

Výběr a zdůvodnění možných typů obalových souborů pro syntézu úložného systému v České republice

Autoři: Pospíšková I. a kolektiv

Praha, 2022

Tato zpráva byla zpracována v projektu financovaném SÚRAO. Presentovaná stanoviska a dosažené závěry jsou názory autora (autorů) a nemusí nutně představovat názory SÚRAO.

NÁZEV ZPRÁVY: Výběr a zdůvodnění možných typů obalových souborů pro syntézu úložného systému v České republice

NÁZEV PROJEKTU: Výzkum a vývoj obalového souboru pro vysoko a středně aktivní odpady

IDENTIFIKACE V RÁMCI PROJEKTU:

Dílčí zpráva

ČÍSLO SMLOUVY: SO 2021-082

BIBLIOGRAFICKÝ ZÁPIS:

POSPÍŠKOVÁ I., KRAJŇÁK M., VOZÁR M. (2022): Výběr a zdůvodnění možných typů obalových souborů pro syntézu úložného systému v České republice – MS SURAO TZ 657/2022, Praha

ŘEŠITELÉ:

AFRY CZ s.r.o.¹

AUTORSKÝ KOLEKTIV: Pospíšková I.¹, Krajňák M.¹, Vozár M.¹

Horní Indexy u jmen autorů odkazují na výčet institucí výše.

Jméno Příjmení

Markéta Dohnálková (SÚRAO)

31.1.2023

Jméno Příjmení

Martin Vozár (AFRY CZ s.r.o.)

31.1.2023

Obsah

1	Úvod	10
2	Definování druhů obalových souborů pro využití všech odpadů typu VAO/SAO	11
2.1	Základní definice obalových souborů dle platné legislativy	11
2.2	Specifikace obalových souborů pro RAO k uložení do hlubinného úložiště	12
2.2.1	Specifikace z pohledu obsaženého inventáře	12
2.2.2	Specifikace z pohledu předpokládaného použití obalového souboru	14
3	Předpokládané typy obalových souborů pro hlubinné úložiště	15
3.1	Kategorizace dle vyhl. č. 379/2016 Sb.	15
3.2	Konstrukční variabilita navrhovaných obalových souborů	15
3.2.1	Obalové soubory pro nepřepřacované VJP z LVR-15	15
3.2.2	Obalové soubory pro zbytky z přepracování VJP z LVR-15	16
3.2.3	Obalové soubory pro RAO v sudech o objemu 216 l	16
3.2.4	Obalové soubory pro kusový RAO různé velikosti	18
3.3	Materiálová variabilita navrhovaných obalových souborů	19
4	Dostupnost obalových souborů na trhu a jejich využitelnost v ČR	21
4.1	Potenciální dodavatelé obalových souborů	21
4.2	Souhrn informací o potenciálních dodavateli a jejich výrobcích	22
4.3	Využitelnost obalových souborů potenciálních dodavatelů pro potřeby ukládání do hlubinného úložiště	25
5	Licenční proces pro schválení typu obalového souboru	27
5.1	Postup při schvalování obalového souboru	27
5.2	Dokumentace ke schválení typu obalového souboru	28
5.3	Možnost licencování zahraničních výrobků	29
6	Závěr a doporučení	31

Seznam příloh:

Příloha 1 - COMING PLUS a.s. (Česká republika)

Příloha 2 - UJP PRAHA a.s. (Česká republika)

Příloha 3 - ŠKODA JS a.s. (Česká republika)

Příloha 4 - Javys a.s. (Slovenská republika)

Příloha 5 - GNS (Německo)

Příloha 6 - Nuclear Shields B.V (Nizozemsko)

Příloha 7 - Croft (Velká Británie)

Seznam tabulek:

Tab. 1 Technické parametry bidonu	16
Tab. 2 Příklad požadavků některých mechanických zátěžových zkoušek pro OS typu A pro pevné látky a OS typu B(U)	20
Tab. 3 Informace o potenciálních dodavatelích a dostupných obalových souborech	22
Tab. 4 Technické parametry obalového souboru COMCON® SHIELD LLW/ILW	38
Tab. 5 Technické parametry obalového souboru HU-GP-65 TYP A	40
Tab. 6 Technické parametry obalového souboru UK-200	41
Tab. 7 Technické parametry obalového souboru ŠKODA VPVR/M	43
Tab. 8 Technické parametry vláknobetonového kontejneru	45
Tab. 9 Technické parametry obalového souboru Yellow Box	46
Tab. 10 Technické parametry jednotlivých typů obalových souboru MOSAIK	47
Tab. 11 Technické parametry obalového souboru SBox	48
Tab. 12 Technické parametry obalového souboru NWC1	51
Tab. 13 Technické parametry obalového souboru 200 litre SAFSTORE	53
Tab. 14 Technické parametry obalového souboru 500 litre SAFSTORE	53
Tab. 15 Technické parametry obalového souboru MA SAFSTORE	55
Tab. 16 Technické parametry obalového souboru 2m half height SAFSTORE	56
Tab. 17 Technické parametry obalového souboru 2m SAFSTORE	58
Tab. 18 Technické parametry obalového souboru 4m SAFSTORE	59
Tab. 19 Technické parametry obalového souboru 3m ³ SAFSTORE-C	60
Tab. 20 Technické parametry obalového souboru 500 Litre Robust Drum	62
Tab. 21 Technické parametry obalového souboru SAFBOX-200	63
Tab. 22 Technické parametry obalového souboru 3m ³ SAFSTORE DRUM	65

Seznam obrázků:

Obr. 1 Koncepční řešení obalového souboru pro vitrifikovaný odpad z přepracování VJP z LVR-15	16
Obr. 2 Koncepční řešení obalového souboru pro 4 sudy RAO.....	17
Obr. 3 Koncepční řešení obalového souboru pro 2 sudy RAO.....	18
Obr. 4 Koncepční řešení obalového souboru pro kusový RAO, největší varianta.	19
Obr. 5 Obalový soubor COMCON® SHIELD LLW/ILW	38
Obr. 6 Obalový soubor HU-GP-65 TYP A; vlevo stínící pouzdro, uprostřed varianty OS I a II (rozdíl pouze mezi variantami ve výšce OS), vlevo varianta OS III	39
Obr. 7 Obalový soubor UK-200; vlevo stínící obal, vpravo obalový soubor.....	41
Obr. 8 Obalový soubor ŠKODA VPVR/M	43
Obr. 9 Vláknobetonový kontejner	45
Obr. 10 Obalový soubor GNS Yelow Box	46
Obr. 11 Obalový soubor MOSAIK.....	47
Obr. 12 Obalový soubor SBox.....	48
Obr. 13 Obalový soubor UBA	49
Obr. 14 Obalový soubor NWC1	51
Obr. 15 Obalové soubory 200 a 500 l SAFSTORE, obrázek vpravo dole včetně vnějšího dodatečného přepravního stínícího přebalu.....	53
Obr. 16 Obalový soubor MA SAFSTORE-160	54
Obr. 17 Obalový soubor 2m half height SAFSTORE-75	56
Obr. 18 Obalový soubor 2m SAFSTORE-75	57
Obr. 19 Obalový soubor 4m SAFSTORE-75	59
Obr. 20 Obalový soubor 3m ³ SAFSTORE- C	60
Obr. 21 Obalový soubor 500 Litre Robust Drum	61
Obr. 22 Obalový soubor SAFBOX-200	63
Obr. 23 Obalový soubor 3m ³ SAFSTORE DRUM.....	64

Seznam použitých zkratk:

ČEZ	(obchodní značka) Česká energetická společnost
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
GNS	(obchodní značka) Gesellschaft für Nuklear-Service
HDPE	high density polyethylene (vysokohustotní polyethylen)
HLW	high level waste (vysoce aktivní odpad)
HÚ	hlubinné úložiště
IAEA	International Atomic Energy Agency (Mezinárodní agentura pro atomovou energii)
ILW	intermediate level waste (středněaktivní odpad)
JAVYS	(obchodní značka) Jadrová a vyřaďovací společnost
LLW	low level waste (nízkoaktivní odpad)
MNSR	miniature neutron source reactor (miniaturní reaktor s neutronovým zdrojem)
MTR	Material Testing Reactor (reaktor pro testování materiálů)
OS	obalový soubor
PDE	prostorový dávkový ekvivalent
PS	palivový soubor
RAO	radioaktivní odpad
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
SAO	středně aktivní odpad
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
TRIGA	Training, Research, Isotopes, General Atomics (výcvik, výzkum, výroba izotopů, General Atomics)
UBA	ummantelte betonabschirmung (opláštěné betonové stínění)
ÚJD	Úřad jadrového dozoru
UJP	(obchodní značka) Ústav jaderných paliv
ÚJV	(obchodní značka) Ústav jaderného výzkumu
UOS	ukládací obalový soubor
ÚRAO	úložiště radioaktivních odpadů
USA	United States of America
VAO	vysokoaktivní odpad
VBK	vláknobetonový kontejner
VJP	vyhořelé jaderné palivo
VÚJE	(obchodní značka) Výzkumný ústav pro jadrovou energetiku
ZIZ	zdroj ionizujícího záření
ŽP	životní prostředí

Vysvětlení pojmů:

Bezpečnostní funkce

Bezpečnostní funkce je činnost systému, konstrukce, komponenty nebo jiné součásti jaderného zařízení, která je významná pro zajišťování jaderné bezpečnosti jaderného zařízení.

Hlubinné úložiště

Úložiště radioaktivního odpadu umístěné stovky metrů pod zemským povrchem a určené pro ukládání vysokoaktivního odpadu (vyhl. 378/2016 Sb., § 2).

Radioaktivní odpad

Věc, která je radioaktivní látkou nebo předmětem nebo zařízením ji obsahujícím nebo jí kontaminovaným, pro kterou se nepředpokládá další využití a která nesplňuje podmínky stanovené zákonem č. 263/2016 Sb. pro uvolňování radioaktivní látky z pracoviště.

Nízkoaktivní odpad

Radioaktivní odpad, jehož aktivita je vyšší, než jsou uvolňovací úrovně, ale který současně obsahuje omezené množství dlouhodobých radionuklidů (vyhl. č. 377/2016 Sb. § 3 odst. (4)).

Středněaktivní odpad

Radioaktivní odpad, který obsahuje významné množství dlouhodobých radionuklidů, a proto vyžaduje vyšší stupeň izolace od okolního prostředí než nízkoaktivní odpad (vyhl. č. 377/2016 Sb. § 3 odst. (4)).

Vysokoaktivní odpad

Radioaktivní odpad, u něhož musí být při skladování a ukládání zohledněno uvolňování tepla z přeměny v něm obsažených radionuklidů; po zpracování a úpravě musí tento odpad splňovat podmínky přijatelnosti a musí být uložen do hlubinného úložiště radioaktivního odpadu umístěného v hloubkách řádově několik set metrů pod zemským povrchem (vyhl. č. 377/2016 Sb. § 3 odst. (4)).

Obalový soubor

Soubor obalů nezbytných k úplnému uzavření radioaktivního obsahu. Požadavky na obalový soubor dle předpokládaného použití stanoví vyhl. č. 379/2016 Sb.

Abstrakt

Dokument je zaměřen na výběr a zdůvodnění možných typů obalových souborů pro uložení RAO s dlouhodobými radionuklidy do hlubinného úložiště.

V první části dokumentu jsou specifikovány možné typy obalových souborů pro posuzovaný druh RAO. Důležitým faktorem při specifikaci bylo členění a požadavky dle vyhl. 379/2016 Sb., s tím, že bylo přihlédnuto k charakteristice ukládaných RAO.

Pro jednotlivé druhy RAO a jejich předpokládanou formu byly navrženy koncepční návrhy obalových souborů. Důležitou funkcí při návrhu obalového souboru hraje použitý materiál. A to nejen z pohledu zajištění životnosti obalového souboru, ale i mechanické pevnosti.

Byla provedena rešerše zemí, ve kterých je možno v současné době zakoupit obalové soubory. Byl vytvořen souhrn informací o potencionálních dodavatelích, jejich výrobcích a využitelnosti pro potřeby ukládání do hlubinného úložiště v ČR.

Závěr dokumentu se věnuje licenčnímu procesu pro schválení typu obalového souboru a možnostem licencování zahraničních výrobků v ČR.

Klíčová slova

Hlubinné úložiště, obalový soubor, RAO, VAO, RAO s dlouhodobými radionuklidy.

Abstract

The document is focused on the selection and justification of possible types of waste packages for the disposal of RAW containing long-lived radionuclides in a deep geological repository.

The first part of the document specifies the possible types of waste packages for the considered type of RAW. An important factor in the specification is the compliance with the Decree no. 379/2016 Coll., the waste package type specification and the requirements. The characteristics of RAW were considered.

Conceptual design of waste packages has been proposed for individual types of RAW and their expected form. The material used has an important role in the design, not only from the point of view of ensuring the required lifetime of the waste package, but also of mechanical strength.

A search was made of the countries in which it is currently possible to purchase waste packages. A summary of information on potential suppliers, their products and usability has been developed.

The last part of the document is focused on the licensing process for approval of the waste package type and on the possibilities of licensing of foreign products in the Czech Republic.

Keywords

Deep geological repository, waste package, RAW, HLW, LILW-LL.

1 Úvod

Cílem prací je specifikace a zdůvodnění možných typů druhů obalových souborů, které mohou být použity pro uložení RAO v hlubinném úložišti. Okrajovými podmínkami jsou požadavky vyhl. č. 379/2016 Sb. a informace o charakteru RAO k uložení.

Na základě specifikace typu obalových souborů a výstupů ze zprávy (Pospíšková et al. 2022) bylo možné navrhnout základní koncept obalových souborů.

Dalším cílem bylo najít a vytipovat dodavatele obalových souborů a prověřit, zda v portfoliu jejich výrobků jsou takové obalové soubory, které by pro daný účel v českém konceptu nakládání s RAO vyhovovaly. Rešerše zahrnovala jak tuzemské, tak zahraniční výrobce.

Následně byla provedena analýza procesu schválení typu obalového souboru a podmínek, za jakých může tento proces proběhnout. Posouzení se týkalo jak nových návrhů, tak případného licencování výrobků, zakoupených v zahraničí.

2 Definování druhů obalových souborů pro využití všech odpadů typu VAO/SAO

Technické parametry obalových souborů vychází ze dvou okrajových podmínek:

- z definovaných typů obalových souborů a požadavků na jejich konstrukci a další technické parametry;
- z charakteristiky RAO k uložení.

2.1 Základní definice obalových souborů dle platné legislativy

Vyhláška č. 379/2016 Sb. § 4, odst. (2) rozeznává několik typů obalových souborů:

- obalové soubory k přepravě radioaktivní nebo štěpné látky;
 - a) obalový soubor pro vyjmutou zásilku a vyjmutá zásilka;
 - b) obalový soubor typu IP-1;
 - c) obalový soubor typu IP-2;
 - d) obalový soubor typu IP-3;
 - e) obalový soubor pro přepravu hexafluoridu uranu;
 - f) obalový soubor typu A;
 - g) obalový soubor typu B(U);
 - h) obalový soubor typu B(M);
 - i) obalový soubor typu C;
 - j) obalový soubor k přepravě štěpné látky;
- obalový soubor ke skladování radioaktivní nebo štěpné látky (typ S);
- obalový soubor k ukládání radioaktivní nebo štěpné látky (typ D).

Základní zatřídění obalového souboru je provedeno podle účelu (přepravní, skladovací, ukládací OS) a dále podle charakteru odpadu, který bude v OS přepravován/ skladován/ uložen.

Pro každý typ obalového souboru jsou vyhláškou č. 379/2016 Sb. specifikovány požadavky, které je nutné dodržet a případně při schvalování typu prokázat. Obecně se jedná o:

- bezpečnou manipulaci,
- zamezení neoprávněné manipulace a otevření OS,
- zamezení rozptýlení radioaktivního obsahu, za normálních okolností i vyhláškou definovaných podmínek pro havarijní situaci,
- zamezení vzniku kritického stavu, za normálních okolností i vyhláškou definovaných podmínek pro havarijní situaci,
- zajištění radiační ochrany, tj. limit PDE (pro OS k přepravě a skladování),
- životnost materiálů (pro OS ke skladování a ukládání).

Tyto požadavky a jejich prokázání jsou odstupňovány, od těch základních na průmyslovou zásilku až po obalové soubory typu C, případně obalové soubory k přepravě štěpné látky.

2.2 Specifikace obalových souborů pro RAO k uložení do hlubinného úložiště

Při návrhu obalových souborů, které mohou být využité pro uložení RAO do hlubinného úložiště je třeba vycházet ze dvou základních hledisek:

- Z pohledu inventáře radionuklidů, vložených do obalového souboru;
- Z pohledu předpokládaného využití a požadavků daných vyhl. 379/52016 Sb. na jednotlivé typy obalových souborů.

2.2.1 Specifikace z pohledu obsaženého inventáře

Aby bylo možné alespoň přibližně určit typ obalového souboru, který bude použit pro RAO k uložení do hlubinného úložiště, je třeba určit, jaké budou RAO obsahovat majoritní radionuklidy.

Pak lze provést základní zařazení, jestli se jedná o štěpnou látku nebo radioaktivní látku ve smyslu vyhl. č.379/2016 Sb.

Další zařazení vychází obsahu radionuklidů v obalovém souboru – druhu radionuklidu, případně směsi radionuklidů, a jeho/jejich obsah v obalovém souboru. Vyhláška č. 379/2016 Sb. stanovuje limitní aktivitu a obsah radionuklidů v zásilkách typu IP a A, což může být vodítkem pro rozhodnutí o vybraném typu obalového souboru.

Pro zachování kontinuity je použito rozdělení RAO do skupin podle 1. dílčí zprávy (Pospíšková et al. 2022). Na základě současných znalostí byly orientačně určeny předpokládané typy obalových souborů pro jednotlivé skupiny RAO.

Vyřazování jaderných elektráren Temelín a Dukovany z provozu, včetně uvažovaných nových jaderných zdrojů

Jedná se především o aktivované části konstrukčních dílů reaktoru a stavební materiál z okolí šachty reaktoru a aktivované a provozní RAO (čidla, termočlánky, kazety svědečných vzorků apod.).

Původcem bude ČEZ, a.s., a bude předávat upravené odpady.

Majoritní nuklidy: ^{14}C , ^{41}Ca , ^{59}Ni , ^{63}Ni , ^{55}Fe , ^{36}Cl , ^{93}Mo , ^{94}Nb , ^{99}Tc

Předpokládaný typ obalového souboru – **typ A dle vyhl. č. 379/2016 Sb.**

RAO z přepracování VJP z výzkumného reaktoru LVR-15

Část VJP z reaktoru LVR-15 bylo převezeno k přepracování. z paliva bude odstraněno více než 99 % uranu a plutonia, zbytek obsahující ekvivalent minoritních aktinidů a štěpných produktů bude vrácen do ČR.

Původcem bude ÚJV Řež, a.s., a bude předávat upravené odpady.

Majoritní nuklidy: ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{147}Pm , ^{14}C , ^{238}Pu , ^{241}Am , ^{244}Cf , ^{63}Ni

Předpokládaný typ obalového souboru – **typ B(U) dle vyhl. č. 379/2016 Sb.**

Nepřepracované VJP z výzkumného reaktoru LVR-15

Nepřepracované palivo do ukončení provozu reaktoru LVR-15 (předpoklad provozu do roku 2030).

Původcem bude ÚJV Řež, a.s.

Majoritní nuklidy: ^{235}U , ^{239}Pu

Předpokládaný typ obalového souboru – **typ B(U) + zásilka obsahující štěpné látky (F) dle vyhl. č. 379/2016 Sb.**

Vyřazování výzkumných jaderných zařízení z provozu

Jedná se především o výzkumný reaktor LVR-15; o nádobu reaktoru a části smyček, ozařovacích kanálů a regulačních elementů.

Původcem bude ÚJV Řež, a.s., a bude předávat upravené odpady.

Majoritní nuklidy: ^{14}C , ^{41}Ca , ^{59}Ni , ^{63}Ni , ^{55}Fe

Předpokládaný typ obalového souboru – **typ A dle vyhl. č. 379/2016 Sb.**

RAO v režimu skladování do doby provozu HÚ v ÚRAO Richard

Jedná se především o ZIZ a aktivovaný RAO, který vznikl ozařováním materiálu (např. v jaderném reaktoru, urychlovači částic).

Původcem bude SÚRAO, a tento odpad bude upraven zpracovatelskými technologiemi v HÚ.

Majoritní nuklidy, ZIZ: ^{137}Cs , ^{241}Am , ^{60}Co , ^{226}Ra , $^{241}\text{Am/Be}$

Předpokládaný typ obalového souboru – **B(U) dle vyhl. č. 379/2016 Sb.**

Majoritní nuklidy, ostatní: ^{137}Cs , ^{238}U , ^{238}Pu , ^{241}Am , ^{244}Cf , ^{55}Fe , ^{63}Ni , ^{90}Sr

Předpokládaný typ obalového souboru – **typ A, příp. B(U) dle vyhl. č. 379/2016 Sb.**

Skladovaný jaderný materiál

Jedná se především o pevný kusový odpad nebo ve formě prášku, obsahující štěpný materiál (neutronové zdroje, obohacený nebo ochuzený uran, atd).

Původcem bude SÚRAO (již skladovaný materiál v ÚRAO Richard), příp. jiná organizace, disponující tím to materiálem.

Majoritní nuklidy: ^{235}U , ^{239}Pu

Předpokládaný typ obalového souboru – **typ A, příp. B(U) + zásilka obsahující štěpné látky (F) dle vyhl. č. 379/2016 Sb.**

2.2.2 Specifikace z pohledu předpokládaného použití obalového souboru

Z pohledu vyhlášky 379/2016 Sb. jsou kladeny různé požadavky na přepravní, skladovací a ukládací obalové soubory.

Přepravní obalové soubory musí především zajistit bezpečnou manipulaci a radiační ochranu pracovníků, kteří jsou přítomní přepravě, a radiační ochranu okolního prostředí za normálních podmínek i nestandardních situací.

Je stanoven limit PDE na povrchu obalového souboru max. 2mSv/h a ve vzdálenosti 2 m 0,1mSv/h. Je-li dodávka přepravovaná za podmínek výlučného použití, na povrchu zásilky může být max. 10 mSv/h, ale vozidlo nesmí umožnit přístup k zásilce, a na povrchu vozidla musí být max. 2mSv/h, ve vzdálenosti 2 m 0,1mSv/h.

Skladovací obalové soubory (S) musí zajistit především dostatečnou mechanickou odolnost, zajistit odvod tepla, generovaného vloženým RAO, zajistit radiační ochranu za normálních podmínek i nestandardních situací. Je stanoven limit PDE 10 mSv/h na povrchu obalového souboru.

Materiál, použitý na konstrukci obalového souboru, musí odpovídat projektované době životnosti obalového souboru.

Obsah obalového souboru musí být dostatečně vysušen a obklopen definovaným médiem.

Ukládací obalové soubory (D) musí zajistit především dostatečnou mechanickou odolnost. Nemají limit pro PDE na povrchu obalového souboru.

Materiál, použitý na konstrukci obalového souboru, musí odpovídat projektované době životnosti obalového souboru.

Obsah obalového souboru musí být dostatečně vysušen a obklopen definovaným médiem.

3 Předpokládané typy obalových souborů pro hlubinné úložiště

3.1 Kategorizace dle vyhl. č. 379/2016 Sb.

Obalové soubory budou v hlubinném úložišti plnit bezpečnostní funkci, proto musí být před jejich použitím schválen konkrétní typ.

Obalové soubory prioritně používány pro **ukládání RAO**. Tomu musí především odpovídat jejich životnost. Musí být zajištěny i ostatní požadavky na obalový soubor typu D.

Je otázkou, zda producenti odpadu nebudou kvůli optimalizaci přepravy preferovat dočasné **skladování**. Pak by k návrhovým parametrům obalového souboru typu D přibyl především požadavek na zajištění PDE na povrchu a nutnost průběžných kontrol těsnosti OS po dobu skladování RAO. Musí však být zajištěny i ostatní požadavky na obalový soubor typu S.

Obalové soubory budou do hlubinného úložiště přepravovány z místa vzniku. Po dobu přepravy a výskytu osob v blízkosti OS je nutné dodržet limit PDE. To ovšem nemusí znamenat, že každý obalový soubor musí být navržen na tento limit. Požadavek může být zajištěn **přídavným přebalem, který bude mít stínící funkci**.

Z předběžné specifikace ukládaného inventáře vychází, že obalové soubory mohou být typu **A, B(U) a A(F), B(U)F**. Písmeno F v identifikačním značení znamená přítomnost štěpné látky, a obalový soubor musí plnit požadavky zásilky obsahující štěpné látky.

V praxi to znamená, že obalový soubor, který bude použit, musí plnit legislativní požadavky např: D+B(U), nebo D+A(F), atd.

Jak bylo řešeno již výše v textu, limit PDE musí být splněn pro celou zásilku, což v tomto případě může být obalový soubor včetně stínícího přebalu.

3.2 Konstrukční variabilita navrhovaných obalových souborů

Podle evidence RAO (Touš et al. 2018) a (Pospíšková et al. 2022) je možné konstatovat, že odpady se vyskytují v několika formách:

- Nepřepracované VJP z LVR-15;
- Zbytky z přepracování VJP z LVR-15 v bidonech válcového tvaru;
- RAO v sudech o objemu 216 l;
- Kusový RAO různé velikosti.

3.2.1 Obalové soubory pro nepřepracované VJP z LVR-15

Základními konstrukčními prvky i designem bude obalový soubor odpovídat **UOS pro VJP (Forman et al., 2021)**, neboť požadavky na OS budou díky charakteristickým vlastnostem uloženého VJP obdobné. Nicméně vlastní návrh musí splňovat podmínky zajištění jaderné bezpečnosti (zajištění podkritičnosti) a respektovat rozměry ukládaných palivových souborů.

Z tohoto důvodu již není jeho návrh dále diskutován, ani prověřována možnost jeho zakoupení.

3.2.2 Obalové soubory pro zbytky z přepracování VJP z LVR-15

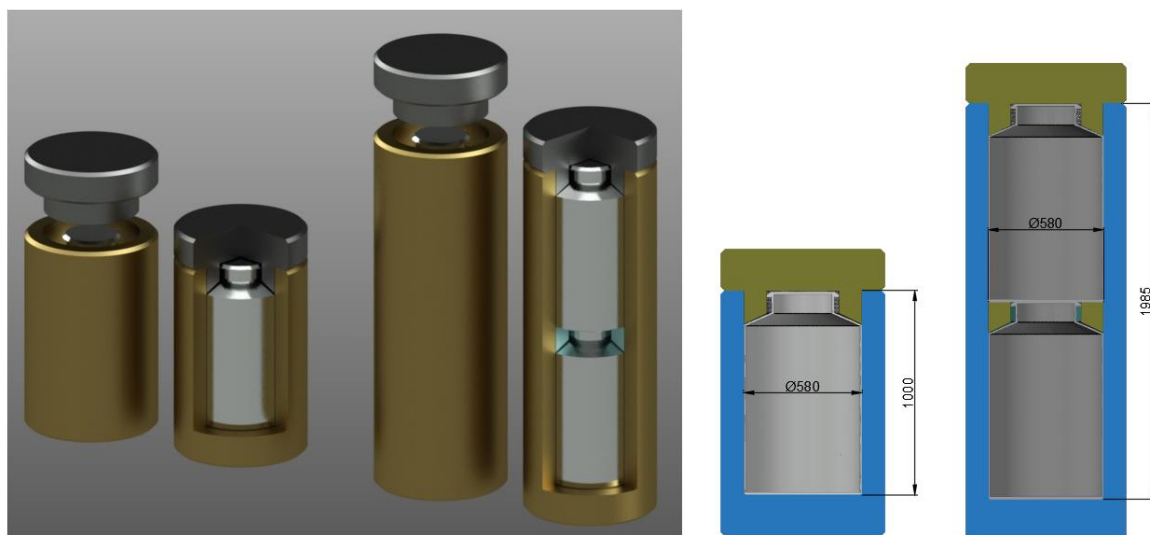
Obalový soubor válcového tvaru pro jeden nebo více bidonů.

Předpokládané rozměry bidonu dle Pospíšková et al. (2009) jsou:

Tab. 1 Technické parametry bidonu

Materiál	Nerezová ocel
Fyzikální rozměry	
Délka (mm)	990 (bez uzávěru)
Vnější průměr (mm)	575
Tloušťka stěny (mm)	4
Objem	
Vitrifikovaný odpad (l)	153 ± 20

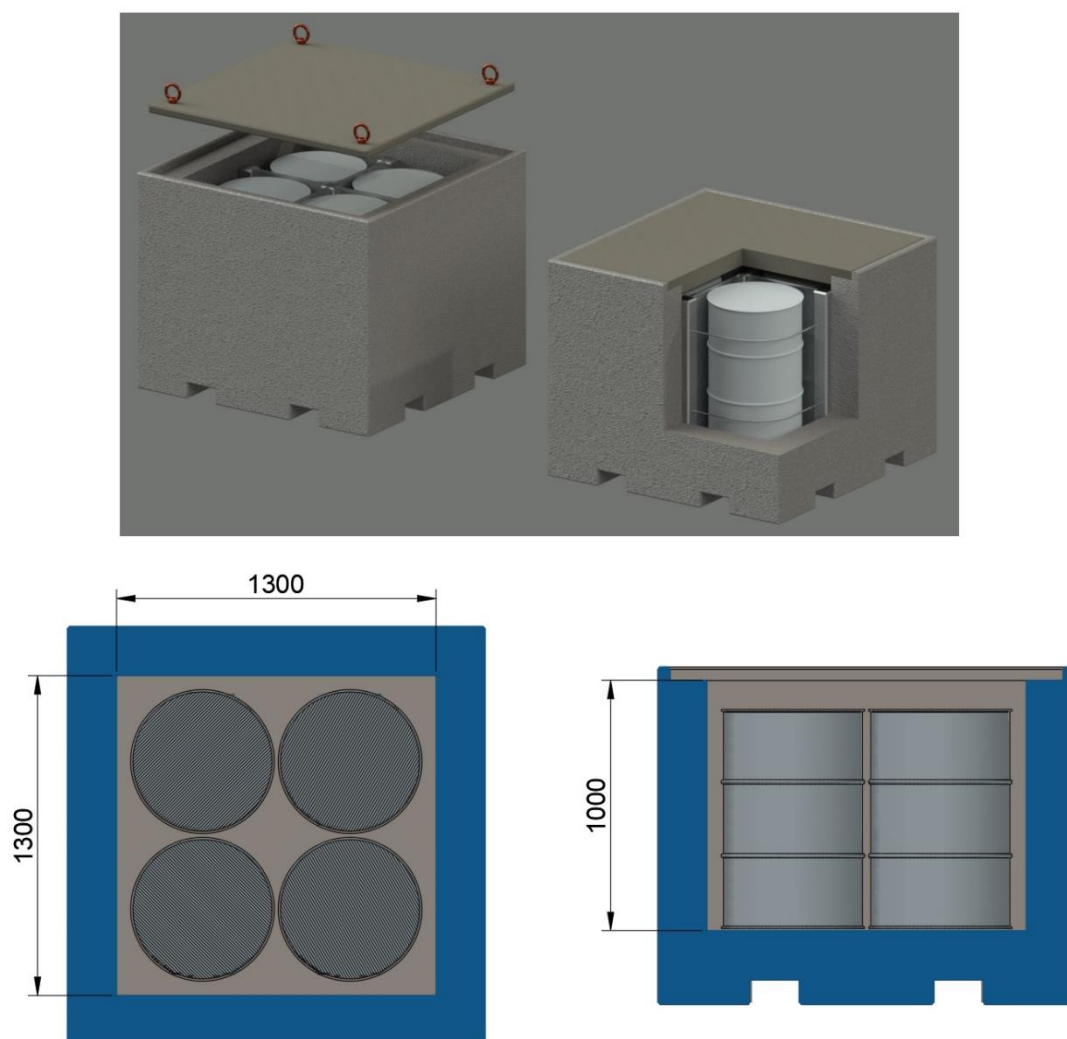
Vnější rozměr obalového souboru (přebal pro bidon) je daný tloušťkou stěny. Ta bude určena na základě pevnostních výpočtů (splnění požadavků na mechanickou pevnost) a požadované životnosti (degradace obalového souboru a ztráta bezpečnostní funkce).



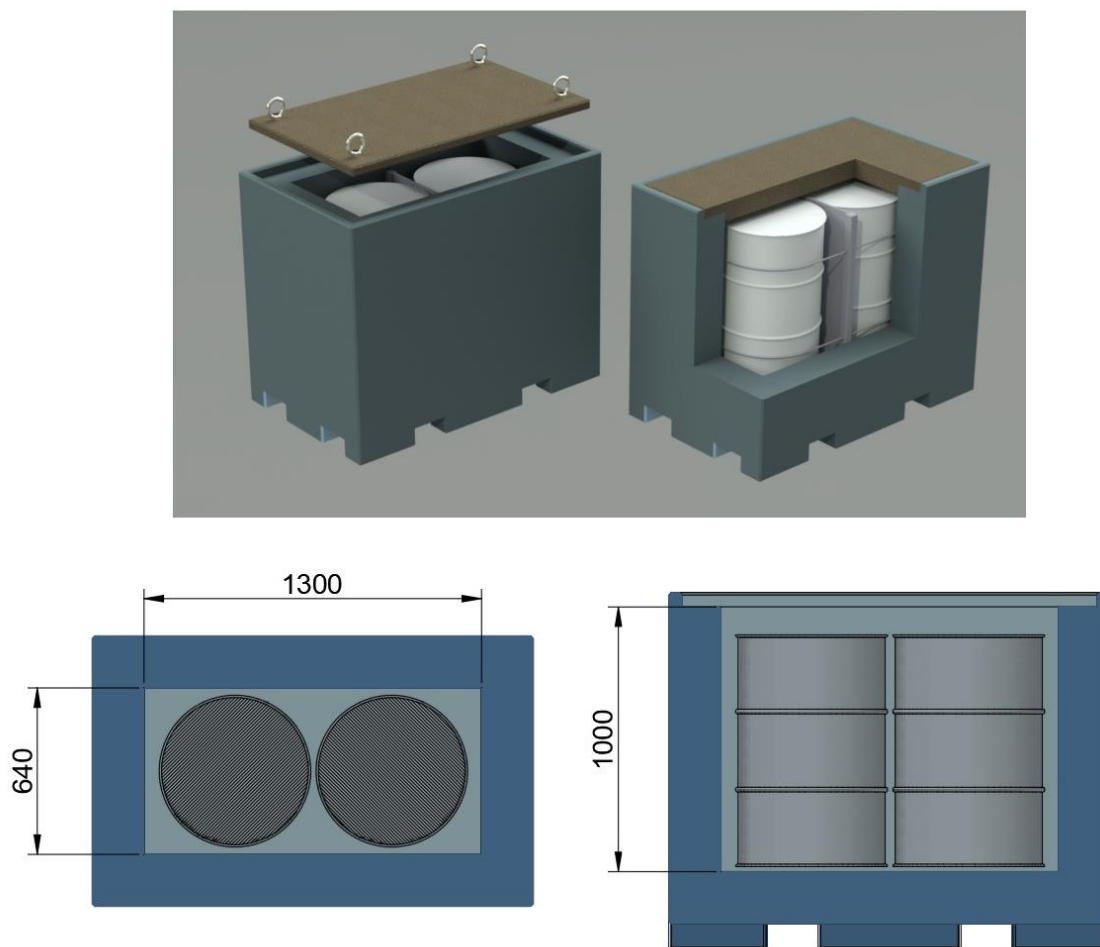
Obr. 1 Koncepční řešení obalového souboru pro vitrifikovaný odpad z přepracování VJP z LVR-15

3.2.3 Obalové soubory pro RAO v sudech o objemu 216 l

Obalový soubor ve tvaru kvádra pro 4 ks, příp. 2 ks sudů. Ocelový sud 216 l má průměr 595 mm a výšku 880 mm.



Obr. 2 Konceptní řešení obalového souboru pro 4 sudy RAO



Obr. 3 Koncepční řešení obalového souboru pro 2 sudy RAO

Vnější rozměr obalového souboru je daný tloušťkou stěny. Ta bude určena na základě pevnostních výpočtů (splnění požadavků na mechanickou pevnost) a požadované životnosti (degradace obalového souboru a ztráta bezpečnostní funkce).

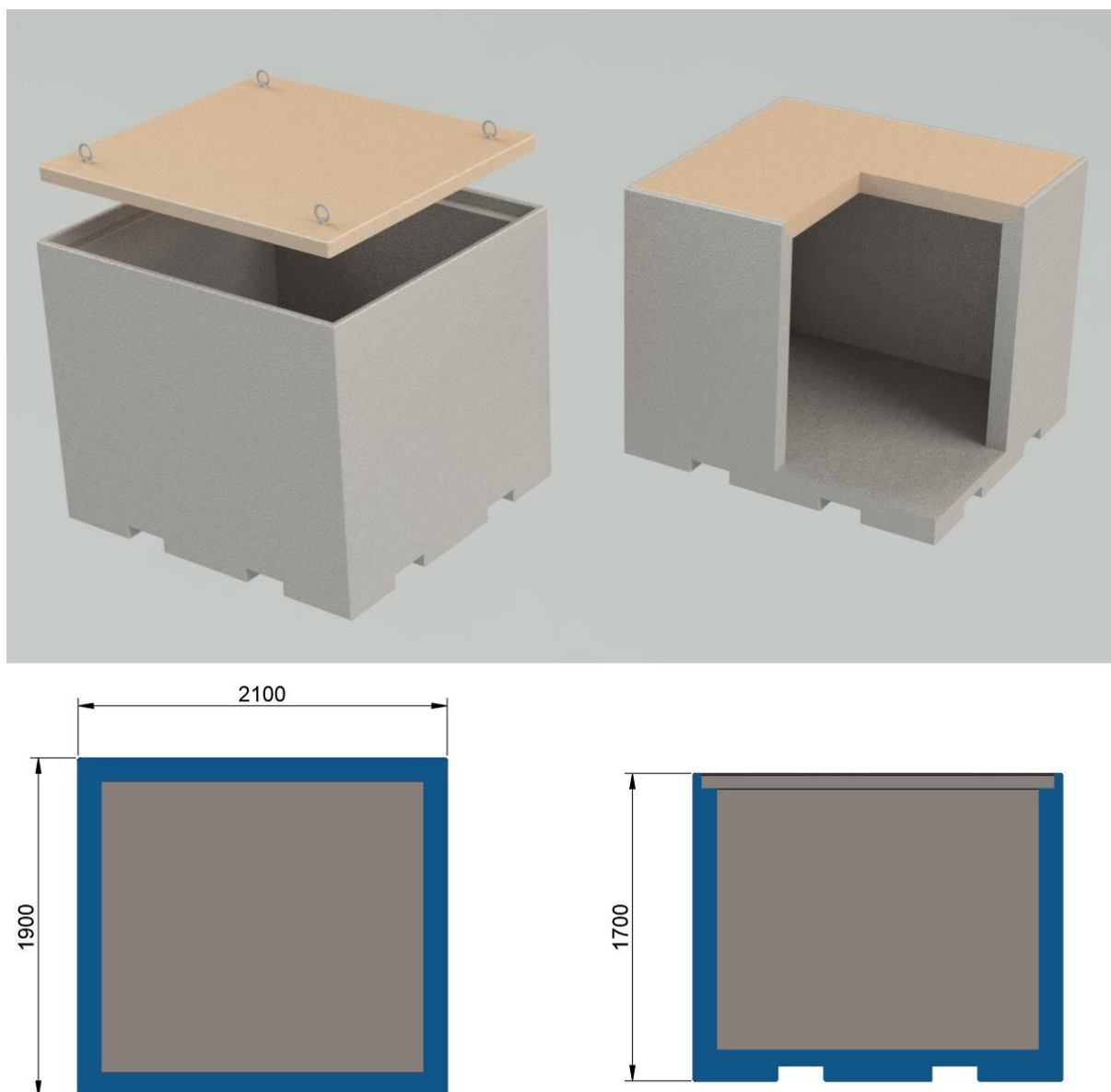
3.2.4 Obalové soubory pro kusový RAO různé velikosti

Obalový soubor ve tvaru kvádrů, variabilní velikost dle potřeby.

Na základě analýzy, provedené v Pospíšková et al. (2022) jsou maximální doporučené vnější rozměry OS 2,4 x 2,2 x 2,0 m (š x d x h), hmotnost naplněného OS cca 10 t.

Tloušťka stěny bude určena na základě pevnostních výpočtů (splnění požadavků na mechanickou pevnost) a požadované životnosti (degradace obalového souboru a ztráta bezpečnostní funkce).

Obr. 4 Koncepční řešení obalového souboru pro kusový RAO, největší varianta.



3.3 Materiálová variabilita navrhovaných obalových souborů

Důležitou funkci při návrhu obalového souboru hraje použitý materiál.

U obalových souborů typu D a S musí být prokázána dostatečná životnost, neboť obalový soubor zajišťuje v dlouhodobém horizontu bezpečnostní funkci.

Obalový soubor z pohledu provozní bezpečnosti musí být především zkonstruován tak, aby během přepravy a dalších manipulací zamezil úniku a rozptýlu radioaktivních látek, jak za normálních, tak za nestandardních situací. Mechanická odolnost je jednou z dokladovaných požadavků.

Mechanická pevnost se prokazuje několika zkouškami, za pevně daných zátěžových podmínek. Provádí se:

- Zkouška stohováním.
- Pádové zkoušky
 - Zkouška volným pádem;
 - Zkouška průrazem;
 - Zkouška dynamickým drcením.
- Zkouška těsnosti (postřikem vodou / ponořením do vody).
- Tepelná zkouška.

Podle typu obalových souborů se podmínky zátěže stupňují. Jako příklad je uveden rozdíl některých mechanických zátěžových zkoušek pro obalové soubory typu A a B(U), u kterých je rozdíl asi vidět nejvíc.

Tab. 2 Příklad požadavků některých mechanických zátěžových zkoušek pro OS typu A pro pevné látky a OS typu B(U)

	Obalový soubor typu A (pro pevné látky)	Obalový soubor typu B(U)
Zkouška volným pádem	Pád OS z výšky 0,3m - 1,2 m dle hmotnosti OS	Pád OS z 9 m na rovnou plochu
Zkouška průrazem	Pád tyče o průměru 3,2 cm o hmotnosti 6 kg z 1 m na OS	Pád OS na tyč o průměru 15 cm z 1 m
Zkouška dynamickým drcením	-	Pád tělesa o hmotnosti 500 kg z výšky 9 m na OS
Zkouška těsnosti	Ostřík OS vodou (srážková intenzita cca 5 cm/h)	Ponoření OS do vody, přetlak nejméně 150 kPa

Výběr materiálu obalového souboru musí být proveden s ohledem na to, že parametry obalového souboru musí vyhovět požadavkům, daným legislativou.

Lze tak uvažovat o oceli, vhodném materiálovém kompozitu, litině.

Omezeně také o vláknobetonu nebo betonu, i když v tomto případě půjde zřejmě o kombinaci materiálů – kovový kontejner s výplní, tedy betonkontejner.

4 Dostupnost obalových souborů na trhu a jejich využitelnost v ČR

Na základě výše provedené analýzy typů možných OS byla provedena rešerše tuzemských a zahraničních výrobků, které by mohly být pro daný účel použity.

Prověřeny byly možnosti České republiky, zemí EU a dalších evropských zemí. Výběr byl tak omezen proto, že při případném nákupu obalových souborů bude jednání s SÚJB o možnostech jejich použití v ČR snazší.

4.1 Potenciální dodavatelé obalových souborů

Průzkumem trhu byly nalezeno několik možných dodavatelů obalových souborů:

- Coming Plus a.s. (Česká republika);
- UJP PRAHA a.s. (Česká republika);
- JAVYS a.s. (Slovenská republika);
- GNS (Německo);
- Nuclear Shields B.V (Nizozemsko);
- Croft (Velká Británie).

Při prověřování jejich výrobků se zpracovatel zaměřil na několik specifických parametrů:

- Druh RAO, pro který je obalový soubor navržen;
- Využití obalového souboru;
- Schválení typu;
- Materiál;
- Garantovaná životnost;
- Cena.

Následující kapitola je výtahem a srovnáním důležitých informací o nalezených obalových souborech, podrobné technické specifikace výrobků jsou uvedeny v Přílohách 1-7.

Velmi omezené jsou informace o cenách. Ačkoliv všichni výrobci byli osloveni, informace byly poskytnuty pouze dvěma potenciálními dodavateli a v omezeném rozsahu.

Omezené jsou i informace o životnosti obalových souborů.

4.2 Souhrn informací o potenciálních dodavatelích a jejich výrobcích

Tab. 3 Informace o potenciálních dodavatelích a dostupných obalových souborech

Země	Společnost	Obalový soubor	Druh RAO	Použití	Certifikace (Typ)	Materiál	Životnost	Cena
Česká republika	Coming Plus a.s.	Comcon	ILW	skladování	A	kompozit	500 let	* a
	UJP Praha a.s.	HU-GP-65	LLW	přeprava	A	Ocel	* a	* a
		UK 200	LLW	přeprava	B(U)	ocel	* a	* a
	ŠKODA JS a.s.	VPVR/M	HLW	přeprava/ skladování	B(U)F	tvárná litina	60 let	490 700 € (11 921 000 CZK)
Slovenská republika	JAVYS a.s.	VBK	LLW	přeprava/ ukládání	IP2	vlákno-beton	300 let	24 000 € (583 000 CZK)
Německo	GNS	GNS Yellow Box	LLW / ILW	přeprava/ ukládání (pouze místní)	IP2, ukládací pro ÚRAO Konrad pro RAO třídy II	tvárná litina	* a	* a
		MOSAIK	LLW / ILW	přeprava/ skladování	IP2, B(U)	tvárná litina	* a	* a
		SBoX	LLW / ILW	skladování/ ukládání	* a	ocelový plech	* a	* a
		UBA	LLW / ILW	skladování/ přeprava	IP2	ocel/ beton	* a	* a

Země	Společnost	Obalový soubor	Druh RAO	Použití	Certifikace (Typ)	Materiál	Životnost	Cena
Nizozemsko	Nuclear Shields B.V	NWC1	LLW / ILW	skladování	IP1, IP2	ocel	50-100 let	Tloušťka stínění: 0 mm-42 800 €(1 040 000 CZK) 20 mm-52 688 €(1 280 000 CZK) 50 mm-63 166 €(1 535 000 CZK)
Velká Británie	Croft	200 litre SAFSTORE	ILW	přeprava/ skladování/ ukládání	IP2, B(U)	tvárná litina	* a	Tloušťka stínění: 100 mm-111 000 €(2 697 000 CZK) 200 mm-152 000 €(3 693 000 CZK) 300 mm-171 000 €(4 155 000 CZK)
		500 litre SAFSTORE	ILW	přeprava/ skladování/ ukládání	IP2, B(U)	tvárná litina	* a	Tloušťka stínění: 100 mm-160 000 €(3 888 000 CZK) 200 mm-187 000 €(4 544 000 CZK) 300 mm-224 000 €(5 444 000 CZK)
		MA SAFSTORE	ILW	přeprava/ skladování/ ukládání	IP2, B(U)	tvárná litina	* a	Tloušťka stínění: 160 mm-116 000 €(2 819 000 CZK)
		2m half height SAFSTORE	ILW	přeprava/ skladování/ ukládání	IP1, IP2, IP3	tvárná litina	* a	Tloušťka stínění: 75 mm-217 000 €(5 274 000 CZK) 120 mm-238 000 €(5 784 000 CZK)
		2m SAFSTORE	ILW	přeprava/ skladování/ ukládání	IP1, IP2, IP3	tvárná litina	* a	Tloušťka stínění: 75 mm-250 000 €(6 076 000 CZK) 120 mm-238 000 €(5 784 000 CZK)
		4m SAFSTORE	ILW	přeprava/ skladování/ ukládání	IP1, IP2, IP3	tvárná litina	* a	Tloušťka stínění: 75 mm-310 000 €(7 535 000 CZK) 120 mm-362 000 €(8 799 000 CZK)

Země	Společnost	Obalový soubor	Druh RAO	Použití	Certifikace (Typ)	Materiál	Životnost	Cena
		3m ³ SAFSTORE-C	ILW	skladování/ ukládání	B(U)	tvárná litina	* a	Tloušťka stínění: 100 mm-128 000 €(3 111 000 CZK) 200 mm-180 000 €(4 375 000 CZK)
		3m ³ SAFSTORE-M	ILW	skladování/ ukládání	B(U)	tvárná litina	* a	Tloušťka stínění: 100 mm-160 000 €(3 889 000 CZK) 200 mm-188 000 €(4 570 000 CZK)
		500 litre ROBUST DRUM	ILW	skladování/ ukládání	B(U)	tvárná litina	* a	Tloušťka stínění: 70 mm-48 000 €(1 167 000 CZK) 100 mm-56 000 €(1 361 000 CZK)
		SAFBOX	ILW	skladování	* a	tvárná litina	* a	Tloušťka stínění: 200 mm-246 000 €(5 979 000 CZK)
		3m ³ SAFSTORE DRUM	ILW	skladování/ ukládání	B(U)	tvárná litina	* a	Tloušťka stínění: 100 mm-118 000 €(2 867 000 CZK) 150 mm-147 000 €(3 571 000 CZK) 200 mm-163 000 €(3 960 000 CZK)

* a Informace nejsou k dispozici

* b přepočten cen s kurzem ze dne 08.11.2022 (1 EUR = 24.2931 CZK)

4.3 Využitelnost obalových souborů potenciálních dodavatelů pro potřeby ukládání do hlubinného úložiště

Česká republika je v současné době zastoupena třemi potenciálními dodavateli, firmami Coming Plus a.s., ÚJP Praha a.s. a Škoda JS a.s.

Sortiment **Coming Plus a.s.** je v současnosti zastoupen jedním výrobkem pro skladování RAO menších rozměrů. Konstrukční materiál je na bázi polymerních nanostruktur, s vlastnostmi, které by mohly zajistit požadovanou životnost ukládacího souboru. Stávající obalový soubor využitelný není, ale podle vyjádření výrobce není problém vyrobit jakýkoliv požadovaný tvar a velikost.

Po diskusi se zástupcem firmy se podařilo získat podrobnější informace k možným cenám OS níže uvedených typů a parametrů:

OS ve tvaru kvádra 1700 x 1600 x 2000 mm

- typ IP2 s dodatečným stíněním 100 mm a vnitřním využitelným objemem 2,91 m³ cca 175 tis EUR,
- typ B(U) s dodatečným stíněním 250 mm a vnitřním využitelným objemem 1,84 m³ cca 205 tis EUR.

OS ve tvaru válce o průměru 1500 mm a výšce 1060 mm

- typ IP2 s dodatečným stíněním 130 mm a vnitřním využitelným objemem 0,58 m³ cca 85 tis EUR,
- typ B(U) s dodatečným stíněním 200 mm a vnitřním využitelným objemem 0,36 m³ cca 95 tis EUR.

Sortiment **ÚJP Praha a.s.** je zaměřen především na přepravní, příp. skladovací obalové soubory, především menších rozměrů. Tomu odpovídá i konstrukční řešení obalových souborů, většinou členité povrchy. Stávající obalové soubory využitelné nejsou, nicméně důležité je vědět, že v ČR existuje firma se zkušenostmi s návrhem a výrobou speciálních obalových souborů.

Škoda JS. a.s. je výrobcem obalového souboru VPVR/M, ve kterých lze skladovat VJP z LVR-15. Tento OS byl využit pro přepravu VJP z LVR-15 do přepracovatelského závodu. Ačkoliv je OS schválen jako skladovací, nabízí se myšlenka prověřit jeho možnosti a navrhnout možné úpravy tak, aby bylo možné ho klasifikovat jako ukládací.

Ze zahraničních výrobců byly prověřeny společnosti JAVYS s.r.o, GNS a Nuclear Shields B.V. a Croft.

Společnost **JAVYS s.r.o.** používá pro ukládání RAO vláknobetonové kontejnery (VBK). VBK je v současné době licencován pro přepravu, skladování a ukládání nízko a středně aktivních odpadů. Je možné, že pro omezené množství RAO by mohl být využitelný, především pro RAO z vyřazování, ale je nutné prověřit, zda bude vyhovovat rozšířeným požadavkům (z hlediska ukládaného inventáře).

Některé obalové soubory společnosti **GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH** jsou schváleny dle mezinárodních požadavků (IP, B(U)), některé pouze pro domácí použití v úložišti Konrad. Ve všech případech by bylo nutné prověřit, zda je možné je využít pro požadovaný účel, a případně pro ukládání projít schválením typu. Popisované obalové soubory jsou i inspirací pro vlastní návrh obalových souborů, materiálově jsou využity ocel, litina, a také kombinace ocel-beton (obalový soubor UBA).

Společnost **Nuclear Shields B.V** má k dispozici především přepravní obalové soubory menších rozměrů pro ZIZ nebo stínící boxy pro sběr RAO. Jediný obalový soubor větších rozměrů (NWC1) je schválen jako skladovací. Konstrukčně by jako ukládací nevyhověl (stěny jsou z dvojitého plechu s vnitřní ocelovou výztuží, ale výztuž není kompaktní v celé stěně), nicméně je inspirací pro návrh obalového souboru pro ukládání 200 l sudů. V této formě je v současnosti skladovaná část RAO v ÚRAO Richard, která se předpokládá uložit v hlubinném úložišti.

Nejširší nabídku obalových souborů má firmy **Croft**. Z portfolia byly vybrány pouze takové produkty, které přibližně odpovídají druhu RAO, které se předpokládá v ČR ukládat do hlubinného úložiště. Některé obalové soubory by mohly být využitelné, jsou předpokládány jako ukládací, nicméně je nutné prověřit, zda budou vyhovovat konkrétním požadavkům z hlediska obsahu ukládaného inventáře a předpokládané životnosti.

5 Licenční proces pro schválení typu obalového souboru

Požadavek na schválení typu obalového souboru je zakotven v zákoně č. 263/2016 Sb., §137, (1) a) – *Výrobek lze používat jen tehdy, jestliže byl jeho typ schválen Úřadem, jde-li o OS pro přepravu, skladování nebo ukládání RA látky nebo štěpné látky.*

Vyhl. č. 379/2016 Sb. definuje v §11, bod 1), které typy obalových souborů podléhají procesu schvalování.

1) Schválení typu výrobku podléhá obalový soubor určený pro přepravu, skladování nebo ukládání radioaktivní nebo štěpné látky, včetně radioaktivního odpadu, a to obalový soubor

a) typu IP-1, IP-2, IP-3 a A pro přepravu štěpné látky, s výjimkou vyjmuté štěpné látky,

b) pro přepravu 0,1 kg a více hexafluoridu uranu; v případě mezinárodní přepravy radioaktivní zásilky podle bodu 34 části I přílohy č. 1 k této vyhlášce je nutné také schválení typu příslušným orgánem státu, kterého se přeprava týká,

c) typu B(U), B(M) a C pro přepravu radioaktivní nebo štěpné látky; v případě mezinárodní přepravy radioaktivní zásilky typu B(M) podle bodu 67 části I přílohy č. 1 k této vyhlášce je nutné také schválení typu příslušným orgánem státu, kterého se přeprava týká,

d) pro přepravu radioaktivní nebo štěpné látky vyžadující vícestranné schválení podle mezinárodních smluv, kterými je Česká republika vázána,

e) typu D určený k ukládání vyhořelého nebo ozářeného jaderného paliva nebo radioaktivního odpadu vzniklého jeho zpracováním a

f) typu S určený ke skladování radioaktivní nebo štěpné látky, včetně radioaktivního odpadu, a to pro radioaktivní látku zvláštní formy, jejíž aktivita převyšuje hodnotu A1, nebo pro radioaktivní látku jiné než zvláštní formy, jejíž aktivita převyšuje hodnotu A2.

Typ A obalového souboru se sice neschvaluje, nicméně i jeho provedení musí odpovídat požadavkům na něj kladeným. Na vyžádání SÚJB je nutné doložit požadované certifikáty a výsledky všech požadovaných zkoušek.

Z výše uvedeného legislativního výtahu plyne, že **navrhované obalové soubory pro uložení RAO určeného k uložení do hlubinného úložiště budou vždy podléhat schválení typu, neboť prioritním účelem je uložení RAO.**

5.1 Postup při schvalování obalového souboru

Proces je regulován legislativními požadavky (zákon č. 263/2016 Sb. §§138 a 139).

Rízení o schválení typu výrobku se zahajuje na základě žádosti výrobce, dovozce, distributora nebo jiné osoby, která prokáže právní zájem na schválení typu výrobku.

Obsah žádosti je definován požadavky v zákoně č. 263/2016 Sb.

- §138 (2) a) až g) (obsah žádosti),
- §138 (4) (přílohy k žádosti), podrobněji rozvedené v Příloze č. 2 zákona,

- §138, (6) (podrobnosti k rozsahu, náplni, způsobu provedení a dokumentaci zkoušek dle prováděcí vyhl. 379/2016 Sb.)
- §58 (posouzení shody vybraného zařízení s technickými požadavky),
- §140 (ověřování a dokladování shody vlastností výrobku se schváleným typem výrobku)

Úřad vydá rozhodnutí o schválení typu obalového souboru ve lhůtě 12 měsíců od zahájení řízení o schválení typu výrobku (zákon č. 263/2016 Sb., §138).

Tato lhůta je nepřekročitelná, ale vzhledem k možnosti přerušení správního řízení dle § 64 správního řádu může celková doba od podání žádosti po vydání rozhodnutí o schválení typu výrazně překročit dobu 1 roku. Přerušení správního řízení může např. souviset s nedostatky v žádosti, zejména v přiložené dokumentaci k žádosti o schválení typu OS. Proto celková doba, se kterou by měl žadatel počítat v případě zahájení správního řízení pro nové, doposud v ČR nepoužívané, resp. nevyráběné typy OS, je cca 15–24 měsíců (SÚJB, 2018).

Proces schválení typu OS musí proběhnout před správními řízeními k uvádění hlubinného úložiště do provozu dle zákona č. 263/2016 Sb. Tento proces musí být ukončen nejpozději před zahájením aktivních zkoušek úložiště, v rámci, kterých je OS přepraven a umístěn nebo před prvním použitím OS (SÚJB, 2018).

Vydání rozhodnutí o typovém schválení je zpoplatněno v souladu s ustanovením zákona č. 634/2004 Sb., Příloha 1, část VII, Položka 107. Níže jsou uvedeny výše poplatků za rozhodnutí o schválení typu:

1. Vydání rozhodnutí o schválení typu obalových souborů
 - a) typů určených pro vyhořelé jaderné palivo z jaderných elektráren 100 000 Kč
 - b) typů určených pro ozářené jaderné palivo z výzkumných jaderných reaktorů 100 000 Kč
 - c) typů určených pro čerstvé jaderné palivo pro jaderné elektrárny 50 000 Kč
 - d) typů určených pro čerstvé jaderné palivo pro výzkumné jaderné reaktory 10 000 Kč
 - e) typů určených pro ostatní jaderné materiály nebo radioaktivní látky 5 000 Kč
 - f) v případech opakovaného vydání rozhodnutí uvedeného v písmenech a) až e) 1 000 Kč
2. Vydání rozhodnutí o schválení typu
 - b) ostatních zdrojů ionizujícího záření 1 000 Kč

5.2 Dokumentace ke schválení typu obalového souboru

Obsah dokumentace předkládané s žádostí schválení typu OS, je stanoven v Příloze 2 k zákonu č. 263/2016 Sb.

Podrobnější návod ke členění a obsahu dokumentace je uveden v metodickém pokynu BN-JB-OD-1.1 (Rev. 0.0).

Doporučená struktura dokumentu je strukturou vrcholové shrnující zprávy, která se bude odkazovat na další samostatné dokumenty, které budou součástí předkládané dokumentace.

Mezi tyto dokumenty patří především:

- projektová dokumentace,
- průkazy o provedených zkouškách, teplotní a mechanické výpočty, výpočty zajištění jaderné bezpečnosti a radiační ochrany,
- program řízeného stárnutí,
- plán kvality,
- konstrukční dokumentace včetně výkresové části,
- návody k obsluze a údržbě včetně návrhu kontrol a zkoušek.

5.3 Možnost licencování zahraničních výrobků

Možnost použití výrobků zakoupených v zahraničí zákon č.263/2016 Sb. připouští za určitých podmínek.

Zákon č. 263/2016 Sb. § 137 odst. 4 říká, že pokud byl obalový soubor vyroben nebo uveden na trh v některém z členských států Euratomu, v Turecku nebo v některém ze států Evropského sdružení volného obchodu, který je současně smluvní stranou Dohody o Evropském hospodářském prostoru, v souladu s právními předpisy tohoto státu, uznávají se výsledky zjištění provedených v tomto státě, pokud zaručují srovnatelnou úroveň, jakou vyžaduje tento zákon, a pokud jsou tato zjištění k dispozici Úřadu. Tento výrobek se považuje za odpovídající schválenému typu výrobku podle tohoto zákona.

Výklad SÚJB k tomuto ustanovení, zveřejněný na webové stránce SÚJB dále uvádí podrobnější informace (SÚJB, online):

Pokud je zemí původu obalového souboru některá země – signatář mezinárodních modálních smluv ADR, COTIF/RID a ICAO/Příloha 18/Doc 9284 a která současně není zemí podle § 137 odst. 4 zákona č. 263/2016 Sb., není nutné schvalovat Státním úřadem pro jadernou bezpečnost konstrukční typ obalového souboru typu B(U) (nepodléhá-li daný obalový soubor současně přechodným opatřením) a konstrukční typ obalového souboru typu C.

Naopak, konstrukční typ každého obalového souboru, který podléhá přechodným opatřením vyžadujícím vícestranný souhlas podle některého z modálních předpisů ADN, ADR, ICAO, IMDG a COTIF/RID, musí být před použitím daného OS na našem území schválen Státním úřadem pro jadernou bezpečnost.

V souvislosti s brexitem to v případě obalových souborů uvedených na trh ve Velké Británii, které budou využívány v ČR, znamená, že:

- OS typu IP-1, IP-2, IP-3 a A (pro přepravu radioaktivních látek, které nejsou štěpnými látkami) se neschvalují;
- OS typu IP-1, IP-2, IP-3 a A (pro přepravu štěpných látek, v identifikačním označení se objeví písmeno „F“) se schvalují v každém státě, tj. je nutné jejich schválení SÚJB;
- OS typu B(U) a C (pro přepravu radioaktivních látek, které nejsou štěpnými látkami) schvaluje země původu konstrukčního typu a ostatní země (signatáři mezinárodních dohod jako jsou ADN, ADR, ICAO, IMDG a COTIF/RID), včetně ČR, toto schválení uznávají. Tohle je i případ OS typu B(U) schválených ve Velké Británii;
- OS typu B(U) a C (pro přepravu štěpných látek, v identifikačním označení se objeví písmeno „F“) schvaluje každá země sama; tj. je nutné jejich schválení SÚJB;

- OS typu B(M) a OS podléhající přechodným opatřením schvalují všechny země, kterých se plánovaná přeprava tímto OS týká; tj. je nutné jejich schválení SÚJB.

Na rozdíl od mezinárodních dokumentů (IAEA, 2018) vyhláška č. 379/2016 Sb. v Příloze č. 2 obsahuje i požadavky na skladovací a ukládací OS typu S a D.

Tyto požadavky primárně vycházejí z požadavků na přepravní OS, ale navíc zohledňují potřebu mechanické odolnosti OS a nutnost dlouhodobé izolace obsahu OS od okolního prostředí; produkci zbytkového tepla a jeho možný vliv na příspěvek OS k plnění bezpečnostních funkcí OS (zabezpečení podkritičnosti, stínění, odvod tepla, zádržný systém); a v případě skladovacích OS nutnost průběžných kontrol těsnosti OS po dobu skladování.

Schválení typu těchto OS provádí vždy SÚJB.

6 Závěr a doporučení

Obalový soubor má v hlubinném úložišti bezpečnostní funkci. Pokud mají obalové soubory plnit nebo přispívat k plnění bezpečnostní funkce, musí být před jejich použitím schválen konkrétní typ obalového souboru dle požadavků zákona 263/2016 Sb. a jeho prováděcích vyhlášek.

Vzhledem k tomu, že RAO je často upravován mimo pracoviště skladu nebo úložiště RAO, musí být většina typů používaných OS schválena jak pro přepravu, tak i skladování a v případě hlubinného úložiště ukládání.

To znamená, že obalový soubor, který bude použit pro ukládání RAO v hlubinném úložišti, musí plnit legislativní požadavky např: D+B(U), nebo D+A(F), atd. Po dobu přepravy a výskytu osob v blízkosti zásilky je nutné dodržet limit PDE. Požadavek může být zajištěn přídatným přebalem obalového souboru, který bude mít stínící funkci.

S ohledem na charakter předpokládaných RAO budou využity především **obalové soubory v klasifikaci podle vyhl. 379/2016 Sb. typ A, B(U) a A, příp. B(U) + zásilka obsahující štěpné látky (F)**.

V kapitole 3.2 byly zpracovány koncepční návrhy obalových souborů, které by dimenzemi odpovídaly

- pro vitrifikovaný odpad z LVR-15, kde základním vstupem byly rozměry bidonu s vitrifikátem,
- pro sudy o objemu 216 l, ve variantě pro 2 a 4 ks sudů, kde základním vstupem byly rozměry sudu 216 l,
- kusový RAO různé velikosti, kde základním vstupem byla analýza provedená v (Pospíšková et al. 2022).

Provedený návrh neřeší tloušťku stěny obalového souboru, neboť tento parametr je nutné stanovit na základě očekávaného inventáře obalového souboru, použitého materiálu a požadované mechanické odolnosti dle typu obalového souboru (požadavek vyhl. č.379/2016 Sb.).

Výběr materiálu obalového souboru musí být proveden s ohledem na požadavek pro ukládací obalový soubor – životnost, která je opět vztažena k očekávanému inventáři v obalovém souboru.

Ze zkušenosti však lze uvažovat o oceli, vhodném materiálovém kompozitu, litině. Omezeně také o vláknobetonu nebo betonu, i když v tomto případě půjde zřejmě o kombinaci materiálů – kovový kontejner s výplní, tedy betonkontejner.

Pro návrh obalového souboru pro nepřepřacované VJP z výzkumných reaktorů je vhodné vycházet z návrhu UOS pro VJP z energetických reaktorů (Forman et al., 2021), neboť požadavky na OS budou díky charakteristickým vlastnostem uloženého VJP obdobné. Vlastní návrh musí splňovat podmínky zajištění jaderné bezpečnosti (zajištění podkritičnosti) a respektovat rozměry ukládaných palivových souborů.

Na základě provedené analýzy typů možných OS byla provedena rešerše tuzemských a zahraničních výrobců a jejich výrobků, které by mohly být pro daný účel použity.

Česká republika je v současné době zastoupena třemi potenciálními dodavateli, firmami Coming Plus a.s., ÚJP Praha a.s. a Škoda JS a.s. Ze zahraničních výrobců byly prověřeny především možní dodavatelé z EU a dalších evropských zemí. Výběr byl tak omezen proto, že při případném nákupu obalových souborů bude jednání s SÚJB o možnostech jejich použití v ČR snazší. Možnými dodavateli mohou být společnosti JAVYS s.r.o, GNS a Nuclear Shields B.V. a Croft.

Výsledky jsou souhrnně uvedeny v kap. 4, Tab. 3. Podrobnější informace k jednotlivým výrobkům jsou uvedeny v přílohách 1-7.

Proces schvalování typu a požadavky na dokumentaci předloženou k žádosti o schválení typu jsou zakotveny v zákoně č. 263/2016 Sb. a jeho prováděcích vyhláškách.

S výjimkou typu A obalového souboru podléhají schválení typu všechny přepravní obalové soubory (IP, B(U), B(M), C, zásilka pro štěpné látky). Je-li typ A použit pro štěpné látky, podléhá rovněž schválení. Obalové soubory pro skladování (S) a ukládání (D) rovněž podléhají schválení typu.

Ačkoliv typ A se neschvaluje, i jeho provedení musí odpovídat požadavkům na něj kladeným. Na vyžádání SÚJB je nutné doložit požadované certifikáty a výsledky všech požadovaných zkoušek.

Zákon č. 263/2016 Sb., § 137 odst. 4 říká, že pokud byl obalový soubor vyroben nebo uveden na trh v některém z členských států Euratomu, v Turecku nebo v některém ze států Evropského sdružení volného obchodu, který je současně smluvní stranou Dohody o Evropském hospodářském prostoru, v souladu s právními předpisy tohoto státu, uznávají se výsledky zjištění provedených v tomto státě, pokud zaručují srovnatelnou úroveň, jakou vyžaduje tento zákon, a pokud jsou tato zjištění k dispozici Úřadu. Tento výrobek se považuje za odpovídající schválenému typu výrobku podle tohoto zákona.

To se ale týká především přepravních obalových souborů. Na rozdíl od mezinárodních dokumentů (IAEA, 2018) vyhláška č. 379/2016 Sb. v Příloze č. 2 obsahuje i požadavky na skladovací a ukládací OS typu S a D.

Tyto požadavky primárně vycházejí z požadavků na přepravní OS, ale navíc zohledňují potřebu mechanické odolnosti OS a nutnost dlouhodobé izolace obsahu OS od okolního prostředí; produkci zbytkového tepla a jeho možný vliv na příspěvek OS k plnění bezpečnostních funkcí OS (zabezpečení podkritičnosti, stínění, odvod tepla, zádržný systém); a v případě skladovacích OS nutnost průběžných kontrol těsnosti OS po dobu skladování.

Schválení typu skladovacích a ukládacích OS provádí vždy SÚJB.

Doporučení postupu pro návrh OS a schválení typu dle vyhl. č. 379/2016 Sb.

1. Aktualizovat informace o předpokládaném inventáři a formě RAO.
2. Na základě kroku 1, ekonomické rozvahy požadavků na použití OS (skladování, transport, ukládání, kombinace uvedených) definitivně rozhodnout, o jaký typ(y) OS se bude jednat.
3. Na základě kroku 2 určit na daný typ obalového souboru požadavky dle Vyhlášky č. 379/2016 Sb., Přílohy č. 1, Část I, I. POŽADAVKY NA RADIOAKTIVNÍ NEBO ŠTĚPNÉ LÁTKY, OBALOVÉ SOUBORY A RADIOAKTIVNÍ ZÁSILKY, a určit způsob naplnění požadavků, např. následujícím způsobem:

Požadavek vyhlášky č. 379/2016 Sb.	Způsob splnění požadavku (např.)
I. 2. OBECNÉ POŽADAVKY NA OBALOVÉ SOUBORY A RADIOAKTIVNÍ ZÁSILKY	
7. Radioaktivní zásilka musí být zkonstruována tak, aby jí bylo možno a) snadno a bezpečně přepravovat s ohledem na její hmotnost, objem a tvar a b) v průběhu přepravy na nebo v dopravním prostředku zajistit.	Obalový soubor speciálně vyvinutý pro transport radioaktivních zásilek typu B(U), resp. A, maximální hmotnost včetně obsahu kg atp.
8. Radioaktivní zásilka musí být zkonstruována tak, aby a) zdvihací prvky na radioaktivní zásilce byly funkční a v případě jejich poruchy nebylo ohroženo plnění jiných požadavků této vyhlášky a b) byly splněny bezpečnostní faktory pro případ zvedání radioaktivní zásilky trhem.	Splněno konstrukcí OS
9. Zdvihací prvky, příchytky, úchyty a jakákoliv jiná zařízení na vnějším povrchu radioaktivní zásilky použitelná k jejímu zvedání musí být zkonstruovány tak, aby udržely celou její hmotnost v souladu s požadavky bodu 8. Není-li požadavek věty první splněn, musí být odstranitelné nebo musí být jejich použití po dobu přepravy jinak znemožněno.	Splněno konstrukcí OS
10. Obalový soubor musí být v proveditelné míře zkonstruován bez vystupujících částí a musí mít snadno <u>dekontaminovatelný</u> vnější povrch.	Splněno konstrukcí OS – viz popis konstrukce
11. Vnější povrch radioaktivní zásilky musí být v proveditelné míře zkonstruován tak, aby se na něm nesrážela a neudržovala voda.	Splněno konstrukcí OS – viz popis konstrukce
12. Zařízení přepravované spolu s radioaktivní zásilkou nesmí snižovat její bezpečnost.	Splněno konstrukcí OS – doložené pevnostním výpočtem

Dále je třeba určit zkušební postupy dle Přílohy č. 1, Část II. ZKUŠEBNÍ POSTUPY. Např. následujícím způsobem:

Požadavky na OS dle Vyhl. č. 379/2016, Příloha č. 1, Část II ZKUŠEBNÍ POSTUPY (OS typu A a B(U))

	Požadavek	Průkaz
Příloha č. 1, Část II		
II.1. PROKAZOVÁNÍ SHODY		
Bod 1.	K prokázání shody s požadavky uvedenými v části I musí být použita jedna nebo více z metod uvedených v písmenech a) až d). Metody jsou:.... d) výpočet nebo podložený argument, pokud jsou výpočetní postupy a parametry obecně považovány za spolehlivé a konzervativní.	Výpočty (obecně)
Bod 2.	K vyhodnocení zkoušek provedených na vzorku, prototypu nebo modelu musí být použity odpovídající metody hodnocení. Vyhodnocení zkoušek musí prokázat soulad s požadavky uvedenými v části I a soulad postupu provedení zkoušek s požadavky v části II.	Výpočty (obecně)
II.5. ZKOUŠKY PRO RADIOAKTIVNÍ ZÁSILKY		
Bod 14.	Zádržný systém radioaktivní zásilky musí být jasně popsán	Popis OS
Bod 15.	Vnější prvky vzorku musí být jasně popsány, aby bylo možno provést jednoduchý a jasný odkaz na každou část vzorku	Popis OS
II.5.2. Zkoušení integrity zádržného systému a stínění (a vyhodnocování podkritičnosti)		
Bod 16. a) a b)	Po provedení zkoušky uvedené v bodech (18), 19 až 37 musí být a) identifikovány a zaznamenány vady a poškození, b) vyhodnoceno, zda je zachována integrita zádržného systému radioaktivní zásilky a zda je zachováno její stínění v rozsahu vyžadovaném pro zkoušenou radioaktivní zásilku v části I, a c) pro radioaktivní zásilku obsahující štěpné látky vyhodnoceno, zda jsou předpoklady a podmínky použité při hodnocení podle bodů 73 až 86 části I platné i pro zkoušenou radioaktivní zásilku.	Výpočet, posouzení

4. Na základě kroku 2 a 3 navrhnout projektové řešení OS. Součástí projektového řešení bude také návrh způsobu naplnění požadavků Vyhl. 379/2016 Sb. (viz bod 3) a rozhodnutí, jakým způsobem budou prokázány požadavky na Prokázání shody (viz bod 3) které umožňuje použití různých metod (Vyhláška č. 379/2016 Sb., Příloha č. 1, Část II, odd. II. 1), zda se bude jednat o fyzické zkoušky vzorků nebo prototypů či modelů OS, o průkazy výpočtem nebo podloženým argumentem apod. Součástí projektového řešení budou i další podklady pro provedení konstrukčního řešení, včetně údajů o materiálovém složení, ochrany proti korozi, provozní parametry, klasifikační třídy částí OS apod.
5. Navrhnout členění dokumentace (vrcholové shrnující zprávy), předkládané s žádostí schválení typu OS a zpracovat seznam všech dalších potřebných dokumentů, předkládaných se žádostí (obecně viz kap. 5.2).
6. Zpracovat a zkompletovat dokumentaci, předkládanou s žádostí schválení typu OS a předložit SÚJB.

Reference

- FORMAN L., PICEK M., DOBREV D., GONDOLLI J., MENDOZA MIRANDA A.N., STRAKA M., KOUŘIL M., STOULIL J., MATAL O., ČERMÁK J., KRÁL L., ŽALOUDEK J., VÁVRA M., ČUPR M. (2021): Závěrečná technická zpráva výzkumná část projektu Výzkum a vývoj ukládacího obalového souboru pro hlubinné ukládání vyhořelého jaderného paliva do stadia realizace vzorku, MS SURAO TZ 544/2021. Praha.
- IAEA (2018): Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, SSR-6, Rev-1. Vienna.
- POSPÍŠKOVÁ I. ET AL. (2009): Aktualizace referenčního projektu hlubinného úložiště radioaktivních odpadů v hypotetické lokalitě – I. etapa – Analýza vstupních předpokladů řešení. ÚJV Řež a.s. – divize ENERGOPROJEKT PRAHA.
- POSPÍŠKOVÁ I., VOZÁR M., FIEDLER F. (2022): Požadavky pro obalové soubory pro ukládání vysokoaktivních odpadů a ostatních odpadů obsahujících dlouhodobé radionuklidy – MS SURAO TZ 609/2022, Praha
- SÚJB (2018): Povolování činností v oblasti nakládání s RAO, BN-JB-OD-1.1 (Rev. 0.0), Praha.
- TOUŠ M., HAVLOVÁ V., ČUBOVÁ K. (2018): Vlastnosti RAO nepřijatelných do přípovrchových úložišť. MS SÚRAO – TZ230/2018. Praha.

Zákony:

Zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích.

Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon.

Vyhláška č. 379/2016 Sb., o schválení typu některých výrobků v oblasti mírového využívání jaderné energie a ionizujícího záření a přepravě radioaktivní nebo štěpné látky

www stránky:

SÚJB: Schválení typu OS. [cit. 15.11.2022]. Dostupné z:

<https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/prepravy-radioaktivnich-materialu/schvaleni-typu>

Příloha 1 - COMING PLUS a.s. (Česká republika)

Společnost COMING je na trhu již od roku 1989.

Hlavní činností je vlastní experimentální a praktický výzkum, vývoj, výroba, sériová výroba a aplikace špičkových materiálů, pokročilých technologií a nových systémů orientovaných na průmysl a stavebnictví.

Jedním z produktů jsou také kontejnery **COMCON**, vyrobené ze speciálně navržených kompozitních materiálů s unikátními vlastnostmi pro přepravu a skladování RAO nebo toxického odpadu.

Údaje z produktového listu pro stínící kompozitní materiál COMCON® SHIELD

Díky extrémní životnosti, nekorodovatelnosti, voděodolnosti lze OS perspektivně použít nejen pro skladování, ale i pro ukládání RAO.

Materiál COMCON® SHIELD je kompozit pryskyřic, sloučenin stínících kovů, chemických přísad, uhlíkových vláken a sorbetů. Pojivem materiálu je speciální epoxidová pryskyřice s vysokou radiační odolností na bázi stabilních alifatických uhlíkových řetězců. Základními plnivy materiálu jsou stabilní stínící částice s optimálně definovanou zrnitostí (ve velikosti od nanometrů do milimetrů).

Speciální patentovaná technologie výroby kompozitu spolu s projektovaným umístěním jednotlivých složek v materiálu a jejich vzájemným spolupůsobením umožňuje dosáhnout u kompozitu COMCON® SHIELD podstatně lepších stínících vlastností, než dokáží nabídnout standardně používané materiály a technologie.

Základní vlastnosti kompozitního materiálu COMCON® SHIELD

- Pevnost v tlaku: 90 MPa
- Pevnost v tahu za ohybu: > 45 MPa
- Modul pružnosti: 25 000 MPa
- Poissonův součinitel: 0,29
- Objemová hmotnost 2,5 – 6,5.103 kg/m³
- Součinitel teplotní roztažnosti: 3,16.10⁻⁵/deg C
- Vysoká radiační odolnost v řádu 10⁶ Gy (testováno až na 1MGy)
- Materiál má nulovou propustnost pro kapaliny – je trvale nevyluhovatelný
- Materiál je plynotěsný – avšak v případě požadavku může být ve vrchní části OS integrován speciálně upravený plynopropustný kompozit, který zajistí ochranu OS před nárůstem vnitřního tlaku na nevhodné hodnoty. I v tomto případě si materiál zachovává stínící schopnosti pro radiaci a nepropustnost pro kapaliny
- Materiál je nehořlavý a samozhášivý - odolnost teplotě 800°C cca 30 minut

- Trvalá odolnost mořské vodě, zředěným kyselinám, alkáliím, síranům, alifatickým uhlovodíkům, a ropným produktům

Výhody kompozitního OS COMCON® SHIELD LLW/ILW

- Absolutní korozivzdornost kompozitu zajišťuje požadovanou životnost i při nevýhodných skladovacích podmínkách
- Životnost OS > 300let
- Volitelné stínící účinky pro alfa, beta a gama záření. Materiál lze upravit i pro stínění neutronového záření
- Vzájemně spolupracují stínící vrstvy kompozitu násobí svou účinností a vyšší efektivní protonové číslo kompozitu snižuje faktor vzrůstu B - což umožňuje nabídnout lepší stínící vlastnosti OS při tenkých stěnách a tím nižších hmotnostech OS
- Polymerbeton COMCON® SHIELD ILW/LLW vyniká vysokou modularitou. Je možno modifikovat tvary, velikosti, mechanické vlastnosti, stínící účinky.
- Při výrobě je možno zabudovat do monolitu přídatné prvky (stínící, zpevňující) a tím rozšířit oblast použití. Odlévání různých tvarů a velikostí nabízí hledanou variabilitu obalových komplexů (např. kontejnery s tzv. „rozdělenou tloušťkou“ výrazně snižují nároky na tloušťku stínění a tím na hmotnost obalu.

Alternativně dostupné technologie a vlastnosti obalových souborů COMCON® SHIELD LLW/ILW

- Možnost průběžné kontroly obsahu OS bez nutnosti jakéhokoliv zásahu do OS využitím scintilace vybuzečné radiací. Výhodou tohoto řešení je, že měřená veličina (úroveň radiace) je převedena na měření intenzity viditelného světla, což lze snadno sledovat jak dnešními, tak v budoucnu očekávanými prostředky založenými na jiných principech (např. bionika). Na rozdíl od tlakových zkoušek anebo vizuální kontroly umožňuje tento způsob identifikovat stav skladovaného odpadu a případný únik odpadu bez jakéhokoliv zásahu do OS a to i v OS v těžko přístupném místě, nebo mezi jinými skladovanými OS.
- Možnost kontroly vlhkosti obsahu OS na podobných fyzikálních principech (tj. bez snímačů či elektronických zařízení uvnitř OS)
- Možnost zabudování speciálního RFID identifikátoru původu obsahu OS. Tento RFID by umožňoval zanesení informací o OS a vloženém odpadu (výrazné zefektivnění evidence a bezpečnosti)
- Možnost vkládat OS různých velikostí do sebe umožňuje navýšit stínící schopnosti OS. Např. lze uložit ^{241}Am v 16 malých OS, vnořených do středních, které jsou uloženy ve velkém OS. Tím je zajištěna ochrana třemi inženýrskými bariérami v jednom OS.

Záruka a životnost OS COMCON

- mají záruku 50 let, pokud jsou používány v souladu s technickými podmínkami,
- životnost na základě zrychlených testů je minimálně 500 let.

Certifikace

OS **S - Comcon Shield** byl schválen jako typ S pro skladování pevných RAO rozhodnutím ze dne 31.1.2018 Státním úřadem pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Splňuje požadavky zákona č. 263/2016Sb. a vyhlášky č. 379/2016 Sb.

Plní požadavky IAEA Safety Standard Series, Regulation for the Safe Transport of Radioactive Material, pro radioaktivní zásilky typu A.



Obr. 5 Obalový soubor COMCON® SHIELD LLW/ILW

Tab. 4 Technické parametry obalového souboru COMCON® SHIELD LLW/ILW

Výška obalu	600 mm
Vnitřní rozměr obalu	585 mm
Hmotnost obalu	30 kg
Výška stínícího OS	350 mm
Vnitřní rozměr stínícího OS (Š x V x H)	180 x 125 x 250 mm
Šířka stěny stínícího OS	45 mm
Hmotnost stínícího OS	60 kg
Použitý stínící materiál	COMRAD-M
Výška fixační vložky s hnízdem	145 mm
Vnitřní rozměr hnízda (průměr)	40 mm
Vnitřní rozměr hnízda (hloubka)	65 mm
Šířka stěny fixační vložky OS	30 mm

Zdroj informací:

<http://www.coming.cz/>

<https://www.comconsystem.cz/kontejnery-na-jaderny-odpad>

Příloha 2 – UJP PRAHA a.s. (Česká republika)

UJP PRAHA a.s. navazuje na činnosti bývalého Ústavu jaderných paliv, do jehož portfolia postupně zařadila aktivity dalších odborných oblastí. Má rovněž zkušenosti s návrhem a výrobou přepravních a skladovacích OS pro zdroje ionizujícího záření. Vyrábí je na přání zákazníka v různých variantách, přičemž pro stínění jsou využívány především ochuzený uran, slitiny wolframu, olovo, železo, polyetylen nebo parafín. Dle konstrukce jsou schváleny jako obalové soubory typu IP, A nebo B(U).

Z poměrně široké OS nabídky jsou podrobněji popsány jen některé z nich, spíše na ukázkou, neboť pro požadovaný účel nebudou přímo využitelné.

Údaje z produktového listu pro obalový soubor HU - GP – 65 TYP A

Je určen pro přepravu kapalných i pevných radioaktivních látek v provedení zvláštní formy nebo jiné zvláštní formy.

Povolený radioaktivní obsah v OS může dosáhnout maximální aktivity do hodnoty A1 pro zvláštní formu a A2 pro jinou než zvláštní formu radioaktivního materiálu při stanovené stínící schopnosti samotného stínícího obalu 2,22 GBq ^{60}Co a splněné podmínce, že příkon dávkového ekvivalentu na vnějším povrchu OS nepřevyší 2 mSv/hod.



Obr. 6 Obalový soubor HU-GP-65 TYP A; vlevo stínící pouzdro, uprostřed varianty OS I a II (rozdíl pouze mezi variantami ve výšce OS), vlevo varianta OS III

Tab. 5 Technické parametry obalového souboru HU-GP-65 TYP A

Obalový soubor	Typ A pro pevné i kapalné radioaktivní látky
Počet hnízd	1
Rozměr hnízda	Ø 37 x 110 mm
Vnitřní průměr hnízdového pouzdra	Ø 31,7
Maximální vložená aktivita	Do hodnoty A 1 a A2 při podmínce 2mSv/h na povrchu obalu
Tloušťka použitého stínění: - ochuzený uran - ocel	40 mm 9 mm
Maximální vnější rozměry: - stínícího obalu - OS varianta I: - OS varianta II: - OS varianta III:	Ø 130 x 314 mm 195 x 195 x 290 mm 195 x 195 x 360 mm Ø 250 x 390 mm
Maximální hmotnost: - samotného stínícího obalu včetně náplně: - OS varianta I: - OS varianta II: - OS varianta III:	45 kg 52 kg 53 kg 65 kg

Údaje z produktového listu pro obalový soubor UK – 200

Obalový soubor UK 200 typu B (U) je určen pro přepravu radioaktivních látek zvláštní formy.

OS se skládá ze stínícího obalu a přepravního obalu. Stínící obal tvoří válcové těleso s centrálním hnízdem uzavřeným stínicí zátkou a víko. Pro manipulaci je stínící obal opatřen dvěma závěsnými šrouby M16 ve víku. Přepravní obal je válcového tvaru, lze ho uzavřít víkem, které je těsněno "O" kroužkem a kovovým těsněním. Proti neoprávněné manipulaci je přepravní obal zabezpečen visacím zámkem v tyči, která je protažena oky závěsných šroubů a brání sejmutí víka. Jeden šroub spojující nádobu a víko přepravního obalu je upraven k umístění plomby.



Obr. 7 Obalový soubor UK-200; vlevo stínící obal, vpravo obalový soubor

Tab. 6 Technické parametry obalového souboru UK-200

Obalový soubor	Typ B(U) pro jinou než zvláštní formu a zvláštní formu radioaktivních látek
Počet hnízd	1
Rozměry hnízda	Ø 60 x 145 mm
Rozměry využitelného prostoru pouzder v hnízdě: • 1 x velké pouzdro • 2 x malé pouzdro	Ø 44 x 99 mm Ø 44 x 37 mm
Tloušťka stínění z uranu	cca 77 mm
Tloušťka ocelového stínění	cca 36 mm
Hmotnost samostatného stínícího obalu	273 kg
Vnější rozměry OS	Ø 420 x 498 mm
Hmotnost OS s přepravní kovovou bednou	357 kg

Zdroj informací:

<https://ujp.cz/cs/specialni-obalove-soubory/>

Příloha 3 – ŠKODA JS a.s. (Česká republika)

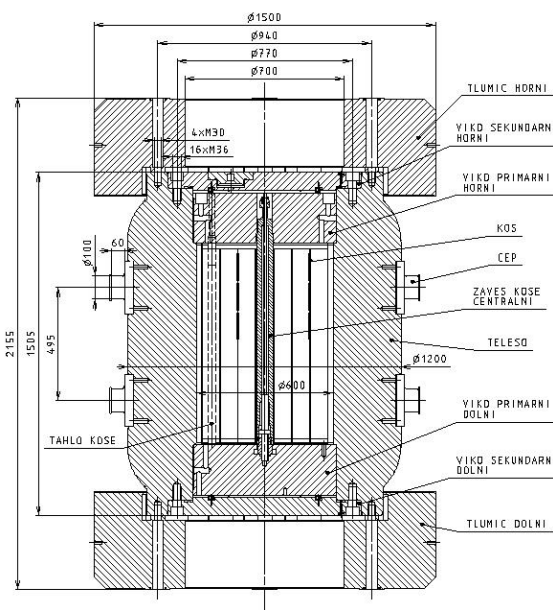
Jednou z klíčových aktivit společnosti ŠKODA JS je výroba obalových souborů pro VJP. Společnost ŠKODA JS vyrábí OS dle vlastních návrhů a spolupracuje rovněž s německou firmou GNS mbh Essen. Portfolio OS vlastního designu je široké, kromě OS na skladování a přepravu paliva z energetických reaktorů se specializuje také na dodávky jednoúčelových a speciálních OS na různé zářiče a další radioaktivní materiál.

ŠKODA JS dodala například kontejner typu A na převoz čerstvého paliva pro JE Temelín, OS TKS1000 a KSV440, které jsou určené pro přepravu ozářených svědečných vzorků tlakové nádoby reaktoru. Dalšími speciálními OS jsou olověné kontejnery řady PETA pro přepravu medicínských a kobaltových zářičů a OS 300TERA, ve kterém je možné převážet zářiče a vzorky s aktivitou až 300TBq. Zajímavostí je integrovaný mechanismus pro vysunutí pouzdra pro vzorky až do vzdálenosti 2,5 m z tělesa OS, a to jak ve vodorovné, tak i vertikální poloze. Stínění tohoto OS je zajištěno ochuzený uranem.

V rámci mezinárodní spolupráce dodala ŠKODA JS celkem 16 kusů obalových souborů VPVR/M, které byly určeny pro přepravu použitého jaderného paliva z výzkumných reaktorů ruského typu. Tyto OS používá ÚJV Řež; v rámci programu svozu použitého paliva s vysokým obohacením v nich bylo odvezeno palivo z většiny zemí ve střední a východní Evropě, Afriky a Asie. V poslední době byl tento obalový soubor uzpůsoben i pro letecké transporty a modifikován např. pro přepravu paliva čínského typu MNSR a připravuje se i jeho adaptace pro palivo typu TRIGA a MTR.

Popis obalového souboru ŠKODA VPVR/M

Obalový soubor ŠKODA VPVR/M je tvořen tělesem válcového tvaru, které se v horní a dolní části přes zaoblení zužuje. Ve vnitřním prostoru OS válcového tvaru s hladkým povrchem opatřeným hliníkovým nástřikem je umístěn koš z atakovaných plechů, tvořený 36 čtvercovými buňkami pro palivo a centrálním otvorem pro závěs koše. OS je uzavírán systémem dvou horních a dvou dolních vík, opatřených těsněním. Každé víko je k tělesu OS samostatně připevněno šrouby. Horní primární víko je tvořeno tlustostěnnou válcovou deskou o průměru 630 mm. Uprostřed víka je otvor pro zavedení centrálního závěsu koše. Ve víku jsou vytvořeny otvory pro vysoušení vnitřního prostoru OS před zatěsněním sekundárního víka a otvory pro táhla koše. Dolní primární víko je rozměrově analogické s horním. Ve středu víka je otvor se závitem pro upevnění centrálního závěsu a závitové otvory pro táhla koše. Horní sekundární víko je kruhová deska na vnitřní čelní ploše opatřená osazením, které se zapouští do vnitřního osazení tělesa a fixuje tak víko společně s 8 ks naváděcích per před nežádoucími vnějšími silovými účinky. Naváděcí pera jsou přišroubována po obvodu víka. Ve víku je dále vytvořena jímka ventilu pro vakuování a plnění OS heliem. Jímka je kryta masivním víčkem. Dolní sekundární víko je rozměrově analogické s horním, avšak nemá jímku. Každé sekundární víko je k tělesu přišroubováno 16 ks šroubů M36. Vnitřní prostor mezi primárními a sekundárními víky slouží pro monitorování těsnosti OS.



Obr. 8 Obalový soubor ŠKODA VPVR/M

Tab. 7 Technické parametry obalového souboru ŠKODA VPVR/M

Vnější průměr tělesa OS	1 200 mm
Výška bez tlumičů nárazu	1 505 mm
Výška s tlumiči nárazu	2 155 mm
Tloušťka stěny OS	300 mm
Maximální hmotnost zavezeného OS bez tlumičů nárazu	11 150 kg
Maximální hmotnost zavezeného OS s tlumiči nárazu	12 390 kg
Maximální hmotnost zavezených PS s VJP	450 kg

Zdroj informací:

<https://www.skoda-js.cz/>
<https://www.skoda-js.cz/reference/kontejnery-pro-transport-a-skladovani-pouziteho-jaderneho-paliva/>

Příloha 4 - Javys a.s. (Slovenská republika)

Vláknobetonové kontejnery (VBK) se začaly od roku 2000 vyrábět ve výrobně společnosti VYZKONT s.r.o. v Trnavě jako certifikované stavební výrobky na základě licenční smlouvy uzavřené mezi SEP, s.p. a francouzskými společnostmi SGN a Sogefibre. ÚJD SR žádalo zabezpečit povinnou certifikaci VBK v souladu s legislativními požadavky (podle tehdy platného zákona č. 84/1987 Z.z. o stavebních výrobcích) s tím, že VBK musel plnit podmínky přepravního OS a podmínky ukládacího OS pro životnost 300 let.

V rámci přípravy certifikace výrobku VBK byla zároveň francouzskou společností ANDRA ověřena možnost ekvivalentní náhrady jednotlivých komponentů potřebných pro výrobu vlákno - betonu (kromě vlákna Fibraflex) z domácích zdrojů při dodržení parametrů pro vlastnosti vlákno - betonu, přičemž proces měření a vyhodnocování parametrů jednotlivých komponentů pro výrobu VBK a samotného VBK byl konvertován z francouzských norem na slovenské normy a legislativu.

VBK je vyráběn v souladu s podmínkami certifikace řízení výroby (č. certifikátu SK04-ZSV-2327) a s podmínkami aktuálně platného technického posouzení č. SK TP – 16/0136 dle zákona č. 133/2013 Z.z. Je certifikován jako kontejner určený na úpravu, přepravu a trvalé ukládání pevných nebo zpevněných kapalných nízko a středně aktivních RAO.

Specifikace vláknobetonu

Vláknobeton patří do kategorie speciálních betonů, jeho specifické vlastnosti jsou dosaženy smícháním speciálních surovin (cement, přísady, granuláty, vlákno, ...) které zlepšují vlastnosti jako jsou pevnost, životnost, těsnost nebo pórovitost. Další funkce tohoto speciálního betonu jsou například zvýšení odolnosti vůči prasknutí, omezení vzniku mikrotrhlin a záruka trvanlivosti materiálu. Použitím vlákna a betonu se zredukuje tvorba trhlin, zvýší se pevnost v tahu a odolnost vůči nárazům a materiálové únavě.

Při výrobě VBK se používá směsný cement (směs strusky, popílku, portlandského slinku a sádrovce). Dalšími surovinami použitými při výrobě VBK jsou kamenivo s frakcí 10–14 mm a dvě frakce písku so zrnitostí 0,1 – 1 mm. Drcené kamenivo z přírodního křemene (použité pro zajištění požadované životnosti 300 let) je promývané vodou. Promýváním se zajistí odstranění prachových nečistot a omezení alkalicko-křemičitých reakcí, které by mohly mít za následek zvětšení objemu a narušení integrity kontejneru. Do směsi se přidává ještě křemičitý prach na zlepšení mechanických vlastností, kompaktnosti a nepropustnosti materiálu, a nekorodující kovové vlákno Fibraflex, které se vyznačuje velmi vysokou tahovou pevností, amorfni strukturou a korozní odolností i v agresivních prostředích.



Obr. 9 Vláknobetonový kontejner

Tab. 8 Technické parametry vláknobetonového kontejneru

Rozměry	1 700 x 1 700 x 1 700 mm
Maximální hmotnost po naplnění	15 000 kg
Stohovatelnost	3 na sebe
Stohovací pevnost	28 000 kg
Manipulační – upínací zařízení	Vrchní 4 – bodový závěs
Celkový objem	4,9 m ³
Vnitřní objem	3,1 m ³
Hmotnost prázdného OS	4 240 kg
Maximální hmotnost náplně	10 760 kg
Hmotnost těla	3 500 kg
Hmotnost víka	690 kg
Hmotnost zátek	25 kg (2x)

Zdroj informací:

<https://www.javys.sk/sk/cinnosti-spolocnosti/nakladanie-s-rao-nakladanie-s-radioaktivnymi-odpadmi>

Specifikace VBK, Vyzkont s.r.o

Hanušík V., Morávek J., Kusovská Z (2011): Správa o hodnotení v zmysle zákona NR SR č.24/2006 o posudzovaní vplyvov na ŽP, Rozšírenie Republikového úložiska rádioaktívnych odpadov v Mochovciach pre ukladanie nízko a stredne aktívnych RAO. VÚJE, a.s.

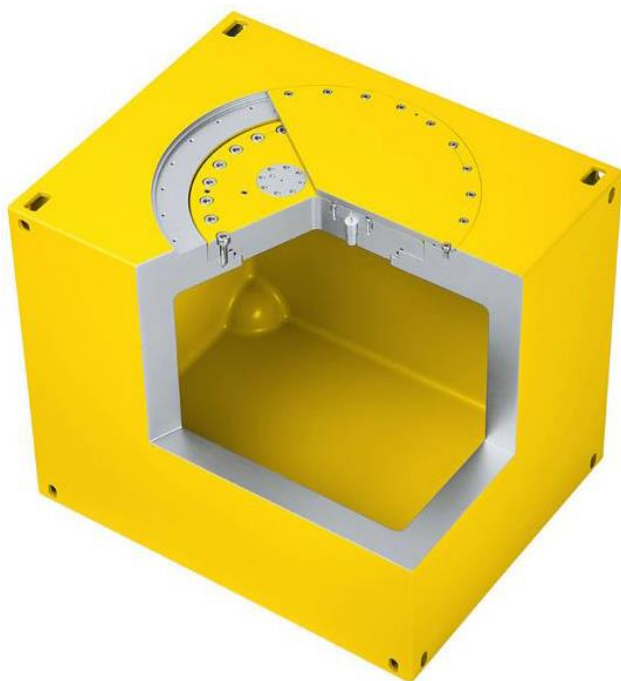
Příloha 5 – GNS (Německo)

Společnost GNS je přední světový dodavatel stíněných přepravních a skladovacích obalových souborů pro VJP a RAO. Nabízí také služby pro nakládání s VJP a všech typu RAO až po jejich uložení. Dále nabízí komplexní řešení pro vyřazování jaderných zařízení z provozu; od vyjmutí paliva až po demontáž velkých komponent, jako jsou např. tlakové nádoby reaktorů.

Údaje z produktového listu pro GNS Yellow Box

Obalový soubor ve tvaru kvádrů z tvárné litiny. Používá se jako obal pro RAO, který vyžaduje vyšší úroveň stínění. Je využitelný i pro vysycené ionexy.

GNS Yellow Box splňuje požadavky typu IP–2.



Obr. 10 Obalový soubor GNS Yellow Box

Tab. 9 Technické parametry obalového souboru Yellow Box

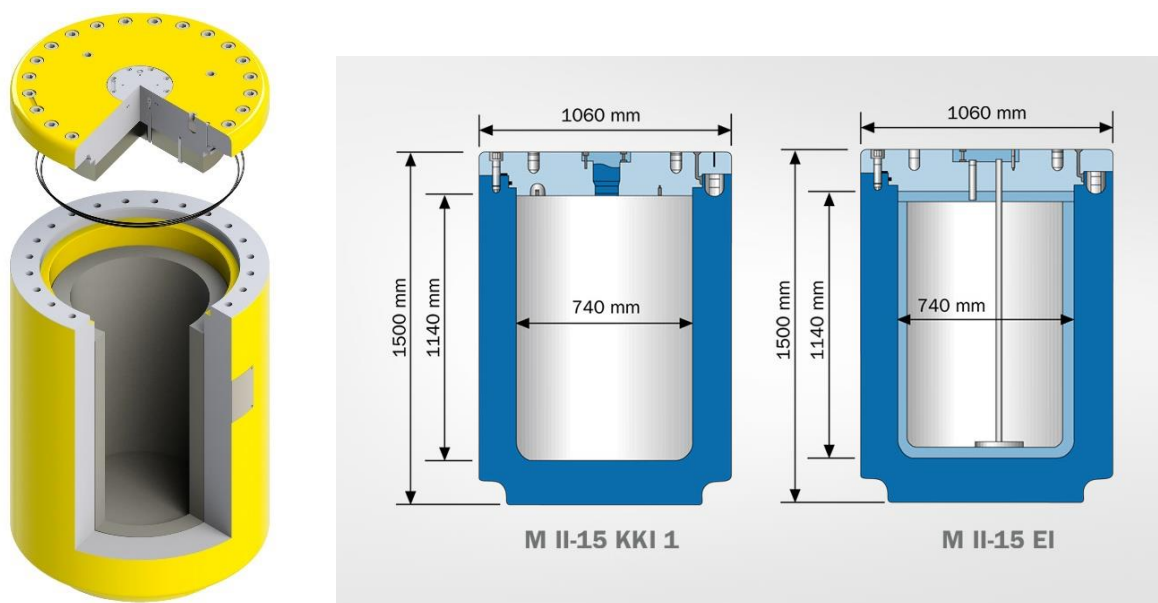
Hmotnost prázdného OS	18 400 kg
Maximální užitečné zatížení	6 000 kg
Rozměry OS (D x Š x V)	2 000 x 1 600 x 1 700 mm
Dekontaminovatelný povrch	
V rozích OS jsou umístěny úchyty pro manipulaci	

Údaje z produktového listu pro obalový soubor MOSAIK

Obalový soubor ve tvaru válce z tvárné litiny. Je určen pro středně aktivní odpady, včetně zpevněných kapalných a vysycených ionexů.

Obalový soubor je vybaven potřebnými přípojkami pro plnění a úpravu odpadů, odsávání a filtraci odcházejících vzdušín. V případě potřeby je možné ho vybavit dodatečným ocelovým stíněním.

GNS Yellow Box splňuje požadavky pro obalové soubory typu B(U), nebo IP-2, dle produktového typu (viz následující tabulka).



Obr. 11 Obalový soubor MOSAIK

Tab. 10 Technické parametry jednotlivých typů obalových souboru MOSAIK

	M II-10 T	M II-12 T	M II-15 KKI 1	M II-15 EI	M II-15 U EI
	Type IP-2	Type IP-2	Type IP-2	Type B (U)	
Vnější výška	1 500 mm				
Vnější průměr	1 060 mm				
Vnitřní výška max.	1 220 mm		1 140 mm		
Vnitřní průměr	860 mm	820 mm	740 mm		
Tloušťka stěny	100 mm	120 mm	160 mm		
Dodatečné stínění min. - max.	—	—	—	0 – 120 mm	

Hmotnost prázdného OS	4 300 kg	4 700 kg	5 730 kg	5 730 – 9 230 kg
Maximální objem	0,69 m ³	0,62 m ³	0,49 m ³	0,165 – 0,49 m ³

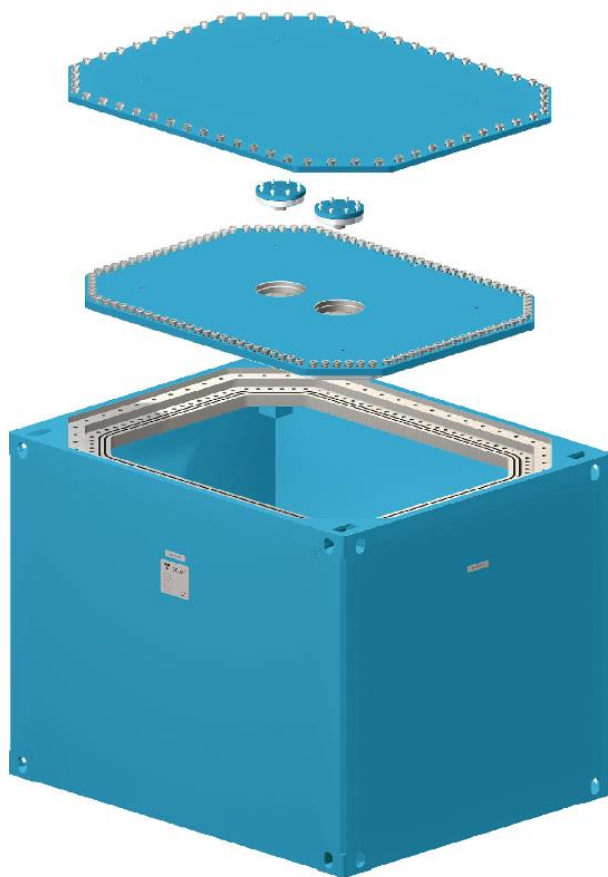
Údaje z produktového listu pro obalový soubor SBoX

Obalový soubor ve tvaru kvádrů svařovaný ze silnostěnných ocelových plechů.

Předpokládá se využít pro přepravu, skladování a konečné uložení různých druhů RAO.

Obalový soubor je vybaven potřebnými přípojkami pro plnění odpadů, příp. sušení odpadů. Může být dodán s integrovaným topným systémem. Je vybaven uzavíracím bezpečnostním víkem.

Informace o schválení typu nebyly uvedeny.



Obr. 12 Obalový soubor SBoX

Tab. 11 Technické parametry obalového souboru SBoX

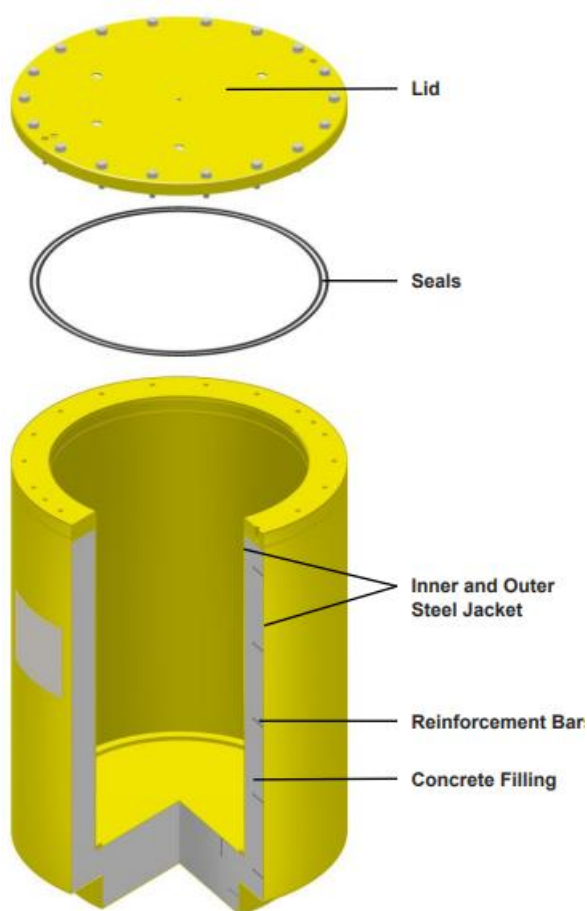
Hmotnost prázdného OS	16 500 kg
Maximální užitečné zatížení	8 500 kg
Vnější rozměry (D x Š x V)	2 000 x 1 600 x 1 700 mm

Údaje z produktového listu pro obalový soubor UBA

Obalový soubor ve tvaru válce, vnější a vnitřní stěnu tvoří ocelové plechy, mezikruží je vylito betonem. Kvůli stínění vloženého odpadu je možné použít dle potřeby beton o různé hustotě.

Lze použít pro pevný nezpevněný odpad nebo odpad v sudech o objemech mezi 200-400 l, s tím, že mohou být dodatečně zality cementovou směsí uvnitř obalového souboru.

Obalový soubor je v současné době schválen pouze pro uložení odpadu v úložišti Konrad jako obalový soubor kategorie I.



Obr. 13 Obalový soubor UBA

Zdroj informací:

<https://www.gns.de/language=en/23373/packaging>

Příloha 6 – Nuclear Shields B.V (Nizozemsko)

Společnost poskytuje služby v oblasti radiační ochrany. V portfoliu výrobků má stínící prostředky pro nukleární medicínu, průmysl, energetiku.

V oblasti nakládání s RAO jsou k dispozici především přepravní obalové soubory menších rozměrů pro ZIZ nebo stínící boxy pro sběr RAO.

Údaje z produktového listu pro obalový soubor NWC1

Obalový soubor ve tvaru kvádrů, z ocelových plechů a vyztužené konstrukce.

Lze použít pro pevný nebezpečný odpad nebo odpad v sudech o objemech 216 l. Pro tento případ je vybaven platformou pro uchycení sudů, se kterou se vkládá do obalového souboru.

Staré nebo poškozené sudy lze umístit do válcových obalů z HDPE (vysokohustotní polyethylen), které poskytují další dodatečnou ochranu proti úniku radioaktivních látek.

Konstrukčními prvky, které brání úniku radionuklidů do životního prostředí jsou:

- gumové těsnění odolné vůči záření (mezi víkem a tělem OS),
- válcové obaly z HDPE (vysokohustotní polyethylen),
- vnější ochranný nástřík (třívrstvý),
- vnitřní ocelový box o tloušťce 20 mm,
- stabilní vnější konstrukce obalového souboru.

Je možnost uložit RAO přímo do OS nebo OS využít jako velikostně optimální přebal na 4 sudy 216 l.

Pro manipulaci s OS je možno použít vysokozdvizný vozík nebo jeřáb.

Základna OS má na všech čtyřech stranách otvory pro lyžiny vysokozdvizných vozíků. Pro manipulaci jeřábem lze připevnit zvedací úchyty na rohové odlitky OS.

Pro sejmutí víka lze na horní straně víka našroubovat zvedací úchyty a víko sejmut.

Stabilita při stohování je zajištěna vloženými kužely v rozích OS. Lze stohovat 3 ks na sobě.

Obalový soubor splňuje požadavky pro typ IP-2 a IP-1.



Obr. 14 Obalový soubor NWC1

Tab. 12 Technické parametry obalového souboru NWC1

Vnější rozměry		1 630 x 1 630 x 1 217 mm
Vnitřní rozměry		1 430 x 1 430 x 957 mm
Objem		1,95 m ³
Materiál		Ocel s povrchovou úpravou
Povrchová úprava		vícevrstvý ochranný nátěr
Maximální užitečné zatížení		2 800 kg
Hmotnost prázdného OS	Tloušťka přídavného stínění	
	0 mm	3 500 kg
	20 mm	5 800 kg
	50 mm	9 200 kg
Stohovatelnost		3 ks na sebe

Zdroj informací:

<https://www.nuclear-shields.com/nuclear-waste-overpack-container.html>

Příloha 7 – Croft (Velká Británie)

Croft Associates Limited (Croft) poskytuje služby spojené s návrhem, testováním, licencováním, dodávkou a údržbou obalových souborů.

Ve své nabídce má široké portfolio obalových souborů, standardních výrobků i speciálních dle požadavků svých zákazníků. Z této nabídky jsou pro podrobnější popis vybrány jen některé, tedy ty, které by mohly být potenciálně využity.

Všechny návrhy splňují požadavky IAEA SSR-6.

Společnost Croft má zavedený systém kvality ISO 9001 a je pravidelně auditována kompetentními orgány. Vlastní rovněž osvědčení 10 CFR Part 71, vydané kompetentním orgánem USA.

Údaje z produktového listu pro obalové soubory 200 a 500 litre SAFSTORE

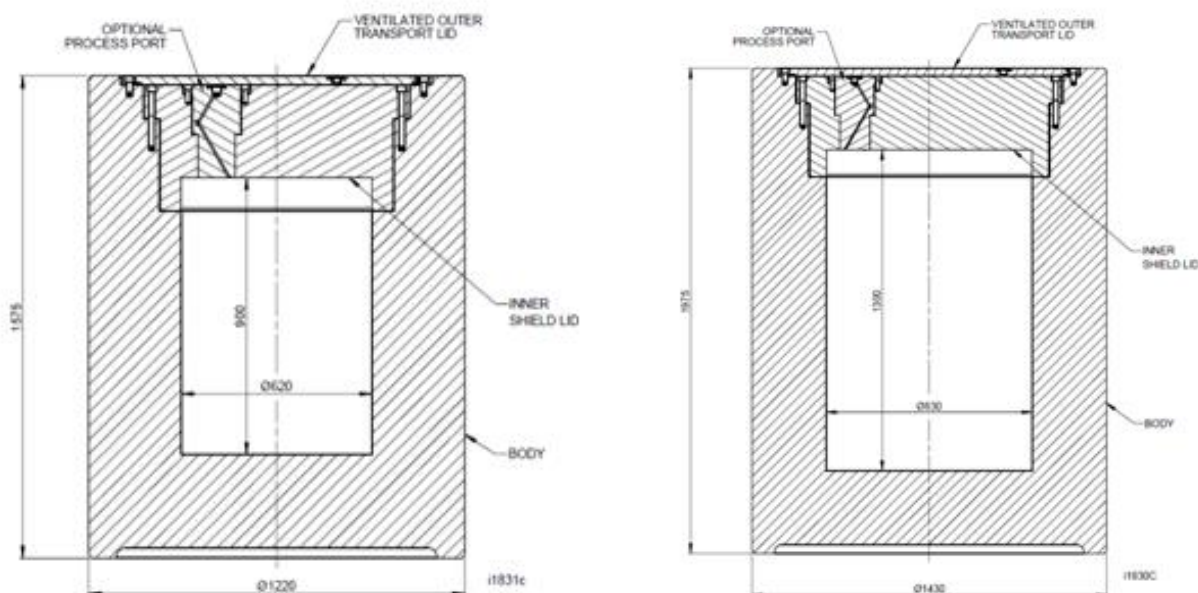
Obalový soubor ve tvaru válce, vyrobený z tvárné litiny.

Je navržen tak, aby do jeho vnitřního prostoru bylo možné uložit standardní 200/500 l sud. Uzavírá se pomocí systému dvou vík, vnitřní víko ve vybaveno plnicím otvorem, vnější odvodním výduchem s filtrací.

Oba typy obalových souborů lze vybavit přídatným vnitřním stíněním o volitelných tloušťkách 100, 200 a 300 mm.

Obalové soubory splňují požadavky pro

- typ IP-2 pro RAO neobsahující štěpný materiál;
- typ B s dodatečným stínícím přebalem pro pevný středně-aktivní RAO.





Obr. 15 Obalové soubory 200 a 500 l SAFSTORE, obrázek vpravo dole včetně vnějšího dodatečného přepravního stínícího přebalu

Tab. 13 Technické parametry obalového souboru 200 litre SAFSTORE

	200 litre SAFSTORE - 100	200 litre SAFSTORE - 200	200 litre SAFSTORE - 300
Tloušťka stínění (mm)	100	200	300
Vnější rozměry (mm)	Ø 1 220 x 1 575	Ø 1 220 x 1 575	Ø 1 220 x 1 575
Vnitřní rozměry (mm)	Ø 1 020 x 1 300	Ø 820 x 1 100	Ø 620 x 900
Vnitřní objem (m³)	1,2	0,6	0,3
Hmotnost prázdného OS (kg)	5 000	9 000	11 000

Tab. 14 Technické parametry obalového souboru 500 litre SAFSTORE

	500 litre SAFSTORE - 100	500 litre SAFSTORE - 200	500 litre SAFSTORE - 300
Tloušťka stínění (mm)	100	200	300
Vnější rozměry (mm)	Ø 1 430 x 1 975	Ø 1 430 x 1 975	Ø 1 430 x 1 975

Vnitřní rozměry (mm)	Ø 1 230 x 1 700	Ø 1 030 x 1 500	Ø 830 x 1 300
Vnitřní objem (m³)	2,1	1,3	0,8
Hmotnost prázdného OS (kg)	9 000	12 000	17 000

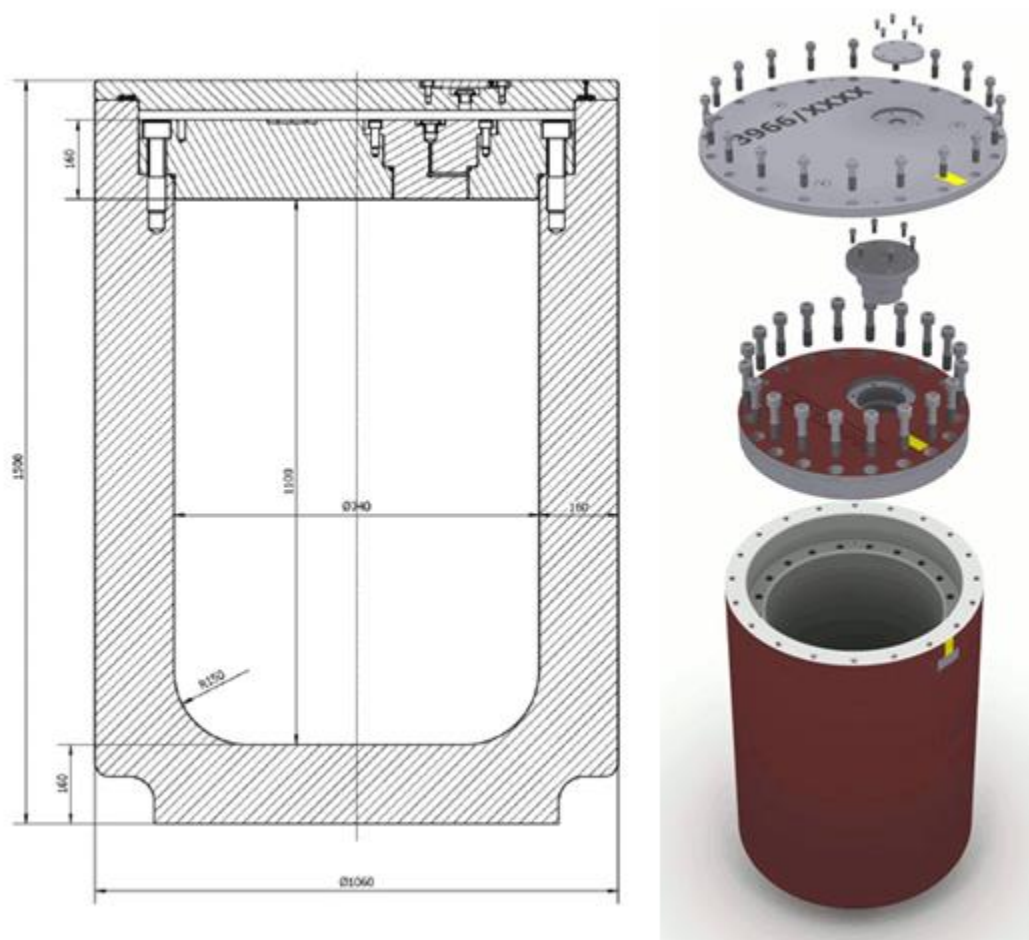
Údaje z produktového listu pro obalový soubor MA SAFSTORE

Obalový soubor ve tvaru válce, vyrobený z tvárné litiny.

Odstíněný obalový soubor, uzavírá se pomocí systému dvou vík, vnitřní víko je vybaveno plnicím otvorem, vnější odvodním výduchem s filtrací.

Obalové soubory splňují požadavky pro

- typ IP-2 pro RAO neobsahující štěpný materiál;
- typ B s dodatečným stínícím přebalem pro pevný středně-aktivní RAO.



Obr. 16 Obalový soubor MA SAFSTORE-160

Tab. 15 Technické parametry obalového souboru MA SAFSTORE

	MA SAFSTORE - 160
Tloušťka stěny (mm)	160
Vnější rozměry (mm)	Ø 1 060 x 1 560
Vnitřní rozměry (mm)	Ø 740 x 1 160
Vnitřní objem (m³)	0,49
Hmotnost prázdného OS (kg)	6 500

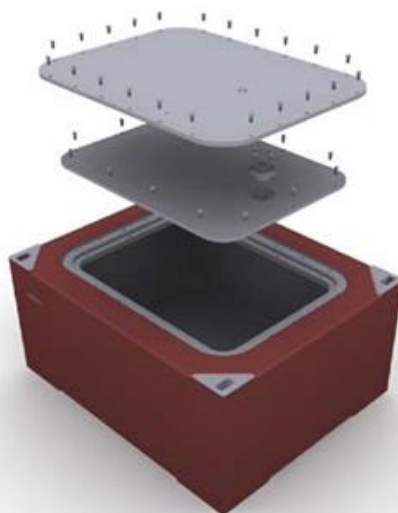
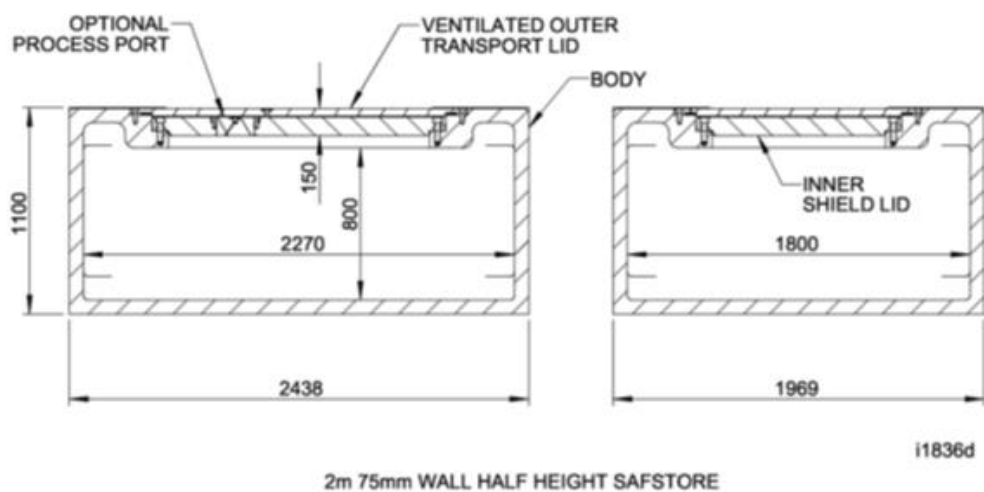
Údaje z produktového listu pro obalový soubor 2m half height SAFSTORE

Obalový soubor ve tvaru válce, vyrobený z tvárné litiny.

Navržen jako robustní odstíněný obalový soubor pro přepravu a ukládání středně aktivního odpadu. Je navržen ve dvou variantách tloušťky stěn – 75 a 120 mm.

Uzavírá se pomocí systému dvou vík, vnitřní víko ve vybaveno dalším plnicím otvorem (kulatého nebo čtvercového tvaru), vnější víko je vybaveno odvodním výduchem s filtrací.

V současné době je schválen jako IP-2 pro pevné RAO.



Obr. 17 Obalový soubor 2m half height SAFSTORE-75

Tab. 16 Technické parametry obalového souboru 2m half height SAFSTORE

Čtvercové víko	2m half height SAFSTORE - S - 75	2m half height SAFSTORE - S - 120
Kruhové víko	2m half height SAFSTORE - R - 75	2m half height SAFSTORE - R - 120
Tloušťka stěny (mm)	75	120
Vnější rozměry (š x d x v) (mm)	2 438 x 1 969 x 1 100	2 438 x 1 969 x 1 100
Vnitřní rozměry (š x d x v) (mm)	2 288 x 1 819 x 950	2 198 x 1 729 x 860
Vnitřní objem (m ³)	3,4	3,0
Hmotnost prázdného OS (kg)	13 000	16 000

Údaje z produktového listu pro obalový soubor 2m SAFSTORE

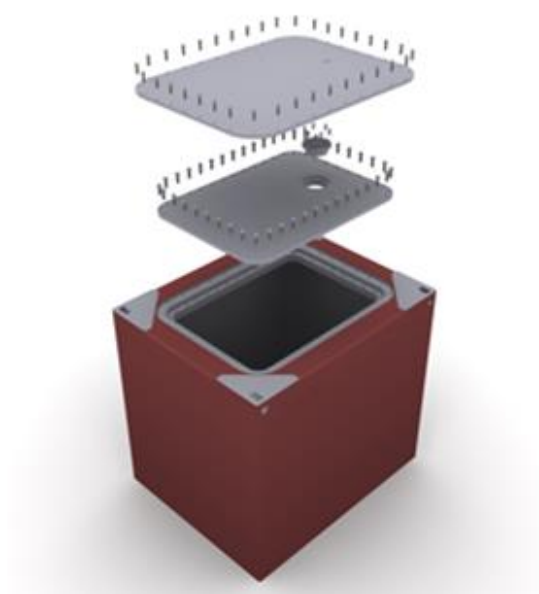
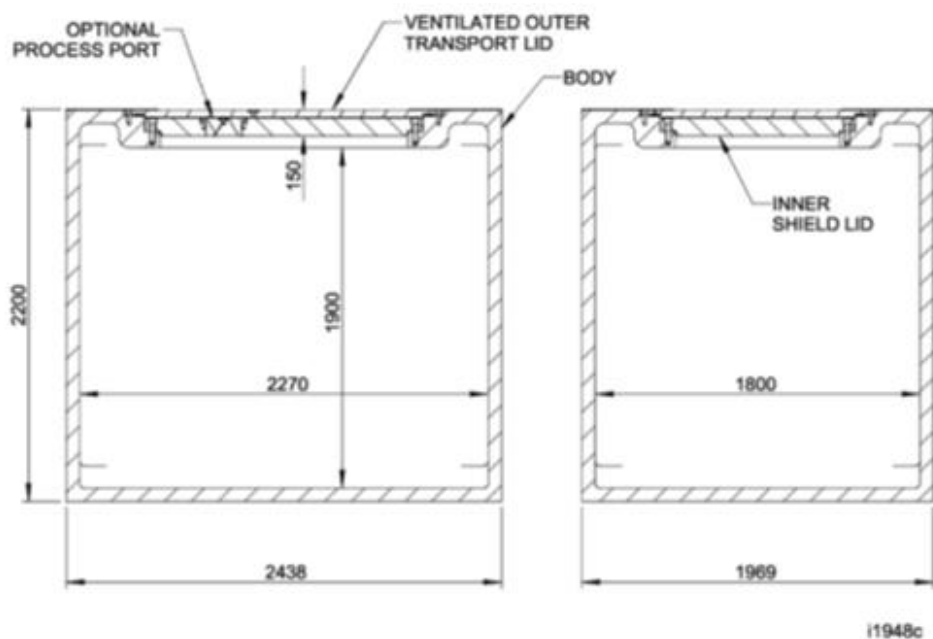
Obalový soubor ve tvaru kvádru, vyrobený z tvárné litiny.

Navržen jako robustní odstíněný obalový soubor pro přepravu a ukládání středně aktivního odpadu. Je navržen ve dvou variantách tloušťky stěn – 75 a 120 mm.

Existuje i ve variantách 3 m, 6 m, 8 m.

Uzavírá se pomocí systému dvou vík, vnitřní víko je vybaveno dalším plnicím otvorem (kulatého nebo čtvercového tvaru), vnější víko je vybaveno odvodním výduchem s filtrací.

V současné době je schválen jako IP-2 pro pevné RAO.



Obr. 18 Obalový soubor 2m SAFSTORE-75

Tab. 17 Technické parametry obalového souboru 2m SAFSTORE

Čtvercové víko	2m SAFSTORE - S - 75	2m SAFSTORE - S - 120
Kruhové víko	2m SAFSTORE - R - 75	2m SAFSTORE - R - 120
Tloušťka stěny (mm)	75	120
Vnější rozměry (š x d x v) (mm)	2 438 x 1 969 x 2 200	2 438 x 1 969 x 2 200
Vnitřní rozměry (š x d x v) (mm)	2 288 x 1 819 x 2 050	2 198 x 1 729 x 1 960
Vnitřní objem (m³)	8,0	7,1
Hmotnost prázdného OS (kg)	18 000	24 000

Údaje z produktového listu pro obalový soubor 4m SAFSTORE

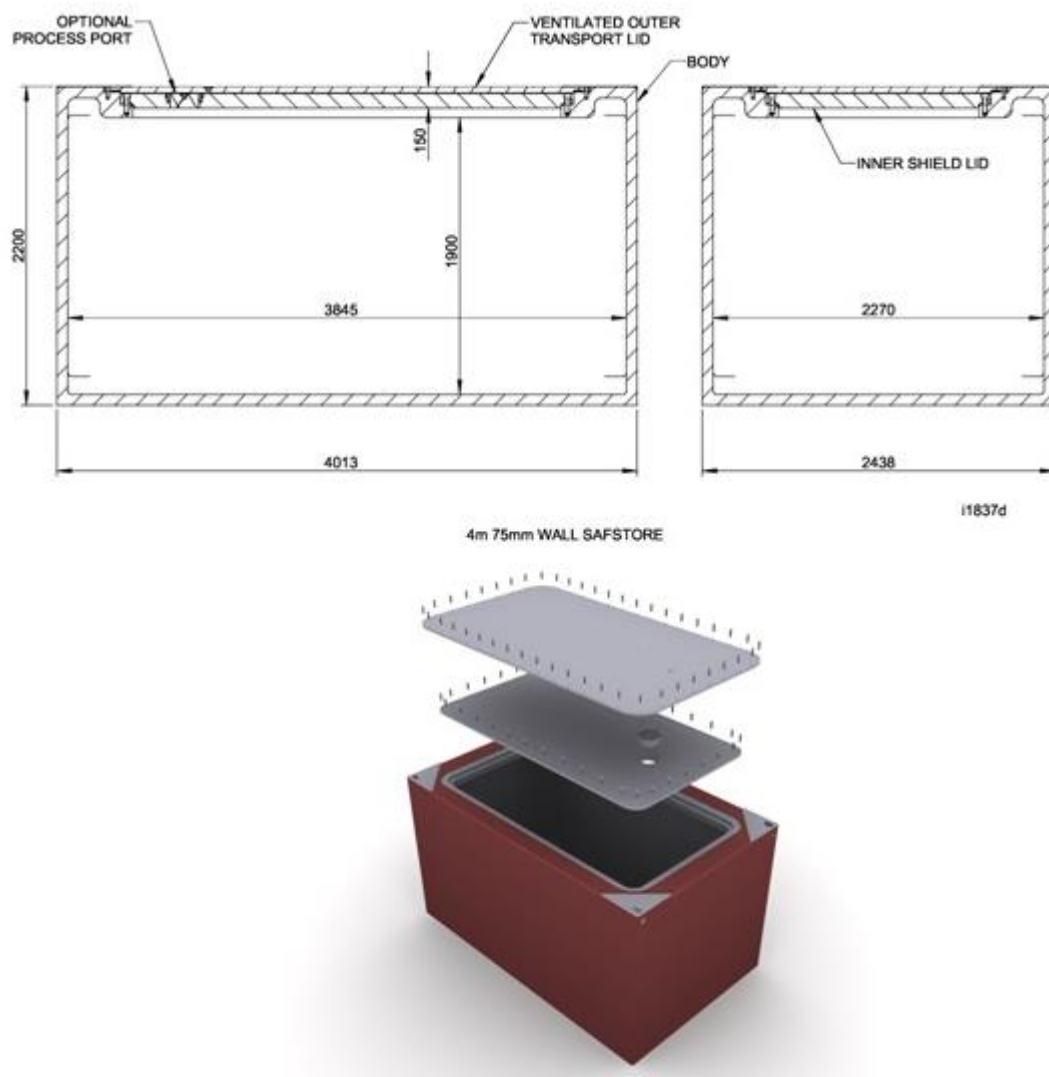
Obalový soubor ve tvaru kvádru, vyrobený z tvárné litiny.

Navržen jako robustní odstíněný obalový soubor pro skladování, přepravu a ukládání středně aktivního odpadu. Je navržen ve dvou variantách tloušťky stěn – 75 a 120 mm.

Existuje i ve variantách 3 m, 6 m, 8 m.

Uzavírá se pomocí systému dvou vík, vnitřní víko ve vybaveno dalším plnicím otvorem (kulatého nebo čtvercového tvaru), vnější víko umožňuje odvod plynů.

V současné době je schválen jako IP-2 pro pevné RAO.



Obr. 19 Obalový soubor 4m SAFSTORE-75

Tab. 18 Technické parametry obalového souboru 4m SAFSTORE

Čtvercové víko	4m SAFSTORE - S - 75	4m SAFSTORE - S - 120
Kruhové víko	4m SAFSTORE - R - 75	4m SAFSTORE - R - 120
Tloušťka stěny (mm)	75	120
Vnější rozměry (š x d x v) (mm)	2 438 x 4 013 x 2 200	2 438 x 4 013 x 2 200
Vnitřní rozměry (š x d x v) (mm)	2 288 x 3 863 x 2 050	2 198 x 3 773 x 1 960
Vnitřní objem (m³)	17	16
Hmotnost prázdného OS (kg)	32 000	42 000

Údaje z produktového listu pro obalový soubor 3m³ SAFSTORE

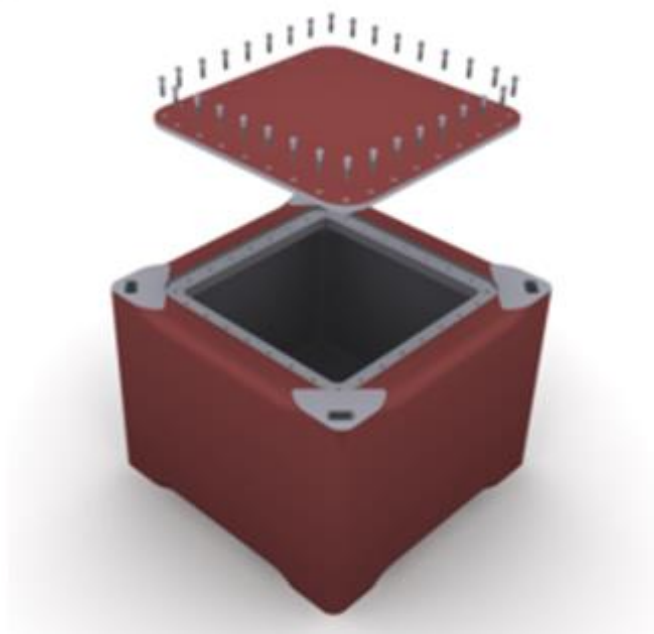
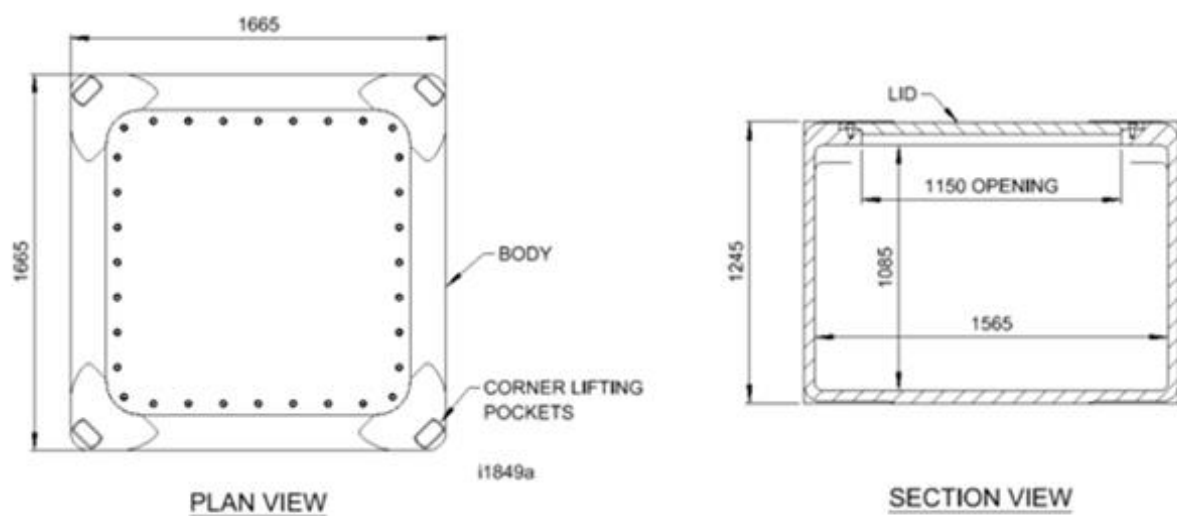
Obalový soubor ve tvaru kvádru, vyrobený z tvárné litiny.

Navržen jako robustní odstíněný obalový soubor pro skladování a ukládání středně aktivního odpadu. Je navržen ve dvou variantách tloušťky stěn – 75 a 120 mm.

Existují varianty C,M,R, které se liší rozměrově a varianta R navíc umístěním manipulačních prvků.

Uzavírá se pomocí systému dvou vík, vnitřní víko ve vybaveno dalším plnicím otvorem, vnější víko umožňuje odvod plynů.

V současné době jsou všechny varianty schváleny jako typ B pro ukládání a skladování. Pro přepravu je třeba použít dodatečné stínění a dvojité víko.



Obr. 20 Obalový soubor 3m³ SAFSTORE- C

Tab. 19 Technické parametry obalového souboru 3m³ SAFSTORE-C

Jedno víko	3m³ SAFSTORE-C-100	3m³ SAFSTORE-C-200
------------	--------------------	--------------------

Dvojité víko	3m ³ SAFSTORE-C-100-D	3m ³ SAFSTORE-C-200-D
Tloušťka stěny (mm)	100	200
Vnější rozměry (Š x H x V) (mm)	1 665 x 1 665 x 1 245	1 665 x 1 665 x 1 245
Vnitřní objem (m ³)	2.2	1.3
Hmotnost prázdného OS (kg)	9 000	15 000
Způsob manipulace	Funkce (Twist-lock) umístěné nahoře v rozích	

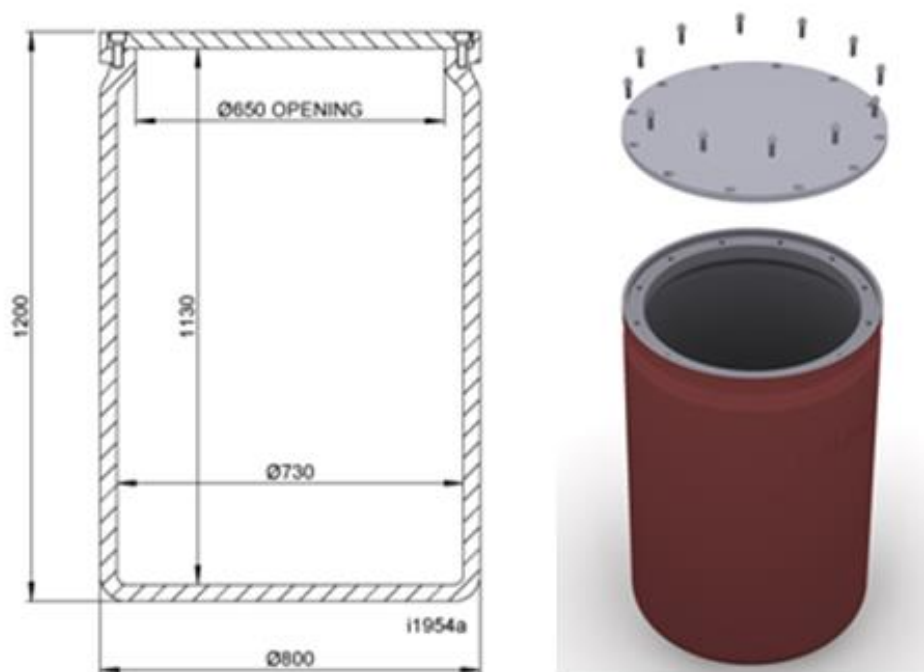
Údaje z produktového listu pro obalový soubor 500 litre ROBUST DRUM

Obalový soubor ve tvaru válce, vyrobený z tvárné litiny.

Navržen jako robustní odstíněný obalový soubor pro skladování a ukládání středně aktivního odpadu. Je navržen ve dvou variantách tloušťky stěn – 70 a 100 mm.

Uzavírá se pomocí víka, které umožňuje odvod plynů.

Schválen jako typ B pro ukládání a skladování. Pro přepravu je třeba použít dodatečný stínící přebal.



Obr. 21 Obalový soubor 500 Litre Robust Drum

Tab. 20 Technické parametry obalového souboru 500 Litre Robust Drum

	500 LITRE ROBUST DRUM - 70	500 LITRE ROBUST DRUM - 100
Tloušťka stěny (mm)	70	100
Vnější rozměry (mm)	Ø 800 x 1 200	Ø 800 x 1 200
Vnitřní objem (m³)	0,36	0,28
Hmotnost prázdného OS (kg)	1 700	2 300

Údaje z produktového listu pro obalový soubor SAFBOX

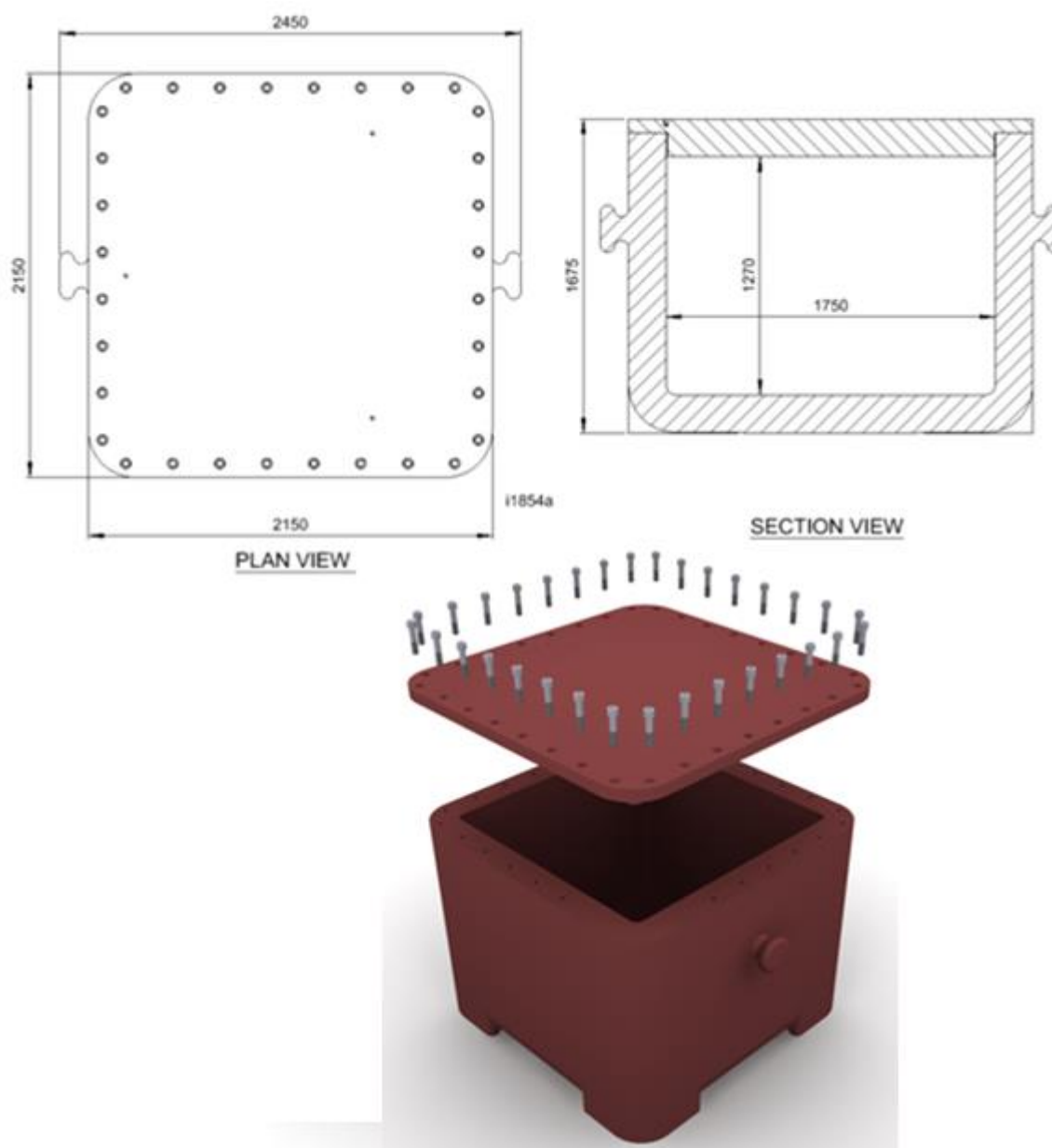
Obalový soubor ve tvaru kvádru, vyrobený z tvárné litiny.

Navržen jako robustní odstíněný skladovací obalový soubor, je možné v něm umístit 4 ks 500 l sudů nebo 3 m³ box.

Je vybaven čepy na manipulaci, umístěnými na boku obalového souboru.

Uzavírá se pomocí víka, které umožňuje odvod plynů.

Schválen jako typ B pro skladování.



Obr. 22 Obalový soubor SAFBOX-200

Tab. 21 Technické parametry obalového souboru SAFBOX-200

	SAFBOX - 200
Tloušťka stěny (mm)	200
Vnější rozměry (š x d x v) mm	2 150 x 2 150 x 1 675
Vnitřní objem (m³)	3,9
Hmotnost prázdného OS (kg)	26 000
Manipulace	Čelní čepy (k dispozici i další možnosti)

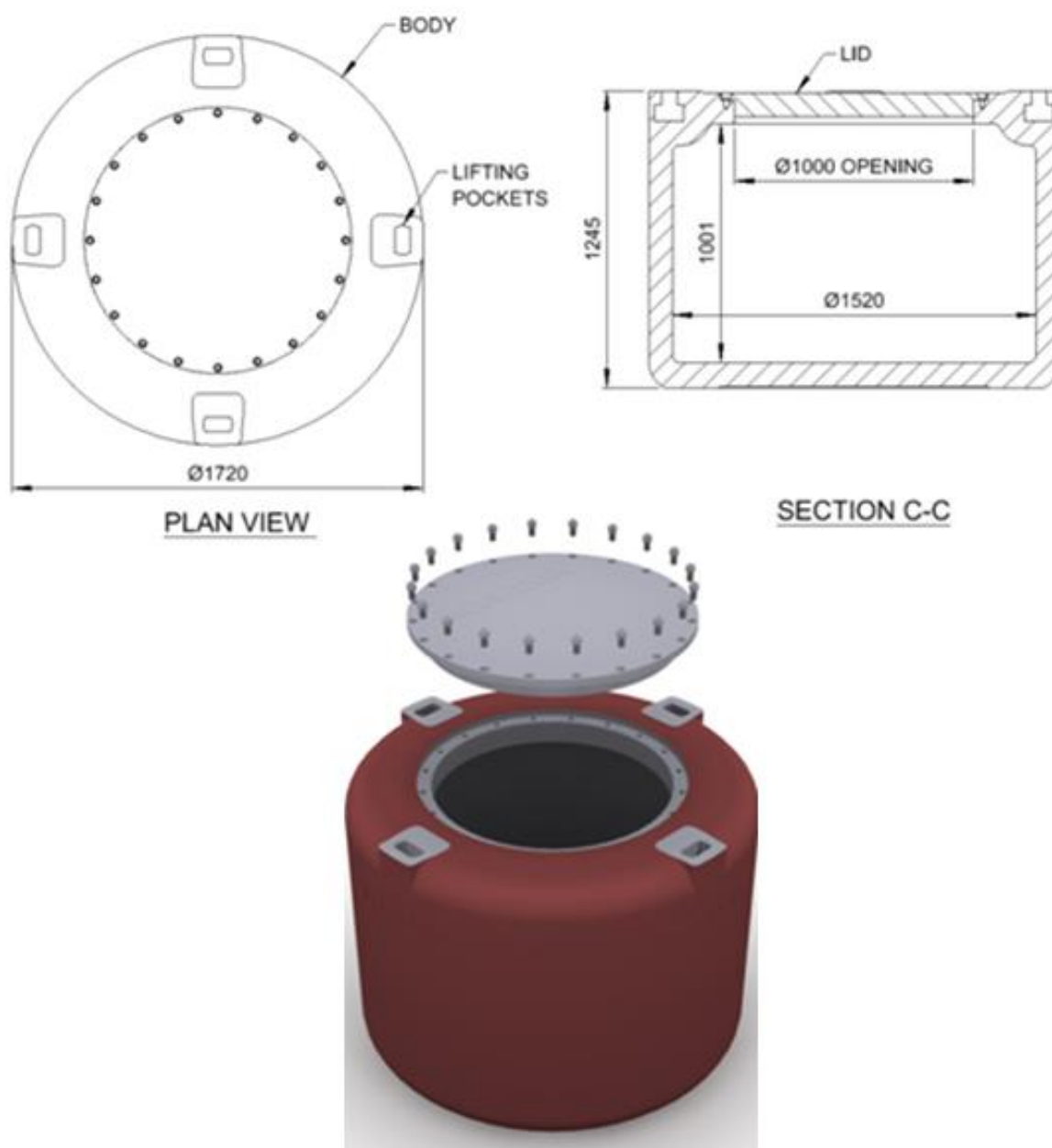
Údaje z produktového listu pro obalový soubor 3m³ SAFSTORE DRUM

Obalový soubor ve tvaru válce, vyrobený z tvárné litiny.

Navržen jako robustní odstíněný obalový soubor pro skladování a ukládání středně aktivního odpadu.

Uzavírá se pomocí víka, které umožňuje odvod plynů.

Schválen jako typ B pro ukládání a skladování. Pro přepravu je třeba použít dodatečný stínící přebal.



Obr. 23 Obalový soubor 3m³ SAFSTORE DRUM

Tab. 22 Technické parametry obalového souboru 3m³ SAFSTORE DRUM

	3m³ SAFSTORE DRUM - 100	3m³ SAFSTORE DRUM - 150	3m³ SAFSTORE DRUM - 100
Tloušťka stěny (mm)	100	150	200
Vnější rozměry (mm)	Ø 1 720 x 1 245	Ø 1 720 x 1 245	Ø 1 720 x 1 245
Vnitřní objem (m³)	1.8	1.4	1.1
Hmotnost prázdného OS (kg)	8 000	11 000	13 000
Manipulace	Twist-locky v horní části		

Zdroj informací:

<https://www.croftltd.com/products/#viewAll>



SÚRAO

SPRÁVA ÚLOŽIŠŤ
RADIOAKTIVNÍCH
ODPADŮ

NAŠE
BEZPEČNÁ
BUDOUCNOST

www.surao.cz