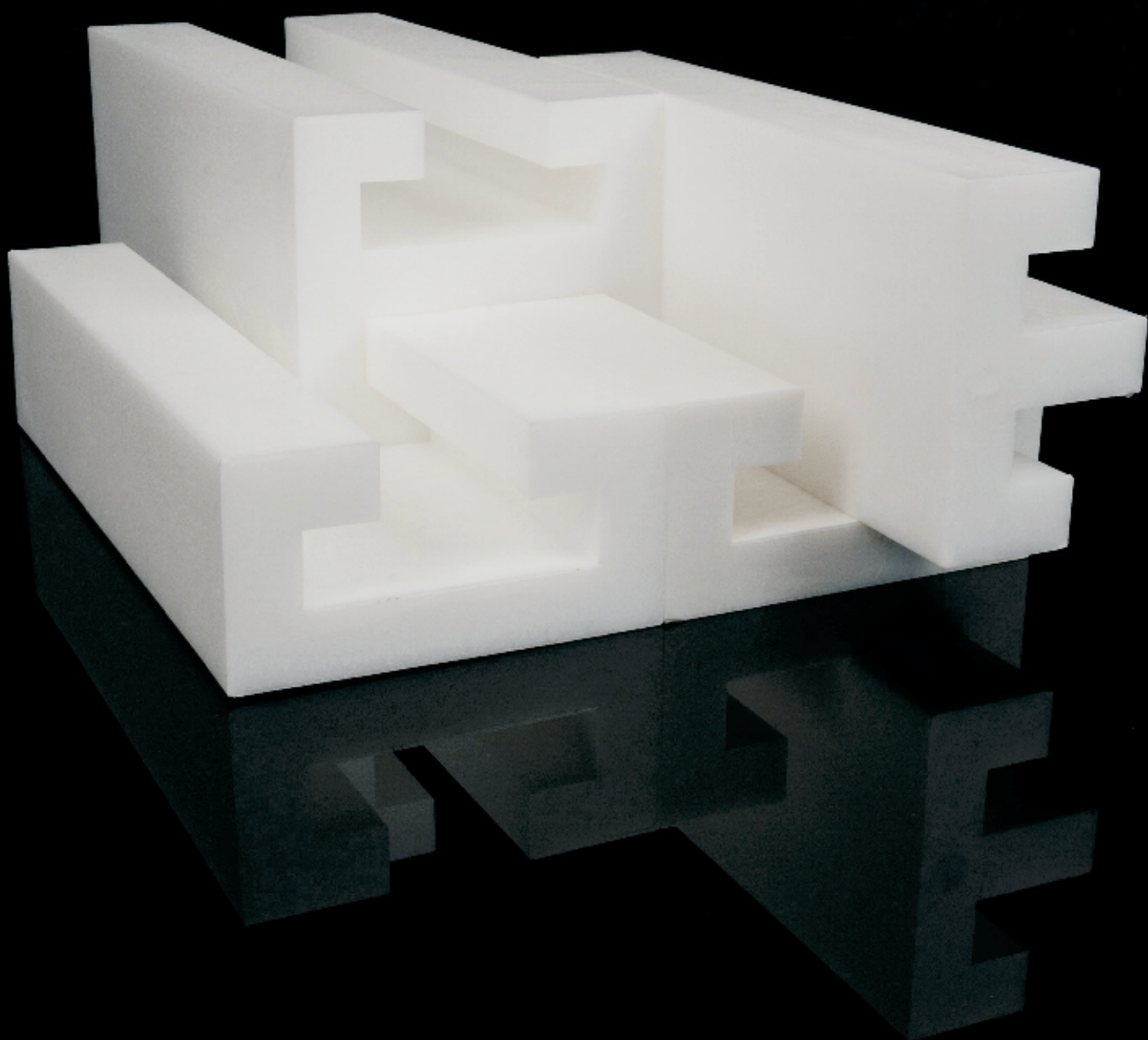




KOPOS

Stínící tvarovky NEUTROSTOP



Stínicí materiál – tvarovky NEUTROSTOP

Stínicí materiál je obecně používán ke snížení intenzity pole ionizujícího záření na přípustnou míru. Jeho volba závisí na druhu záření, tj. zda je nutné odstínit nabitě částice alfa, beta a elektrony, nebo nepřímo ionizující záření jako jsou fotony gama, fotony brzděného záření a neutrony. Ze zmíněných druhů záření je nejkomplicovanější odstínění neutronů, neboť jejich energie překrývají více než 10 řádů, od tzv. energií tepelných v řádu tisíců elektronvoltů (eV) po desítky megaelektronvoltů (MeV).

Neutrony lze neefektivněji odstínit materiálem, který obsahuje v maximální míře vodík. Neutrony při srážkách s jádry vodíku ztratí nejvíce energie, a pak jako pomalé mohou být jádry vodíku, popř. jinými zachyceny. Při zachytu pomalých neutronů jádry atomů jsou obvykle s nepatrným zpožděním emitovány tzv. promptní fotony gama, které lze snáze odstínit materiálem s velkým atomovým číslem, např. olovem. Energie promptních fotonů závisí na typu jader: je-li pomalý neutron zachycen jádrem vodíku, má promptní foton energii 2,2 MeV, je-li zachycen jádrem izotopu bóru (^{10}B), pak má energii pouze 0,5 MeV. Pokud dojde k jaderné reakci pomalého neutronu s jádrem izotopu lithia (^6Li), vznikne částice alfa se zanedbatelným dosahem a není emitován foton.

Společnost KOPOS KOLÍN a.s., vyrábí odstíňovací tvarovky ze tří speciálních směsí polyetylénu:

- **Směs polyetylénu bez příměsí – pro odstínění neutronů všech energií.**

Pro svoje mechanické, fyzikální i chemické vlastnosti je polyetylén obzvláště vhodný k vybudování i značně rozměrných stínění. Směs polyetylénu neobsahuje prvky, které by neutrony aktivovaly. Povrch výrobků z polyetylénu je hydrofobní, lze jej při eventuální kontaminaci snadno očistit. Kontaminovatelnost povrchu je nízká, rovněž dekontaminace je snadná. Z hlediska fyzikálního se polyetylén jako základní materiál vyznačuje vysokým obsahem vodíku, který je podstatný pro stínicí proces. Koncentrace vodíku v polyetylénu je téměř shodná s koncentrací vodíku ve vodě, proto jsou stínicí vlastnosti tohoto polyetylénu prakticky stejné jako u vody.

- **Směs polyetylénu s příměsí bóru – pro odstínění neutronů všech energií a částečnou eliminaci fotonů 2,2 MeV vznikajících při zachytu na vodíku.**

V materiálu je obsažen izotop bóru ^{10}B , který interaguje s pomalými neutrony. Vzniklá jádra izotopu ^7Li mají přebytek energie, která se projeví vyzářením fotonu gama o energii 0,5 MeV. To je hodnota výrazně nižší než 2,2 MeV, a proto lze tyto fotony snáze odstínit. KOPOS vyrábí dva typy tvarovek s přídavkem boru: hmotnostní zastoupení 3,5 % nebo 5 % bóru.

- **Směs polyetylénu s příměsí lithia – pro odstínění neutronů všech energií a částečnou eliminaci fotonů 2,2 MeV vznikajících při zachytu na vodíku.**

V materiálu je obsažen izotop lithia ^6Li , který účinně zachytává pomalé elektrony a přitom nevyzařuje žádné gama záření. Tvarovky NEUTROSTOP jsou vyráběny s 10% hmotnostním obsahem lithia.

- **Základní tvary stínících tvarovek jsou:**

- tvar H
- tvar C
- tvar E

- podle požadavků zákazníka možnost speciální úpravy vyrobených tvarovek, např. frézováním pro konstrukce cylindrického stínění urychlovačů částic.

- **Technické značení tvarovek NEUTROSTOP:**

- tvarovky z polyetylénu bez příměsí – označení C0, E0, H0
- tvarovky z polyetylénu s hmotnostní příměsí 3,5 % bóru – označení C3, E3, H3
- tvarovky z polyetylénu s hmotnostní příměsí 5 % bóru – označení C5, E5, H5
- tvarovky z polyetylénu s hmotnostní příměsí 10 % lithia – označení C10, E10, H10

Doporučení: pro stavbu stínění jsou většinou požadovány jen tvarovky s příměsí bóru nebo lithia, avšak při sestavách mohutných stínění je účelné tvarovky s příměsí kombinovat s levnějšími tvarovkami ze směsi polyetylénu bez příměsí, které je vhodné umísťovat blíže ke zdroji neutronů.

- **Konstrukce stínících stěn**

Nejjednodušší sestavou jsou stěny z tvarovek tvaru C. Tvarovky H umožňují v kombinaci s tvarovkami C nebo E výstavbu kompaktních stěn popř. i sestavy dutých útvarů s prostupy do vnějšího prostoru bez jakýchkoliv pomocných podpěrných konstrukcí.

Sestavené stínicí útvary lze kombinovat s individuálními tvarovkami zhotovenými mechanickým obráběním tvarovek pro tento účel vyrobených.

Odstíňovací schopnost tvarovek se zvyšuje s tloušťkou stínicí stěny: vrstva tvarovek o síle 44 cm sníží tok rychlých neutronů 100x a vrstva o síle 90 cm až 1000x.

- **Orientace na zákazníka**

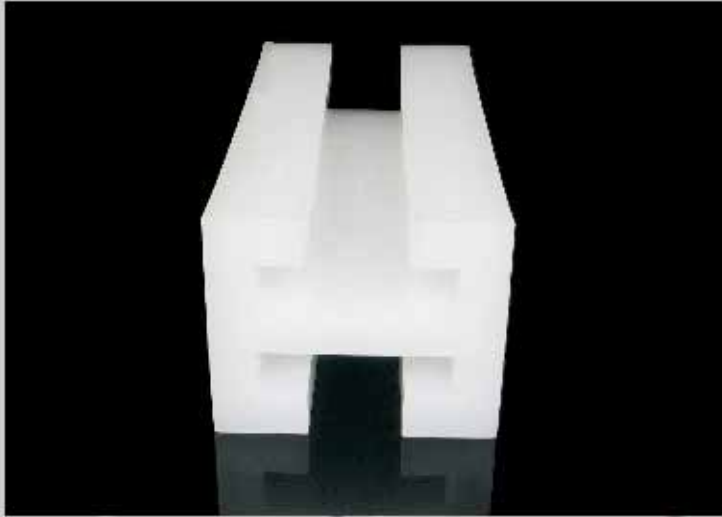
Tvarovky NEUTROSTOP mohou odstínit zařízení jakékoliv velikosti, od jaderného reaktoru nebo cyklotronu, až po jednotlivé radionuklidové zdroje neutronů. Po dohodě se společností KOPOS KOLÍN a.s. lze vypracovat odborný posudek.

Pro návrh odstínění je nutné uvést tyto údaje:

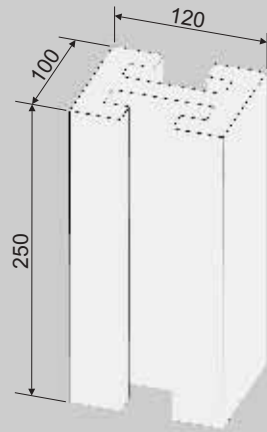
1. hodnotu příkonu prostorového dávkového ekvivalentu za stíněním $H^*(10)$,
2. emisi neutronů ze zdroje,
3. energie (spektrum) neutronů,
4. geometrické uspořádání zdroje neutronů a stíněného prostoru.

Navrhovaná stínění jsou optimalizovaná pro konkrétní projekt a nejsou zbytečně předimenzovaná.

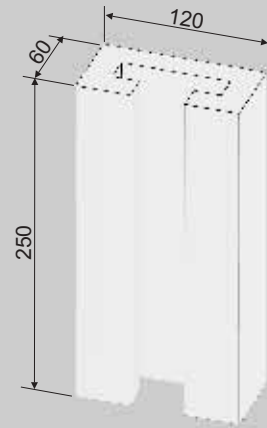
KOPOS KOLÍN a.s. vlastní odborné posudky Inspektorátu pro ionizující záření Českého metrologického institutu.



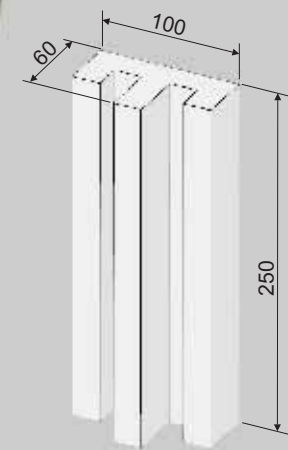
tvar H



tvar C

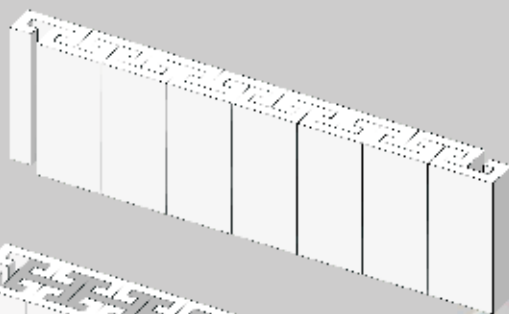


tvar E

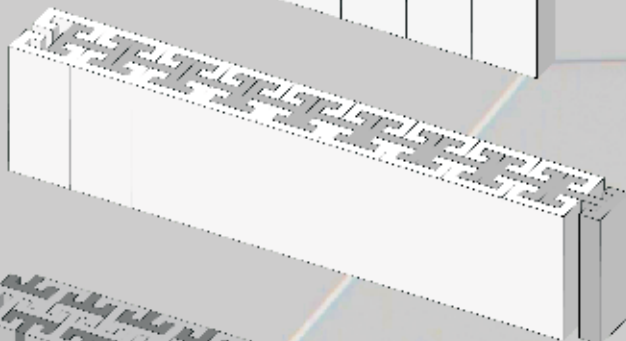


Příklady montáže

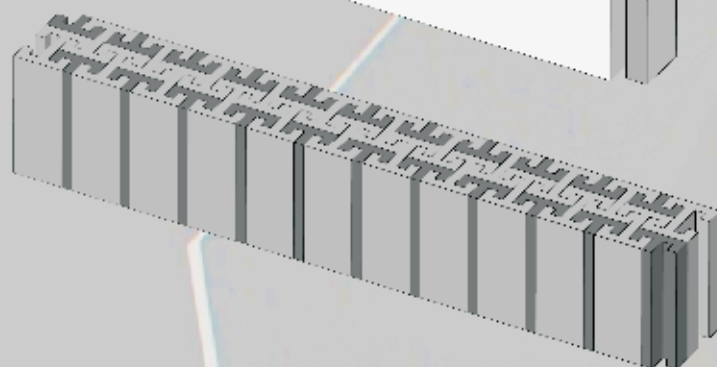
tvárovky C



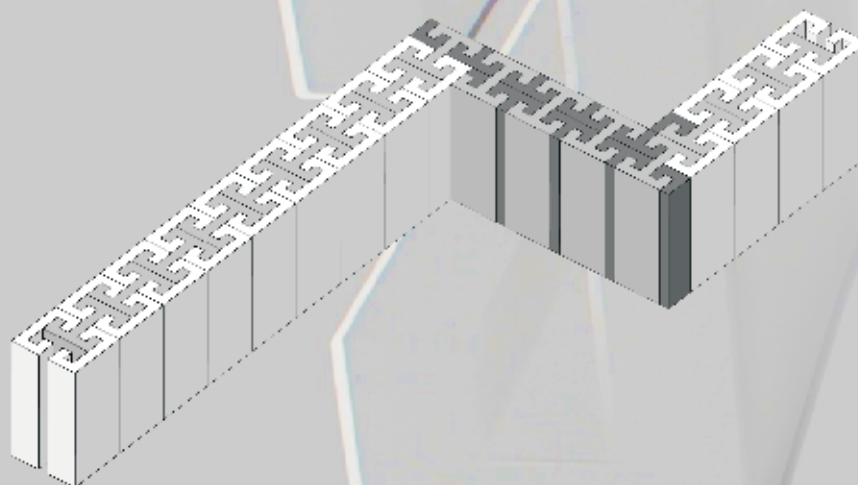
kombinace
tvarovek H a C



kombinace
tvarovek H a E



kombinace
tvarovek C, H a E



REFERENCE:

- AGMECO – lékářská technika s. r. o., Praha, Česká republika
- CERN – (European Organization for Nuclear Research) – Geneve, Switzerland
- Experience EDELWEISS – Modane, France
- EL Malines Depot – Bureau Aankopen, Mechelen, Belgium
- Flerov Laboratory Moscow, Dubna, Russia
- Forschungszentrum Rossendorf, Dresden, Germany
- Groupe Manoir-Edelweiss (Institut de Physique Nucléaire de Lyon) – Université Claude Bernard Lyon I, France
- International Atomic Energy Agency – Vienna, Austria
- Paks Nuclear Power Plant Ltd., Hungary
- Radioelectronic systems Ltd. – Sofia, Bulgaria
- UN Development Programe in Pakistan, Islamabad, Pakistan
- Universität Halle, FB Physik, Germany
- CEA/IRFU/Service d'Astrophysique & CELIA, Université de Bordeaux, France
- C.N.R.S. – Laboratoire Souterrain de Modane, Modane, France
- CEA de Saclay, Cedex, France
- AREVA NP GmbH - Germany