

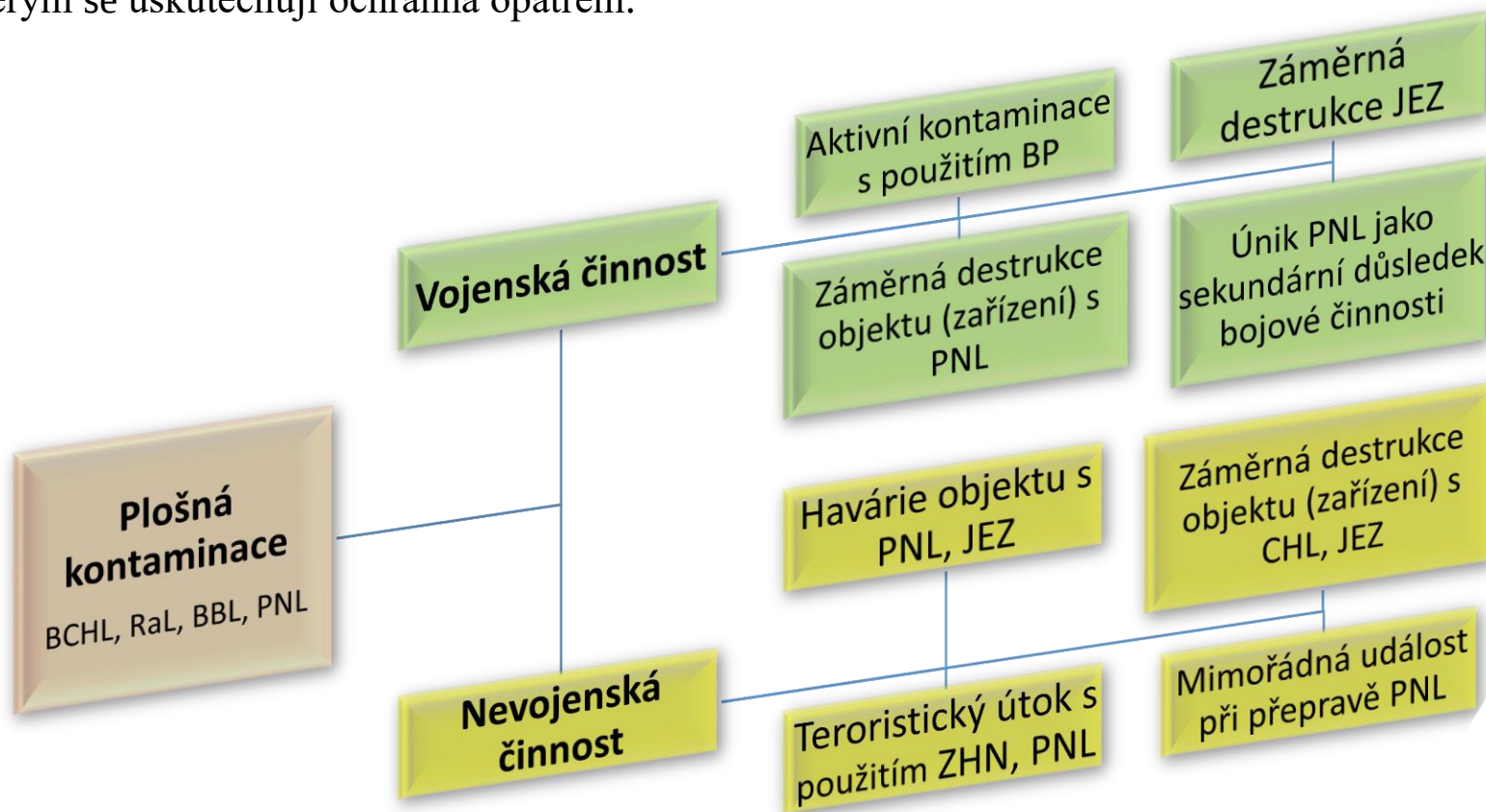


T-9 Odstraňování následků CBRN událostí, základy dekontaminace vojenského materiálu a osob



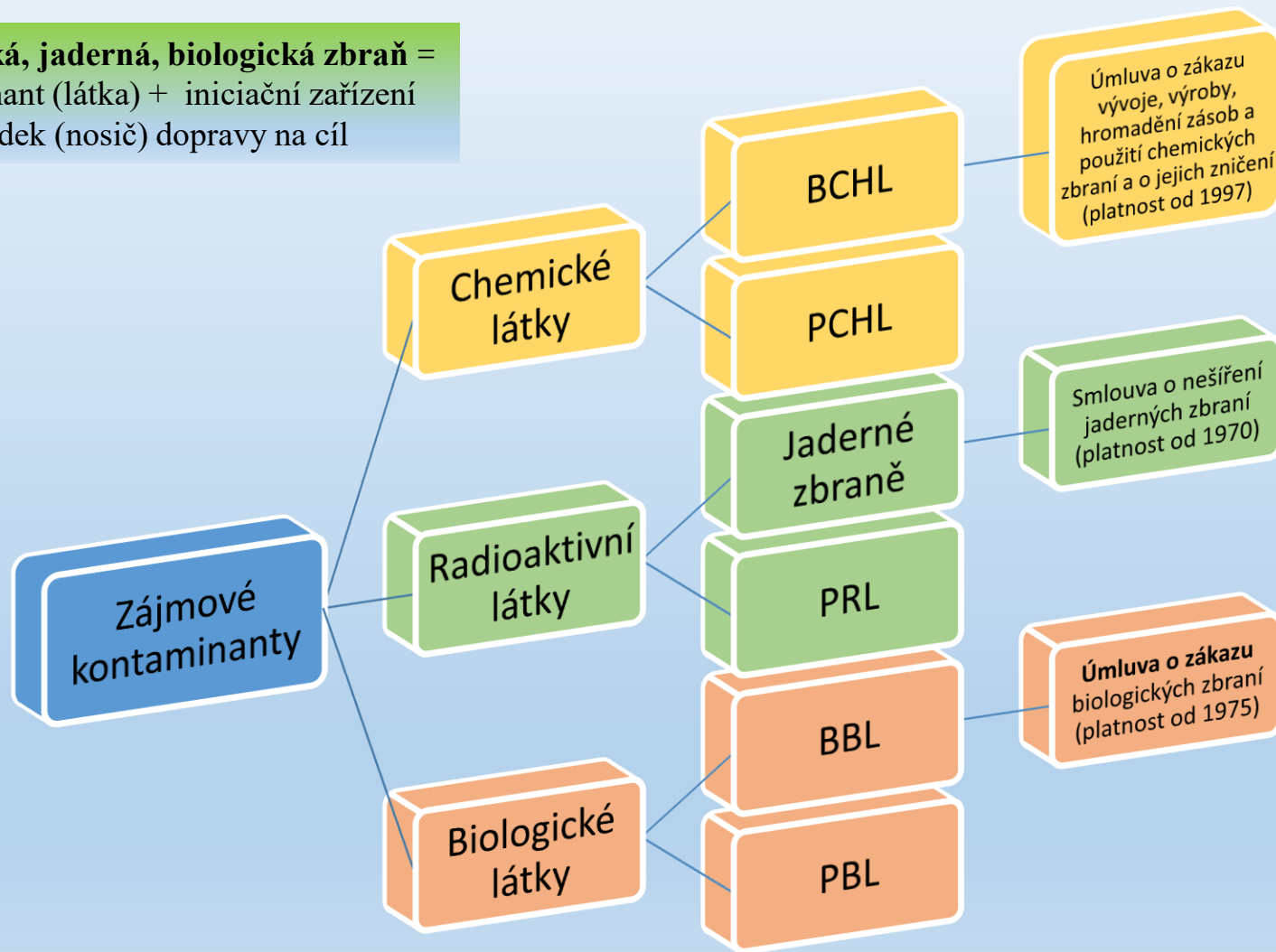
Kontaminace

Kontaminace = přítomnost, ukládání (depozice), absorpce, adsorpce nebo rozptýlení radioaktivních, bojových biologických, bojových chemických a průmyslových nebezpečných látek v životním prostředí v množství nebo koncentracích, která se považují za škodlivé a vůči kterým se uskutečňují ochranná opatření.



Zájmové kontaminanty

Chemická, jaderná, biologická zbraň =
kontaminant (látka) + iniciační zařízení
+ prostředek (nosič) dopravy na cíl



Stálost vybraných BCHL na málo členitém povrchu

Teplota	Rychlost větru (m.s ⁻¹)	SARIN		VX		YPERIT	
		(hodiny)		(dny)		(hodiny)	
		kontaminováno					
		malými náboji (elementy kazet)	velkými náboji (bomby)	bez- kontaktními minami	leteckým rozstřiko- vacím zařízením	nárazovou municí (náboje, bomby)	
		působení par		působení kapek a par		kapky	páry
0	do 2	24	32	16	22	16	96
	2 a více	19	20	-	-	12	72
10	do 2	11	14	9	18	8	48
	2 a více	8	11	-	-	6	36
20	do 2	5	8	4	12	4	38
	2 a více	4	7	-	-	3	17
30	do 2	2,5	5	2	-	2,5	14
	2 a více	2	4	2	7	2	11

Předpokládané hustoty kontaminace a velikost kapek BCHL

BCHL	Hustota kontaminace (g . m ⁻²)	Velikost kapek (g)
látka VX	0,5 - 1	0,02 – 0,1
Soman	7	0,5 – 5,0
Sarin	6 – 8	0,5 – 5,0
Yperit	8 – 10	0,5 – 5,0

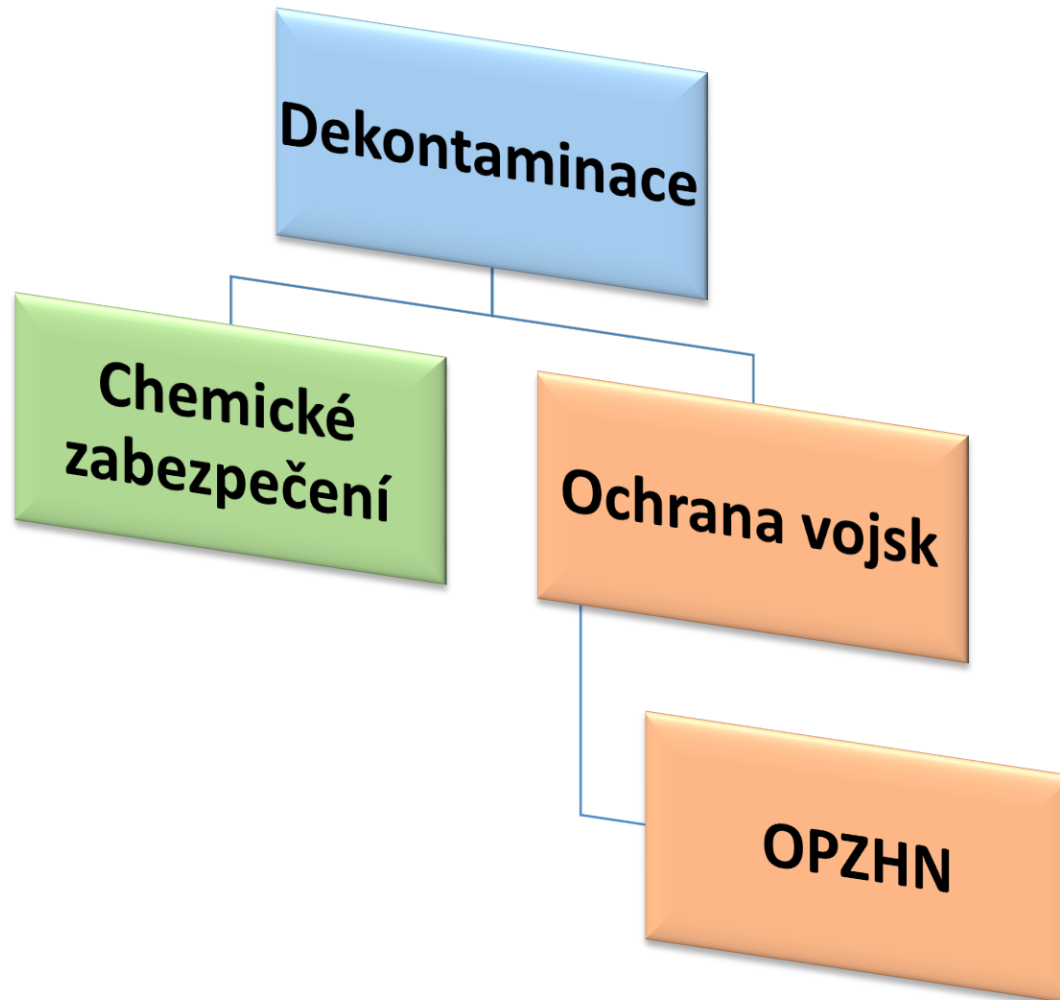
Dekontaminace - definice pojmu

Postup, při němž se odstraňují nebo zneškodňují bojové chemické a průmyslové chemické látky, biologické látky nebo odstraňují radioaktivní látky z povrchu těla osob, výzbroje, techniky, jiného materiálu, objektů a terénu. Tvoří součást chemického zabezpečení. Z operačního hlediska se dekontaminace dělí na okamžitou, částečnou a úplnou. Zvláštní případ úplné dekontaminace je čistá dekontaminace. Z hlediska použitých dekontaminačních látek a dekontaminačních postupů se dělí na dezaktivaci, dezinfekci a odmořování. Z hlediska dekontaminačního postupu se skládá z hrubé očisty, vlastní dekontaminace dekontaminační směsí a zpravidla i následného oplachu nekontaminovanou vodou.

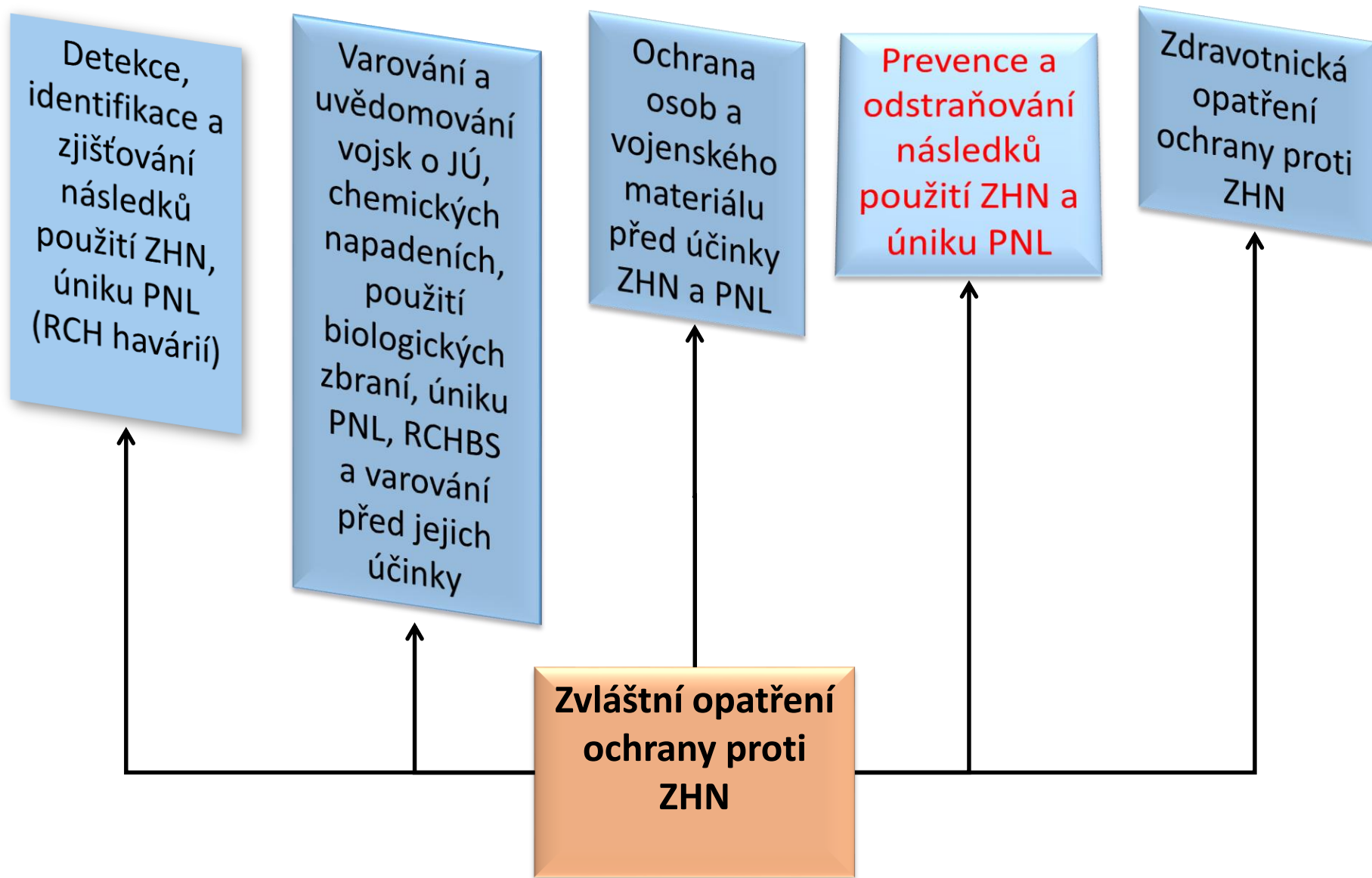
Dekontaminace je tedy postup při němž se:

- odstraňují nebo zneškodňují BCHL, průmyslové chemické látky, BBL a průmyslové biologické látky nebo odstraňují RaL a průmyslové radioaktivní látky z povrchu VM, objektů, terénu a těla osob;
- osoby, předměty a terén stávají bezpečnými;
- využívá procesů - absorpce, zničení, neutralizace, přeměny kontaminantu na neškodné látky nebo jeho odstranění.

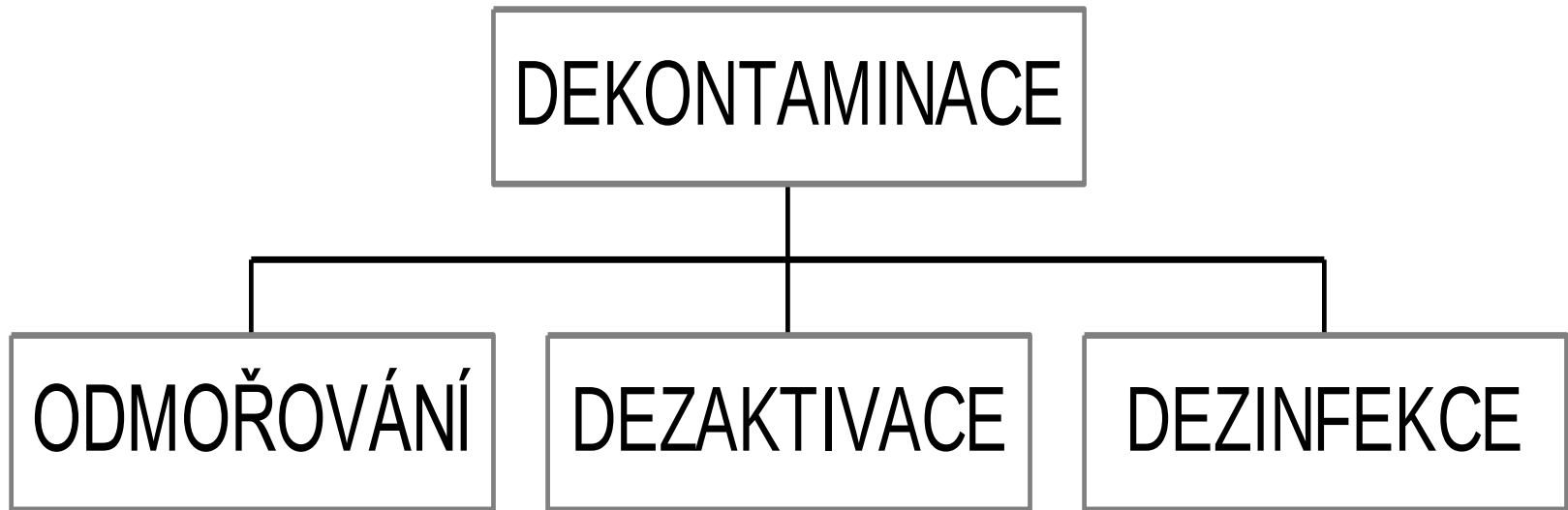
Plnění úkolů dekontaminace



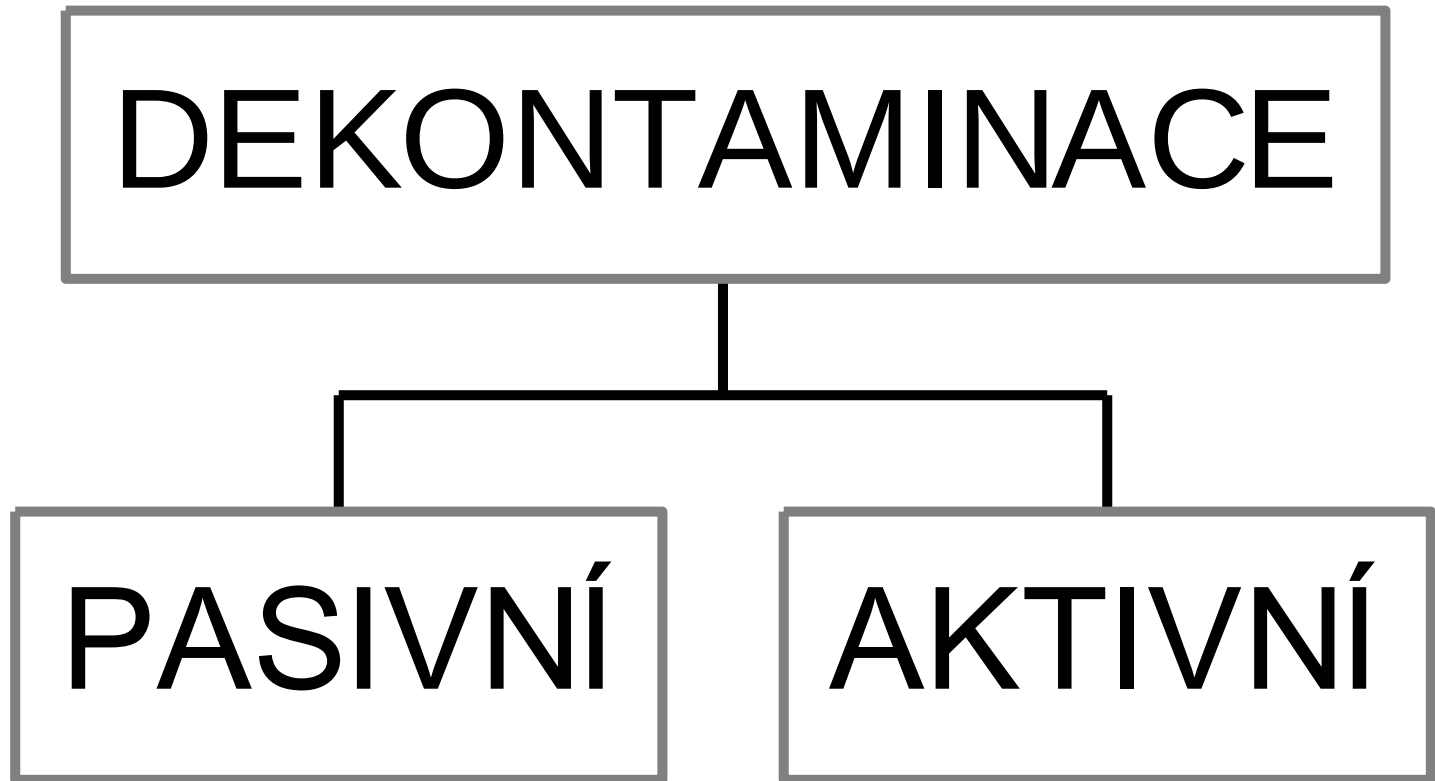
OPZHN



Rozdělení dekontaminace (podle kontaminantu)



Rozdělení dekontaminace (podle naléhavosti situace)



Zásady realizace dekontaminace

- 1. CO NEJDŘÍVE.**
- 2. POUZE TO, CO JE NEZBYTNÉ.**
- 3. CO NEJBLÍŽE KONTAMINOVANÉMU PROSTORU.**
- 4. PRIORITY.**

Požadavky na dekontaminační proces

- ☐ vysoká účinnost;
- ☐ rychlost;
- ☐ minimální poškození materiálu;
- ☐ univerzální (polyvalentní) účinek;
- ☐ ekonomičnost (hospodárnost).

Dekontaminační proces - ovlivňující faktory

Při realizaci dekontaminačních postupů je nezbytné věnovat pozornost:

- ☐ fyzikálně chemickým vlastnostem kontaminantu;
- ☐ hustotě plošné kontaminace povrchu a velikosti kapek BČHL;
- ☐ fyzikálně chemickým vlastnostem kontaminovaného povrchu;
- ☐ povětrnostním podmínkám a dalším vlivům;
- ☐ fyzikálně chemickým vlastnostem dekontaminačních činidel, způsobu a formě jejich aplikace na kontaminovaný povrch.

Faktory ovlivňující dekontaminační proces

❑ fyzikálně chemické vlastnosti BCHL:

- toxicita,
- viskozita,
- těkavost,
- rozpustnost v nátěrovém systému:

❑ hustota plošné kontaminace povrchu a velikost kapek BCHL, které jsou závislé na:

- jejich fyzikálně chemických vlastnostech,
- způsobu jejich aplikace;

❑ fyzikálně chemické vlastnosti kontaminovaného povrchu:

- členitost,
- nasákavost,
- teplota,
- znečištění,
- chemická stálost vůči dekontaminačnímu činidlu;

Faktory ovlivňující dekontaminační proces

- ❑ **povětrnostní podmínky a další vlivy:**
 - teplota vzduchu,
 - množství srážek,
 - prašnost,
 - rychlost větru;
- ❑ **fyzikálně chemické vlastnosti dekontaminačního činidla:**
 - smáčivost povrchu,
 - chemická reaktivita a stálost,
 - tepelná kapacita
- ❑ **a způsob a forma jeho aplikace na kontaminovaný povrch.**

Metody dekontaminace

- ❑ **Chemické** - působení dekontaminačních roztoků a směsí na kontaminovaný povrch. Jsou selektivní a účinné na skupinu BCHL příbuzné chemické struktury.
- ❑ **Fyzikální** - smývání, odpařování, sorpce, rozpouštění, ředění. Nevedou k likvidaci BCHL a PCHL, jsou univerzální.
- ❑ **Mechanické** - otírání, vyklepávání, vysávání, ometání, kartáčování, vyfukování, odstranění či překrytí kontaminované svrchní vrstvy. Nevedou k likvidaci BCHL a PCHL, jsou univerzální.
- ❑ **Fyzikálně chemické** - chemisorpce, působení řízeného toku energie.
- ❑ **Biologické** - biodegradace, fytodegradace, bioventing, enzymy.
- ❑ **Ostatní** - nanotechnologie, ochranné povlaky a nátěrové systémy.

Při realizaci dekontaminace VM a osob se zpravidla jedná o vzájemnou kombinaci jednotlivých metod dekontaminace v závislosti na druhu kontaminantu, charakteru kontaminovaného povrchu, vnější teplotě, použitém technickém prostředku, charakteru činnosti atd.

Charakteristika dekontaminačních metod

❑ *chemické metody*

- působení aktivního chemického činidla, zpravidla ve formě odmořovací směsi nebo roztoku;
- převádí BCHL na sloučeninu s výrazně nižším toxickým účinkem nebo zcela netoxické;
- pro odmořování BCHL jsou využívány aktivní komponenty zejména ze skupin:
 - zásad,
 - oxidačních, chloračních nebo chloračně-oxidačních činidel;

❑ *fyzikální metody*

- jsou založeny na odstranění BCHL z povrchu, přičemž se účinky těchto látek výrazným způsobem nemění;
- přesunujeme kontaminaci na jiné místo nebo do jiného prostředí, které se tímto stává toxickým;
- do skupiny řadíme:
 - sorpci (jednoduché, reaktivní nebo katalytické sorbenty),
 - odpařování,
 - smývání,
 - technologie vysokotlakých systémů;

Charakteristika dekontaminačních metod

□ *fyzikálně-chemické metody*

- technologie např. využívající plazmy má několik potenciálních výhod před ostatními používanými dekontaminačními technologiemi:
- plazma snadno proniká do nejmenších povrchových pórů dekontaminovaného materiálu a čistí bez ohledu na tvar a poréznost materiálu;
- dekontaminace probíhá pouze s minimálními nebo žádnými vedlejšími produkty, neboť plazma rozloží látku na neškodné, většinou plynné vedlejší produkty;
- k dekontaminaci není zapotřebí voda ani žádné speciální dekontaminační prostředky.

□ *mechanické metody*

- mechanický účinek dekontaminačního prostředku (ometání, kartáčování, vyklepávání, otírání);
- proud vzduchu (ofukování, vysávání vnějších a vnitřních povrchů), kapaliny nebo jiného média (stlačený oxid uhličitý);
- využití ultrazvuku;
- odstranění kontaminované vrstvy materiálu či její překrytí vrstvou nekontaminovaného materiálu, např. speciální fólií;

Charakteristika dekontaminačních metod

❑ *biologické metody (biodegradace)*

- využívají schopnosti organismů, rostlin nebo enzymů degradovat za určitých podmínek poměrně širokou škálu organických látek škodlivých k životnímu prostředí;
- tyto schopnosti hub nebo rostlin jsou využitelné zejména při dekontaminaci půdy a vody;
- enzymy jako biologické katalyzátory jsou využitelné i pro degradaci BChL nebo pesticidů ve formě odmořovacích směsí, vyznačují se specifícností k substrátu;
- vyznačují se relativně vysokou rychlostí.

Zhodnocení dekontaminačních metod

- ❑ fyzikálně-chemické, fyzikální a mechanické jsou univerzálnější;
- ❑ fyzikální postupy odmořování se vývojově rozpracovávají, takže výhledově je možno předpokládat jejich daleko širší praktické uplatnění než tomu bylo dosud;
- ❑ důvodem je, že fyzikální postupy nejsou agresivní, což je ve srovnání s chemickými postupy předurčuje pro dekontaminaci „citlivých“ povrchů speciální techniky, zejména elektroniky.

V dekontaminační praxi platí obecné pravidlo:

„Raději provést co nejdříve dekontaminaci improvizovanými, méně účinnými prostředky, než čekat dlouhou dobu na aplikaci účinnějších prostředků“.

Základní zásada realizace dekontaminace z hlediska pracovního postupu:

„shora dolů a zepředu dozadu“.

Dekontaminační technologie

- ❑ oxidace, nukleofilní substituce, fotochemické reakce, mikroemulze;
- ❑ odvětrávání, urychlené odvětrávání, technologie vysokotlakých systémů;
- ❑ technologie stlačeného CO₂, ultrazvukového čištění, využití vody a tlakové vody;
- ❑ elektrochemické technologie, membránové separační technologie, sorpční technologie;
- ❑ využití plazmy, elektromagnetické záření o krátké vlnové délce;
- ❑ technologie založené na biologickém účinku přírodních organismů a rostlin a katalytických materiálů;
- ❑ nanotechnologie;
- ❑ ochranné povlaky, nátěrové systémy a další.

Principy a způsoby dekontaminace

Působení technických prostředků, zařízení a techniky dekontaminace je založeno na **mokrém** a **suchém principu** dekontaminace.

mokrý princip:

- ☐ hrubá očista nízko nebo vysokotlakou vodou, popř. parou - proudnice, nástríková proudnice, vysokotlaká proudnice u VM; při dekontaminaci osob se neprovádí;
- ☐ nanesení a působení kapalných dekontaminačních roztoků nebo směsí na kontaminovaný povrch (vodné, organické) - směs, roztok, suspenze, pěna, emulze, obrácená emulze.
- ☐ způsoby realizace:
 - *stacionární* - aplikace dekontaminační směsi stříkací pistolí, nástríkovou proudnicí, ponořením do dekontaminační vany s následným nízko či vysokotlakým oplachem popř. ponořením do oplachové vany nebo bez oplachu (VM). Nástríkem nebo odběrem z dávkovače a mechanickým roztíráním nízkotlakým s oplachem teplou vodou ze sprchy (osoby);
 - *průjezdny* - mycí, postřikové (nánosové) a oplachové rámy; může být *kontinuální* nebo *s technologickými zastávkami*.

suchý princip:

- ☐ využití tepelné a kinetické energie spalin proudového motoru; sorpční materiály (malé plochy a drobné předměty);
- ☐ výhoda - plně využitelný v zimních podmínkách;
- ☐ v současné době není v AČR k dekontaminaci VM zaveden technický prostředek (TZ-74 - vyřazený bez náhrady). Pro dekontaminaci osob - IPB-80.

Dekontaminační postup

- ❑ Dekontaminační postup je definován, jako sled dílčích operací, které zpravidla zahrnují **hrubou očistu, aplikaci dekontaminační směsi či roztoku a závěrečný oplach**, popř. se realizují další operace.
- ❑ Operace se uskutečňují předepsaným způsobem s cílem dosáhnout **co nejnižší zbytkovou kontaminaci dekontaminovaného objektu**.
- ❑ Postup a jeho dílčí operace jsou charakterizovány např. tlakem a teplotou mycí a oplachové vody, použitým dekontaminačním prostředkem či jeho částí a použitou dekontaminační směsí (typ, teplota, plošná hustota nánosu, doba působení a způsob aplikace).
- ❑ V závislosti na klimatických podmínkách, druhu kontaminantu, charakteru činnosti či použití vybraného dekontaminačního prostředku se realizuje jako **tříetapový, dvou a jednoetapový způsob dekontaminace**.
- ❑ K provádění hromadné **dekontaminace osob** se používá dvouetapového způsobu spočívajícího v aplikaci dekontaminační směsi na povrch těla a provedení následného oplachu teplou vodou. Tato dekontaminace bývá zpravidla spojena s výměnou výstroje.

Možné postupy realizace dekontaminace

Odmořování (dezinfekce) VM:

- ☐ otírání odmořovacími směsmi pomocí proudnic s kartáči;
- ☐ nástřík odmořovacích směsí;
- ☐ omývání mycími roztoky (směsmi);
- ☐ ofukování proudem horkých plynů;
- ☐ otírání vodní kaší chlórového vápna (chlornanu vápenatého),
- ☐ otírání rozpouštědly.

Nástřík odmořovacích směsí - nános směsí a následný oplach vodou (proud vody, kartáče, štětky, hadry) popř. bez oplachu;

Omývání mycím roztokem - nástřík mycího roztoku s obsahem detergentu (nános a oplach) nebo otírání kartáči (není třeba oplach);

Ofukování - proudem horkých plynů (dezaktivace - vstřík vody, dezinfekce - vstřík 5% suspenze chlornanu vápenatého);

Rozpouštědla - pokud nejsou k dispozici odmořovací látky (nepoužívat na pórovitý nebo natřený povrch). Smočit povrch, otřít suchým hadrem, opakovat 5 - 6x;

Vodná kaše chlorového vápna - pouze tehdy, pokud není k dispozici jiná odmořovací látky. Nános pomocí štětky, lopatky atp. Po 30 minutách povrch smýt vodou.

Možné postupy realizace dekontaminace

Dezaktivace VM:

- ☐ ometání košťaty, větvičkami nebo otírání hadry, věchýtky trávy, slámy, sena;
- ☐ smývání proudem tlakové vody;
- ☐ smývání dezaktivacími směsmi (štětky, proudnice s kartáčem);
- ☐ otírání vodou, organickými rozpouštědly nebo dezaktivacími směsmi pomocí hadrů (malé předměty, opakovaně 3x);
- ☐ nástřik dezaktivacích směsí a oplach vodou (rámy, nástřikové proudnice);
- ☐ ofukování proudem horkých plynů s periodickým vstřikováním vody.

Realizace dekontaminačních postupů v praxi

Hrubá očista a oplach VM a oplach osob vodou

Stacionární způsob

Nízkotlaká

- ☐ proudnice s kohoutem (ARS-12M - čerpadlo QF-600);
- ☐ nástríková proudnice (ACHR-90M - čerpadlo META, FROGGY);
- ☐ ponořením do oplachové vany (osobní zbraň, malé předměty);
- ☐ sprchová růžice - teplá voda (osoby);
- ☐ improvizovanými prostředky (konev, postřikové nádoby, hadice s rozstřikovacím nástavcem aj.);
- ☐ běžné mycí linky pro mytí vozidel.

Vysokotlaká

- ☐ vysokotlaká proudnice s rotační tryskou (SANIJET);
- ☐ vysokotlaký agregát (KARCHER HDS 558 CSX Eco - pro MDA).

Parou

- ☐ vysokotlaká proudnice s parní tryskou (SANIJET).

Průjezdny způsob

Nízkotlaká

- ☐ Mycí rám (MZ-82).

Vysokotlaká

- ☐ Mycí rám (MZ-08).



Realizace dekontaminačních postupů v praxi

Aplikace dekontaminačních směsí na povrch VM a osob

Stacionární způsob

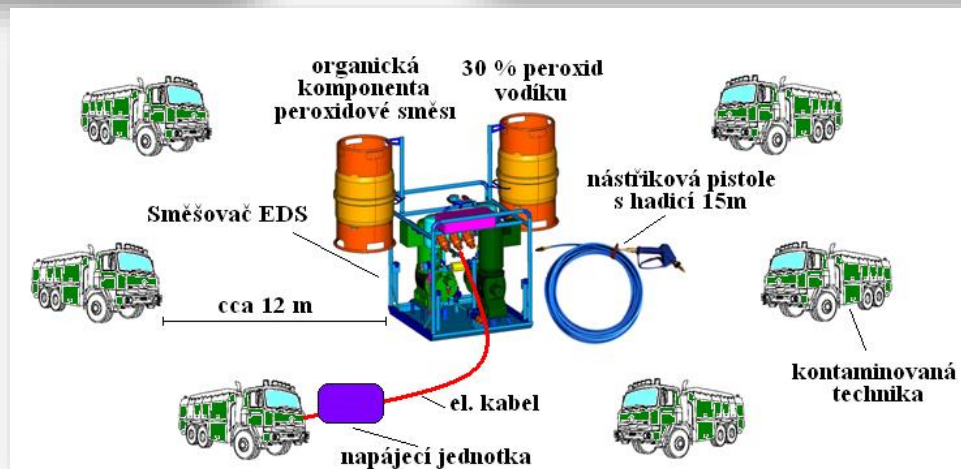
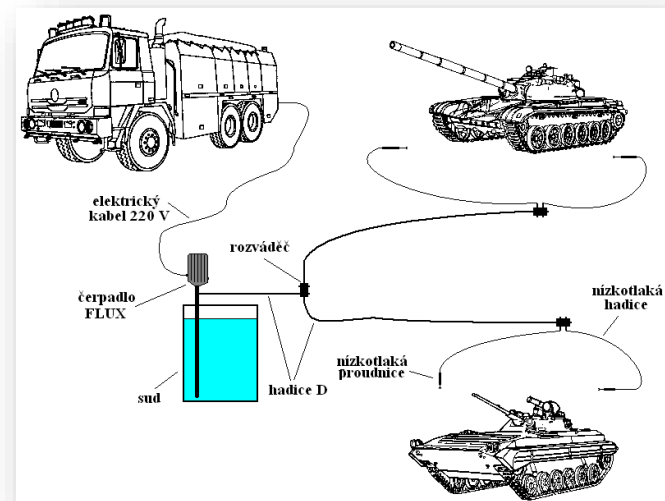
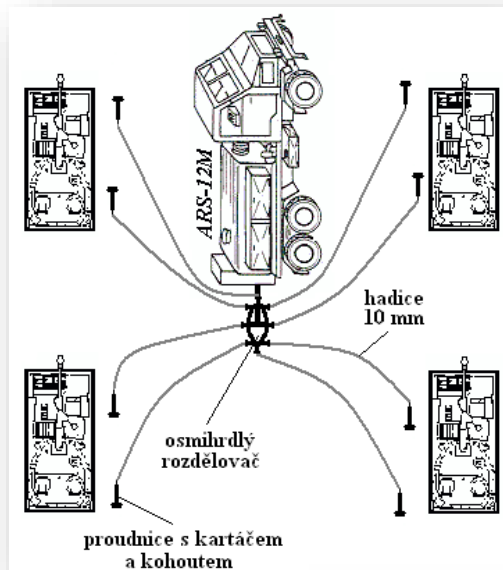
- ☐ proudnice s kohoutem a kartáčem (ARS-12M , AOS-1);
- ☐ proudnice s ejektorem a kartáčem (AOS-2);
- ☐ stříkáci pistole (OS-3 nebo PDS);
- ☐ nástríkové proudnice s tryskou a popř. kartáčem (ACHR-90M);
- ☐ nástríkové proudnice s pěnotvornou hubicí (ACHR-90M - aplikace pěny);
- ☐ ponořením do promíchávané dekontaminační vany (směsi neemulzního typu);
- ☐ sprchová růžice nebo ruční odběr z dávkovače s mechanickým roztíráním (osoby).
- ☐ improvizovanými prostředky (např. otírání namočeným hadrem, nános štětkou, rozstřikovačem aj.)

Průjezdny způsob

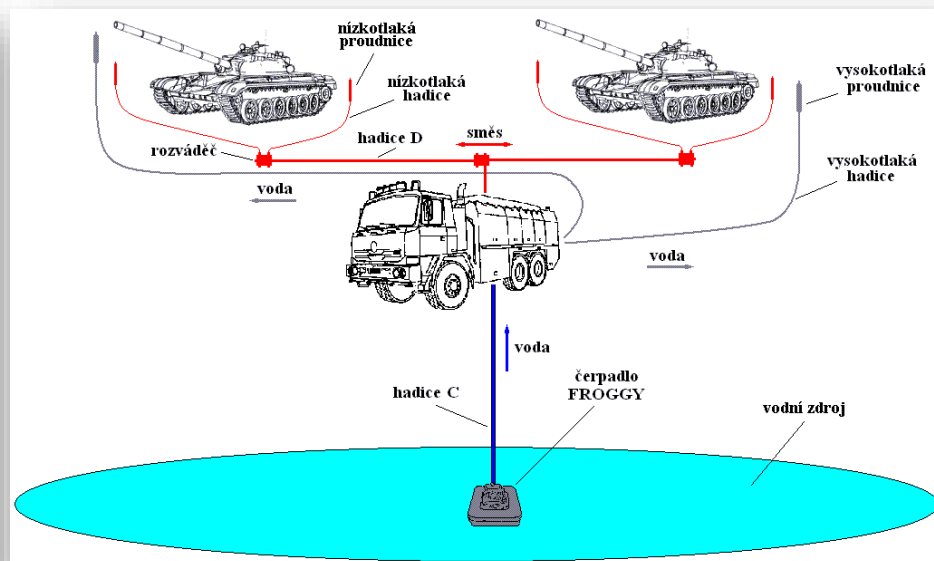
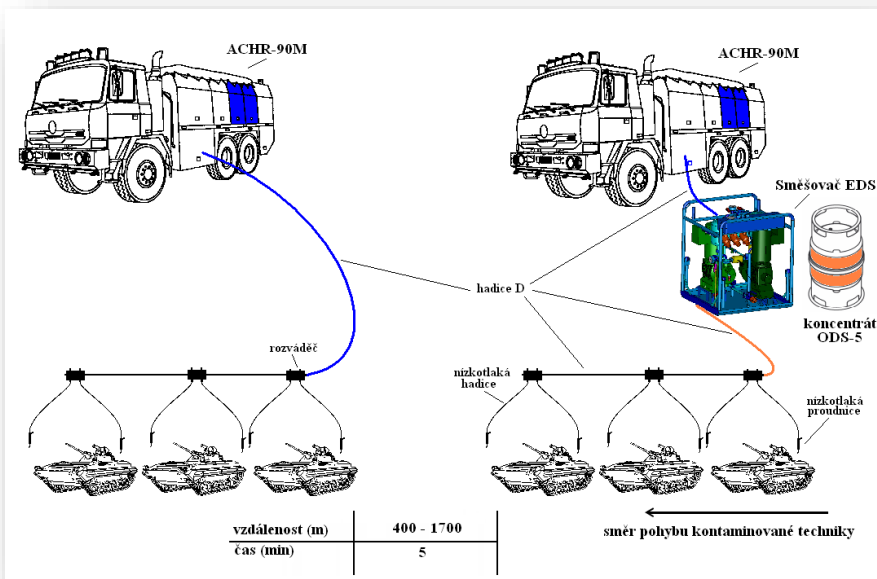
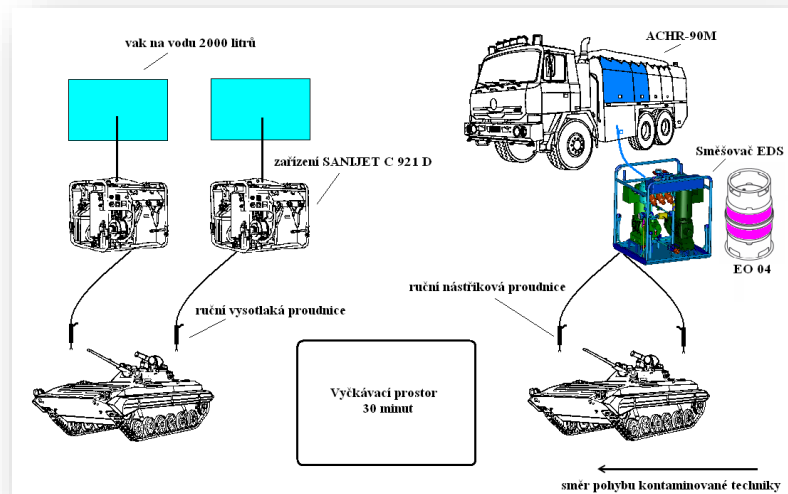
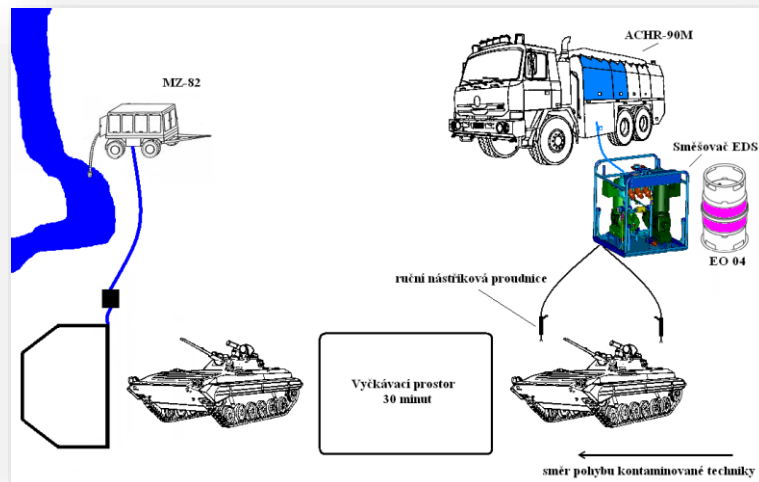
- ☐ Postřikový rám (POR-82);
- ☐ Postřikový rám (POR-08).



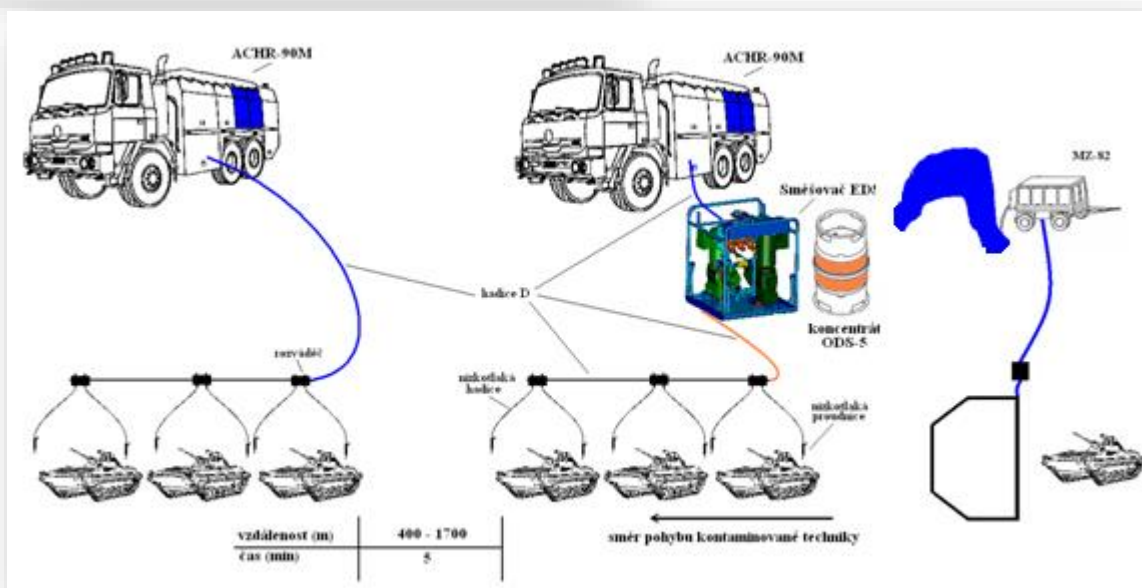
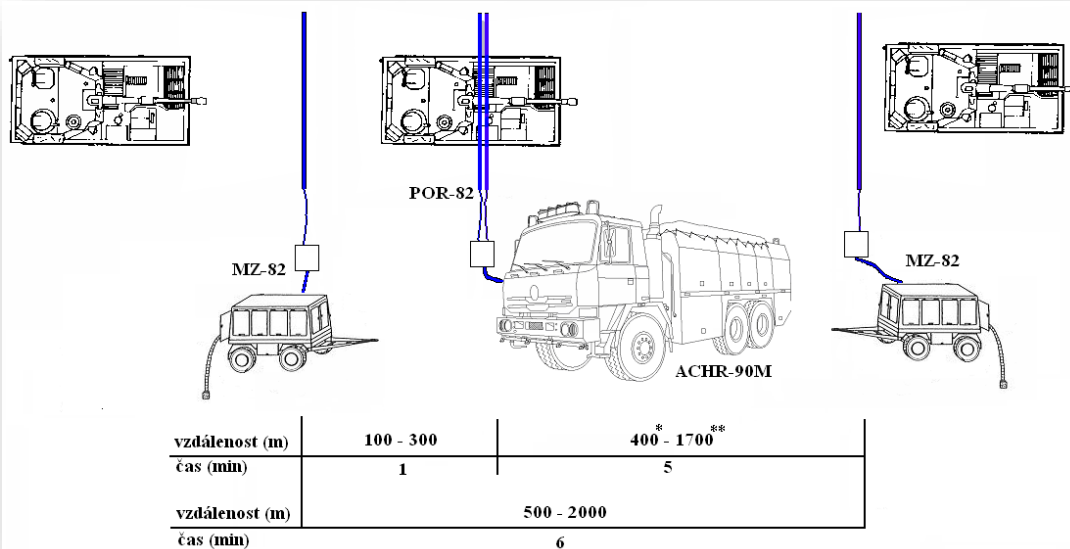
Jednoetapový způsob dekontaminace



Dvouetapový způsob dekontaminace



Třietapový způsob dekontaminace



Dekontaminační látky, směsi a roztoky



Směs	Složení	Použitelnost	Doba aplikace	Spotřeba	Poznámka
1	2	[° C]	[min]	[dm ³ .m ⁻²]	6
		3	4	5	
chlornanová OS	2 % Ca(OCl) ₂ , 0,5 % detergentu ALFA 1 % nafty, zbytek voda.	t > +10 pro t < +10 nutný ohřev vody	15 – 30	2,5 – 3 teplý 1,5	Minimální obsah aktivního chloru 1 %.
OS č. 1	10 % směs dichloraminu v dichlorethanu.	-35 až +40	10 – 15	0,5 – 0,6	Obsah aktivního chloru 4 – 5 %. VX a YPERITY.
OS č. 2	10 % NaOH, 25% monoethanolaminu ve vodě.	-40 až +40	10 – 15	0,5 – 0,6	V létě se ředí v poměru 1:4. Látky „G“.
OS č. 3	30 % cyklohexylaminu, 40 % monoethanolaminu, 30 % ethanolu, na každý litr 98 g KOH.	-25 až +40	30	0,1 – 0,25	0,1 pro OFOL 0,25 pro HD
ODS č. 4	3 % detergentu LINKA 1, 2% NaOH, zbytek voda.	0 až +60	5	0,5	Mokrý průjezdný kontinuální způsob.
	0,15 % detergentu LINKA 1, 0,1% NaOH, zbytek voda.		ihned	2,5	Mokrý stacionární - proudnicový způsob (s kartáči).
ODS č. 5	3 % detergentu LINKA 2, voda.	-10 až +40	5	0,1 – 0,25	Mokrý průjezdný kontinuální způsob.
			5	0,3	Ve formě pěny.
	0,3 % detergentu LINKA 2, voda.		ihned	1 – 2,5	Mokrý stacionární - proudnicový způsob (s kartáči).

Směs	Složení	Použitelnost	Doba aplikace	Spotřeba		Poznámka
1	2	[° C]	[min]	[dm ³ .m ⁻²]		6
dezaktivací	5 % vodná směs detergentu ALFA.	pod +10 ohřev vody na 60	-	0,5		Mokrý průjezdný kontinuální způsob.
	0,5 % vodná směs detergentu ALFA.			2,5 – 3 teplý 1,5		Mokrý stacionární - proudnicový způsob (s kartáči).
dezinfekční	Převážně se jedná o vodné roztoky látek s dezinfekčními účinky, např. persterilu (2 %), formaldehydu (až 5 %), chlormanové OS, lyzolu (5 %).	pod 0	až 60	VM cca 4	terén cca 6	Mnohdy je nutno množství roztoku a doby působení až zdvojnásobit. Pod je zpravidla nutno roztok ohřát.
		nad 0		VM cca 1	terén cca 6	
Emulzní DS	85 objemových dílů 10 % vodné suspenze chlornanu vápenatého a 15 objemových dílů emulgačního oleje EO 04	-10 až +40	30	1		Po nanesení směsi ponechat VM na místě. Není vhodná pro RaL. Pod je nutno ohřát suspenzi na 20 – 30 °C.
Peroxidová DS	30 objemových dílů 30 % peroxidu vodíku a 70 objemových dílů organické komponenty peroxidové směsi	0 až +40	30	0,5		Na vnitřní nasákové povrchy VM, bez- oplachová.

Dekontaminační látky, směsi a roztoky pro dekontaminaci osob

okamžitá dekontaminace:

- ❑ činidlo DESPRACH, mýdlo a voda (IPB-8o);
- ❑ a další např. tetraboritan sodný, chloramin, JODISOL, peroxid vodíku, neagresivní saponáty, atp.;

hromadná dekontaminace:

- ❑ mycí roztok (5 % roztok tekutého mýdla ve vodě);
- ❑ NEODEKONT;
- ❑ MANOX;
- ❑ a další např. zředěný roztok PERSTERILU, činidlo



Možnosti použití dekontaminačních směsí a roztoků

Vnější nenasákavé povrchy VM

letní období

chlornanová odmořovací směs, OS č. 2 (letní receptura), OR-3, ODS-4, ODS-5, EDS;

zimní období

OS č. 1, OS č. 2, OR-3.

Vnitřní nasákavé povrchy VM

letní období

☐ PDS

Dekontaminace osob

letní a zimní (zabezpečit ohřev a vyhřívání) **období**
roztok tekutého mýdla, NEODEKONT, MANOX

Pozn:

OR-3 se nanáší na suchý povrch (dle možnosti)! Hrubou očistu vodou nerealizovat, popř. nechat povrch uschnout. Déšť a mokrá povrch značně snižuje účinnost OR.

Maximální normy spotřeby dekontaminačních směsí

Typ dekontaminační směsi			Maximální spotřeba (dm ³ .m ⁻²)
odmořovací směs	vodná		2,5
	nevodná		0,5
	speciální (sorbenty, pasty)		0,1
dezaktivací směs (obsah aktivní komponenty)	0,1 – 0,3 %		3,0
	5 (více etapový způsob)		0,3
dezinfekční směs	nesporulující	nad +5 °C	0,5
		pod +5 °C	1,0
	sporulující	nad +5 °C	1,0
		pod +5 °C	4,0

Kalkulovaná počáteční a zbytková kontaminace

Počáteční kontaminace vnějších povrchů VM kapičkami standardních BCHL

BCHL	Plošná hustota počáteční kontaminace (g.m ⁻²)	Velikost individuální kapky (mg)
Soman	7,0	0,7
látka VX	1,0	0,1
Yperit	6,5	0,6 – 0,7

Přípustné hodnoty zbytkové kontaminace BCHL

Soman	12 mg. m ⁻²
látka VX	1 mg. m ⁻²
Yperit	10 mg. m ⁻²

Příručka NATO D-102

Přípustné limity pro reziduální kontaminaci materiálů standardními BCHL		
Přípustná zbytková kontaminace	neresistentní materiály (syntetické nátěry, pryže)	resistentní materiály (polyuretanové nátěry, kovy, sklo)
Soman	200 mg. m ⁻²	20 mg. m ⁻²
látka VX	200 mg. m ⁻²	20 mg. m ⁻²
Yperit	500 mg. m ⁻²	50 mg. m ⁻²

Konec prezentace

Děkuji za pozornost.

Dotazy?

