

בטיחות אש ושמירה על חיי אדם במינהור רכב

מהנדס אפי שר C.F.P.E.

משרד ש.נתנאל מהנדסים יועצים בע"מ

1. כללי

מספר תאונות הרכב במנהרות הביאו את נושא הבטיחות במנהרות לתודעה הציבורית.

הדגש לנושא הבטיחות מיושם במנהרות רכב ורכבת. סיכון האש במנהרות בכלל נגזר מהפרמטרים הבאים:

- א. מבנה המנהרה.
- ב. תפעול המנהרה.
- ג. תגובת כוחות החירום.

2. סיכוני האש

2.1 מבנה המנהרה

קיימות 2 חלופות למבנה מנהרה:

- א. חלל אחד עם תנועה דו סיטרית.
- ב. שני חללים עם תנועה חד סיטרית בכל חלל ויצירת מעברי חירום בין החללים.

כמובן שמנהרה בת שני חללים הינה בטוחה יותר. השאיפה היא כי מנהרות חדשות המתוכננות במקומות שונים בעולם יתוכננו כשני חללים.

להלן היתרונות והחסרונות של כל שיטה:

חלל אחד - כריה של חתך גדול ומרחקי הליכה ארוכים מהווה חסרון.

חלל אחד - חסכון בעלויות הכריה מהווה יתרון.

חלל כפול - שתי חתכים קטנים, נפרדים ומרחי הליכה קצרים מהווה יתרון.

חלל כפול - מיכון כריה כפול, פתיחת מעברים, עלויות גבוהות מהוות חסרון.

הנסיון המצטבר מוכיח כי מבנה מנהרה עם חלל אחד שימושי במנהרות קצרות ובינוניות. מבנה חלל כפול שימושי במנהרות ארוכות מאד, במנהרות אלו קיים קושי ביצירת מימלטים אל החוץ במרחקים סבירים עקב בעיות טופוגרפיות.

2.2 תפעול המנהרה

שריפה במנהרה שונה במהות משריפה באויר החופשי. החום והעשן הכלואים יוצרים קשיים בכיבוי.

תפעול המנהרה בא להבטיח מניעה של הצתה במנהרה. קיימות מספר שיטות להשגת מטרה זו:

- 1. הקטנה או מניעה של מקורות הצתה.
- 2. שימוש בחומרי בניה בעלי סוג אש מתאים.
- 3. הפרדת אש בין מקורות הצתה ומטעני אש.
- 4. הקטנת הסיכוי של היווצרות הצתה אקראית.

תפעול המנהרה כולל שימור אמצעי הגנה פסיבית ואקטיבית נגד אש.

הגנה פסיבית כוללת:

- 1. הגנה של המבנה מפני השפעות הטמפרטורה הגבוהה.
- 2. הפרדת אש במנהרה על מנת למנוע התפשטות האש והעשן.
- 3. אמצעי מילוט בעלי דרגה גבוהה של עמידות אש.
- 4. הגנה על מעטפת המנהרה מפני התפשטות השריפה אל מחוץ למנהרה.

Fire Accidents in the World's Road Tunnels								
Year	Tunnel Length	Location Country	Vehicle where fire occurred	Most possible cause of fire	Duration of fire	CONSEQUENCES		
						Consequence people	Damaged vehicles	Structures and Installations
1949	Holland 2 550 m	New York USA	Lorry with 11 tons of carbondisulfid	Load falling off lorry explosion	4 h	66 injured smoke inhalation	10 lorries 15 cars	Serious damage over 200 m
1974	Mont Blanc 11 609 m	France-Italy	Lorry	Motor	15 min	1 injured		
1976	Crossing BP - Ash 450 m	Paris France	Lorry with drums of 16 tons polyesterfilm	High speed	3 h	12 light injuries (smoke)	1 lorry	Serious damage over 150 m
1978	Velsen 770 m	Velsen Nederland	4 lorries 2 cars	Front-rear-collision	1h 20	5 dead 5 injured	4 lorries 2 cars	Serious damage over 50 m
1979	Nibotzuka 2 045 m	Shizuoka Japan	4 lorries 2 cars	Front-rear-collision	159 h	7 dead 1 injured	127 lorries 46 cars	Serious damage over 1 100 m
1980	Kajiwara 740 m	Japan	1 truck with 3600 litres of paint in 200 cans	Collision with side wall and overturning		1 dead	1 truck, 4t 1 truck, 10t	Serious damage over 280 m
1982	Caldecott 1 028 m	Oakland USA	1 car, 1 coach 1 lorry with 31000 l of petrol	Front-rear-collision	2h 40	7 dead 2 injured	3 lorries 1 coach 4 cars	Serious damage over 580 m
1982 3. Nov.	Salang 2 700 m	Muzar-e-Sharif - Kabul Afghanistan	Soviet military column. At least one petrol truck.	Front collision. Destroyed tank		> 400 dead		
1983	Pacorilla Galleria 662 m	Gènes Savoie Italy	Lorry with fish	Front-rear-collision		9 dead 22 injured	10 cars	Little damage
1986	L'Arme 1 185 m	Nice France	Lorry with trailer	Braking after high speed		3 dead 5 injured	1 lorry 4 cars	Some equipment destroyed
1987	Gumefers 343 m	Berne Switzerland	1 lorry	Front-rear-collision	2 h	2 dead	2 lorries 1 van	Slight damage

הגנה אקטיבית כוללת:

1. אמצעים למניעת התפשטות העשן.
2. אמצעי גילוי לצורך אזהרה מפני פריצת שריפה.
3. פעולה מהירה ויעילה של שירותי הכבאות.

2.3 תגובת כוחות החירום

תגובת כוחות החירום מותנית בקיום התנאים:

- תנאים מתאימים לגישה למנהרה.
- אספקת מים וחשמל.
- קשר בלתי מופרע.
- איורוי היערכות וציוד חילוץ מתאים.
- לטה: מקרי שריפה במנהרות שונות בעולם.

Fire Accidents in the World's Road Tunnels								
Year	Tunnel Length	Location Country	Vehicle where fire occurred	Most possible cause of fire	Duration of fire	CONSEQUENCES		
1990	Roldal 4 656 m	Roldal Norway	VW transporter with trailer		50 min	1 injured		Little damage
1990	Mont Blanc 11 600 m	France-Italy	Lorry with 20 tons of cotton	Motor		2 injured	1 lorry	Some equipment destroyed
1992	Serra Ripoll 442 m	Bologna-Florence Italy	1 car + lorry with rolls of paper	Collision	2h 30	4 dead 4 injured	5 lorries 11 cars	Little damage
1993	Hovden 1 290m	Hoyanger Norway	Motor cycle 2 cars	Front-rear-collision	1h	5 injured in the collision.	1 motor cycle 2 cars	111 m insulation material destroyed
1994	Huguenot 3 914 m	South-Afrika	Bus with 45 passengers	Electrical fault	1h	1 dead 28 injured	1 coach	Serious damage
1995 10. April	Pfander 6 719 m	Austria	Lorry with trailer	Collision	1h	3 dead in the collision 4 injured	1 lorry 1 van 1 car	Serious damage
1996 18. March	Iola delle Femmine 148 m	Palermo Italy	1 tanker with liquid gas + 1 little bus	Front-rear-collision		5 dead 20 injured	1 tanker 1 bus 18 cars	Serious damage tunnel closed for 2.5 days
1999 24. March	Mont Blanc 11 600 m	France-Italy	Lorry with flour and margarine	Oil leakage Motor		39 dead	23 lorries 10 cars 1 motor cycle 2 fire engines	Serious damage Tunnel reopened 22.12.2001
1999 29. May	Tauern 6 401 m	A10 Salzburg-Spittal Austria	Lorry with paint	Front-rear-collision 4 cars and 2 lorries		12 dead 49 injured	14 lorries 26 cars	Serious damage

Fire Accidents in the World's Road Tunnels								
Year	Tunnel Length	Location Country	Vehicle where fire occurred	Most possible cause of fire	Duration of fire	CONSEQUENCES		
2000 14. July	Seljestad 1 272 m	E 134 Drammen - Haugestrand Norway	The trailer-truck that caused the multiple collision had a diesel fire in the engine room before the collision.	Front-rear-collision A trailer-truck pushed a car into 4 cars that had stopped behind another truck.	45 min	6 injured	1 lorry 6 cars 1 MC	Serious damage. NOK 1 mill. Tunnel closed for 1 1/2 days.
2001 28. May	Pripontin 4 409 m	A 32 Torino - Bardonecchia Italy	Romanian truck loaded with beets	Mechanical problem		19 injured by smoke		Closed til 6. June in direction Enjeux (west)
2001 6. Aug.	Glenalm 8 320 m	A 9 near Griz Austria	Car	Front collision lorry - car		5 dead 4 injured	1 lorry 1 car	
2001 24. Oct.	St. Gotthard 16 918 m	A 2 Switzerland	A 2 Switzerland	Lorry	Front collision 2 lorries	2 days	11 dead	13 lorries 4 vans 6 cars
2005 4. June	Fréjus 12 895 m	T 2 France - Italy	1. load: Tyres 2. load: Cheese 3. load: scrap (2 dead) 4. load: glue	Diesel leakage in lorry loaded with tyres. Spread to 3 other lorries.	6 hours. Fire extinguished before it reached glue load in 4th lorry	2 dead. 21 treated for smoke inhalation	4 lorries 3 fire fighting vehicles	Serious damage Tunnel closed
2001 17. Oct.	Guldbergstrand 460 m	E 47 subsea tunnel Falster - Lolland Nykøbing Denmark	Lorry and several cars	Front-rear collision in dense fog. Fire started 100 m after tunnel		5 dead 6 injured		100 m north