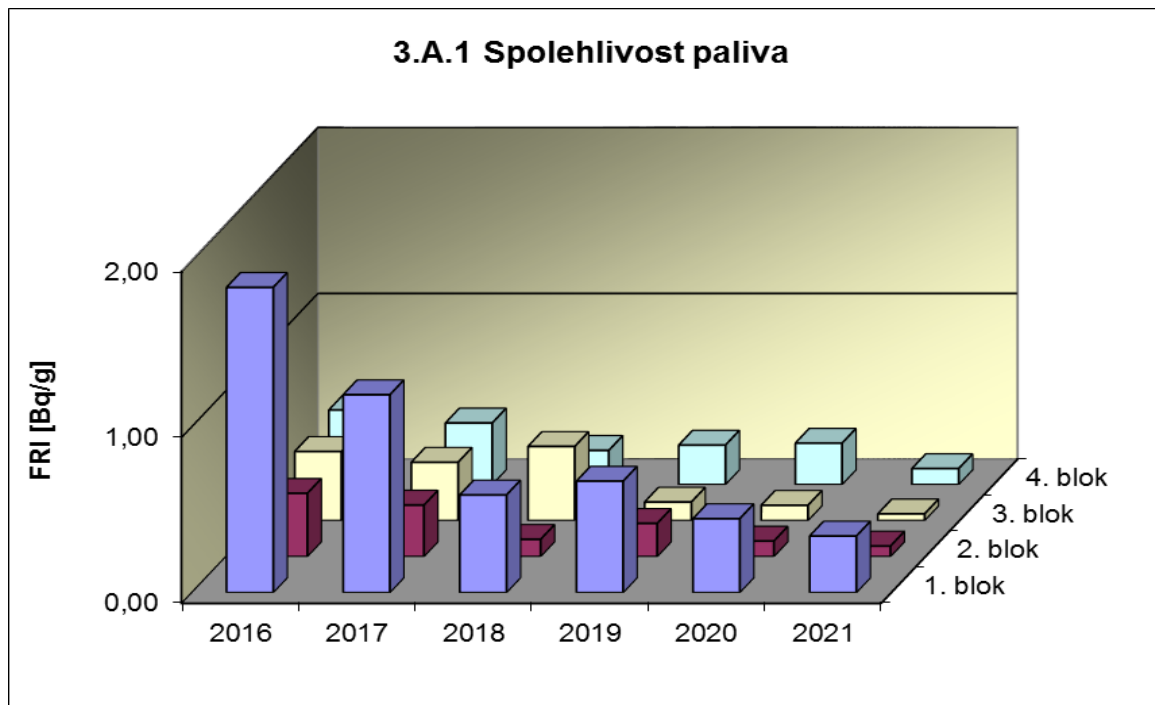
Graf 2.B.4 udává poměr celkového počtu výpadků při chodu k celkovému počtu najetých hodin (RU), kdy je jeho provozuschopnost požadována.



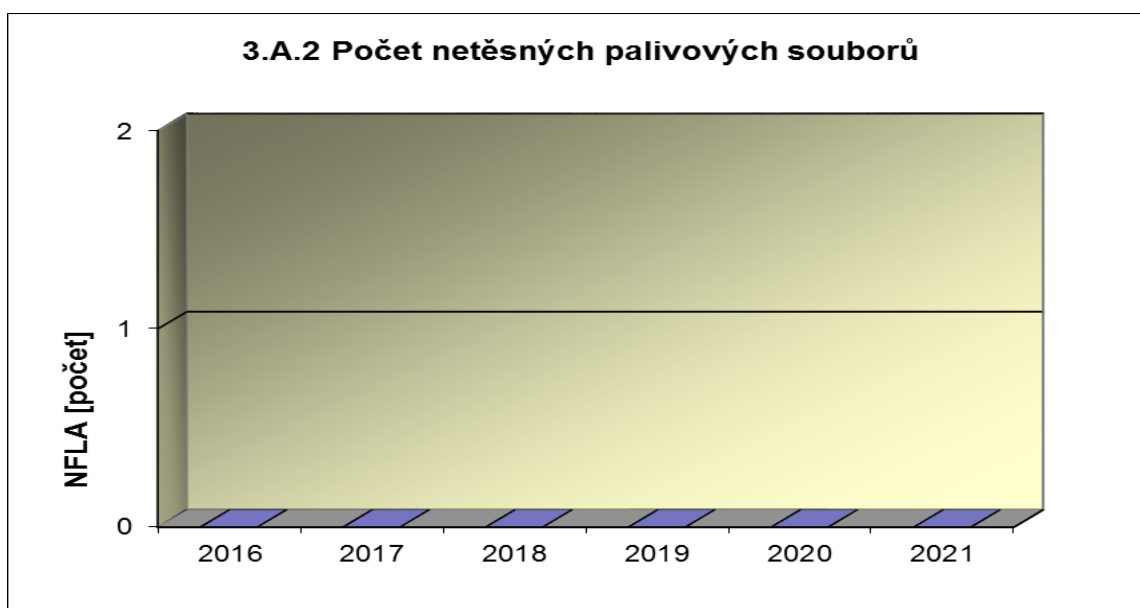
3. Těsnost bariér

3.A Jaderné palivo

Graf 3.A.1 sleduje spolehlivost paliva jednotlivých bloků prostřednictvím hodnot FRI faktoru. Hodnota $FRI \leq 19\text{Bq/g}$ vyjadřuje, že aktivní zóna s velkou pravděpodobností neobsahuje žádné ustálené defekty paliva.

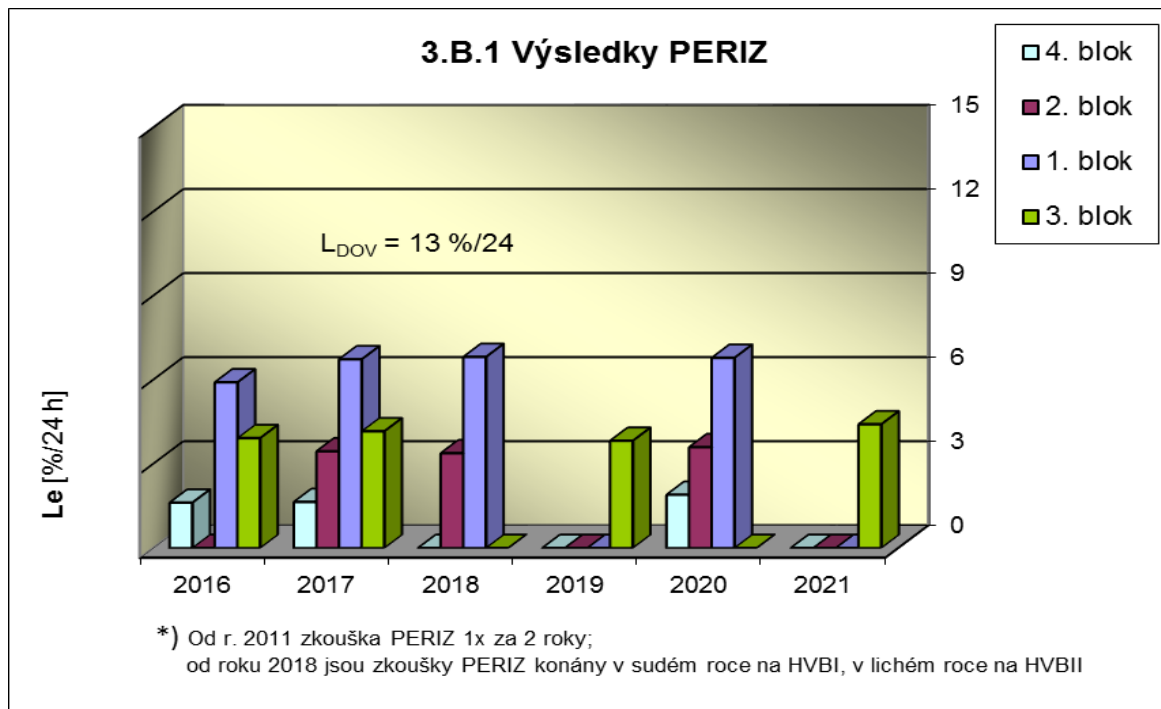


Graf 3.A.2 udává počet netěsných palivových článků, které bylo nutno vyřadit z provozu z důvodu jejich nepřijatelné netěsnosti.



3.B Hermetická obálka

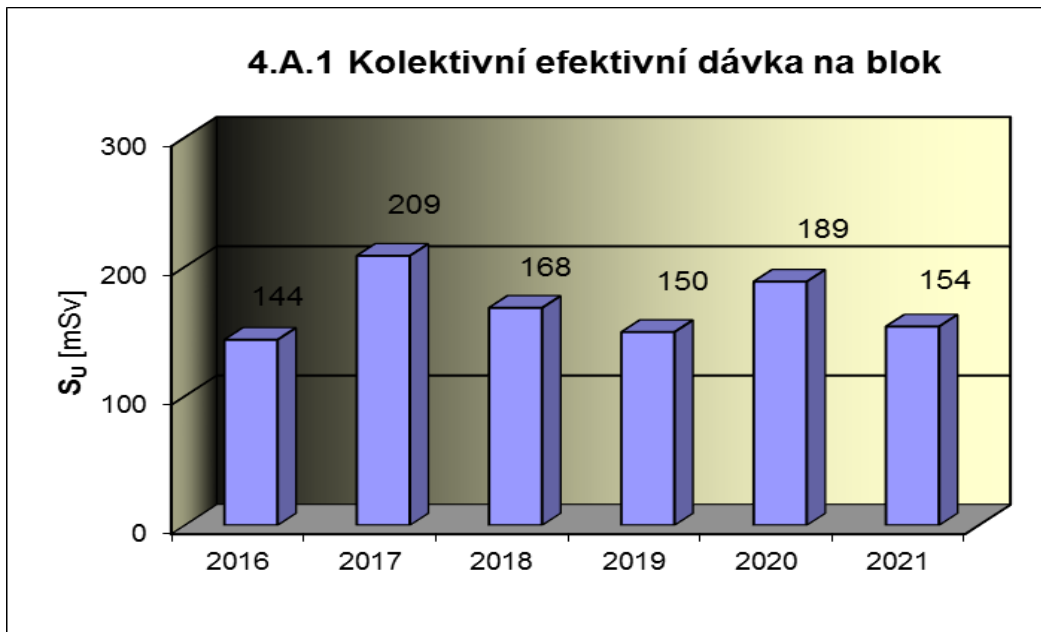
Graf 3.B.1 uvádí výsledky PERIZ bloků (L_e), tzn. výsledky zkoušek těsnosti hermetických prostorů provedených přetlakem 150 kPa s výdrží 24 hodin. Pro zkoušky nižším tlakem a výdrží jsou uvedeny extrapolované výsledky. Počínaje rokem 2011 jsou zkoušky prováděny po dvou letech, střídavě na lichém a sudém bloku.



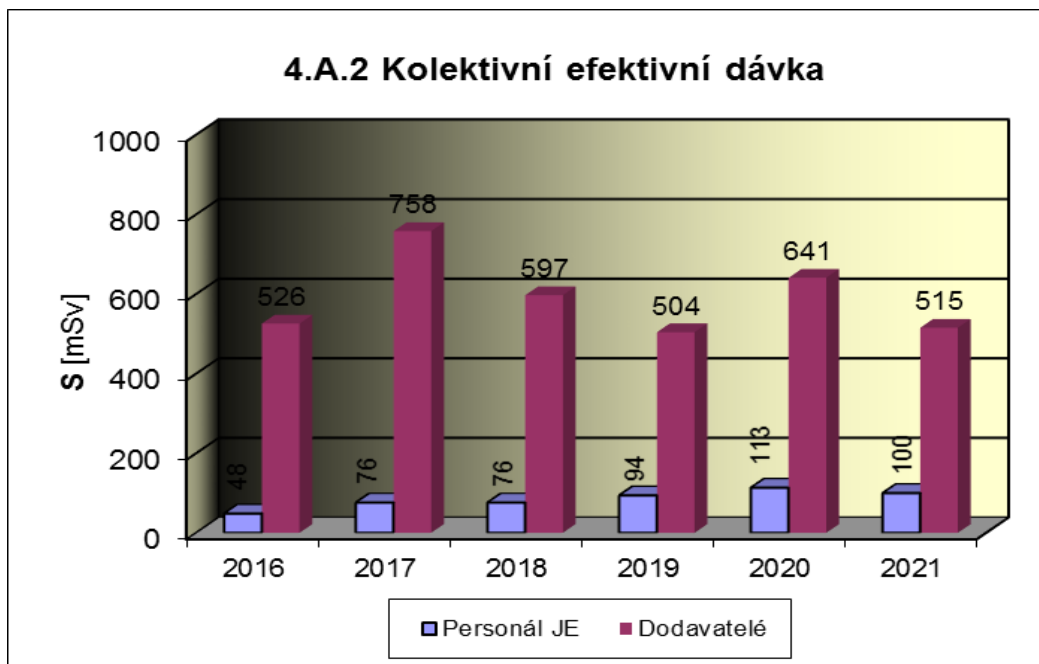
4. Radiační ochrana

4.A Radiační pracovníci

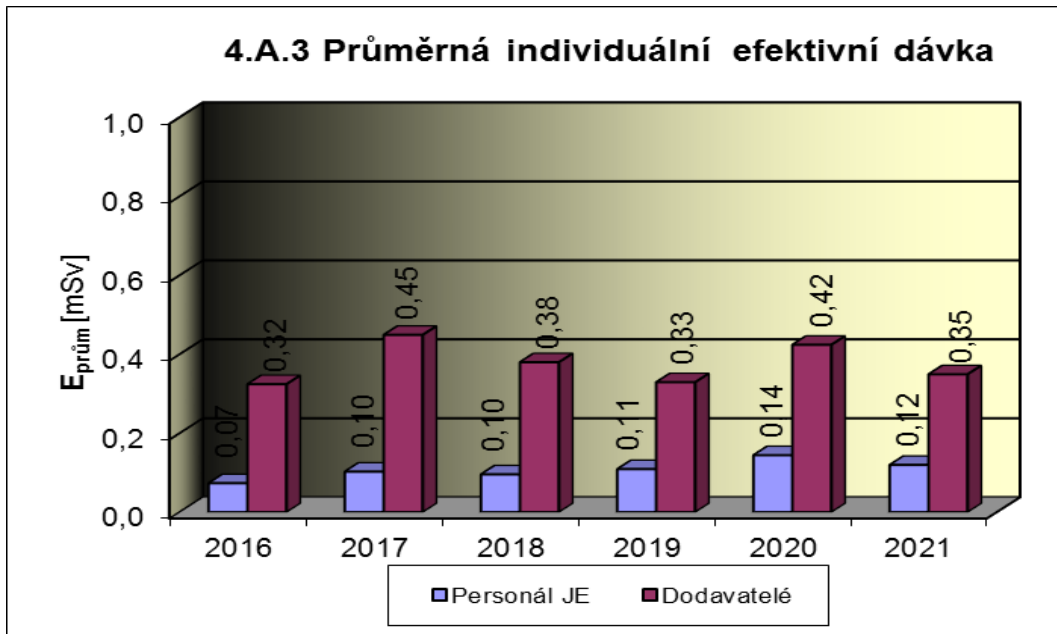
Graf 4.A.1 udává kolektivní efektivní dávku, která je dána celkovou externí celotělovou dávkou obdrženu radiačními pracovníky JE a dodavatelů během sledovaného období, na jeden provozovaný blok.



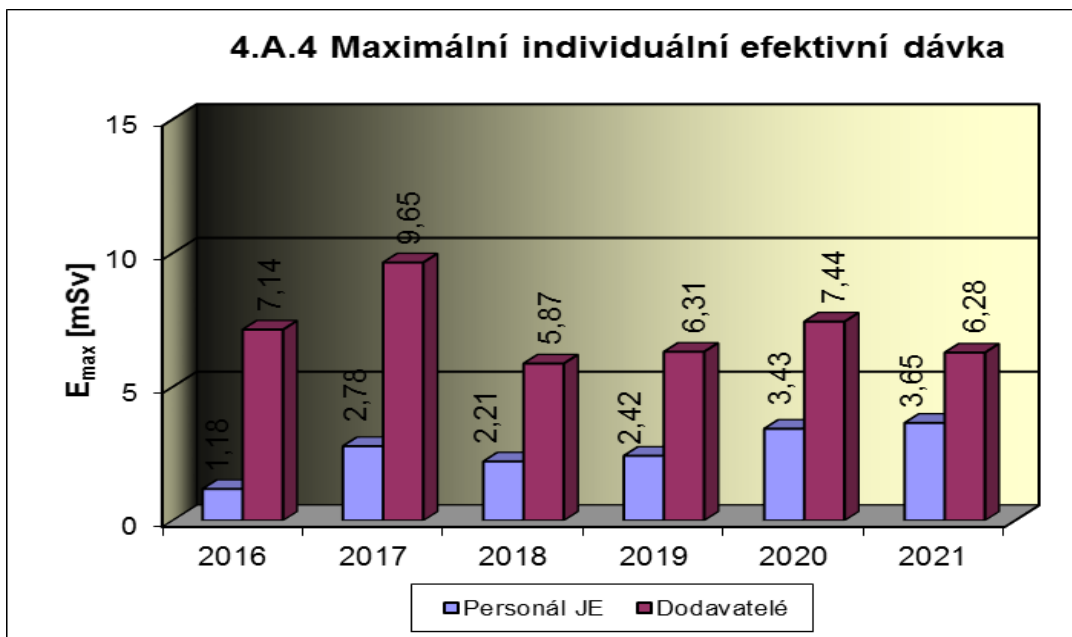
Graf 4.A.2 udává kolektivní efektivní dávku, která je dána celkovou externí celotělovou dávkou obdrženu radiačními pracovníky JE a dodavatelů během sledovaného období.



Graf 4.A.3 udává průměrnou individuální efektivní dávku, která je dána celkovou externí celotělovou dávkou obdrženu radiačními pracovníky JE a dodavatelů během sledovaného období, která se vyjadřuje hodnotou na jednoho radiačního pracovníka.



Graf 4.A.4 udává maximální individuální efektivní dávku, která je dána celkovou externí celotělovou dávkou obdrženu jedním konkrétním zaměstnancem JE a jedním konkrétním zaměstnancem dodavatele během sledovaného období.

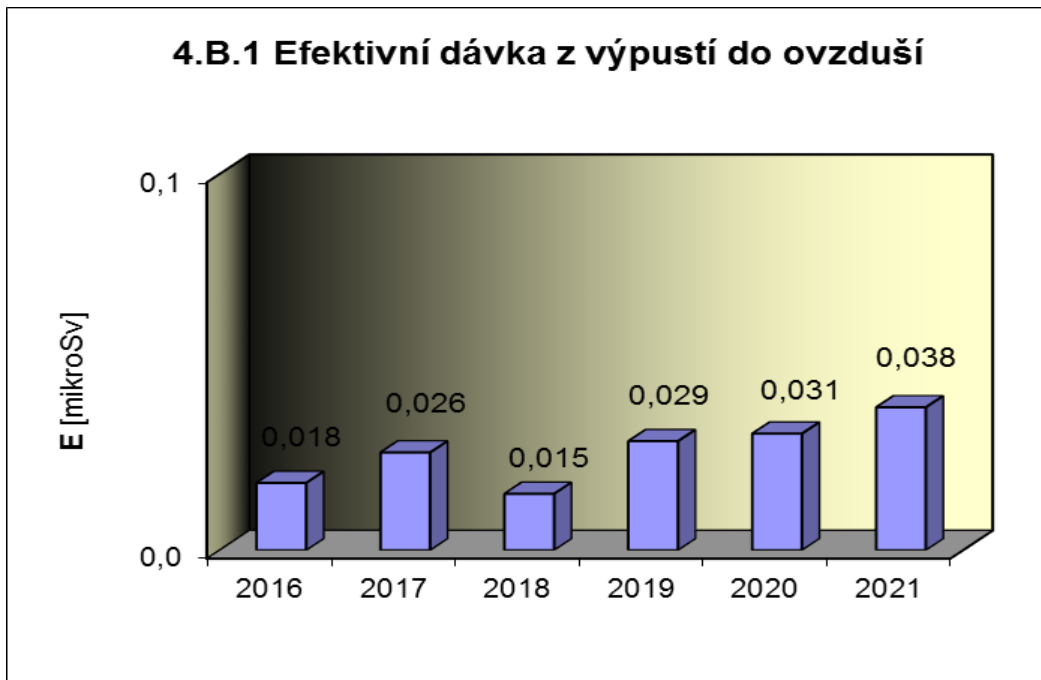


Graf 4.A.5 udává počet radiačních pracovníků (JE i dodavatelů), kteří byli podrobena zvláštní dekontaminaci za dohledu lékaře.

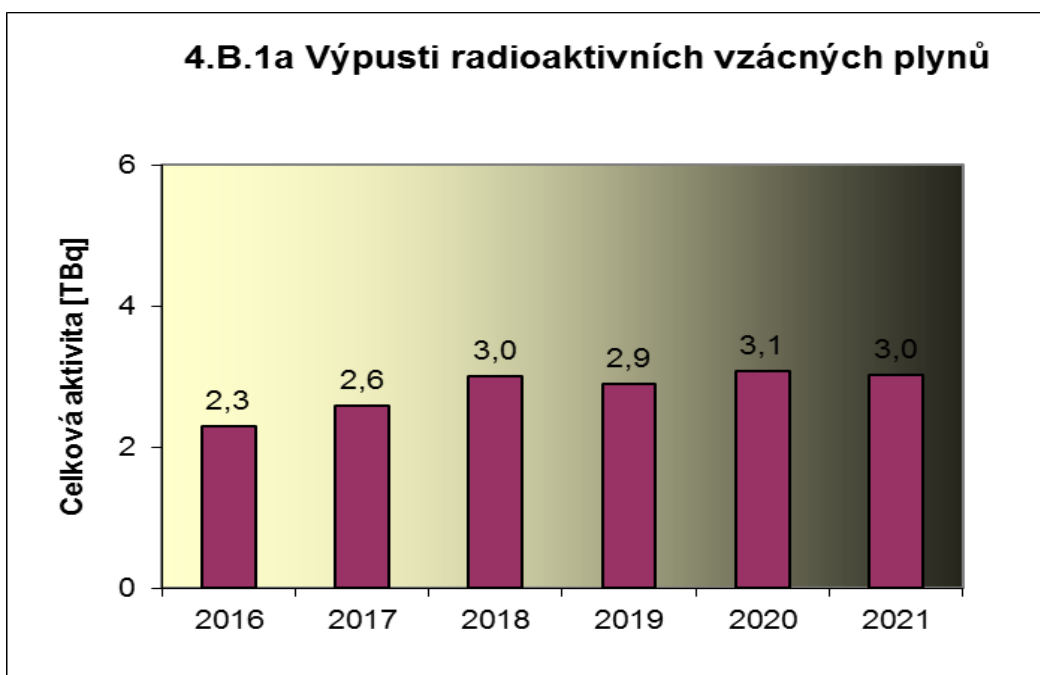


4.B Radioaktivní výpusti

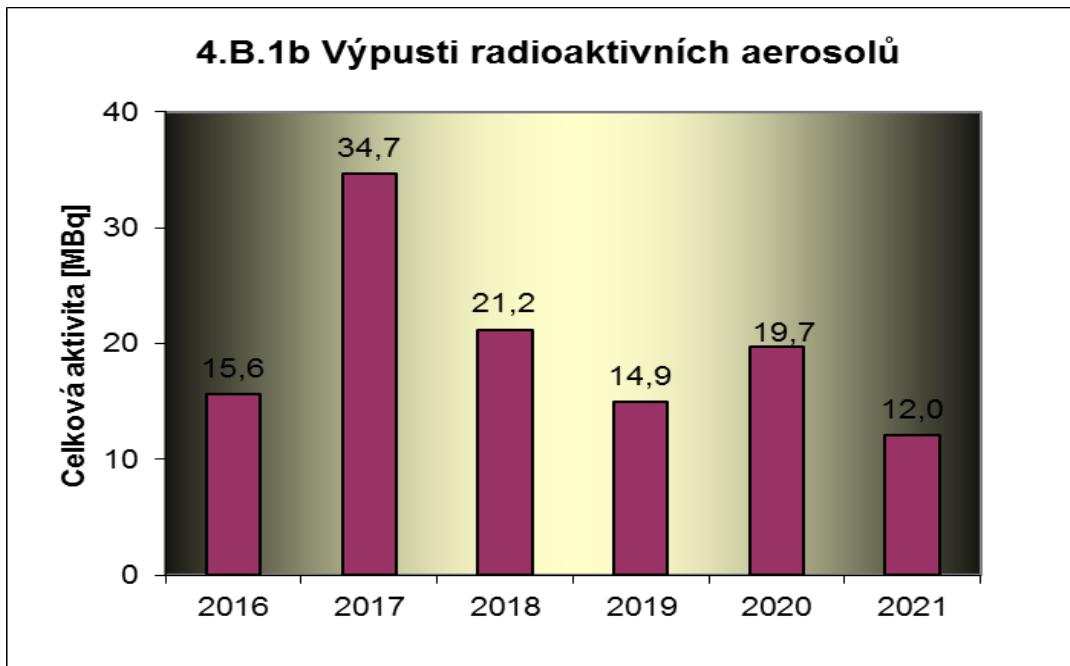
Graf 4.B.1 udává efektivní dávku vypočtenou pro reprezentativní osobu v důsledku výpustí z JE do ovzduší.



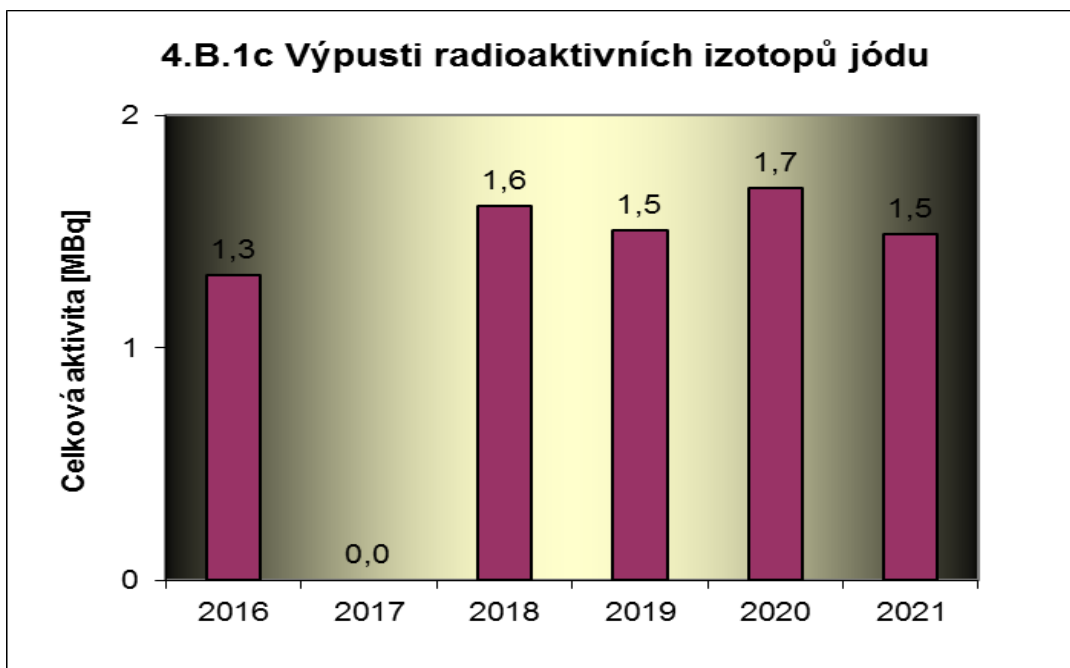
Graf 4.B.1a udává celkovou aktivitu výpusti radioaktivních vzácných plynů z JE.



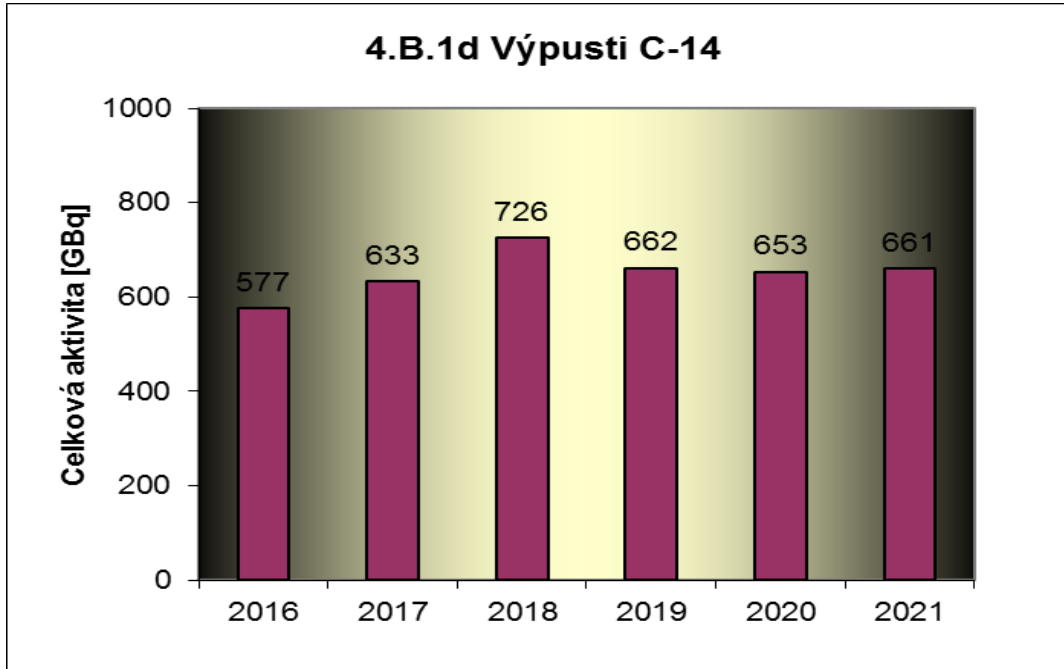
Graf 4.B.1b udává celkovou aktivitu výpusti radioaktivních aerosolů z JE.



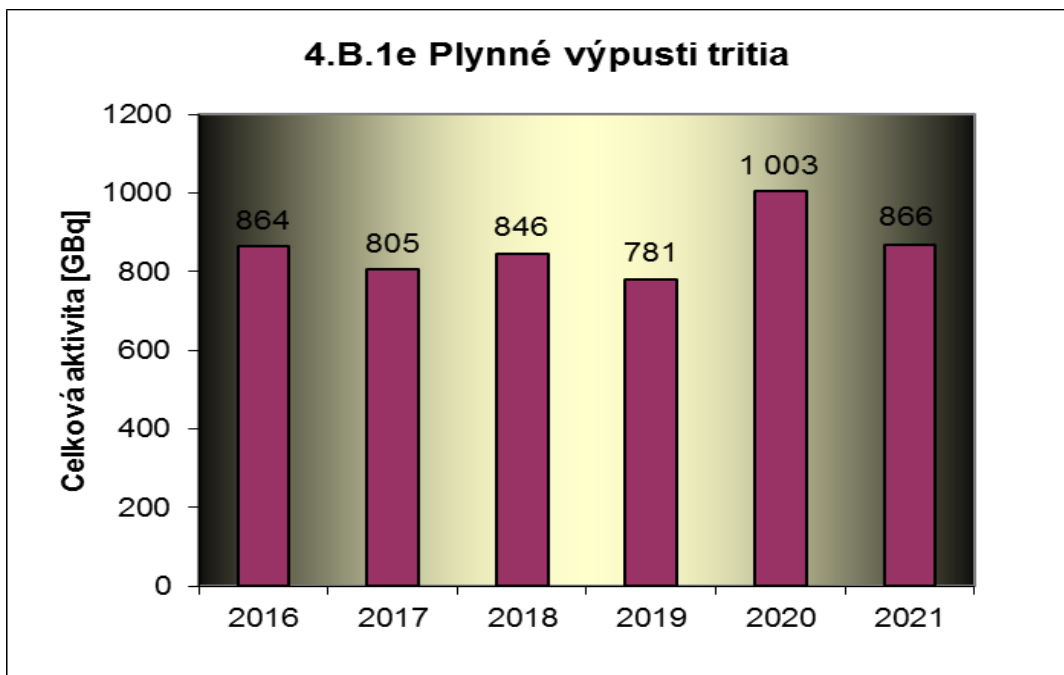
Graf 4.B.1c udává celkovou aktivitu výpusti radioaktivních izotopů jódu z JE.



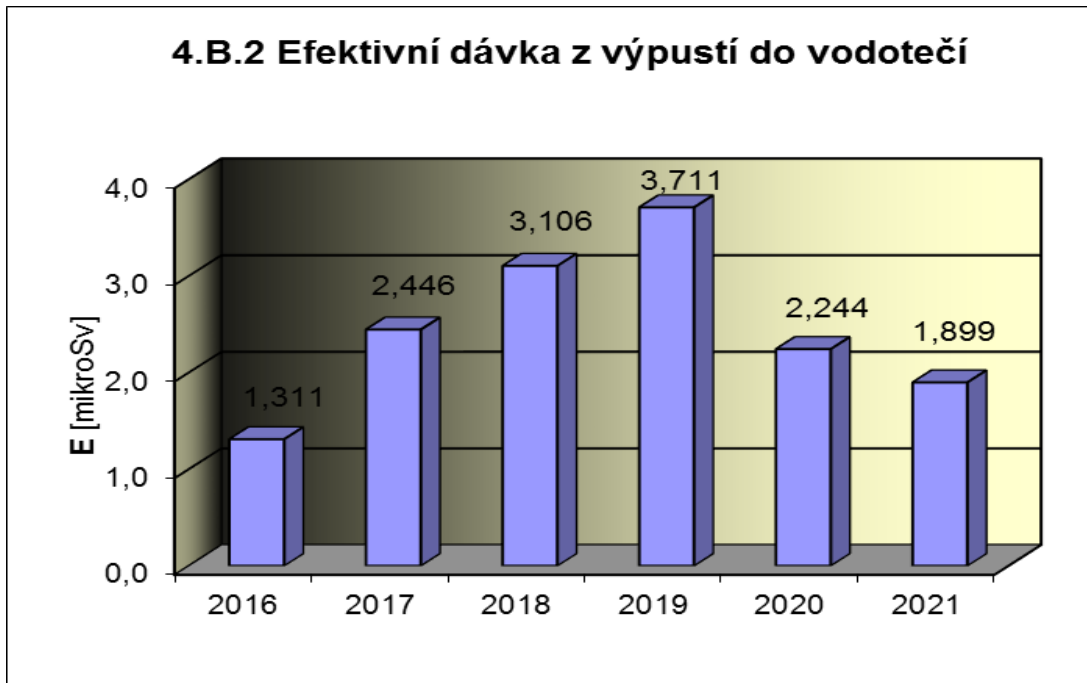
Graf 4.B.1d udává celkovou aktivitu výpusti radioizotopů C-14 z JE.



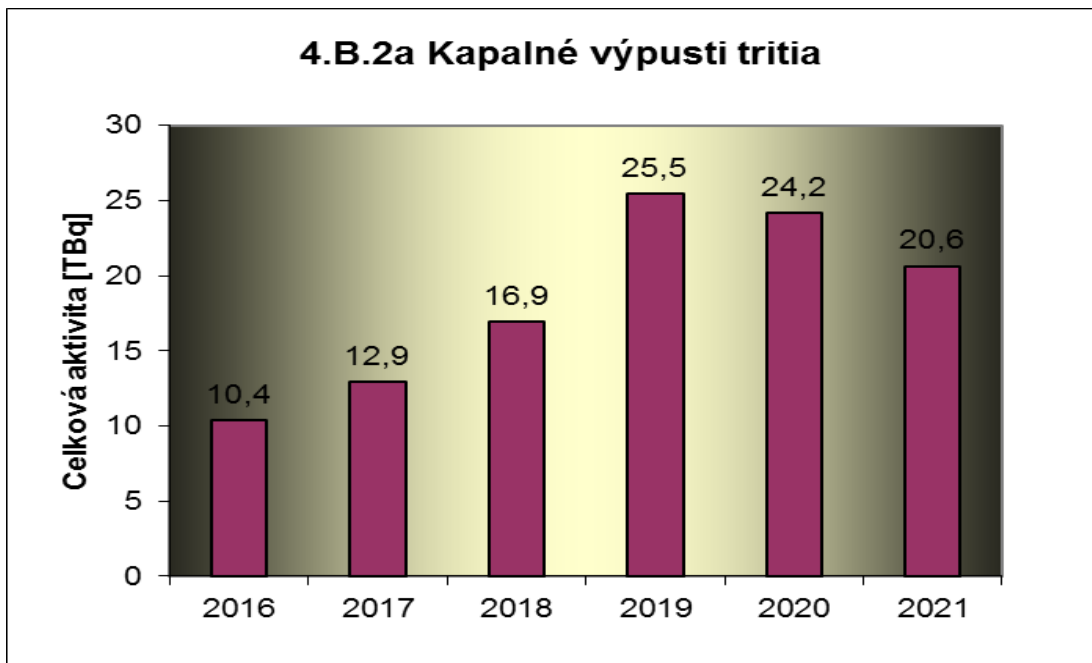
Graf 4.B.1e udává celkovou aktivitu výpusti plyného tritia z JE.



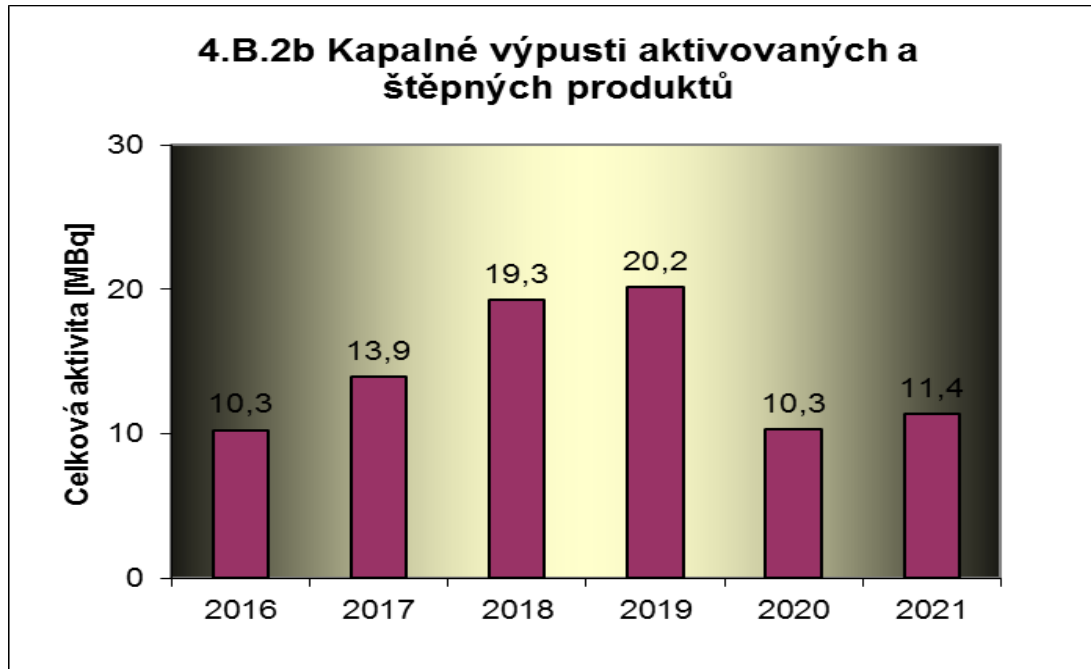
Graf 4.B.2 udává efektivní dávku vypočtenou pro reprezentativní osobu v důsledku výpustí z JE do vodotečí.



Graf 4.B.2a udává celkovou aktivitu výpustí kapalného tritia z JE.



Graf 4.B.2b udává celkovou aktivitu kapalných výpusti aktivovaných a štěpných produktů z JE.

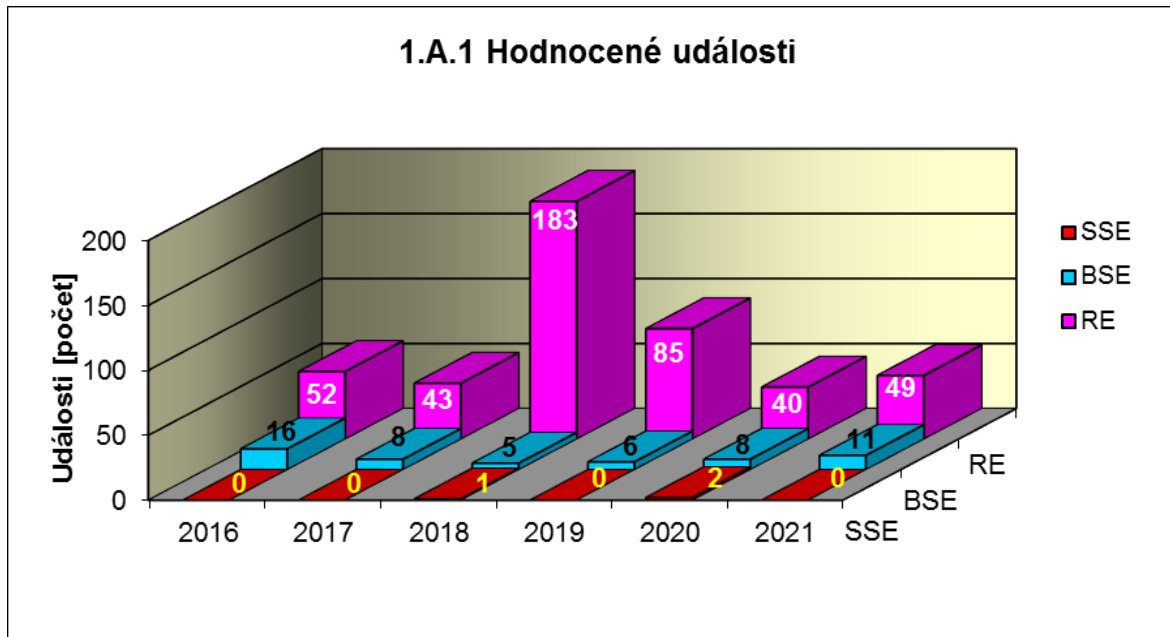


**H. PŘÍLOHA č. 3
VÝSLEDKY HODNOCENÍ SOUBORU
PROVOZNĚ – BEZPEČNOSTNÍCH UKAZATELŮ
V ROCE 2021 PRO JE TEMELÍN**

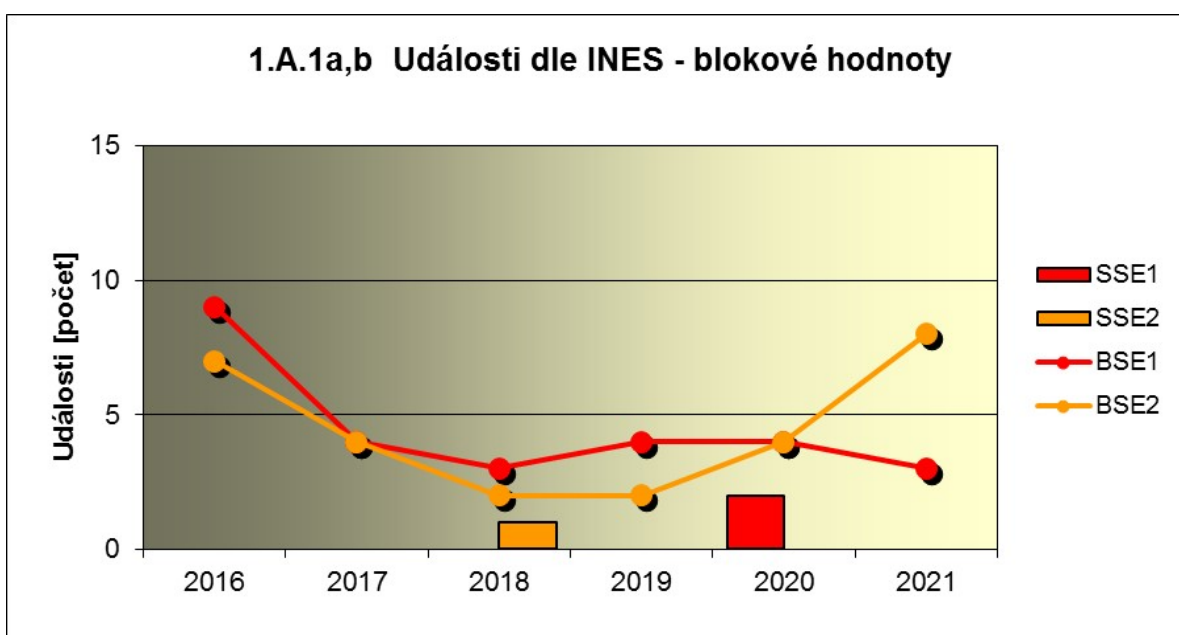
1. Události

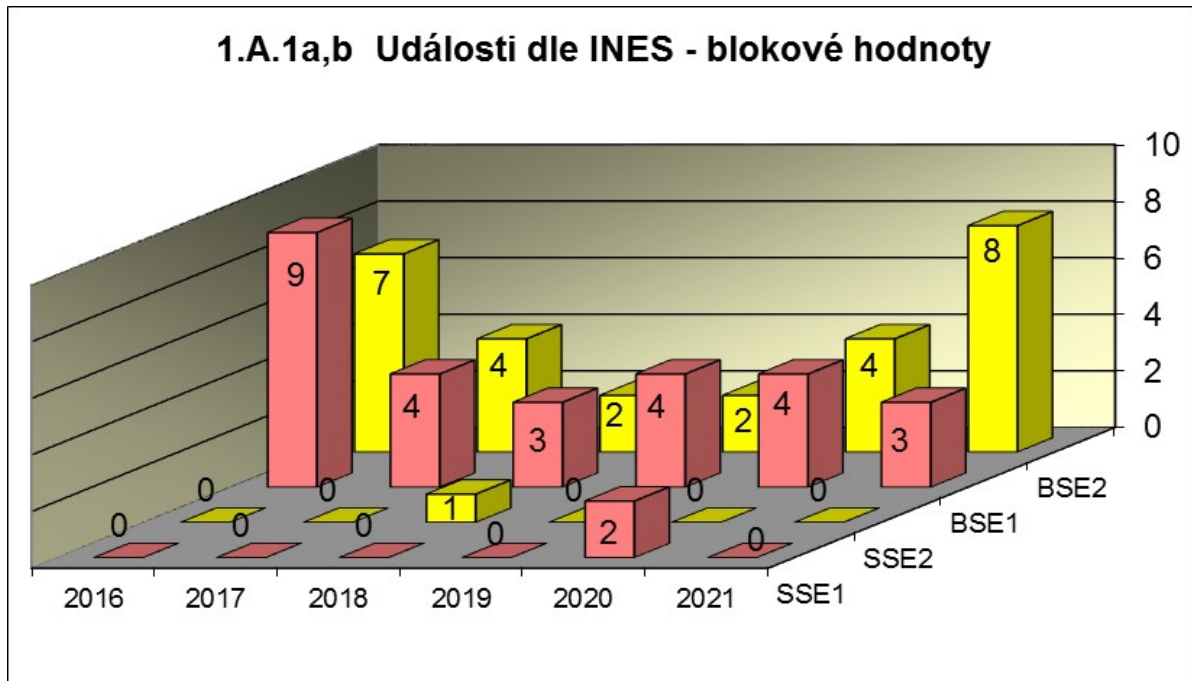
1.A Hodnocené události

Graf ukazatele 1.A.1 sleduje vývoj počtu hodnocených událostí (RE) včetně jejich rozdělení podle hodnocení INES na události významné (SSE, INES > 0) a události pod stupnicí (BSE, INES 0).

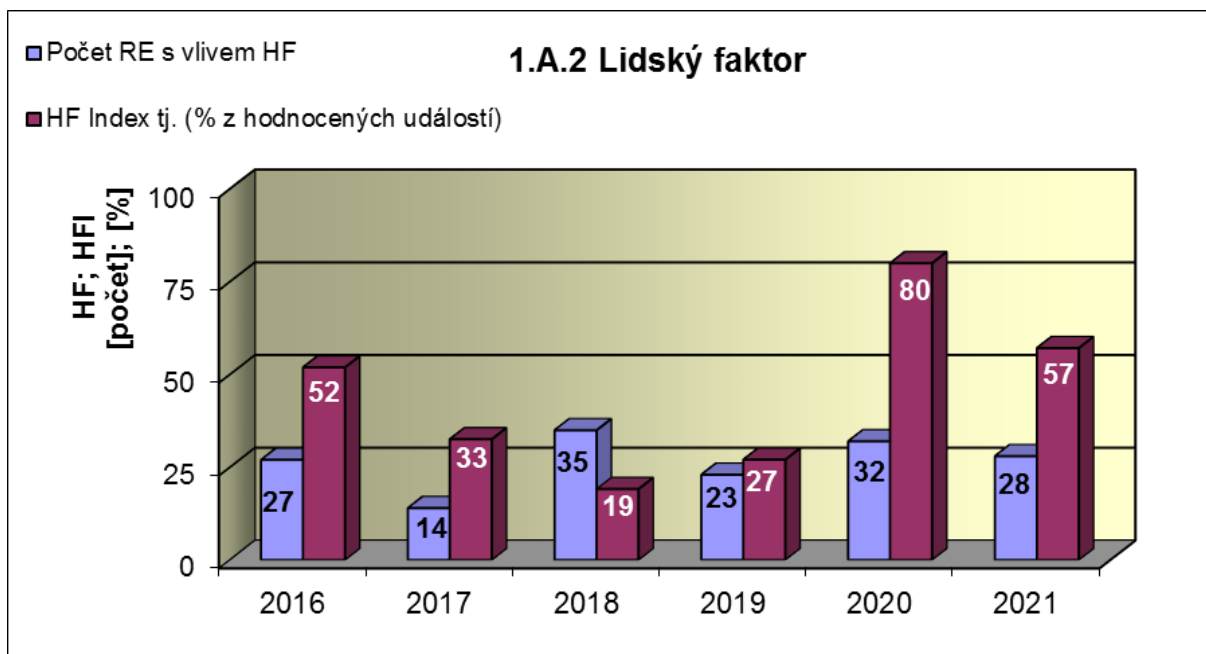


Graf 1.A.1a,b srovnává blokové počty událostí hodnocených dle INES.



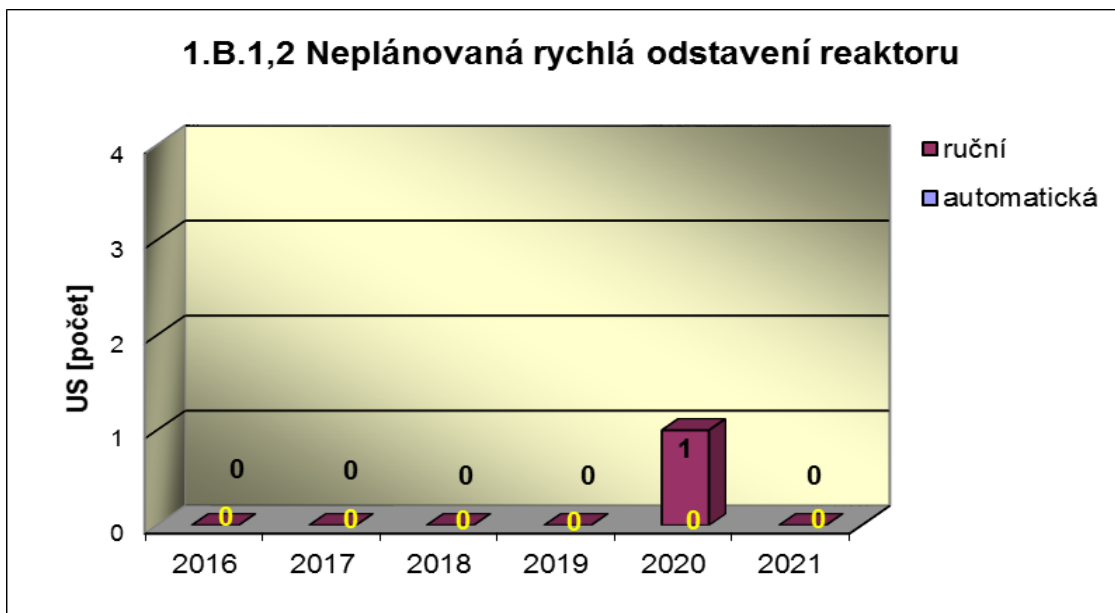


Graf 1.A.2 hodnotí vliv lidského činitele na vznik hlášených událostí (do roku 2006 na vznik bezpečnostních událostí - SRE, INES \geq 0). Ukazatel je vyjádřen počtem událostí s vlivem lidského činitele (HF) a jeho procentním podílem (HFI).

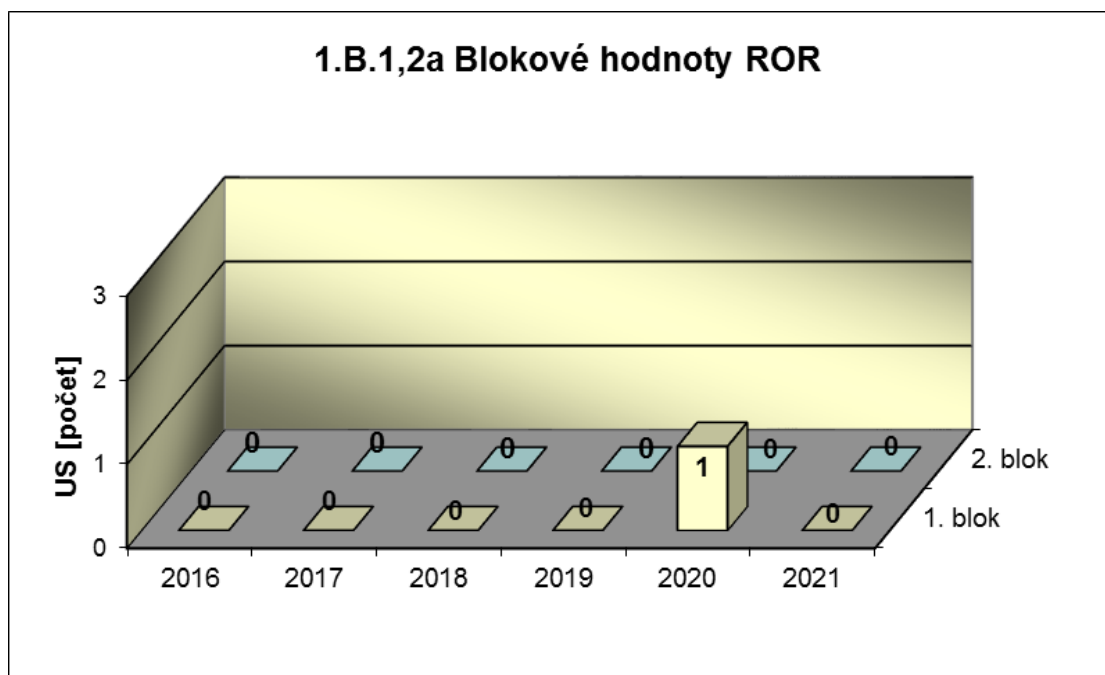


1.B Působení ochranných a limitačních systémů

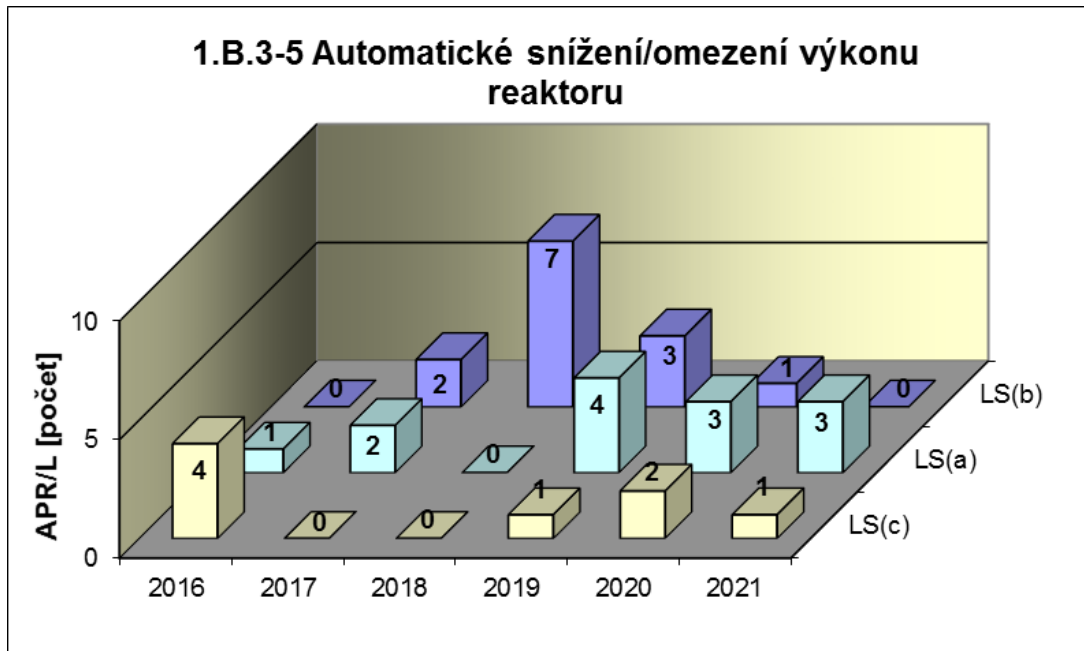
Graf 1.B.1,2 shrnuje celkový počet neplánovaných rychlých odstavení reaktoru (US) (reaktor v REŽIMU 1 nebo 2) s rozlišením ručního odstavení a automatického zapracování. Neplánované znamená, že rychlé odstavení nebylo očekávanou součástí plánované zkoušky.



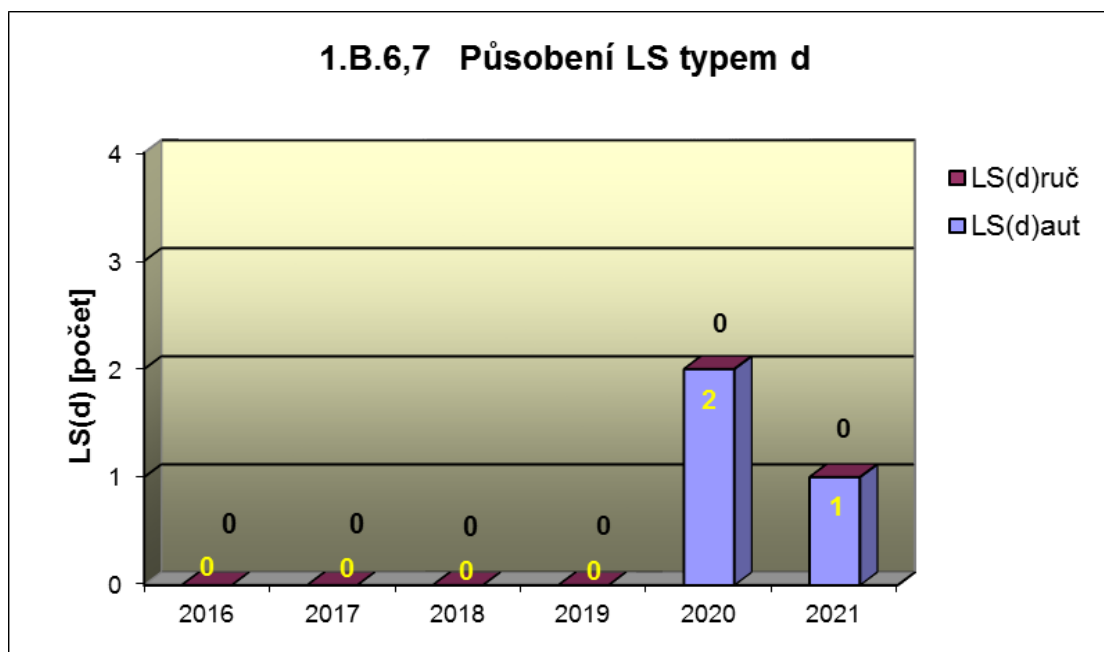
Graf 1.B.1,2a srovnává blokové počty neplánovaných rychlých odstavení reaktoru (US) včetně ručních.



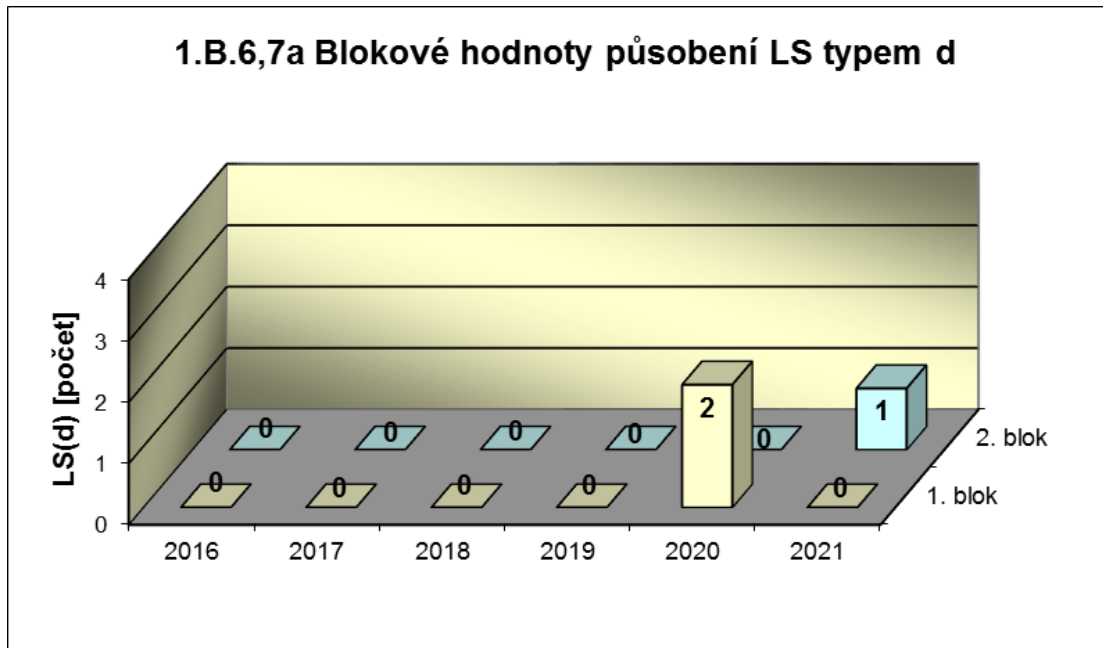
Společný graf ukazatelů 1.B.3-5 udává počet neplánovaných zapracování LS typem a,b, c.



Graf 1.B.6,7 shrnuje celkový počet neplánovaných rychlých odstavení reaktoru působením LS(d) (reaktor v REŽIMU 1 nebo 2) s rozlišením ručního odstavení a automatického zapracování. Neplánované znamená, že rychlé odstavení nebylo očekávanou součástí plánované zkoušky.

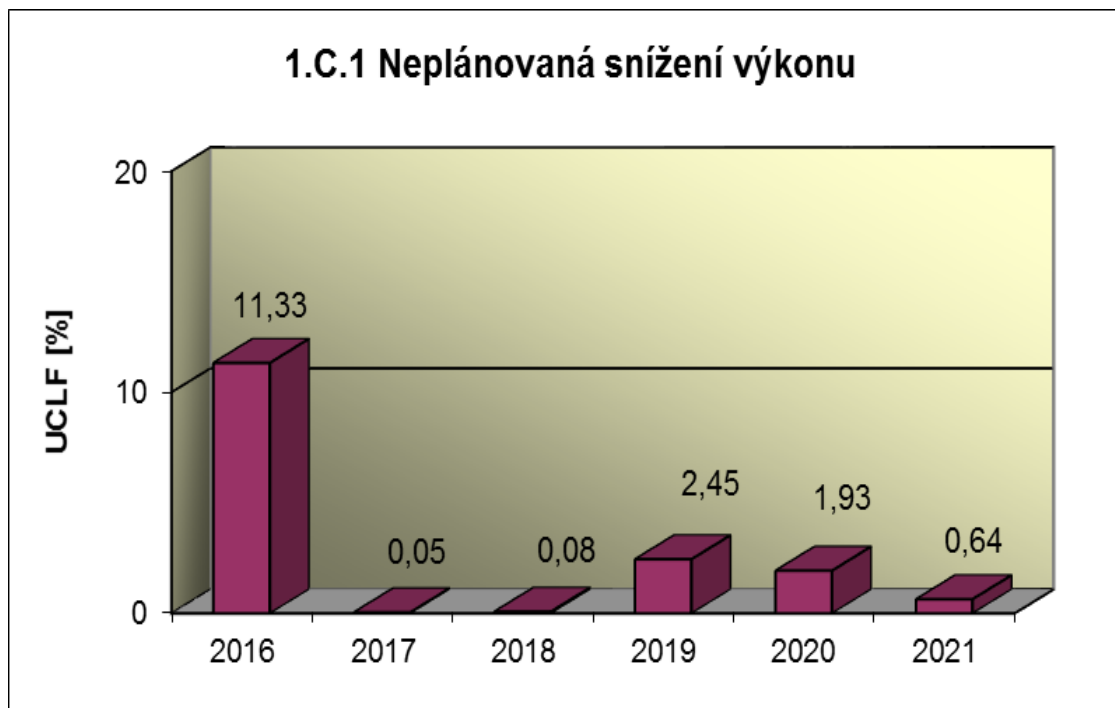


Graf 1.B.6,7a srovnává blokové počty neplánovaných rychlých odstavení reaktoru včetně ručních působení LS(d).



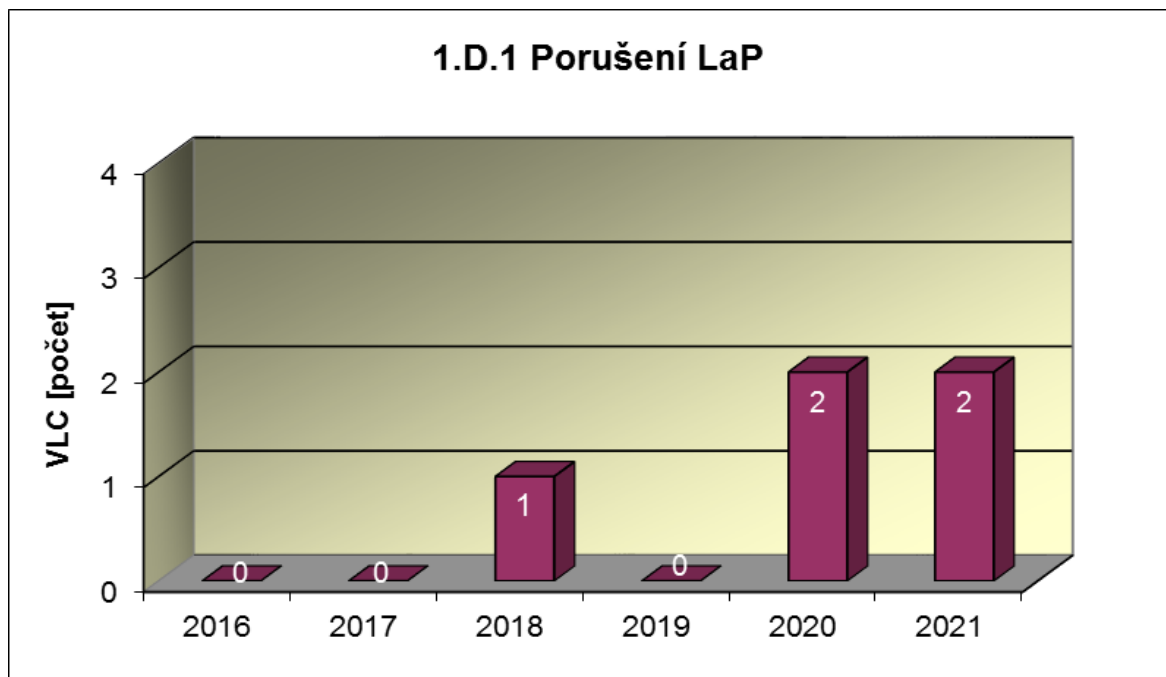
1.C Snížení výkonu

Graf 1.C.1 sleduje trend Neplánovaných snížení výkonu (UCLF).

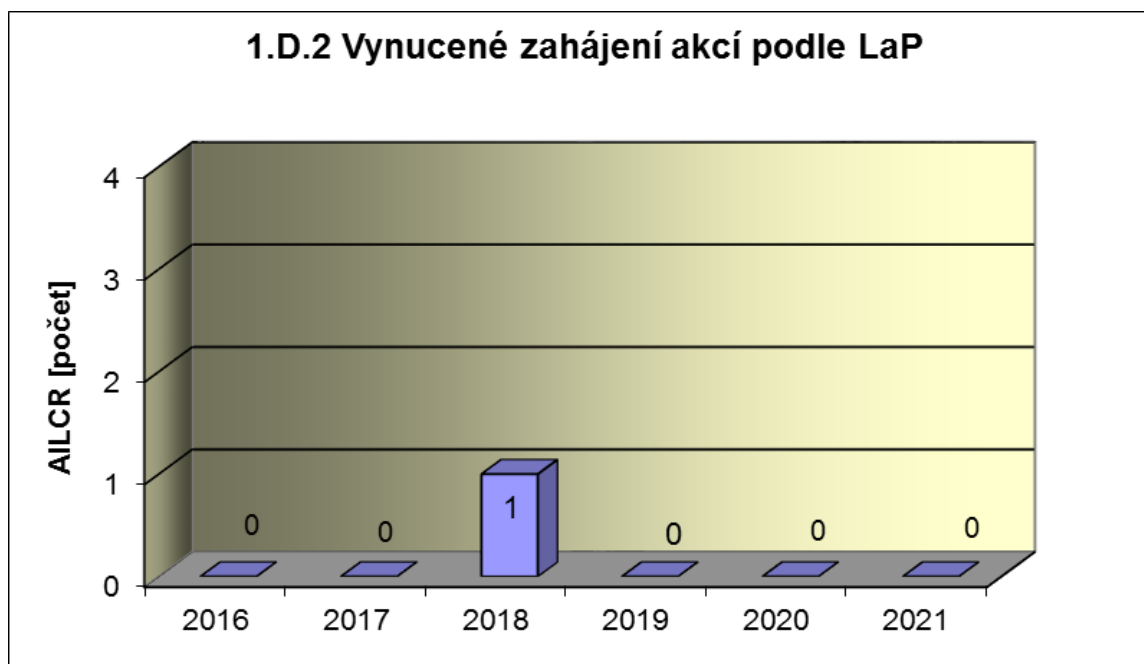


1.D Limity a podmínky bezpečného provozu

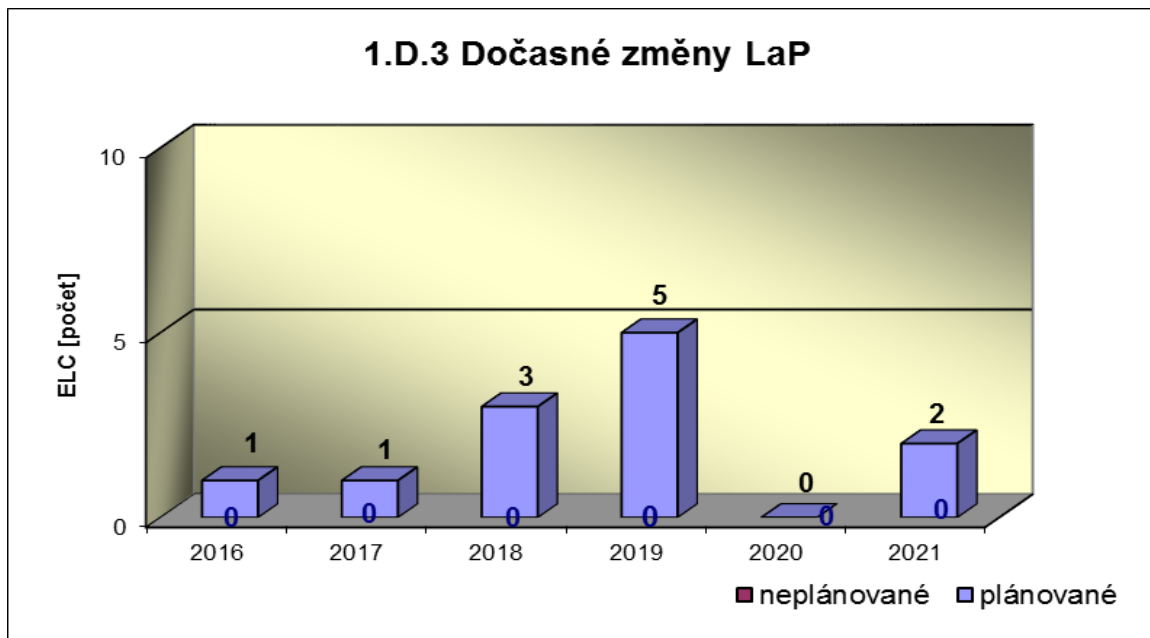
Graf 1.D.1 sumarizuje počet porušení LaP (VLC) zjištěných dozorným orgánem nebo oznámených dozornému orgánu provozovatelem JE.



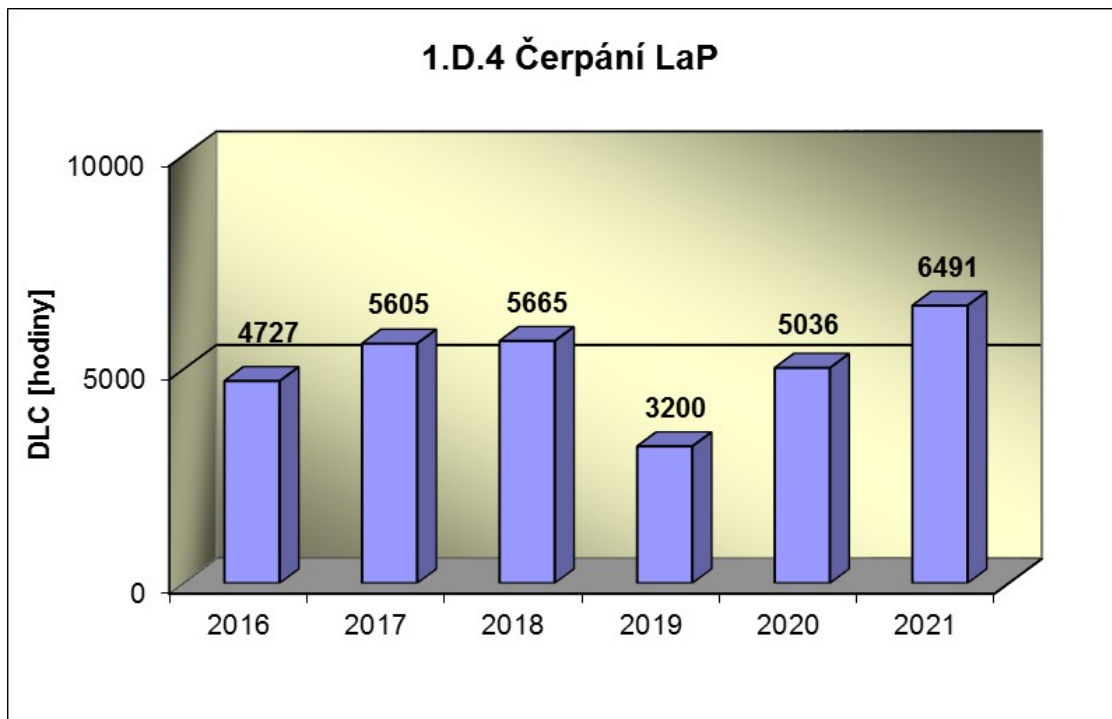
Graf 1.D.2 udává počet všech stavem nebo parametry zařízení vynucených zahájení přechodu bloku do režimu s vyšším pořadovým číslem v souladu s požadavky LaP (AILCR).



Graf 1.D.3 shrnuje počet plánovaných a neplánovaných, dozorným orgánem schválených, dočasných změn LaP (ELC), včetně těch, o něž bylo žádáno, SÚJB byly schváleny, avšak z různých důvodů nebyly čerpány.



Graf 1.D.4 shrnuje počet hodin čerpání LaP ve všech režimech bloků (DLC).



2. Provoz bezpečnostních systémů

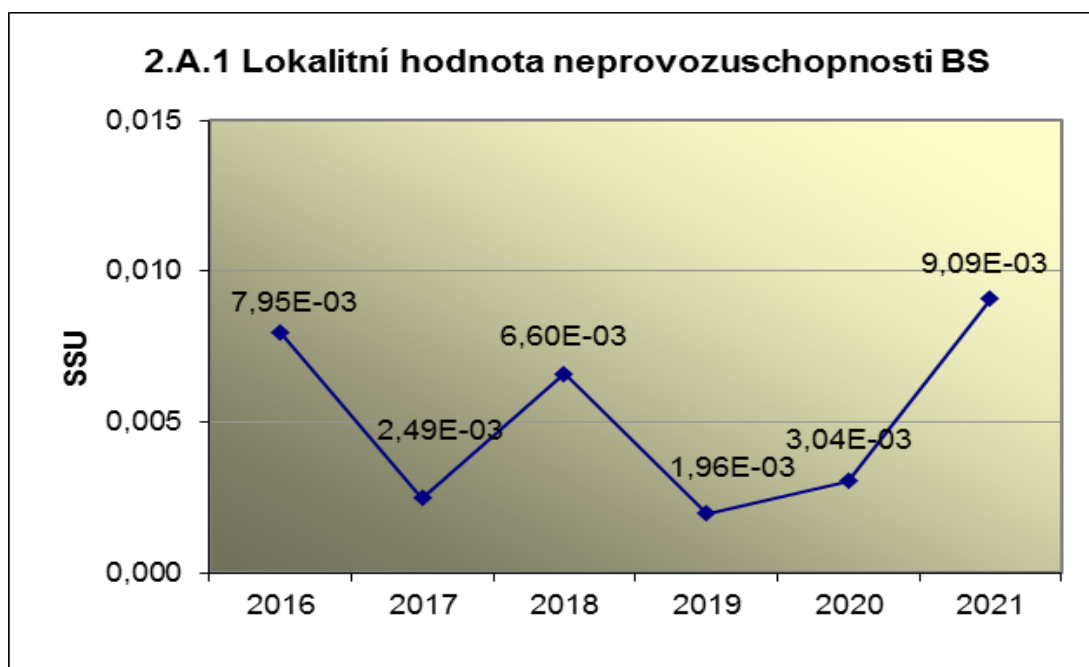
Oblast 2 sleduje a hodnotí ve skupině A provozuschopnost těchto bezpečnostních systémů (BS):

| | |
|--|------|
| - dieselgenerátory systémové | DGS |
| - sprchový systém | TQx1 |
| - nízkotlaký systém havarijního doplňování AZ | TQx2 |
| - vysokotlaký systém havarijního doplňování AZ | TQx3 |
| - systém havarijního vstříkovaní bóru | TQx4 |
| - hydroakumulátory | HA |
| - systém havarijního napájení PG | TX |

a ve skupině B selhání DG, TQx1, TQx2, TQx3, TQx4 a TX při startu a za chodu.

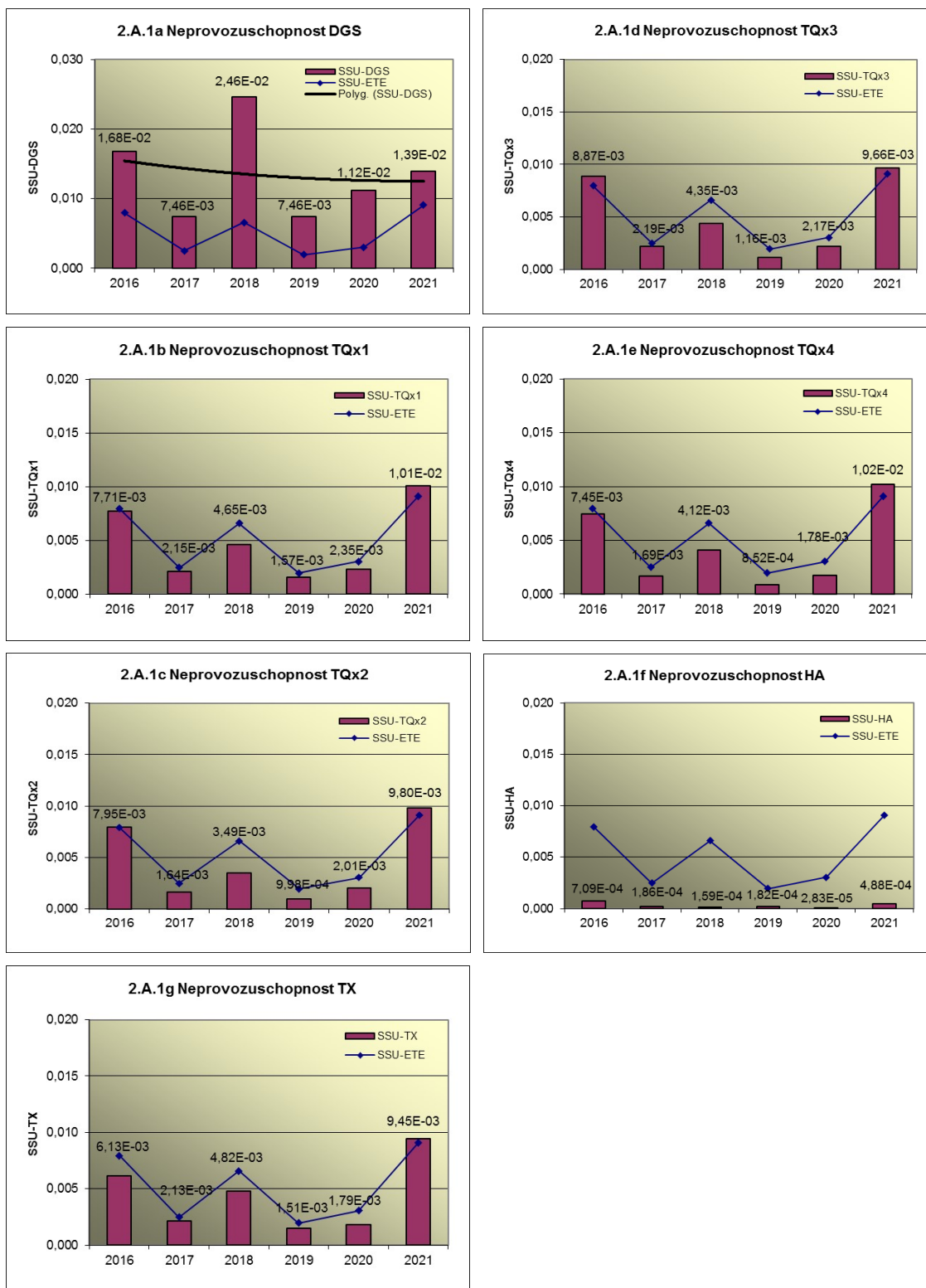
2.A Neprovozechopnost bezpečnostních systémů

Graf 2.A.1 udává lokální hodnotu neprovozechopnosti „jednotkového – obecného“ bezpečnostního systému (SSU), která je dána střední hodnotou neprovozechopnosti všech sledovaných bezpečnostních systémů lokality.

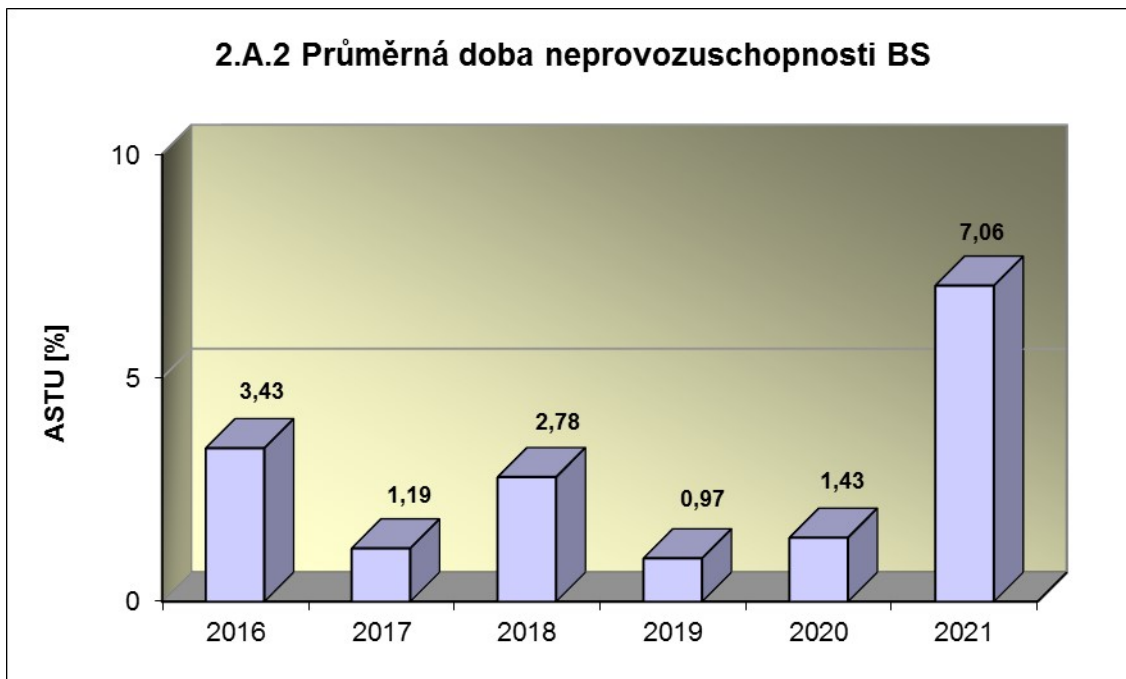


Příloha č. 3 – Výsledky hodnocení souboru Provozně – bezpečnostních ukazatelů v roce 2021 pro JE Temelín

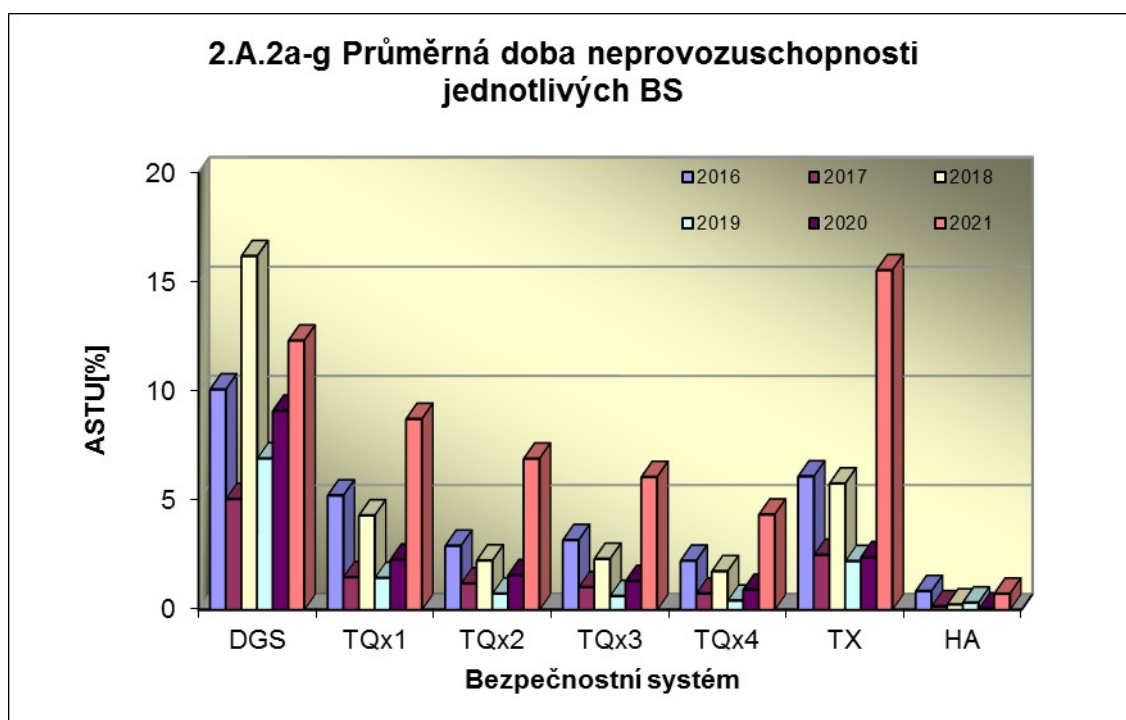
Neprovozoschopnost jednotlivých BS (SSU_S) - grafy 2.A.1.a – g, je definována jako poměr celkové doby neprovozoschopnosti hodnoceného BS k celkové době, kdy byla jeho provozuschopnost požadována. V těchto kombinovaných grafech je navíc vyjádřen poměr neprovozoschopnosti daného BS k „obecnému“ BS lokality.



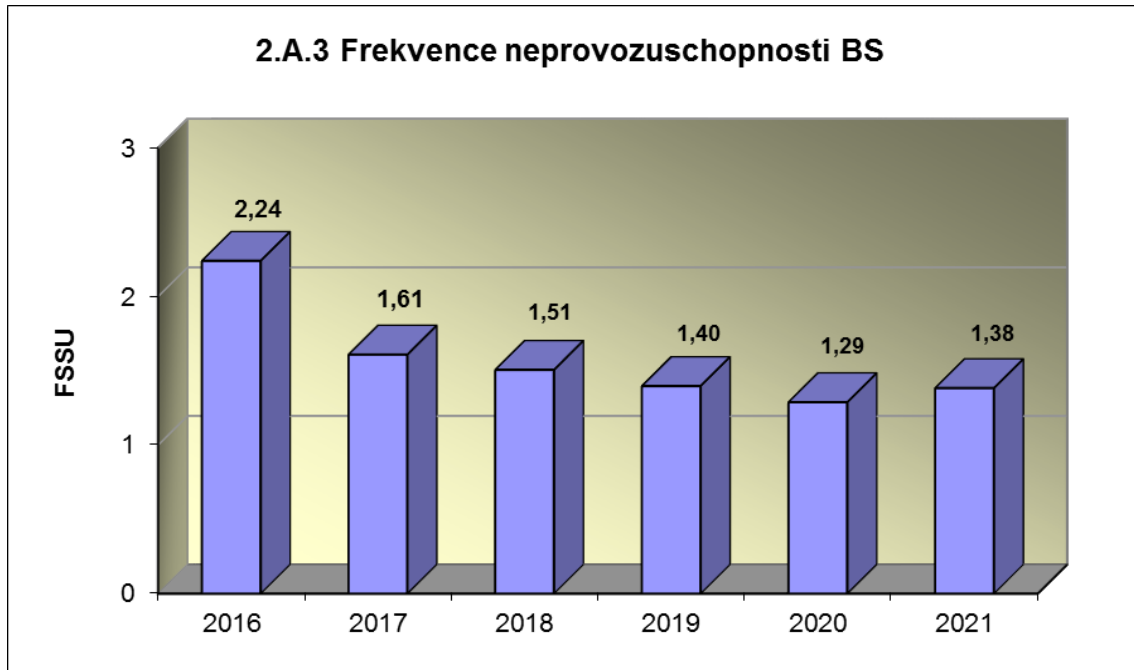
Graf 2.A.2 znázorňuje průměrnou dobu neprovoznosti „jednotkového – obecného“ bezpečnostního systému na lokalitě (ASTU), která je daná poměrem střední doby jedné neprovoznosti BS k době jednorázové neprovoznosti povolené vLaP.



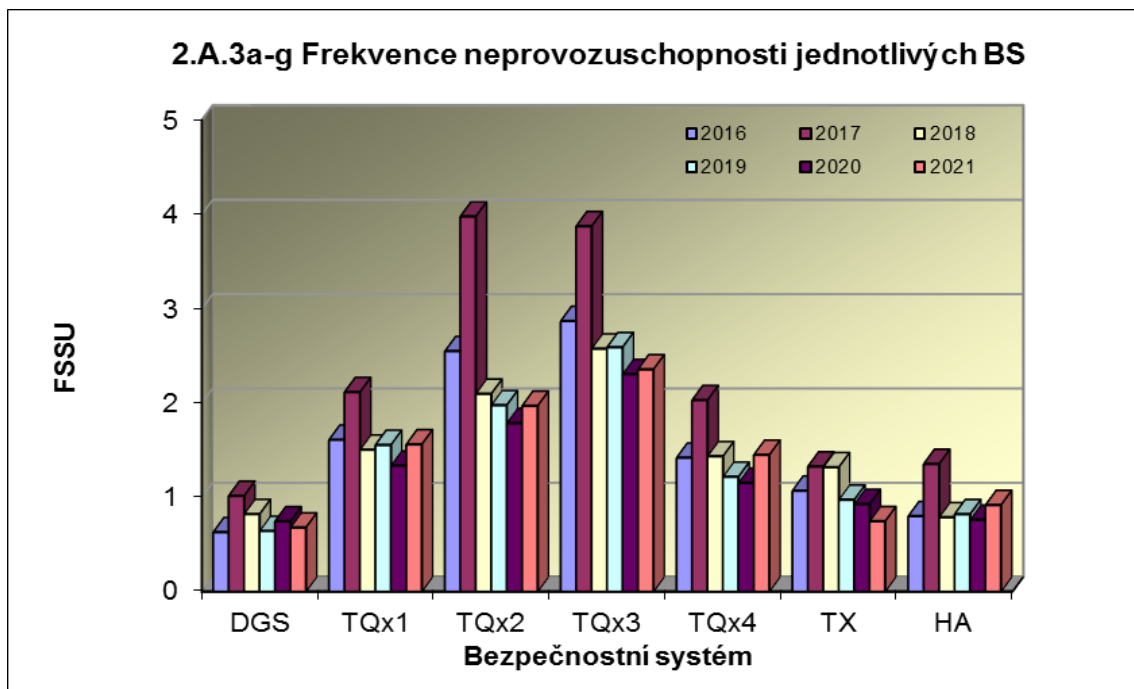
Graf 2.A.2a-g vyjadřuje systémové hodnoty ASTU.



Graf 2.A.3 vyjadřuje celkový počet neprovoznuschopností „jednotkového – obecného“ BS na lokalitě na tisíc hodin požadované provozuschopnosti (FSSU).

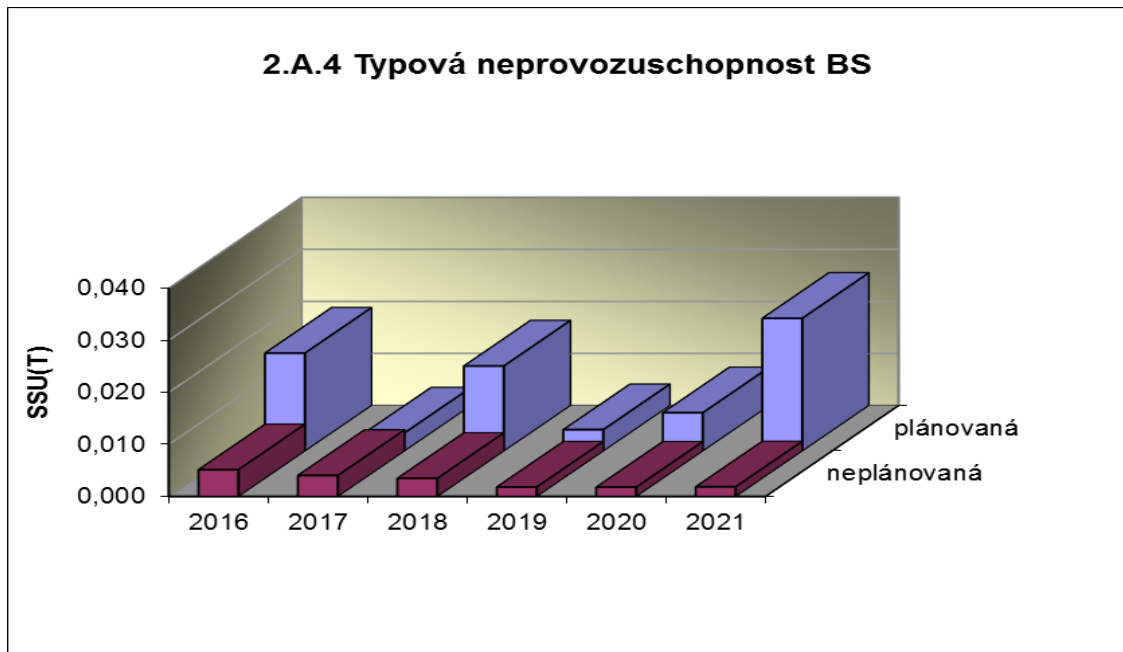


Graf 2.A.3a-g sleduje vývoj hodnot FSSU po systémech.

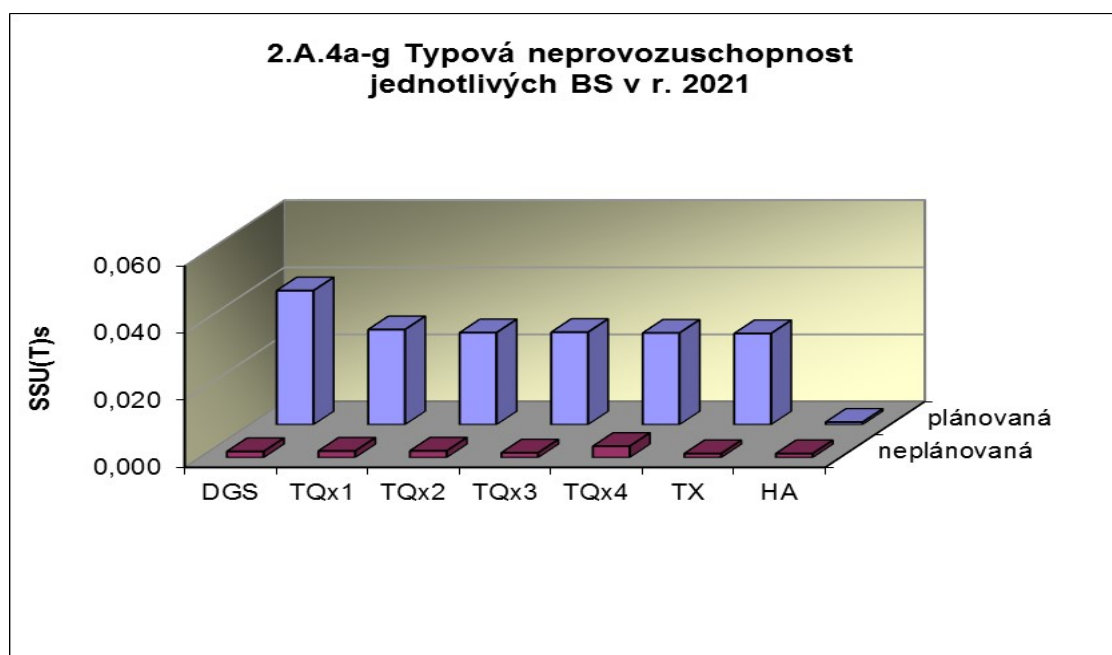


Graf 2.A.4 udává poměr celkové doby neprovoznosti „jednotkového – obecného“ BS z příslušného důvodu k celkové době, kdy byla provozuschopnost systému požadována - SSU(T).

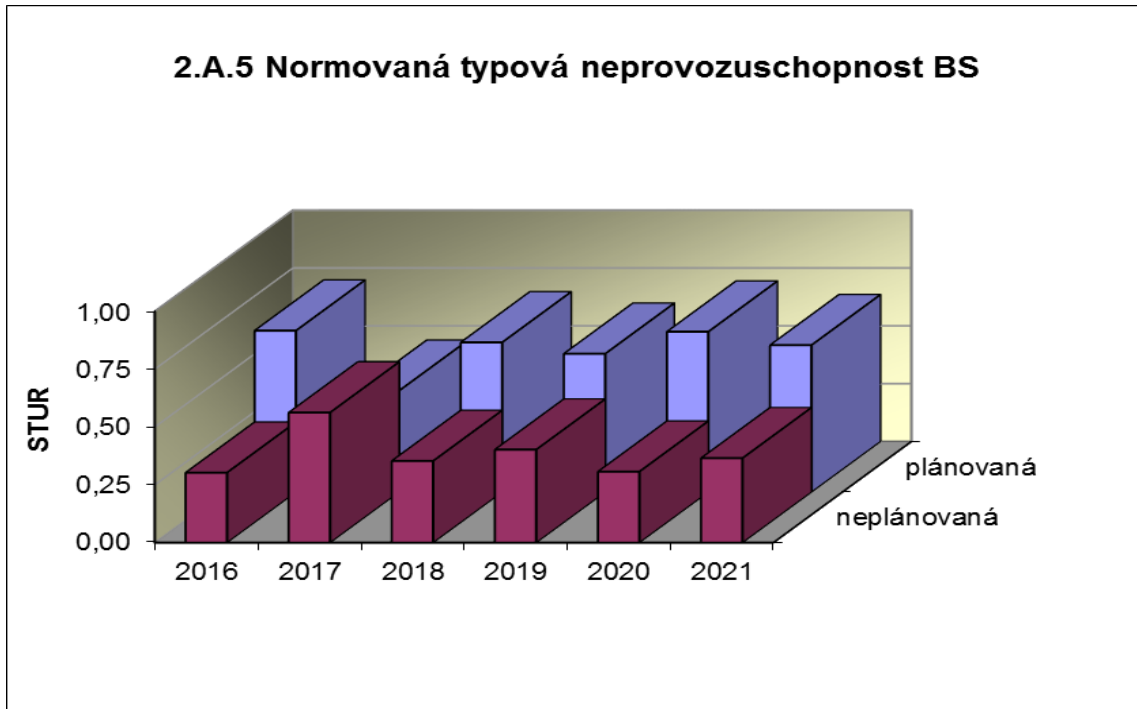
Rozlišovány jsou tři druhy neprovoznosti.



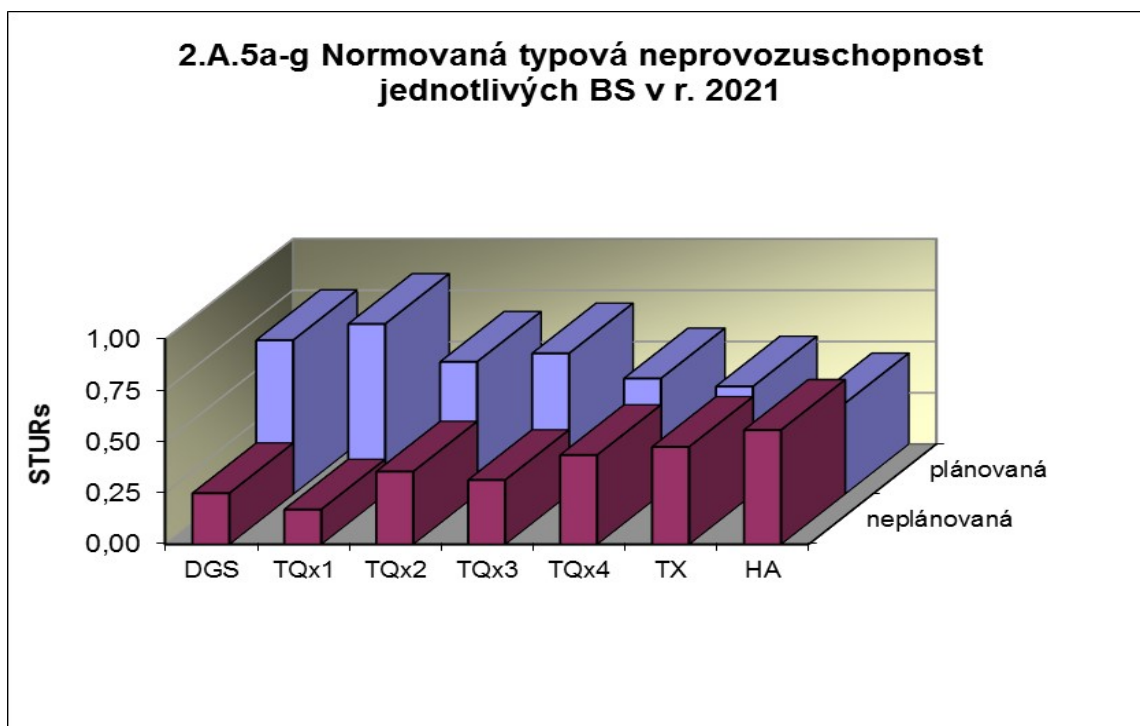
Graf 2.A.4a-g vyjadřuje systémové hodnoty SSU(T) v roce 2020.



Graf 2.A.5 udává poměr celkové doby neprovoznosti BS z příslušného důvodu (důvody neprovoznosti viz. graf 2.A.4) k celkové době neprovoznosti systému – STUR.

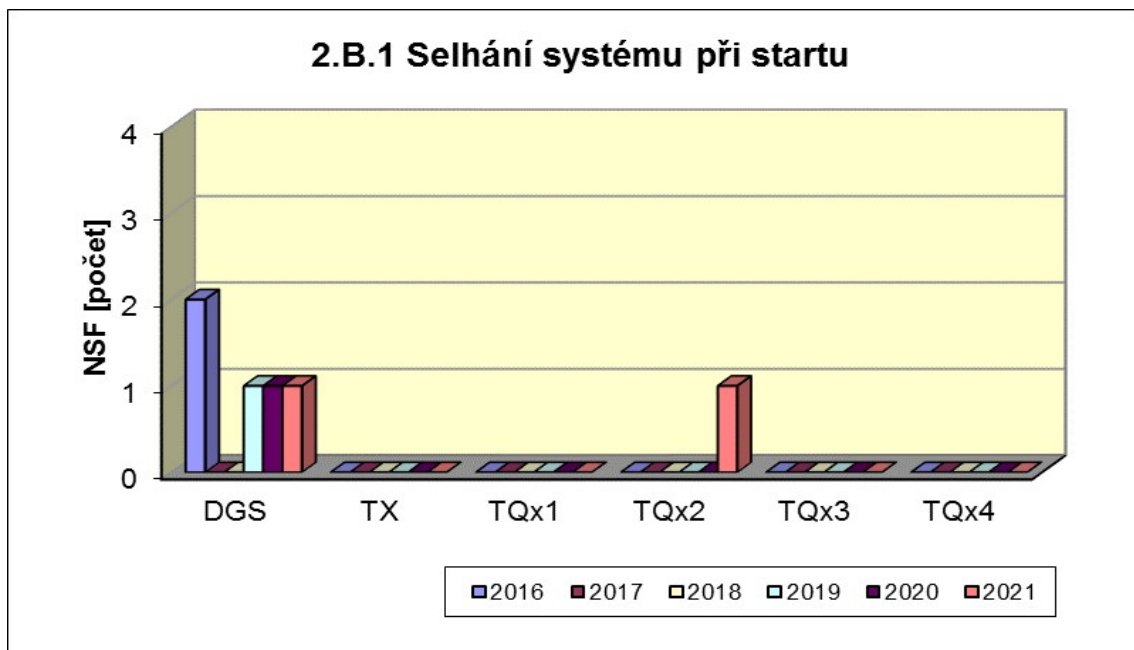


Graf 2.A.5a-g vyjadřuje systémové hodnoty STUR v roce 2020.

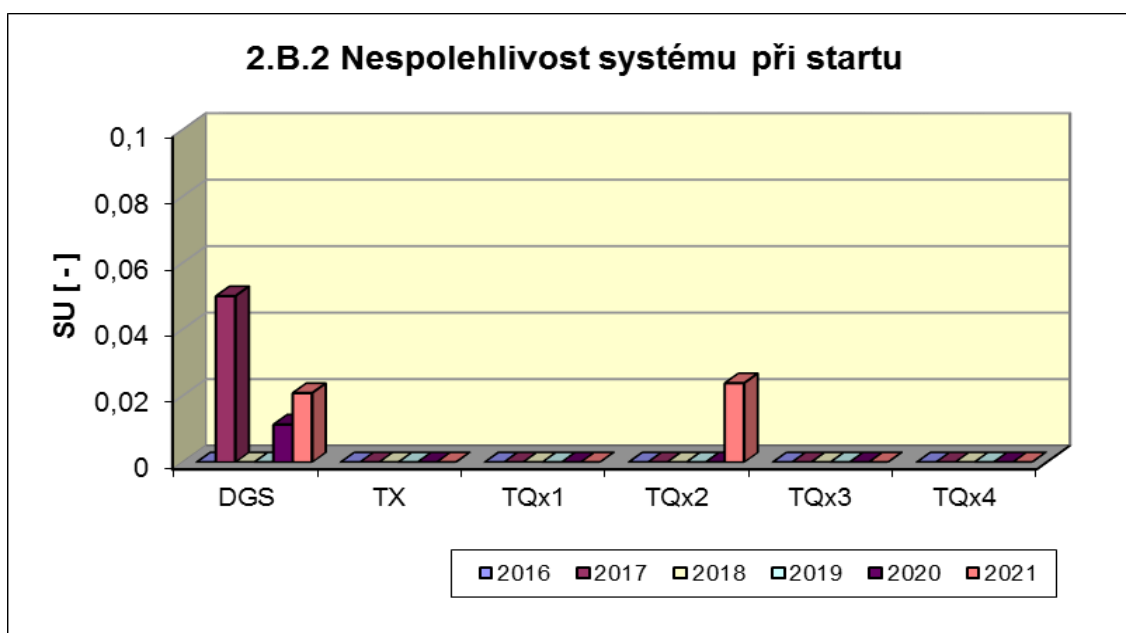


2.B Selhání bezpečnostních systémů

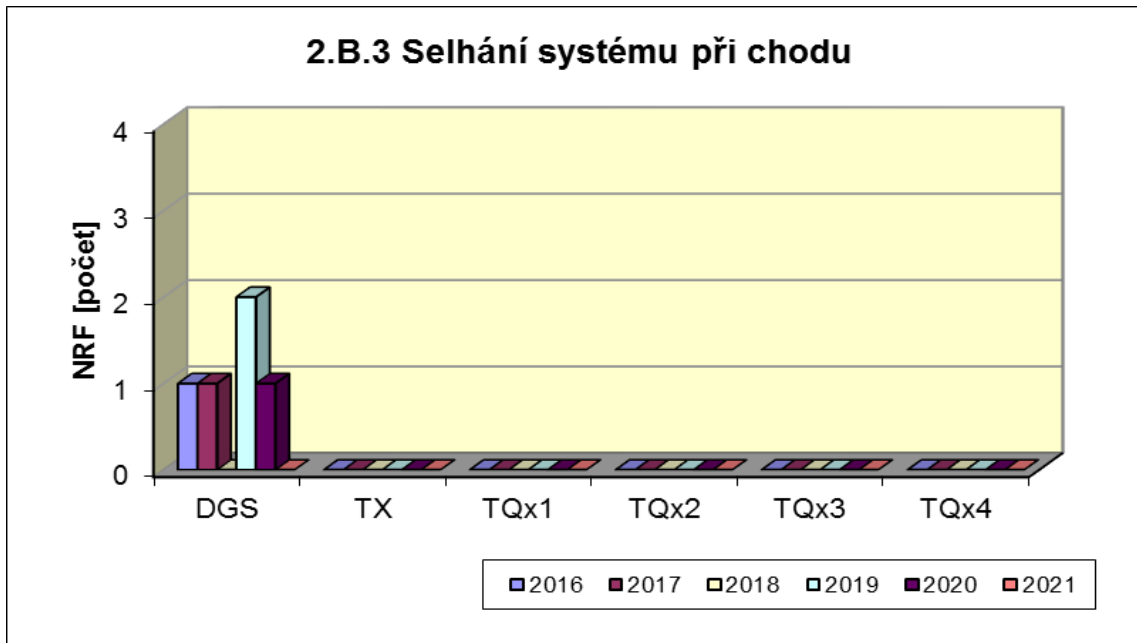
Graf 2.B.1 udává počet selhání BS při startu (NSF), tj. stavů, kdy příslušný systém popř. agregát po povelu na start nedosáhne nominální provozní charakteristiky, nebo dojde k jeho výpadku (odstavení) do 30 minut po jeho náběhu.



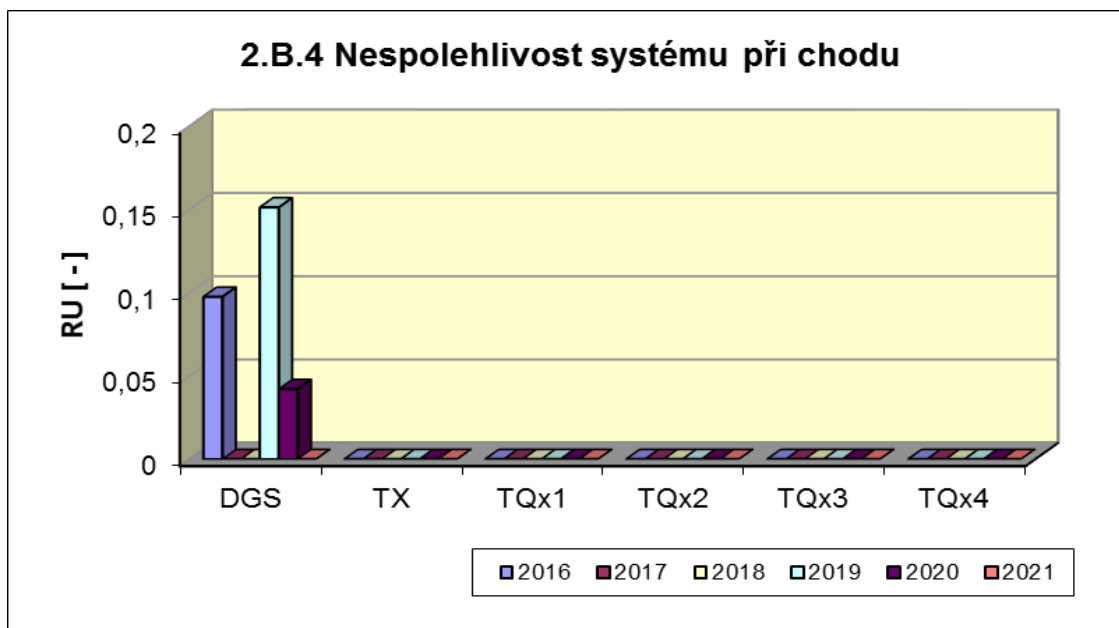
V grafu 2.B.2 je vyjádřen poměr počtu selhání startu k celkovému počtu startů BS (SU) v daném období (tzv. nespolehlivost při startu).



Graf 2.B.3 udává počet selhání BS za chodu (NRF), což je počet stavů, kdy u příslušného systému, pohonu, popř. agregátu dojde k jeho poruchovému odstavení z provozu při nominálních provozních charakteristikách za dobu delší než 30 minut od jeho najetí.



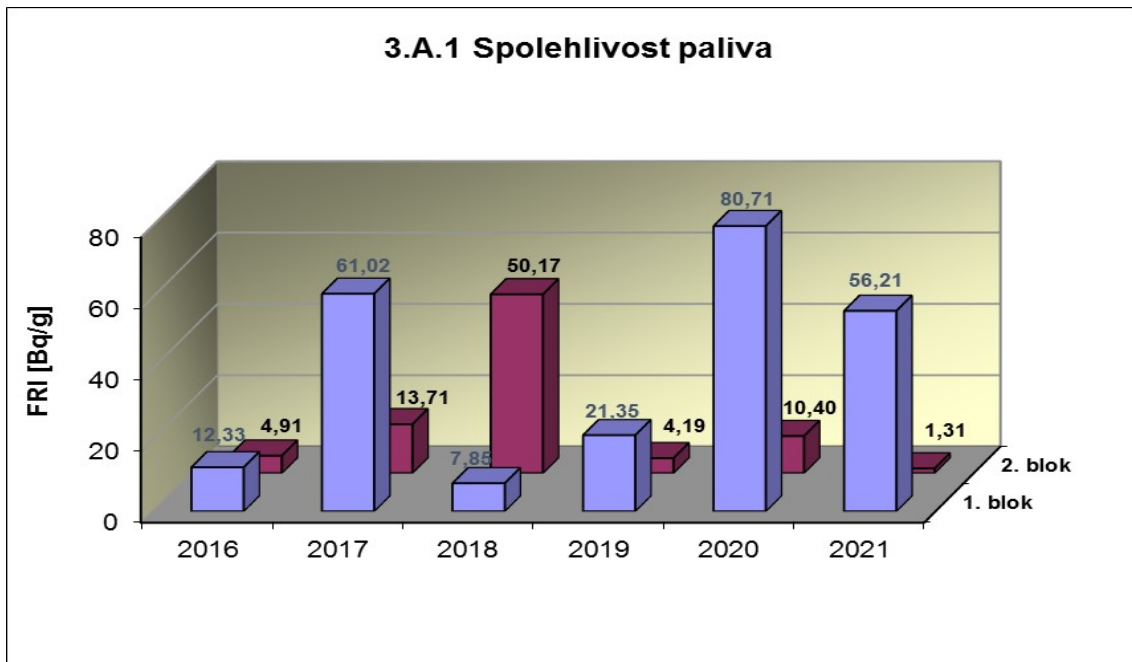
Graf 2.B.4 udává poměr celkového počtu výpadků při chodu k celkovému počtu najetých hodin(RU), kdy je jeho provozuschopnost požadována.



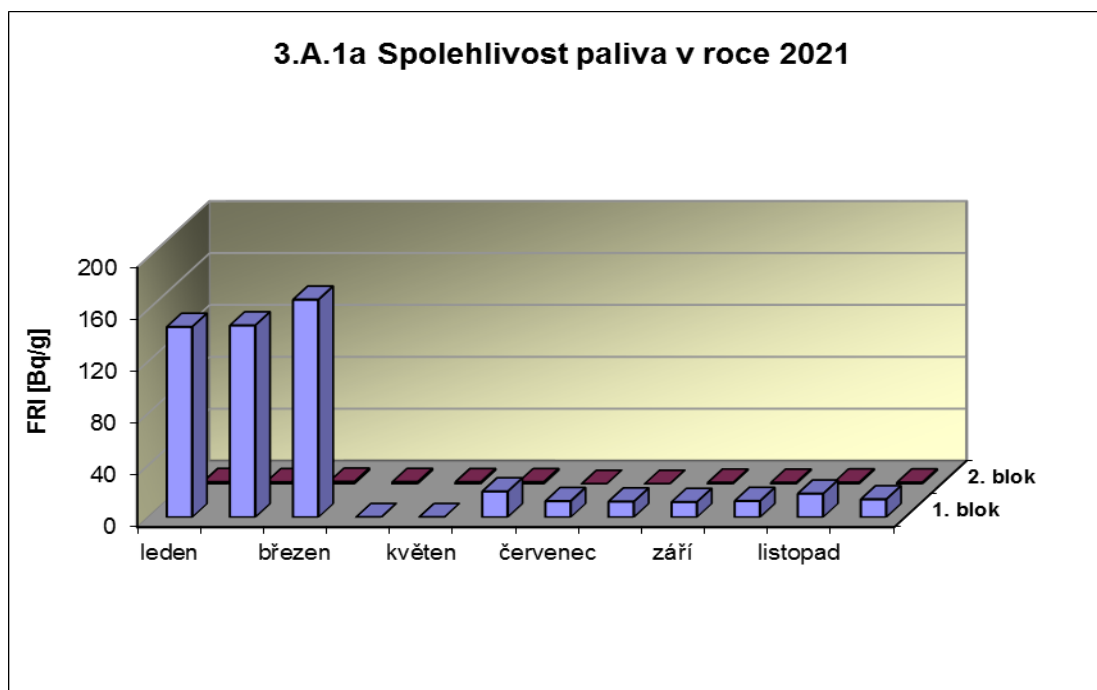
3. Těsnost bariér

3.A Jaderné palivo

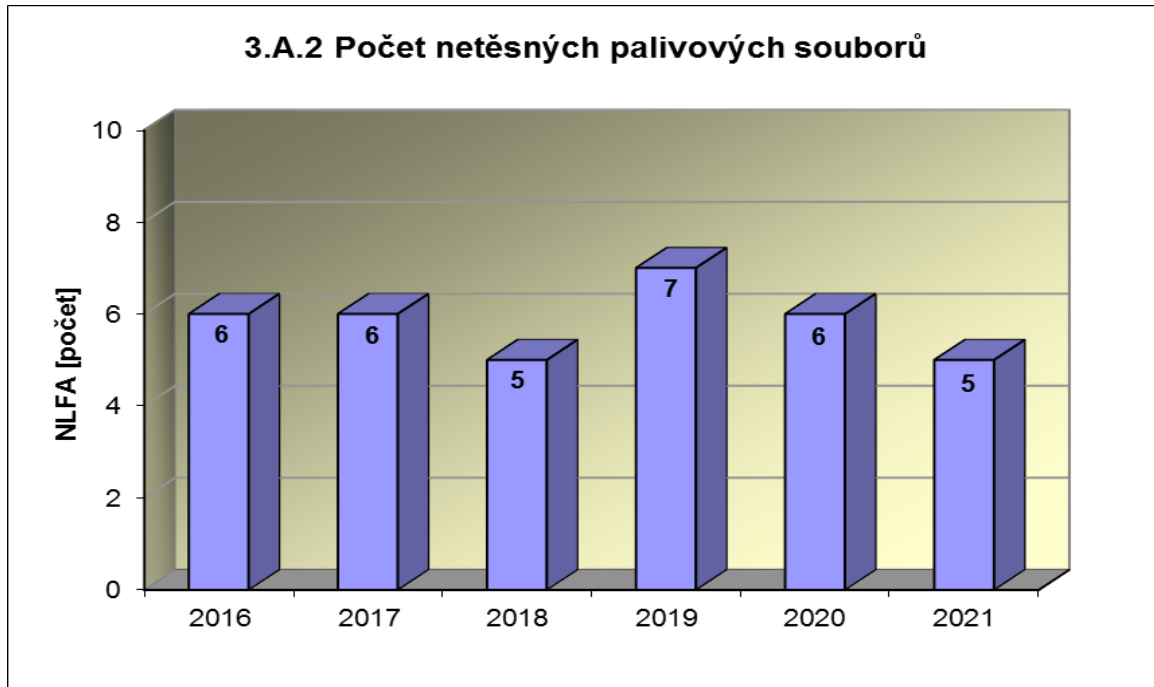
Graf 3.A.1 sleduje spolehlivost paliva jednotlivých bloků prostřednictvím hodnot FRI faktoru. Hodnota $FRI \leq 19 \text{Bq/g}$ vyjadřuje, že aktivní zóna s velkou pravděpodobností neobsahuje žádné ustálené defekty paliva.



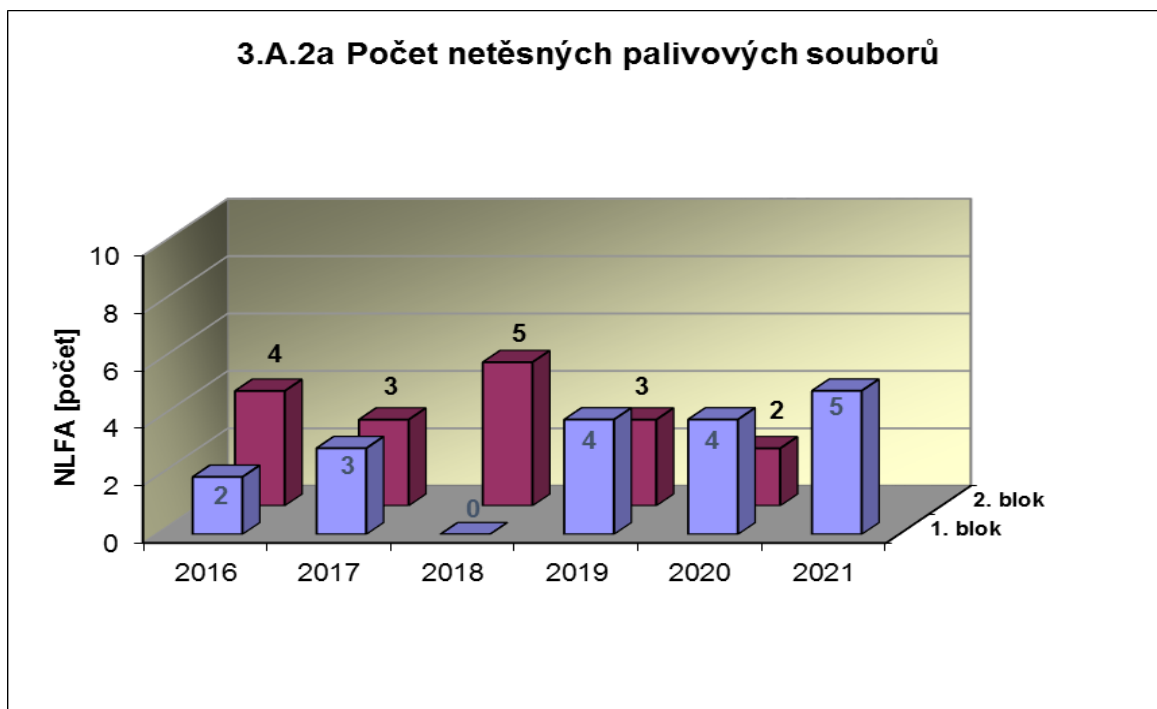
Graf 3.A.1a ukazuje průběh faktoru FRI v průběhu roku 2020 na jednotlivých blocích JE Temelín



Graf 3.A.2 udává počet netěsných palivových souborů, u kterých byla prokázána netěsnost a následně byly z důvodu netěsnosti opraveny nebo z AZ vyvezeny.

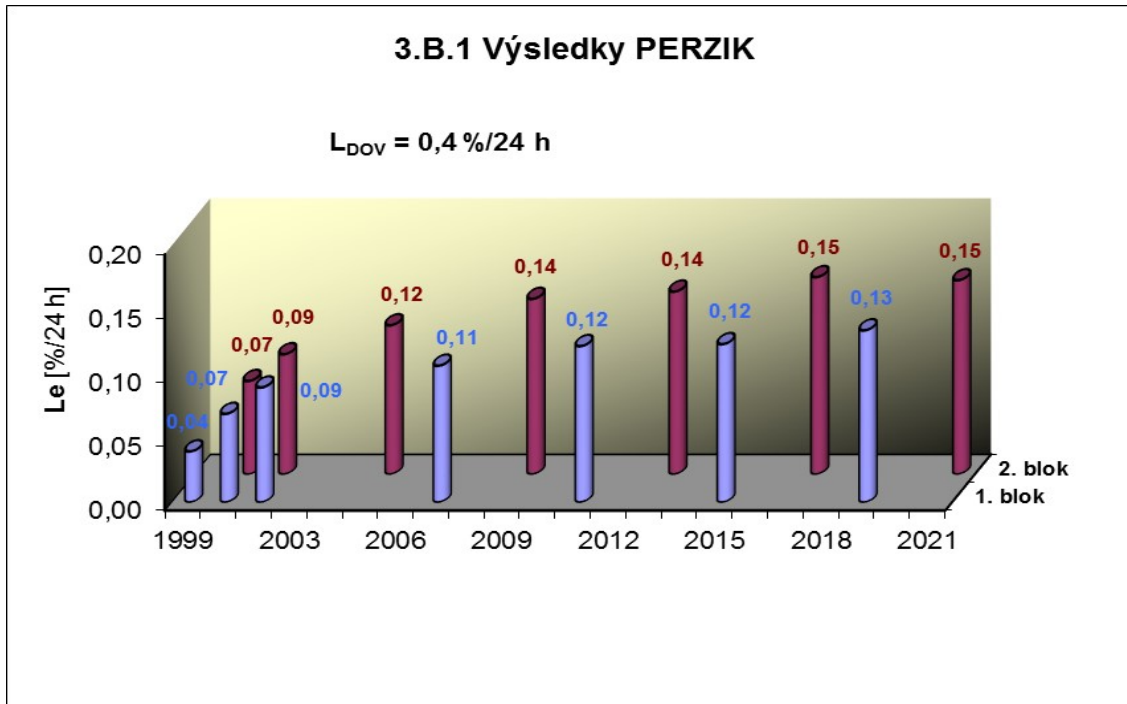


Graf 3.A.2a ukazuje počty netěsných palivových souborů po blocích



3.B Hermetická obálka

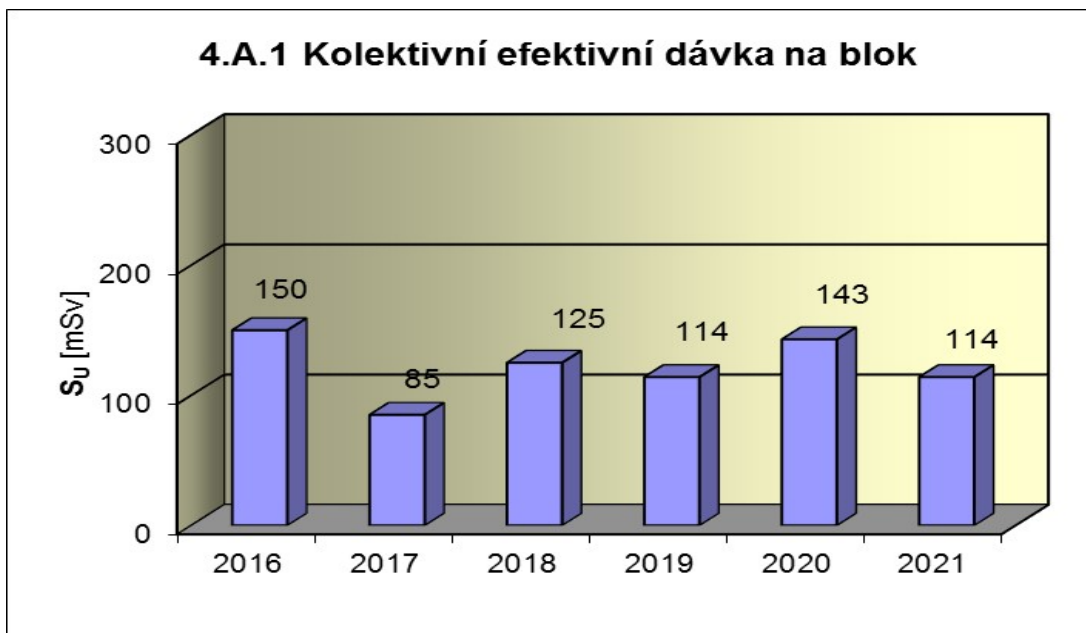
Graf 3.B.1 uvádí výsledky PERZIK bloků (L_e), tzn. výsledky zkoušek těsnosti hermetických prostorů provedených přetlakem 400 kPa s výdrží 24 hodin při ZIK a pro zkoušky OZIK a PERZIK nižším tlakem 70 kPa a výdrží 24 hodin jsou uvedeny extrapolované výsledky.



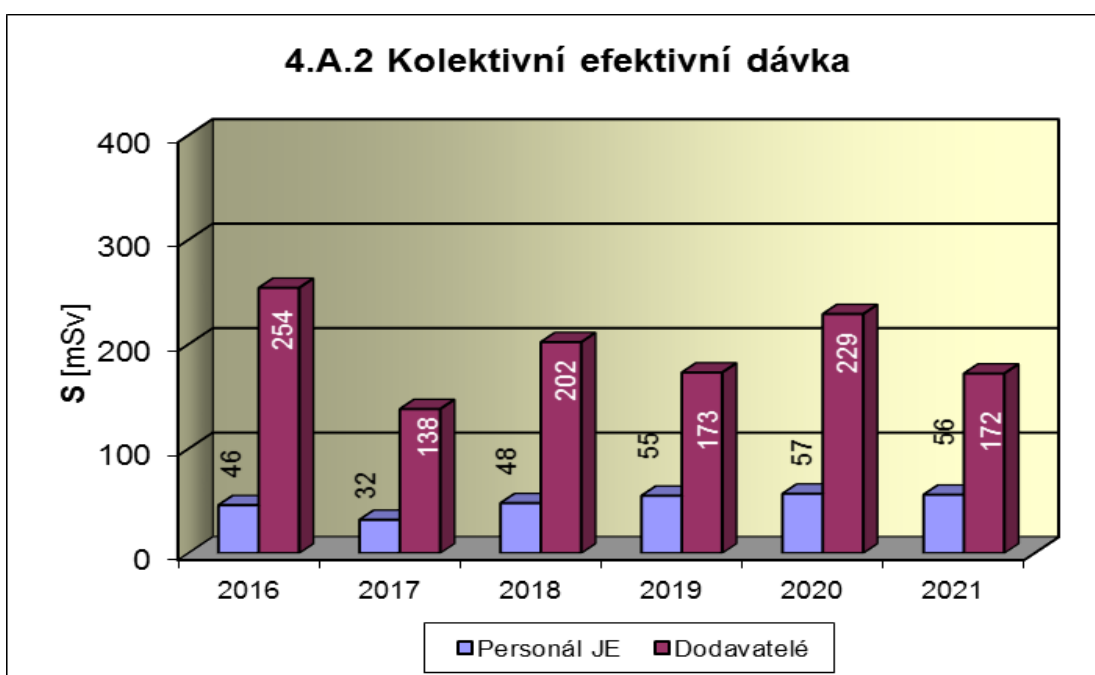
4. Radiační ochrana

4.A Radiační pracovníci

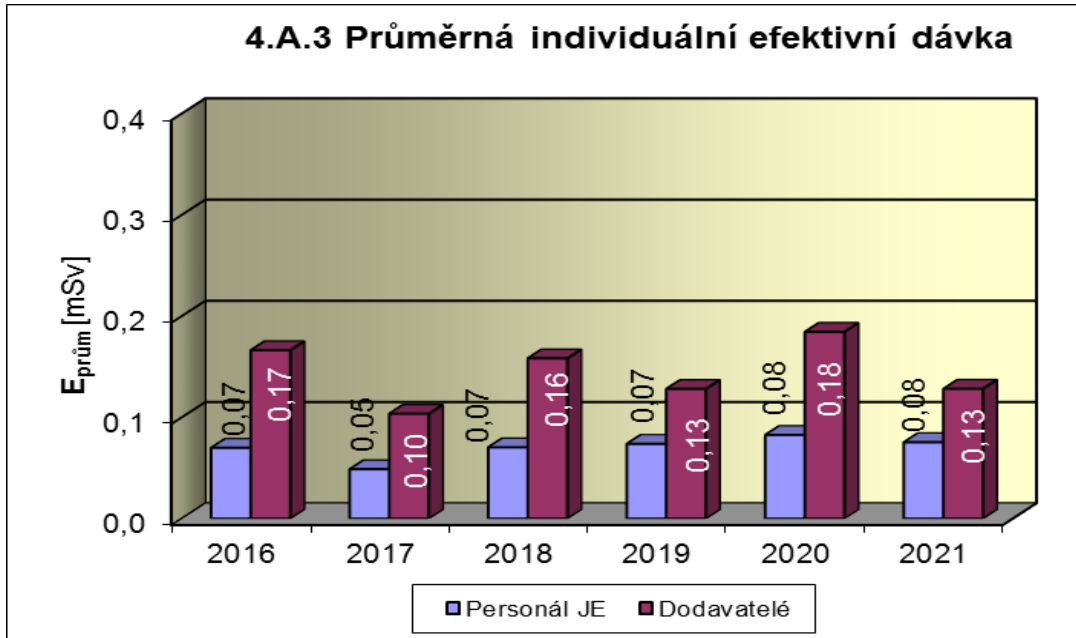
Graf 4.A.1 udává kolektivní efektivní dávku, která je dána celkovou externí celotělovou dávkou obdrženu radiačními pracovníky JE a dodavatelů během sledovaného období, na jeden provozovaný blok.



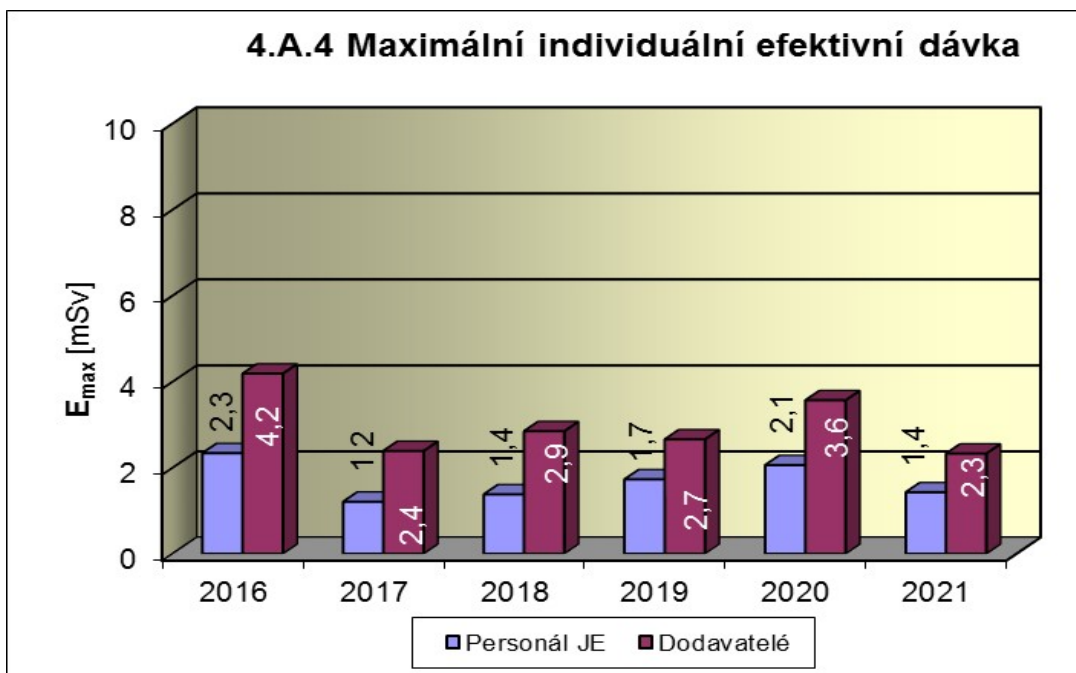
Graf 4.A.2 udává kolektivní efektivní dávku, která je dána celkovou externí celotělovou dávkou obdrženu radiačními pracovníky JE a dodavatelů během sledovaného období.



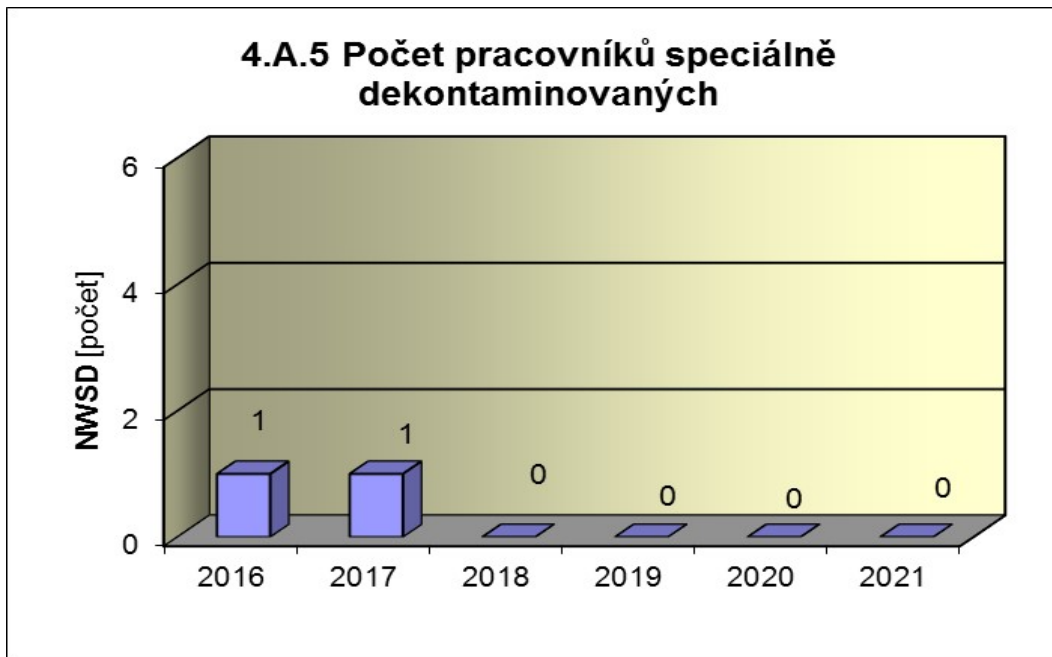
Graf 4.A.3 udává průměrnou individuální efektivní dávku, která je dána celkovou externí celotělovou dávkou obdrženu radiačními pracovníky JE a dodavatelů během sledovaného období, která se vyjadřuje hodnotou na jednoho radiačního pracovníka.



Graf 4.A.4 udává maximální individuální efektivní dávku, která je dána celkovou externí celotělovou dávkou obdrženu jedním konkrétním zaměstnancem JE a jedním konkrétním zaměstnancem dodavatele během sledovaného období.

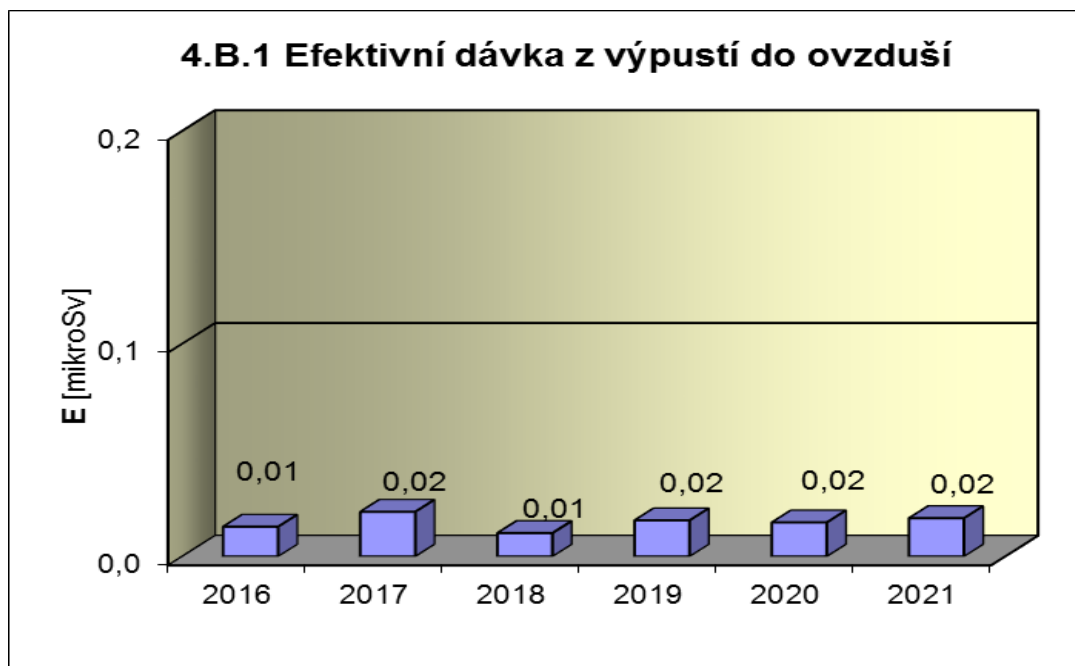


Graf 4.A.5 udává počet radiačních pracovníků (JE i dodavatelů), kteří byli podrobeni zvláštní dekontaminaci za dohledu lékaře.

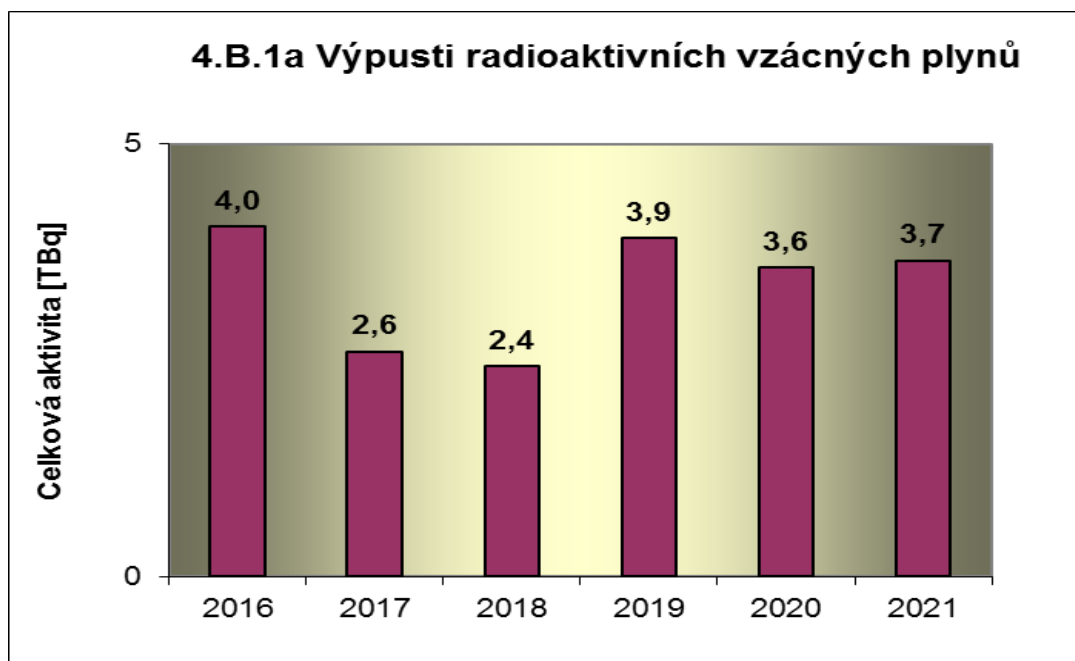


4.B Radioaktivní výpusti

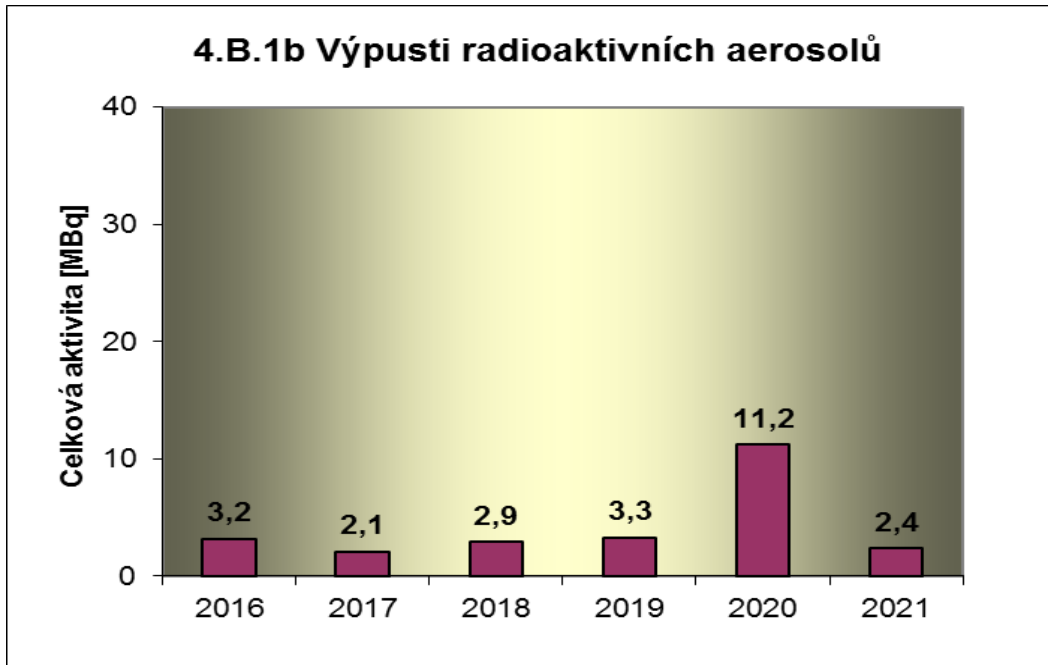
Graf 4.B.1 udává efektivní dávku vypočtenou pro reprezentativní osobu v důsledku výpustí z JE do ovzduší.



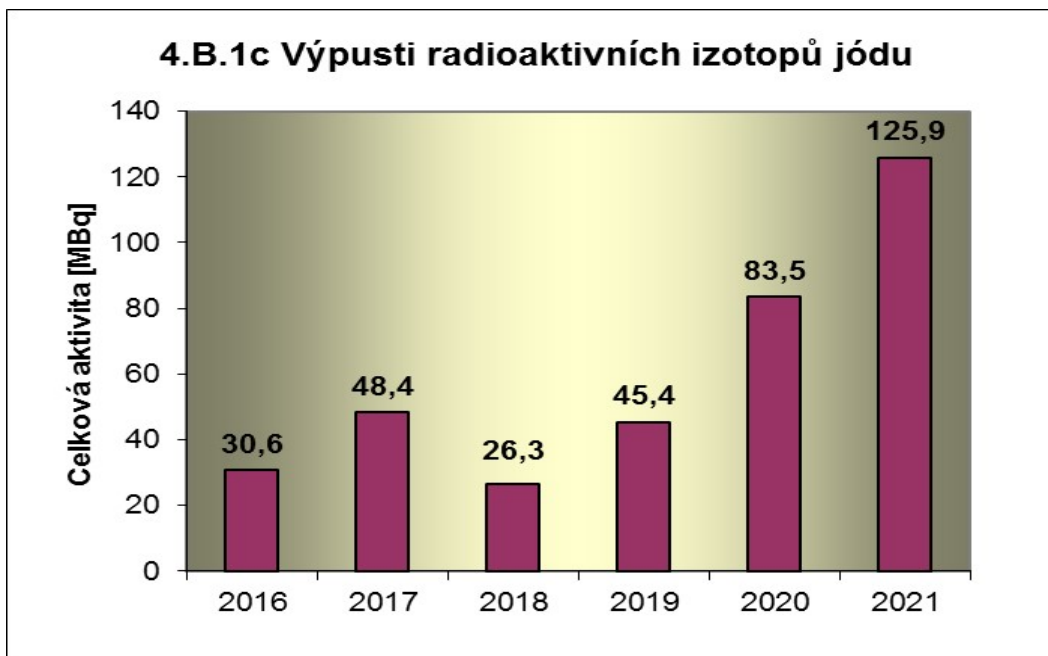
Graf 4.B.1a udává celkovou aktivitu výpusti radioaktivních vzácných plynů z JE.



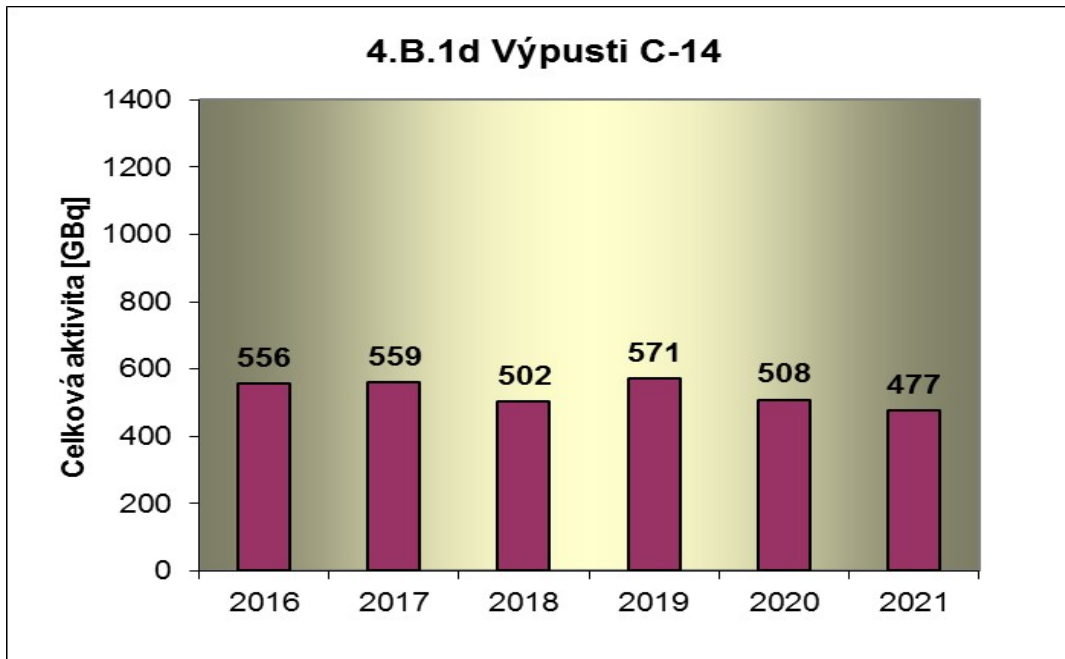
Graf 4.B.1b udává celkovou aktivitu výpusti radioaktivních aerosolů z JE.



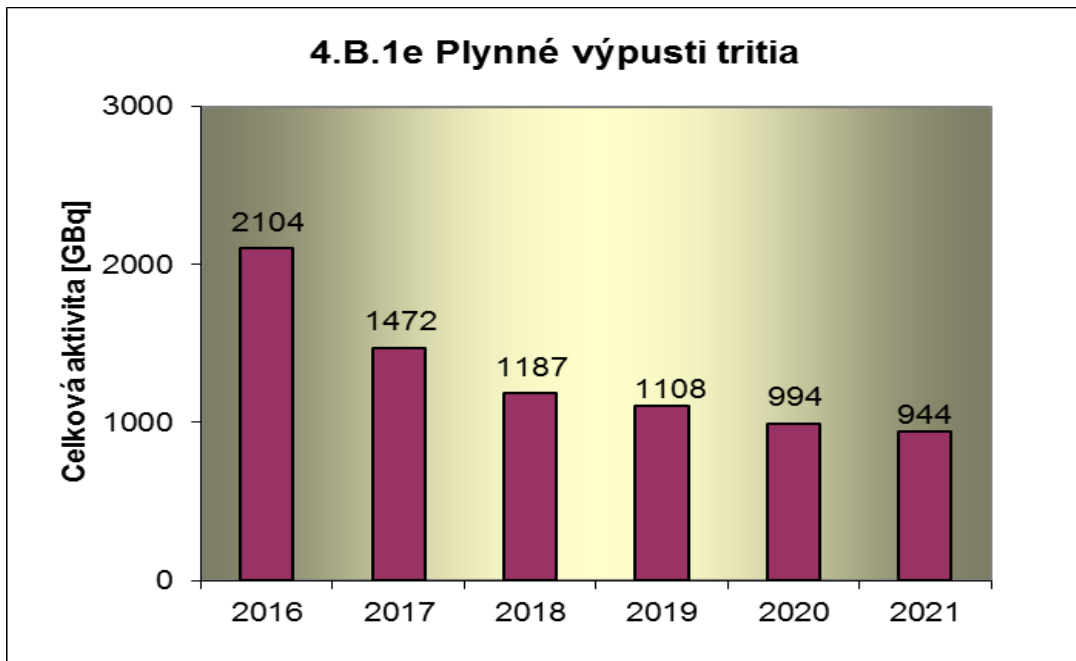
Graf 4.B.1c udává celkovou aktivitu výpusti radioaktivních izotopů jódu z JE.



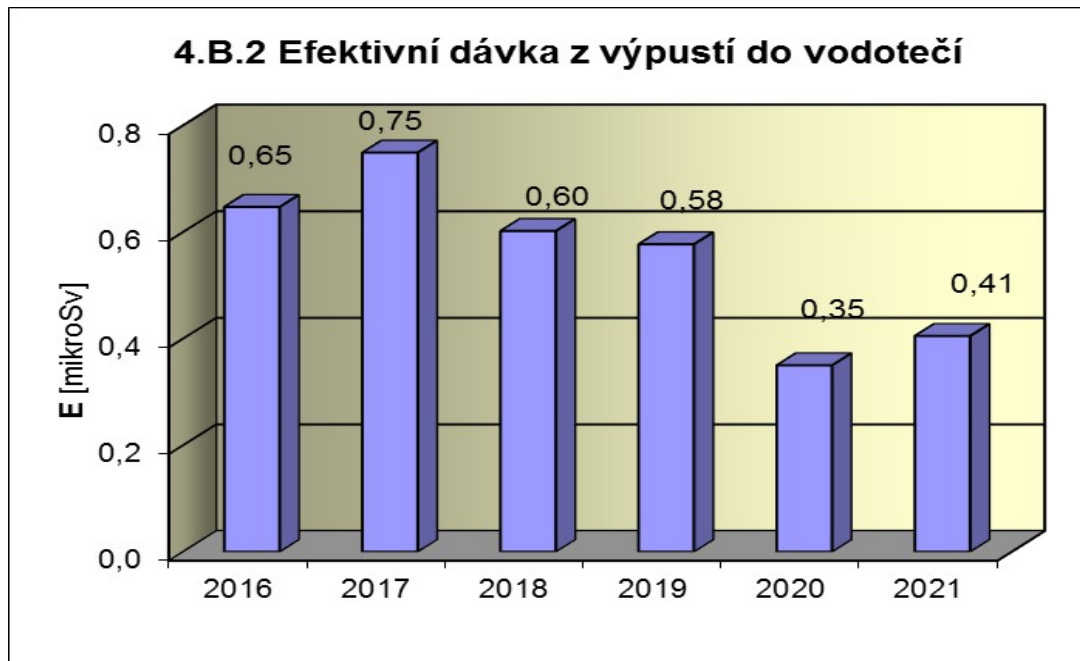
Graf 4.B.1d udává celkovou aktivitu výpusti radioizotopů C-14 z JE.



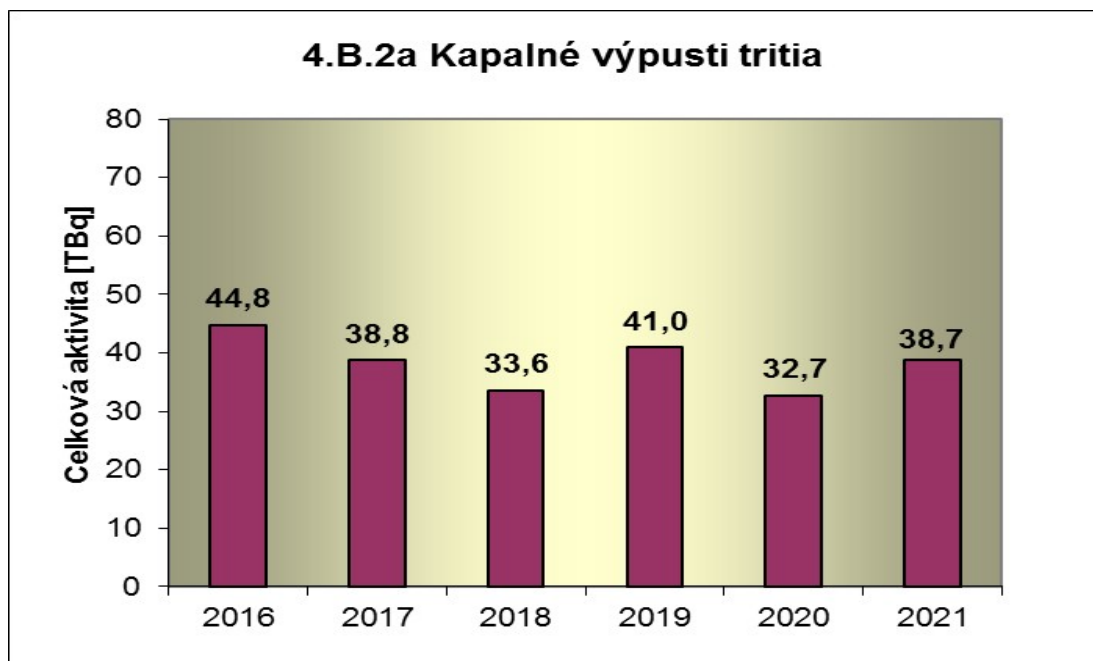
Graf 4.B.1e udává celkovou aktivitu výpusti plynného tritia z JE.



Graf 4.B.2 udává efektivní dávku vypočtenou pro reprezentativní osobu v důsledku výpustí z JE do vodotečí.



Graf 4.B.2a udává celkovou aktivitu výpustí kapalného tritia z JE.



Graf 4.B.2b udává celkovou aktivitu kapalných výпустí aktivovaných a štěpných produktů z JE.

