에너지공학, 제18권 제1호(2009)
Journal of Energy Engineering, Vol. 18, No. 1, pp. 63~68 (2009)

안전문화측정 전산화 프로그램 개발

백종배† · 고재욱*

충주대학교, *광운대학교

(2009년 5월 6일 접수, 2009년 6월 8일 수정, 2009년 6월 8일 채택)

Development of Safety Climate Measuring Software Tool

Jong-Bae Baek†, Jae-Wook Ko*

Chungju National University,

**Kwangwoon University*

(Received 6 May 2009, Revised 8 June 2009, Accepted 8 June 2009)

요 약

조직의 안전 문화는 연구기에 매우 복잡하고 힘들다. 그러나 문화를 만든 표준들을 검사하는 것은 가능하다. 이 논문 화학 공업과 같은 높은 위험 산업에서 개발된 공정안전관리 분위기 평가 도구를 다루고 있다. 주된 목적은 측정소프트웨어 도구를 개발하는 것으로 안전분위기와 문화를 평가하기 위해 널리 알려진 기술들과 관련된 문헌들을 재검토 하였으며 대상 집단에 대한 면접과 토론도 실시하였다. 재검토와 대상 집단에 바탕을 두고 안전 분위기 평가 설문과 온라인 적용 프로그램을 개발하였으며 화학공장에 대해 시범적 평가를 적용한 후 윤곽을 완성하였다. 그리고 관리상의 문화적인 변화를 측정할 수 있는 프로토콜을 제안하였고, 이 프로토콜을 토대로 사업장에서 안전문화를 조기에 정착시킬 수 있는 계기가 될 수 있도록 지원할 수 있는 안전문화(Safety Climate) 측정 도구를 전산화 하였다.

주요어 : 안전문화. 안전분위기, 안전관리

Abstract — The safety culture of an organization is very complex and hard to study, but it is possible to examine norms that make up the culture. This paper describes of a Process Safety Management (PSM) climate assessment tool developed in high risk industry such as chemical industries. The main purpose is to develop measuring software tool behaviors by examining their nature and strength and by analysing underlying factors that offer explanations for attitudinal differences. We reviewed the current techniques and literatures available to assess safety climate and culture, conducted focus group interviews and discussions. Based on the reviews and focus group, PSM climate assessment questionnaires and an online application program were developed. A pilot assessment was done at a chemical plant in Korea and the safety climate profile was completed. It was suggested to have a constant feedback from different sectors of industry to improve the application.

Key words : Safety Culture, Safety Climate, Safety Management

1. 서 론

산업시설의 안전성을 향상시키기 위해 기계 및 전기장비의 신뢰성 향상, 최적화설계, 보조장비 및 예방시스템의 사용하고 있다. 이들 시설들은 Fail-Safe System과 같은 공학측면을 중심으로 접근하였다. 또한 공정자동화 및 컴퓨터를 이용한 공정제어의 도입은 현장 근로자들의 업무를 직접적인 현장작업에서 각종 설비 및 공정관리업무로 변경 시켰다. 이에 따라 사고발생의 원인 또한 진화·변경되고 있다. 그러나 공정시스템의 복잡화·자동화의 영향으로 인해 사업주를 비롯한 관리자와 근로자들은 생산 및 안전을 지나치게 공정시스템에 의존하여 안전의식 및 안전행동수준이 저하되는 경향을 보이고 있다. 이

†To whom correspondence should be addressed
72 Daehak-ro, Chungju, Chungbuk,380-702 KOREA
E-mail : jbbaek@cjnu.ac.kr

로 인해 최근에는 기술상의 문제나 관리상의 문제보다도 안전문화와 관련된 원인으로 발생하는 사고가 증가하고 있다. 심지어 기술 및 관리상의 문제로 인해 발생한 사고에 대해서도 근본원인을 조사하면 다양한 형태의 안전문화적 원인이 존재하고 있는 것으로 나타나고 있다. 이와 같은 현상은 사업장에서 사업주를 비롯하여 전 직원의 자발적이고 적극적인 참여가 필수적이지만 이를 측정하고 관리하기 위한 방법론적 접근이 매우 어렵기 때문이다.

따라서 안전해야 한다는 것을 충분히 이해하고서 안전을 최우선으로 받아들이는 관리상의 문화적인 변화를 측정할 수 있는 프로토콜을 제안하고, 이 프로토콜을 토대로 사업장에서 안전문화를 조기에 정착시킬 수 있는 계기가 될 수 있도록 지원할 수 있는 안전문화(Safety Climate) 측정 도구를 전산화 하였다.

II. 안전문화

일반적으로 안전문화라는 용어는 국제원자력에너지기구(IAEA)에서 체르노빌사고조사에서 사고원인을 규명하기 위해 처음으로 사용되었다. 그 이후 제조업체뿐만 아니라 자연재해, 교통, 건설 및 서비스분야 등 대중적인 부분과 모든 업종에 걸쳐 광범위하게 사용되고 있다. 그리고 여러 선행연구에서 안전문화를 다양하게 정의하고 있으나 널리 사용되고 있는 ACSNI(Advisory Committee on the Safety of Nuclear Installations)의 정의는 “한 조직의 안전문화는 안전보건관리의 형태 및 성과, 안전보건관리에 대한 몰입을 결정하는 개인 및 그룹의 가치, 태도, 인식, 능력 그리고 행동유형의 결과물”이다. 그리고 안전문화가 정착된 조직은 상호간의 신뢰에 따른 의사소통과 안전의 중요성에 대한 공유된 인식, 예방조치의 효과를 자신 있게 인정하는 것에 의해 구별하고 있다.

전통적으로 사업장의 안전을 개선시키기 위한 노력은 기술적인 문제로 인한 불안전한 상태와 개개인의 실수에 중심을 두는 불안전한 행동에 주안점을 두고 있다. 그러나 대부분의 사고들은 조직의 안전방침 및 절차서가 안전문화요소를 반영하고 있어야 한다는 점을 강조하고 있다. Table 1은 중대산업사고를 조사한 전문가들이 강조한 안전문화와 관련한 사고의 특성이다.

이외에도 Chernobyl, Challenger 우주선, Bhopal 화학공장 등의 사고조사를 통해 안전문화와 관련한 사고의 특성을 다수 발견할 수 있다. 이러한 사고의 특성은 사업주를 비롯한 관리자 및 근로자들의 안전의식과 안전태도는 물론 안전에 대한 책임감 부족 등 안전문화수준이 낮기 때문에 발생하였다. 따라서 안전문화의 부족에 대한 문제는 사고발생 원인이 직접적이거나 간접적이든지 항상 그 배후의 원인이 되는 핵심요소라 할 수 있다.

이와 같이 중대산업사고(Major Industrial Accident)를 경험한 외국에서는 이러한 안전문화(Safety Culture)와 안전분위기(Safety Climate)의 특성을 파악하고 안전문화와의 연결방안을 모색하는 연구를 활발하게 진행하고 있다. 그러나 우리나라에서는 안전문화와 안전분위기를 명확히 구분하지 않고 혼용하고 있는 실정이다. 그리고 최근에는 산업구조의 복잡화로 인해 증가하고 있는 하부조직의 하부문화(Subculture)가 일관된 안전문화정착을 방해하는 요소로 나타나고 있다.

기존에 사용되고 있는 안전문화 측정도구들은 대부분 설문지(Paper-based)를 이용한 조사가 많이 활용되고 있으나 일부의 경우 웹사이트(Web-based)를 이용한 조사 및 응용 소프트웨어(Application Software)를 이용한 조사를 수행하고 있다. Table 2는 주요 안전문화 측정도구들의 형태를 나타낸 것이다.

이와 같이 설문지를 기반으로 하는 측정도구 개발이 일반적이다. 그러나 영국 HSE의 HSCST와 같이 응용소프트웨어로 개발하여 안전문화를 측정하는 경우 응답결과를 데이터베이스화하여 향후 재측정 결과와 비교함으로써 개선정도를 파악하기가 매우 수월하다. 또한 응답자들도 담당업무에 지장을 받지 않으면서 자율적으로 여유있는 시간에 답변이 이루어질 수 있어 시간소비를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

Table 1. Cause of accident related to safety culture

Accident	Year	Investigator	Contents related to safety culture
Three Mile Island	1979.03.28	Judge Femmel	The cultural change in administration should be done equally on all over the organization.
King Cross	1987.11.18	Lord Cullen	Making the organization culture that understands the importance of safety and making safety the first priority is essential.
Piper Alpha	1988.07.06	Zebroski	Can find accidents characteristics that are related to safety culture.

Tabel 2. Form of main measuring equipments

Measuring equipment model / Manufacturer	Type	Note
Offshore Safety Questionnaire / Robert Gordon Univ.	Paper	
Safety Climate Assessment Toolkit / Loughbrough Univ.	Web, Paper	www.lboro.ac.uk
Safety Climate Questionnaire / Rail Safety and Standard Board	Paper	
Safety Climate Survey / Institute for Healthcare Improvement	S/W, Application	Spreadsheet
Health and Safety Climate Survey Tool / Health and Safety Executive	S/W, Application	

III. 안전문화 측정시스템 설계

3-1. 구성요소 및 측정절차

안전문화를 구성하는 주요 요소는 크게 안전운전절차서(Standard operating procedure), 교육훈련 및 상호 의사소통(Education/Communication), 실천 및 준수유도(Practice/Promotion)이다. 이들 3가지 측면을 기반으로 개발한 안전문화측정 전산시스템은 산업시설에 대한 안전문화의 실태인 안전분위기를 측정하고 관리하기 위한 방법론 적인 접근을 쉽게 하였다. 이 전산화 도구는 국내외의 선행연구결과들을 기반으로 미국 Borland 사의 Delphi와 Microsoft Access 2000의 DBMS(Data Base Management System)로 개발하였다. 절차는 Fig. 1과 같다.

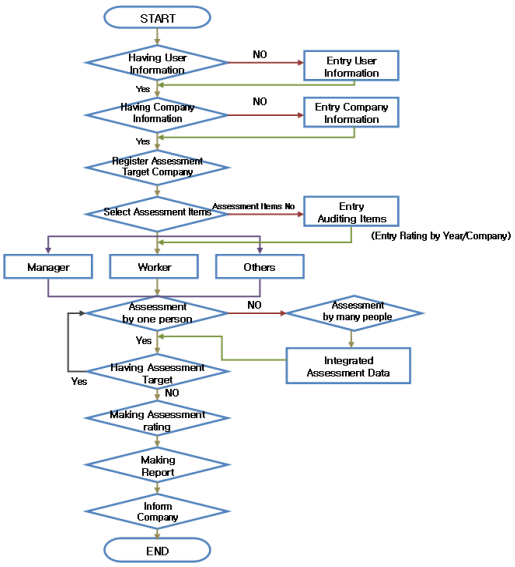

Fig. 1. Safety Climate assessment process

3-2. 안전문화 측정항목

측정도구들은 외부의 감사나 감독기관의 평가를 목적으로 개발된 것이 아니라 개별 사업장에서 자체적으로 활용하도록 개발하였다. 기존에 개발된 안전문화 측정도구들은 측정항목을 안전문화 요소들(Factors; Dimensions)로 분류하고 있으며 각 요소별로 관련 측정항목들(Items)로 구성되어 있다. 이 연구에서 개발한 측정전산화 프로그램은 측정대상에 따라 다소 차이는 있지만 일반적으로 경영자의 안전에 대한 투자의지, 안전교육훈련, 업무만족도, 생산압력, 의사소통, 근로자의 안전보건에 대한 참여, 사고 및 앗차사고 관리 등의 안전문화 요소들을 사용하였다. 그리고 이 측정항목은 선행연구인 "화학공정산업의 공정안전 문화개선을 위한 측정도구(2006)"의 연구결과를 기본으로 하였다. 측정요소(Elements)는 다음 Table 3에서 보는 바와 같이 측정하고자 하는 대상을 관리자와 근로자로 구분하여 각 9개 영역으로 구분하였으며 측정항목(Items)은 관리자를 위한 88개 항목과 근로자를 위한 116개 항목으로 구성하였다.

3-3. 안전문화 수준 결정

안전문화 측정 전산화 프로그램은 I등급(Not Yet)부터 V등급(SEP) 사이 중 어느 수준에 가장 많이 분포되어 있는지를 측정함으로써 해당 사업장의 안전문화 수준을 나타내도록 하였다. 그리고 안전문화 측정결과의 신뢰도(Reliability)는 표준편차(Standard Deviation)의 값으로 결정되며 다음 Fig. 2와 Fig. 3은 안전문화 수준과 분포예를 제시하였다.

(1) I 등급 : Not Yet

관련법상 준수해야 할 설비기준을 중심으로 기술적인 조치만을 수행하고 있으며 모든 조치책임을 안전담당부서에 전가하고 있는 경우이다. 또한 사고의 상당부분을 피할 수 없었던 것으로 인식하면서 사업주가 안전활동에 참여하고 있지 않으며 대부분의 근로자가 안전에 대한 관심이 없는 경우이다.

Table 3. Sector specific assessment design

Sector	Elements	Cultural descriptions	Items	Assessment
1	Safety Policy and Organizational atmosphere	Involvement in Safety Policy making and follow-up ability assessment	21(8)	A(A)
2	Process Data Management System	Understanding Process safety data and Operation improvement measure	21(14)	B(B)
3	Risk Assessment and Management Plan	Understanding of Risk assessment participation assessment	13(13)	A(B)
4	Safety Operation Guide and procedure	Understanding Safety Operation Procedure and Practice Attitude assessment	14(10)	C(B)
5	Safety practice permission and Procedure	Attitude toward Participating in Safety Procedure Permission And Operation Improvement assessment	8(8)	A(A)
6	Management of change and System inspection and maintenance	Attitude toward Participating in Management of change and Follow-up capability assessment	9(9)	B(A)
7	Self audit	Attitude toward Participating in Self-audit and Follow-up assessment	8(7)	B(A)
8	Process Accident Investigation	Understanding the purpose of Process accident investigation and participation measure	14(11)	A(B)
9	Emergency Management Plan	Understanding the purpose of Emergency response plan and participation measure	8(8)	A(B)

A: Managerial participation, B: Managerial understanding, C: Implementation Assessment
※ (Managerial Data)

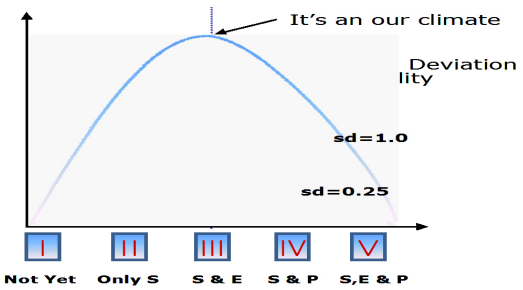

Fig. 2. Example Safety climate distribution

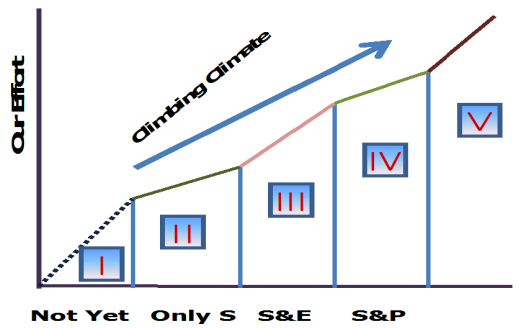

Fig. 3. Example Safety Climate Level

(2) II 등급 : SOP(Standard Operation Procedure) Only

안전을 확보하기 위해 설비기준에 대한 안전뿐만 아니라 안전규정과 안전운전절차서 등 관리적인 노력을 병행하고 있지만, 아직 문서화 단계일 뿐 현장 근로자에게 전파되어 실행되고 있지 않은 경우이다.

(3) III 등급 : SOP and Education/Communication

안전규정과 안전운전절차서가 작성되어 있고 해당 내용을 협력업체를 포함한 현장 근로자들에게 교육시키고 있다. 그리고 근로자들의 의견을 수렴하여 반영하고 있으나 실제로 현장 근로자들이 이를 준수하지 않고 있으며 준수하도록 유도할 인센티브나 처벌 등의 관리대책이 수립되어 있지 않은 경우이다.

(4) IV 등급 : SOP and Practice/Promotion

안전규정과 안전운전절차서가 작성되어 있고 현장 근로자들이 나의 안전은 내가 지켜야 한다는 생각으로 규정과 절차를 준수하고 있다. 그리고 인센티브나 처벌제도도 수립되어 있고 효과적으로 운영되고 있으나 현장 및 협력업체 근로자에게 안전교육이 제대로 이루어지고 있지 않으며 현장 근로자들의 제안을 거의 수렴하고 있지 않은 경우이다.

(5) V 등급 : SOP, Education/Communication and Practice /Promotion

사업주부터 협력업체를 포함한 현장 근로자까지 안전관리에 매우 큰 가치를 두고 있으며 본인 뿐 아니라 동료들의 안전까지도 본인이 책임져야 한다는 마음가짐을 갖고 있다. 그리고 안전규정 및 안전운전절차서 운영상태가 양호하고 중간 관리자급이 해당 내용을 현장 근로자에게 충분히 교육훈련을 통해 전달되고 있다. 또한 협력업체를 포함한 현장 근로자들도 안전운전절차서에 따라 업무를 수행하고 있는 경우이다.

IV. 측정절차 및 구조

4-1. 시스템 구조

안전문화는 준비, 실행관리 및 분석, 개선방안 실천이라는 3단계로 진행되며 각 단계에서는 계획, 실행, 홍보의 3사이클이 순환하는 과정을 보이게 된다. 그리고 메뉴체계는 그림 4와 같이 「풀다운메뉴」, 「실행버튼」, 「평가대상트리」, 「평가대상목록」의 메뉴로 구성하였다. 풀다운 메뉴는 크게 「파일」·「평가」·「관리」 파일을 사용자가 쉽게 가져오고 내보낼 수 있도록 하였다. 그리고 주요 부분인 평가부분은 관련 사업장의 형편에 맞도록 측정항목을 선택할 수 있는 기능을 포함하였다. 또한 관리기능을 통해 사용자 및 사업장에 관련한 정보와 측정관련 영역을 등록관리를 할 수 있도록 설계하였다.

4-2. 측정항목관리

안전문화수준을 평가할 항목을 설정하는 기능으로서 측정항목관리 윈도우에서 각각의 측정대상에 대한 측정항목의 추가·수정·삭제가 가능하도록 설계하였다. 또한 안전문화측정이 완료된 후 대상 사업장의 안전문화 수준을 산정할 때, 측정대상별로 가중치를 부여하여 등급을 산정할 수 있도록 설계하였다.

4-3. 안전문화 측정

사업장의 안전문화 수준을 평가하기 위해서는 앞에서 설명한 사용자 정보 및 안전문화 측정항목 선택 등을 완료해야만 평가가 가능하다. 또한, 복수의 평가자가 평가를 수행하기 위해서는 메인 평가자가 사업장 등록 및 안전문화 측정 항목을 설정하고, 내보내기 기능을 이용하여 다른 평가자에게 관련정보를 전달하여 복수로 평가가 가능하도록 설계하였다.

4-4. 평가결과 관리

안전문화측정을 복수의 평가자가 수행할 경우에 평가결과통합기능을 이용하여 사용자의 편리성을 확보하였다. 복수의 평가자가 평가를 수행할 경우 안전문화측정 프로그램을 수행하는 절차를 요약하면 Fig. 7과 같다.

사업장의 평가 결과 및 그에 따른 안전문화측정 결과 보고서를 작성할 수 있는 기능을 포함 하였다. 평가 결과 검토 및 보고서는 평가연도별 측정결과인 안전문화수준

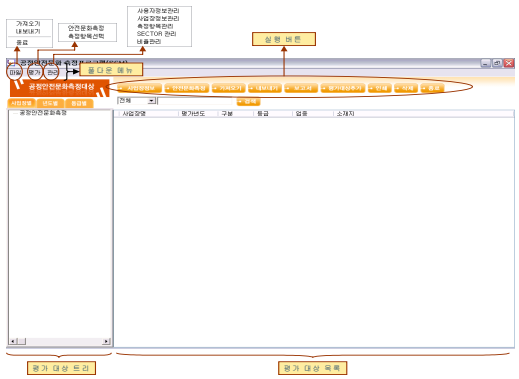

Fig. 4. Main windows

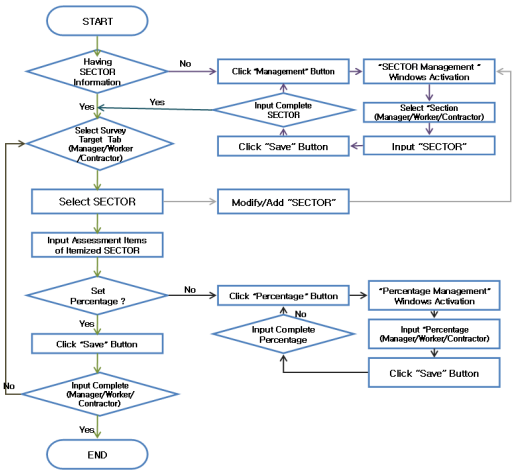

Fig. 5. Management Process

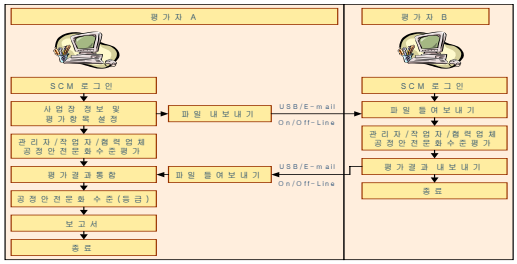

Fig. 6. Data integrated procedure

Fig. 7. Analysis result

Fig. 8. Area specific results and problem assessment

으로 표현되며 영역별 문제점과 상세분석결과는 Fig. 7, Fig. 8과 같다.

V. 결 론

최근에는 기술상의 문제나 관리상의 문제보다는 안전문화와 관련된 원인으로 발생하는 가스사고가 증가하고 있다. 심지어 기술 및 관리상의 문제로 인해 발생한 사고에 대해서도 근본원인을 조사하면 다양한 형태의 안전문화적 원인이 존재하고 있는 것으로 나타났고 있다.

안전보건의 특성상 사업장에서 사업주를 비롯하나 전 직원의 자발적이고 적극적인 참여가 필수적이지만 이를 측정하고 관리하기 위한 방법론적 접근이 매우 어렵기 때문이다.

이와 같이 사업장에서도 안전문화를 향상하는 것의 중요성을 인식함에도 불구하고 경제적·기술적·시간적 이유로 안전문화를 향상시키기 위한 노력을 제대로 실천하지 않는 것이 현재의 실정이다.

따라서 안전해야 한다는 것을 충분히 이해하고서 안전을 최우선으로 받아들이는 관리상의 문화적인 변화를 측정할 수 있는 프로토콜을 토대로 사업장에서 안전문화를 조기에 정착시킬 수 있는 계기가 될 수 있도록 지원할 수 있는 안전문화(Safety Climate) 측정 도구를 전산화하였다.

이로 인하여 안전관리 활동을 추진하면서 파생되는 업무분담의 가중을 해결할 수 있다. 특히, 안전문화의 객관적인 데이터와 모든 절차를 관리자가 모니터링 할 수 있어 논리적 근거를 마련할 수 있다. 그러나 향후 정량적위험성평가를 수행할 수 있는 도구와 연계하여 안전문화의 향상에 따른 정량적위험관리 효과를 측정하는 것이 필요하다고 생각된다. 특히 현재 사업장에서 운영하고 있는 기존의 시스템의 실효성을 검증하는 방안에 대한 연구가 더 진행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 한국산업안전공단, '중대산업사고 예방정책의 지속 가능한 발전방안', 2003
2. 한국산업안전공단, '공정안전보고서 이행평가기법 개발', 2002.
3. 한국산업안전공단, '공정안전관리(PSM) 기술세미나', 2002.
4. 한국산업안전공단, '화학공장의 휴먼에러방지대책지침', 1998.
5. 한국산업안전공단, '화학공장의 휴먼에러방지대책', 1998.
6. 백종배 외 안전문화측정 프로그램개발, 한국안전학회 07 춘계학술발표집, 2007.
7. 고재욱 외, '안전보건경영실무', 대영사, 1996.
8. J.B.Baek, S.Bae, Karan P. Singh, K.S. Park, J.W.Ko, 'Safety Climate practice in Korean Gas Industry, World Conference on Safety of Oil and Gas Industry 2007, 2007.
9. NATO, The Human Factors in System Reliability - Is Human Performance Predictable?', 2001.
10. HSE, 'Safety culture maturity model' 2000.
11. US-DOL, OSHA, 'Process Safety Management', 2000.
12. M. D. Cooper, 'Toward a model of safety culture'
13. G. Grote, C. Künzler, 'Diagnosis of safety culture in safety management audits',
14. HSE, 'Summary guide to safety climate tools', 1999.
15. OECD, 'Report of the OECD Workshop on Human Performance in Chemical Process Safety: Operating Safety in the Context of the Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response'.
16. HSE, 'Safety Climate Measurement User Guide and Toolkit'.