

Stora olyckor

**Kemikalieolycka i Kigali, Rwanda
oktober 1995**



**RÄDDNINGSG
VERKET**

1995 Räddningsverket, Karlstad
Räddningstjänstavdelningen

Beställningsnummer P22-117/95
2002 års utgåva

Utgivare Statens räddningsverk	Uppdragsgivare Statens räddningsverk
Författare Hans Lagerhorn	
Titel Kemikalieolycka i Kigali, Rwanda. Oktober 1995	
<p>Sammanfattning</p> <p>Den 22 september 1995 inträffade en explosion och en efterföljande brand i ett lager för jordbruksprodukter i Kigali, Rwanda. Lagret tillhörde EU och innehöll 232 ton av ett mögelbekämpningsmedel med namnet Mancozeb. Den troligaste orsaken till branden är självantändning p g a felaktigt lagringssätt.</p> <p>Släckning av branden skedde med hjälp av flygplatsbrandkåren i Kigali då staden inte har någon egen brandkår. Släckningen gick till på så sätt att produkten östes ut med frontlastare och tippades på en öppen gård, där det kontinuerligt blöttes ned med vatten. Under släckningsarbetet rann ca 75.000 l släckvatten uppblandat med kemikalien, ut i en intilliggande flod. Efter branden återstod 200 ton i en hög på gården utanför lagret. I högen inträffade kontinuerligt nya antändningar och p g a regn lakades ständigt kemikalier ut ur högen och rann ner i floden. Åtgärder vidtogs omedelbart för att minska läckaget så mycket som möjligt genom att produkten täcktes med presenningar och en sedimenteringsfälla anordnades i avloppssystemet. Läckage ner i marken och eventuellt vidare till grundvattnet kunde i detta skede ej påverkas.</p> <p>Omfattande kontakter och diskussioner togs med experter och tillverkare i Sverige och andra länder i Europa för att komma fram till ett lämpligt sätt att destruera kemikalien och sanera marken under högen. Efter att ha övervägt alla tillgängliga möjligheter och också tagit hänsyn till rådande omständigheter, har följande råd givits till myndigheterna i Rwanda: Kemikalien transporteras till en lämplig plats där den blandas med jord och därefter grävs ner i jorden och täcks med ett jordlager. Denna metod minimerar ytterligare skador på miljön. Vad beträffar miljöskador på Kinambafloden, förmodas inga ytterligare sådana kvarstå efter att kemikalien transporterats bort eftersom denna vid det här laget har blivit kraftigt utspädd och också snabbt bryts ner i vatten.</p> <p>P g a omständigheter som ej var möjliga att påverka hade saneringsarbetet endast påbörjats i ringa omfattning innan jag lämnade Kigali.</p>	

Sökord

Stora olyckor, Kemikalieolycka, Observatörsrapport

ISSN**Antal sidor****19****Datum****1995-12-01**

INNEHÅLL

SID

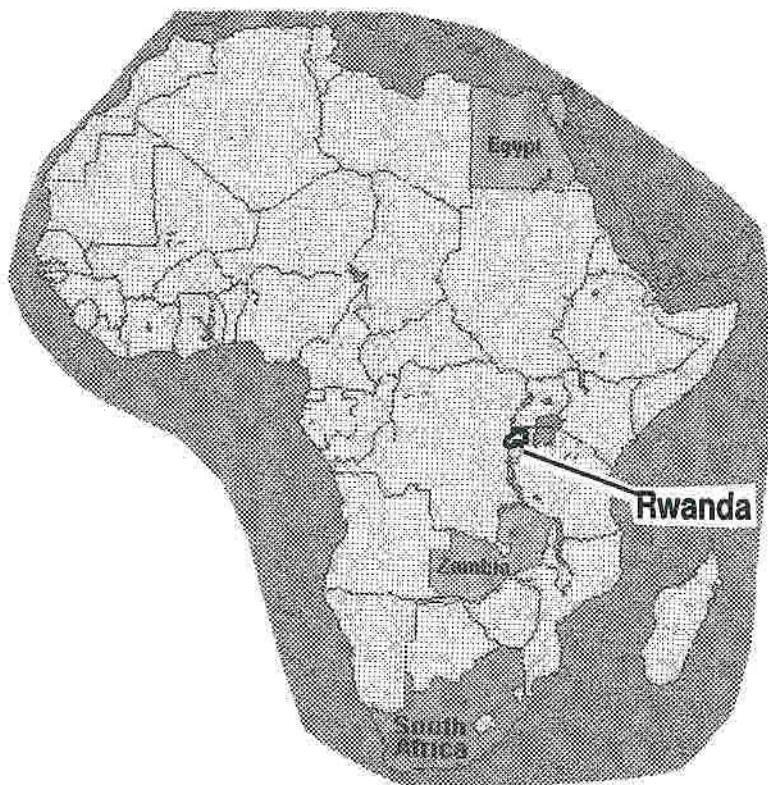
1	BAKGRUND _____	1
2	HÄNDELSEFÖRLOPP _____	3
3	BRANDORSAK _____	5
4	MILJÖPÅVERKAN PÅ GRUND AV BRANDEN _____	7
5	DESTRUKTION AV KVARVARANDE MATERIEL _____	9
6	LAGRINGSREKOMMENDATIONER _____	11
	BILAGA 1 _____	13
	BILAGA 2 _____	15
	BILAGA 3 _____	17

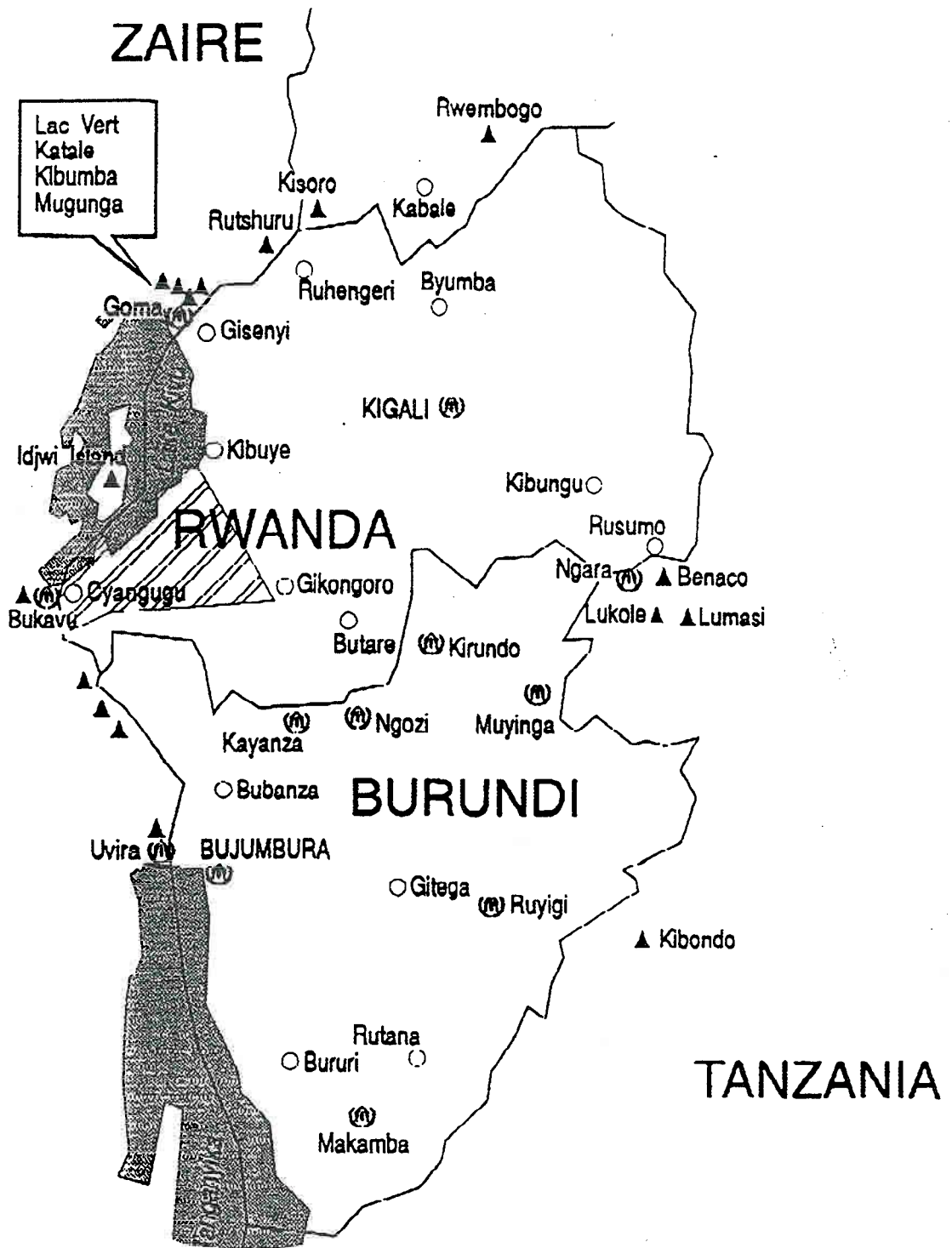
1 BAKGRUND

Den 22 september 1995 utbröt en brand i ett lager, som tillhörde EU i Kigali, Rwanda. Lagret innehöll 232 ton av en kemikalie som kallas Mancozeb. Branden började med en explosion. Kemikalien är ett antimögemedel som huvudsakligen används mot bladmögel på potatisblast och i viss mån också på tomatplantor. Under brandsläckningen blandades släckvattnet med kemikalien och rann via avloppssystemet ut i Kinambafloden i Kikondodalen.

Den 29 september kontaktades Räddningsverket av EU-kommissionen inom ramen för The Community Task Force "Civil Protection and Ecological Emergency Situations" och ombads att bidra med en brand- och kemikalie-expert för att åka till Kigali och hjälpa till med att finna orsaken till branden, ge rekommendationer om sanering och destruktion av kvarvarande kemikalier, förebygga ytterligare miljöskador, och ge råd om lagringssätt för att förebygga nya bränder. Räddningsverket utsåg, vice brandchefen i Stockholm, brandingenjören Hans Lagerhorn, till expert och observatör. Hans Lagerhorn är också svensk medlem i UNDAC (United Nations Disaster Assessment and Coordination), vilken är en expertgrupp, som DHA har inrättat, för att snabbt kunna etablera organ för bedömning och koordinering vid stora olyckor.

Hans Lagerhorn anlände till Kigali, Rwanda den 1 oktober och lämnade den 7 oktober. Under vistelsen ordnades ett flertal möten med olika ministerier och myndigheter. En lista på deltagare vid dessa möten finns i bilaga 1.





2 HÄNDELSEFÖRLOPP

I ett av lagerrummen i lagerbyggnaden, se layout i bilaga 2, förvarades 232 ton av bladmögelmedlet Mancozeb i 25 kg säckar. För kemiska data se datablad från Kemikalieinspektionen, bilaga 3. Produkten hade kommit till lagret i två omgångar. Den första anlände mellan den 3 och 9 augusti och var förpackad i bruna säckar. Den andra anlände mellan den 13 augusti och 14 september och var packade i gula säckar. Säckarna lagrades i ett lagerrum på en yta av 15x10 m och en höjd av 5 m i två staplar. Varje sådan stapel hade följande dimensioner: L 14 m, B 4,25 m, H 4,5-5 m. Lagerrummet hade bara ventilation efter en sida uppe vid taket. Ingen ventilation fanns i golvhöjd. Temperaturen i lagret, dagen för branden, uppskattades till mellan 25^o-30^oC.

Klockan 04.00 på morgonen den 22 september inträffade en explosion i lagerrummet som omedelbart följdes av ytterligare en. Efter dessa bröt en brand ut som involverade hela lagerrummet. Vakterna informerade lagerförmannen som anlände kl. 04.35. Vid sin ankomst tog denne kontakt med flygplatsbrand-kåren eftersom det inte finns någon kommunal brandkår i Kigali. Medan man väntade på att denna brandkår skulle anlända försökte man släcka branden med handbrandsläckare utan att nå någon framgång. Flygplatsbrandkåren anlände kl. 05.00 och försökte släcka branden. Först från en vattenkanon på taket av brandbilen, men då detta visade sig omöjligt, lade man ut slang-ledningar som drogs in i lagret och försökte manuellt att komma åt branden. Denna brandbil hade en vattentank på 8.000 l vilken det snabbt var förbrukat. Genom hjälp från FN, som distribuerade vatten i området, kördes skytteltrafik med vatten som pumpades över till brandbilen.



Den urbrunna lagerlokalen efter branden

Man hade fortfarande stora svårigheter att komma åt branden, eftersom den låg inne i byggnaden, och staplarna med säckar hade rasat samman. För att komma åt branden bättre, revs hela väggen med dörröppningen i, samt en större del av ena sidoväggen till lagerrummet. Detta arbete utfördes med hjälp av en grävskopa. Kl. 09.00 på morgonen tog man hjälp av en frontlastare för att flytta ut det brinnande pulvret på gården, och där successivt släcka det med vatten. Under detta arbete inträffade ett flertal dammexplosioner. Arbetet pågick fram till kl. 01.30 följande morgon när branden var släckt. Av den totala mängden av 232 ton räddades 14 ton ut i hela säckar. Resten förvaras i en stor hög på gården. En del av denna mängd har återpacketerats i säckar. I högen startar kontinuerligt bränder, p g a självantändning. Dessa släcks med hjälp av vatten.

Uppskattningsvis har 75.000 l vatten använts i samband med brandsläckningen. Detta vatten har, tillsammans med produkten, runnit ut i Kinambafloden i Kikondodalen.

En del av de säckar som räddades ur branden och av de som blev ompacketerade, såldes till handlare några dagar efter branden. I två av deras lager har bränder utbrutit.

3 BRANDORSAK

Under vissa förutsättningar kan självantändning inträffa i denna typ av kemikalie. Dessa förutsättningar är hög temperatur, dålig ventilation, lagringssätt samt också om produkten blivit utsatt för fukt eller hög luftfuktighet.

Temperaturen hade dagarna före branden uppgått till ca 30^o. Lagret var enbart ventilerat via hål uppe vid takfoten på ena kortväggen. Ingen ventilation fanns i golvhöjd. Det fanns härigenom ingen genomventilation av lagret. Det rekommenderade lagringssättet är i staplar med bredd, längd och höjd 2x2x2 m. I det aktuella fallet var, som tidigare nämnts, dimensionen på de två staplarna 14x4,25x4,5-5 m. Under sådana förutsättningar bryts en kemikalie av den här typen ner och bildar brännbara gaser, såsom svavelväte och kan antändas på grund av den temperaturstegring som sker under nedbrytningsprocessen. En indikation som understödjer denna teori, är de två andra bränder som inträffade i lager dit man hade transporterat dels oskadade säckar och dels säckar med material som blivit ompacketerat från branden. I båda dessa fall var produkten packad i bruna säckar, vilka hade varit lagrade i botten av lagret där nedbrytningen troligen har börjat. De hade också självklart varit utsatta för värme och fukt under branden och brandsläckningen.



Vattnet rann ner i dräneringsbrunnen och vidare via avloppsystemet till floden

4 MILJÖPÅVERKAN PÅ GRUND AV BRANDEN

Tillsammans med släckvattnet spolades en del av produkten ner i Kinambafloden. Kemikalien bröts snabbt ner i vattnet och späddes ut av det starka vattenflödet varför det inte antas vara någon kvarstående påverkan av floden. Floden är dessutom mycket förorenad av avlopp från Kigali. Allt avlopp från staden går helt orenat ut i floden. Det har förekommit rapporter om att döda fiskar hittades i vattnet medan branden pågick. Men det har inte varit möjligt att bekräfta dessa uppgifter.



Hela floden färgades gul av släckvattnet

5 DESTRUKTION AV KVARVARANDE MATERIEL

För att kunna ge bästa möjliga råd om hur man ska ta hand om den kvarvarande mängden av produkten (ca 200 ton) har följande kontakter tagits med institutioner, myndigheter och företag.

Statens räddningsverks experter och informationsbank
Giftinformationscentralen
Kemikalieinspektionen
Roam and Haas, France S.A.

På grund av den värmepåverkan och det släckvatten produkten har varit utsatt för, kan man med största sannolikhet anta att produktens effekt mot bladmögel har till största delen upphört. Riskerna för att produkten, om den packas om och levereras till kunder, orsakar nya bränder ansågs som överhängande. I samband med nedbrytning av Mancoseb bildas ETU vilket är ett betydligt potentare gift än ursprungsprodukten. Det har därför inte ansetts rekommendabelt av bland annat hälsoskäl och miljöskäl att låta produkten användas på det sätt som ursprungligen var meningen.



200 ton av kemikalien fraktades ut ur lagret och förvaras nu i en hög på gården

Efter omfattande diskussioner och efter att ha övervägt varje tänkbar möjlighet, beaktat rådande omständigheter i Kigali, samt behovet av en lösning av problemet så snart som möjligt för att förebygga ytterligare miljöskador har följande metod för destruktion rekommenderats som den enda tänkbara:

Man ska välja en passande plats så långt bort från vattenkällor och floder som möjligt och med ett tjockt jordlager som innehåller mycket organiskt material. På denna plats ska man göra ett hål, med en horisontal, flat botten. Ytan på hålet skall vara så stor som möjligt och tillräckligt djup för att kunna förvara en blandning av jord och produkt med ett täckande lager av jord. För att minimera läckaget, från denna blandning under nedbrytningsprocessen till grundvattnet kan botten och väggar täckas med plastpresenningar. Produkten ska transporteras till denna plats på lastbilar där lasten täckts med plastpresenningar för att undvika damm i luften. Materialet kommer på detta sätt att snabbt brytas ner och det kommer att bli en mycket liten risk för ytterligare miljöpåverkan eller hälsoproblem.

Denna lösning presenterades som ett råd till berörda ministerier vid ett möte den 3 oktober. De närvarande representanterna från de olika ministerierna beslöt enhälligt att följa detta råd.

Den 6 oktober hade en passande plats valts ut i anslutning till soptippen för Kigali. Platsen inspekterades och befanns uppfylla de nödvändiga kriterierna för ändamålet.

6 LAGRINGSREKOMMENDATIONER

För att undvika att liknande händelser återupprepas rekommenderas det att innan några produkter importerats, ska man inhämta instruktioner för varje enskild produkt.

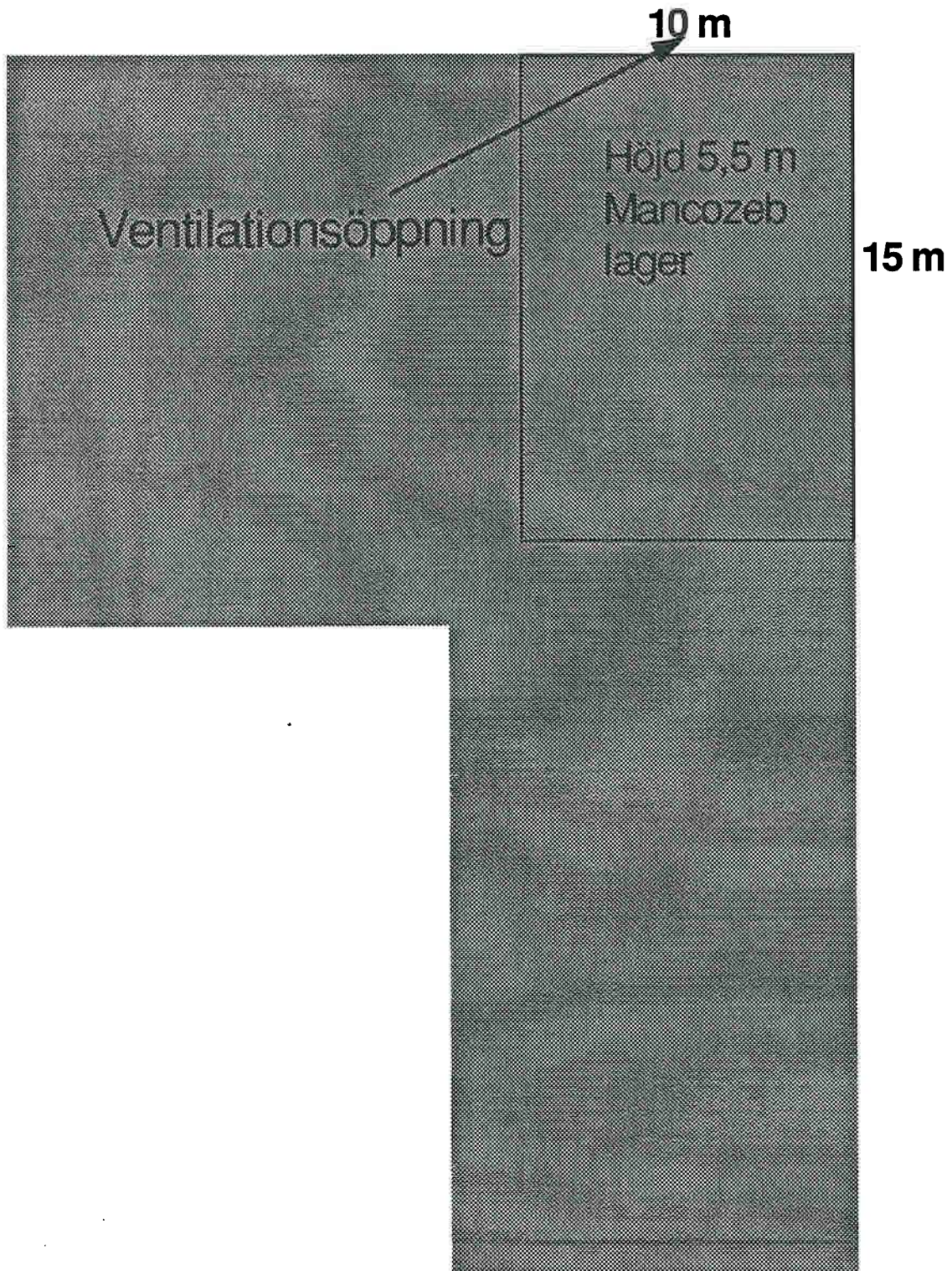
Då det gäller Mancozeb ska följande tillvägagångssätt gälla:

Materialet ska inte lagras i närheten av mat eller dricksvatten. Det ska lagras i ett väl ventilerat utrymme. Det ska lagras på en torr plats och får inte bli blött eller uppvärmt under lagringen. I sådana fall kan produkten brytas ner och effekten av medlet kan utebli eller brand kan utbryta. Materialet är brännbart och ska förvaras avskilt från tändanledningar. Material som är förpackat i säckar och lagrat på pall får ej staplas högre än tre pallhöjder och två pallar i bredd. Mellan varje sådan stapel ska finnas öppningar. Om materialet lagras i säckar får dessa säckar inte travas i större staplar än 2x2x2 m. Mellan dessa staplar ska finnas utrymme för ventilation om ca 0,5 m. För tät lagring av säckar som ej blir tillräckligt ventilerade, leder till att produkten bryts ner och det föreligger en brandrisk. I samband med nedbrytningen bildas en illaluktande gas. Lagret ska regelbundet kontrolleras så att det inte finns några varma säckar. Sådana ska tas bort omedelbart. Man ska undvika höga koncentrationer av damm från Mancozeb i luften och att damm samlas på utrustning. Damm av detta material kan orsaka dammexplosioner.

DELTAGARE I MÖTEN

Mr Francois Mukilisa	MINESUPRES	Utbildningsministeriet
Mr John Ngangare	MINITRAP	Kommunikationsministeriet
Mr Emanuel Gasira	MINICOMART	Handelsministeriet
Mr Emanuel Halizima	MINETO	Miljö- och turistministeriet
Mrs Glorioso Kangeyo	MINAGRI	Jordbruksministeriet
Mr Mukwindi Gaparj	MINITREPE	Energiministeriet
Mr John Ruziga	Prefecture Kigali	Kommunledningen
Mr Michel J-F Gadoullet	EU	
Mr Marc Denis	EU	
Mr Alain Honyoux	EU	
Mr Ben Verbeke	EU	

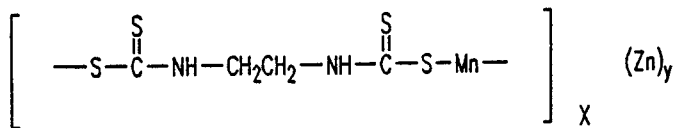
Layout av lagerbyggnad ej skalenlig



Användningskod: SV

MANKOZEB

Internationell beteckning (ISO):
Mancozeb



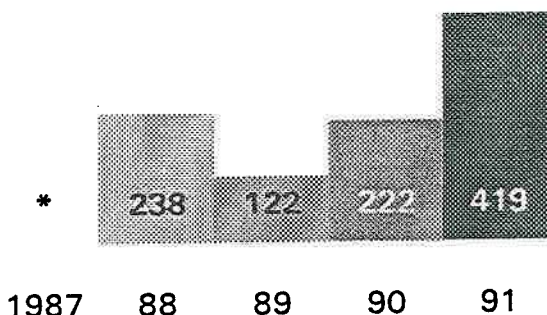
Användningsområde: Preparat innehållande mankozeb används förebyggande mot bladmögelangrepp i odlingar av potatis och kepalök.

Verkningsätt: Mankozeb tillhör gruppen etylenbisditiokarbamater (EBDC) och är kontaktverkande mot flera svamparter. Den svampdödande verkan har antagits bero på olika nedbrytningsprodukters reaktivitet mot svavelgrupper hos proteiner i svampceller.

Dosering: Upprepade behandlingar med 1,5 - 3 kg verksamt ämne/ha (enkla preparat).

Försäljning:

ton
verk-
samt
ämne



* Företaget har inte ansett sig kunna offentliggöra försäljningsuppgifterna för detta år.

**KEMISK IDENTITET OCH
KEMISKA/FYSIKALISKA EGENSKAPER**

Kemiskt namn (IUPAC): Polymert komplex av mangan etylenbis(ditiokarbamat) och zink salt

Summaformel: $(\text{C}_4\text{H}_6\text{MnN}_2\text{S}_4)_x (\text{C}_4\text{H}_6\text{N}_2\text{S}_4\text{Zn})_y$

CAS-nr: 8018-01-7

Smältpunkt: Sönderfaller vid 192-204 °C

Ångtryck: < 0,1 mPa (20 °C)

Löslighet: < 0,1 mg mankozeb/l vatten (25 °C)
< 20 g ETU/l vatten (30 °C)

pK_s: -

Log K_{ow}: 1,3 (mankozeb)
< 0 (ETU)

PREPARAT

	Reg. nr	Halt	Behör. klass	Fart. kateg.	Karens-tid
Enkla preparat					
DeZäta Granulat	3789	75 %	1 L	T	Ja*
Penncozeb Granulat	3827	75 %	1 L	T	Ja*
Blandpreparat					
Ridomil MZ 63 WP	3537	56 %	1 L	T	Ja*
Tattoo	3871	302 g/l	1 L	T	Ja*

*Behandling får ej ske senare än 30 dagar före skörd.

MILJÖASPEKTER

Preparat innehållande mankozeb används upprepade gånger mot bladmögel. Den totala mängden verksamt ämne per ha och säsong blir därmed jämförelsevis stor även under normala angreppår i potatisodling, speciellt i sydvästra Sverige. Under gynnsamma förhållanden sker en relativt snabb nedbrytning av mankozeb och av den viktiga nedbrytningsprodukten ETU (etylentiourea). Vid ogynnsamma förhållanden såsom nederbörd strax efter en behandling, är risken stor för läckage av ETU till vattendrag och grundvatten pga ämnets höga vattenlöslighet och rörlighet. Risk för höga halter ETU finns i miljöer med begränsad syretillgång och biologisk aktivitet, t ex grundvatten.

Kraftiga effekter på markens mikroorganismer, framförallt kväveomsättningen har noterats. Den akuta giftigheten för daggmaskar, bin och fåglar är låg, men för vattenlevande organismer har mankozeb hög till medelhög akut giftighet. I reproduktionsstudier på fisk och hinnkräfta har effekter iakttagits redan vid mycket låga koncentrationer av ämnet. I de flesta effektstudierna framgår det ej tydligt om det är modersubstansen eller någon av nedbrytningsprodukterna som utgör den huvudsakliga giftverkan.

Rörlighet i marken: Studier med jordkolonner indikerar en svag rörlighet för mankozeb i mjäla och lerjordar. I jordar med låg halt organiskt material är den förväntade rörligheten för mankozeb och nedbrytningsprodukten ETU (etylentiourea) medium resp mycket hög.
 K_{oc} : 363-2334 (mankozebe inkl nedbrytningsprodukter); 34-146 (ETU).

Nedbrytning och omvandling
Kemisk/fotokemisk nedbrytning:

Både mankozeb och den viktiga nedbrytningsprodukten ETU är stabila mot fotolys. I vatten sker en snabb kemisk nedbrytning av mankozeb ($t_{1/2}$: < 1 dygn vid pH 7). ETU är dock stabilt mot hydrolys.

Biologisk nedbrytning:

Vid närvaro av syre och i fuktiga jordar sker en snabb nedbrytning av mankozeb till bl a ETU, EU, EBIS och urea ($t_{1/2}$: < 2 dygn). Vid höga koncentrationer av ETU sker en snabb nedbrytning främst genom oxidation ($t_{1/2}$: < 3 dygn). Vid lägre koncentrationer är ämnet betydligt stabilare. Vid frånvaro av syre bildas främst ETU som under dessa förhållanden är mycket stabilt. Halveringstiden för mineralisering har beräknats till ca 100 dagar.

Omvandlingsprodukter av intresse:

EBIS etylenbisisotiocyanatsulfid
ETU etylentiourea
EU etylenurea

Bioackumulering:

Risken för bioackumulering av mankozeb kan betraktas som liten. Det gäller även nedbrytningsprodukten ETU.
 $\log K_{ow}$: 1,3 (mankozebe); < 0 (ETU).

Förekomst i miljön:

Rester av ETU har påträffats i grundvatten i Holland. Proven togs under odlingar av blomsterlök ($\leq 17 \mu\text{g ETU/l}$) och potatis ($\leq 0,4 \mu\text{g ETU/l}$) där EBDC-medel hade använts upprepade gånger.

Effekter på landlevande organismer
Markens mikroflora:

EBDC-föreningar har kraftiga effekter på de flesta av de testade markmikroorganismerna (både svampar och bakterier). Effekterna varar i allmänhet inte längre än 2-4 veckor, i några fall upp till 3 månader. Ammoniumoxiderande bakterier är särskilt känsliga för EBDC och nitrifikationsprocesser hämmas mycket kraftigt.

Marklevande fauna:	Mankozeb har låg akut giftighet för daggmusk. LC ₅₀ (14 d): > 300 mg/kg.
Fåglar:	Mankozeb har låg akut giftighet för gräsand och vaktel. LD ₅₀ (10 d): > 6 400 mg/kg.
Insekter:	Den akuta giftigheten för honungsbin är måttlig. LD ₅₀ : > 20 µg/bi (oralt); > 16 µg/bi (kontakt).
Andra landlevande organismer:	Uppgift saknas.
Effekter på vattenlevande organismer	
Fisk:	Mankozeb har medelhög akut giftighet för fisk och ger effekter på reproduktionen vid mycket låga koncentrationer. LC ₅₀ (96 h): 1,5-4,0 mg/l (elritsa, regnbågslox, guppy, harlequinfish,). NOEC (33 d): 0,005 mg/l (reproduktionsstudie på spigg).
Hinnkräfta (<i>Daphnia magna</i>):	Den akuta giftigheten för hinnkräfta är hög, mätt som hämning av rörligheten. Effekter på reproduktionen noteras vid mycket låga koncentrationer. EC ₅₀ (24-48 h): 0,9-1,3 mg/l. NOEC (21 d): 0,006 mg/l.
Alger:	Mankozeb har medelhög giftighet för <i>Chlorella</i> -alger, mätt som hämning av tillväxten. EC ₅₀ (96 h): 1,1 mg/l (<i>Chlorella</i> sp.).
Andra vattenlevande organismer:	Mankozeb har hög respektive medelhög akut giftighet för ostron och padda (<i>Bufo bufo</i>). LC ₅₀ (48 h): 0,48 mg/l (ostron); 3,5 mg/l (padda).

HÄLSOASPEKTER

Mankozeb har låg akut giftighet. Ämnet är hudsensibiliserande i test på försöksdjur. Vid upprepad tillförelse orsakar mankozeb eller dess omvandlingsprodukter skador på framför allt sköldkörteln, där ackumulering också sker. ETU och mankozeb kan tas upp genom huden.

Mankozeb uppfyller kemikalieinspektionens kriterier för att betraktas som cancerframkallande. Bakgrunden är att såväl mankozeb som omvandlingsprodukten ETU orsakat sköldkörteltumörer hos råtta samt att mankozeb givit upphov till kromosomskador. Det finns även indikationer på att både ETU och mankozeb kan ge upphov till fosterskada. ETU är ett potent gift som ger effekt vid genomgående lägre doser än mankozeb. Detta har bl a lett till inskränkningar i användningen av medel innehållande mankozeb och andra etylenbisditiokarbamater. Karens-tiden mellan senaste behandling och skörd är 30 dagar och medlen får ej användas på ätliga växtdelar.

ACCEPTABELT DAGLIGT INTAG OCH GRÄNSVÄRDEN FÖR LIVSMEDEL

ADI-värde: 0,05 mg/kg kroppsvikt och dag*
0,002 mg/kg kroppsvikt och dag (ETU)
Svenskt gränsvärde**:
1,0 mg/kg frukt och grönsaker (ETU: 0,05 mg/kg)
0,5 mg/kg morötter
0,1 mg/kg potatis (ETU: 0,02 mg/kg)
0,1 mg/kg spannmål
* summan av mankozeb, maneb och zineb.

Utländska gränsvärden för dricksvatten:
0,1 µg/l (EG)
10 µg/l (Storbritannien)

** summan av dimetyl-, etylenbis- och propylenbisditiokarbamater, beräknat och uttryckt som CS₂.

Effekter på människa

Rapporter om hudallergiska reaktioner hos känsliga personer visar att mankozeb kan vara sensibiliserande.

I en finsk undersökning studerades upptaget av ETU hos personer som arbetade i potatisodlingar som behandlats med maneb-innehållande medel (maneb är ett EBDC-ämne med liknande struktur och kinetik som mankozeb). Medelkoncentrationen av ETU var 0,15 µg/l i andningsluften och 5 µg/l i urinen.

Effekter på försöksdjur**Akut giftighet:**

Oralt: Låg LD₅₀: > 5000 mg/kg (råtta, mus).

Vid hudupptag: Låg LD₅₀: > 5 000 mg/kg (kanin, råtta).

Vid inhalation: LC₅₀: > 5,1 mg/l (råtta).
NOEL (14 d): 11 µg/l (råtta).

Hud- och ögonirritation:

Mankozeb är ej hudirriterande men svagt ögonirriterande i test på kanin.

Hudsensibilisering:

Mankozeb är sensibiliserande i test på marsvin.

Upptag, omvandling och utsöndring:

Ungefär hälften av tillförd mängd mankozeb tas upp i mag-tarmkanalen hos råtta. Djurförsök har även visat ett visst hudupptag av både mankozeb och ETU. Mankozeb och dess omvandlingsprodukter fördelas främst till sköldkörteln där ackumulering sker. Huvuddelen av mankozeb och dess omvandlingsprodukter utsöndras inom ett dygn. Huvudsaklig omvandlingsprodukt är ETU.

Subkronisk giftighet:

Mankozeb och ETU orsakar förändringar hos sköldkörteln hos samtliga testade djurarter. Råtta tycks vara det känsligaste djurslaget. Effekterna på sköldkörteln upphör i regel efter en längre tids uppehåll i tillförseln.

NOEL: 3; 7,4 resp 18 mg mankozeb per kg kroppsvikt och dag (hund, råtta och mus).

NOEL: 1,7 mg ETU per kg kroppsvikt och dag (mus).

Kronisk giftighet och cancerogenicitet:

I långtidsstudier på mus och råtta har tumörbildningar i levern respektive sköldkörteln iakttagits vid doser på 30-40 mg per kg kroppsvikt och dag. Vid samma doser har även förtvining av testiklar hos mus samt påverkan på ögats funktion hos råtta noterats. Effekter på sköldkörteln av ETU har konstaterats vid väsentligt lägre doser än med mankozeb. ETU har framkallat sköldkörteltumörer hos råtta och hamster samt levertumörer hos mus.

NOEL: 4 resp 5 mg mankozeb per kg kroppsvikt och dag (mus och råtta).

Skador på arvsmassan:

Mankozeb har i både *in vitro*- och *in vivo*-studier visat sig kunna ge upphov till kromosomskador.

Effekter på fortplantning och foster:

Fortplantningsstörande effekter av mankozeb har konstaterats vid höga doser. En tröskeldos för dessa effekter har beräknats till ca 250 mg per kg och dag. NOEL för ETU med avseende på missbildningar beräknades till 10 mg per kg kroppsvikt och dag.

NOEL: 5 mg ETU per kg och dag (råtta).

