

TNO-rapport
PML 1998-A108

Compagnieontsmettingssystemen

TNO Prins Maurits Laboratorium

Lange Kleiweg 137
Postbus 45
2280 AA Rijswijk

Telefoon 015 284 28 42
Fax 015 284 39 63

Datum

juni 1999

Auteur(s)

Dr. ir. P. Brasser

19990908 033

Rubricering

Vastgesteld door

: Drs. H. Jager

Vastgesteld d.d.

: 4 juni 1999

(Deze rubricering wijzigt niet)

Titel

: Ongerubriceerd

Managementuittreksel

: Ongerubriceerd

Samenvatting

: Ongerubriceerd

Rapporttekst

: Ongerubriceerd

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar
gemaakt door middel van druk, foto-
kopie, microfilm of op welke andere
wijze dan ook, zonder voorafgaande
toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor Onder-
zoekopdrachten aan TNO, dan wel
de betreffende terzake tussen de
partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het
TNO-rapport aan direct belang-
hebbenden is toegestaan.

Exemplaar nr.

: 11

Oplage

: 19

Aantal pagina's

: 19

(excl. RDP & distributielijst)

Aantal bijlagen

: -

DISTRIBUTION STATEMENT A
Approved for Public Release
Distribution Unlimited

© 1999 TNO

DTIC QUALITY INSPECTED 4

TNO Prins Maurits Laboratorium is onderdeel
van de hoofdgroep TNO Defensieonderzoek
waartoe verder behoren:

TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium
TNO Technische Menskunde



AQF99-12-2252

Nederlandse Organisatie voor toegepast-
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

Managementuittreksel

Titel : Compagnieontsmettingssystemen
Auteur(s) : Dr. ir. P. Brasser
Datum : juni 1999
Opdrachtnr. : A97KL438
Rapportnr. : PML 1998-A108

Nadat een NBC-aanval heeft plaatsgevonden op een eenheid, zal deze eenheid ontsmet moeten worden. De NATO-Tryptich kent drie niveaus van ontsmetting:

- 1 onmiddellijke ontsmetting;
- 2 operationele ontsmetting;
- 3 grondige ontsmetting.

Onder het eerste punt valt vooral huidontsmetting en onder punt twee en drie vallen materiaal- en omgevingsontsmetting. Iedere compagnie binnen het Nederlands leger is uitgerust met ontsmettingsapparatuur en ontsmettingsmiddelen om apparatuur en voertuigen te ontsmetten na een chemische of biologische aanval. Een besmet voertuig moet door een zogenaamde ontsmettingsstraat om ontsmet te worden. Een ontsmettingsstraat bestaat uit drie stations. Het eerste station voert een voorreiniging uit, het tweede de werkelijke ontsmetting en het derde station de nareiniging. Het ontsmettingsmiddel dat gebruikt wordt kan bijvoorbeeld C8-emulsie zijn, dat door middel van verspuiten opgebracht wordt op de besmette onderdelen. Voordat dit ontsmettingsmiddel gebruikt wordt, moet echter een voorreiniging plaatsvinden, door bijvoorbeeld het specifieke onderdeel eerst met water te wassen of schoon te spuiten met een steamcleaner. Verder moet ook een nareiniging plaatsvinden, om het ontsmettingsmiddel weer te verwijderen als het zijn werk gedaan heeft. Dit kan tevens met een waterspuit of een steamcleaner gebeuren. Aangezien het huidige ontsmettingssysteem sterk verouderd is, is de Koninklijke Landmacht (KL) op zoek naar een nieuw ontsmettingssysteem.

In het kader van het project 'Compagnieontsmettingssystemen' (A97KL438) laat DMKL een literatuurstudie uitvoeren naar de bruikbaarheid van stoomreiniging als voor- of nareiniging bij ontsmetting, met als doel waterbesparing. DMKL heeft om die reden twee typen steamcleaners geselecteerd voor nader onderzoek. In dit rapport wordt de mogelijke waterbesparing bestudeerd, en wordt ook de efficiëntie vergeleken tussen voor- en nareiniging met water en met stoom.

Geen van beide systemen voldoet aan de, door de Koninklijke Landmacht opgestelde, eis van 3 uur autonoom functioneren. Dit komt vooral door het zeer grote waterverbruik. Het gebruik van stoom als cleaner vermindert het waterverbruik wel, maar bij lange na niet voldoende.

Samenvatting

Voor het toepassen in een ontsmettingsstraat van de Koninklijke Landmacht (KL), is het gebruik van een hogedrukwaterspuit en van een stoomreiniger is vergeleken. Een ontsmettingsstraat bestaat uit respectievelijk een voorreiniger, een ontsmetter en een nareiniger. Het inzetten van een waterspuit of een stoomreiniger in elk van de drie stadia van de ontsmettingsstraat, is besproken.

Als voorreiniging kan het best een waterspuit gebruikt worden, terwijl voor de nareiniging beter een stoomreiniger gebruikt kan worden.

Ontsmetten gebeurt meestal met andere media, maar de ontsmettingsefficiëntie van de hogedrukspuit en van de stoomreiniger is ook vergeleken. Deze efficiëntie blijkt af te hangen van het type besmetting.

Inhoud

Managementuittreksel	2
Samenvatting	3
1 Inleiding	5
1.1 Projectomschrijving	5
1.2 Eisen	5
2 Voor- en nareiniging	7
2.1 Vergelijking water- en stoomreiniging	7
2.2 Voorreiniging	8
2.3 Nareiniging	8
2.4 Conclusie	8
3 Ontsmetting	9
3.1 Waterontsmetting	9
3.2 Stoomontsmetting	10
3.3 Gecombineerde ontsmetting en stoomnabehandeling	11
3.4 Vergelijking stoom- en waterontsmetting	11
3.5 Conclusie	12
4 Geselecteerde ontsmettingsstraten	13
4.1 Kärcher DADS	13
4.2 Odenwald Werke Rittersbach DEDAS 2000	13
4.3 Vergelijking ontsmettinssystemen	14
5 Conclusies	15
6 Literatuur	16
7 Ondertekening	19

1 Inleiding

1.1 Projectomschrijving

Nadat een NBC-aanval heeft plaatsgevonden op een eenheid, zal deze eenheid ontsmet moeten worden. De NATO-Tryptich kent drie niveaus van ontsmetting:

- 1 onmiddellijke ontsmetting;
- 2 operationele ontsmetting;
- 3 grondige ontsmetting.

Onder het eerste punt valt vooral huidontsmetting en onder punt twee en drie vallen materiaal- en omgevingsontsmetting. Iedere compagnie binnen het Nederlandse leger is uitgerust met ontsmettingsapparatuur en -middelen om apparatuur en voertuigen te ontsmetten na een chemische of biologische aanval. Een besmet voertuig moet door een zogenaamde ontsmettingsstraat om ontsmet te worden. Een ontsmettingsstraat bestaat uit drie stations. Het eerste station voert een voorreiniging uit, het tweede de werkelijke ontsmetting en het derde station de nareiniging. Het ontsmettingsmiddel dat gebruikt wordt bijvoorbeeld een C8-emulsie zijn, dat door middel van verspuiten opgebracht wordt op de besmette onderdelen. Voordat dit ontsmettingsmiddel gebruikt wordt, moet echter een voorreiniging plaatsvinden, door bijvoorbeeld het specifieke onderdeel eerst te wassen met water, of schoon te spuiten met een steamcleaner. Verder moet ook een nareiniging plaatsvinden, om het ontsmettingsmiddel weer te verwijderen als het zijn werk gedaan heeft. Ook dit kan door zowel een waterspuit als een steamcleaner gebeuren. Aangezien het huidige ontsmettingssysteem sterk verouderd is [1], is de Koninklijke Landmacht (KL) op zoek naar een nieuw ontsmettingssysteem.

In het kader van het project 'Compagnieontsmettingssystemen' (A97KL438) laat de DMKL een literatuurstudie uitvoeren naar de bruikbaarheid van stoomreiniging als voor- of nareiniging bij ontsmetting, met als doel waterbesparing. DMKL heeft om die reden twee typen steamcleaners geselecteerd voor nader onderzoek [2, 3]. In dit rapport wordt de mogelijke waterbesparing bestudeerd, en wordt ook de efficiëntie vergeleken tussen voor- en nareiniging met water en met stoom.

1.2 Eisen

Er is een aantal eisen opgesteld waaraan een ontsmettingssysteem moet kunnen voldoen [2, 3]. Eisen waaraan de nieuwe generatie ontsmettingseenheden moet voldoen zijn:

- grotere mobiliteit en flexibiliteit;
- autonomie; kunnen werken met minder afhankelijkheid van aanwezig oppervlaktewater (waterverbruik, energieverbruik) door:
 - eigen watervoorraad;

- hergebruik spoelwater;
- steamcleaner;
- direct beschikbaar.

Een ontsmettingsstraat (twee ontsmettingssystemen om aan de capaciteit te voldoen) moet per uur kunnen ontsmetten:

- tien tot vijftien ongepantserde voertuigen (25 tot 50 m²);
- zeven tot tien gepantserde voertuigen (50 tot 75 m²);
- vier tot vijf Leopardtanks (100 m²);
- 5000 m² terrein.

Voor zowel de voor- als de nareiniging speelt uiteraard de efficiëntie van de vuilverwijdering een grote rol. Verder is het waterverbruik van groot belang, aangezien een ontsmettingsapparaat minimaal 3 uur moet kunnen functioneren zonder externe energie- of watertoevoer. Er zal dus een watertank meegevoerd moeten worden. De verwachting is dat een steamcleaner minder water verbruikt dan een hogedruk waterspuit.

2 Voor- en nareiniging

2.1 Vergelijking water- en stoomreiniging

Om vuil los te maken van oppervlak is vooral de impact-druk van de straal van belang. Deze impact-druk hangt af van de spuitafstand, de spuihoek, de voordruk en het type nozzle. De uittreedtemperatuur van een hogedrukwaterspuit is maximaal 100 °C. Bij toepassing van een stoomreiniging wordt het water onder druk verhit tot 150 °C. Nadat het oververhitte water uit de stoomlans komt, gaat een deel hiervan (circa 7%) over in stoom en wordt het resterende deel van het water 100 °C [4].

In eerste instantie lijkt het alsof een stoomontsmettingsapparaat veel minder water verbruikt dan een hogedruk waterontsmettingsapparaat. Dit geldt echter alleen voor de (voor- of na-) ontsmetting zelf. Het gebruik van een stoomontsmetter heeft echter ook een verborgen waterverbruik. Na afloop van de ontsmetting kan bij een hogedruk waterontsmetter de waterkraan gewoon dichtgedraaid worden. Bij een stoomontsmetter is dit echter niet het geval. Als dit gedaan zou worden, zou dit apparaat ontploffen. Daarom is de stoomlans van deze ontsmetter altijd uitgerust met een 'lek', zodat de overtollige druk afgevoerd kan worden. Dit betekent extra waterverbruik, ook als deze ontsmetter even niet gebruikt wordt.

De volgende voordelen zijn te onderscheiden.

Tabel 1: Voordelen van hogedruk heetwaterreiniging en van stoomreiniging.

Hogedruk heetwaterreiniging	Stoomreiniging
• Door hoge impact-druk goede vuilverwijdering • Goed oplossend vermogen voor vuil • Snel effect bij meeste reinigingen • Direct afsluitbaar • Weinig dampvorming • Mogelijkheid additieven toe te voegen • Vorm van straal en daarmee vuilverwijdering instelbaar • Vaak minder schadelijk voor ondergrond dan stoom	• Hoge warmtetoevoer • Laat vuil met hoog smeltpunt smelten • Verdampt een gedeelte van de vervuiling • Gering water- en chemicaliënverbruik • Zachte straal, geen terugslag • Zeer actief door het percentage stoom • De activerend vermogen van strijdmiddel groot • Desinfecteert

Nu deze punten op een rij staan, kan gekeken worden in welke situaties welk type reiniging het best toepasbaar is. Dit wordt hieronder nader uitgewerkt.

2.2 Voorreiniging

Voor de voor- en nareiniging van oppervlakken zijn vooral de impact-druk en de temperatuur belangrijk. Bij de voorreiniging moet vooral vuil, zoals modder, olie en vet verwijderd worden. Ook verdikt strijdmiddel kan hierbij verwijderd worden. Dit betekent dat de voorreiniging een hoge impact-druk moet hebben. Over het algemeen is het zo dat met een waterstraal een hogere impact verkregen wordt dan met stoom. Om die reden lijkt het logisch dat de voorreiniging een hogedrukwaterspuit is. De temperatuur van het water kan wat verhoogd worden naar 60 tot 80 °C, zodat de oliën en vetten minder viscoos worden waardoor ze makkelijker te verwijderen zijn. De firma Kärcher [4] vermeldt dat de optimale vuilverwijdering verkregen wordt met een waterstraal van circa 20 l/min (= 1200 l/h) met een uit-treedruk van 50 bar. De Duitse landmacht stelt dat 1000 l/h voldoende voorreini-ging geeft [3].

2.3 Nareiniging

Voor de nareiniging kan heel goed stoom gebruikt worden. Hiervoor geeft de firma Kärcher waarden van stoom van 140 °C van 18 bar met 10 l/min (= 600 l/h). Op het moment van uittreden uit de lans zal deze stoom afkoelen tot 100 °C. Deze stoom heeft niet alleen een functie als nareiniging, maar dient ook als ontsmetting van eventuele biologische verontreinigingen [4].

2.4 Conclusie

Bij het voorreinigen is veel mechanische actie nodig. Als bijvoorbeeld een tank onder de modder zit, zal deze modder eerst verwijderd moeten worden voordat ontsmet kan worden. Ook zullen verdikte strijdmiddelen beter verwijderd kunnen worden. Er is dus een reiniging met veel impact nodig. Een stoomreiniger levert waarschijnlijk niet genoeg impact-druk voor dit doel. Hoewel een hogedrukwaterspuit meer water verbruikt, lijkt deze toch het aangewezen apparaat voor dit doel.

Voor het nareinigen na het ontsmetten is niet zoveel impact-druk nodig. Alleen het ontsmettingsmiddel en eventuele strijdmiddelen moeten verwijderd worden. Hier zou stoomreiniging uitkomst kunnen bieden, niet alleen omdat dit een waterbespa-ring oplevert, maar ook omdat veel strijdgassen vrij vluchtig zijn, zodat ze met verhoogde temperatuur (stoom) van het oppervlak verdampen.

3 Ontsmetting

Hoewel het doel van een hogedrukwaterspuit of van een 'steamcleaner' in het hier onderzochte geval de voor- of nareiniging is, is toch ook gekeken naar de ontsmettingsefficiëntie van deze apparaten. Dit geeft extra inzicht in de werking van deze apparaten.

3.1 Waterontsmetting

3.1.1 Waterspuit

In [5-7] wordt de ontsmettingsefficiëntie bestudeerd van waterstralen, waarbij het type nozzle, de waterdruk, het waterdebiet, de temperatuur, de ontsmettingstijd, de hoek van impact en de toevoeging van een ontsmettingsmiddel gevarieerd zijn. De conclusie uit deze rapporten is dat de ontsmettingsefficiëntie voornamelijk mechanisch van aard is. De temperatuur en de aanwezigheid van ontsmettingsmiddel had weinig invloed, terwijl variatie van de impact van het water (kracht per oppervlak) het meeste effect had (circa 3000 psi waterdruk (210 bar) geeft de beste resultaten). Dat de ontsmettingsefficiëntie van een waterstraal voornamelijk mechanisch van aard is blijkt uit [8-10]. Hierin zijn verschillende grensvlakspanningen gemeten, en is gekeken of de besmetting spontaan door water verdrongen kan worden als gevolg van deze grensvlakspanningen. Dit blijkt niet het geval te zijn. Bij verdikte strijdmiddelen ligt dit helemaal voor de hand [11].

3.1.2 'Pre-wetting'

In het rapport [12] wordt het gebruik van 'pre-wetting' bij schepen onderzocht. 'Pre-wetting' wordt daarbij gebruikt om indringen van het strijdmiddel te voorkomen. In veel gevallen was de ontsmettingsgraad na afloop van de 'pre-wetting' zo laag dat geen extra ontsmetting noodzakelijk was, of dat 'weathering' afdoende ontsmette. Alleen indien het besmette oppervlak erg poreus was, zoals hout, voldeed 'pre-wetting' niet. Hierbij zijn twee typen 'pre-wetting' bestudeerd: een regengordijn gericht op het oppervlak en een bewegende waterfilm langs het oppervlak.

3.1.3 Aanwezigheid van water

Met betrekking tot de ontsmetting is de invloed van de aanwezigheid van water op een besmet oppervlak onderzocht in [13]. Metaalplaten, geverfd met alkydharsverf werden besmet met verdikt mosterdgas. Een aantal van deze platen werd direct ontsmet met DS2 en een aantal van deze platen werd eerst natgespoten met water voordat ontsmet werd met DS2. Er was een duidelijk negatief effect waarneembaar op de ontsmetting, indien water aanwezig was.

Voor ontsmettingsmiddelen op waterbasis, zoals C8-emulsie, micro-emulsie of chloorkalksuspensie is de verwachting dat de negatieve effecten gering zullen zijn.

3.2 Stoomontsmetting

3.2.1 Invloed van het te ontsmetten materiaal

De effectiviteit van stoomontsmetting werd in [14] getest op verschillende materialen. Deze materialen (marinekleding, dekzeil, gasmasker K en geverfde metaaloppervlakken) werden besmet met respectievelijk mosterdgas en VX. Uit de laboratoriumexperimenten met geverfde metaaloppervlakken blijkt dat met mosterdgas besmette oppervlakken goed te ontsmetten zijn met stoom, terwijl de ontsmettingsgraad veel slechter is voor de met VX besmette oppervlakken. Opvallend bij deze experimenten is overigens dat, hoewel de adsorptiegraad van zowel mosterdgas als VX erg hoog is aan de geverfde oppervlakken, de ontsmettingsresultaten niet afhangen van de inwerktijd van de besmetting.

3.2.2 Ontsmetter

In Noorwegen is in het begin van de tachtiger jaren een onsmetter voor materieel ontwikkeld (de SANATOR), die een waterstraal of stoom kan genereren met een temperatuur tot 120 °C [15, 16]. Het waterverbruik van deze stoomontsmetter was gemiddeld 45 l/min (= 2,7 m³/h) en de ontsmettingssnelheid was 16,7 m²/h, zodat het waterverbruik uitkomt op 0,16 m³/m². Deze ontsmettingssnelheid is te laag voor voertuigontsmetting, maar deze ontsmettingssnelheid was afgeleid uit metingen op besmette panels die met een ingestelde snelheid voor de spuit langs werden getrokken. Het is dus waarschijnlijk mogelijk om een andere ontsmettingssnelheid in te stellen. Overigens is het benodigde waterdebiet van deze onsmetter niet echt lager dan een hogedrukspuit.

De gemeten ontsmettingsdeficiënties kunnen gebruikt worden als indicatie. Metingen zijn gedaan naar de invloed van de spuitafstand en -hoek tussen het te ontsmetten oppervlak en de stoomlans. Hoewel de ontsmetting redelijk was, bleef een aantoonbare restbesmetting achter indien besmet was met verdikt strijdmiddel. Vliegvelen hebben vaak de beschikking over een steamcleaner. In principe kan dit apparaat ook gebruikt worden voor voertuigontsmetting. Volgens [17] is stoomontsmetting met een dergelijk apparaat een effectieve manier van ontsmetten. De combinatie van hoge temperatuur en water zou afdoende ontsmetten. Volgens [14] zijn echter nog sporen strijdmiddel aanwezig na ontsmetting met stoom. Volgens [18] kan de ontsmetting wel afdoende zijn, mits de ontsmettingstijd lang genoeg is. Dit is echter vrij tijdrovend. Overigens is alleen hoge temperatuur ook niet genoeg, want in het verleden zijn veel proeven gedaan met ontsmetten van asfalt en voertuigen met behulp van een straaljager-'jet engine' [19].

3.2.3 Desinfectie

Het is bekend, dat water bepaalde typen chemische strijdmiddelen kan deactiveren. Deze deactivering wordt versneld als [20-22] de temperatuur van het water hoger is [23]. Als het water als stoom aangeboden wordt is de deactiverende werking nog beter omdat het strijdmiddel vaak gasvormig wordt bij hogere temperaturen, zodat het contact tussen de stoom en het strijdmiddel verhoogd wordt.

Stoom kan ook desinfecterend werken. Dit is belangrijk voor biologische oorlogvoering.

3.2.4 Restbesmetting in stoomcondensaat

In [14] werden verschillende materialen besmet met respectievelijk mosterdgas en VX. Vervolgens werden deze materialen ontsmet met stoom. De stoom werd na gebruik opgevangen en gecondenseerd, zodat getest kon worden of strijdmiddel aanwezig was in de stoom. Dit omdat deze strijdmiddelen afgebroken kunnen worden onder invloed van hydrolyse met water. Het blijkt dat geen mosterdgas meer aangetoond kan worden in het condensaat. De hydrolyse is dus erg effectief in dit geval, mede door de verhoogde temperatuur, hoewel mosterdgas op zich slecht oplost in water. Wel kon nog VX aangetoond worden in het condensaat. Hiermee zal dus rekening gehouden moeten worden.

3.3 Gecombineerde ontsmetting en stoomnabehandeling

Voertuigontsmetting is bestudeerd door gebruik te maken van verschillende typen ontsmetting, gevolgd door stoomontsmetting [24]. Een landrover werd als voertuig gebruikt, waarbij deze landrover met twee verschillende typen verf was geverfd (alkydverf en polyurethaan verf). Als simulant voor strijdmiddel werd methylsilaat gebruikt.

Na afloop van de besmetting werden drie typen ontsmetting toegepast: 'weathering', wassen met heet water en detergent en ontsmetting met C8-emulsie. De laatste twee typen ontsmetting werden gevolgd door een stoombehandeling (150 °C).

Ontsmetting met water en zeep, gevolgd door stoombehandeling was wel effectiever dan 'weathering' in de winter, maar de restbesmetting bleef boven de minimumrisicowaarde.

'Weathering' in de zomer was effectiever dan 'weathering' in de winter (in Australië), maar ontsmetting met C8-emulsie gevolgd door stoombehandeling was nog veel effectiever en werd dan ook als ontsmettingsmethode aanbevolen.

3.4 Vergelijking stoom- en waterontsmetting

Diverse types stoom en water ontsmetters zijn getest op hun efficiëntie [25]. Besmettingen van oppervlakken zijn gedaan met de simulantia: diethylmalonaat (DEM), verdikt diethylmalonaat (T-DEM) en verdikt diethylsebacaat (T-DES). De ontsmettingsefficiëntie werd gemeten als functie van de watertemperatuur, het toevoegen van detergent en het gebruik van mechanische actie door middel van een borstel.

Het gebruik van een borstel had nooit een positief effect op de ontsmetting en had zelfs in 50% van de metingen een negatief effect. Indien alleen een koudwaterstraal gebruikt werd voor de ontsmetting, werd al een ontsmettingsefficiëntie van 97%

gevonden. Deze efficiëntie werd nog verhoogd als detergent toegevoegd werd. Bij een type waterontsmetter werd voor T-DES een ontsmettingsefficiëntie van 90% gevonden. De stoomontsmetter van Kärcher ontsmette alle besmette oppervlakken met een effectiviteit groter dan 96%. De stoomontsmetter van Ångbjörn gaf een ontsmettingsefficiëntie voor DEM en T-DEM van groter dan 97%, maar gaf voor T-DES een efficiëntie van 80%.

Stoom en water ontsmetten dus volgens [25] ongeveer even goed, maar in sommige gevallen is voor verdikte agentia meer impact nodig, zodat een waterstraal effectiever is.

Overigens moet bij beide typen ontsmetting gelet worden op de manier van stalling van het apparaat. Volgens [26] is het mogelijk dat eventueel aanwezig restwater in het apparaat in de winter kan bevriezen als het apparaat buiten gestald wordt. Dit kan tot beschadiging van het apparaat leiden. Het apparaat moet dus bij vorst binnen gestald worden.

3.5 Conclusie

Het effect van het gebruik van water of stoom als voorreiniging heeft een tweeledig effect op de hieropvolgende ontsmetting door bijvoorbeeld DS2. Ten eerste zal het water de aanwezige besmetting gedeeltelijk kunnen deactiveren, zodat het al enigszins ontsmettend werkt. Dit effect is sterker bij het gebruik van stoomvoorreiniging dan bij het gebruik van watervoorreiniging. Het tweede effect dat optreedt, is het mogelijke deactiveren van het ontsmettingsmiddel DS2 door het water, zodat de ontsmetting slechter wordt. Niettegenstaande deze gedeeltelijke deactivering, moet voorreiniging toch plaatsvinden omdat grof vuil (bijvoorbeeld modder) eerst verwijderd moet worden voordat ontsmet kan worden.

De ontsmettende werking van stoom en van een hogedrukwaterstraal berust op twee verschillende principes.

De ontsmettende werking van stoom is vooral het gevolg van de verhoogde temperatuur, zodat het aanwezige strijdgas kan verdampen. Verder worden bepaalde typen strijdgas gedeactiveerd in de aanwezigheid van water, en als dit water in de vorm van stoom aangereikt wordt, is het contactoppervlak veel groter, zodat de deactivering groter is dan bij water. De stoom kan ook desinfecterend werken bij biologische besmetting.

De ontsmettende werking van een hogedrukwaterspuit is het gevolg van de impactdruk van deze straal op het te ontsmetten oppervlak. Als gevolg daarvan is ook de spuitafstand en de spuithoek belangrijk bij dit type ontsmetting. Dit type ontsmetting lijkt vooral geschikt voor het ontsmetten van oppervlakken die besmet zijn met verdikte strijdmiddelen.

Vergelijking tussen de twee typen ontsmetting gaf niet echt een duidelijk beter resultaat voor een bepaald type, aangezien elk type ontsmetting zijn eigen toepassing heeft (bijvoorbeeld: stoomontsmetting voor ontsmetting van biologische besmetting en hogedrukwaterontsmetting voor ontsmetting van verdikt strijdmiddel).

4 Geselecteerde ontsmettingsstraten

4.1 Kärcher DADS

Kärcher heeft een speciaal apparaat ontwikkeld voor het ontsmetten van grote voertuigen, variërend van vrachtwagens tot tanks [27]. Dit apparaat bestaat uit een soort poort waar de tank onderdoor rijdt en daar een stoombehandeling ondergaat. Omdat echter ook op iets kleinere schaal ontsmet moet kunnen worden is door de Nederlandse landmacht voor een ander systeem gekozen dat gebruikmaakt van stoomlansen. Volgens de systeemspecificaties gebruikt dit apparaat (tweede station) 1300 l/h water. Het is mogelijk om met behulp van het apparaat een C8-oplossing aan te maken met behulp van het water en 127 kg/h C8-poeder samen met 270 kg/h tetrachloorethyleen+PTC 2000 [3, 4, 28].

Voor de voorreiniging wordt gebruikgemaakt van een hogedrukspuit met koud water met een maximale capaciteit van 3200 l/h en voor de nareiniging wordt gebruikgemaakt van heet water (80 °C) met een maximale capaciteit van 1450 l/h. Deze capaciteiten zijn onvoldoende om vijf gevechtstanks per uur te ontsmetten, zodat twee DADS-apparaten per ontsmettingsstraat gebruikt moeten worden. Het totale waterverbruik per wasstraat (twee DADS-apparaten) zal gemiddeld als volgt uit kunnen vallen.

Voorreiniging (station 1)	5000 l/h
Ontsmetting (station 2)	2600 l/h
Nareiniging (station 3)	2900 l/h
Totaal	10500 l/h

Er zijn drie watertanks van 1000 l geïnstalleerd, samen met een opvouwbare watertank van 2500 l, in totaal 5500 l, zodat dus niet 3 uur autonoom ontsmet kan worden. Alle pompen zijn voorzien van een eigen dieselmotor zodat geen externe energie nodig is.

4.2 Odenwald Werke Rittersbach DEDAS 2000

Het DEDAS-apparaat kan zelfstandig ontsmettingsvloeistof (bijvoorbeeld Duitse emulsie) bereiden en kan met behulp van deze ontsmettingsvloeistof ontsmetten met een debiet van 100 l/min (station 2) [3, 29]. Als voor- en nareiniging wordt gebruikgemaakt van een heet/koud-waterblok. Het debiet hiervan is 700 l/h per station. DMKL heeft dit als onvoldoende beoordeeld, maar de firma Odenwald heeft hierop gezegd dat het DEDAS-apparaat zelf (van station 2) ook te gebruiken is als voor- of nareinigingsapparaat (capaciteit 6000 l/h).

Het totale waterverbruik per wasstraat (een DEDAS per station) zal gemiddeld als volgt uit kunnen vallen.

Voorreiniging (station 1)	5000 l/h
Ontsmetting (station 2)	2600 l/h
Nareiniging (station 3)	5000 l/h
Totaal	12600 l/h

Er is een watertank van 3000 l geïnstalleerd. Dit is te weinig om 3 uur autonoom te kunnen opereren. Er is een stroomaggregaat aanwezig zodat geen externe energie nodig is.

4.3 Vergelijking ontsmettinssystemen

De twee ontsmettingssystemen zijn beoordeeld en vergeleken met elkaar. Een verschillend aantal punten is meegenomen ter beoordeling van de kwaliteit. In tabel 2 is deze vergelijking schematisch weergegeven. In [3] is ook een dergelijke vergelijking gemaakt, maar dan op logistiek gebied.

Tabel 2: *Vergelijking tussen de ontsmettingssystemen DADS van de firma Kärcher en DEDAS van de firma Odenwald Werke. Zie [3] voor logistieke vergelijking. Verklaring: + positieve waardering; 0 neutrale waardering; - negatieve waardering.*

	DEDAS	DADS
WATERVERBRUIK voorreiniging	-	-
WATERVERBRUIK ontsmetting	0	0
WATERVERBRUIK nareiniging	-	+
WATERVOORRAAD	-	0
3 uur autonoom qua water	-	-
3 uur autonoom qua energie	+	+
Vuilverwijdering voorreiniging	+	+
Ontsmettingsefficiëntie	+	+
Nareinigings efficiëntie	+	0
Desinfectie biologische verontreiniging	0	+
Gebruik divers ontsmettingsmiddel	+	+
Totaal	+	++++

Hoewel de DEDAS van de firma Odenwald Werke goed voldoet, komt de DADS van de firma Kärcher toch beter uit de vergelijking. Dit komt vooral door het lagere waterverbruik van de nareiniging.

Geen van beide systemen voldoet aan de gestelde eis om 3 uur autonoom te kunnen functioneren. Het waterverbruik is zelfs met gebruikmaking van stoomnareiniging zo groot, dat de watervoorraad bij lange na niet voldoende is om het systeem 3 uur van water te voorzien. Alleen als een tankwagen met water meegenomen wordt, zal aan deze eis voldaan kunnen worden.

5 Conclusies

Indien als nareiniging stoom gebruikt wordt, zal een aanzienlijke besparing van de benodigde hoeveelheid water verkregen kunnen worden. Voor beide systemen geldt dat de besparing bij lange na niet voldoende is om aan de door de landmacht gestelde eis, drie uur autonoom werken, te kunnen voldoen.

Voor de voorreiniging kan beter een hogedrukwaterspuit gebruikt worden dan een stoomreiniging, omdat voor de vuilverwijdering veel impact-druk nodig is. Ook verdikte strijdmiddelen worden beter verwijderd met een hogedrukspuit.

Door de waterbesparing komt de DADS van de firma Kärcher er gunstiger uit dan de DEDAS van de firma Odenwald, aangezien de DADS uitgerust is met een heetwater/stoomreiniger als nareiniging, in tegenstelling tot de DEDAS. Voor de voorreiniging gebruiken beide ontsmetters een waterspuit.

Indien een stoomreiniger of een hogedrukwaterspuit als ontsmetter gebruikt wordt (los van de voor- of nareiniging en dus door geen van beide systemen toegepast), zal de ontsmettingsefficiëntie vooral afhangen van het type besmetting. Verdikte strijdmiddelen kunnen beter verwijderd worden door een hogedrukspuit, terwijl biologische besmetting geheel of gedeeltelijk ontsmet kan worden door de hitte van een stoomreiniger. Hierbij zal het waterverbruik echter nog hoger uitvallen.

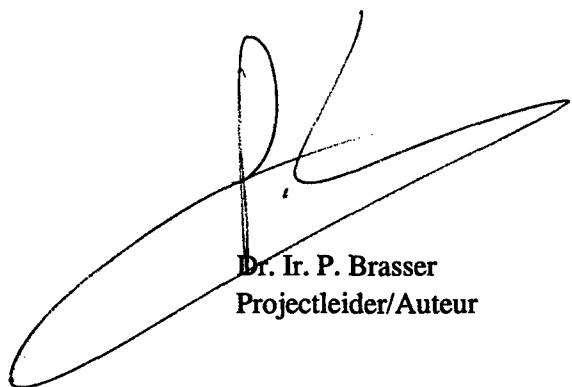
6 Literatuur

- 1 Willemsen, J.A.M. en Vries, I. de,
'Compagnies ontsmettingssysteem Militaire en civiele ontwikkelingen van ontsmettingsapparatuur en -middelen',
TNO-rapport PML 1988-A35, (1988), Rijswijk.
- 2 Alphen, A.J.M. van en Kauwen, T.H.A. van,
'Beleidsconcept Compagnies-ontsmettingssysteem voor de onderdeelontsmetting',
(1996), Koninklijke Landmacht, Den Haag.
- 3 Ros, C.,
'21 ontsmettingsuitrustingen voor 101 NBC-ontsmettingscompagnie',
97S1360, (1997), Koninklijke Landmacht, Den Haag.
- 4 Kärcher GMBH,
'Internationales ABC-symposium Dekontamination',
Winnenden-Germany, (1982).
- 5 Reifenrath, W.G.,
'Shower decontamination efficacy *In vitro* Determination',
D83-606, Institute report No. 86, (1980), Letterman Army Institute of Research
Presidio of San Francisco, San Francisco, California, USA.
- 6 Bless, S.J.; Akers, C.A.; Mackay, R.A.; Summers, D.A. en Zakin, J.L.,
'Rapid vehicle decontamination by impact cleaning',
ARCSL-CL-80066, (1980), US Army armament research and development
command, Aberdeen Proving Ground, Maryland 21010.
- 7 Yamanouchi, T.; Suzuki, Y.; Asahina, J.K. en Seki, K.,
'Experimental study on decontamination effect of water jets spray',
Unknown 4-1 (1998).
- 8 Smet, E.C. de,
'Verdringing van vloeistoffen van vaste oppervlakken',
(1970), TNO-RVO, Rijswijk.
- 9 Bless, S.J.; Akers, C.A.; Summers, D.A.; Zakin, J.L. en Mackay, R.A.,
'Decontamination by liquid blasting',
US Army armament research and development command, Aberdeen proving
ground, Maryland, (1980).

- 10 Summers, D.A.,
'Aspects of water-jet usage for physical decontamination',
US Army armament research and development command, Aberdeen proving
ground, Maryland, (1980).
- 11 Yang, Y.C.; Ward, J.R.; Görgens, K. en Zillmer, M.,
'Removal of thickened mustard from painted test panels by liquid systems',
Proceedings of the 1991 U.S. Army research, development and engineering
center scientific conference on chemical defense research 19-22 november
1991, Research and technology directorate, (1993).
- 12 Vries, I. de,
'Ontsmettingsprocedure aan boord van schepen
Het gebruik van een 'pre-wetting'installatie voor de ontsmetting van chemi-
sche strijdmiddelen',
P78-013, (1978), TNO-PML, Rijswijk.
- 13 Vliet, A. van,
'De invloed van water op de ontsmetting met DS2',
W73-072, (1973), TNO, Rijswijk.
- 14 Vries, I. de,
'Ontsmetting met stoom van marinekleding, dekzeil, gasmasker K en geveerde
metaaloppervlakken besmet met chemische strijdmiddelen',
C77-008 (A70KM096) (1977), Chemisch Laboratorium TNO, Rijswijk.
- 15 Gregg, D.W. en Eckard, C.D.,
'Live agent challenge subtest international materiel evaluation (IME)
Technical feasibility test of the Norwegian lightweight decontamination system
(SANATOR)',
D81-079, (1983), US Army Dugway proving ground, Dugway, Utah, USA.
- 16 Prociv, T.M.; Garrett, B.C. en Outtersen, G.G.,
'Field characterisation of the NBC SANATOR',
D83-876, (1982), Battelle, Columbus, Ohio, USA.
- 17 Hoffman, H.,
'Airfield decontaminant study (selection of decontaminant chemicals)',
ASD-TR-79-5020, (1979), Naval Weapons Center, China Lake, California.
- 18 Lavieter, L. de en Smit, W.P.,
'Samenvattend overzicht van de Belgisch-Frans-Nederlandse ontsmettings-
veldproeven te Zoersel (België), mei-juni 1968',
1969-20, (1969), TNO-RVO, Rijswijk.

- 19 Visser, W.,
'De ontsmetting van met chemische strijdmiddelen besmette landingsbanen met behulp van de SIJS',
W81-042B, (1981), PML-TNO, Rijswijk.
- 20 Visser, W.,
'Ontsmetting van chemische strijdmiddelen besmette landingsbanen met behulp van de SIJS',
W81-042A, (1980), PML-TNO, Rijswijk.
- 21 Zelm, M. van,
'Verslag van een bezoek aan Chemical Systems Laboratory en Dugway Proving Ground (USA)',
D83-245, (1982), PML-TNO, Rijswijk.
- 22 Skoumal, M.,
Personal communication,
'Mobile system for decontamination TZ - 74', (1998).
- 23 Slikke, J.W. van der en Medema, J.,
'Ontsmetting van startbanen met behulp van de SIJS',
TNO-rapport PML 1983-A39, Den Haag.
- 24 Amos, D. en Leake, B.,
'Removal of chemical contamination from vehicles:
A comparison of weathering and active clean-up processes',
Journal of Hazardous Materials 32, 105 (1992).
- 25 Lindgren, G.; Sandberg, M.; Andersson, J.O. en Sandgren, K.,
'C-sanering Med vatten- och ångbaserade metoder (Decontamination of CW agents with water and steam based methods)',
FOA-rapport C 40231-C2; D87-621, (1986), Försvarets Forskningsanstalt, Umeå, Sweden.
- 26 Heinrich, M.,
'Steam cleaning equipment',
AD-784246, (1974), National Technical Information Service, US department of commerce, Springfield, Virginia, USA.
- 27 Kärcher Product group 1 Protection systems. Decon Jet 21,
Decontamination system for large vehicles, (1998).
- 28 Kärcher, P.g.1.N.D. 1.5.4 C8-DADS (1998).
- 29 Odenwald-Werke Rittersbach GMBH, DEDAS,
'Direct emulsion application system for NBC decontamination', (1998).

7 Ondertekening



Dr. Ir. P. Brasser
Projectleider/Auteur



Dr. M.W. Leeuw
Groepshoofd

REPORT DOCUMENTATION PAGE

(MOD-NL)

1. DEFENCE REPORT NO. (MOD-NL) TD98-0349	2. RECIPIENT'S ACCESSION NO.	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NO. PML 1998-A108
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 014.10576	5. CONTRACT NO. A97KL438	6. REPORT DATE June 1998
7. NUMBER OF PAGES 19 (excl. RDP & distribution list)	8. NUMBER OF REFERENCES 29	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Company decontamination systems (Compagnieontsmettingssystemen)		
11. AUTHOR(S) Dr. P. Brasser		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Prins Maurits Laboratory, P.O. Box 45, 2280 AA Rijswijk, The Netherlands Lange Kleiweg 137, Rijswijk, The Netherlands		
13. SPONSORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) DMKL, P.O. Box 90711, 2509 LS The Hague, The Netherlands		
14. SUPPLEMENTARY NOTES The classification designation Ongerubriceerd is equivalent to Unclassified.		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS (1044 BYTE)) The usage of a high pressure water jet and of a steam cleaner are compared to each other for the possible usage in a decontamination street of the Royal Netherlands Army. A decontamination street consists of a preliminary-cleaner a decontamination device and a after-cleaner. The usage of a water jet or of a steam cleaner in each separate station of the decontamination street is discussed. A water jet can be used best for the preliminary-cleaning, and a steamcleaner can be used for the after-cleaning. Decontamination is usually being done with other types of liquid, but the decontamination efficiency of a water jet and a steamcleaner are studied and compared here too. The decontamination efficiency of each type of apparatus is dependent on the type of contamination.		
16. DESCRIPTORS Chemical cleaning Cleaners Decontamination Steam Vehicles Water		
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) Ongerubriceerd	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) Ongerubriceerd	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) Ongerubriceerd
18. DISTRIBUTION AVAILABILITY STATEMENT Unlimited Distribution		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) Ongerubriceerd

Distributielijst *

- | | |
|-------|---|
| 1 | DWOO |
| 2 | HWO-KL |
| 3* | HWO-KLu |
| 4* | HWO-KM |
| 5* | HWO-CO |
| 6 | DMKL, Afdeling AU
ing. C. Ros |
| 7 | DM&P TNO-DO |
| 8* | DM&P TNO-DO, accountcoördinator KL |
| 9* | TNO-FEL, Bibliotheek |
| 10/12 | Bibliotheek KMA |
| 13* | Lid Instituuts Advies Raad PML
BGen. Prof. J.M.J. Bosch |
| 14* | Lid Instituuts Advies Raad PML
prof. dr. U.A. Th. Brinkman |
| 15 | TNO-PML, Directie; daarna reserve |
| 16 | TNO-PML, Hoofd Divisie Toxische Stoffen
dr. M.W. Leeuw |
| 17 | TNO-PML Divisie Toxische Stoffen, Groep Huidbescherming en Risico analyse
dr. ir. P. Brasser |
| 18 | TNO-PML, Documentatie |
| 19 | TNO-PML, Archief |

* De met een asterisk (*) gemerkte instanties/personen ontvangen uitsluitend de titelpagina, het managementuittreksel, de documentatiepagina en de distributielijst van het rapport.