

자기규율 예방체계 기반 위험성평가 제도 정착을 위한 국제 세미나

자기규율 예방체계 기반 위험성평가 정착 방안 마련

일시 2023. **7. 3.**(월) 14:00~18:00

장소 킨텍스제2전시관 302호



고용노동부

산업재해예방

안전보건공단





세미나 세부 일정표

시간	내용	비고
13:30~14:00	등록 및 개회	
14:00~14:05	인사말씀	류경희 (고용노동부 산업안전보건본부장)
14:05~14:10	세미나 운영방법 및 연사소개	배계완 (부산가톨릭대학교 교수)
14:10~14:50	① 영국 위험성평가 역사 및 정착과정	전규찬 (영국 러프버러대학교 사회기술시스템설계학과 교수)
14:50~15:20	② 독일 중소기업 사업장 위험성평가 활성화 방안(영상송출)	Sven Timm (독일 DGUV(사회보험조합) 중앙예방국장)
15:20~16:00	③ 위험성평가 실체 및 도전과제	Erik Hollnagel (前 스웨덴Jönköping大 교수)
16:00~16:40	④ 사고예방 위한 위험성평가의 현실적 개선방향	윤완철 (한국과학기술원 명예교수)
16:40~17:30	질의 응답	
17:30~18:00	폐회 및 기념촬영	

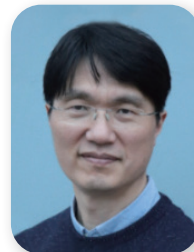
※ 세미나 시간·발표순서 등은 내부사정에 의해 일부 조정될 수 있음

주제

영국 자기규율 위험성평가 역사 및 정착과정

전규찬 (영국 러프버러대학교 사회기술시스템설계학과 교수)

영국의 보건안전 규제 시스템의 발전과정과 목표기반규제 및 위험성평가에 대한 효과적인 실행방법 마련 등 영국의 시스템적인 노력들을 분석하여 효과적인 보건안전시스템을 이루기 위해서는 어떠한 관점과 과학적 근거가 필요한지 논의하여야 한다.



주제

독일 사업장 자기규율 방식 위험성평가 제도(영상송출)

Sven Timm (독일 DGUV(사회보험조합) 중앙예방국장)

독일은 사업장에서의 자기규율 방식의 위험성평가 제도를 도입하여 안전과 보건을 강화하였고, 이러한 제도는 사업주와 근로자 사이의 협력과 책임 공유를 중요시하며, 사업장 내에서 위험을 식별하고 관리하기 위한 프로세스를 구축하는 것을 목표로 함. 산업안전보건을 개선하기 위한 중요한 도구로서의 위험성평가 제도를 소개하려 한다.



주제

위험성평가 실체 및 도전과제

Erik Hollnagel (前 스웨덴Jönköping大 교수)

위험성 평가는 아무 것도 잘못되지 않도록 시스템을 제어하려는 시도이다. 위험성평가에서 너무 단순한 모델이나 방법을 사용하면 일부 위험을 놓치거나 계산된 수치가 부정확할 위험이 발생한다. 위험 계산과 그에 대한 검증은 모두 철저하고 현실적이어야 한다.



주제

사고예방을 위한 위험성평가의 현실적 개선방향

윤완철 (한국과학기술원 명예교수)

안전 수준을 높이기 위해서는 '안전사고' 중심의 안전관리에서 벗어나야 한다. 위험을 관리한다는 것은 시스템을 관리한다는 것이다. 안전관리시스템은 시스템안전의 관리를 의미하게 되는 것이며, 그것이 현상을 타개하고 미래로 나아갈 방향이다.



1 영국 위험성평가 역사 및 정착과정 1

전규찬 (영국 러프버러대학교 사회기술시스템설계학과 교수)

2 독일 사업장 자기규율 방식 위험성평가 제도(영상송출) .. 49

Sven Timm (독일 DGUV(사회보험조합) 중앙예방국장)

3 위험성평가 실체 및 도전과제 91

Erik Hollnagel (前 스웨덴Jönköping大 교수)

4 사고예방을 위한 위험성평가의 현실적 개선방향 119

윤완철 (한국과학기술원 명예교수)

1

영국 자기규율 위험성평가 역사 및 정착과정

전규찬

(영국 러프버러대학교 사회기술시스템설계학과 교수)



History and Context of Risk Assessment in the UK Health & Safety System

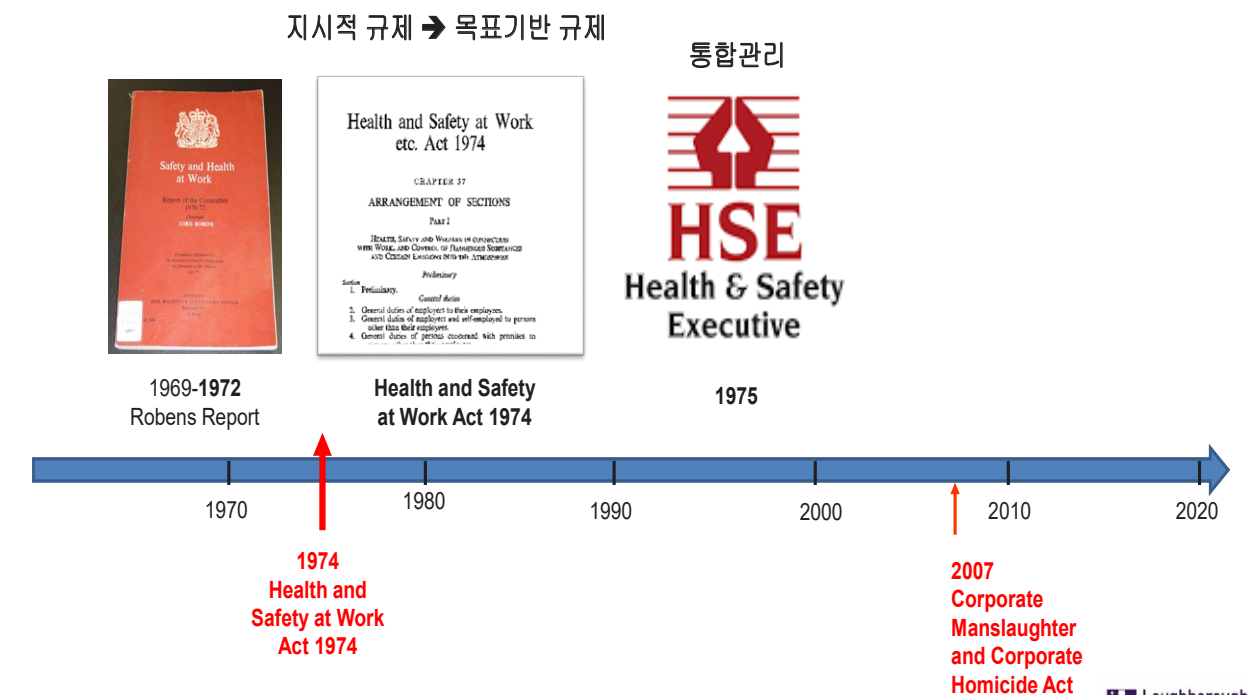
영국 보건안전시스템의 역사적 배경

국내 많은 긍정적인 변화?

- 중대재해처벌법 → 지나친다 vs 미흡하다
- 위험성 평가 강조 → 환영한다 vs 문제가 많다

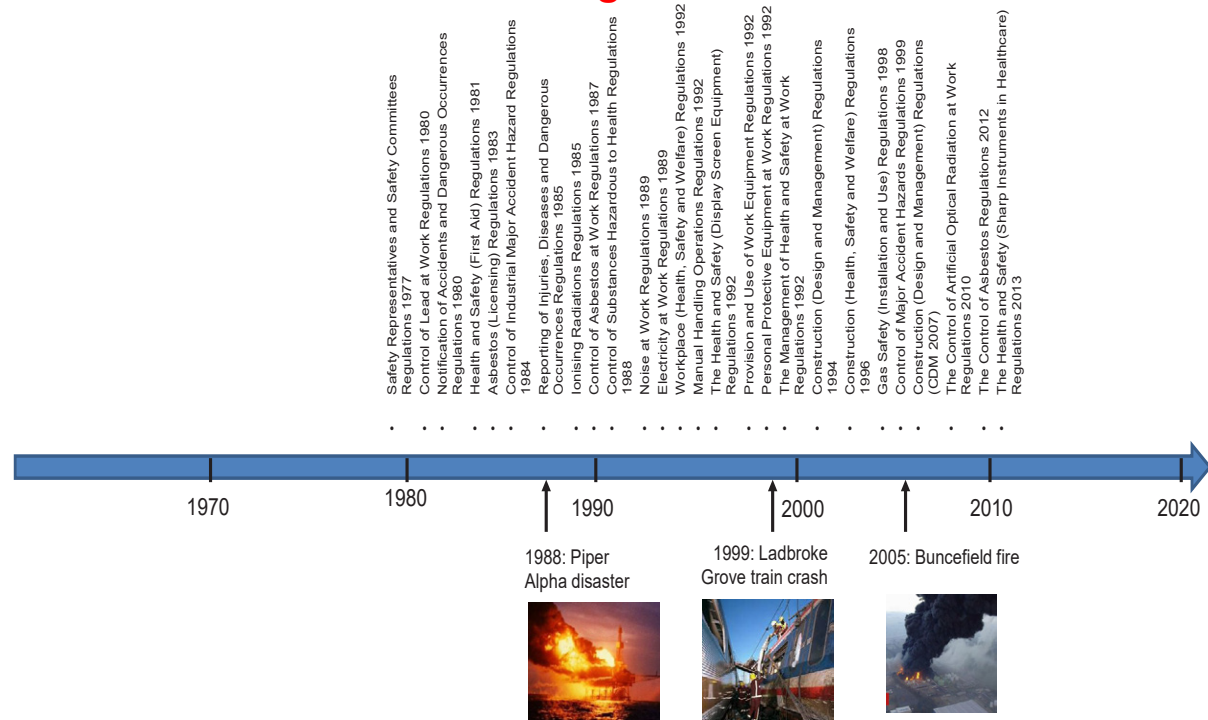
어떻게 인간/시스템에 대한
성숙된 관점과 과학적 근거를 바탕으로
효과적인 규제/동기, 리더십, 문화/행동변화를 만들어 가고
지속적인 학습을 하는 시스템을 만들어 가냐?

UK's Journey in Health and Safety



Over 30yrs journey from 지시적규제 to 목표기반규제

26 regulations between 1977-2013

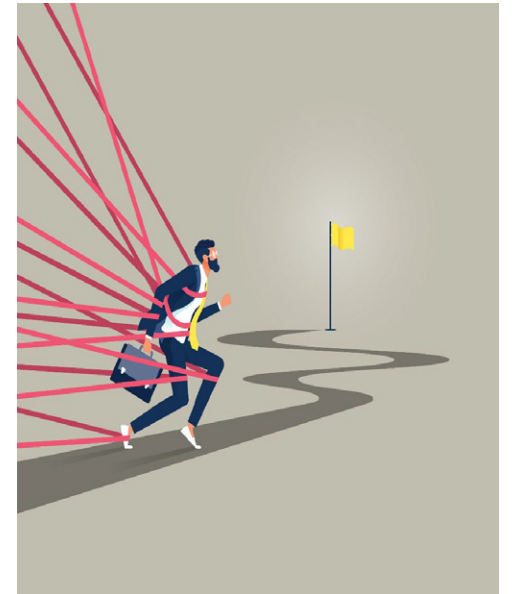


David Cameron pledges to tackle 'health and safety monster' (2012)

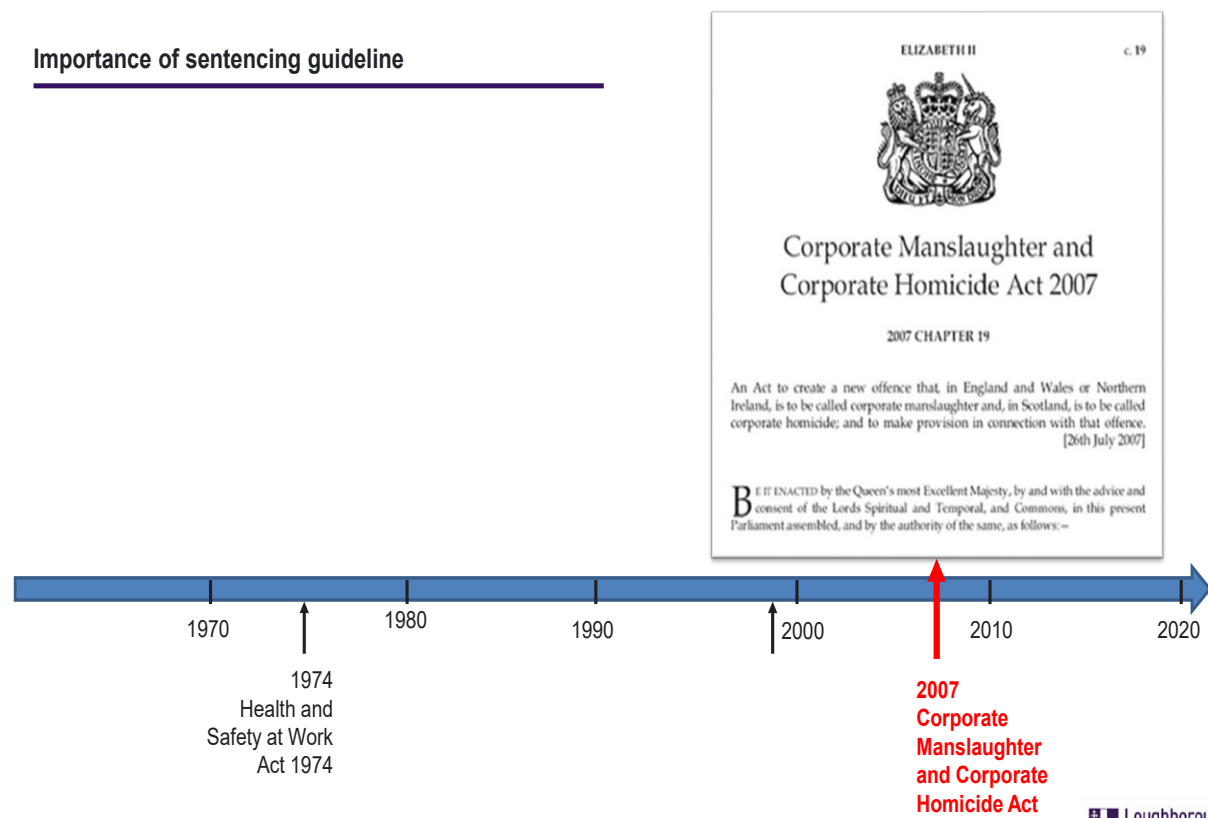
"Health and Safety monster" is hampering business growth in the UK.

Britain's "health and Safety culture" will be killed off for good by the government.

HSE 감독관 수: 2004년 1,483명 → 2016년 980명



Importance of sentencing guideline

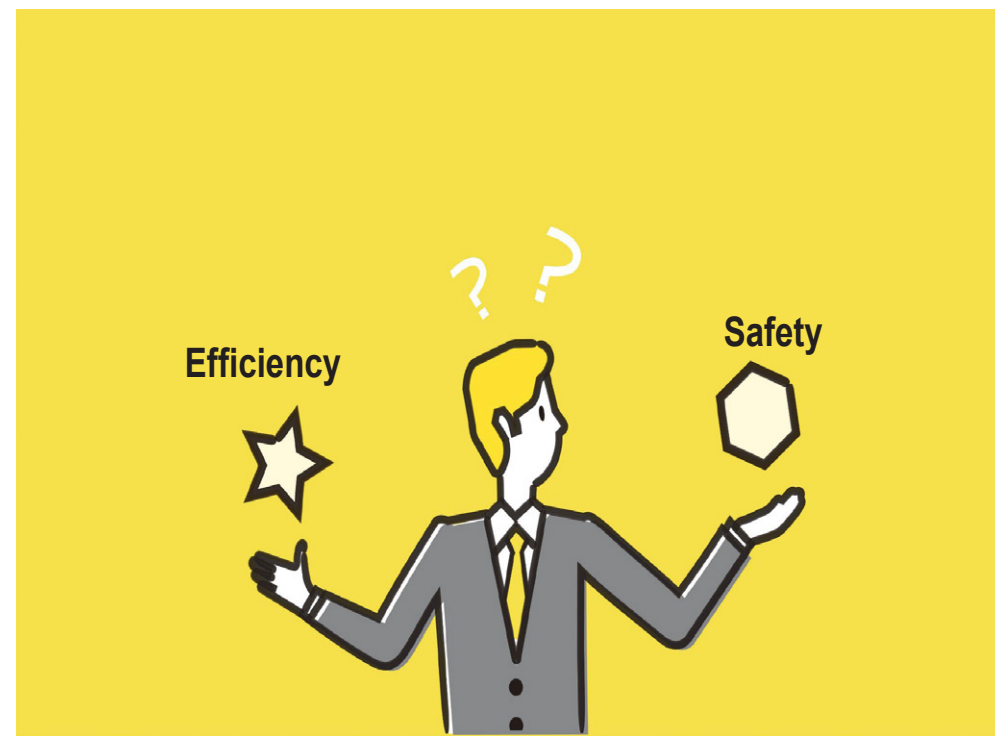


Grenfell tower fire
June 2017
72 lives lost



https://twitter.com/nat_vampicca/status/874835244989513729

Holding Opposing Values in Tension



Loughborough University

지난 100년간

우리의 안전사고에 대한 이해가

어떻게 발전되어 왔는가?

Loughborough University

History and Context of Risk Assessment in the UK Health & Safety System

안전과학의 역사적 배경

Loughborough University

Mindsets – Our understanding of Accident/Safety

Early - : Divine intervention

1910s - : Human can control – scientific method

1920s - : Accident Prone - Bad Apple Theory

1930s - : Heinrich's triangle/Domino Theory

1940-1970

1980s - : Swiss Cheese Model

1990s- : Drift into Failure/System Safety

1990s:- : High Reliability Organisation

2010s - : Resilience Engineering

Adapted from Dekker, S. (2019). *Foundations of Safety Science*. CRC Press.

Loughborough University

Early: Accident is divine intervention as punishment



1920s and Onwards: Accident are due to human failing - Bad Apple Theory



1910s and onwards: Humans can control accidents - Scientific method (Taylorism)



1930s and onwards: Major injury can be prevented by incident prevention

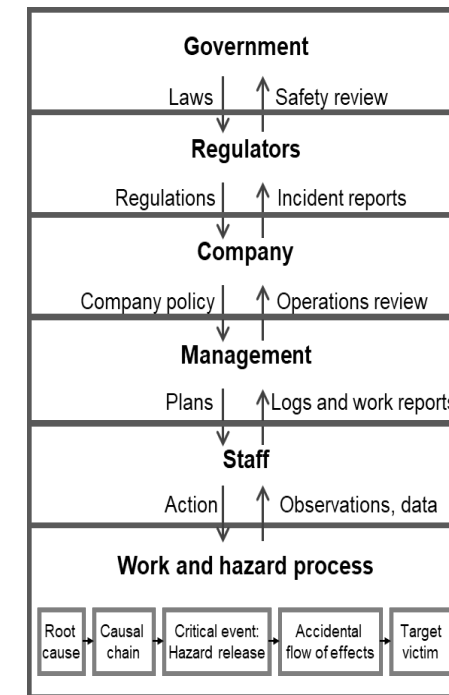


(Heinrich, 1931, Industrial Accident Prevention: A scientific approach)

1930s and Onwards: Accidents occur as a causal chain of events - Domino theory

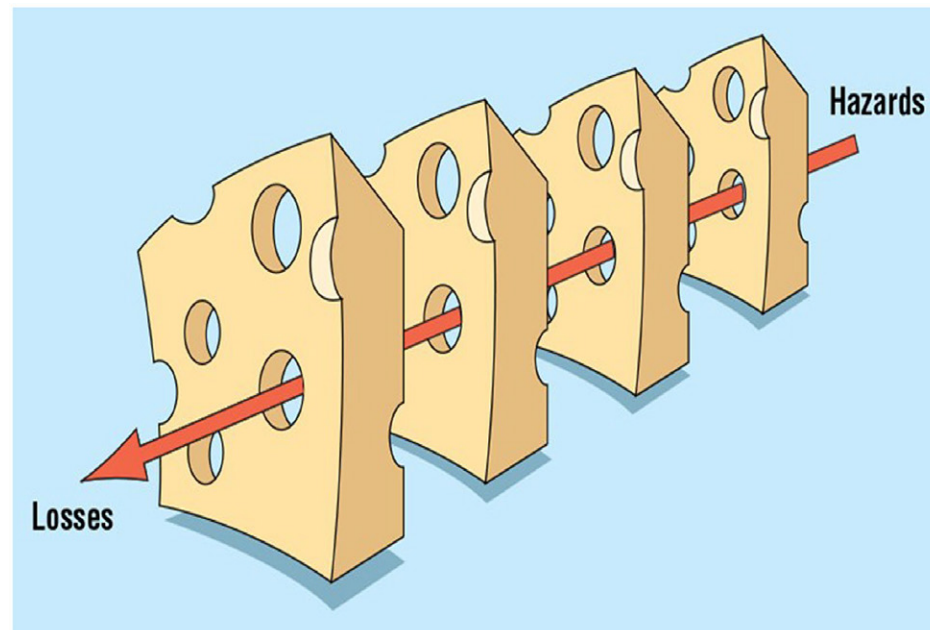


1990s and Onwards: Accidents are due to control/feedback failure - System Safety



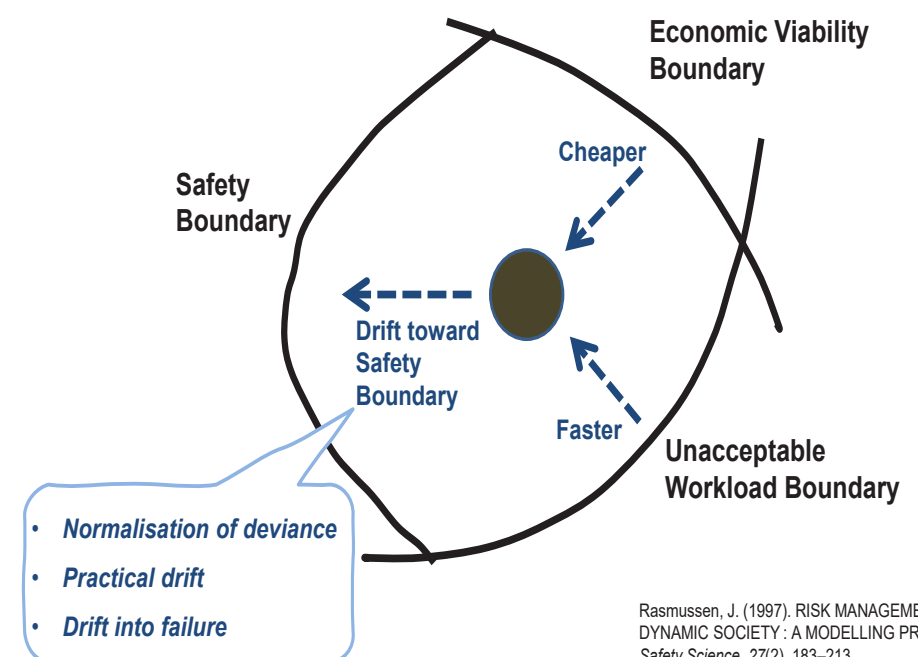
Rasmussen, J. (1997). RISK MANAGEMENT IN A DYNAMIC SOCIETY : A MODELLING PROBLEM. *Safety Science*, 27(2), 183-213.

1990s and onwards: Accidents are due to weak barriers against harm - Swiss Cheese Model



Reason, J. (1990). *Human error*. Cambridge University Press.

1990s and Onwards: Accidents are due to goal conflict and drift into failure



Rasmussen, J. (1997). RISK MANAGEMENT IN A DYNAMIC SOCIETY : A MODELLING PROBLEM. *Safety Science*, 27(2), 183-213.

2000s and Onwards: Accidents are prevented by keeping five principles - High Reliability Organisation (HRO)



Weick, K. E., Sutcliffe, K. M., & Obstfeld, D. (1999). Organizing for high reliability: Process of collective mindfulness. Elsevier Science

Mindsets – Our understanding of Accident/Safety

Early - : Divine intervention

1910s - : Human can control – scientific method

1920s - : Accident Prone - Bad Apple Theory

1930s - : Heinrich's triangle/Domino Theory

1940-1970

1980s - : Swiss Cheese Model

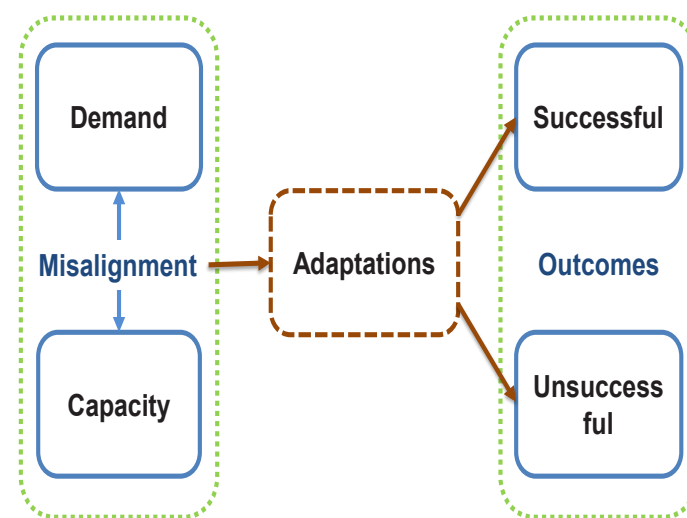
1990s- : Drift into Failure/System Safety

1990s- : High Reliability Organisation

2010s - : Resilience Engineering

- All the perspectives exist now.
- Each model can explain only partial truth (complementary).
- We often **dogmatically** apply one of them → Partially Helpful or Harmful?

2010s and Onwards: Accidents are due to surprising combinations of adaptations.



adapted from <http://resiliencecentre.org.uk/care-qi-handbook/>

어떻게 인간/시스템에 대한

성숙된 관점과 과학적 근거를 바탕으로

효과적인 규제/동기, 리더십, 문화/행동변화를 만들어 가고

지속적인 학습을 하는 시스템을 만들어 가냐?

Understanding Human



Bad Apple



Accountability



Hero



Learn & reinforce



Sufferer



Comfort & support

Understanding Risk



Well-known risk



- Procedure and standardisation
- Power to regulators and supervision



Predictable risk



- Procedure and adaptation
- Power to the group

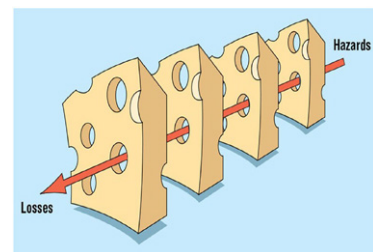


Unpredictable risk



- Take/embrace risk
- Adaptation and recovery
- Peer-to-peer learning
- Power to experts

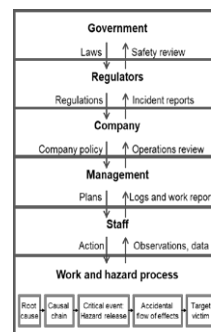
Understanding Accidents



Swiss Cheese



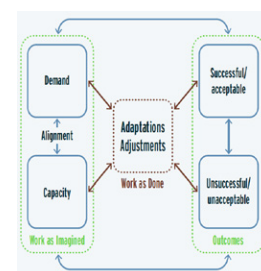
Barriers



System



Vertical integration



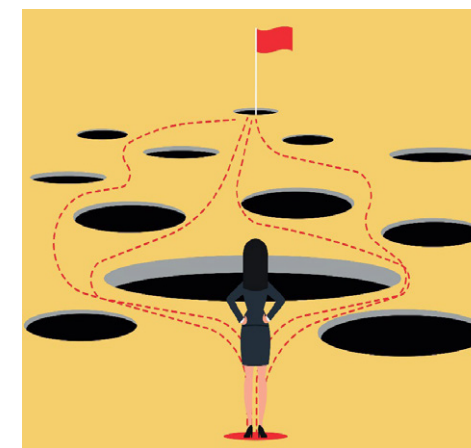
Adaptations



System resilience

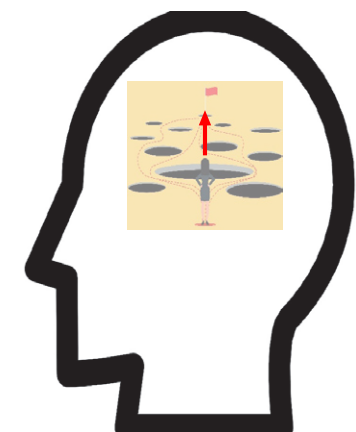
Different Understanding of Human work, Accident and Risk

Work as Done (WAD)



근로자
노동조합

Work as Imagined (WAI)



관리자/경영자
규제기관/입법기관

목표기반 규제방식의 의미와 집행방식

- 이러한 다양한 리스크가 존재하고 WAD vs WAI의 차이가 있기에 지시적 규제방식에 한계가 있고, 목표기반 규제 방식의 원칙이 중요하다.
- “영국의 목표기반 규제는 기업체가 자율적으로 리스크를 관리하는 방식이다”
=> 원칙적으로 맞다 그러나..
- 목표기반 규제방식의 의미와 집행방식을 제대로 이해하는 것이 중요하다

History and Context of Risk Assessment in the UK Health & Safety System

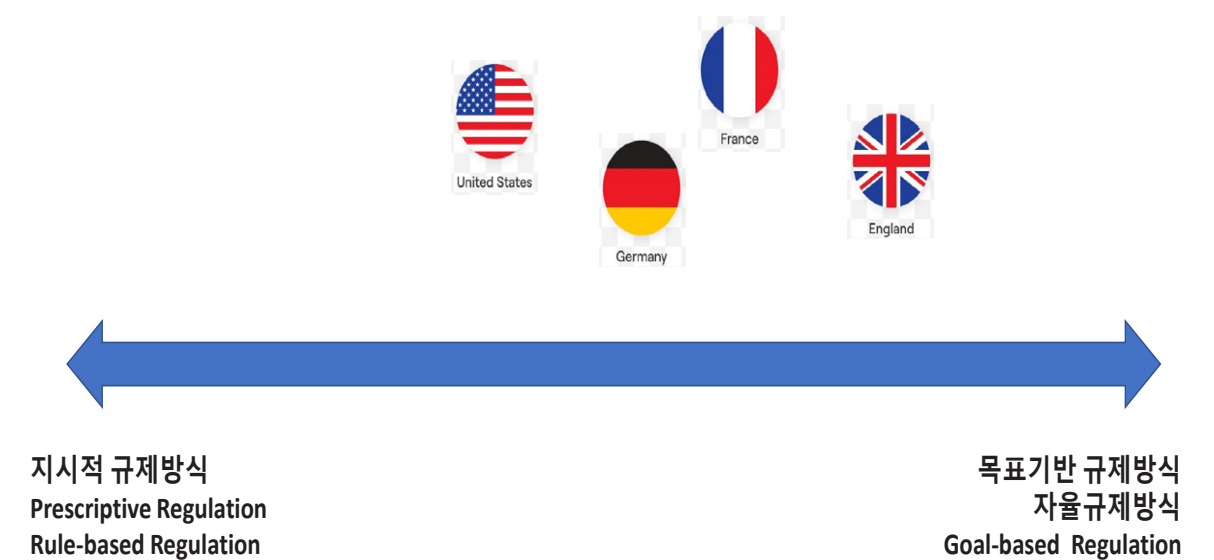
영국 보건안전시스템의 주변환경

HSE의 통합관리 – 규제기관

- 안전보건 규제와 법률 집행
- 새로운 또는 개선된 법률 및 표준 제언
- 레귤레이션 및 승인실무규범 초안 작성
- 보건안전 관련 전략 수립 및 정책 개발
- 정보/자문 제공 및 규제에 대한 적절한 준비 수행
- 안전보건 관련 과학 연수 활동



모든 규제들이 지시적 vs 목표기반규제의 스펙트럼의 어딘가에 존재한다.

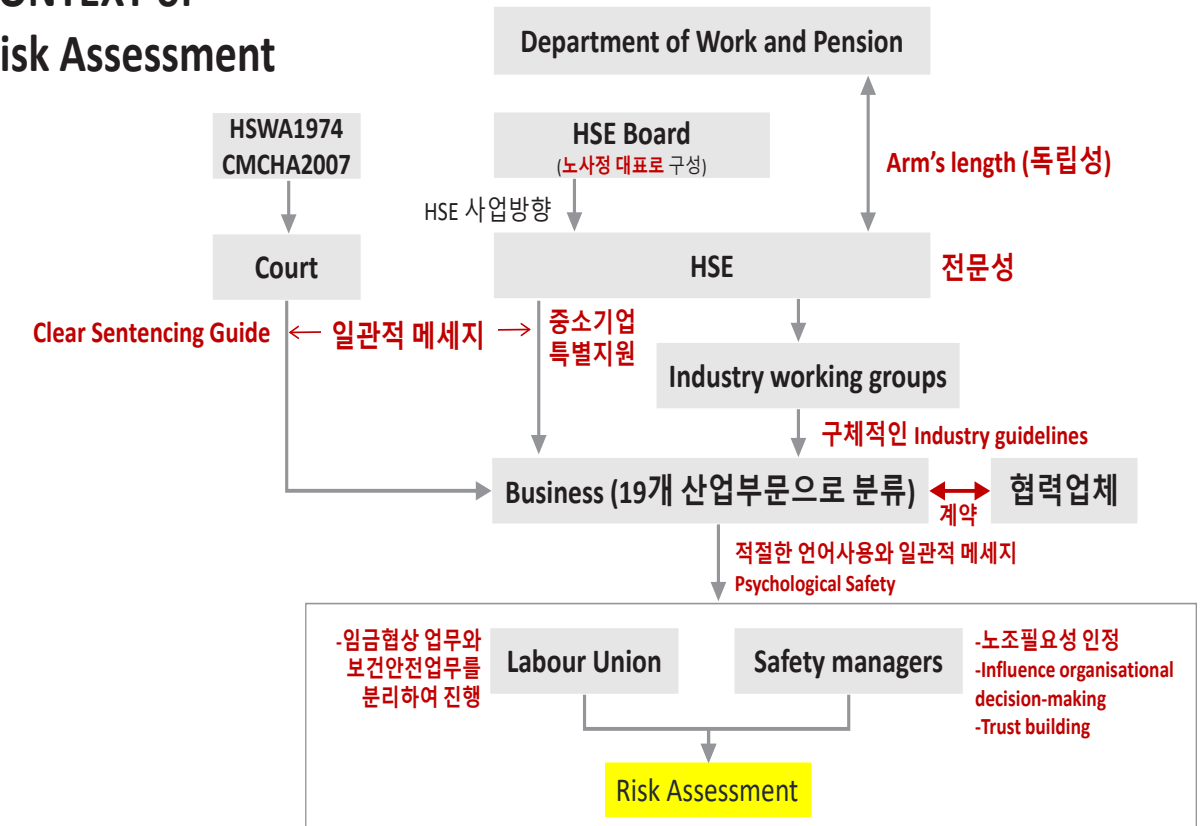


HSE는 다양한 위험성에 맞춰 적절한 위험성관리를 하도록 지원

→ 19개 산업부문마다 안전보건 담당자, 중소기업에 특별 지원

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1) 농업 | 11) 제조업 |
| 2) 바이오경제 | 12) 광산업 |
| 3) 화학물 | 13) 해상에너지 |
| 4) 소매/접대/케터링 | 14) 내륙 오일 및 가스정 |
| 5) 건설업 | 15) 공공서비스 |
| 6) 폭발물 관리 | 16) 채석장 |
| 7) 놀이공원 | 17) 스포츠/레저산업 |
| 8) 극장, 연극 및 문화행사 | 18) 공공시설 |
| 9) 가스 및 파이프라인 | 19) 쓰레기 처리 및 분리수거 |
| 10) 물류 및 운송 | |

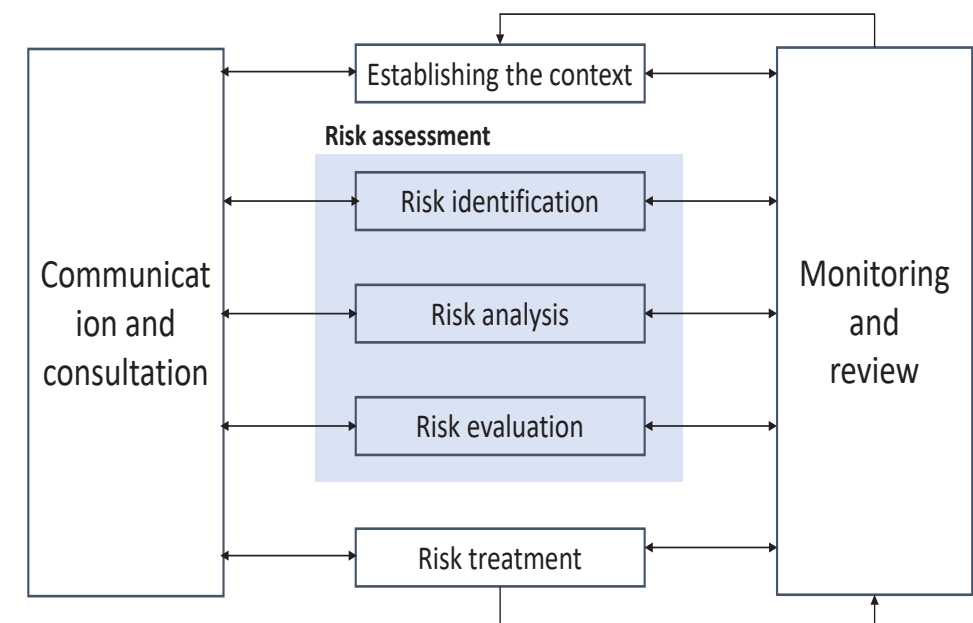
CONTEXT of Risk Assessment



규제 구성 - 건설업

1. Health and Safety at Work Act 1974
2. [Eight Regulations](#)
2. Approved Codes of Practice
 - Add context and include examples
3. Industry Guidelines developed by industry working groups
 - [CPA Generic Guidance | Construction Plant-hire Association](#)
 - [FPS | Piling and Geotechnical Contractors](#)
 - [Home - British Occupational Hygiene Society \(BOHS\)](#)
 - [Home - The British Tunnelling Society](#)
 - [NASC - National Access & Scaffolding Confederation](#)

위험성관리 - BS EN31010:2010



Take 5 for safety: Pre-task risk assessment



- **Not for Me Effect** (only for novice or other tasks)
- **Shield against blame**
- **No clear evidence of being effective** in planning, heedfulness and education

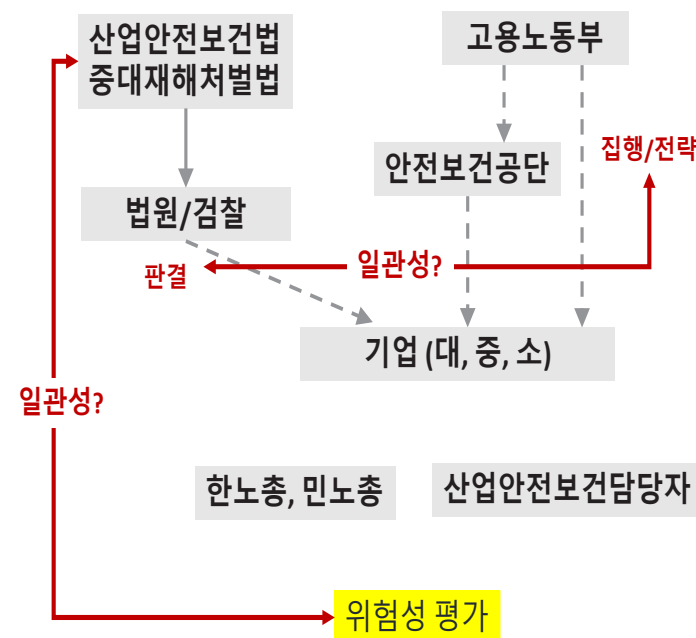
Havinga, J., Shire, M. I., & Rae, A. (2022). Should We Cut the Cards? Assessing the Influence of "Take 5" Pre-Task Risk Assessments on Safety. *Safety*, 8(2)

위험성 평가시 고찰

- Outcome (identified risk) vs Process (discussion & negotiation)
- Learning/action tool: Engaging with issues and workers
- Political tools: Justify/convince safety investment

한국에서의 숙제는?

1. HSE의 통합관리 역할을 어떤 기관들이 어떻게 하고 있나?
2. 어떻게 규제기관의 전문성과 독립성을 유지하나?
3. 어떻게 일관된 메시지를 전달하나?



More Risk Measures → Safety Clutter

Accumulation of safety procedures, documents, roles, and activities that are performed in the name of safety, but do not contribute to the safety of operations.

→ Cynicism, 'surface compliance,' and unnecessary inefficiency



Rae, A. J., Provan, D. J., Weber, D. E., & Dekker, S. W. A. (2018). Safety clutter: the accumulation and persistence of 'safety' work that does not contribute to operational safety. *Policy and Practice in Health and Safety*, 16(2), 194–211.

History

- 영국 보건안전 역사적 배경
- 안전과학의 역사적 배경

and Context

- HSE통합관리
- Regulatory landscape
- 시스템안전

of Risk Assessment

- Take 5
- 위험평가시 고찰
- Safety Clutter

in the UK Health & Safety System

어떻게 인간/시스템에 대한

성숙된 관점과 과학적 근거를 바탕으로

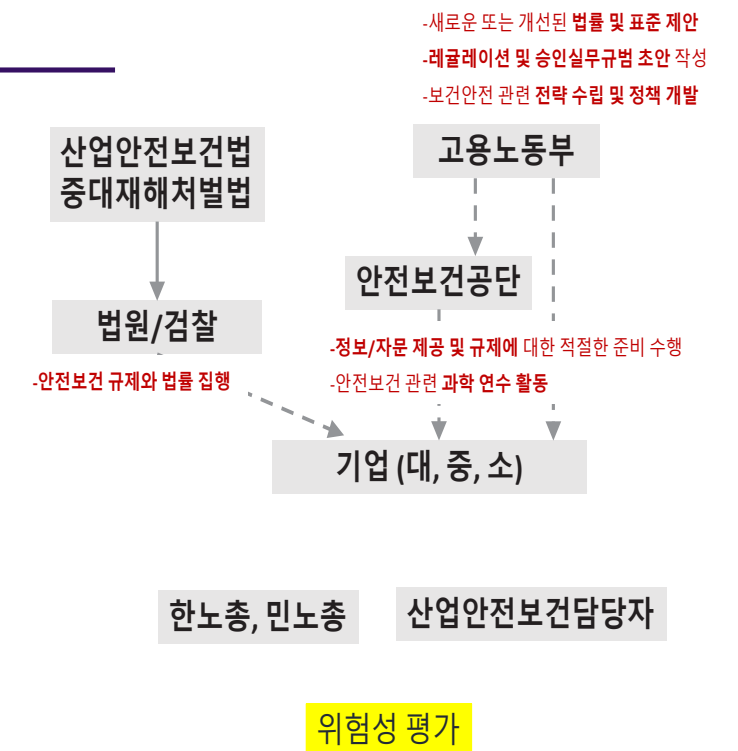
효과적인 규제/동기, 리더십, 문화/행동변화를 만들어 가고

지속적인 학습을 하는 시스템을 만들어 가냐?

한국에서의 숙제는?

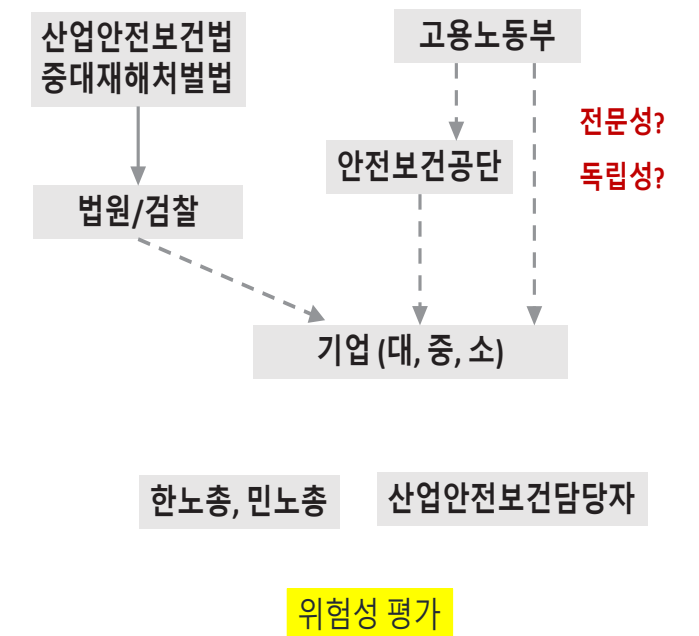
한국에서의 숙제는?

1. HSE의 통합관리 역할을 어떤 기관들이 어떻게 하고 있나?
2. 어떻게 규제기관의 전문성과 독립성을 유지하나?
3. 어떻게 일관된 메시지를 전달하나?



한국에서의 숙제는?

1. HSE의 통합관리 역할을 어떤 기관들이 어떻게 하고 있나?
2. 어떻게 규제기관의 전문성과 독립성을 유지하나?
3. 어떻게 일관된 메시지를 전달하나?



한국에서의 장기적인 숙제는?

기업 (대, 중, 소)

근로자
/노조

산업안전보
건담당자

위험성 평가

1. '갑질 문화'에서 어떻게 **Psychological Safety**를 만들수 있나?
 2. '과잉경쟁사회'에서 어떻게 **industry working group**의 협력을 만들어 내나?
 3. '갈등공화국'에서 어떻게 노조와 기업간에 **Trust Building**을 하나?
- 어떻게 경제산업과 민주주의의 '압축성장'의 성공방정식을 스스로 부정하나?

이미 국내에 많은 긍정적인 변화

→ 영국의 사례가 방향제시에 도움되길 바람



국내 많은 긍정적인 변화?

- 중대재해처벌법 → 지나친다 vs 미흡하다
- 위험성 평가 강조 → 환영한다 vs 문제가 많다

어떻게 인간/시스템에 대한

성숙된 관점과 과학적 근거를 바탕으로

효과적인 규제/동기, 리더십, 문화/행동변화를 만들어 가고

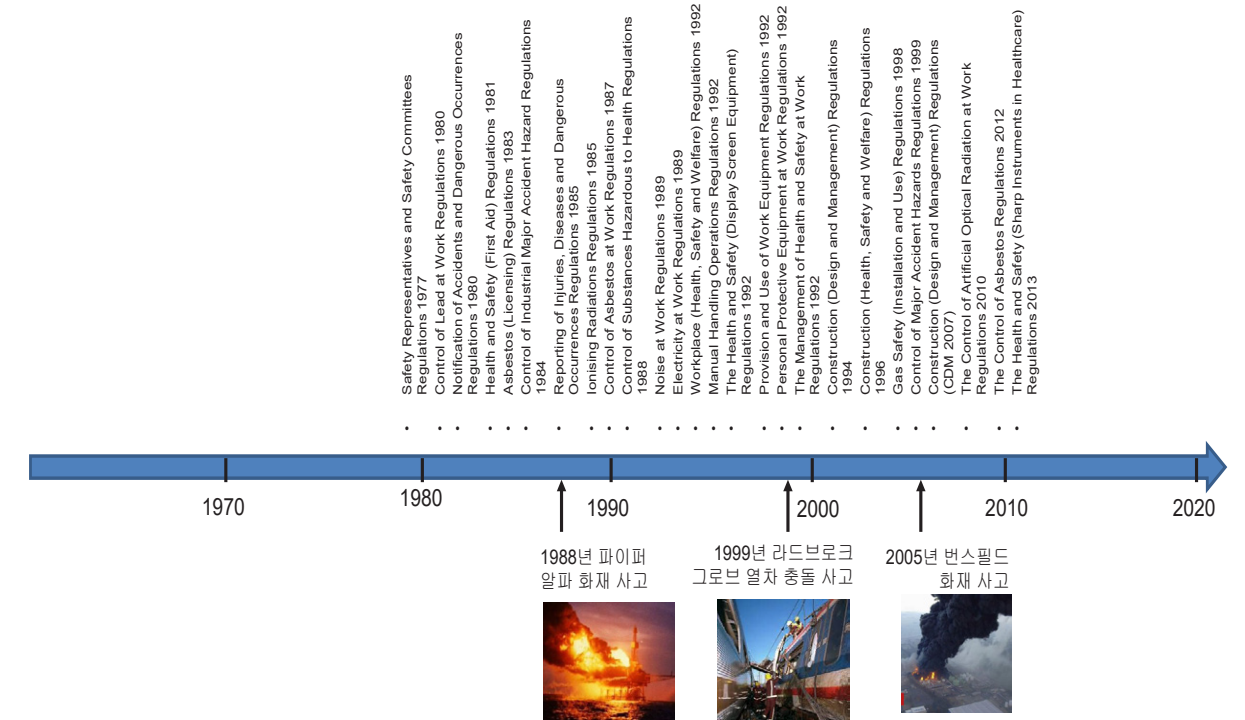
지속적인 학습을 하는 시스템을 만들어 가냐?

영국 보건안전시스템의 위험성 평가 역사 및 배경

영국 보건안전시스템의 역사적 배경

30년 동안 지시적 규제에서 목표 기반 규제로 변화

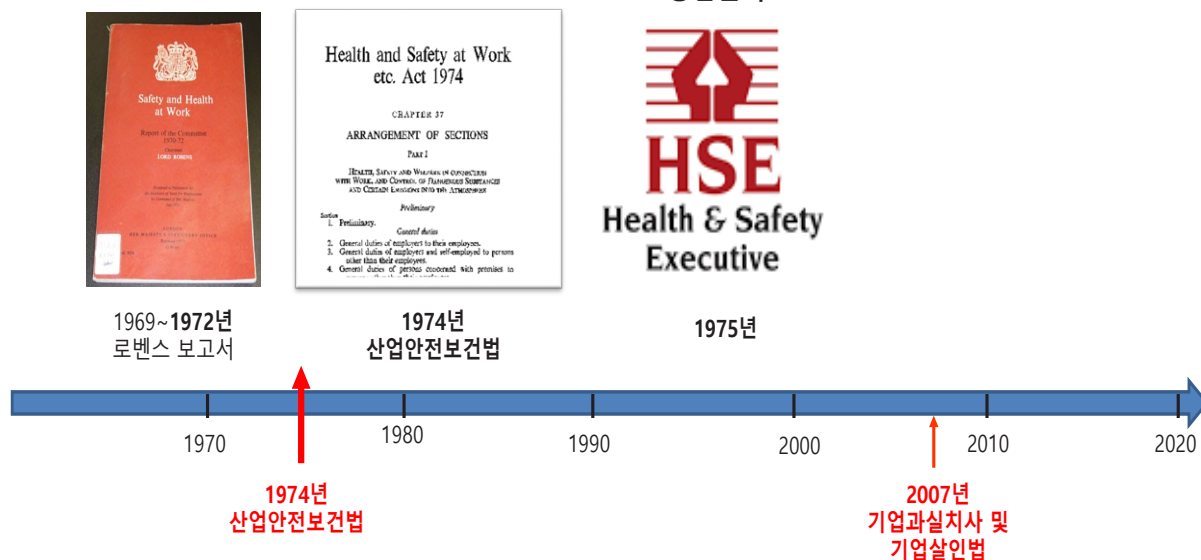
1977~2013년 사이 26개의 규정 제정



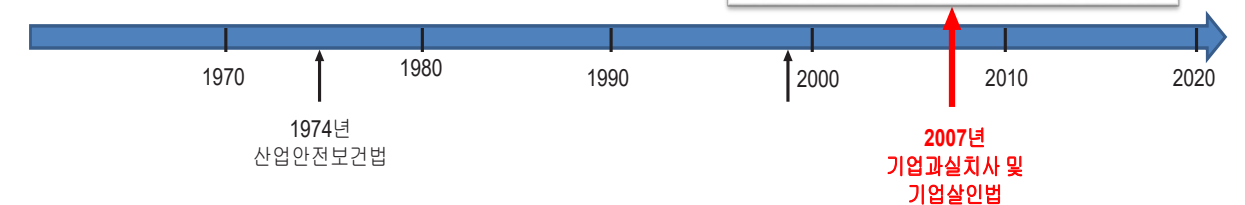
영국 보건안전시스템의 역사

지시적 규제 → 목표 기반 규제

통합관리



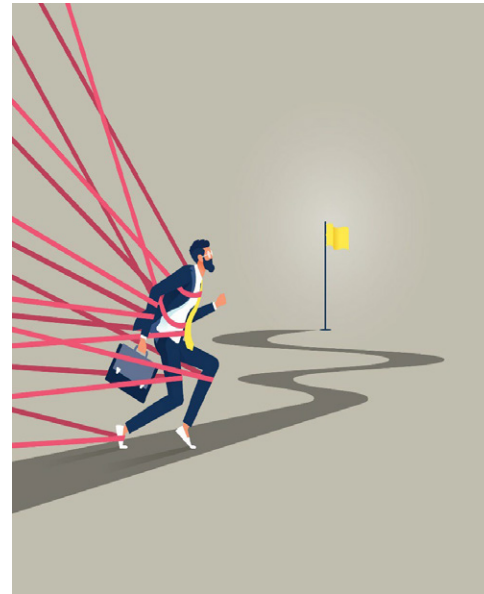
지침 선포의 중요성



데이비드 캐머런, '보건안전 괴물' 퇴치 공약(2012년)

'보건안전 괴물'이 영국 기업의 성장을
저해하고 있다.

정부가 영국의 '보건안전 문화'를
완전히 근절할 예정이다.



영국안전보건청 감독관 수: 2004년 1,483명 → 2016년 980명

상반된 가치의 균형 유지



2017년 6월
런던 그렌펠 타워 화재
72명 사망



https://twitter.com/nat_vampicca/status/874835244989513729

영국 보건안전시스템의 위험성 평가 역사 및 배경

안전과학의 역사적 배경

지난 100년간 우리의 안전사고에 대한 이해가 어떻게 발전되어 왔는가?



사고방식 - 사고/안전에 대한 이해

초기~ : 신의 영역

1910년대~ : 인간이 통제 가능 - 과학적 관리법

1920년대~ : 사고빈발성 - 썩은 사과 이론

1930년대~ : 하인리히의 삼각형/도미노이론

1940~1970년

1980년대~ : 스위스 치즈 모델

1990년대~ : 고장/시스템 안전으로 이동

1990년대~ : 고신뢰조직

2010년대~ : 안전탄력성 공학

출처: 데커, S. (2019). *안전 과학의 기초*. CRC 프레스.



초기: 사고는 신이 내리는 형벌이다.



1910년대 이후: 인간이 사고를 통제할 수 있다 - 과학적 관리법(테일러리즘)



동 번역 내용은 영어 원문에 따라 번역되었으나, 영어 원문 및 발표자의 발표내용에 따른 해석을 우선시 해야 합니다.

1920년대 이후: 사고는 인간의 실패 때문에 발생한다 - 썩은 사과 이론



1930년 이후: 사고는 인과 관계가 성립되는 연쇄적인 사건으로 발생한다 - 도미노이론

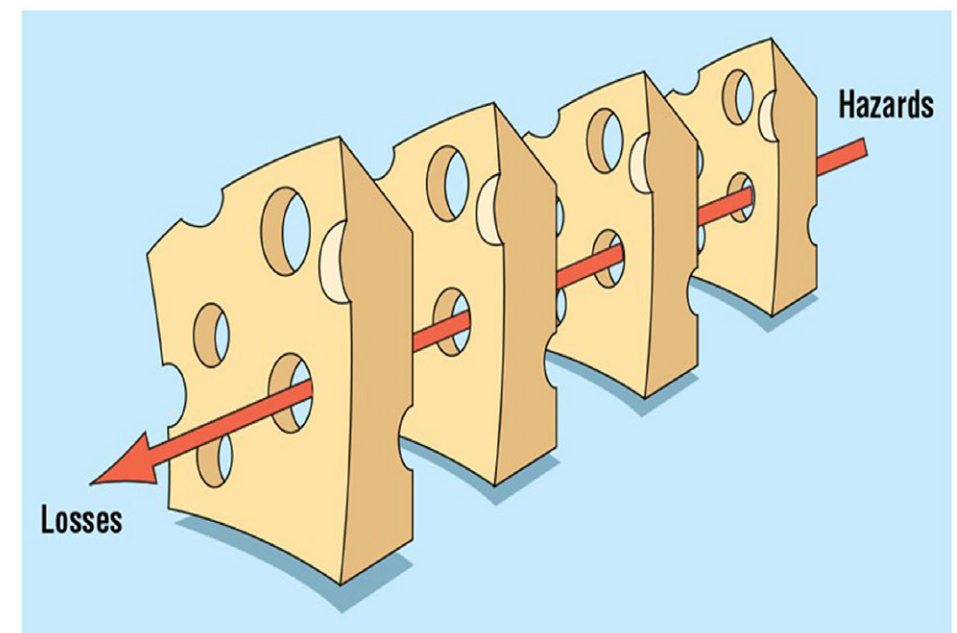


1930년대 이후: 사고 예방으로 중상을 방지할 수 있다.

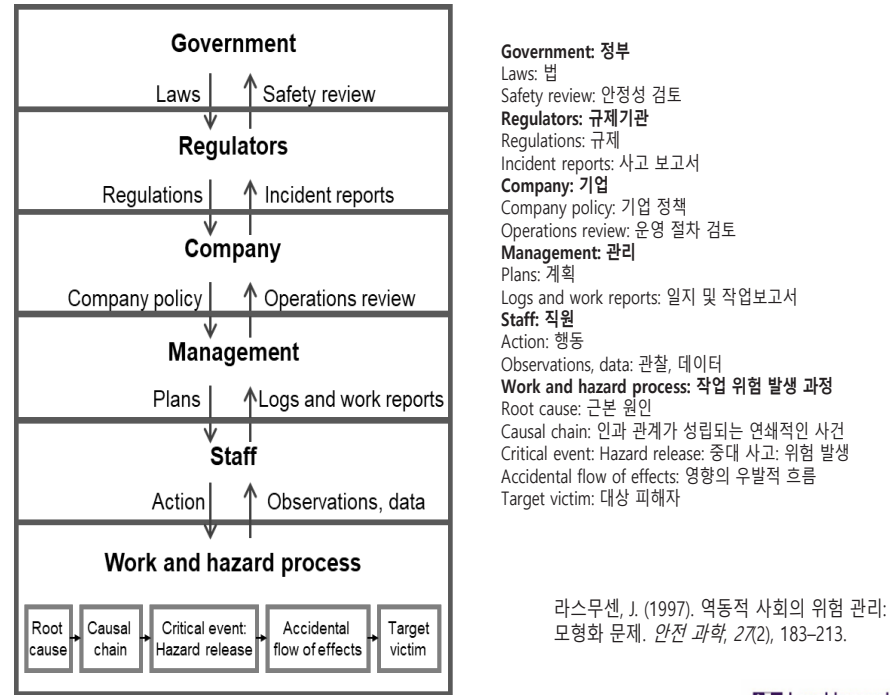


하인리히의 삼각형

1990년 이후: 사고는 유해성을 차단하지 못하는 취약한 장벽 때문에 발생한다 - 스위스 치즈 모델



1990년 이후: 사고는 통제/피드백 실패 때문에 발생한다 - 시스템 안전

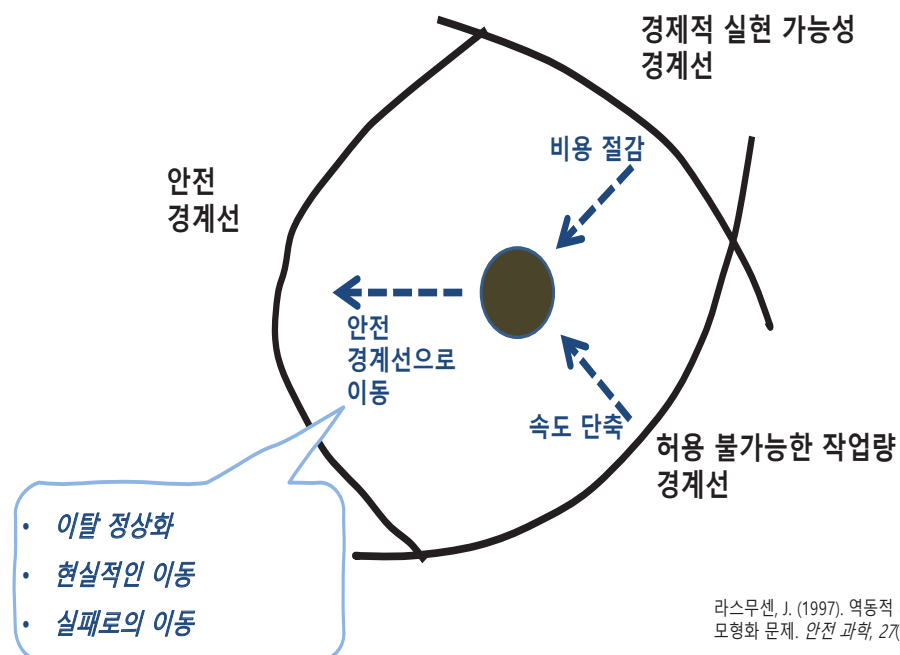


2000년 이후: 사고는 5가지 원칙 준수로 예방된다 - 고신뢰조직(HRO)



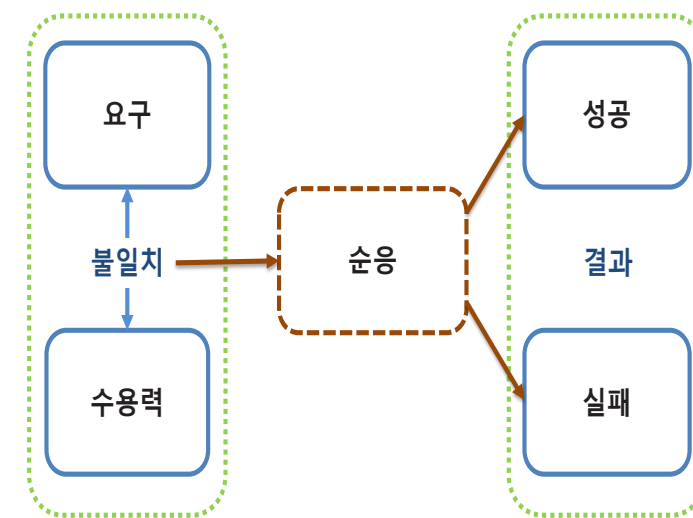
웨이크, K. E., 서트클리프, K. M., & 옴스트펠드, D. (1999). 고신뢰를 위한 조직화: 집단적 의식 과정. *엘스비어 사이언스*.

1990년 이후: 사고는 상충되는 목표와 실패 성향 때문에 발생한다.



라스무센, J. (1997). 역동적 사회의 위험 관리: 모형화 문제. *안전 과학*, 27(2), 183-213.

2010년 이후: 사고는 예상치 못한 순응의 조합 때문에 발생한다.



출처: <http://resiliencecentre.org.uk/care-qi-handbook/>

사고방식 - 사고/안전에 대한 이해

초기~ : 신의 영역

1910년대~ : 인간이 통제 가능 - 과학적 관리법

1920년대~ : 사고빈발성 - 썩은 사과 이론

1930년대~ : 하인리히의 삼각형/도미노이론

1940~1970년

1980년대~ : 스위스 치즈 모델

1990년대~ : 고장/시스템 안전으로 이동

1990년대~ : 고신뢰조직

2010년대~ : 안전탄력성 공학

- 현재 모든 관점이 존재
- 개별 모델은 부분적 사실(상호 보완적)만 설명 가능
- 이 중 하나를 독단적으로 적용하는 경우가 많음 → 부분적 유용함? 또는 해로움?

인간에 대한 이해



썩은 사과



책임감



영웅



학습 및 강화



피해자

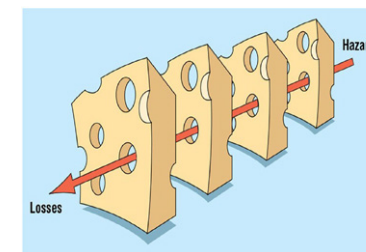


위로 및 지지

어떻게 인간/시스템에 대한 성숙된 관점과 과학적 근거를 바탕으로

효과적인 규제/동기, 리더십, 문화/행동변화를 만들어 가고
지속적인 학습을 하는 시스템을 만들어 가냐?

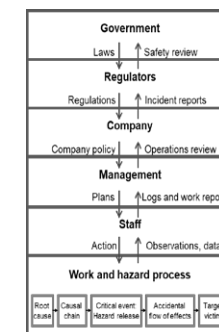
사고에 대한 이해



스위스 치즈



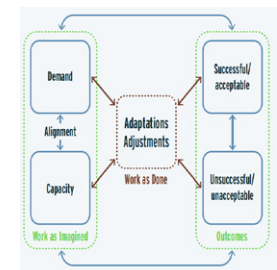
장벽



시스템



수직적 통합



순응



시스템 탄력성

위험에 대한 이해



잘 알려진 위험



예측 가능한 위험




예측 불가능한 위험

- 절차 및 표준화
- 규제기관 및 감독에 권한 부여

- 절차 및 순응
- 그룹에 권한 부여

- 위험 감수/포용
- 순응 및 회복
- 동료 학습
- 전문가에 권한 부여

(빈센트, C. 2016, 더 안전한 의료서비스) 

목표기반 규제방식의 의미와 집행방식

- 이러한 다양한 리스크가 존재하고 실제적 작업과 상정된 작업의 차이가 있기에 지시적 규제 방식에 한계가 있고, **목표기반 규제 방식의 원칙이 중요하다.**
- “영국의 목표 기반 규제는 기업체가 자율적으로 리스크를 관리하는 방식이다”
=> 원칙적으로 맞다 그러나..
- **목표 기반 규제 방식의 의미와 집행방식을 제대로 이해하는 것이 중요하다**



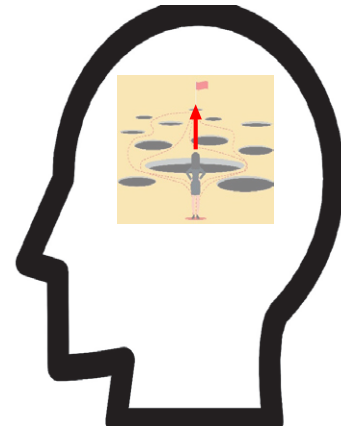
인간의 작업, 사고, 위험에 대한 이해도 차이

실제적 작업(Work-As-Done)



근로자
노동조합

상정된 작업(Work-As-Imagined)



관리자/경영자
규제기관/입법기관



영국 보건안전시스템의 위험성 평가 역사 및 배경

영국 보건안전시스템의 주변환경



영국안전보건청의 통합관리 – 규제기관

- 안전보건 규제와 법률 집행
- 새로운 또는 개선된 법률 및 표준 제안
- 레귤레이션 및 승인실무규범 초안 작성
- 보건안전 관련 전략 수립 및 정책 개발
- 정보/자문 제공 및 규제에 대한 적절한 준비 수행
- 안전보건 관련 과학 연구 활동

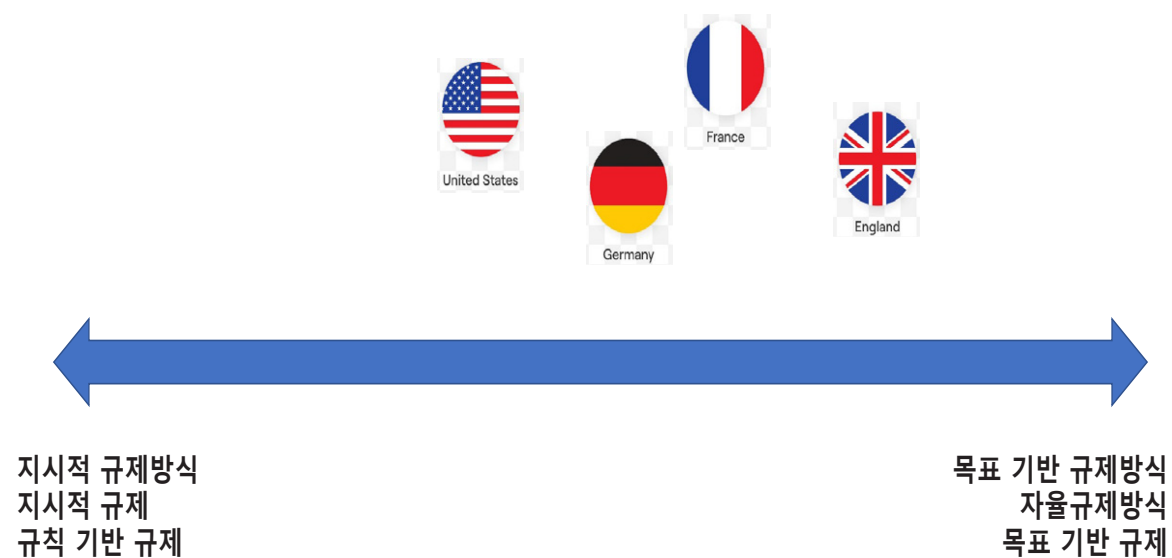


영국안전보건청은 다양한 **위험성**에 맞춰 적절한 위험성관리를 하도록 지원

➔ 19개 산업부문마다 안전보건 담당자, 중소기업에 특별 지원

- | | |
|------------------|------------------|
| 1) 농업 | 11)제조업 |
| 2) 바이오경제 | 12)광산업 |
| 3) 화학물 | 13)해상에너지 |
| 4) 소매/접대/케터링 | 14)내륙 오일 및 가스정 |
| 5) 건설업 | 15)공공서비스 |
| 6) 폭발물 관리 | 16)채석장 |
| 7) 놀이공원 | 17)스포츠/레저산업 |
| 8) 극장, 연극 및 문화행사 | 18)공공시설 |
| 9) 가스 및 파이프라인 | 19)쓰레기 처리 및 분리수거 |
| 10)물류 및 운송 | |

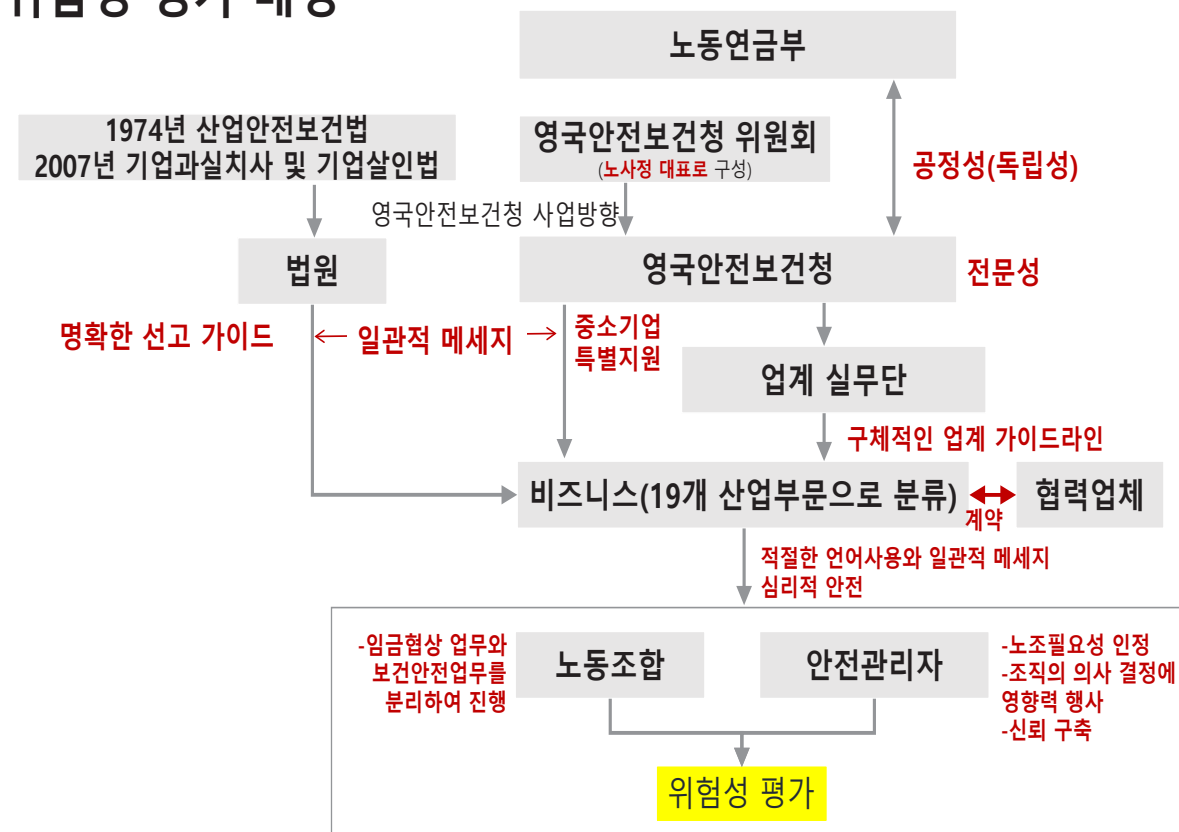
모든 규제들이 지시적 vs 목표기반규제의 스펙트럼의 어딘가에 존재한다.



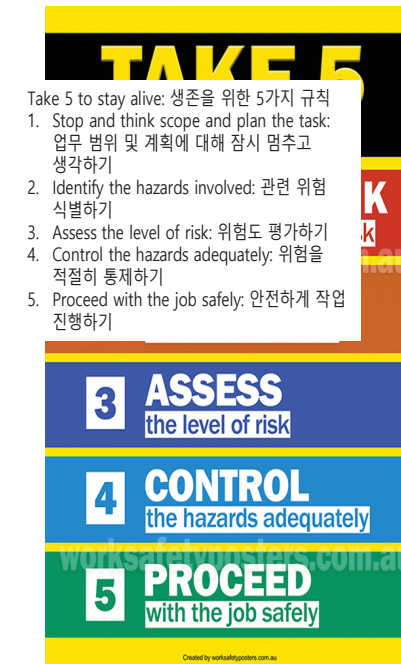
규제 구성 – 건설업

1. 1974년 산업안전보건법
2. [8가지 규제](#)
3. 승인된 직업 규약
 - 배경 추가 및 예시 포함
4. 업계 실무단에서 수립한 산업 가이드라인
 - [CPA 일반 지침 | 건설 플랜트 고용 협회](#)
 - [FPS | 항타 및 지반공학 건설업체](#)
 - [메인 페이지 – 영국 산업위생협회\(BOHS\)](#)
 - [메인 페이지 – 영국 터널링협회](#)
 - [NASC – 국가 접근 및 비계 연맹](#)

위험성 평가 배경



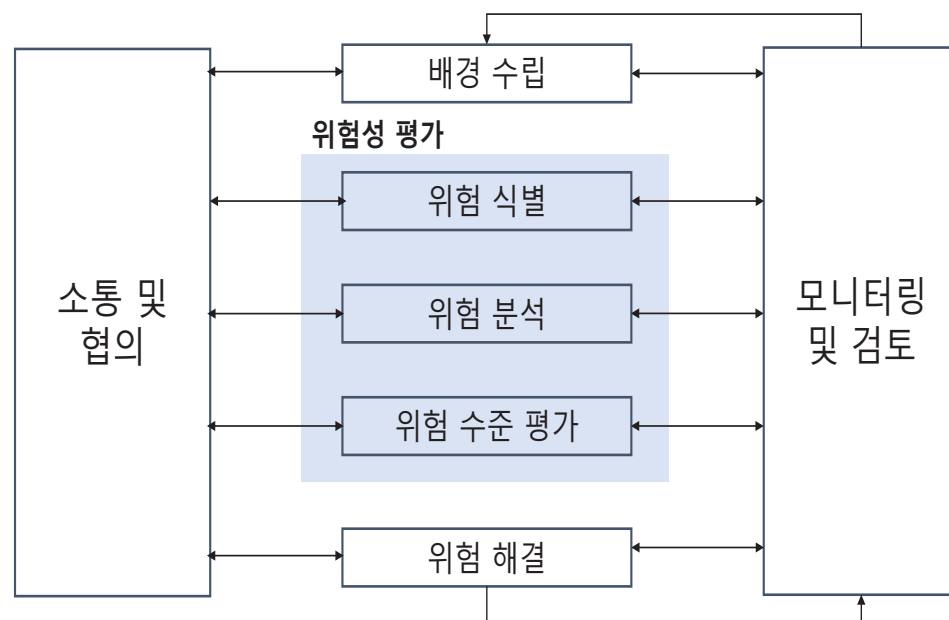
5단계(Take 5) 안전 조치: 작업 전 위험성 평가



- 타인을 위한 효과(초보자 또는 기타 작업에만 해당)
- 비난에 대한 보호막
- 계획, 주의력, 교육에 효과적이라는 명확한 증거 부재

하빙가, J., 샤이어, M. I., & 래, A. (2022). 카드를 잘라야 할까요? 안전에 대한 "5단계"의 작업 전 위험성 평가 영향 측정. *안전*, 8(2)

위험성관리 - BS EN31010:2010



위험성 평가시 고찰

- 결과(식별된 위험) vs 과정(토론 및 협상)
- 학습/실행 도구: 문제 및 작업자에 활용
- 정치적 도구: 안전 투자의 정당화/설득

더 많은 위험 조치 → 안전 혼란 가중

안전이라는 이름으로 수행되는 안전 절차, 문서, 역할, 활동이 누적되면 안전한 운영에 해가 된다.

→ 냉소주의, '표면적 규정 준수', 불필요한 비효율성



래, A. J., 프로반, D. J., 웨버, D. E., 및 데커, S. W. A. (2018). 안전 혼란: 작업 안전에 기여하지 않는 '안전' 작업의 축적 및 지속. *보건안전 정책 및 실무*, 16(2), 194-211.

영국

- 영국 보건안전 역사적 배경
- 안전과학의 역사적 배경

보건안전시스템의

- 영국안전보건청 통합관리
- 규제 환경
- 시스템안전

위험성 평가

- 5가지 규칙(Take 5)
- 위험평가지 고찰
- 안전 혼란

역사 및 배경

어떻게 인간/시스템에 대한
성숙된 관점과 과학적 근거를 바탕으로
효과적인 규제/동기, 리더십, 문화/행동변화를 만들어 가고
지속적인 학습을 하는 시스템을 만들어 가냐?

한국에서의 숙제는?

한국에서의 숙제는?

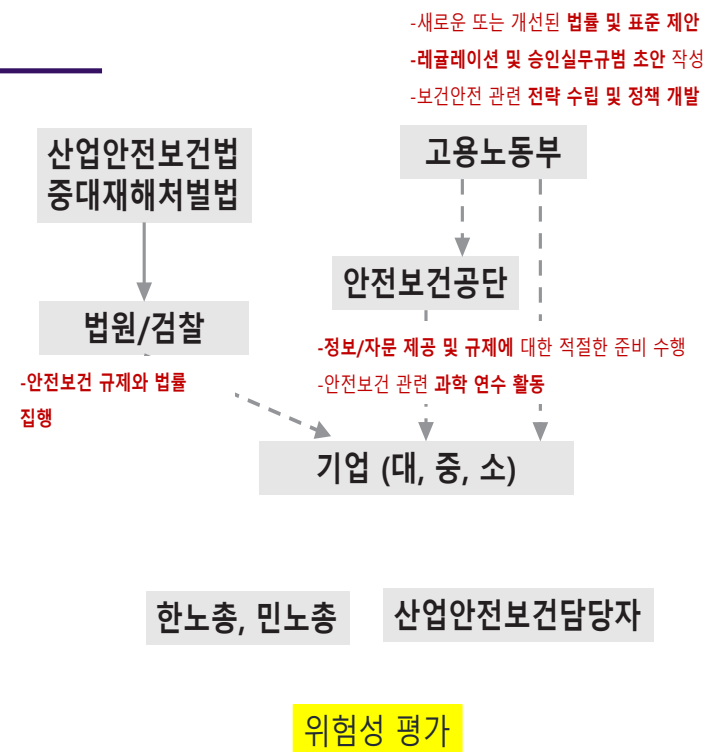
1. 영국안전보건청의 통합관리 역할을

어떤 기관들이 어떻게 하고 있나?

2. 어떻게 규제기관의 전문성과 독립성을

유지하나?

3. 어떻게 일관된 메시지를 전달하나?



2

독일 중소기업 사업장 위험성평가 활성화 방안(영상송출)

Sven Timm

(독일 DGUV(사회보험조합) 중앙예방국장)

Occupational Safety and Health in Europe and Germany - Risk Assessment

Dr. Sven Timm

Director of Central Prevention Division at DGUV
Vice President Special Commission on Prevention of the ISSA

International Seminar
to encourage a self-discipline prevention system such as risk assessment
Vienna, May 23-24, 2023

Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany
KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

Need to improve working conditions

- Moral reasoning
- Mortality rates of men, women and children were too high
- Labour movement started
- First legal provisions (UK Factories Act, 1802)
 - Cotton Mills, etc. Act 1819
 - Labour in Cotton Mills Act 1831
 - Labour of Children, etc., in Factories Act 1833
- Europe / Germany
 - Prussian Regulative, 1839
 - Trade Regulations, 1883
 - Health, **accident** and pension Insurance in Germany, Bismarck 1883



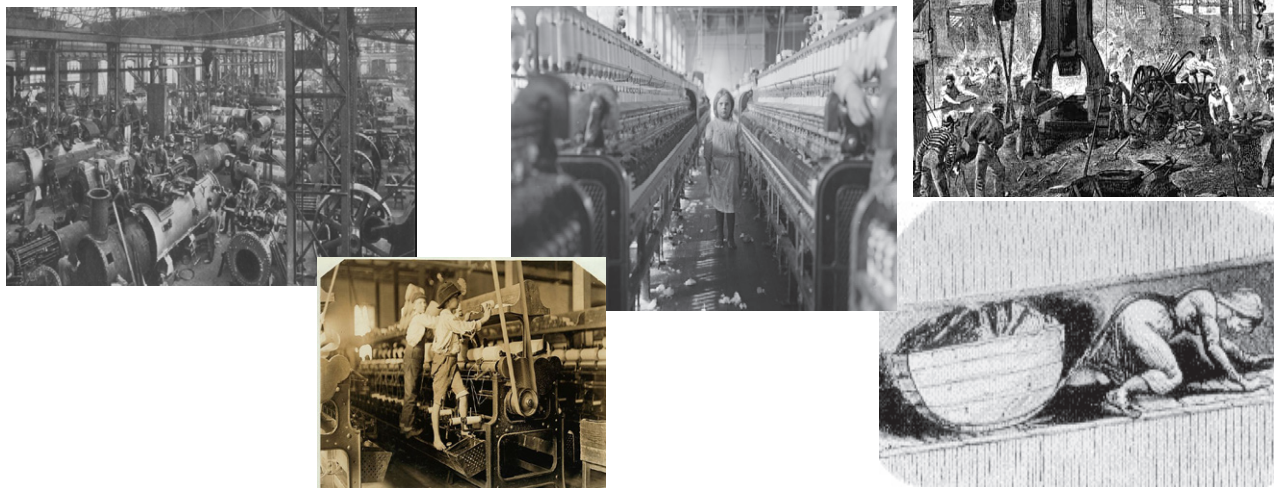
Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

3

Working conditions in Europe in the 19th century

- At the beginning the main issues were too long working hours, hazardous machinery, and child labour.



Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

2

ILO and EU



- International Labour Organization (ILO), founded 1919, has set international standards for workers' protection and has provided practical information about the world's labour problems
- Many ILO Conventions and Recommendations concern safety, health and conditions of work
- ILO is the only tripartite UN agency with government, employer and worker representatives from 189 member states
- The most labour legislation in European countries today is based on the ILO Conventions and Recommendations
- EU – start with EU Treaty of Rome 1957, amended social policy with Single European Act 1987, formal EU birth with Treaty of Lisbon 2009

Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

4



European Union (EU)



- 448 million people
- 27 countries
- confederation of autonomous states
- Principles
 - Human dignity
 - Freedom to travel, work, invest and choose place of residence within the EU
 - Democracy
 - Equality
 - Rule of law
 - Human rights

Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

5



New Approach: Risk Assessment is the basic principle

PRINCIPLES OF STRUCTURE OF NEW OSH LEGISLATION



Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

7



European Union (EEC, EC, EU) New Approach from 1985 on - due to too numerous and detailed OSH Regulations

Technical Harmonisation

- 1983: Directive 98/34/EC on information procedure for technical standards and regulations.
- Council Resolution of 7 May 1985 on "New Approach"
- Council Resolution of 21 Dec 1989 on "Global Approach"
- Council Decision 93/465/EEC on the "modules" for conformity assessment

OSH –
risk-
based
approach



Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

6



Acquis communautaire - Common set of legal rights



Framework Directive 89/391/EEC

minimum OSH requirements
Art. 137/138 (118a) of Rome Treaty

Individual Directives:

- Directive 2009/104/EC
- Directive 89/654/EEC
- Directive 89/656/EEC
- Directive 90/269/EEC

Technical Directive 89/392/EEC (98/37/EEC) Machinery directive (2006/42/EC)

maximum OSH requirements
Art. 95 (100a) of Rome Treaty

Individual Directives:

- Directive 87/404 /EEC
- Directive 73/23/EEC
- Directive 98/37/EC
- Directive 97/23/EC

Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

8



EU Framework Directive (89/391/EEC)

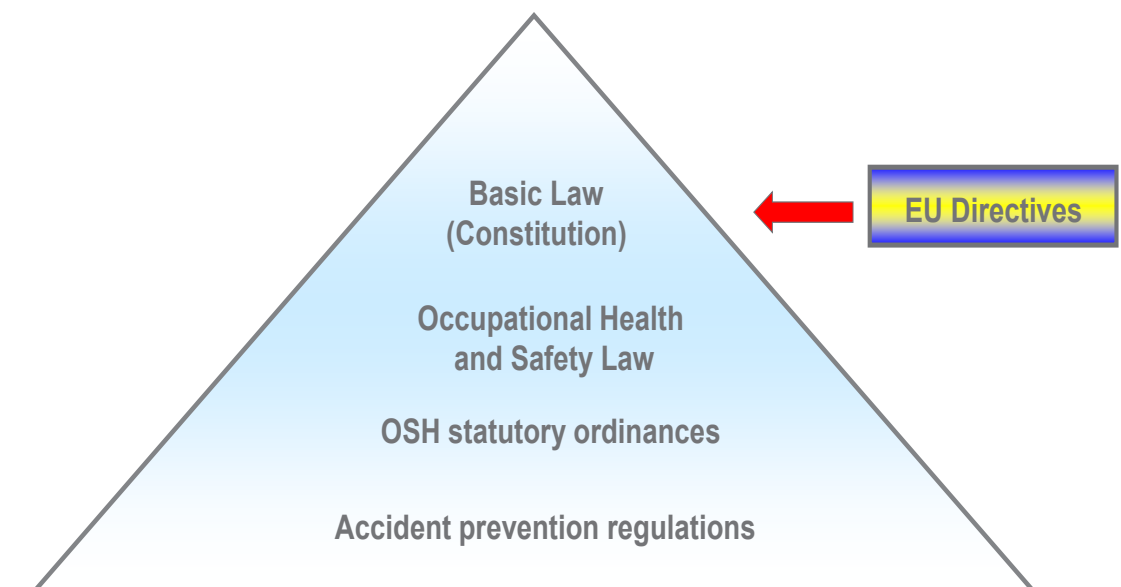
The European Union (EU) establishes a set of basic rules in order to protect the health and safety of workers.

To this end, this Directive establishes obligations for:

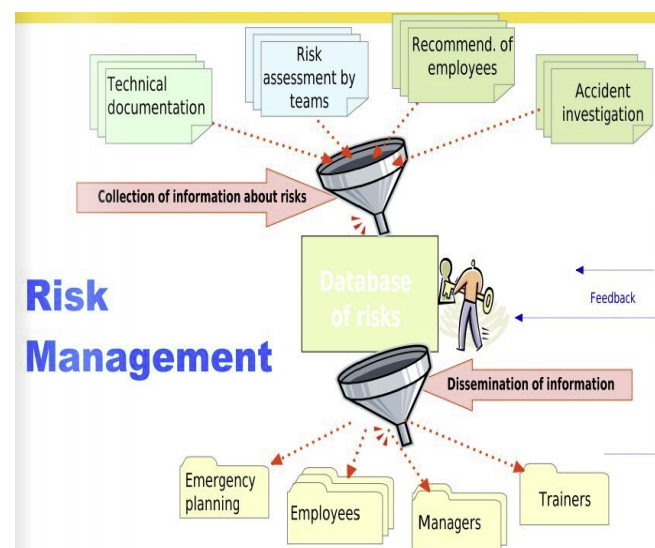
- employers and workers, in particular to limit accidents at work and occupational diseases.
- to improve the training, information and consultation of workers.



Germany: Legislative pyramid concerning OSH



Universal approach: Risk Assessment



OSH stakeholders in Germany

- State authorities:





Statutory Accident Insurance in Germany

- Statutory accident insurance and prevention schemes – institutions in different economic sectors



SVLFG - Agricultural social (accident) insurance

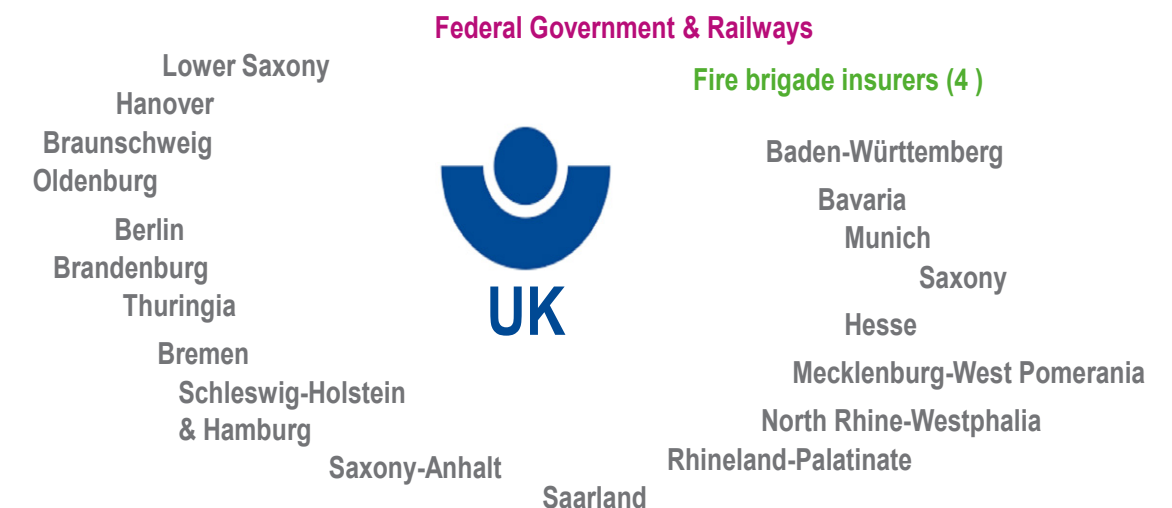


Social accident insurance institutions for industry and trade and for the public sector



Organisation of Public Sector Social Accident Insurers

24 local/regional/federal institutions,
only four public inst. structured according to economic sectors/branches
one public institution responsible for the federal public service and railways



Organisation of the Berufsgenossenschaften

(BGs structured according to economic sectors/branches, organisation within 9 institutions)



Legal Prevention mandate

The German Social Accident Insurance institutions are to

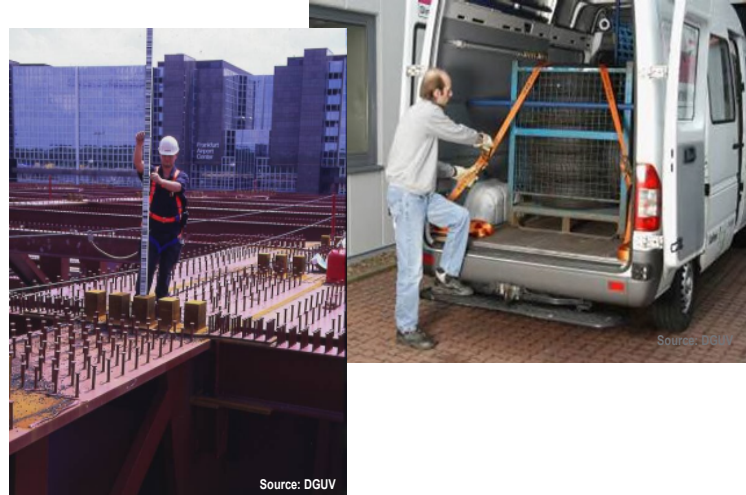
- prevent occupational accidents, occupational diseases and work-related health hazards
- investigate their causes
- provide effective First Aid
- ease the effects of occupational accidents and occupational diseases

„with all suitable means“



Major responsibilities and targets of **prevention** fixed by law (Social Code VII), detailed measures and regulations fixed by self administration

- to promote safety and health at work
- to reduce risks for life and health
- to make unavoidable risks controllable
- to support the employer with advice in the field of occupational health and safety



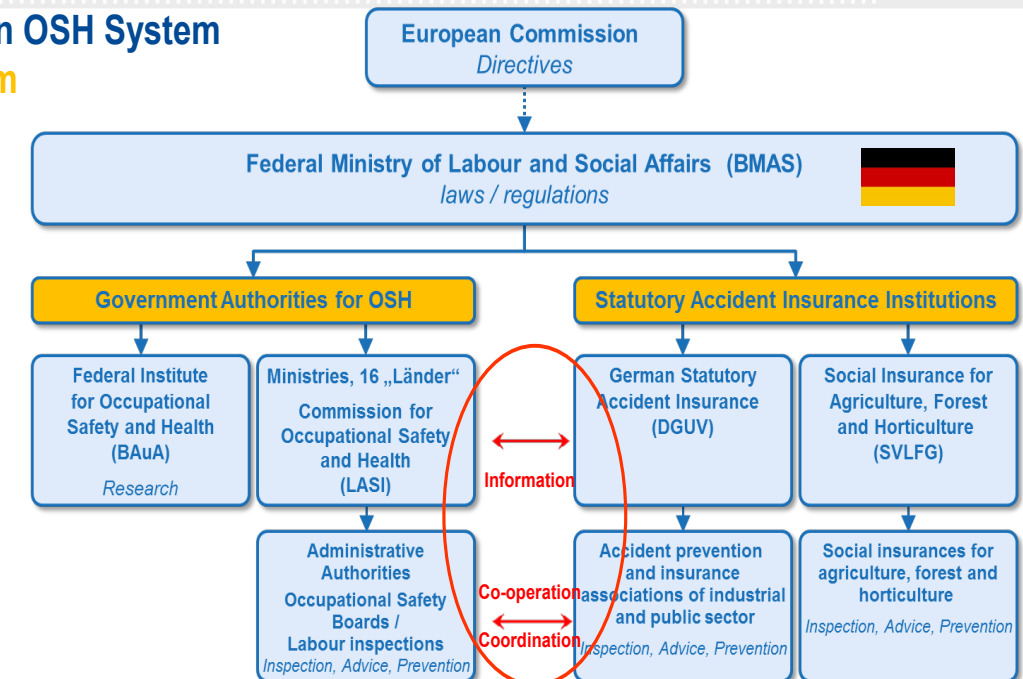
Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

17



German OSH System **Dualism**



Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

19



10 Prevention Services for Occupational Safety and Health

(in alphabetical order)

- assessment of accidents and diseases
- consultation
- incentive systems
- information and consultation
- inspection and incident driven consultation
- qualification
- research, development and pilot projects
- set of rules and regulations
- supervision by occupational physicians and OSH professionals
- testing and certification



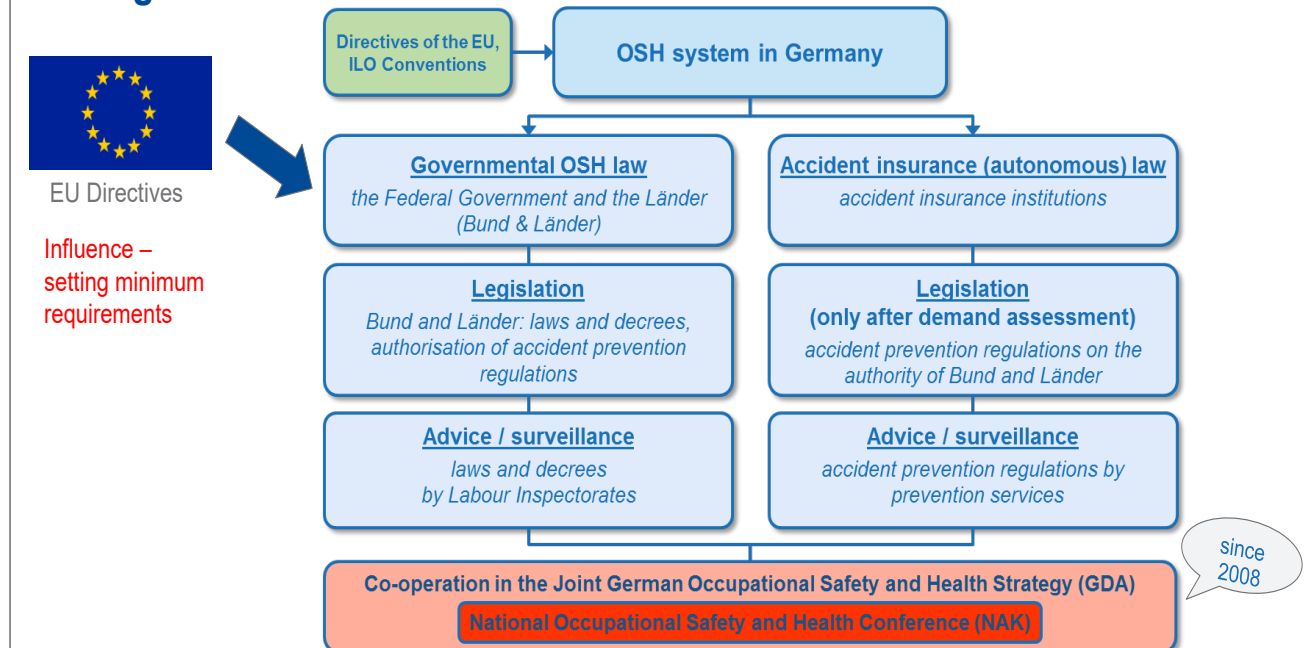
Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

18



Legislative Framework



Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

20



Prevention: Dualism in German OSH system

1. Non-enterprise or institutionalised OSH

State: Laws, Statutory Ordinances

- e.g. Work Places Ordinance, Plant Safety Law
- about 3,000 Labour Inspectors of Länder authorities



BGs/UKs: Accident Prevention Regulations (UVV)

- Autonomous right (§15 SGB VII)
- UVV, fulfilled and explained by corresponding „Sector Guidelines“
- About 2,200 social accident insurance inspectors
+~400 social accident insurance inspectors of the agricultural sector
- ~2,000 prevention expert staff for consultation and assessment



Connected: Social accident insurance institutions can survey state laws and ordinances

Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

21



German OSH concept: responsibilities and requirements



Employer

- High level of responsibility
- High flexibility
- Enterprise specific execution of measures
- Changed certainty of the law
(lack of concrete guidelines/levels, more abstract protection target-oriented legislation)
- High information requirements

OSH authorities

- High consultation need
- Individual, practice-oriented consultation
- High consultation quality

Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

23



Prevention: Dualism in German OSH system

2. OSH within enterprises

Employers: occupational doctors (hired/employed)
safety experts (~81,000; hired/employed by enterprises)



social accident insurance

Enterprises: enterprises with more than 20 employees:
Safety representatives (more than 558,000);
First-aiders (more than 1,807,000)



Workers council: co-surveillance and co-designing

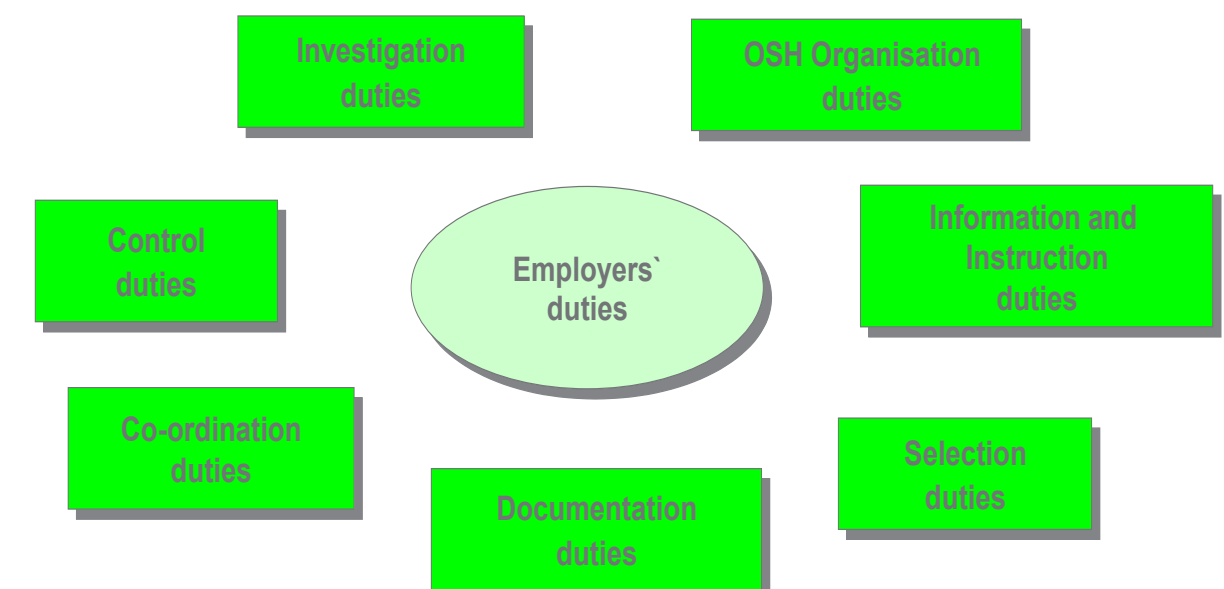
Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

22



Duties of employers: Basic duties

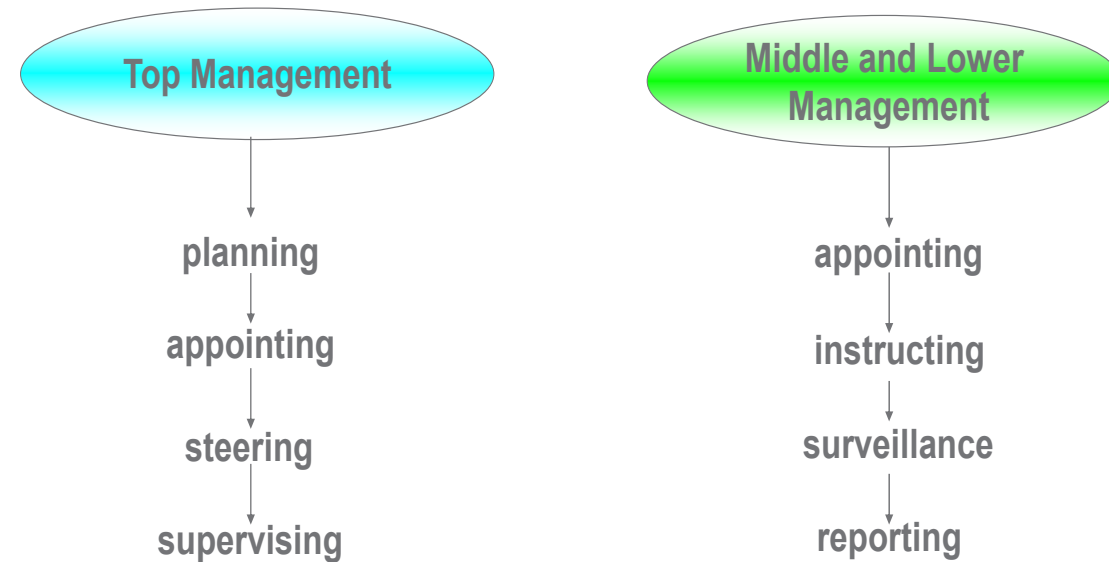


Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

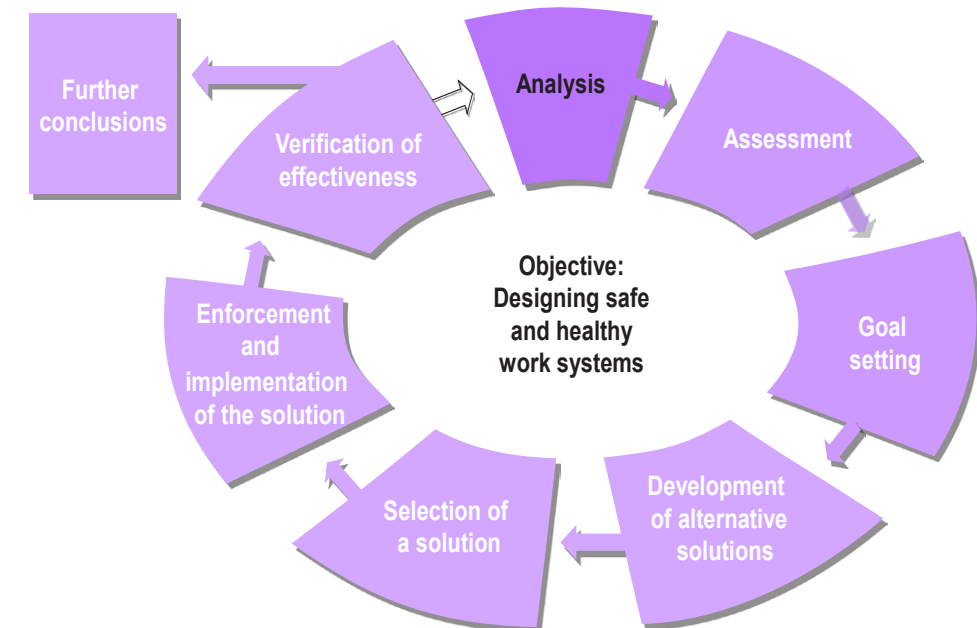
KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

24

Management duties on OSH



Cycle of actions



Key duty within OSH legislation: Risk assessments

(obligatory in Germany since 1996)

Seven steps of risk assessment:

- **Identification** of the risks at the workplace
- Identification of the **persons who are exposed** to these risks
- **Assessment and evaluation of the degree of endangering** of the identified risks according to laws, regulations and good practice guidelines
- Decision if **measures** are necessary and in consequence on suitable protection measures
- **Ranking of the protection measures** according to priority
- **Execution** of the assessed protection measures
- **Evaluation** of the efficiency of the protection measures

Incidents demanding action to be taken

Reasons for action

- All changes or innovations in technology, organisation or staff within the company
- Identified deficits
- Accidents, diseases, disturbances
- New, changed regulations
- New findings and solutions

Examples

Technical changes

- Construction projects
- Acquisition of new machines
- Procurement of materials, protective equipment etc.
- Changes of working procedures

Organisational changes

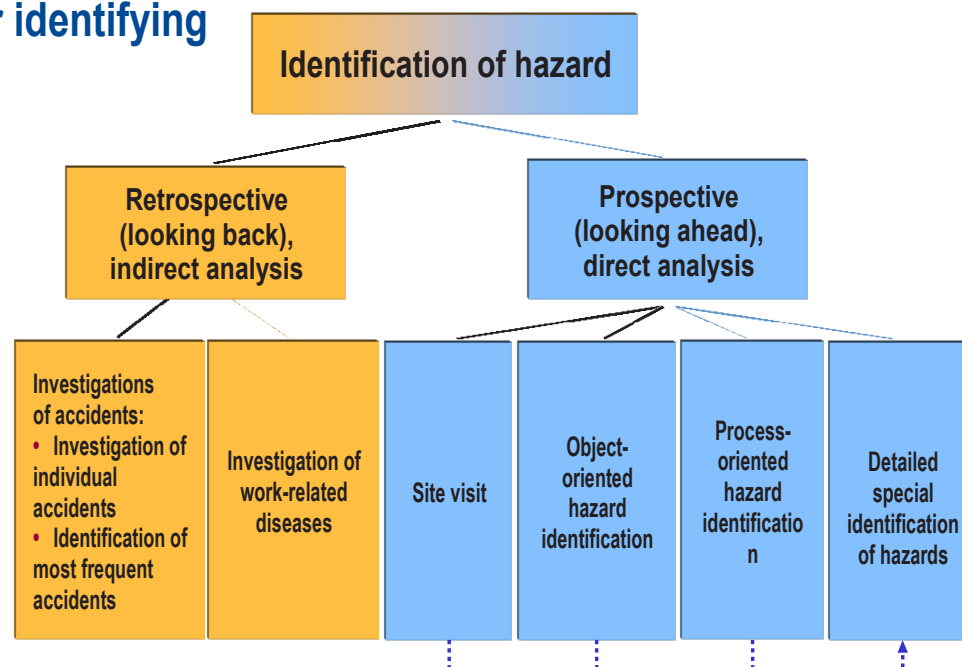
- Changes of work flows
- Re-design of shifts and breaks

Social changes

- Qualification concepts
- Personnel development concepts



Procedure for identifying hazards



Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

29



General approach taken to identify hazards

		Examples
1.	Identification of hazard factors	Noise
2.	Identification of the source of risk for all identified hazard factors	Noise emitting machine
3.	Investigation of risk-inducing conditions and how they develop	Sound propagation within the room
4.	Clarification whether any special employee characteristics must be taken into account	Previous damages
5.	Final decision as to whether a hazard exists	Potential hearing impairment

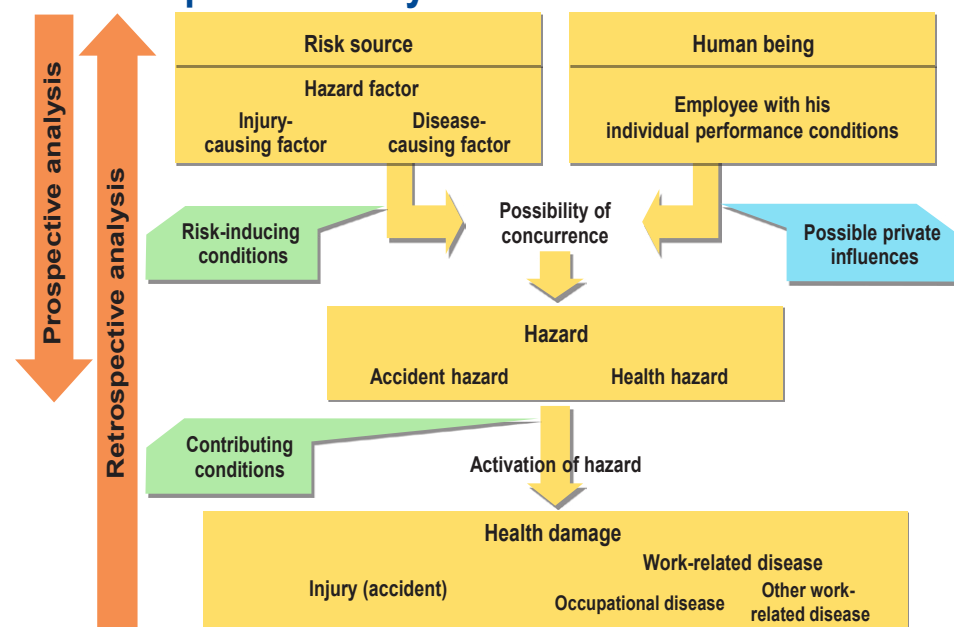
Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

31



Prospective and retrospective analysis



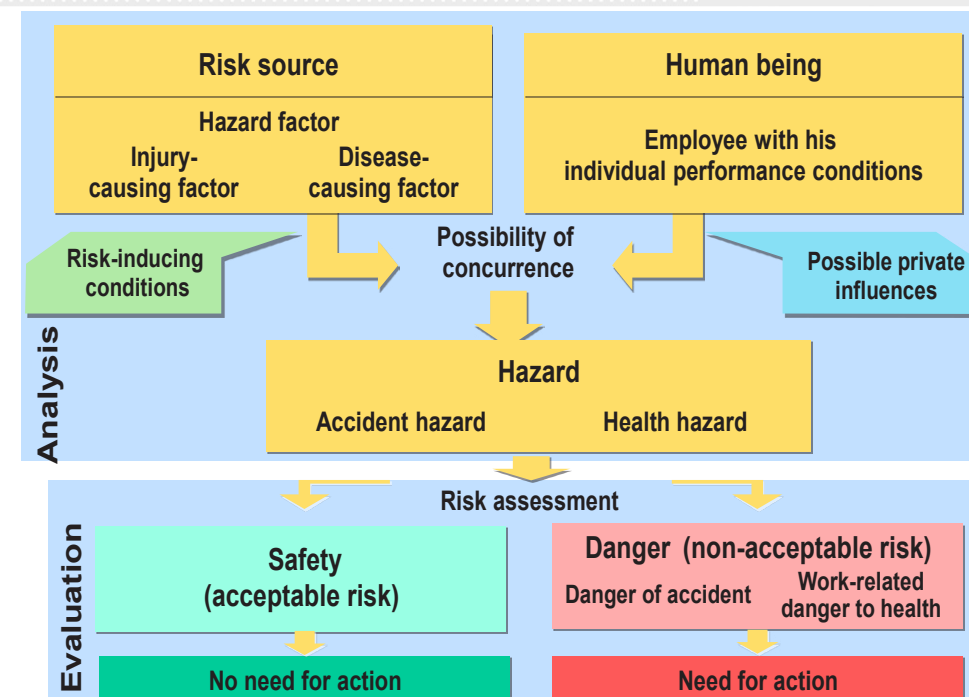
Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

30




Analysis and assessment



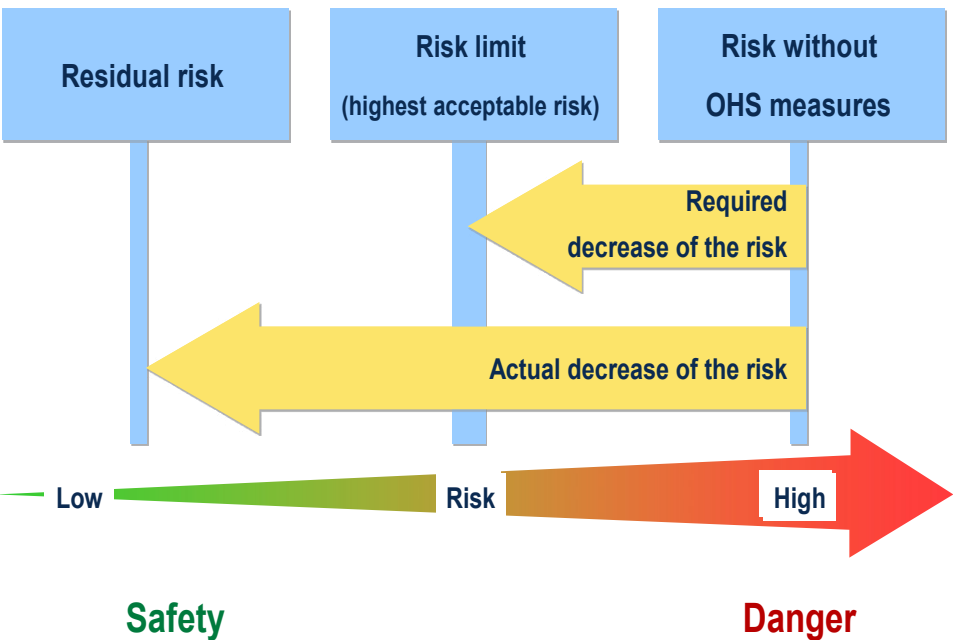
Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany

KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar

32



Risk evaluation



Residual risk Risk limit (highest acceptable risk) Risk without OHS measures


Required decrease of the risk

Actual decrease of the risk

Low Risk High

Safety Danger

Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany
KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar
33




Risk matrix (according to Nohl*)

Potential severity of damage Probability of activation of the hazard	Slight injuries or diseases	Medium-severe injuries or diseases	Severe injuries or diseases	Death, catastrophe
Very low	1	2	3	4
Low	2	3	4	5
Medium	3	4	5	6
High	4	5	6	7

Measured value	Risk	Description
1 - 2	Slight	Acceptable risk
3 - 4	Significant	Risk reduction necessary
5 - 7	High	Risk reduction indispensable

* Nohl, Thiemecke:
Systematik zur Durchführung von Gefährdungsanalysen
Bundesanstalt für Arbeitsschutz
Fb. Nr. 536, Dortmund 1988


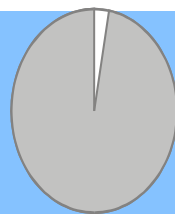
Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany
KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar
35



Order of assessment

Risk assessment

1. Risk estimate

Severity of danger
Probability of occurrence

2. Risk evaluation

Risk acceptable?

Yes

Safety

No

Danger

Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany
KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar
34



Risk assessment

Risk assessments and evaluation within the enterprise can be executed

- by external commercial services/consulters

or

- by internal safety experts

The employer has to pay for all OSH means and measures!

- Companies have to document the risk analysis, evaluation and occasioned measures.

Dr. Sven Timm, DGUV - ISSA Information, Germany
KOSHA, Seoul, 3-4 July 2023 - International Seminar
36



Implementation and weaknesses of Risk Assessment in Germany



- **low implementation rate of inactive or incomplete risk assessments** (<50%) especially in small and micro enterprises - despite the RA obligation since 1996*(27 years!) (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753516000618>) and despite the obligation to have OSH Professional and OSH Medical Doctors within the enterprise in place or to purchase the services since 1973 (50 years!)
- general approach of RA accepted, but **formal execution and documentation obligations are too complicated** for SMEs
- **obligation to run workers councils and OSH committees (obligatory from >20 employees) to be part of the RA** only works for bigger enterprises – lack of resources and knowledge in SMEs do not work in this context

* <https://forum.dguv.de/ausgabe/8-2020/artikel/Klein-und-kleinstunternehmen-bei-der-gefahrungsbeurteilung-unterstuetzen>



VISION ZERO

Safety.Health.Wellbeing.

www.visionzero.global

Thank you for your attention.

sven.timm@dguv.de



Approaches to solving the problem

- **Vision Zero Guide for small and micro enterprises** as an easy-to-use introduction/door-opener to OSH efforts and especially RA as the most important tool (https://visionzero.global/sites/default/files/2020-10/VZ_Guide%20for%20small%20enterprises_Kr.pdf – in Korean)
- **provision of easy-to-directly-use templates** for risk assessments in all sectors and professions with examples (e.g. https://www.bghm.de/fileadmin/user_upload/Arbeitsschuetzer/Praxishilfen/Gefahrungsbeurteilungen/gbo/GB0-Alle.zip - best in word docs or similar)
- **a lower-threshold approach is needed** ("Better 80% of something than 100% of nothing!") – limit the formal documentation needs, not having a formal RA means automatically there are no provisions for OSH in place
- **provision of individual consultation services** on risk assessment free of charge for SMEs (BGs and Uks apply this) - consultation is more effective than regulations and it is better to help than punish





유럽과 독일의 산업안전보건 – 위험성 평가

스벤 팀 박사(Dr. Sven Timm)

독일 법정재해보험 중앙예방부(DGUV Central Prevention Division) 이사
국제사회보장협회 예방특별위원회(ISSA Special Commission on Prevention) VP

위험성 평가 등 자기규율 예방체계 확립을 위한 국제세미나
2023년 5월 23~24일, 오스트리아 빈

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

한국산업안전공단(KOSHA), 대한민국 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나



근로조건 개선의 필요성

- 도덕적 이유
- 남성, 여성, 아동의 매우 높은 사망률
- 노동력이 이동하기 시작
- 최초의 법률(영국 공장법, 1802년)
 - 1819 방적공장 등에 관한 법
 - 1831 방적공장 노동법
 - 1833 공장 내 아동노동 등에 관한 법
- 유럽/독일
 - 프로이센 규정, 1839년
 - 무역 규정, 1883년
 - 독일 의료·재해·연금보험법, 비스마르크(Bismarck), 1883년



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

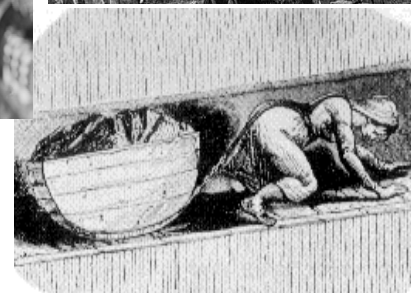
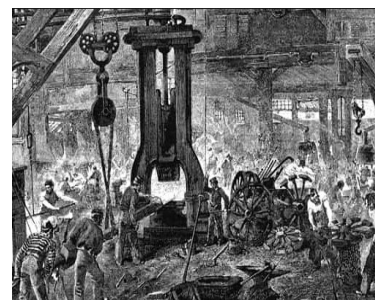
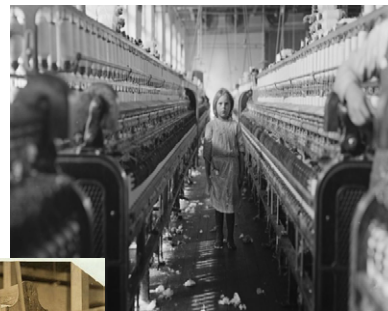
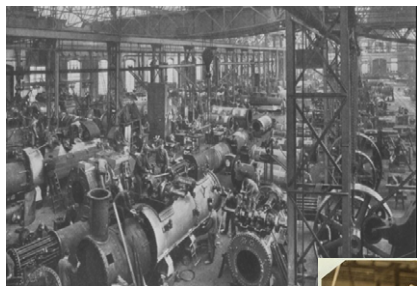
KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

3



19세기 유럽의 근로조건

- 초기의 주요 문제는 장시간 근로, 유해 기계설비, 아동노동이었다.



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

2



ILO 및 EU



- 국제노동기구(International Labour Organization, ILO)는 1919년에 설립되어 근로자 보호를 위한 국제기준을 수립하고 세계 노동문제에 대한 실용적인 정보를 제공해왔다.
- 다수의 ILO 조약 및 권고는 근로안전보건 및 근로조건과 관련된다.
- ILO는 189개 회원국의 정부·사업주·근로자 대표로 구성된 3자 간 UN 기구이다.
- 오늘날 유럽국가의 노동법은 대부분 ILO 조약 및 권고를 기반으로 한다.
- 유럽연합(EU)은 1957년 로마조약을 시초로 하며 1987년에는 단일유럽의정서를 체결하여 사회 정책을 개정하였고 2009년 리스본 조약을 통해 공식적으로 개혁을 이루었다.

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

4

동 번역 내용은 영어 원문에 따라 번역되었으나, 영어 원문 및 발표자의 발표내용에 따른 해석을 우선시 해야 합니다.



유럽연합(EU)



- 인구 4억 4,800만 명
- 27개 회원국
- 자치국 연합
- 주요 원칙
 - 인간의 존엄성
 - EU 역내 이전, 사업, 투자, 거주지 선택의 자유
 - 민주주의
 - 평등
 - 법치주의
 - 인권 존중

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

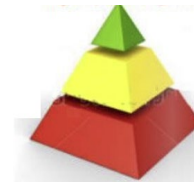
5



새로운 접근법: 기본 원칙은 위험성 평가

새로운 산업안전보건 법제의 구조

- 1 레벨: 기본 지침
요구되는 기준, 도구
- 2 레벨: 개별 지침
이행 방법
- 3 레벨: 법적 구속력이 없는 가이드라인 및/또는 기준
상세 조치



두 가지 유형의 산업안전보건법: 1. 근로(사업주용)
2. 기술규정(설계자 및 생산자용)

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

7

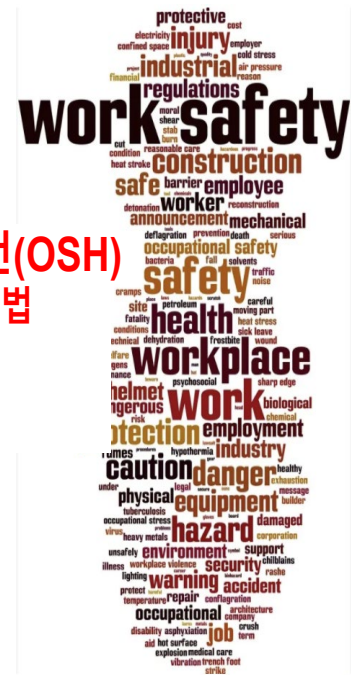


유럽연합(EEC, EC, EU) 지나치게 다양하고 장황한 산업안전보건규정을 개편하기 위해 1985년부터 새로운 접근법 적용

기술적 조화

- 1983: 기술 기준 및 규정을 위한 정보 절차에 관한 지침 제98/34/EC호
- '새로운 접근법'에 관한 이사회 결의(1985. 5. 7.)
- '세계적 접근법'에 관한 이사회 결의(1989. 12. 21.)
- 적합성 평가를 위한 '모듈'에 관한 이사회 결정 제93/465/EEC호

산업안전보건(OSH) - 위험기반접근법



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

6



공통기준(EU 법) - 공통 법적 권리



기본 지침 제89/391/EEC호

최소 OSH 요건
로마조약 제137/138조(제118a조)

개별 지침:

지침 제2009/104/EC호

지침 제89/654/EEC호

지침 제89/656/EEC호

지침 제90/269/EEC호

기술 지침

제89/392/EEC호(제98/37/EEC호)
기계 지침(제2006/42/EC호)

최대 OSH 요건
로마조약 제95조(제100a조)

개별 지침:

지침 제87/404/EEC호

지침 제73/23/EEC호

지침 제98/37/EC호

지침 제97/23/EC호

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

8

동 번역 내용은 영어 원문에 따라 번역되었으나, 영어 원문 및 발표자의 발표내용에 따른 해석을 우선시 해야 합니다.



독일의 법정재해보험

■ **법정재해보험 및 예방 제도- 다양한 경제부문(업종)의 보험조합**



SVLFG – 농업산재보험조합



산업·무역 및 공공부문의 산재보험조합

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

13



공공부문 산재보험조합(UK)의 구성

24개 지방/지역/연방기관,

경제부문/업종에 따라 구성된 공공부문 산재보험조합은 오직 4개

연방 공공서비스 및 철도를 담당하는 공공부문 산재보험조합은 1개



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

5



산업부문 산재보험조합(직종조합, BG) 조직

(경제부문/업종별로 9개 조합으로 구성)



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

14



법적 예방 의무

독일 산재보험조합의 임무

- 산업재해, 직업병, 업무상 건강 위험요소 예방
- 해당 원인 조사
- 효과적인 응급조치 실시
- 산업재해 및 직업병의 영향 경감

“상기 임무를 수행하기 위해 모든 적절한 수단을 동원한다.”

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

6

동 번역 내용은 영어 원문에 따라 번역되었으나, 영어 원문 및 발표자의 발표내용에 따른 해석을 우선시 해야 합니다.



법률(사회법전 제7권), 세부 조치 및 규정, 자기평가에 따라 확립된 예방서비스의 주요 책임 및 목표

- 산업안전보건 촉진
- 생명 및 건강 위험 경감
- 불가피한 위험의 통제 가능성
- 사업주를 대상으로
산업안전보건에 관한 자문 지원



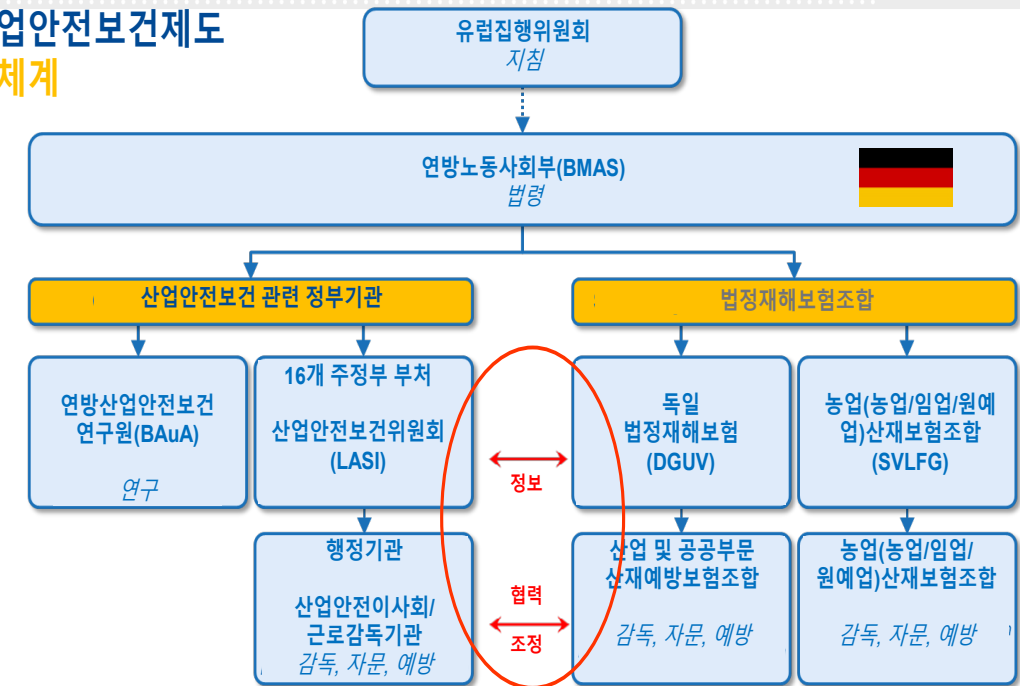
스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

17



독일 산업안전보건제도 이원적 체계



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

19



산업안전보건을 위한 10가지 예방서비스

- 사고 및 질병 평가
- 상담
- 인센티브 제도
- 정보 제공 및 협의
- 점검 및 사고 기반 자문
- 자격 취득
- 연구, 개발, 시범 프로젝트
- 규칙 및 규정
- 산업보건의 및 산업안전보건전문가의 감독
- 시험 및 인증



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

18



법령체계



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

20

동 번역 내용은 영어 원문에 따라 번역되었으나, 영어 원문 및 발표자의 발표내용에 따른 해석을 우선시 해야 합니다.



예방: 독일 산업안전보건제도의 이원적 구조

1. 비기업 또는 기관 산업안전보건(OSH)

주정부: 법, 법규명령

- 예: 사업장 관련 법령, 공장안전법
- 주 당국 근로감독관: 약 3,000명



직종조합(BG)/공공부문산재보험조합(UK): 재해예방규칙(UVV)

- 자율적 권한(사회법전 제7권 제15조))
- 재해예방규칙을 보충 및 설명하는 '부문별 가이드라인'
- 산재보험감독관: 약 2,200명
- 농업산재보험감독관: 약 400명
- 자문 및 평가를 수행하는 예방전문가: 약 2,000명



연계: 산재보험조합이 주 법 및 법규명령을 조사할 수 있다.

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

21



독일의 산업안전보건 개념: 책임 및 요건

사업주



- 강한 책임감
- 높은 유연성
- 기업별 조치 이행
- 법에 대한 확신의 변화
(구체적인 지침/수준 부재, 보호대상에 중점을 둔 추상적인 법령)
- 높은 정보 요건

산업안전보건 당국

- 높은 자문 수요에 대응
- 개별적, 실행 가능한 자문
- 자문의 질적 우수성

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

23



예방: 독일 산업안전보건제도의 이원적 구조

2. 기업 산업안전보건

사업주: 산업보건(고용)

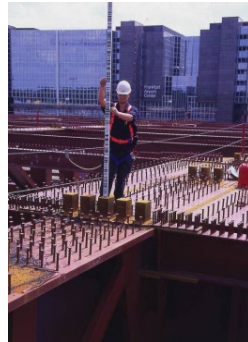
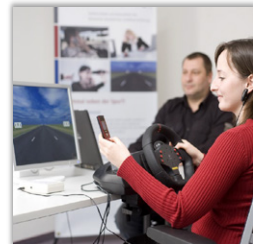
안전전문가(약 81,000명, 기업에서 고용)

산재보험

기업: 20명 이상의 직원이 있는 기업:

안전담당자(558,000명 이상)

응급조치요원(1,807,000명 이상)



노조위원회: 공동 감시 및 공동 설계

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

22



사업주 의무: 기본 의무



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

24

동 번역 내용은 영어 원문에 따라 번역되었으나, 영어 원문 및 발표자의 발표내용에 따른 해석을 우선시 해야 합니다.

경영진의 산업안전보건 의무

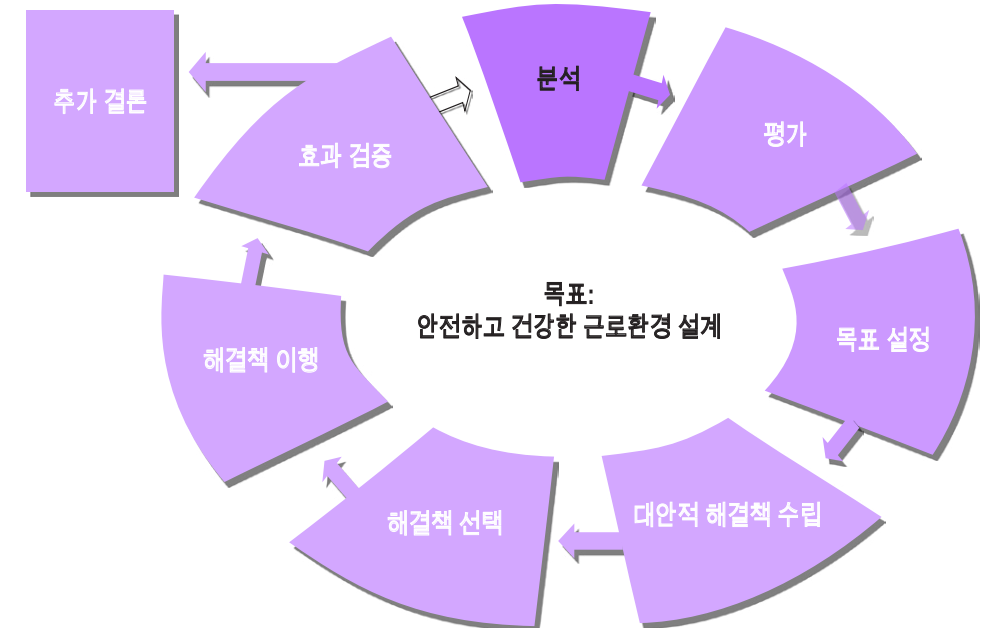


스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

25

대책 순환도



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

27

산업안전보건 법규에 따른 핵심 의무: 위험성 평가 (독일에서는 1996년부터 의무화)

위험성 평가 7단계

- 사업장 위험 식별
- 위험에 노출되는 자 식별
- 법, 규정, 모범관행지침에 따라 식별된 위험의 위험성 추정 및 평가
- 대책 필요 여부 및 적절한 방지대책 결정
- 우선순위에 따라 방지대책 순위 설정
- 방지대책 이행
- 해당 방지대책의 효과 평가

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

26

대책 수립이 필요한 사건

대책이 필요한 경우

- 기업의 기술, 조직, 직원에 변화 또는 혁신이 발생한 경우
- 결함이 식별된 경우
- 사고, 질병, 장애가 발생한 경우
- 규정이 신설 및 개정된 경우
- 새로운 결과가 나오거나 해결책이 수립된 경우



기술적 변화

- 건설 사업
- 신규 기계 취득
- 자재, 보호장비 등의 조달
- 작업 절차상 변화

조직적 변화

- 작업 흐름의 변화
- 근무제 및 휴가 조정

사회적 변화

- 자격 관련
- 인력 개발 관련

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

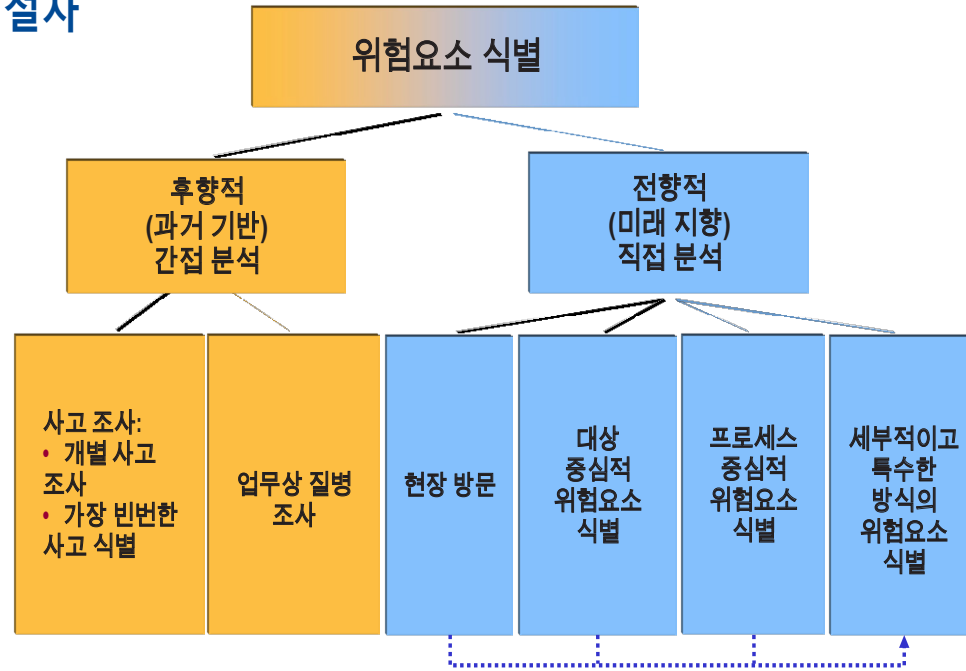
KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

28

동 번역 내용은 영어 원문에 따라 번역되었으나, 영어 원문 및 발표자의 발표내용에 따른 해석을 우선시 해야 합니다.



위험요소 식별 절차



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

29



위험요소 식별을 위한 일반적 접근법

		예
1.	위험요인 식별	소음
2.	식별된 모든 위험요인의 근원 파악	소음을 방출하는 기계
3.	위험 유발 조건 및 조건 전개 방식 조사	실내에서의 소리 전파
4.	직원의 특수한 특성을 고려해야 할지 여부에 대한 명확화	과거 피해 사례
5.	위험요소 존재 여부에 관한 최종 결정	청각 손상 가능성

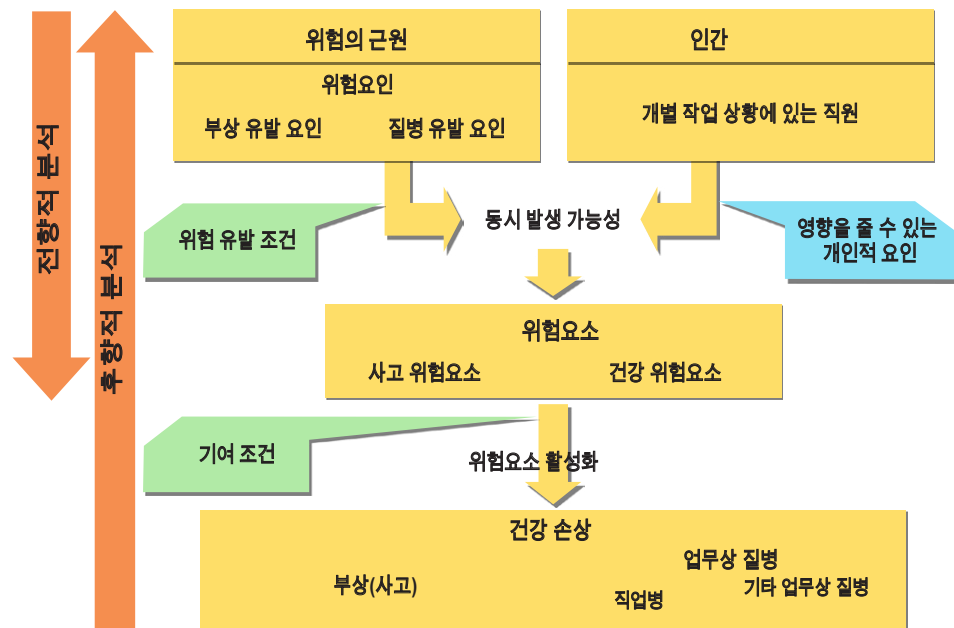
스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

31



전향적 분석과 후향적 분석



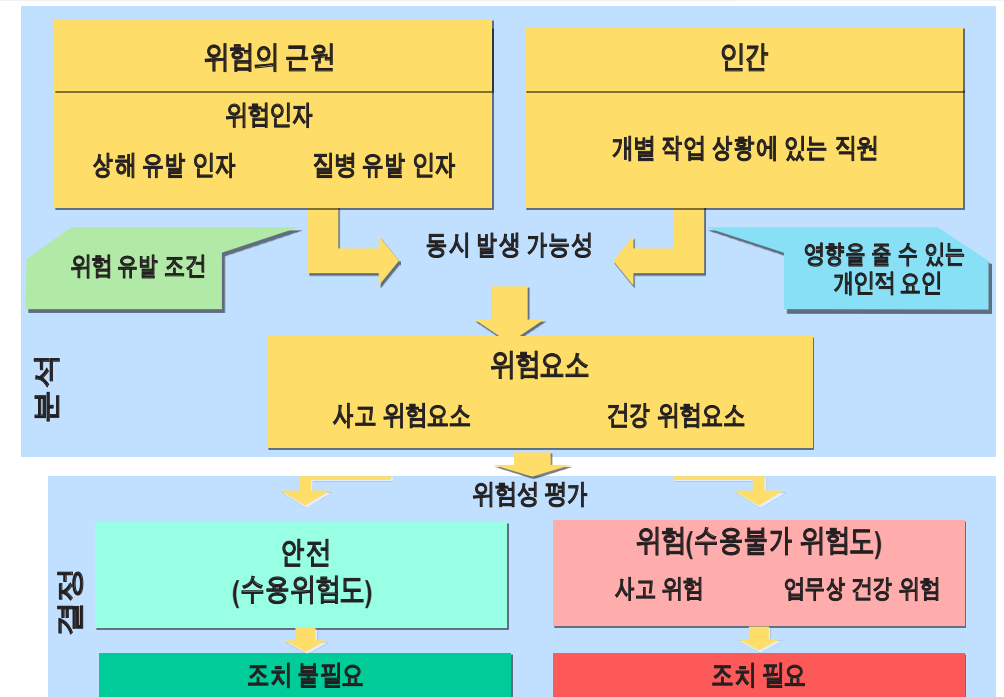
스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

30



분석 및 평가




스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

32

동 번역 내용은 영어 원문에 따라 번역되었으나, 영어 원문 및 발표자의 발표내용에 따른 해석을 우선시 해야 합니다.




위험성 결정

잔존 위험

위험도 한계
(허용 가능한 최고 수준의 위험도)

OSH 대책 미이행 위험




← 낮음

위험도
→ 높음

안전
위험

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일
KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나
33




위험성 매트릭스 (Nohl*)

잠재적 피해 심각도 위험요소 발생 가능성	경미한 부상 또는 질병	중간 수준의 부상 또는 질병	중대한 부상 또는 질병	사망, 참사
매우 낮음	1	2	3	4
낮음	2	3	4	5
중간	3	4	5	6
높음	4	5	6	7

측정값	위험도	설명
1 - 2	저	허용 가능한 위험
3 - 4	중	위험도 감소 필요
5 - 7	고	위험도 감소 필수

* Nohl, 티메케(Nohl, Thiemecke):
위험성 분석 수행 체계,
연방산업안전보건기구
Fb. 제536호, 도르트문트 1988


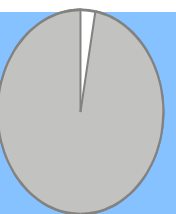
스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일
KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나
35



평가 순서

위험성 평가

1. 위험성 추정

위험의 심각도
발생 가능성

2. 위험성 결정

수용 가능한 위험인가?


예

안전

아니오

위험

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일
KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나
34



위험성 평가

기업의 위험성 평가 및 결정은 다음 주체에 의해 수행될 수 있다.

- 외부 서비스 업체/컨설턴트
- 또는
- 내부 안전전문가

사업주는 모든 산업안전보건 수단 및 대책에 대해 비용을 지불해야 한다.

- 기업은 위험성 분석 및 결정, 경우에 따른 대책을 문서화해야 한다.

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일
KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나
36



독일의 위험성 평가 이행 및 미비점



- 1996년부터(27년 간) 부과된 위험성 평가 의무* 및 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753516000618>) 사내 산업안전보건전문가 및 산업보건의 고용 의무 또는 1973년부터(50년 간) 부과된 관련 서비스 구매 의무에도 불구하고, 특히 소규모 마이크로 기업에서 위험성 평가 미이행 및 불완전 평가 사례가 보고되면서 위험성 평가 이행률이 낮게 나타났다(50% 미만).
- 일반적인 접근법의 위험성 평가는 수용되나 공식적 이행 및 문서화 의무는 중소기업이 이행하기에 까다로운 의무이다.
- 위험성 평가 항목인 노조위원회 및 산업안전보건위원회 운영 의무(직원 수 20인 초과 사업장에서 필수)는 비교적 규모가 큰 기업에서만 이행 가능하며 자원 및 정보가 부족한 중소기업이 이를 이행하기는 쉽지 않다.

* <https://forum.dguv.de/ausgabe/8-2020/artikel/Klein-und-kleinstunternehmen-bei-der-gefaehrungsbeurteilung-unterstuetzen>

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

37



VISION ZERO

Safety.Health.Wellbeing.

www.visionzero.global

Thank you for your attention.

sven.timm@dguv.de

스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

39



문제 해결을 위한 접근법

- 소규모 마이크로 기업을 위한 비전 제로 가이드(Vision Zero Guide): 산업안전보건 활동과 그 중에서도 특히 중요한 위험성 평가에 대한 알기 쉬운 입문서/안내서 (https://visionzero.global/sites/default/files/2020-10/VZ_Guide%20for%20small%20enterprises_Kr.pdf - 한국어)
- 모든 부문과 직종에서 위험성 평가를 수행할 수 있도록 제작된 **사용이 간편한 템플릿**을 예시와 함께 제공(예: https://www.bghm.de/fileadmin/user_upload/Arbeitsschuetzer/Praxishilfen/Gefaeahrungsbeurteilungen/gbo/GB0-Alle.zip - 워드 문서 및 이와 유사한 포맷에서 최적).
- 낮은 **역치적 접근의 필요성**("80%라도 하는 것이 100% 하지 않는 것 보다는 낫다!") - 공식적인 문서화 요구를 제한한다. 공식 위험성평가가 없다는 것 작업장 안전보건 정이 마련되지 않았다
- 중소기업을 대상으로 위험성 평가를 위한 **개별 자문 서비스**를 무료로 제공(BG 및 UK도 무료 자문 제공). 자문은 규정보다 효과적이며 처벌하는 것보다는 지원하는 것이 좋은 방법이다.



스벤 팀 박사, DGUV - ISSA Information, 독일

KOSHA, 서울, 2023년 7월 3~4일 - 국제세미나

38

3

위험성평가 실체 및 도전과제

Erik Hollnagel

(前 스웨덴 Jönköping 大 교수)

The Risk of risk assessment

Erik Hollnagel, Ph.D.
Professor emeritus LIU(SE) Mines ParisTech, (F), USD (DK)
Visiting Professorial Fellow, Macquarie University, Sydney (Australia)
Email: hollnagel.erik@gmail.com

© Erik Hollnagel, 2023

The model problem

Risk assessment is usually based on a model of reality rather than reality itself



What is risk?

A risk is the likelihood that something unwanted or unacceptable happens place or occurs, such as the risk of an explosion or an uncontrolled release of something harmful.

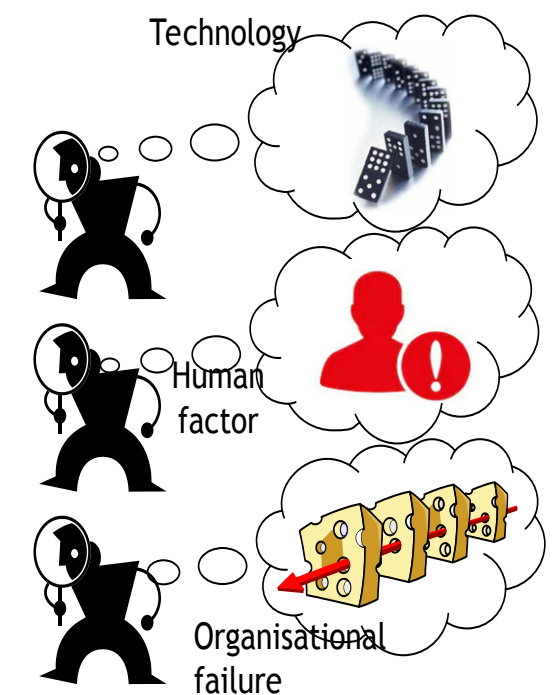
Everything is risky because it can go wrong in the sense that the outcome is different from what was wanted and intended

For risk assessment this could mean that some risks are **missed** or that the calculated values are **incorrect**

Frequency of Initiation	Severity of Consequences				
	Very Low Severity	Low Severity	Medium Severity	High Severity	Very High Severity
Very High Frequency	77 years "Ch. 3 "Ex 10	Chromoglossin "Ch. 30 "Ex 12 System start view "Ch. 40 "Ex 19			
High Frequency	SEN view "Ch. 11 "Ex 10 Regatta G "Ch. 111 "Ex 10				
Medium Frequency					
Low Frequency					
Very Low Frequency		Bacterial contamination "Ch. 0.001 "Ex 0.001	Regatta B "Ch. 0.01 "Ex 0.01		
Extremely Low Frequency		Regatta C "Ch. 0.001 "Ex 0.001	Staphylo "Ch. 0.001 "Ex 0.001	STP "Ch. 0.13 "Ex 0.01	CD/CDD "Ch. 0.1 "Ex 0.01

How do we explain failures?

When something goes wrong ...
we try to find a (root) cause



© Erik Hollnagel, 2021



Why do we look for “errors”?



“... ‘human error’ is not a well defined category of human performance. Attributing error to the actions of some person, team, or organisation is fundamentally a social and psychological process and not an objective, technical one.”
Woods et al., 1994, p. xvii



Fundamental attribution error

Irresistible tendency to see actions as a result of dispositions

Illusion of free will

Assuming that people have the freedom to choose their actions

Similarity bias

Assuming that causes and consequences must be similar

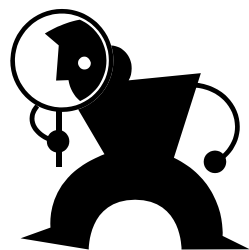
© Erik Hollnagel, 2007



The “logic” of causes

Determining the cause of an accident is a **psychological** (social) rather than **logical** (rational) process.

Causes are not **found** but **constructed**.



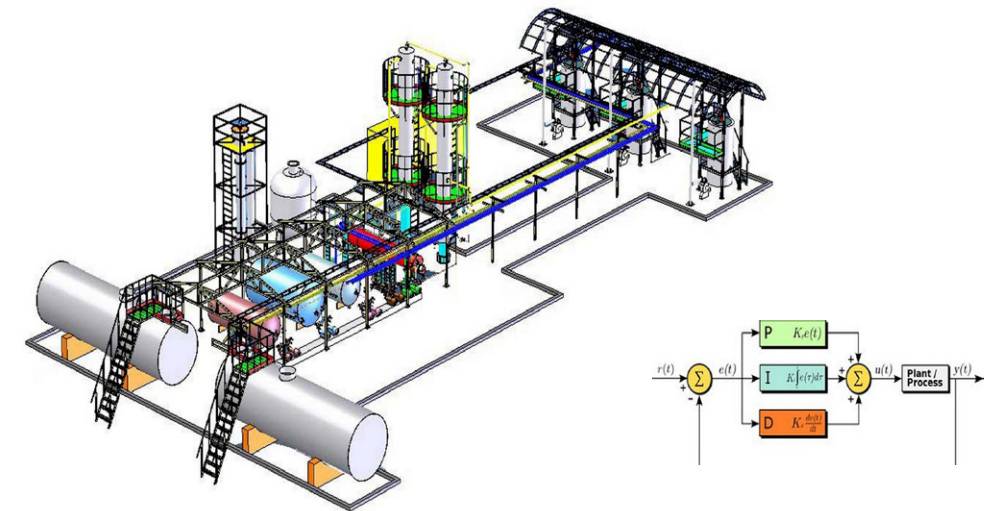
There are no true – or “root” – causes waiting to be detected



Causes are the outcome of a (tacit) social agreement, often based on tradition and common experience

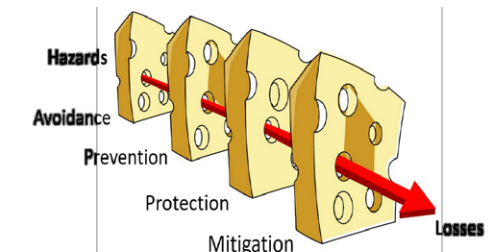
© Erik Hollnagel, 2007

A model is always simpler than reality



Risk models can be of the process plant and of work (failure models).

Failure models must be realistic!



"the map/model is not the territory!!!"



Alfred Korzybski (1879 - 1950)

How do we think about risk?

Accident analysis

What should we look for?

Accidents are the complex result of multiple, interacting factors. In order to make sense of this, an accident model is required.

Risk assessment

What can we do about it?

An accident/risk model is an abstraction that describes how accidents can happen and therefore also how they can be prevented.

"Accident model"

© Erik Hollnagel, 2007

Self-confirming quality of "human error"

Common stop rules

- 1: An acceptable cause
- 2: A reasonable explanation
- 3: A possible problem cure

Rasmussen, 1990

Assumption: the source of error is the human factor.

Problem: sequential accident model

Analyse to find where a person is involved.

Problem: arbitrary criterion

Stop analysis when one is found.

"Safe bet" - all systems involve humans somewhere

© Erik Hollnagel, 2007

Common ideas about risk and failures

Technology and human factors are inevitable (mean-time-between-failure)

FALSE

Accidents are primarily caused by **FALSE** inexperience, and/or wrong attitude.

Organisations are complex but we can manage them with **FALSE** memory and unclear distribution of authority

Accident analyses usually look for individual causes, either a single cause, or several causes in a simple combination.

© Erik Hollnagel, 2007

The illusion of "human error"

"Formal accident investigations usually start with an assumption that the operator must have failed, and if this attribution can be made, that is the end of serious inquiry."

Finding that faulty designs were responsible would entail enormous shutdown and retrofitting costs;

finding that management was responsible would threaten those in charge,

but finding that operators were responsible preserves the system, with some soporific injunctions about better training"

Confirmation bias: look for evidence to support assumptions.

Practical constraints

Stakeholders

Scapegoats

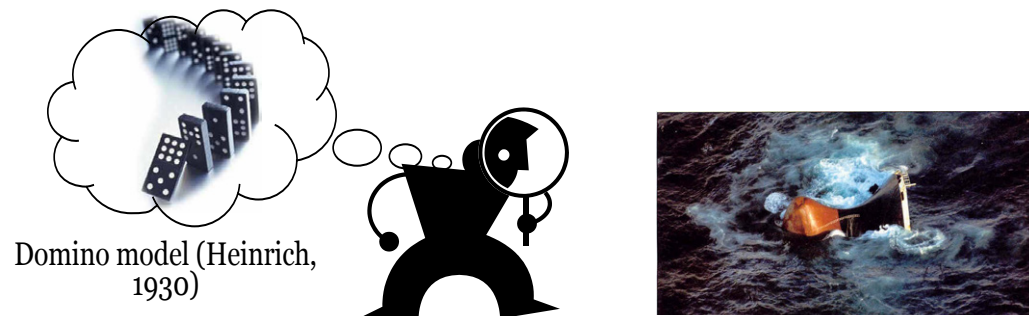
(Perrow, 1984, p. 146).

© Erik Hollnagel, 2007



Simple, linear cause-effect model

Assumption: Accidents are the (natural) culmination of a **series of events** or circumstances, which occur in a specific and recognisable order.



Consequence: Accidents are prevented by finding and **eliminating** possible causes. Safety is ensured by improving the organisation's ability to **respond** to **component failures** (technical, human, organisational), hence looking for failure probabilities (event tree, PRA/HRA). The future is a "mirror" image of the past.

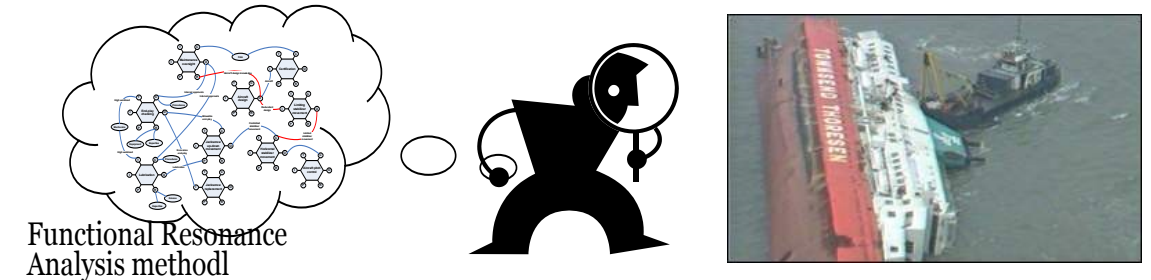
Hazards-risks:

© Erik Hollnagel, 2007



Non-linear accident model

Assumption: Accidents result from **unexpected combinations** (resonance) of normal performance variability.



Consequence: Accidents are prevented by **monitoring** and **damping** variability. Safety requires constant ability to **anticipate** future events.

Hazards-risks: **Emerge** from combinations of normal variability (socio-technical system), hence looking for ETTO* and sacrificing decision

* ETTO = Effectiveness-Thoroughness Trade-Off

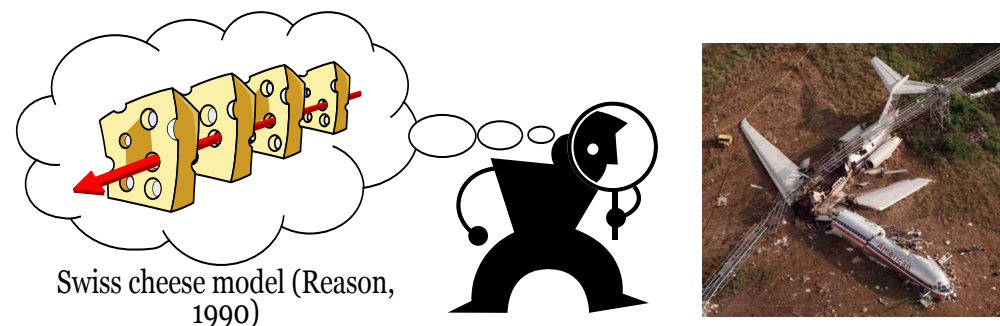
The future can be understood by considering the characteristic variability of the present.

© Erik Hollnagel, 2007



Complex, linear cause-effect model

Assumption: Accidents result from a **combination** of active failures (unsafe acts) and latent conditions (hazards).



Consequence: Accidents are prevented by **strengthening** barriers and defences. Safety is ensured by **measuring/sampling** performance indicators.

Hazards-risks: Due to **degradation** of components (organisational, human, technical), hence looking for drift, degradation and weaknesses. The future is described as a combination of past events and conditions.

© Erik Hollnagel, 2007

Law of Requisite Variety (1956)



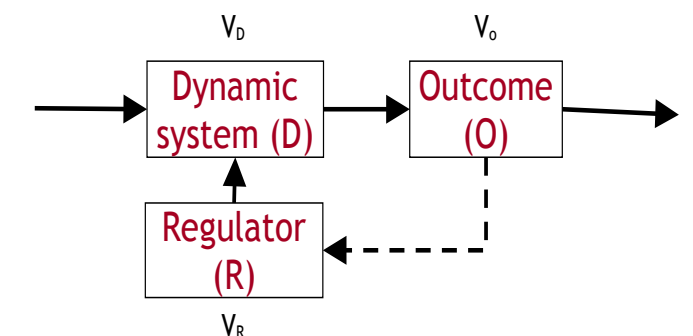
The variety of the outcomes (of a system) can only be decreased by increasing the variety in the regulator of that system → Effective control is therefore impossible if the regulator has less variety than the system

A control system must have as many possible states as the system it is to control.

$$\text{Min}(V_O) = V_D - V_R$$



W. Ross Ashby (1903-72)

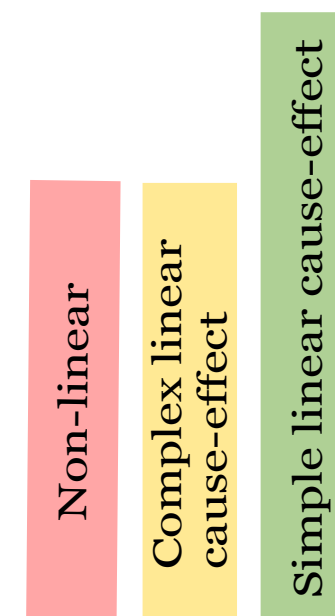


Risk assessment is an attempt to control a system to ensure that nothing goes wrong

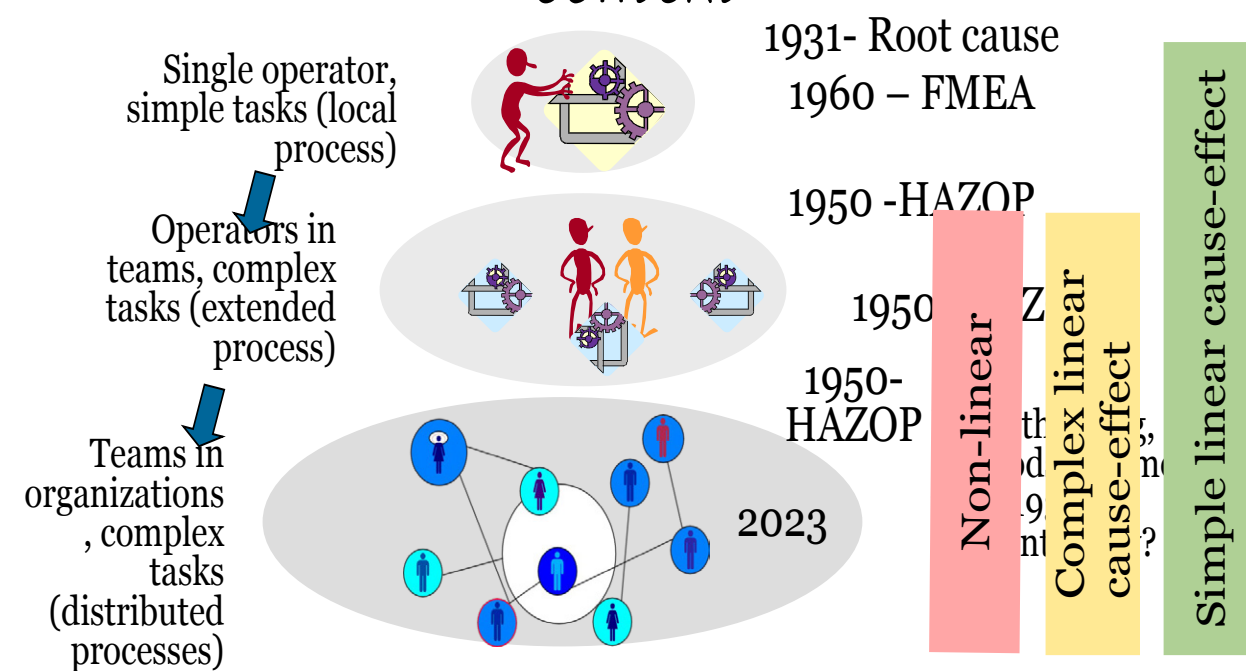
© Erik Hollnagel, 2021

Safety
synthesis
Synthesis

© Erik Hollnagel, 2021



Models and methods must match the context



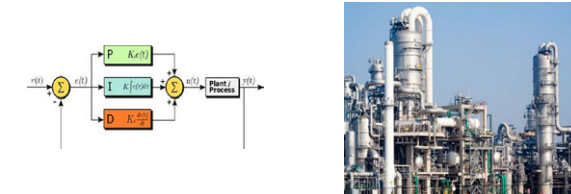
Conclusion

Risk assessment is an attempt to control a system to ensure that nothing goes wrong

If risk assessment uses a model or a method that is too simple, then there is a risk that some risks are **missed** or that the calculated numbers are **incorrect**

Both the Calculation of risk – and the verification of the calculations, must be thorough and realistic

It may be easy to use simple models or methods but it is also risky!

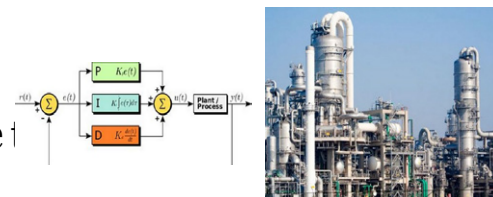


The risks of simplification

There are the risks of simplification that may affect the assessment of a risk



1: The model may be too simple to represent reality



1: The “theory of failure” may be too simple to represent how failures actually happen

≠ “human error” versus “organisational accidents”

리스크평가의 리스크

에릭 홀나겔 (Erik Hollnagel, Ph.D)

린셰핑대학교(스웨덴), 파리국립고등공업학교(프랑스), 남덴마크대학교 명예교수

시드니 맥쿼리대학교(호주) 방문교수

hollnagel.erik@gmail.com

© Erik Hollnagel, 2023

모델의 문제

리스크 평가는 주로 현실 자체보다 현실의 모델을 기반으로 한다.



리스크란 무엇인가?

통제되지 않는 유해물질의 방출 또는 폭발 위험과 같이
원하지 않거나 수용할 수 없는 일의 발생 가능성(likelihood)

결과는 바라고 의도한 바와 다르게 잘못될
가능성이 있으므로 모든 것이 리스크

리스크 평가에 있어 일부 리스크는 누락
되거나, 계산된 가치가 부정확하다는
의미가 될 수 있다

Frequency of Initiation	Severity of Consequences				
	Very Low Severity	Low Severity	Medium Severity	High Severity	Very High Severity
Very High Frequency	77 virus "Ch. 3 "Se. 18	Cryptosporidium "Ch. 20 "Se. 12 Bacterial contamination "Ch. 10 "Se. 19			
High Frequency	SEH virus "Ch. 12 "Se. 13 Bacteria G "Ch. 11 "Se. 13				
Medium Frequency					
Low Frequency					
Very Low Frequency		Bacterial contamination "Ch. 10 "Se. 19	Bacteria B "Ch. 11 "Se. 13		
Extremely Low Frequency		Bacteria C "Ch. 10 "Se. 19	Shigella "Ch. 11 "Se. 13 HTLV "Ch. 11 "Se. 13 CIDV/CID "Ch. 11 "Se. 13		

실패를 설명하는 방법은 무엇인가?

문제가 발생하면 (근본) 원인을 찾으려고 한다



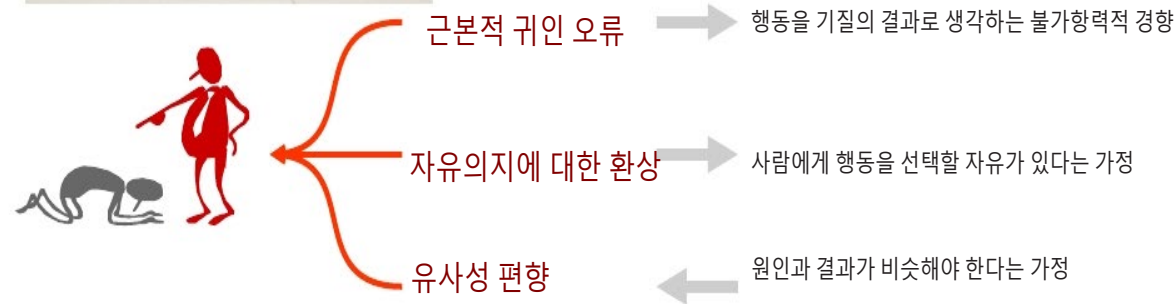
© Erik Hollnagel, 2021



왜 ‘오류’를 찾는가?



“..... ‘인적 오류’는 인간의 행위라는 명확한 범주로 설명할 수 없다. 오류를 일부 개인, 팀, 조직의 행동 탓으로 돌리는 것은 근본적으로 객관적, 기술적 과정이 아닌 사회적, 심리적 과정이다.” (Woods 외, 1994, xvii)



© Erik Hollnagel, 2007



원인의 ‘논리’

사고 원인 결정은 **논리적**(이성적) 과정이 아닌 **심리적**(사회적) 과정이다.

원인이 **발견**되는 것이 아니라 **구성**된다

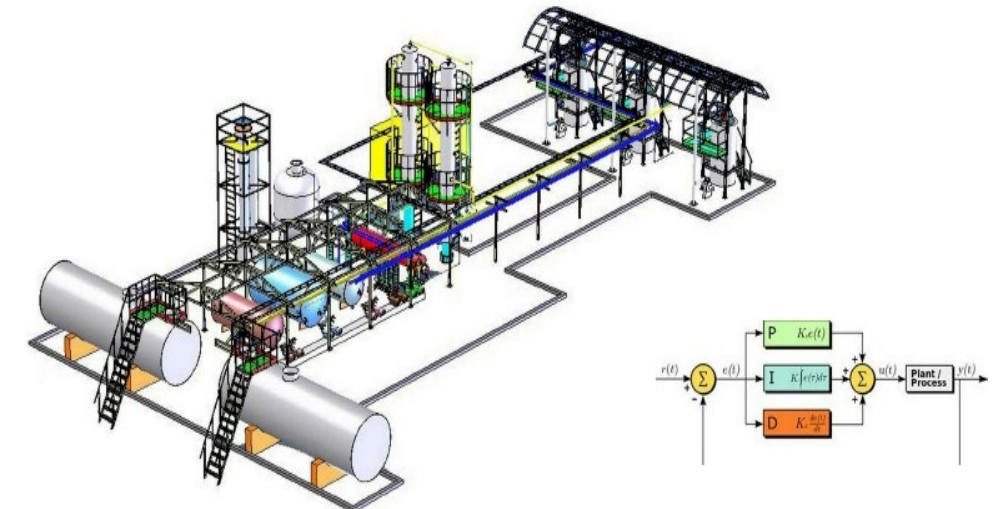


발견되기를 기다리는 실제
또는 ‘근본’ 원인은 없다

원인은 (암묵적인) 사회적 합의의 결과이며, 주로 전통과 공통경험을 바탕으로 한다

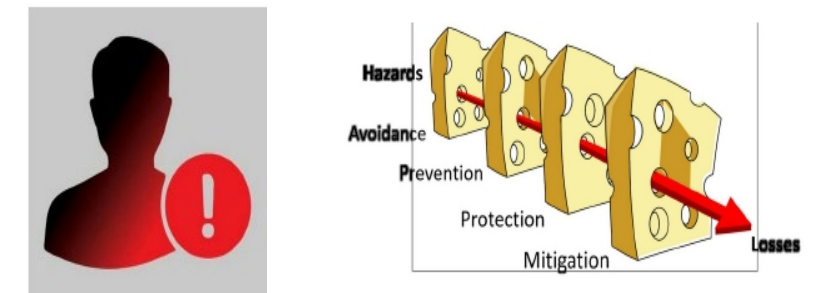
© Erik Hollnagel, 2007

모델은 항상 현실보다 단순하다



리스크 모델은 공정과 작업(고장 모델)으로 설명될 수 있다.

고장 모델은 현실적이어야 한다!



"지도/모델은 지리적 영역이 아니다!!!"



Alfred Korzybski (1879 - 1950)

동 번역 내용은 영어 원문에 따라 번역되었으나, 영어 원문 및 발표자의 발표내용에 따른 해석을 우선시 해야 합니다.

리스크에 대해 어떻게 생각하는가?

사고 분석

무엇을 찾아야 하는가?

사고는 여러 요인이 상호작용하여 발생하는 복합적인 결과
이를 이해하기 위해 사고모델 필요

위험성 평가

무엇을 할 수 있는가?

사고/위험모델은 사고 발생 방식과 예방책을 설명하는 추상적 개념

“사고모델”

© Erik Hollnagel, 2007

“인적 오류”의 자기 확신성

일반적인 정지 규칙

- 1: 수용 가능한 원인
- 2: 합당한 설명
- 3: 가능한 문제 해결책

Rasmussen, 1990

가정 : 오류의 원인은 인적 요인에 있다.

문제 : 순차적 사고 모델

사람이 개입한 부분이 있는지 분석하여 찾는다.

문제 : 임의 기준

개입한 부분을 찾으려 분석을 중단한다.

‘안전한 거래’ - 모든 시스템은 인간이 개입되어 있다

© Erik Hollnagel, 2007

리스크와 실패에 대한 일반적 생각

기술과 재료는 불완전하고, 고장은 불가피하다
(평균고장주기)

FALSE

사고는 부주의, 경험 부족 및/또는 잘못된 태도로 인해 주로 발생한다

FALSE

조직은 복잡하지만 메모리가 제한적이고 권한이 불분명하게 분배되어 있어 불안정하다

FALSE

사고 분석은 보통 단일 원인 또는 단순한 결합내의 다수의 원인 등 개별원인을 찾는다

© Erik Hollnagel, 2007

“인적 오류”에 대한 착각

“공식 사고 조사는 통상 작업자가 틀림없이 오류를 저질렀다는 가정에서 시작하며, 이렇게 원인을 찾아내면 조사가 종료된다.”

부실 설계에 책임이 있다는 사실이 발견되면 대규모 폐쇄 및 수리 비용이 발생한다.

경영진에게 책임이 있다는 사실이 발견되면 책임자가 위태로워질 수 있다.

그러나 작업자에게 책임이 있다는 사실이 발견되면 시스템을 유지하되 교육 개선을 지시한다.

→ **확증편향** : 가정을 뒷받침하는 증거를 찾는다.

→ **현실적 제약**

→ **이해관계자**

→ **희생양**

(Perrow, 1984, p. 146).

© Erik Hollnagel,



단순 선형 인과 모델

가정: 사고는 구체적이고 식별 가능한 순서로 발생한 **일련의 사건** 또는 상황이 (자연스럽게) 정점을 이루는 순간이다.



결과: 가능한 원인을 찾아 **제거**하여 사고를 예방한다.
안전은 조직의 **대응**능력 개선을 통해 보장된다.

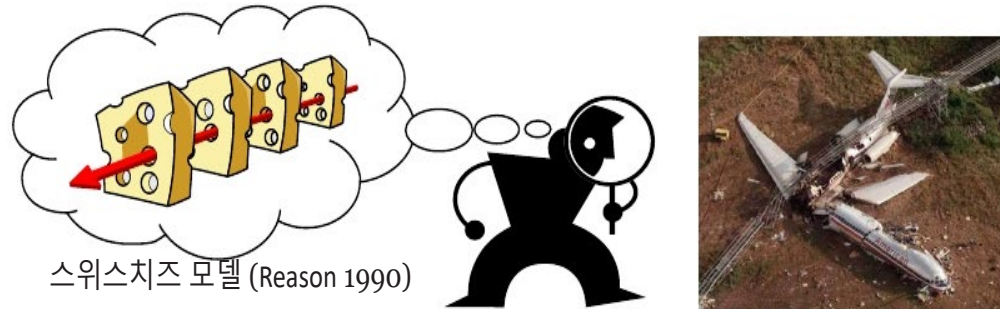
해저드-리스크: (기술적, 인적, 조직적) **구성요소 실패**로 발생하는 고장 확률을 찾는다 (사건수 분석, 확률론적 위험성 분석(PRA) /인간 신뢰도 분석(HRA)).
미래는 과거를 비추는 '거울'이다.

© Erik Hollnagel, 2007



복합 선형 인과 모델

가정: 사고는 능동적 실패(불안전한 행동)와 잠재적 조건(해저드)이 **결합**하여 발생한다.



결과: 사고는 장벽과 방어를 **강화**하여 대비한다.
안전은 성과 지표의 **측정/샘플링**을 통해 확보된다.

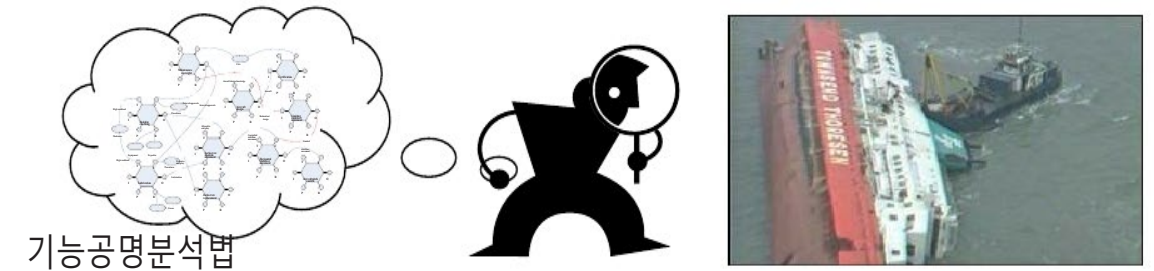
해저드-위험: (기술적, 인적, 구조적) 구성 요소의 **저하(열화)**로 인해 발생하는 원치 않는 변화, 저하 및 약점을 찾는다.
미래는 과거의 사건과 조건의 결합으로 설명된다.

© Erik Hollnagel, 2007



비선형 사고 모델

가정: 사고는 정상적인 성과 변동성의 **예기치 못한 결합**(공명)으로 인해 발생한다.



결과: 사고는 변동성을 **감시**하고 **감소**시켜 방지한다.
안전을 위해 향후 발생할 사건을 **예측**할 수 있는 능력이 지속적으로 필요하다.

해저드-위험: 사회-기술 시스템의 정상적 변동성 조합에서 **발현**하므로, ETTO원칙*을 적용하여 균형점을 찾는다.
* ETTO원칙: 효율성과 완전성의 균형(Efficiency Thoroughness Trade Off)

미래는 현재 변동성의 특징을 고려하여 이해할 수 있다. © Erik Hollnagel, 2007

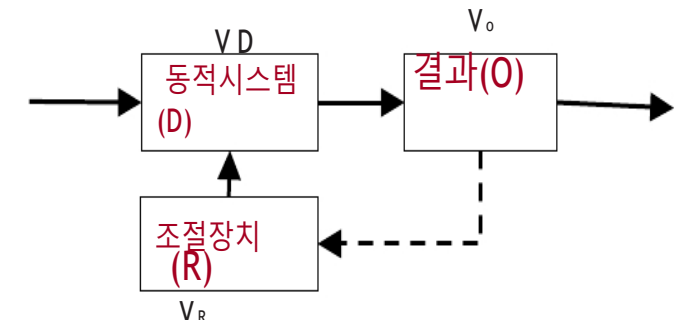
필수 다양성의 법칙 (1956)



(시스템이 불러온) 결과의 다양성은 해당 시스템
조절 장치의 다양성을 늘려야만 줄 일수 있다. → 따라서 조절 장치가 시스템보다
다양하지 않으면 효과적인 통제가 불가능하다.

통제 시스템은 통제할 시스템의
수만큼 많아야 한다.

$$\text{Min}(V_o) = V_D - V_R$$



W. Ross Ashby (1903-72)

리스크 평가는 잘못되는 일이 없도록 시스템을
통제하려는 시도

© Erik Hollnagel, 2021

“설계된 일, 실행된 일”



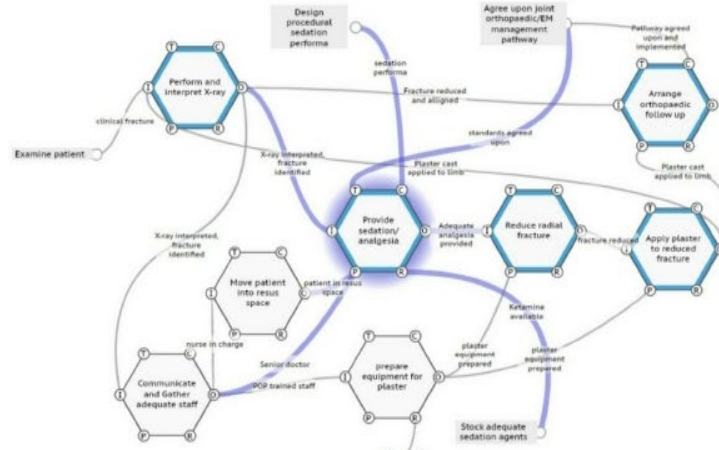
어떻게 수행되어야 할지 설계된 일
(Work-As-Imagined)



모델

... 늘 현실과 일치하지 않는 실제로
발생하는 현실 (Work-As-Done)

모델로 만들어진 현실



그러나 실제로 어떤 일이 발생하는지
모르면, 통제할 수 없다.

리스크 평가는 설계된 일보다 실행된 일을
기반으로 해야 한다.

© Erik Hollnagel, 2021

HAZOP 기법



공정의 전반적인 복합 설계 과정을 ‘노드(node)’라는 다수의 보다 간단한 섹션으로 구분하여
개별적으로 검토한다. 분석은 업무경험이 풍부하고 여러 전문 분야로 이루어진 팀이 연이은
회의를 통해 수행한다.

가이드 워드	변수	이탈
반대	유량	역류
증가	압력	고압
감소	온도	저온
없음	액위	빈 탱크
기타	조성	오염
부분	시퀀스	단계의 부분적 실현

© Erik Hollnagel, 2021

리스크의 역사적 전개

비선형 전개
복합 상호작용(발현)

비선형

복합 선형 전개
다수의 (잠재적) 원인

복합 선형 인과관계

단순 선형 전개
단일(근본) 원인

단순 선형 인과관계

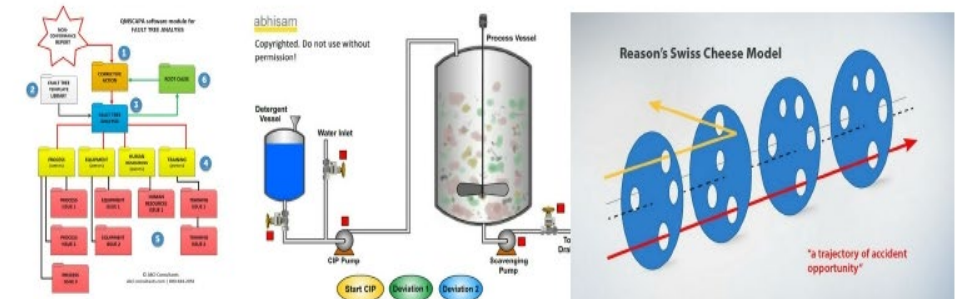


© Erik Hollnagel, 2007

단일 고장 가정



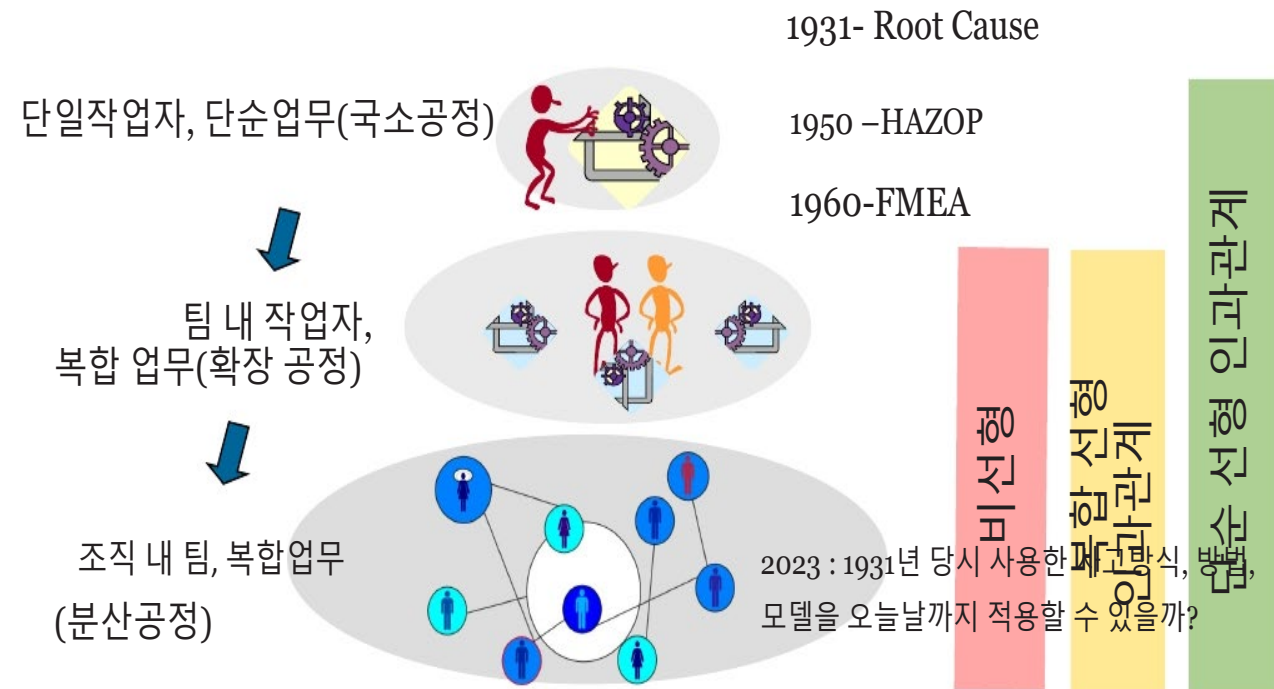
HAZOP 과 FMECA는 모두 활동을 일련의 단계로 설명할 수 있고
각 단계에 대한 고장 형태를 설명할 수 있다고 가정한다.



그러나 사고는 대개 단일 고장보다는 상호작용 및 잠재조건과 관련 있다.

© Erik Hollnagel, 2021

모델과 방법은 정황과 부합해야 한다.

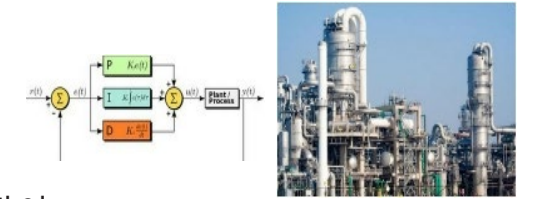


단순화의 리스크

리스크 평가의 품질에 영향을 줄 수 있는 단순화가 있다.



1: 모델이 현실을 나타내기엔 지나치게 단순할 수 있다.



1: '고장 이론'은 실제로 어떻게 고장이 발생하는지 나타내기엔 지나치게 단순할 수 있다.

“인적오류” versus “조직적 사고”

결론

리스크 평가는 잘못되는 일이 없도록 하기위해 시스템을 통제하려는 시도.

너무 단순한 모델이나 방법을 사용하면 일부 위험이 누락되거나 산정된 수치가 부정확할 리스크가 있다.

단순한 모델이나 방법을 사용하면 쉬울 수는 있지만 리스크가 있다!

리스크의 산정과 검증은 철저하고 현실적이어야 한다.

4

사고예방 위한 위험성평가의 현실적 개선방향

윤완철

(한국과학기술원 명예교수)



2023.7.3 산업안전보건의 달 국제세미나

**REALISTIC IMPROVEMENT OF
RISK ASSESSMENT
FOR ACCIDENT PREVENTION**

윤완철
카이스트 (KAIST)
산업및시스템공학과 명예교수
한국시스템안전학회 고문

KSSS

KAIST

Jangsung Nursing Home Fire (2015.4.15) –21 Killed, 8 Wounded

The diagram illustrates the causal chain of the Jangsung Nursing Home Fire, categorized into three levels of analysis:

- Local (facility, team):** This level shows the immediate events and factors. It starts with 'Arson by a patient' leading to 'Ignition and fire spread'. This is followed by 'Medical supplies caught fire', which leads to 'Toxic gas rapid spread'. Other factors include 'Alarm bell activated' leading to 'Call 119', which leads to '119 dispatched'. 'On-duty nurse suffocated to death' is a result of 'Toxic gas rapid spread' and 'Low manpower'. 'Large Casualties' is the final outcome, influenced by 'Toxic gas rapid spread', 'lack of smoke control facilities', 'Blocked Exits', and 'was Night Shift'.
- Management:** This level identifies organizational and operational failures. 'Failed early fire suppression' is linked to 'Ignition and fire spread'. 'Ventilation failed' is linked to 'Medical supplies caught fire'. 'Low manpower' is linked to 'On-duty nurse suffocated to death'. 'Inadequate facilities' is linked to 'Toxic gas rapid spread'. 'Lack of response personnel' is linked to 'was Night Shift'.
- Culture/External:** This level addresses the underlying cultural and systemic issues. 'Ineffective first response training' and 'Gap between training and situation' are linked to 'Failed early fire suppression'. 'Low staffing in local fire station' is linked to '119 dispatched'. 'Inadequate facilities' is linked to 'Inadequate facilities'. 'Lack of response personnel' is linked to 'Lack of response personnel'. 'Poor medical institution certification system' is linked to 'On-duty nurse suffocated to death'. 'training only for regulations' is linked to 'inadequate training'. 'emphasis on cost-effectiveness' and 'low safety awareness' are linked to 'Poor medical institution certification system'.

Accident Analysis and Risk Assessment

- After an accident analysis, how often do we regret that we failed to prevent the accident even though the previous risk assessment predicted its occurrence?

```
graph LR; RA[Risk Assessment] --> P([Prediction]); P --> RM[Risk Mitigation]; RM --> A([Accident]);
```

- Accidents usually happen by a **combination** of many **unpredicted** events.
- We try to find Risks by **predicting (!)** **isolated (!)** causal sequence of events.
- Conclusion: Risk assessment cannot foresee the coming accidents.**
- We consider those events that will not occur,
Those events that will occur are not what we consider.

KSSS

Korean Society of
System Safety

KAIST

Yoon, Wan Chul

2

A Latent Failure: Space Shuttle Challenger

- 1986. 1. 28. 11:39:13 EST
- When did the project fail ?
- [McDonnell Douglas](#) report in 1971, especially dangerous: a burnthrough by hot gases of the rocket's casing.
- 1977 test showed a joint problem
- Engineers at the [Marshall Space Flight Center](#) wrote to the manager of the Solid Rocket Booster project, George Hardy, on several occasions suggesting that Thiokol's field joint design was unacceptable.
- Hardy did not forward these memos to Thiokol, and the field joints were accepted for flight in 1980
- By 1985, with seven of nine shuttle launches that year using boosters displaying O-ring erosion
- April 1985 mission, flown by *Challenger*, showed the worst O-ring damage
- By mid-1985 Thiokol engineers worried that others did not share their concerns about the low temperature effects on the boosters.
- At the teleconference on the evening of January 27, Thiokol engineers and managers discussed the weather conditions with NASA managers from Kennedy Space Center and Marshall Space Flight Center.
- A second conference call with only NASA & Thiokol management, excluding the engineers.



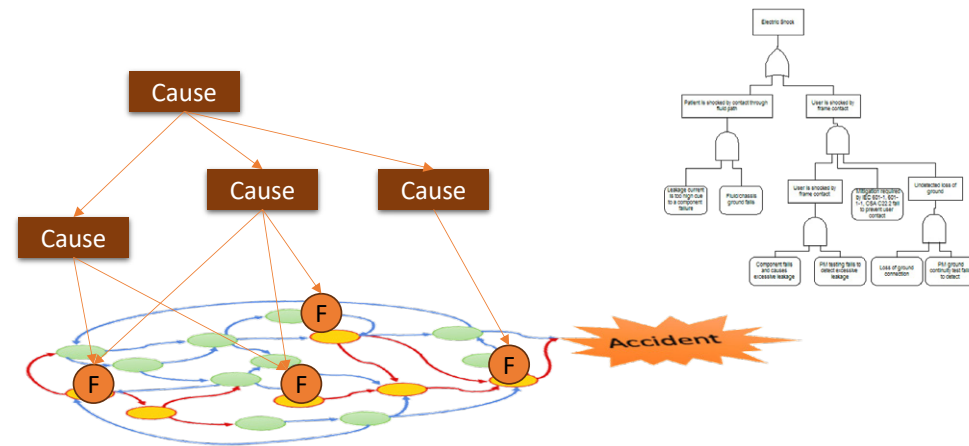
KSSS Korean Society of System Safety

KAIST

Yoon, Wan Chul

4

Failures are not team players

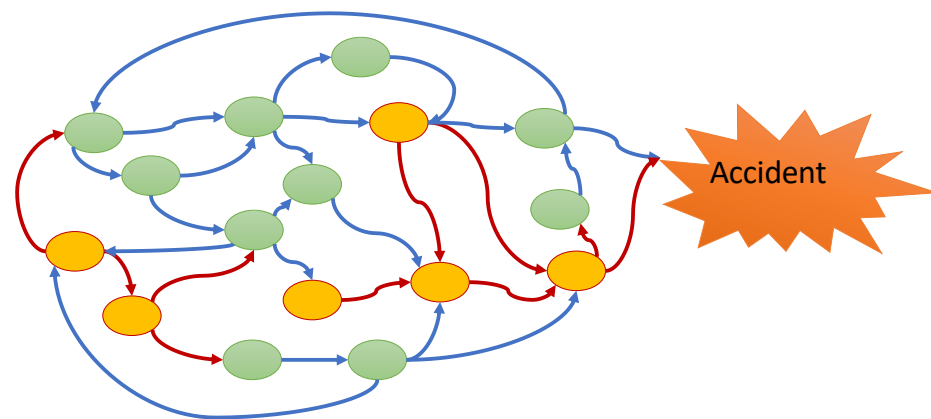


The failures were never organized as a team to achieve the accident.

FMEA and HAZOP

- FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) is used to identify single point failures and their **mode and effect**. The scope of FMEA covers safety as well as performance, quality and reliability.
- HAZOP (Hazard and Operability) is used as a general risk assessment technique to assess potential **hazards and risks** mainly to personnel and the environment.
- FMEA provides a thorough evaluation of the **effects of failure modes**, scoring RPN points based on **severity, occurrence, and detection** attributes. Hazop usually does neither prioritize effects of the failures nor evaluate the relative effectiveness of identified corrective actions.
- HAZOP helps consider system failure modes by systematically identifying process parameter deviations through **guidewords** and **process parameters**. FMEA is relatively weak in providing a systematic method of evaluating system deviations.
- The combination of HAZOP and FMEA in a structured approach has been proposed by Motorola and well accepted.

Only the normal operation is organized



X How did the bad ones rise to act? (as if they appeared from nowhere)

O How did the good ones go bad?

An FMEA Table

<https://www.isixsigma.com/uncategorized/fmea-quick-guide/>

Process Step	Potential Failure Mode	Potential Failure Effect	SEV ¹	Potential Causes	OCC ²	Current Process Controls	DET ³	RPN ⁴	Action Recommended
What is the step?	In what ways can the step go wrong?	What is the impact on the customer if the failure mode is not prevented or corrected?	How severe is the effect on the customer?	What causes the step to go wrong (i.e., how could the failure mode occur)?	How frequently is the cause likely to occur?	What are the existing controls that either prevent the failure mode from occurring or detect it should it occur?	How probable is detection of the failure mode or its cause?	Risk priority number calculated as SEV x OCC x DET	What are the actions for reducing the occurrence of the cause or for improving its detection? Provide actions on all high RPNs and on severity ratings of 9 or 10.
ATM Pin Authentication	Unauthorized access	• Unauthorized cash withdrawal • Very dissatisfied customer	8	Lost or stolen ATM card	3	Block ATM card after three failed authentication attempts	3	72	
	Authentication failure	Annoyed customer	3	Network failure	5	Install load balancer to distribute work-load across network links	5	75	
Dispense Cash	Cash not disbursed	Dissatisfied customer	7	ATM out of cash	7	Internal alert of low cash in ATM	4	196	Increase minimum cash threshold limit of heavily used ATMs to prevent out-of-cash instances
	Account debited but no cash disbursed	Very dissatisfied customer	8	• Transaction failure • Network issue	3	Install load balancer to distribute work-load across network links	4	96	
	Extra cash dispensed	Bank loses money	8	• Bills stuck to each other • Bills stacked incorrectly	2	Verification while loading cash in ATM	3	48	

HAZOP study example

PQRI - Risk Management Training Guides

No.	Guide Word	Element	Deviation	Possible Causes	Consequences	Safeguards	Comments	Actions Required	Actions Assigned to
Assign each entry a unique tracking number	Insert deviation guide word used	Describe what the guide word pertains to (material, process step, etc.)	Describe the deviation	Describe how the deviation may occur	Describe what may happen if the deviation occurs	List controls (preventive or reactive) that reduce deviation likelihood or severity	Capture key relevant rationale, assumptions, data, etc.	Identify any hazard mitigation or control actions required	Record who is responsible for actions
Examples from Cleaning Agent Deviations that were used to explain HAZOP Guide Words									
1	No	Cleaning Agent	No detergent added during cleaning cycle	Detergent supply reservoir empty	Residues not effectively removed, leaving system in an unclean state	Technicians check detergent reservoir before every cycle	Assumes technicians can reliably estimate volume visually	Consider alarm for low detergent reservoir level	Engineer
2	Other than	Cleaning Agent	Wrong detergent used	Technician retrieves wrong detergent from warehouse	Incorrect detergent may be ineffective at removing residues, leaving system in an unclean state	Cleaning log requires verification of proper detergent use. Detergent is labeled.	Many different detergent containers look alike	Ensure technician training addresses detergent selection	Trainer

Limitations of FMEA and HAZOP

- Time-consuming and **subjective**, relying on the ability of the team for their judgment, skill, and competence.
- Being based on linear models, not effective for dealing with **multiple faults or failures** in complex systems.
- Not suitable for risk assessment of **dynamic or interactive socio-technical systems**, since it assumes a steady-state or fixed condition.
- Not effective for analyzing possible **human performance problems** and **organizational failure**. (Where would you put the overlapping latent hazards?)
- Once looked **thorough** approaches, with all that limitations, are they any practical to **prevent system accidents** of today?
- For dynamic systems, FRAM and STPA are more suitable for analyzing organizational processes and finding organizational risks.

HAZOP (Hazard & Operability Analysis) – Examination Phase

- Divide the system into parts

For each part

- define design intent
- Identify **deviation** by using guide words **on each element**
 - Identify **consequences** and **causes**
 - Identify whether a **significant** problem exists
 - Identify **protection**, **detection**, and indicating mechanisms
 - Identify **possible remedial/mitigating measures** (optional)
 - Agree actions**

Repeat for each element and then each part

Paradigmatic problems - Where it all started

- Impossible to evaluate systemic risks ignoring the system's nature
 - The perspective that the overall system is safe when the elements are sound
- **Elemental reductionism**
 - The assumption that individual threat factors have individual manifestation processes
- **Linear causality**
 - As a result, the risk assessment based on variability and interaction is omitted.
- **View of the system as a mere collection of isolated processes**

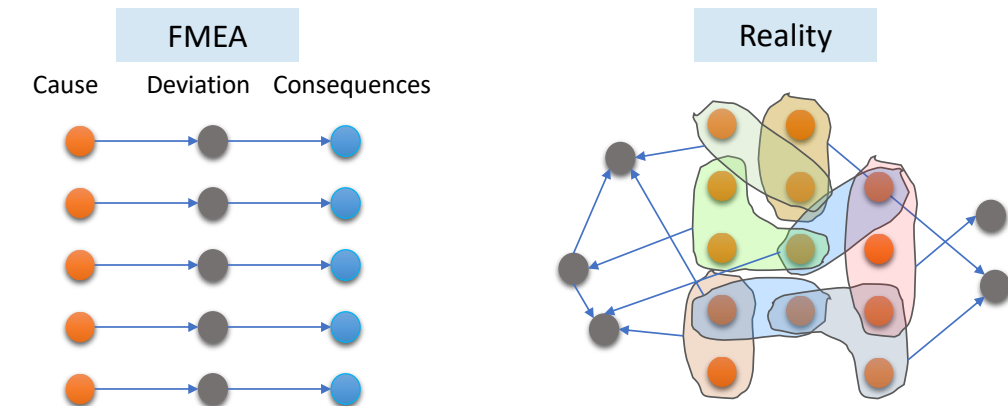
Conventional risk assessment tools such as risk matrices have documented pitfalls. Due to restricted requisite variety, their effectiveness is limited in the identification and control of hazards and as a result the benefit they provide to both employees and organisations. Further, the use of a linear causal relationship to describe hazards generates a concentration on negative outcomes and lower order controls, limiting stakeholder learning and cross disciplinary engagement.

S. Albery et al. 2016, Gadd et al. 2004, Conant and Ross 1970, Cox 2008

Paradigmatic problems - *Where it all started* (cont.)

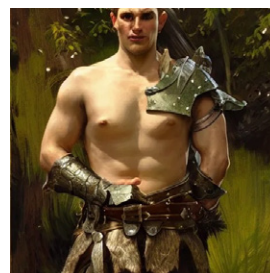
- Risk assessment based on assumed work (Work-as-imagined)
 - Risks are not evaluated in the state of **actual** work (**Work-as-done**, **Variability**)
 - **Violations** are considered to be the usual cause of the problem.
 - **Adaptability** is not appreciated and studied; organization **fails to learn**.
 - The perspectives of **production and safety are separated**, which hampers **risk communication**.
- Ignoring the characteristics of human/organizational performance
 - Captured in the **mechanistic view** of the possibility of human error
 - Systemic consideration of **organizational problems** is not possible
 - As a result, focus is given on field work (**sharp end** in the Swiss cheese model)
 - **False sense of thoroughness** while losing opportunities of effective improvement.

Tracking combined influences



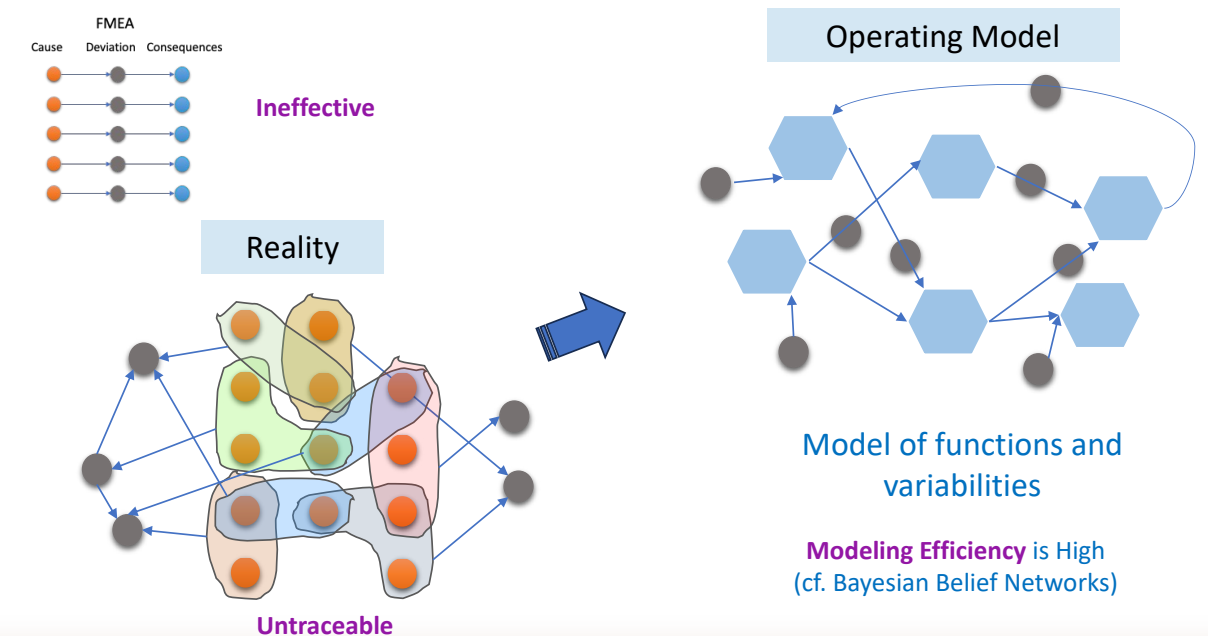
Psychology of Risk Assessment

- Eyes for seeing hazards and mind eyes for envisioning risks?
 - Are they seeable?
 - Risks are not tied to 'things'.
 - **WISIATI**(What you see is all there is)
 - **Availability bias**, and **Representativeness bias**
- The illusion of thorough enumeration – **overconfidence**
 - Listing up 'all the (visible) starting points'. Does it lead to all the (invisible) scenarios?
 - *The body armor is super-tough where it is, but does it cover enough?*
 - A few examples of risk development each – **impoverished hypotheses**
- (after accident) **Hindsight**: "I knew! I only missed the corner"



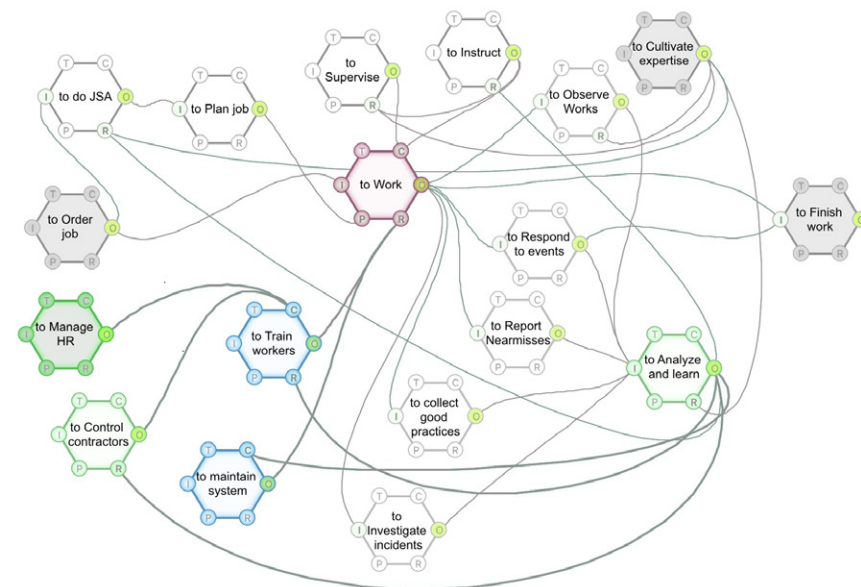
❖ We need a good model that guides the search.

Mapping on a Functional, Operating Model



Example: FRAM (Functional Resonance Analysis Method)

A common modeling guides both Accident Analysis and Risk Assessment



FRAM and STPA

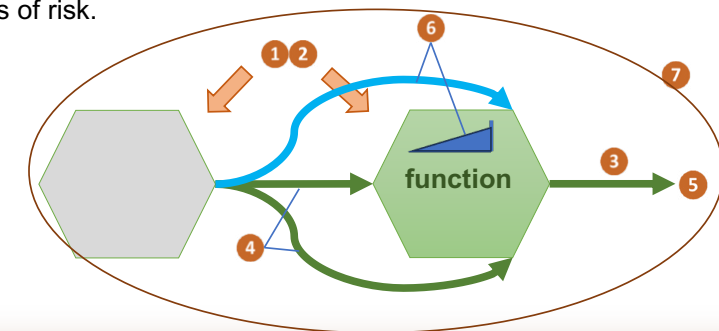
- FRAM and STPA are recommended for complex system analysis while HAZOP and FMEA are recommended for simple function system analysis.
- The FRAM and STPA approaches are complementary to more traditional risk analysis approaches and provide potential accident scenarios and hazards that extend beyond more traditional tools.
- FRAM focuses on system-level safety analysis and provides a basis for further quantitative hazard analysis, without the need to decompose the system into its components[
- STPA, on the other hand, identifies hazardous control actions and scenarios deductively from a system level loss.
- The significant advantages of FRAM are its visualization capability and upstream and downstream relation analysis. STPA, on the other hand, offers comprehensive questions for each activity within a control-feedback loop, enabling analysts to consider possible hazards comprehensively.

The Definition of Risk (ISO 45001, ISO 31000, ISO 9001)

- The risk is defined as the “**effect of uncertainty on objectives**”
- It includes **both positive and negative aspects of uncertainty**.
 - The **previous** definition only focused on the **negative** outcomes of uncertainty, such as hazards, threats, or losses. → **forget this oldie !!**
- The new definition recognizes that uncertainty can also create **opportunities** for improvement, innovation, or learning.
- Risk now is not only something to be avoided or minimized, but also something to be exploited or maximized.

Locating Steps of FMEA around a function

1. Define the item being analyzed.
2. Define the **functions** of the item being analyzed.
3. Identify all potential failure modes for the item.
4. Determine the causes of each potential failure mode.
5. Identify the effects of each potential failure mode without consideration of current control.
6. Identify and list the current controls for each potential failure mode.
7. Determine the most appropriate corrective/preventive actions and recommendations based on the analysis of risk.



Transforming the steps of FMEA

1. Define the item being analyzed.
2. Define the **functions** of the item being analyzed.
 - Define scopes, then identify functions through WDA or HTA.
3. Identify all potential failure modes for the item.
 - Identify the output variables that is potentially meaningful in the system.
 - possible 'failures' in the function level may be focused.
4. Determine the causes of each potential failure mode.
 - Identify the variability and their sources (functions) that affect this function.
 - Escape negative view – to make the function **go well**
 - Identify the types of conditions that warrant successful, smooth and adaptive operation of the function.
 - According to the types of influence input(i.e. initiating), constraints(time, precondition, resource and knowledge), controls (cf. barriers)

Transforming the steps of FMEA (cont.)

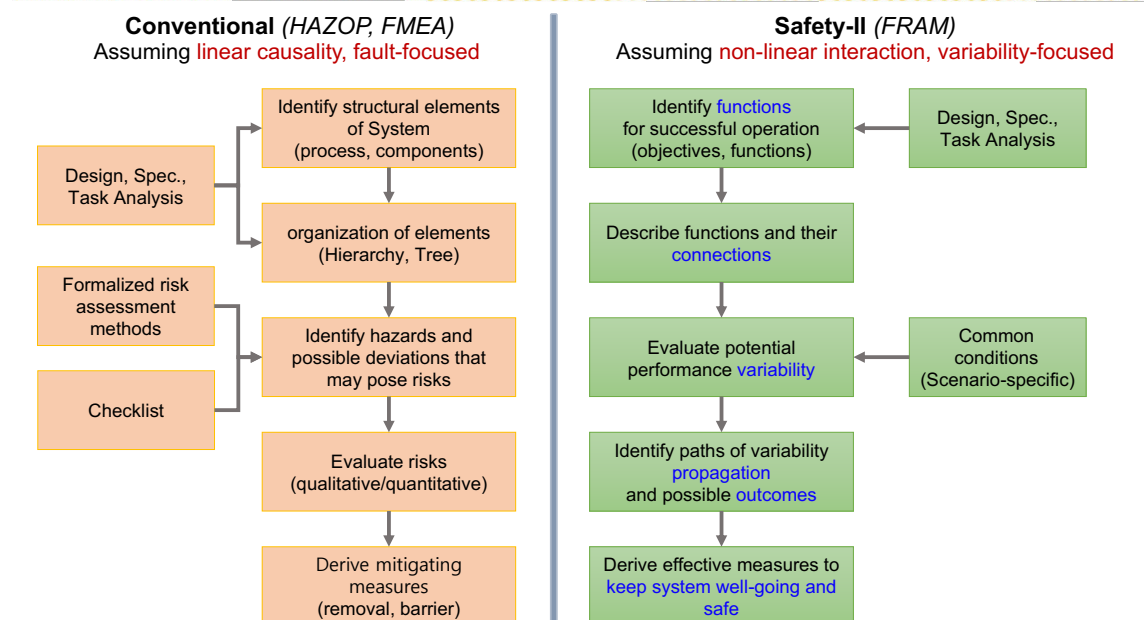
7. Determine the most appropriate corrective/preventive actions and recommendations based on the analysis of risk.
 - Find ways to make the function more tolerable to the more critical variabilities.
 - Enhancing inner capacity variables for more adaptability (e.g., level of skills, processing speed)
 - Securing resources, expertise, timing, and conditioning by upstream functions
 - Designing and regulating controls
 - Adding dampening functions and feedback-regulative loops
 - Allowing multiple sources to provide proper conditions such as emergency plans or a standby generator.

** The analysis of functions can continuously be updated via incidents, near-misses, and WAD research.

Transforming the steps of FMEA (cont.)

5. Identify the effects of each potential failure mode without consideration of current control.
 - Identify how the outcomes of output variables can affect the other functions.
 - Values can have non-numeric (nominal or ordinal), as well as numeric scale.
 - Steps 4 & 5 are combined across functions
 - Safety-II may be more organized and thus efficient!
6. Identify and list the current controls for each potential failure mode.
 - Identify controls (cf. barriers) to each function.
 - Plus, identifying inner capacity variables and their range of operation (e.g., level of skills, processing speed) – the capacity and variability are relative.

Risk Assessment Steps: Safety-I vs. Safety-II



From Reductionism to **Holism**: Reality embraces Complexity

- **Interactive complexity** between components/elements within the system, or between sub/systems.
- **Dynamic complexity**, or system changes in relation to time.
- **Decompositional complexity**, where the system's structure and function are not obviously consistent/linked.
- **Non-linear complexity**, where cause and effect are intractable or not easily described or specified.

➔ **Emergence**

Q: How will risk assessment take these complexities into account?

If **interactions** are ignored, is it a decisive problem? → **Definitely**

If **dynamic relationships** are ignored, is it a decisive flaw? → **Definitely**

Are **non-linear relationships** expressed as interactive-dynamic relationships? → **Largely**

How is the **decomposition complexity of human work** considered? → **Separately and inclusively**

Q: To what extent is the prediction of emergence possible?

The complete prediction of the final phenomenon since the number of cases of emergence → **Intractable.**

anticipating and evaluating intermediate interaction patterns? → **Maybe possible & useful** → **Scenarios**

Expert anticipation? → **Attending important variabilities** is the key issue.



2023 New Guide of Risk Assessment (MOEL-Kosha)

A Big Step toward Safety-II

Safety-II

- ❖ Quantitative to Qualitative
 - Outgrow **Domino theory** and **Measurement-orientedness** (FTA, FMEA, HAZOP)
 - Escape **Reductionism** and entertain **Holistic System Perspective**
 - Take **functional interactions, latent conditions, and organizational factors** into account
- ❖ Continuous Risk Assessment
 - **Resilience** is the new objective
 - Monitoring "**What you do**" than "What you have"
- ❖ Participation of Workers
 - **WAD** (Work-as-done) should be continuously attended
 - **Metacognition, Mindfulness, and Pride** (Self-realization)
 - **Near-Miss Cycle** can be realized with **Just Culture**

자기규율 예방체계 기반 위험성평가
제도 정착을 위한 국제 세미나