

PŘÍLOHA I

Měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.	Příloha I	List: 1 z 10
Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem	Datum účinnosti: 30. 9. 2015

Obsah

Úvod	2
1 Popis zařízení	2
2 Centrální stojan	4
3 Kolimační kontejner	6
4 Měřicí a testovací lavice	8
5 Pojízdny vozík	9
Závěr	10

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.	Příloha I	List: 2 z 10
Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem	Datum účinnosti: 30. 9. 2015

Úvod

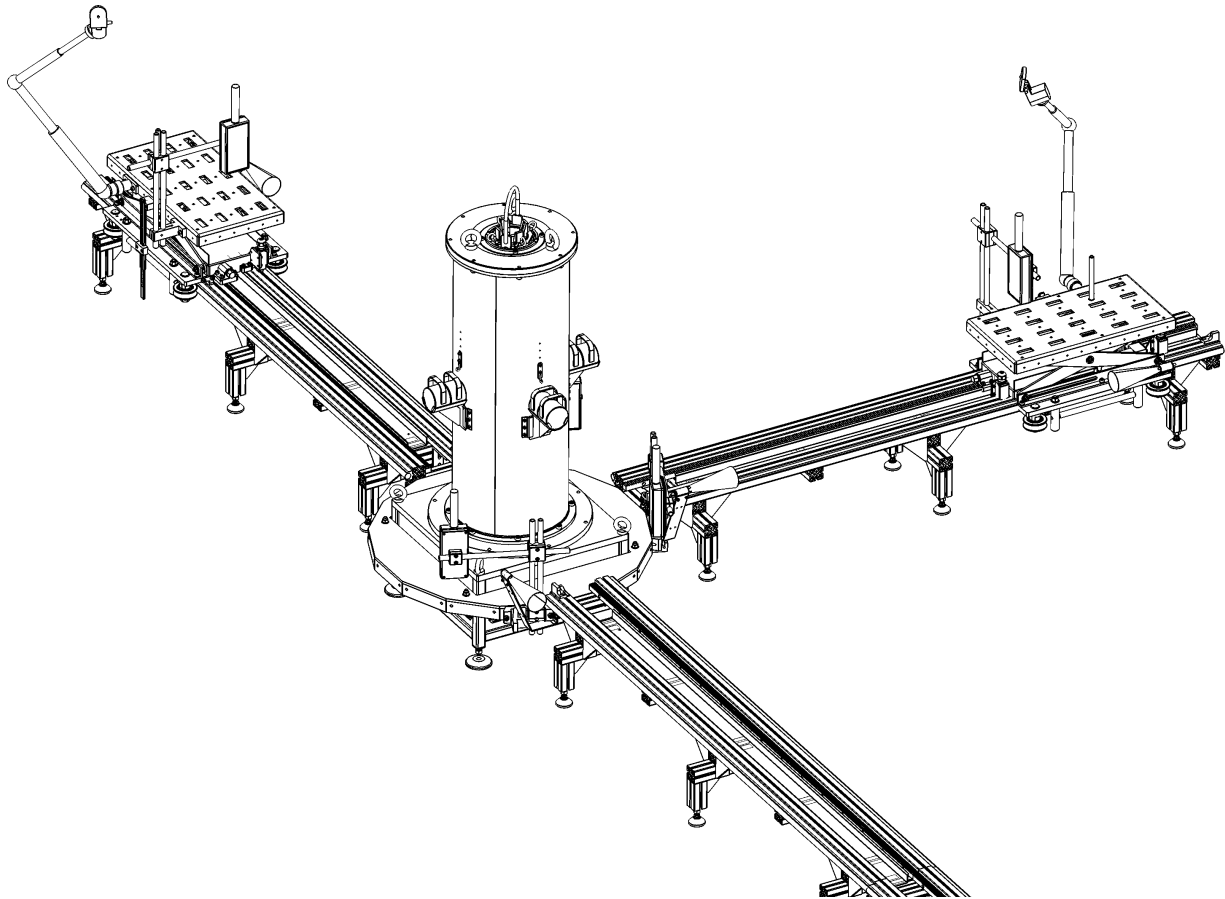
Pro účely testování různých detekčních systémů ve směsných radiačních polích (gama a neutronů) pro havarijní monitorování (tj. za vyšších dávkových příkonů) bylo navrženo a zkonstruováno zcela nové unikátní zařízení MONTE-1, které je provozováno na pracovišti školního jaderného reaktoru VR-1. Zařízení umožňuje testovat více přístrojů monitorujících radiační pole současně. Radiační pole jsou simulována štěpnými produkty vznikajícími v reaktoru VR-1 ozářením různých druhů paliv (palivový proutek EK-10, peletka s UO_2 , palivový článek IRT-4M) v aktivní zóně reaktoru VR-1. Experimentální zařízení umožňuje nastavení přesné geometrie mezi ozářeným palivem a detekčními systémy a tuto geometrii je možné pomocí ovládacího SW v čase měnit. Základní prvky zařízení tvoří kolimační kontejner pro umístění ozářeného paliva a soustava lavic včetně pojezdů a vozíků pro umístění širokého spektra detekčních systémů, centrální ovládací pracoviště a monitorovací systém dávkových příkonů se společným výstupem na centrální pracoviště a s ukládáním dat. Vzhledem k tomu, že neexistovalo žádné komplexní experimentální zařízení, které by umožňovalo výše zmíněné testy detektorů v požadovaném rozsahu provádět, bylo takové zařízení navrženo a ve spolupráci s firmou Lynax s. r. o. vyvinuto a zkonstruováno.

1 Popis zařízení

Zařízení je tvořeno z několika navazujících konstrukčních komponent. Centrální částí je stojan, po jehož obvodu se připojují měřicí lavice s vozíky nesoucími detekční zařízení. Počet a rozmístění lavic je variabilní a je možné ho uzpůsobit konkrétnímu experimentu. Na stojan je možné připojit střední díl s fixačním křížem uprostřed pro případ měření se samotným nestíněným palivovým článkem IRT-4M nebo redukcí pro měření jiných typů paliv (peleta, proutek EK-10). Namísto středního dílu je možné umístit rovněž mechanizovaný kolimační kontejner s olověným stíněním. Konstrukce kolimačního kontejneru umožňuje vložení dalšího mobilního wolframového kontejneru určeného pro přesun palivových článků IRT-4M.

Zařízení má elektricky ovládané pojezdy vozíků, otáčení vnitřní části kolimačního kontejneru a aretaci dna mobilního wolframového kontejneru. Většinu testovaných přístrojů, jejich pohyb po měřicích lavicích, přenos videozáznamů, otáčení vnitřní části kolimačního kontejneru a aretaci dna mobilního wolframového kontejneru lze ovládat z počítače vedle lavice nebo ve větší vzdálenosti (mimo zdroj záření) prostřednictvím webového rozhraní. To umožňuje sada síťových switchů umístěných na lavicích a napojených na interní síť KJR. Celkový pohled na zařízení zahrnující centrální stojan, kolimační kontejner a měřicí lavice vč. pojízdných vozíků je na Obr. 1. Detaily jednotlivých částí včetně jejich náhledů jsou uvedeny v následujících kapitolách.

Státní ústav radiální ochrany, v.v.i.	Příloha I	List: 3 z 10
Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem	Datum účinnosti: 30. 9. 2015



Obr. 1: Celkový pohled na kolimační kontejner se třemi testovacími lavicemi s vozíky

Tab. 1: Hmotnosti komponent zařízení

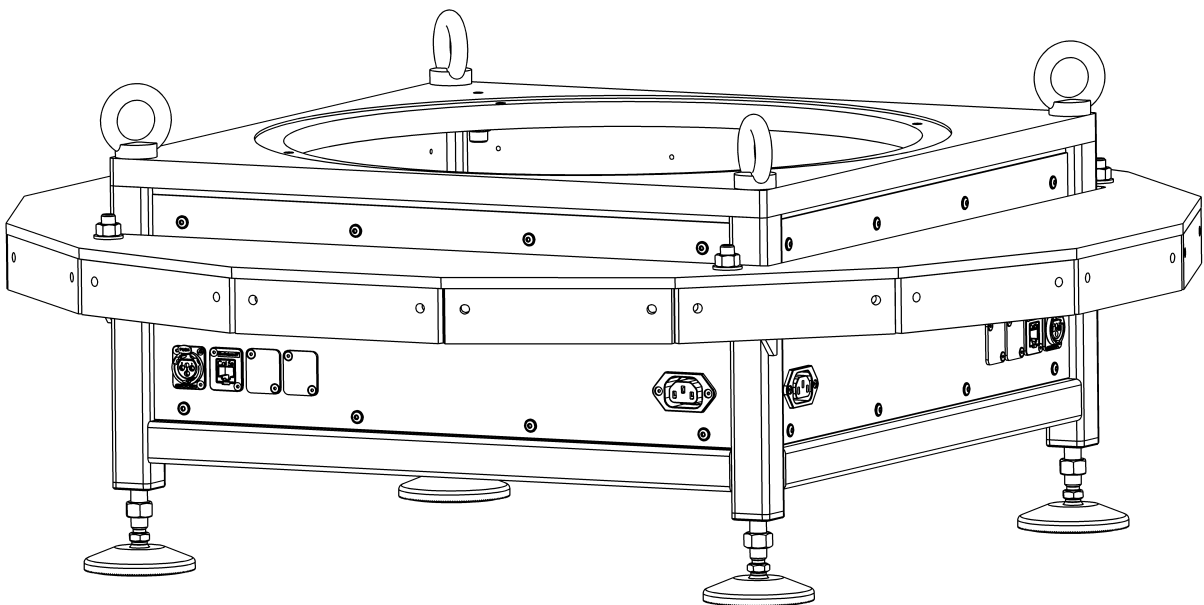
stojan	75 kg
lavice	30 kg
vozík	48 kg
stojan na samostatný článek	8 kg
mobilitní kontejner	70 kg
kolimační kontejner	950 kg
další součásti	102 kg
celková hmotnost zařízení	cca 1500 kg

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.	Příloha I	List: 4 z 10
Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem	Datum účinnosti: 30. 9. 2015

2 Centrální stojan

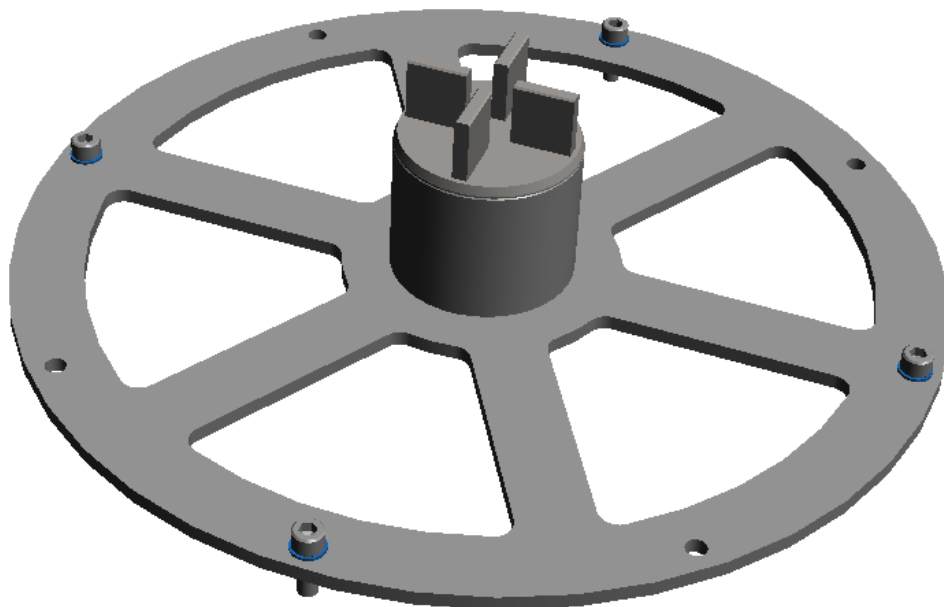
Centrální stojan na Obr. 2 má čtvercovou základní desku s kruhovým otvorem uprostřed, pro usazení centrální vestavby - kolimačního kontejneru (Obr. 5) nebo stojanu (Obr. 3) pro samostatný článek (popř. redukci pro jiné typy paliv). V rozích základní desky jsou umístěna oka pro zavěšování stojanu na jeřáb pro jeho případné přemístění bez namontovaného kolimačního kontejneru. Upevnění vestavby ke stojanu je možné ve dvou polohách palivového článku - buď plochou nebo hranou vzhledem ke čtyřem hlavním osám stojanu. Stojan je usazen na čtyřech výškově nastavitelných nohách a je dimenzován pro usazení kolimačního kontejneru vč. transportního wolframového kontejneru.

Po obvodu stojanu je pravidelně rozmístěno 16 upínacích ploch pro připojení měřicích lavic. Spodní část stojanu je opatřena čtyřmi sadami konektorů pro čtyři lavice. Pro každou z lavic je k dispozici konektor pro 230V AC, pro ultrazvukový snímač vzdálenosti a LAN konektor pro připojení ovládací jednotky každého vozíku. Ze spodní strany zevnitř stojanu je v rohu umístěn napojovací konektor pro napájení stojanu 230V AC. Koncepce stojanu umožňuje přimontování lavic do 16 poloh/směrů s omezením, že lavice nelze namontovat těsně vedle sebe z důvodu mechanických rozměrů. Sousední lavice tedy musí být vždy umístěny ob jednu pozici. Volná pozice je využita pro držáky referenčních sond dávkových příkonů mapujících pole gama u kolimačního kontejneru (Obr. 4).

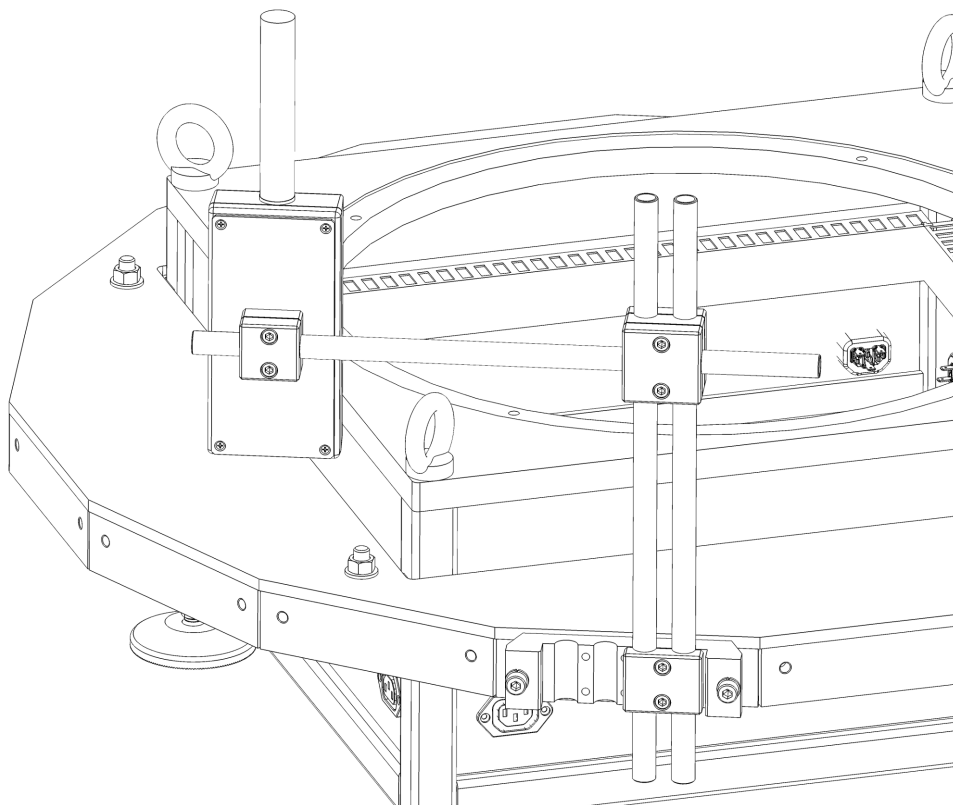


Obr. 2: Centrální stojan

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.	Příloha I	List: 5 z 10
Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem	Datum účinnosti: 30. 9. 2015



Obr. 3: Stojan na samostatný článek



Obr. 4: Detail centrálního stojanu s držákem sondy dávkových příkonů

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.	Příloha I	List: 6 z 10
Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem	Datum účinnosti: 30. 9. 2015

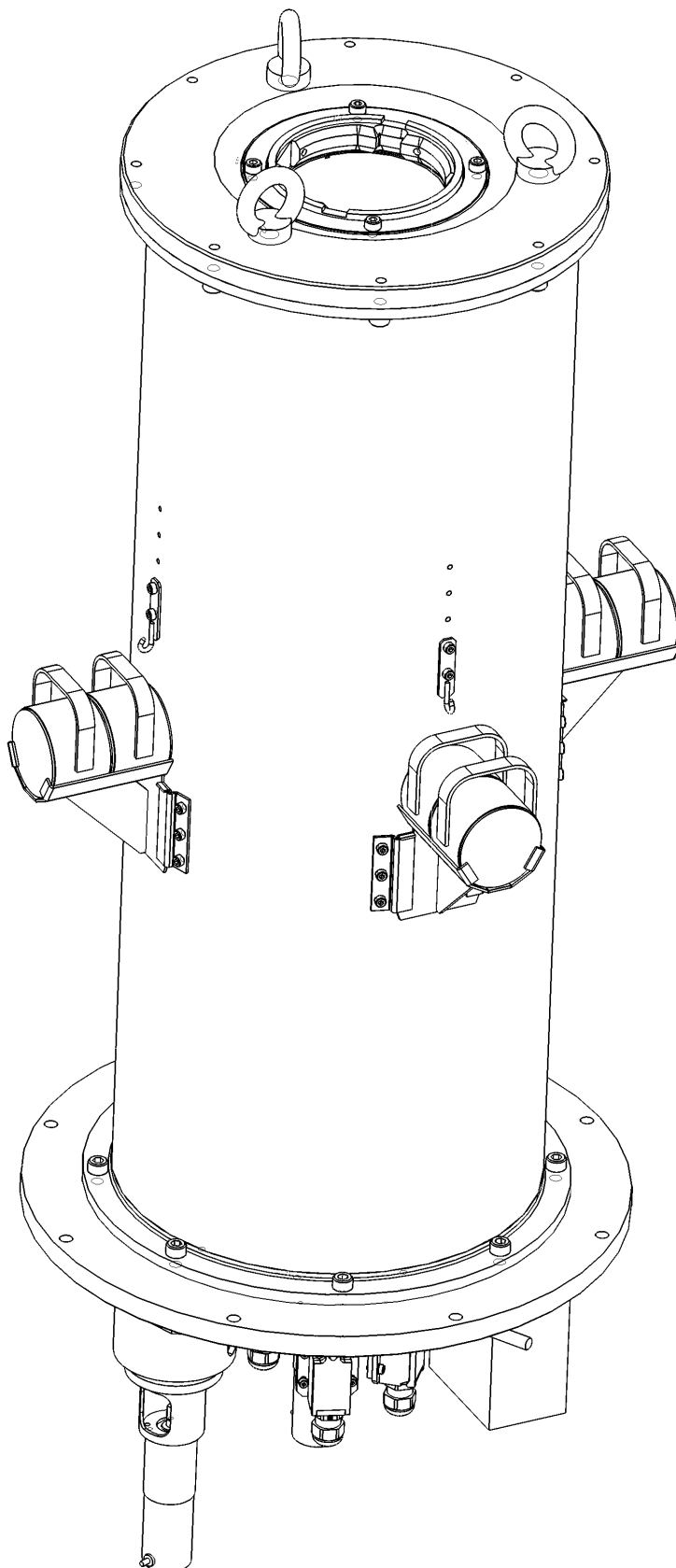
3 Kolimační kontejner

Kolimační kontejner (Obr. 5) je tvořen dvěma svislými soustřednými olověnými válci, které mají ve středu výšky aktivní části založeného palivového článku po 90° čtyři vodorovně umístěné kolimační otvory o průměru 50 mm. Střed těchto kolimačních otvorů je ve výšce cca 80 cm od podlahy a 30 cm od upínací desky vozíku v dolní koncové poloze. Oba válce mají tloušťku olova 50 mm a jsou oproti sobě otáčeny v rozsahu 45° - z polohy „otevřeno“ s otvory zarovnanými za sebou, do polohy „zavřeno“ s otvory navzájem natočenými o 45° přesně do mezipolohy. Otáčí se vnitřní válec, oproti nehybnému vnějšímu. Doba otočení mezi krajními polohami činí přibližně 26 s. Dokončení pohybu je indikováno optickou signalizací a také v ovládacím software.

Pro transport kontejneru pomocí jeřábu jsou určena tři závěsná oka na horní ocelové přírubě. Vnitřní válec je ukončen nerezovou přírubou, do které je vsazena naváděcí maska definující přesnou úhlovou polohu a určující natočení transportního wolframového kontejneru vůči kolimačním otvorům vnitřního olověného válce. Naváděcí masku je možné vsadit ve dvou různých polohách, pro polohu palivového článku ke kolimačním otvorům plochou nebo rohem. Místo masky je také možné připojit potrubní poštu. Vnější plášť kontejneru je pod kolimačními otvory opatřen čtyřmi držáky pro stínící zátky určené pro případné uzavření kolimačních otvorů. Nad těmito otvory jsou ve čtyřech výškových polohách připraveny závitové díry pro případné připevnění dodatečných zdrojů záření.

Pod základovou deskou s dostíněním je uložen pohonný systém otáčení vnitřního kolimačního válce a pohon ovládaní bajonetového zamykání pláště a patice transportního kontejneru. V případě poruchy je možné ruční ovládnutí zamykání bajonetového zámku, kdy lze obě části mobilního kontejneru spojit a odvést v něm palivový článek. Doba zamykání/odemykání bajonetového zámku je 4,2 s.

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.	Příloha I	List: 7 z 10
Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem	Datum účinnosti: 30. 9. 2015



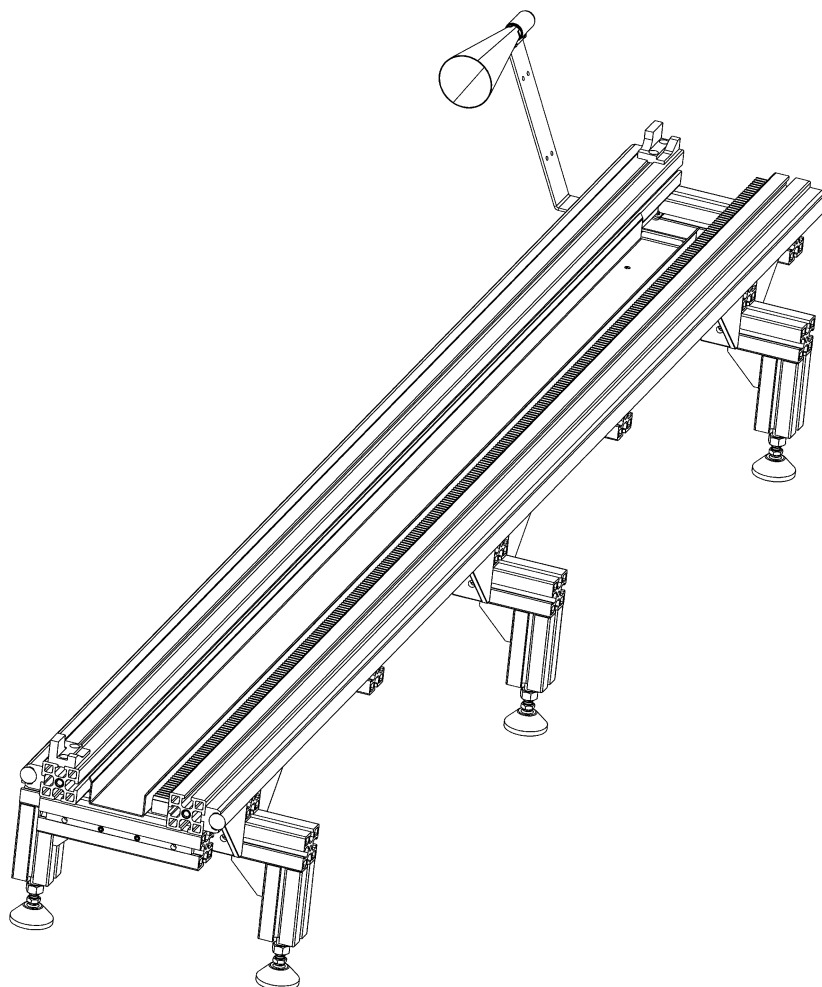
Obr. 5: Kolimační kontejner

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.	Příloha I	List: 8 z 10
Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem	Datum účinnosti: 30. 9. 2015

4 Měřicí a testovací lavice

Měřicí a testovací lavice (Obr. 6) jsou vyrobeny z typizovaných hliníkových profilů (systém ALUTEC), který umožňuje jejich variabilní skládání. Všechny čtyři dodané měřicí lavice jsou stejné, vzájemně zaměnitelné a smontovatelné v libovolném pořadí za sebou. Lavice jsou opatřeny šesti stavitelnými patkami. V jejich horní části je podélně umístěno vedení - kolejnice. Podél vnitřní strany je namontován ozubený hřeben pro zajištění samočinného pohybu vozíku (Obr. 7). Uprostřed vodicích profilů je umístěn žlab pro energetický řetěz s kabely. Na lavicích jsou dorazové kameny pro bezpečnostní zastavení vozíku koncovými snímači. Na straně bližší ke stojanu jsou podélné profily uprostřed opatřeny vodicími čepy, na opačné straně pak vodicími otvory. Tímto je zajištěna návaznost vedení a ozubeného hřebene při napojování lavic za sebou.

Na podélném profilu lavice lze pomocí odměřovacího pravítka zjišťovat polohu vozíku vůči ose centrálního stojanu (osa palivového článku). Pozice pravítka je taková, že hodnota, na kterou ukazuje červeně natřený ukazatel vozíku odpovídá vzdálenosti čelní strany upínací desky vozíku od osy centrálního stojanu. Přesnost udávané hodnoty je cca ± 2 mm. Na straně lavice nejbližší stojanu je namontován pevný prvek ultrazvukového snímání vzdálenosti. Délka jedné lavice je 1998 mm, což je dáno roztečí ozubeného hřebene a zajištěním jeho spolehlivé návaznosti při libovolném sestavování lavic za sebou.



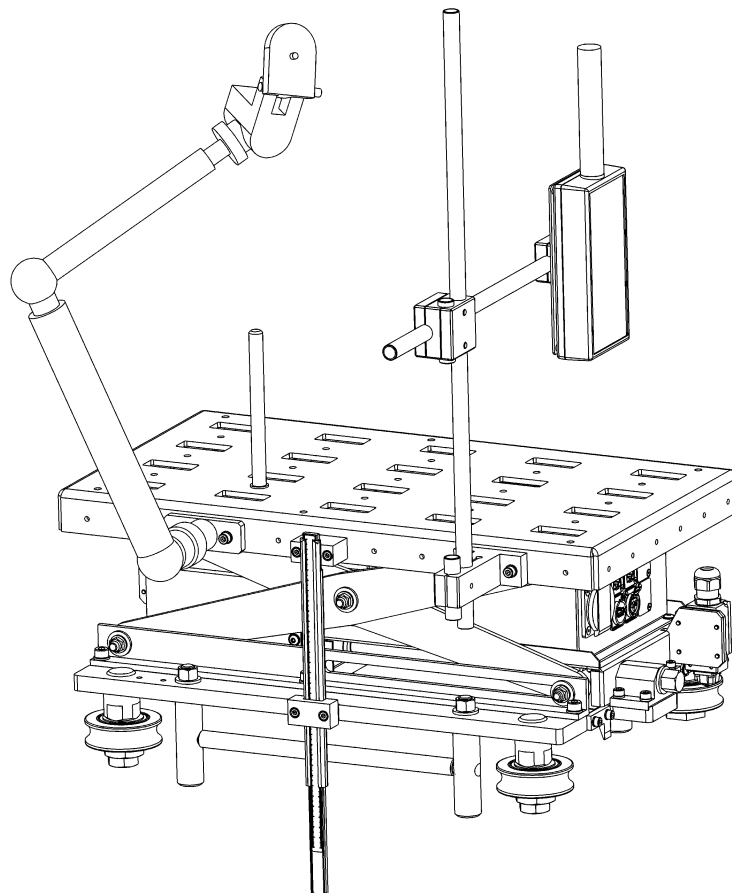
Obr. 6: Měřicí a testovací lavice

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.	Příloha I	List: 9 z 10
Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem	Datum účinnosti: 30. 9. 2015

5 Pojízdny vozík

Každá ze čtyř dodaných měřících lavic je vybavena svým autonomním pojízdným vozíkem (Obr. 7) pro upevnění detekčních systémů. Polohy vozíků na lavicích jsou ovládány dálkově prostřednictvím ovládacího software. Vozíky z hlediska různých rozměrů detektorů disponují výškově stavitelnou upínací deskou pro detektory. Horní poloha „0“ pro plochu upínací desky detektorů je v úrovni osy kolimačních otvorů olověného kolimačního kontejneru a spodní poloha je o 300 mm níže pod úrovní kolimačních otvorů. Tento posuv je zajištěn nůžkovým mechanismem, ovládaným z přední strany vozíku. Výškovou polohu upínací desky vůči ose kolimačních otvorů je možné nastavit podle odměřovacího pravítka na boku vozíku.

Vozík má pro odstavení na zem dole po stranách mezi pojezdovými koly ocelové nožičky propojené držadlem pro jeho zvedání a přenášení. V případě použití detektorů o rozměrech větších než je dodána upínací deska základních rozměrů je možné použít větší desku, kterou lze nasadit a čtyřmi šrouby upevnit na standardní desku. Upínací desky detektorů jsou opatřeny velkými otvory pro upevnění různých detektorů popruhy a dále jsou opatřeny závitovými otvory pro umístění držáků malých detektorů. Standardní deska má po obvodu závitové otvory pro upevnění držáku na kameru, držáku na referenční detektor, případně k použití dle dalších potřeb uživatele. Větší deska má velké otvory proti těmto upínacím místům, aby držáky mohly být využity i s touto deskou při namontování přes ni.



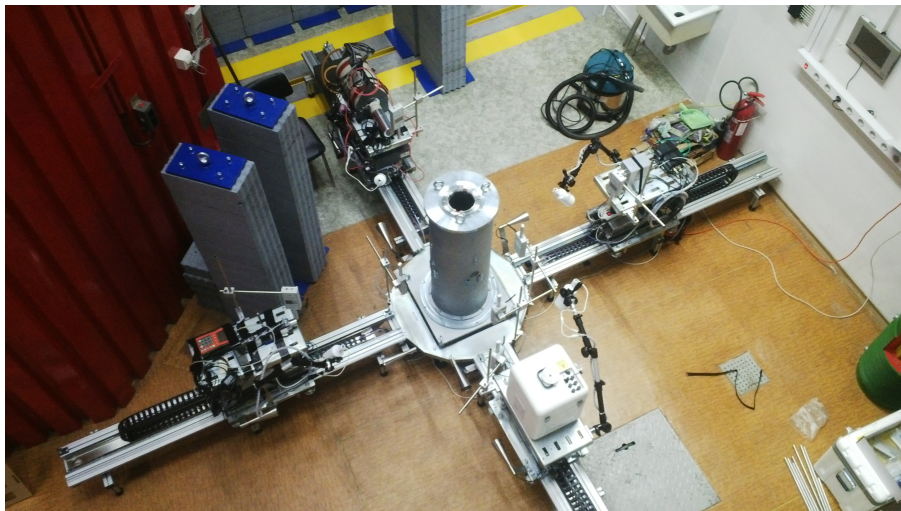
Obr. 7: Pojízdny vozík s referenčním detektorem a držákem kamery

Státní ústav radiační ochrany, v.v.i.	Příloha I	List: 10 z 10
Katedra jaderných reaktorů, FJFI ČVUT	Měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem	Datum účinnosti: 30. 9. 2015

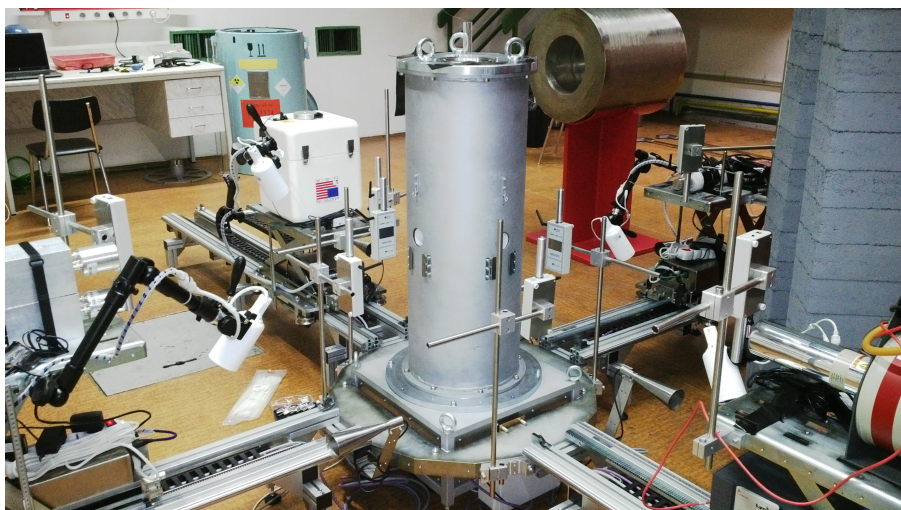
Závěr

Bylo vyvinuto unikátní, variabilní, stavebnicové zařízení, které s využitím polí záření gama generovanými palivovými články ozářenými ve školním reaktoru VR-1 umožňuje testovat různé detekční systémy určené pro monitorování za radiačních mimořádných událostí, zejména za havárií jaderných elektráren. Zařízení rovněž umožňuje výcvik zasahujících osob v prostředí se zvýšenou radiací.

Zařízení skládající se z měřicí a testovací lavice s kolimačním kontejnerem bylo navrženo tak, aby bylo co nejvariabilnější z hlediska testovaných detekčních systémů a typů ozářených paliv se zajištěním vysokého stupně bezpečnosti. Veškeré manipulace s detektory a kolimačním kontejnerem po úvodním upevnění a nastavení již probíhají dálkově pomocí počítače v dostatečné vzdálenosti od ozářených vzorků. Zařízení bylo po částech i jako celek otestováno v řadě testů a experimentů. Pohledy na reálné zařízení umístěné v hale reaktoru VR-1, které byly pořízeny během provedených experimentů, jsou na Obr. 8 a Obr. 9.



Obr. 8: Celkový pohled shora na zařízení MONTE-1



Obr. 9: Celkový boční pohled na zařízení MONTE-1