

3T Firefighting

소방의 새로운 발전에 대해 적극적으로 알고 노력하는 소방관들은 이 제목을 읽을 때 눈살을 찌푸리실것 입니다. "3T 화재진압(3T firefighting)?" "3D 화재진압(3D firefighting)"이 아니고? 3D 화재진압이라는 용어는 1990 년대에 Paul Grimwood 에 의해 처음 도입되었습니다. 그는 화재진압 활동이 2 차원 환경에서 3 차원 환경으로 진화했다는 것을 보여주고 싶었습니다. 가스 냉각 등의 주수 기법이 그 결과인데, 3D 화재진압은 건축물 내부의 가구등의 재질의 내용 변화에 따라 소방조직이 적응하는 계기가 되었습니다.

하지만 이 글은 3D 화재진압에 관한 것이 아닙니다. 제목에 있는 "3T"는 오타가 아닙니다. 2014 년 6 월, 국제 소방 강사 워크숍(IFIW: International Fire Instructors Workshop)이 폴란드에서 개최되었습니다. 그곳에서 세계 각국의 저명한 소방관과 과학자들이 강연하고 소방분야의 새로운 문제와 해결책에 대한 토의가 진행되었습니다.

스페인 Guadalajara 소방당국의 최고 책임자인 Arturo Arnalich 는 3T 화재진압의 개념을 처음 소개했습니다. 이 글의 목적은 벨기에(대한민국) 소방당국과 이 주제에 대한 지식을 공유하려는 것입니다.

1 What is 3T firefighting?

효율적인 화재진압은 여러 가지 다른 구성 요소로 이루어집니다. 화재를 진압하기 위해 소방관들은 도구(장비)가 필요 합니다. 그들은 또한 화재를 진압하기 위해 다양한 기법(예: 롱펠싱 주수기법 등)을 선택할 수 있습니다. 그것 말고도, 사용된 기법은 적용할 전술에 적합해야 합니다.

소방관들이 화재 현장에 도착하는 순간, 선착대장(the chief/company officer)은 공격 전략을 선택할 수 있는 권한이 있습니다. 이 (공격) 전략은 다른 여러 전술로 나뉩니다. 여러 전술에 따라 화재 공격을 위한 소방 호스를 배치하는 것입니다. 그런 다음 공격 대원들이 화점 쪽으로 진격하여 화재를 진압할 것입니다. 이 작업을 수행하려면 여러 가지 다른 기술(기법)을 사용해야 합니다. 현관문을 먼저 열어야 하기 때문에 공격팀이 강제 진입 기술부터 시작해야 할 수도 있습니다. Halligan 은 강제 진입을 용이하게 할 수 있는 도구입니다. 다음으로, 공격팀이 전진 중에 화재 가스를 냉각할 수도 있습니다. 이것은 슛펠싱이나 롱펠싱의 두 가지 다른 주수 기법으로 실시 할 수 있습니다. 마지막으로 화점에 도착했을때 페인팅과 펜슬링 주수 기법으로 진압할 수 있습니다.

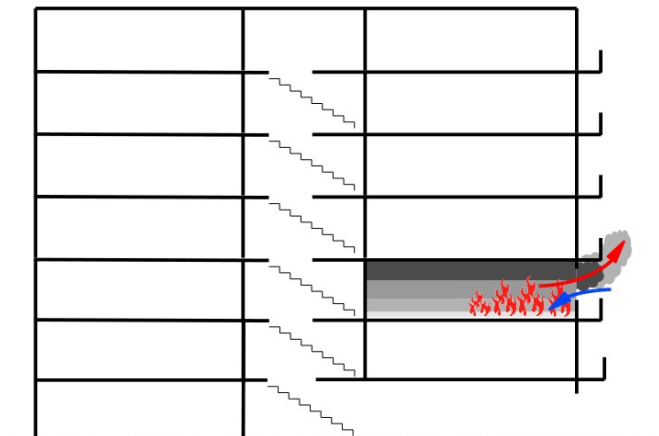


Figure 1 An apartment fire on the second floor. The window of the living room has broken down. There's an outward flow of smoke (red arrow) and an inward flow of air (blue arrow). (Illustration: Art Arnalich)

우리의 동료인 Arnalich 는 소방관들이 화재진압 과정에서 항상 3T 조합을 사용한다고 말합니다. 진압 활동을 위해 동시에 특정한 도구(Tool), 특정 기법(기술, Technique)과 특정한 전술(Tactic)이 사용되고 있습니다. 따라서 "3T 화재진압"이라는 이름이 붙었습니다.

2 In Belgium?

2.1 Everyone uses 3T firefighting

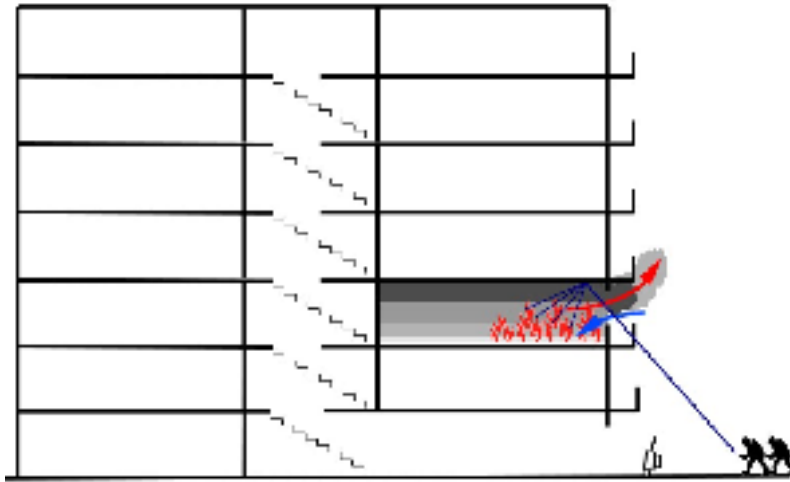


Figure 2 When executing a transitional attack, an exterior attack is initially used for about ten seconds to reduce the power of the (fully developed) fire. For fires above the ground floor this is done with a solid jet stream. (Illustration: Art Arnalich)

모든 소방서에서 이미 3T 화재진압 방법을 사용하고 있습니다. 우리 모두는 화재를 진압하기 위한 도구 (고압 소방 호스¹, Ø 45mm 소방 호스, 등)를 선택합니다. 다음은 도구를 사용하기 위한 기술을 선택합니다. 과거에 우리는 화점에 물을 들이부어 화재를 진압하였습니다. 하지만 다행스럽게도 가스냉각 기법이 대부분의 소방서에 도입되었습니다. 이 기법은 건물 내부에서 공격팀이 화점을 향해 안전하게 나아갈 수 있도록 해 주었습니다. 이것은 단일

공격 라인을 배치하는 공격 전술에 대부분 들어 맞습니다.

제가 현장지휘관으로 근무하고 있는 Brussel 소방서는 고압 소방 호스(high prssure booster line) 하나로 완벽하게 진압이 가능한 화재현장에 직면하는 경우가 많습니다. 화재의 약 85 ~ 90%가 이 범주에 속하는 것으로 추정됩니다. 벨기에에서 고압 소방 호스(high prssure booster line)을 사용하는 데 있어서 Brussel 만큼 빠르고 효율적인 지역이 없다는 것도 제 의견입니다. 왜냐하면 Brussel 에서의 화재는 (노후된) 아파트와 주택에서 많이 발생하기 때문입니다. 대부분의 경우 화재 현장이 6 층 이하에 위치하므로 고압 소방 호스는 유효한 선택사항으로 남아 있습니다.

아직도 이 선택에는 이면이 있습니다. Brussel 과 벨기에의 대부분의 다른 지역에서도 동일한 조합의 3T 가 선택되는 경우가 많습니다. 고압 소방 호스를 이용한 내부 공격입니다. 이 (내부 공격) 전술은 가스 냉각이 처음이고 마지막에는 화점에 대한 직접 공격입니다.

2.2 What determines the choice?

2000 년대 중반까지 사실상 (벨기에의) 모든 소방서에서는 내부 공격에 고압 소방 호스(high prssure booster line)를 사용하고 있었습니다. 이는 부분적으로 소방차에 적재된 두겹의 납작한 소방 호스가 실내에서 전개하기 매우 불편했기 때문이었습니다. 2000 년대 후반에는 동그랗게 말린 소방 호스 방식과 케이스에 납작한 소방 호스를 적재("cassettes")하는 방식이 도입되었습니다. 아코디언 방식으로 접힌 호스가 적재된 카세트가 건물 내부에서 (쉽게) 전개될 수 있는 것으로 입증되었습니다. Wallonia 에서는 Moeskroen 의 소방 당국이

¹ 고압 소방 호스(high prssure booster line): 호스릴 타입의 고압 소방 호스(압력 40bar 이하, 길이 80m, 구경 Ø 25mm, 유량 180lpm). 벨기에의 펌프차에 기본적으로 적재된 장비.

주도적인 역할을 했고, Flanders 에 있는 Knokke-Heist 의 소방 서비스의 Jean-Claude Vantorre 는 이 시스템을 도입하고 개선하였습니다.

몇 년 동안의 화재 진압 방식의 발전으로, 내부 공격에서 첫번째로 선택되어지는 “T(도구)”는 더이상 고압 소방 호스에만 의존하지는 않습니다.

그러나 우리는 여전히 많은 벨기에 소방관들이 고압 소방 호스를 필사적으로 붙잡고 있는 것을 볼 수 있습니다. 왜 그럴까요? 우리는 우리에게 익숙한 것들을 계속 사용하는 것을 좋아합니다. 3T 화재 진압에서도 그렇습니다. 우리 모두는 화재 현장에서 효율적이고 좋은 결과를 얻을 수 있는 어떤 조합을 가지고 있습니다. 그리고 우리는 좋은 결과를 얻기 때문에, 주로 특정한 조합을 훈련합니다. 또한 우리는 (다른 지역에서 우리) 동료들이 문제를 어떻게

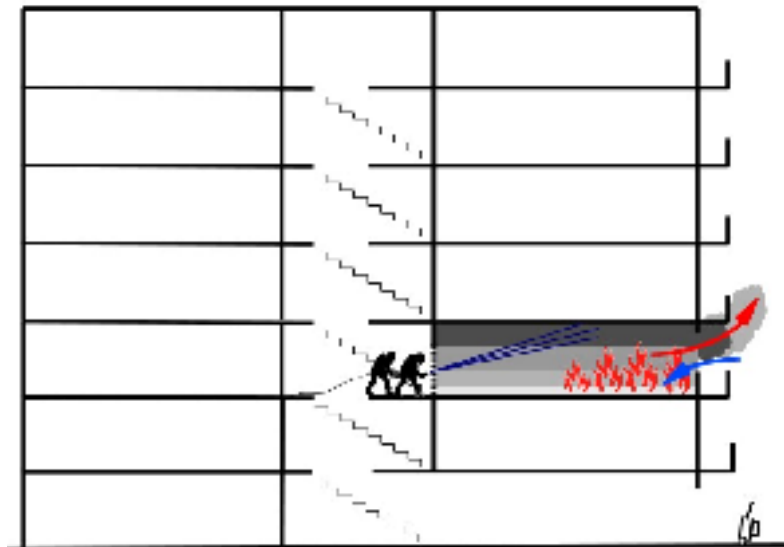


Figure 3 The attack crew is performing a door entry procedure at the front door of the apartment. The partly opened door is depicted by a dotted line. (Illustration: Art Arnalich)

처리하는지 거의 관심을 가지지 않습니다. 제가 2004 년 Brussel 에서 처음 현장 지휘관 경력을 시작할 때 선호하는 3T 조합은 단일 고압 소방 호스(tool)를 이용한 내부 공격 전술이었습니다. 대부분의 경우 가스 냉각이 널리 알려져 있지 않았기 때문에 직접적인 공격 전술이 사용되었습니다. 저는 이 3T 조합을 적용하면서 화재진압 속도와 전문성에 깊은 인상을 받았습니다.

그러나 다른 나라에서는 같은 상황(화재 현장)에서 매우 다른 3T 조합이 선택됩니다. 그리고 우리처럼, 그들도 변화를 별로 좋아하지 않습니다. 외국 소방관들도 좋은 결과를 얻고, 많은 훈련을 하고, 좋은 느낌을 주는, 좋아하는 조합을 개발했습니다. 흥미로운 부분은 비슷한 화재 상황을 B 국가에서는 물론 A 국가에서도 잘 진압하지만, 다른 조합의 3T 로 진압된다는 점입니다. 그리고 여전히 다른 사람들이 실시하는 3T 조합에 대한 많은 거부감을 가지고 있습니다.

Art Arnalich 는 우리가 화재 진압 활동중에 우리가 좋아하는 3T 조합을 대부분 사용한다고 설명합니다. 우리는 주로 우리가 좋아하는 3T 조합의 장점을 보고 단점을 거의 보지 않습니다. 그 후에 우리가 좋아하는 3T 조합을 실제로 최선의 방안이 아닌 화재 상황에 적용합니다. Brussel 에서 저는 자주 우리가 정말 그럴 필요가 없는 화재 현장에 고압 소방 호스를 전개해서 화재를 진압했다는 결론에 도달했습니다. 그래서 우리는 또한 우리가 선호하는 3T 조합에 집착하고 있고 때로는 그것이 바람직하지 않은 상황에서도 그 3T 조합을 선택하기도 합니다.

2.3 Benefits of multiple 3T's

Arnalich 는 3T 의 효과적인 조합을 강조합니다. 이것은 연주자와 비교될 수 있습니다. 음악 연주자는 빠르게 연주하다가 느리게 연주하고, 큰 소리에서 조용한 소리로 음악에 변화를 줄 것입니다. 그의 음악에 변화를 만들어 아름다운 음악을 만들어낼 것입니다.

화재 진압에서도 마찬가지입니다. 세 가지 T 를 선택하는데 있어 더 많은 변화를 줄 수 있기 때문에 더 많은 다양한 현장 상황에 적용할 수 있을 것입니다.

벨기에에서 우리는 이미 다양한 선택에 관한 몇 가지 변화를 고려하고 있습니다. 위에서 설명한 것처럼 많은 소방서가 이미 고압 소방 호스와 저압 소방 호스 중 하나를 내부 공격을 위한 호스 전개시 선택할 수 있습니다. 따라서 도구에 변화가 있을 수 있습니다. 그 다음으로 많은 소방서에서 내부 공격은 가스 냉각 기법을 사용하고, 그 다음 펄싱-펜슬링을 사용하고 마지막으로 페인팅 기법을 통해 화재를 완전히 진압합니다. 그러나 (내부 공격을 위한 도구와 기법이 변하였을 뿐) 전술적(내부 공격)으로 큰 변화는 없었습니다.

3 Why is variation so important?

이제 왜 화재 진압 방법이 변화해야만 하는 것이 그렇게 중요한지에 대한 질문을 던질 수 있습니다. 우리가 좋아하는 3T 조합으로 모든 화재를 진압할 수 없는 이유는 무엇입니까? 자, 그 질문에 대한 답은 화재 행동을 살펴봄으로써 찾을 수 있습니다.

100 여년 전의 화재는 요즘의 화재와는 매우 다른 모습이었습니다. 연소 물질의 변화로 인해 화재 행동이 이전보다 더 빠르게 진행되고 있습니다. 플래시오버까지 걸리는 시간이 50 년대에는 30 분이 걸리던 것이 현재는 3 분으로 단축되었습니다. 또한 현재는 이전의 화재현장보다 훨씬 더 많은 연기가 발생하고 있고, 그 연기는 과거보다 더 많은 가연성을 가지고 있습니다. 3D 화재진압의 도입은 이러한 문제에 대한 해답을 가져왔습니다. 특히 다양하고 새로운 주수 기법은 화재 진압 방식의 발전을 의미했습니다.

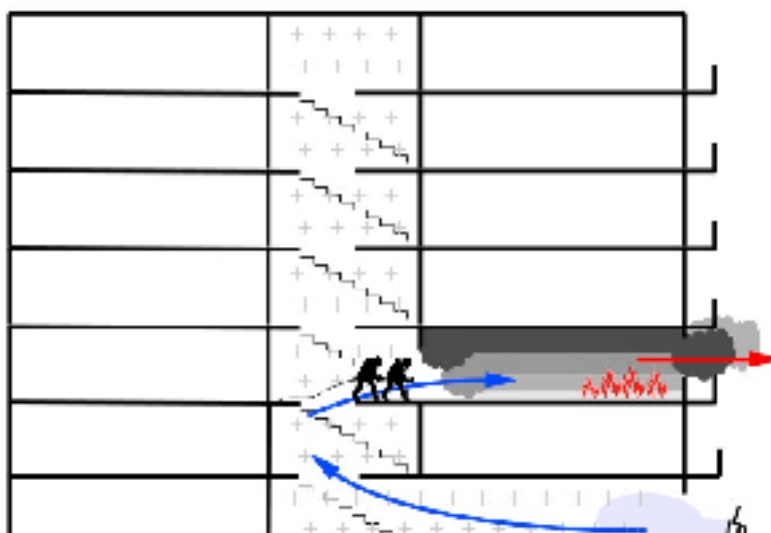


Figure 4 The attack crew fully opens the front door (the dotted line is gone). The tactic is shifted to a positive pressure attack. The fan is creating a flow from the stairwell through the apartment into the outside. An over pressure is formed in the stairwell that will protect against smoke spread. (Illustration: Art Arnalich)

건축 방식의 변화 때문에 우리는 현재 환기가 불량한 화재현장에 자주 맞닥뜨리고 있습니다. 이런 종류의 화재는 진압대원이 화재 진압을 위해 화재실의 문을 열 때까지 화재의 진행이 다시 시작되지 않을 것입니다. 문이 열린 후, 화재는 환기로 인한 플래시오버로 매우 빠르게 진행될 것입니다.

위에서 설명한 두 종류의 화재는 근본적으로 화재 진행 성상이 다릅니다. 첫 번째 종류인 환기가 양호하고 화재하중이 큰 화재의 진행은 항상 존재해 왔던 화재가 더 빠르게 진행하는 버전일 뿐입니다. 따라서

우리가 선호하는 3T 조합을 통해 화점을 향해 전진하는 동안 가스 냉각 기법을 적용하여 이 특별한 문제에 대한 좋은 해결책을 찾은 것 일 뿐입니다. 하지만 우리가 가장 좋아하는 3T 조합을 환기가 불량한 화재에 적용할 때는 종종 결과가 좋지 않을 수도 있습니다. 이러한 경우에는 다른 접근법을 요구될 것입니다. 전 세계의 소방관들은 환기가 잘 되지 않는 화재에 적절한 3T 조합을 찾기 위해 노력하고 있습니다.

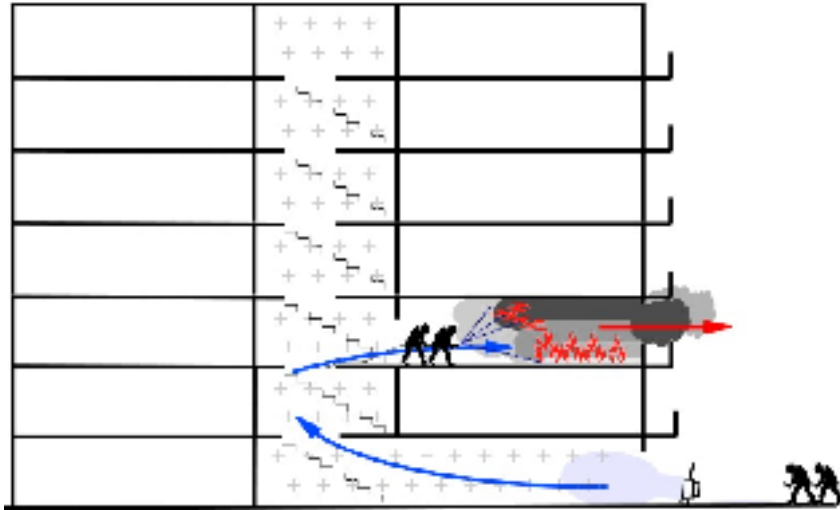


Figure 5 The crew is executing an interior attack. The techniques used are gas cooling (short and long pulse) and direct attack (pencil or painting). The support of ventilation allows them to swiftly locate and knock down the fire. (Illustration: Art Arnalich)

건축 방식이 바뀌면서 "벽 내부" 또는 "천장 내부" 화재도 증가하고 있습니다. 그러한 화재는 환기가 잘 되지 않지만 환기가 잘 되지 않는 화재처럼 행동하지 않습니다. 그것은 구조물 안에서 타오르는 화재입니다. 이 화재는 (여분의) 공기가 거의 또는 전혀 공급되지 않기 때문에 천천히 진행되고 있습니다. 스웨덴에서는 이러한 화재를 "구조물 화재(construction fire)"라고 부릅니다. 구조물 자체에

불이 붙은 것입니다. 이러한 유형의 화재는 "건물 내부 화재"와는 반대의 행동을 보입니다.

구조물 화재(construction fire)를 진압하려면 다시 하나 이상의 3T 조합이 필요합니다.

위에서 우리는 세 가지 근본적으로 다른 유형의 화재(ventilated, underventilated, construction fire)를 살펴보았습니다. 그 세 가지 중 두 가지는 비교적 새로운 현상입니다. 근본적으로 다른 문제에는 근본적으로 다른 해결책이 필요합니다. 화재 진압 방법이 유연해지고 다양한 조합을 능숙하게 만들어낼 수 있는 것이 중요한 이유입니다.

4 What is needed for producing good combinations?

4.1 For chief officers and company officers

사실, 화재 현장에 적절한 3T 조합을 결정하기 위해서는 꽤 많은 것들이 필요합니다. 지휘관은 화재 상황에 적절한 3T 조합을 선택하기 위해 현장상황을 이해해야 합니다. 따라서 적절한 상황 파악을 먼저 수행해야 합니다. 다음으로, 지휘관은 상황 판단을 통해 여러 요소를 분석하고, 이를 바탕으로 결정을 내려야 합니다.

그렇기 때문에 화재 행동(the problem)과 도구, 기술, 전술(the solution)에 대한 적절한 지식을 갖추는 것이 매우 중요합니다. 또한 상황 판단은 본질적으로 역동적입니다. 화재는 항상 진행되고 있습니다. 지휘관은 계속적으로 상황을 재점검해야 하고, 어떠한 변화라도 평가해야 합니다. 필요한 경우 화재 현장에서 사용 중인 3T 조합을 변경하여 안전과 효율성을 모두 보장할 수 있어야 합니다.

훌륭한 지휘 능력은 IC (현장지휘)를 위해 필수적인 요소입니다. 진압대원들은 종종 화재 진압 활동중에 실제적인 어려움에 직면합니다. 이로 인해 특정 작업이 부족하거나 제대로 수행되지 않을 수 있습니다. 모든 임무를 확실히 수행하는 것은 지휘관들의 책임입니다. 필요한 경우 추가 대원을 배치해야 할 수도 있습니다. 또 다른 가능성은 문제가 발생하면서 특정 작업이 지연될 수도 있다는 것입니다. 지휘관들은 이러한 상황을 능숙하게 다룰 수 있어야 합니다. 특정 작업이 다른 작업에 서로 영향을 미칠 때(예: 송풍기 배치 및 공격 소방 호스 전개) 지휘관은 서로 다른 작업을 조율할 수 있어야 합니다. 예를 들어 만약 내부 공격 대원들이 매우 느리게 전진하고 있다면, 송풍기를 조작하는 환기 대원들은 이것을 고려해야 합니다. 즉, 공격팀이 준비될 때까지 송풍기 시동을 늦추어야 할 수도 있습니다.

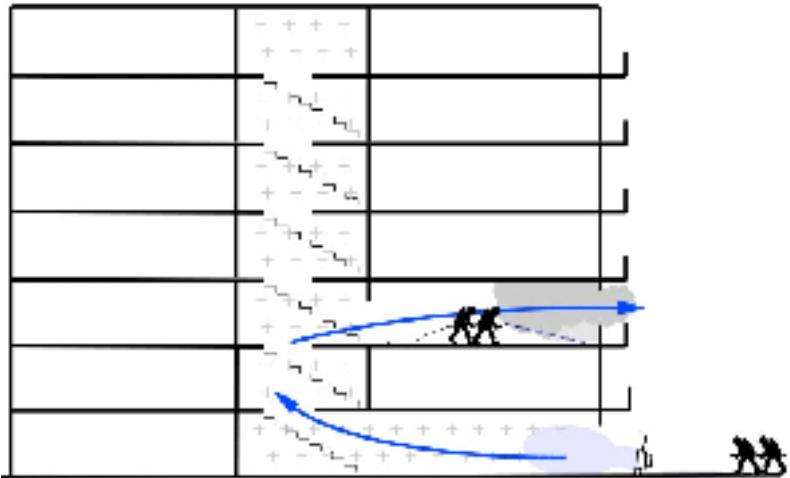


Figure 6 The fire has been put out. Overhaul is started. PPV takes care of the remaining smoke. (Illustration: Art Arnalich)

4.2 For firefighters

진압대원들은 또한 3T 조합을 능숙하게 수행할 수 있도록 특정한 요건을 충족해야 합니다. 우선, 모든 진압대원들(지휘관 포함)은 모든 다양한 도구와 작업 그리고 다양한 기술에 대한 장단점에 익숙해져야 합니다. 마지막으로 그들은 다양한 전술도 알아야 합니다. 특정 전술이 언제 사용하기에 적절한지, 그리고 어떤 전술이 적절하지 않은지를 아는 것도 중요합니다. 그들이 3T 조합에 대해 더 많은 지식을 가지고 있을 수록, 그들은 지휘관이 무엇을 성취하려고 하는지 더 잘 이해하게 될 것입니다. 이런 수준의 지식을 얻기 위해서는 충분한 교육과 훈련이 필요할 것입니다.

마지막으로 우리 모두는 "화재 진압"이 팀워크라는 것을 깨닫는 것이 중요합니다. 최고 지휘관은 그의 단위 지휘관들과 진압대원들 없이는 아무것도 아닙니다. 협력해야만 좋은 결과를 얻을 수 있을 것입니다. 긍정적인 태도와 팀워크로, 대원들이 활동할 때 더 효율적인 활동을 하게 될 것입니다. 적절한 훈련을 통해 우리는 서로 다른 3T 조합을 보다 원활하게 선택할 수 있을 것입니다.

5 An example: Combined Fire attack

IFIW 2014 에서 강의하는 동안 Art Arnalich 는 우수한 3T 조합에 대한 예시를 보여주었습니다. 그는 그것을 "**복합화재 공격(Combined Fire Attack)**"이라고 이름 붙였습니다. 그는 2 층 아파트 화재²의 시나리오를 통해 설명하였습니다(그림 1 참조). 이 경우에는 전환 공격(transitional attack) 전술을 선택할 것입니다. 대원들이 사용하는 주수

² 벨기에와 다른 여러 국가에서는 지상층(1 층), 1 층(2 층), 2 층(3 층), ...으로 층을 구분 및 명명하기도 합니다.

기법은 건물 외부에서 약 10 초 동안 화재실 천장을 향해 패턴이 없는 직사주수를 실시하는 것입니다(그림 2 참조). 이 때의 도구(관창 및 소방 호스)는 저압 소방 호스 라인이므로 큰 유량을 사용할 수 있습니다(고압 소방 호스에 비해). 이 주수의 목적은 화재실의 열 방출 속도를 줄이는 것입니다.

화세가 감소되면 즉시 내부 공격이 시작될 수 있습니다. 내부 공격 대원은 2 층으로 이동하여 출입문 진입 절차를 수행하여 안전하게 화재실로 접근할 수 있습니다(그림 3 참조). 출입문 진입 절차는 여러 가지 기술(도어 콘트롤, 도어 외부의 예방적 가스 냉각, 도어 내부의 가스 냉각, 상황 관찰 등)이 결합된 전술입니다.

Guadalajara 소방서는 PPV 를 자주 사용합니다. 이 화재 진압 단계에서 그들의 전술은 다시 바뀔 것입니다. 내부 공격팀이 출입문 개방 준비가 된 때부터 양압 공격(PPA)을 수행합니다. 계단 밑에는 송풍기가 설치되어 있습니다. 송풍기는 내부 공격팀이 화재실 출입문을 완전히 여는 순간 작동됩니다(그림 4 참조). 계단실에서 연기가 가득하면 계단실 지붕의 매연 통풍구도 열립니다. 그러면 두 개의 공기 흐름이 만들어 집니다. 두 개의 흐름 모두 아래쪽의 송풍기에서 시작합니다. 그 흐름들은 복도를 따라 계단실을 통해 올라갈 것입니다. 하나는 전체 계단실을 통해 흐르다가 매연 통풍구를 통해 연기와 같이 건물을 빠져나갈 것입니다. 이로 인해 계단실이 '깨끗하게(flushed)' 됩니다. 계단실에서 연기가 제거되는 순간 다시 연기 통풍구가 닫힐 수 있습니다. 다른 세대를 연기로부터 보호할 수 있도록 계단실에 과압이 형성됩니다. 그림 4 는 이를 더하기 기호로 보여줍니다.

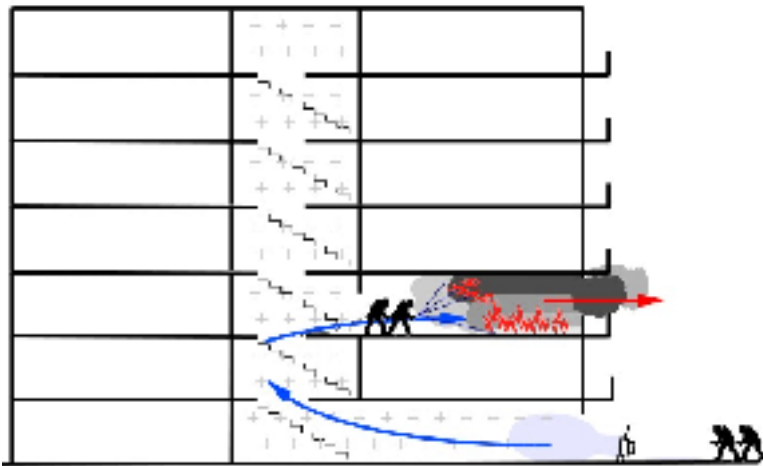


Figure 7 Combination of exterior and interior attack. The PPV forces the steam produced by the exterior attack outwards. That way it is no longer a threat to the attack crew. (Illustration: Art Arnalich)

두 번째 공기의 흐름은 화재실을 관통합니다. 이 흐름은 내부 공격 대원들의 진행 방향과 같을 것입니다. 이 흐름으로 인해 화재실에서 많은 양의 연기가 배출되고 시야가 개선될 것입니다. 전환 공격으로부터 진압 작전이 시작되었기 때문에, 자연스럽게 화재의 강도가 회복하기 위해서는 시간이 필요할 것입니다. 외부 공격을 먼저 하지 않고 송풍기를 가동했다면 이 결과는 완전히 달라질 수 있습니다.

연기의 많은 부분이 화재실에서 배출되면 공격팀은 내부 공격을 개시합니다(그림 5 참조). 전체적으로는 PPA(Positive Pressure Attack) 배연 전술과 내부진압 직접공격 전술이 여러 가지 다른 주수 기법과 결합됩니다. 첫 번째로 공격팀은 화점으로 전진 중에 가스 냉각을 실시합니다. 이 작업은 화재 상황에 따라 슛펄싱 또는 롱펄싱으로 수행됩니다. 화점이 발견되는 대로 선원들이 직접 진화에 나설 것입니다. 이것은 화재의 크기에 따라 펜슬링이나 페인팅 주수기법으로 수행 될 수 있습니다. 필요한 경우 이 두 가지 주수 기법을 가스 냉각과 결합할 수 있습니다. 이 시나리오에서 두 명의 다른 팀이 두 개의 다른 도구를 사용합니다. 아래층에는 송풍기가 배치된 배연팀이 있고 위층에는 저압 소방 호스를 전개한 공격팀이 있습니다.

화재가 완전히 진압되는 순간, 잔화 정리 작업을 시작할 수 있습니다(그림 6 참조). 바닥층의 송풍기는 건물에 남아 있는 연기를 배출하기 위해 계속 켜져 있습니다. 이것은 소방관을 위한 안전한 작업 환경을 조성할 것입니다.

Art 는 또한 내부 공격대원이 내부로 들어가기 전에 화염이 다시 건물 외부로 출화될 경우 외부 공격을 반복할 것이라고 언급했습니다(그림 7 참조). 그들의 경험상, 송풍기는 외부 공격으로 발생한 증기가 출입문쪽으로 밀려들어가는 것을 다시 밀어낼 수 있다고 말합니다. 벨기에(대한민국) 소방에서는 너무 먼 미래의 모습일 수도 있습니다. 먼저 전환 공격을 통해 경험과 전문 지식을 쌓고 그 후에 PPV 를 추가하는 것이 더 좋은 방안일 수도 있습니다.

6 Bibliography

- [1] *Eurofirefighter*, Paul Grimwood, 2008
- [2] *Tools, techniques and tactics (3T) in combination for firefighting*, Art Arnalich, presentatie tijdens IFIW 2014, Olsztyn, Polen
- [3] *Combined Fire Attack*, Art Arnalich, article to be published in *Fire Engineering magazine*.
- [4] *Art Arnalich, personal talks 2013-2014*

Karel Lambert